

48

11

50, 485
196

ACTA UNIVERSITATIS LUNDENSIS

NOVA SERIES

LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT

NY FÖLJD

ANDRA AVDELNINGEN

MEDICIN SAMT MATEMATISKA OCH NATURVETENSKAPLIGA ÄMNER

XV

1919

(K. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS I LUND HANDLINGAR. N. F. XXX)

FEB 7 1921
250426

LUND

C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG

OTTO HARRASSOWITZ

ACTA UNIVERSITATIS LUNDENSIS

NOVA SERIES

LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT

NY FÖLJD

ANDRA AVDELNINGEN

MEDICIN SAMT MATEMATISKA OCH NATURVETENSKAPLIGA ÄMNER

XV

1919

(K. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS I LUND HANDLINGAR. N. F. XXX)

LUND

C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG

OTTO HARRASSOWITZ

FEB 7 1920

LUND 1917—20

HAKAN OHLSSONS BOKTRYCKERI

ACTA REGIÆ SOCIETATIS PHYSIOGRAPHICÆ
LUNDENSIS

KUNGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS I LUND
HANDLINGAR

NY FÖLJD

XXX

1919

[LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. AVD. 2. BD 15

LUND
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG
OTTO HARRASSOWITZ

Innehåll:

1. LUNDEGÅRDH, HENRIK, Die Ursachen der Plagiotropie und die Reizbewegungen der Nebenwurzeln. II. (S. 1—68 m. 5 Textfiguren.)
 2. STADLER, SIGURD, Sur les systèmes d'équations aux différences finies linéaires et homogènes. (P. 1—61.)
 3. TROEDSSON, GUSTAF T., Om Skånes brachiopodskiffer. (S. 1—110 m. 2 tavlor och 13 textfigurer jämte engelsk resumé.)
 4. DAHLGREN, THORILD, Sur le théorème de condensation de Cauchy. (P. 1—69.)
 5. WESTERLUND, ARON, Om hästens ileo-ceko-koliska tarmområde. (S. 1—95 m. 32 textfigurer och 10 tavlor jämte fransk resumé.)
 6. MÖLLER, ELOF, Optiskt aktiva $\alpha\alpha$ -dimetylglytarsyror. (S. 1—56 m. tysk resumé.)
 7. WEIBULL, MATS, Biologiskt-botaniska undersökningar af Öresund. I. Studier öfver svensk tång, företrädesvis från Öresund. (S. 1—53 m. 8 textfigurer och engelsk resumé.)
 8. GEERTZ, OTTO, Studier öfver klyföppningarnas morfologi med särskild hänsyn till deras patologiska utbildningsformer. (S. 1—85 m. 182 textbilder och tysk resumé.)
 9. HÄGGQVIST, GÖSTA, Epidermisstudier. 1. De Langerhans'ska cellerna. 2. Om den vitala metylenblåfärgningen av epidermis. (S. 1—52 m. 2 tavlor och 2 textfigurer samt tysk resumé.)
 10. MURBECK, SV., Beiträge zur Biologie der Wüstenpflanzen. I. Vorkommen und Bedeutung von Schleimabsonderung aus Samenhüllen. (S. 1—36.)
-
11. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1918—1919.
-

LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Avd. 2. Bd 15. Nr 1.
KUNGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 30. Nr 1.

DIE URSACHEN DER PLAGIOTROPIE UND DIE REIZBEWEGUNGEN DER NEBENWURZELN

VON

HENRIK LUNDEGÄRDH

II.

MIT 5 TEXTFIGUREN



LUND
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG
OTTO HARRASSOWITZ

Der K. Physiographischen Gesellschaft am 10. Oktober 1917 vorgelegt.

LUND 1917
HÅKAN OHLSSONS BUCHDRUCKEREI

KAP. VIII. Die negative Reaktion.

Die Schwerkraftinduktion ruft nicht nur eine positive Krümmung hervor, sondern auch eine negative Reaktion, obwohl diese erst unter besonderen Umständen zum Vorschein kommt.

Jede positiv geotropische Reaktion wird durch Autotropismus gebremst und, wenn sie nicht zu stark ist, ausgeglichen. In Kap. VI (Teil I) wurde diese Ausgleichungsbewegung geschildert (siehe Fig. 11). In Tabelle XV (S. 42) sind einige Versuche mit Autotropismus zusammengestellt. Aus der Tabelle ersieht man, dass die Ausgleichung langsam geht und dass die Anfangslage, selbst bei sehr schwacher Primärreaktion (3 oder 6 Grad), nicht völlig erreicht wird, auch nicht in 6—7 Stunden.

Überkrümmungen der ganzen Wurzelspitze kommen bei der autotropischen Ausgleichung nicht vor. Die negative Reaktion lässt sich deshalb unschwer von dem Autotropismus trennen.

Eigentümlich und beim ersten Blick befremdend ist die Tatsache, dass die negative Reaktion nur dann zum Vorschein kommt, wenn die positive Reaktion durch die Längskraft schnell ausgeglichen wird. Die negative Reaktion wird sicher, wie die positive Reaktion, durch die Querkraft induziert, ihr sichtbares Hervortreten wird aber dadurch bedingt, dass die + Reaktion durch Versetzen der geotropisch induzierten Wurzel in -90° oder eine andere steil geneigte Lage erstickt. Dann kommt sie nach einiger Zeit zum Vorschein.

Die erste Bedingung der negativen Reaktion ist selbstverständlich geotropische Induktion. Eine Vorbedingung ihres Sichtbarwerdens ist aber die Längskrafthemmung. Deshalb tritt sie am Klinostat nicht auf. Denn hier fehlt die Längskraftwirkung. Aber sie wird auch nicht durch Versetzen klinostasierter Wurzeln in -90° -Lage erzeugt. Denn hier fehlt die geotropische Induktion (S. 25, Teil I, wurde nachgewiesen, dass in -90° sogar in 5 Stunden kein tropistischer Reiz aufgenommen wird).

Wenn man eine in Normallage wachsende Wurzel in -90° -Lage bringt, sind die Bedingungen der negativen Reaktion gegeben, denn in der Normallage wird ja tropistisch induziert. Eine solche tritt auch zumeist auf, jedoch nicht ausnahmslos. In Tabelle XXII (Teil I S. 68) sind einige Versuche mitgeteilt, die das schwankende Verhalten der Wurzeln beleuchten.

Die negative Reaktion ist immer sehr viel schwächer (langsamer) als die positive. Wurzeln, die aus Normallage in -90° gestellt werden, beschäftigen sich zunächst mit der Ausgleichung der Primärreaktion und den hierdurch verursachten

periodischen Schwingungen (Nutationen). Wahrscheinlich wird die schwache negative Reaktion durch diese heftigeren Reizvorgängen verdeckt oder aufgehalten. Für diese Deutung sprechen meine unten zu erwähnende Erfahrungen über Wurzeln, die in Erde wachsen.

Das schwankende Verhalten der luftwachsenden Wurzeln in -90° wird, wie leicht einzusehen, namentlich nach vorhergehender schwacher tropistischer Induktion beobachtet. Beispielsweise wenn die Wurzel vorher in Normallage wuchs oder wenn eine klinostatierte Wurzel 20 Min. in 0° -Lage gereizt wurde. Nach starker geotropischer Induktion, z. B. verstärkter Reizung normalgewachsener Wurzeln in 0° -Lage oder Reizung klinostasierter Wurzeln 2 Stunden oder mehr, wird die negative Reaktion, nach Ausgleichung der positiven Reaktion, intensiver und tritt auch in Luft deutlich hervor.

In den folgenden Tabellen werde ich Beispiele auf das Verhalten der Nebenwurzeln in -90° -Lage nach verschieden intensiver Vorinduktion anführen und beginne mit den klinostatierten Wurzeln.

TABELLE XXIII.

Das Verhalten ungereizter Wurzeln in -90° -Lage¹.
Ablenkung der Wurzelspitze in Grad.

In dieser und folgenden Tabellen wird die Anfangslage jeder Wurzel, gleichgültig welche Lage sie wirklich einnimmt, mit 0° bezeichnet. Dieses der Übersichtlichkeit halber.

+ bedeutet Ablenkung nach der morphologischen Unterseite, — nach der Oberseite.

Versuch 211 (eine Pflanze). Temp. 26° .

	0	$\frac{1}{2}$	1	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	3	6 Stunden
Wurzel 1	0	—	+ 1°	—	—	—	— 2°	+ 1°
2	0	—	— 1°	—	—	—	— 1°	— 6°
3	0	—	— 4°	—	—	—	— 2°	— 1°
4	0	—	+ 1°	—	—	—	— 3°	— 5°
5	0	—	0	—	—	—	— 5°	— 13°

Versuch 252 (zwei Pflanzen). Temp. 25.5° .

	0	$\frac{1}{2}$	1	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	3 Stunden
Wurzel 1	0	+ 4°	+ 2°	0	— 2°	— 4°	— 1°
2	0	+ 1°	+ 3°	0	+ 2°	— 1°	0
3	0	+ 11°	+ 10°	+ 6°	+ 8°	+ 4°	+ 4°
$\frac{4}{5}$	0	— 3°	— 2°	0	0	— 2°	0
5	0	— 1°	+ 7°	+ 1°	+ 5°	+ 8°	+ 6°

¹ Bei allen hier und in folgenden Tabellen mitgeteilten Versuchen wurden nicht sämtliche Wurzeln exakt in -90° gestellt. Man hätte ja sodann zumeist nur eine einzige Nebenwurzel von jedem Keimling benutzen können. Gemessen wurden alle Wurzeln, die annähernd parallel und vertikal standen. Der Spielraum dürfte zwischen -80° und -100° liegen. Da durch Nutationen: die Lage niemals konstant eingehalten wird, bedeuten auch die anfänglichen Verschiedenheiten nicht viel.

Versuch 273. Temp. 27.5°.

Wurzel	0	1/2	1	1 1/2	2	2 1/2	3	4 Stunden
	1	0	—	—	—	—	—	+ 2°
2	0	—	—	—	—	—	0	+ 3°
3	0	—	—	—	—	—	+ 9°	+ 5°
4	0	—	—	—	—	—	+ 6°	+ 4°
5	0	—	—	—	—	—	+ 3°	—
6	0	—	—	—	—	—	+ 6°	+ 5°

Versuch 311. Temp. 26.4°.

Wurzel	0	1	2	3	4	5	6 Stunden
	1	0	+ 1°	— 6°	— 6°	— 9°	— 9°
2	0	— 7°	— 8°	— 7°	— 9°	— 12°	— 14°
3	0	— 3°	— 4°	— 3°	— 7°	— 9°	— 6°
4	0	— 1°	+ 15°	+ 13°	+ 17°	+ 15°	+ 20°
5	0	+ 1°	+ 3°	+ 7°	+ 0°	— 2°	+ 5°

Versuch 310. Temp. 26.5°.

Wurzel	0	1/3	2/3	1	1 1/3	1 2/3	2	2 1/3	2 2/3	3	3 1/3	3 2/3
	1	0	+ 1 1/3°	+ 1°	— 1 1/3°	— 2°	+ 2°	+ 2 1/3°	+ 3 1/3°	+ 3 1/3°	+ 4 1/3°	+ 6°
2	0	— 1°	— 1 1/3°	— 2°	— 3°	— 3°	— 1 1/3°	— 1 1/3°	— 3 1/3°	— 5°	— 2 1/3°	— 3°
3	0	— 2°	— 3°	0	+ 1°	+ 2°	0	+ 4°	— 1°	— 1°	— 5°	— 4°
4	0	+ 1 1/3°	+ 1°	+ 1/3°	0	+ 1°	— 1/3°	— 1°	— 2°	— 1°	— 2°	— 1°
5	0	— 1 1/3°	— 2°	— 1°	0	— 1 1/3°	+ 5 1/3°	— 1 1/3°	— 1/3°	+ 1 1/3°	+ 1 1/3°	— 1/3°
		4	4 1/3	4 2/3	5	5 1/3	5 2/3	6	6 1/3	6 2/3	7	7 1/3 St.
Wurzel	1	+ 3 1/3°	+ 5 1/3°	+ 4 1/3°	+ 1°	+ 3 1/2°	+ 1 1/2°	0	— 3°	— 3 1/2°	— 2 1/2°	0
2	0	— 5°	— 8°	— 7°	— 8 1/2°	— 9°	— 9°	— 16°	— 9°	— 9°	— 9°	— 7°
3	0	— 7°	— 7°	— 8 1/2°	— 11°	— 12°	— 9 1/2°	— 13°	— 12°	— 10 1/3°	— 13°	— 15°
4	0	— 4 1/3°	— 5°	— 8°	— 10°	— 11 1/2°	— 9 1/2°	— 12 1/2°	— 10°	— 10°	— 11°	— 10°
5	0	— 2 1/3°	— 2 1/3°	— 1 1/3°	— 3 1/2°	— 4 1/2°	+ 1/3°	— 1°	—	—	—	—

Versuch 312. Temp. 26.05°.

Wurzel	0	1/4	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	2 1/2	2 3/4
	1	0	+ 1/2°	+ 2°	+ 1 1/3°	—	—	—	—	+ 3 1/3°	+ 6°	+ 6 1/2°
2	0	— 10°	— 4°	— 6°	— 8°	—	— 8 1/2°	— 8°	— 7 1/3°	— 8°	— 8°	— 8°
3	0	— 8 1/2°	— 2 1/2°	— 4°	—	—	— 4°	— 3 1/2°	— 5°	— 5°	— 4°	— 4°
4	0	— 2°	— 2 1/2°	— 6°	— 6°	—	— 7°	— 6°	— 7 1/3°	— 7 1/3°	— 4°	— 4°
5	0	— 1 1/3°	+ 1 1/3°	+ 2°	— 1 1/2°	—	—	—	—	—	—	—
		3	3 1/4	3 1/2	3 3/4	4	4 1/4	4 1/2	5	5 1/4 St.		
Wurzel	1	+ 6 1/3°	+ 7°	—	—	—	—	—	—	+ 3°		
2	0	— 8°	— 8°	— 13°	— 12°	— 9 1/2°	—	— 11 1/2°	— 14°	—		
3	0	— 3°	— 4°	— 4°	— 3 1/2°	— 4°	—	—	— 3 1/2°	—		
4	0	— 3°	— 4°	— 4°	— 3 1/2°	— 4°	—	—	— 8°	—		
5	0	—	—	—	—	— 3°	+ 3°	+ 3°	+ 2 1/2°	+ 2 1/2°		

Die Pflanze in Versuch 312 wurde nach 6 Stunden in Erde gepflanzt, so dass die Wurzeln etwa senkrecht standen. Die Wurzeln 1 u. 2 krümmten sich in 24 Stunden positiv, die übrigen wuchsen etwa in derselben Richtung wie vorher fort. Nach weiter 24 Stunden hatten die lebhaft wachsenden Wurzelspitzen folgende Richtungsänderungen erfahren:

$$I: + 26^{\circ} \quad II: - 10^{\circ} \quad III: + 17^{\circ} \quad IV: - 5^{\circ} \quad V: - 2^{\circ}.$$

Bevorzugung einer bestimmten Ablenkungsrichtung kommt also nicht vor, die einzelnen Wurzeln behalten aber teilweise (Wurzel I, II, IV) dieselbe Neigung zu einseitiger Ablenkung wie in der feuchten Luft.

In einem andern Versuch hatte eine Wurzel nach dem Einpflanzen in Erde nach 24 Stunden eine Ablenkung von $+ 15^{\circ}$ erfahren, eine andere Wurzel war $- 9^{\circ}$ abgelenkt. Nach weiter 24 Stunden stand die letztere wieder senkrecht, die erste behielt ihre abgelenkte Stellung. Derartige Versuche wurden mehrmals mit prinzipiell ähnlichem Ergebnis wiederholt. — Überhaupt tritt einseitige Ablenkung klinostasierter Wurzeln in $- 90^{\circ}$ seltener in Erde als in Luft hervor. Was vielleicht darauf beruht, dass die Nutationen im festeren Medium mechanisch gehemmt werden.

Das Ergebnis obiger Tabelle ist folgendes. Ausser pendelnde Nutationen zeigen die Wurzeln einseitige Ablenkungen, bald nach der einen, bald nach der andern Seite, ohne deutliche Bevorzugung irgend einer Richtung. 13 Wurzeln zeigen nach 4—6 Stunden schwache Orientierung nach der morphologischen Oberseite ($- 3\frac{1}{2}^{\circ}$ bis $- 15^{\circ}$), während 17 Wurzeln sich indifferent verhalten oder eine schwache Krümmung nach der Unterseite hin verraten. Die Verteilung der Varianten ersieht man aus folgender Tabelle.

	$- 20^{\circ}$	$- 15^{\circ}$	$- 10^{\circ}$	$- 5^{\circ}$	0°	$+ 5^{\circ}$	$+ 10^{\circ}$	$+ 15^{\circ}$	$+ 20^{\circ}$	$+ 25^{\circ}$	Mittel
Nach 1 Stunde	—	—	3	10	8	1	1	—	—	—	$- 0.35^{\circ}$
„ 2 Stunden	—	—	5	5	4	4	1	—	—	—	$+ 0.14^{\circ}$
„ 3—7 $\frac{1}{2}$ „	1	4	5	7	6	5	0	0	1	—	$- 1.66^{\circ}$

Die einseitigen Ablenkungen (nach der Ober- und Unterseite) werden mit der Zeit erheblicher. Dabei wird die negative Seite bevorzugt, jedoch in so unbedeutendem Grad, dass man kaum eine autonome Hyponastie annehmen kann. Wenn eine solche überhaupt bei Nebenwurzeln unter normalen Umständen vorkommt, so ist sie jedenfalls ausserordentlich schwach und dürfte sich nur in Ausnahmefällen behaupten können.

Die mit der Zeit zunehmende »Streuung« beruht wohl z. T. auf autonomen Nutationen. Ähnliche einseitige Ablenkungen treten ja auch am Klinostat auf (I Tab. XXI). Wenn aber die Wurzel in Schrägstellung kommt, findet natürlich eine geotropische Induktion statt. Die positive Reaktion wird durch die Längskraft gehemmt. Die negative Reaktion, die nicht von der Längskraft gehemmt wird,

kann allmählich solche Werte erreichen, dass die Ablenkung grösser wird. Da durch die Nutationen keine besondere Richtung bevorzugt wird (jedoch finden sie vorwiegend in der Insertationsebene statt), so finden neuinduzierte negative Reaktionen sowohl nach der morphologischen Oberseite wie nach der Unterseite statt, wie aus der Tabelle hervorgeht.

Nunmehr wollen wir untersuchen, wie sich vorher gereizte Wurzeln in -90° -Lage verhalten. Zuerst sei ein Versuch mit schwacher Reizung mitgeteilt:

TABELLE XXIV.

Versuch 210. Temp. $26^\circ-27^\circ$.Pflanzen am Klinostat 20 St. gewachsen; dann 0° -Lage 20 Min.; dann -90° -Lage.

Mittel aus	0	$1/2$	1	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	3	$3\frac{1}{2}$	4	$4\frac{1}{2}$ St.
Pflanze 1 (3 Wurzeln)	0	$+4.4^\circ$	$+4.3^\circ$	$+2.7^\circ$	$+3.0^\circ$	$+4.0^\circ$	$+5.4^\circ$	$+6.4^\circ$	$+6.0^\circ$	—
Pflanze 2 (2 „)	0	—	$+2.0^\circ$	$+1.0^\circ$	—	—	—	—	—	-0.5°
Pflanze 3 (2 „)	0	$+9.5^\circ$	$+7.5^\circ$	$+3.5^\circ$	—	—	—	—	—	$+2.0^\circ$

Etwas stärker wurde im folgenden Versuch gereizt:

Versuch 214. Temp. 26° .Am Klinostat 24 Stunden; dann $\pm 180^\circ$ -Lage 70 Minuten; dann -90° -Lage.

Mittel aus	0	$1/2$	1	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	3	$3\frac{1}{2}$	4 St.
Pflanze 1 (3 Wurzeln)	0°	-3.0°	23.7°	22.4°	9.0°	4.0°	4.0°	5.7°	5.4°
Pflanze 2 (2 „)	0°	9.0°	17.5°	16.0°	—	—	—	—	12.5°
Pflanze 3 (1 Wurzel)	0°	12.0°	21.0°	21.0°	—	—	—	—	14.0°
Pflanze 4 (1 „)	0°	6.0°	19.0°	20.0°	—	—	—	—	7.0°

Eine negative Reaktion tritt in diesen Versuchen nicht auf. Pflanze 1, Versuch 210, zeigt sogar ein schwaches Ansteigen der positiven Reaktion (die hohen Werte nach $1/2$ bis $1\frac{1}{2}$ Stunden rühren selbstverständlich von der primären positiven Reaktion her; die Lage der geraden Wurzel wird mit 0° bezeichnet). Im Versuch 214 wird auch kein vollständiger Ausgleich der Primärreaktion erzielt.

Die Präsentationszeit der positiven Reaktion beträgt etwa 12 Minuten (I S. 19). Aus dieser Tabelle ersieht man, dass die Präsentationszeit der negativen Reaktion bedeutend länger als 70 Minuten sein muss.

Durch Vergleichung der Grösse der auf dem Klinostat auftretenden Nachwirkungen wurde im Teil I (S. 31 ff.) nachgewiesen, dass die Wurzeln in der Normallage eine etwa gleich starke positive Reaktion ausführen wie klinostatierte Wurzeln, die 20—25 Min. in Horizontalallage standen. Wie gross die empfangene Reizmenge ist, welche eine nachträgliche negative Reaktion auslöst, lässt sich nicht ohne

weiteres sagen. Wenn die negative Perception unabhängig von der positiven ist wäre es gut möglich, dass in der Normallage, wo ja der tropistische Reiz ununterbrochen aufgenommen wird, eine erhebliche negative Reaktion induziert wird, obwohl sie sich selbstverständlich erst nach dem Aufheben der positiven Reaktion (also in -90° -Lage) entfalten kann.

Schon im Teil I, S. 68 f. wurden einige Versuche über das Verhalten normalgewachsener Wurzeln in -90° -Lage mitgeteilt. Ich bemerkte dort auch, dass sich eine Tendenz zur bleibenden Krümmung nach der früheren Oberseite der Wurzeln enthüllt. Eine recht deutliche negative Reaktion wird im nebenstehenden Versuch beobachtet (Tab. XXV, vgl. Fig. 1). Um eine Vorstellung vom Detailverlauf zu geben, wurden Zonen mittels Bildgitter abgesetzt.

Die Spitze bewegt sich hier im Sinn einer negativen Reaktion, während die Grenzzone zwischen der wachsenden und der ausgewachsenen Partie eine schwache Bewegung in entgegengesetzter Richtung aufweist. Zu bemerken ist ferner die anfängliche Nutation der Wurzel 1 und das periodische Steigen und Fallen der negativen Reaktion. Da die Wurzel 1 nach $3\frac{1}{2}$ St. und die Wurzel 2 nach 8 St. ihr Wachstum einstellten, so liegt in diesem Umstand möglicherweise eine Erklärung der ausgesprochenen Schwankungen. Doch hielt sich eine andere nicht wachsende Wurzel während des Versuchs gerade.

Nebenwurzeln von *Vicia faba* verhalten sich wie diejenigen von *Pisum*. Wenn sie aus Normallage in -90° gestellt werden, fangen die Wurzelspitzen eine schwache negative Bewegung an (Fig. 2, S. 9). Auch *Cucurbita*-Wurzeln verhalten sich in dieser Weise.

TABELLE XXV.
Versuch 235. Temp. $24^\circ-25^\circ$.
Phanzen aus normalem Gleichgew. ∇ in -90° . Zonen etwa 1,5 Mm. lang (Bildgitter).

Zonen	Wurzel 1.		Wurzel 2.	
	1 (Spitze)	2	1	2
0	$+6\frac{1}{2}^\circ$	0°	$-2\frac{1}{2}^\circ$	-1°
$\frac{1}{2}$	$+7^\circ$	$+5^\circ$	-1°	-3°
1	$+1^\circ$	$+6^\circ$	-4°	-5°
$1\frac{1}{2}$	$+1^\circ$	$+4^\circ$	-4°	-8°
2	0°	$+4^\circ$	-7°	-1°
$2\frac{1}{2}$	$+1^\circ$	$+2^\circ$	-4°	-4°
3	$+1^\circ$	$+2^\circ$	-6°	-1°
$3\frac{1}{2}$	$+1^\circ$	$+1^\circ$	-7°	-5°
4	0°	0°	-7°	-5°
$4\frac{1}{2}$	0°	0°	-7°	-5°
5	0°	0°	-7°	-5°
$5\frac{1}{2}$	0°	0°	-7°	-5°
6	0°	0°	-7°	-5°
$6\frac{1}{2}$	0°	0°	-7°	-5°
7	0°	0°	-7°	-5°
$7\frac{1}{2}$	0°	0°	-7°	-5°
8 St.	0°	0°	-7°	-5°

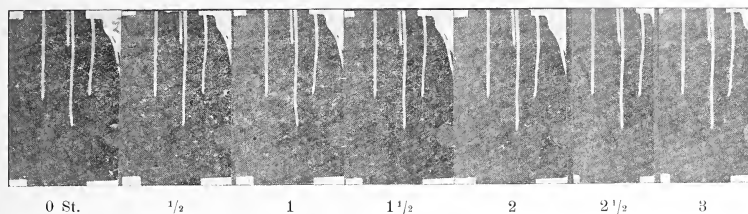


Fig. 1.

Die negative Reaktion tritt jedoch, wie schon I S. 69 bemerkt wurde, nicht ausnahmslos ein. Sie unterscheidet sich hierin erheblich von der positiven Reaktion. Auch der Ort der stärksten Krümmung wechselt bei der negativen Reaktion viel mehr als bei der positiven (über diese vgl. I Kap. VI). In Tabelle XXVI (S. 10) sind zwei Versuche aufgenommen mit Pflanzen, die direkt aus Sägespähen in -90° kamen.

Man beobachtet in dieser Tabelle aufs Neue das periodische Hin- und Herpendeln der Wurzelspitzen. Die negativen Ablenkungen behalten aber das Übergewicht, namentlich nach längerer Zeit (7—12 Stunden). Ich bringe hier eine Zusammenstellung der oben und im Teil I S. 68 f. mitgeteilten Versuche über das Verhalten normalgewachsener Wurzeln in -90° -Lage.

		-35°	-30°	-25°	-20°	-15°	-10°	-5°
Nach	2 Stunden	—	—	1	2	2	6	
»	4 »	1	0	0	1	2	6	
»	6—12 1/2 »	—	—	2	2	5	2	
		-5°	$\mp 0^\circ$	$+5^\circ$	$+10^\circ$	$+15^\circ$	$+20^\circ$	$+25^\circ$
Nach	2 Stunden	5	8	1	—	—	—	
»	4 »	5	5	2	1	0	0	
»	6—12 1/2 »	2	4	1	—	—	—	
		$+25^\circ$	$+30^\circ$	$+35^\circ$	Mittel			
Nach	2 Stunden	—	—		-4.5°			
»	4 »	1	—		-2.7°			
»	6—12 1/2 »	—	—		-8.0°			

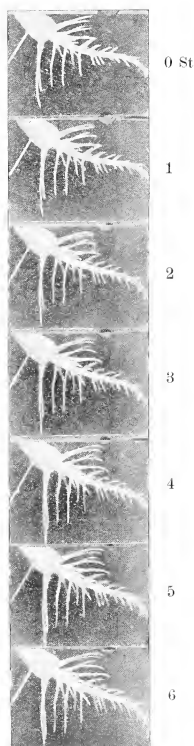


Fig. 2.

TABELLE XXVI.

Versuch 374 und 373. Temp. 25,35°.

Vier Keimlinge, direkt aus Sägespähen in etwa — 90° gestellt. Schwaches diffuses Tageslicht.

Anfang der Registrierung 30 Minuten nach dem Versuchsbeginn.

Die Zahlen in der ersten Kolonne (in Parenthese) geben die anfängliche Lage der Wurzel zur Vertikalen an.

Wurzel	1/2	1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5	5 1/2	6	6 1/2	7	7 1/2	8	8 1/2	9	9 1/2	10	10 1/2	11	11 1/2	12	13 Stk.
1 (+ 10°)	(0°)	30°	— 130°	— 160°	— 120°	90°	— 100°	70°	40°	70°	70°	70°	50°	— 100°	— 130°	80°	90°	100°	130°	120°	150°	150°	110°	— 100°	160°
2 (+ 100°)	(0°)	30°	— 40°	— 110°	— 120°	80°	20°	50°	40°	40°	30°	0°	— 150°	— 160°	— 190°	— 190°	— 130°	+ 80°	+ 60°	+ 10°	30°	80°	80°	— 120°	— 130°
3 (+ 50°)	(0°)	+ 20°	0°	70°	60°	80°	70°	70°	60°	100°	110°	130°	— 150°	— 160°	— 190°	— 190°	— 130°	+ 80°	+ 60°	+ 210°	310°	250°	220°	— 210°	— 230°
4 (— 20°)	(0°)	— 210°	— 260°	— 220°	70°	30°	20°	— 30°	0°	— 10°	+ 10°	— 10°	— 20°	— 10°	— 30°	— 70°	— 70°	— 80°	— 120°	60°	60°	60°	80°	— 60°	— 130°
5 (— 80°)	(0°)	— 160°	— 180°	— 170°	30°	+ 40°	—	—	—	—	—	—	+ 20°	— 30°	— 30°	— 30°	— 30°	— 50°	50°	40°	60°	60°	80°	— 80°	— 130°
6 (+ 140°)	(0°)	+ 40°	0°	+ 40°	+ 30°	60°	— 120°	150°	140°	140°	— 210°	— 210°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7 (— 140°)	(0°)	+ 40°	0°	0°	60°	— 100°	+ 100°	+ 110°	+ 60°	— 20°	0°	+ 40°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18 (+ 10°)	(0°)	— 30°	— 20°	90°	70°	50°	— 80°	60°	20°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9 (+ 20°)	(0°)	— 40°	— 20°	10°	0°	20°	0°	60°	60°	40°	40°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10 (+ 100°)	(0°)	0°	0°	0°	10°	— 10°	— 30°	— 50°	70°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11 (+ 50°)	(0°)	— 100°	— 70°	10°	0°	+ 30°	+ 30°	+ 30°	10°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12 (— 110°)	(0°)	— 30°	+ 10°	80°	+ 150°	+ 210°	+ 180°	+ 270°	+ 310°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Diese fünf Wurzeln gehörten einer Pflanze, die im Dunkeln registriert wurde.

Schon in den ersten Stunden wird also das Dominieren der negativen Reaktion beobachtet. Ihr Zurücktreten in der vierten Stunde dürfte auf den periodischen Schwingungen beruhen. Nach 6 bis 12¹/₂ Stunden beträgt die negative Reaktion im Mittel schon 8,0°, also ein unzweideutiges Resultat. Die Zahl der Wurzeln ist allerdings zu gering, um zuverlässige Werte über die Stärke der Reaktion zu bekommen. Für mich kam es in erster Linie darauf an, die Existenz der negativen geotropischen Reaktion zu beweisen.

In Erde wachsende Nebenwurzeln von *Pisum* zeigen fest ausnahmslos eine ausgesprochene negative Reaktion, wenn der Versuchskasten so gestellt wird, dass die Wurzeln vertikal abwärts schauen. In Fig. 3 ist ein solcher Versuch dargestellt. Nach 24 Stunden haben die Wurzeln den Gleichgew. \wedge fast wieder erreicht. Worauf beruht es, dass die negative Reaktion viel deutlicher hervortritt in Erde als in Luft?

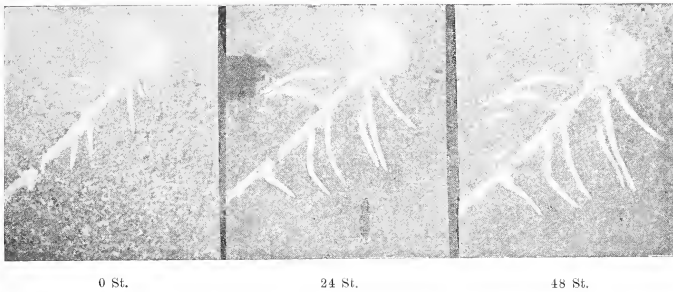


Fig. 3.

Diese Frage ist schwierig, exakt zu beantworten. Ich stelle mir vor, dass die Nutationen, die in Luft sehr beträchtlich sind (I Kap. VII, oben Tab. XXIII—XXVI), in dem festeren Medium mechanisch gehemmt werden. Ferner kann sich der hintere Teil der Wachstumszone aus demselben Grund nicht autotropisch gerade strecken. Schon eine schwache Krümmungstendenz der fortwachsenden Spitze dürfte daher leicht zu einer bleibenden Krümmung führen können, während in feuchter Luft, wie aus Tabelle XXV hervorgeht, die Grenzzone zwischen der wachsenden und ausgewachsenen Partie der Wurzel eine Bewegung in entgegengesetzter Richtung gegen die Spitze ausführen kann.

Die langsame Krümmung vertikalgestellter *Pisum*-Nebenwurzeln hat schon SCHÖBER (1898) beschrieben. In einzelnen Fällen sollen sie sich nach der Spitze, zumeist aber nach der Basis hin bewegen. Bei *Cucurbita* und *Vicia faba* soll die Richtung, welche sie einschlagen, wechselnd sein. Ein solches regelloses Verhalten ist nach dem Gesagten unschwer zu erklären. Denn bei schwacher negativer Reaktion dürften Nebenumstände leicht die Wachstumsrichtung der Seitenwurzeln beein-

flussen. Die Nebenwurzeln sind z. B. hydrotropisch. Da die Feuchtigkeit in der Erde nicht gleichmässig verteilt ist, so wird die Wurzelspitze leicht hydrotropisch gereizt und bewegt sich nach dieser oder jener Seite hin. Schon SACHS hat bemerkt, dass normalwachsende Nebenwurzeln in Erde selten geradeförmig, sondern zumeist in einer unregelmässigen Wellenlinie fortwachsen, was sehr wahrscheinlich auf zufälligen Reizwirkungen seitens des Mediums beruht, denn in Luft oder Wasser kommen solche Abweichungen nicht vor. Sogar Hauptwurzeln wachsen in Erde oder Sägespälnen selten genau in der Vertikallinie, sondern Abweichungen bis zu zehn Grad kommen vor, wie dies schon andere Forscher bemerkt haben. Da nun die Nebenwurzeln, wie wir gefunden haben, ein schwächeres Perzeptionsvermögen als die Hauptwurzeln besitzen und da jede geotropische Krümmung unter der Gleichgewichtslage durch die Längskraft ausgeglichen wird, hat es kein Wunder, dass sie manchmal aus der Vertikallage hinauswachsen, auch wenn sie keine negative Reaktion ausführen, oder dass eine schwache negative Reaktion dann und wann durch Nebenumstände überwunden wird.

Der Unterschied zwischen in Normallage und am Klinostat gewachsenen Wurzeln, wenn sie in -90° -Lage versetzt werden, tritt in Erde schlagend hervor. Die klinostatierten Wurzeln behalten häufig tagelang die senkrechte Richtung (S. 6), die normalgewachsenen bewegen sich bald nach der früheren Oberseite, was beweist, dass sie eine geotropische Induktion zu negativer Krümmung empfangen haben. Ferner lehrt dieser Vergleich, dass die negative Krümmung nicht etwa auf »Transversalgeotropismus« beruhe. Schon im Teil I (S. 25) wurde ja gezeigt, dass in -90° keine tropistische Perzeption stattfindet. Jetzt finden wir, dass die negative Bewegung erst nach vorheriger Reizung in plagiotropen Lage auftritt.

Nach kräftigerer geotropischer Induktion als diejenige in der Normallage tritt die negative Reaktion auch in Luft viel regelmässiger und stärker auf. In Tabelle IX (Teil I S. 29) wurde die Registrierung in einigen Versuchen über mehrere Stunden ausgedehnt, so dass die negative Reaktion zu Tage tritt. In den Versuchen f 159 und h 160 wurden Normalpflanzen 20 bzw. 30 Minuten in 0°-Lage gereizt und dann in -90° und -110° gestellt. Die Protokollauszüge sind wie folgt:

- Versuch 159 (16 Wurzeln): Nach 6 Stunden sind 1 gerade, 6 schwach, 9 stark negativ gekrümmt.
 » 160 (14 Wurzeln): Nach 3 Stunden sind 2 gerade, 4 schwach, 8 stark negativ gekrümmt.

In den Versuchen o 185, r 184 und s 209 wurde ebenfalls normalgewachsene Pflanzen in 0°-Lage gereizt. Hier wurde aber registriert. Die Mittelwerte sind in Tab. IX (I S. 29) angegeben. Unten teile ich die Protokolle mit.

TABELLE XXVII.

Versuche mit verstärkter Reizung von normalgewachsenen Wurzeln.

1) Versuch 184. Vier Pflanzen. 0^o-Lage 22 Minuten. Dann — 90^o.

Wurzeln	0	1	1 1/2	2	2 1/2	3	8 St.
1	0 ^o	0 ^o	+ 2 1/3 ^o	+ 1 ^o	— 3 ^o	— 7 ^o	— 6 1/3 ^o
2	0 ^o	0 ^o	— 6 ^o	— 9 ^o	— 9 ^o	— 9 ^o	— 18 ^o
3	0 ^o	+ 1/2 ^o	— 8 1/2 ^o	— 9 ^o	— 8 1/2 ^o	— 8 1/2 ^o	— 16 1/2 ^o
4	0 ^o	+ 2 1/2 ^o	+ 1 ^o	— 1/2 ^o	— 1/2 ^o	— 1 ^o	— 2 ^o
5	0 ^o	0 ^o	0 ^o	0 ^o	0 ^o	— 1 ^o	—
6	0 ^o	— 4 ^o	— 5 ^o	— 7 ^o	— 9 ^o	— 9 ^o	—
7	0 ^o	+ 6 ^o	0 ^o	— 6 ^o	— 12 ^o	— 14 ^o	—
8	0 ^o	— 2 ^o	— 7 1/2 ^o	— 8 ^o	— 8 ^o	— 7 ^o	— 17 ^o
9	0 ^o	— 10 ^o	— 12 ^o	— 16 ^o	— 18 ^o	— 17 1/2 ^o	— 20 ^o
10	0 ^o	— 5 ^o	— 8 1/2 ^o	— 8 ^o	— 10 1/2 ^o	— 11 1/2 ^o	— 9 ^o
11	0 ^o	— 12 ^o	— 16 ^o	— 18 ^o	— 20 ^o	— 22 ^o	— 31 ^o
12	0 ^o	— 10 ^o	— 17 ^o	— 18 ^o	— 21 ^o	— 22 ^o	— 21 ^o
13	0 ^o	— 7 ^o	— 11 ^o	— 10 ^o	— 8 ^o	— 9 1/2 ^o	— 16 ^o
14	0 ^o	— 12 ^o	— 18 ^o	— 21 ^o	— 14 ^o	— 14 1/2 ^o	— 21 ^o
15	0 ^o	— 10 ^o	— 10 ^o	— 15 ^o	— 17 ^o	— 19 ^o	— 31 ^o

2) Versuch 213. Zwei Pflanzen. 0^o-Lage 67 Minuten. Dann — 90^o.

Wurzeln	0	1	1 1/3	1 2/3	2	2 1/3	2 2/3	3	7 St.
1	0 ^o	+ 11 ^o	+ 8 ^o	— 1 ^o	— 7 ^o	— 10 ^o	— 13 ^o	— 10 ^o	— 13 ^o
2	0 ^o	+ 17 ^o	+ 18 ^o	+ 5 ^o	+ 2 ^o	+ 1 ^o	— 2 ^o	— 3 ^o	— 13 ^o
3	0 ^o	+ 11 ^o	+ 8 ^o	+ 6 ^o	— 7 ^o	+ 6 ^o	+ 5 ^o	—	—
4	0 ^o	+ 11 ^o	+ 2 ^o	— 4 ^o	— 6 ^o	— 9 ^o	— 14 ^o	—	— 19 ^o

3) Versuch 209. Vier Pflanzen. 0^o-Lage 80 Minuten. Dann — 90^o.

Wurzeln	0	1 1/3	1 2/3	2 1/6	2 2/3	3 1/6	3 2/3	4 1/6 St.
1	0 ^o	+ 14 ^o	+ 20 ^o	+ 14 ^o	+ 12 ^o	+ 8 ^o	+ 7 1/2 ^o	+ 4 ^o
2	0 ^o	+ 21 ^o	+ 14 ^o	+ 6 ^o	+ 2 ^o	— 2 1/2 ^o	— 2 1/2 ^o	— 4 ^o
3	0 ^o	+ 20 ^o	+ 20 ^o	+ 4 ^o	— 3 ^o	— 3 ^o	— 3 ^o	— 7 ^o
4	0 ^o	+ 14 ^o	+ 17 ^o	+ 2 ^o	+ 1 1/2 ^o	0 ^o	— 3 1/2 ^o	— 3 ^o
5	0 ^o	+ 19 ^o	+ 24 ^o	+ 13 ^o	+ 6 ^o	+ 3 ^o	+ 2 1/2 ^o	+ 2 ^o
6	0 ^o	+ 25 ^o	+ 28 ^o	+ 12 1/2 ^o	+ 11 ^o	—	—	—
7	0 ^o	+ 18 ^o	+ 27 ^o	+ 4 ^o	+ 3 ^o	+ 2 ^o	+ 4 ^o	—
8	0 ^o	+ 22 ^o	+ 20 ^o	+ 6 ^o	0 ^o	+ 3 ^o	+ 2 ^o	—
9	0 ^o	— 5 ^o	— 2 ^o	— 10 ^o	— 14 ^o	— 16 ^o	— 16 ^o	—
10	0 ^o	+ 4 ^o	— 2 ^o	— 9 ^o	— 10 ^o	— 12 ^o	— 12 ^o	—

Hinzuzufügen wären hier auch die Versuche 230 und 240 (I S. 61). Sie sind jedoch am angegebenen Ort in der ersten Abhandlung ausführlich mitgeteilt.

Stellen wir die Ergebnisse der Versuche mit verstärkter geotropischer Reizung normalgewachsener Wurzeln zusammen, so bekommen wir folgende Werte.

Reizung 22—80 Min.	-35°	-30°	-25°	-20°	-15°	-10°	-5°	+0°	+5°	+10°	Mittel
Nach 3—4 Stunden	—	—	2	3	5	11	5	3	1	—	-8,0°
„ 8—12 „	—	—	3	5	2	3	2	—	—	—	-13,8°

Die Individuenzahl ist leider gering, namentlich für die Bestimmungen nach 8—12 Stunden. Man sieht jedoch mit hinreichender Deutlichkeit, dass die negative Reaktion hier, trotz der starken positiven Reaktion, die zuerst aufgehoben werden muss, erheblicher ausfällt als bei Normalpflanzen ohne verstärkter Reizung.

Nach so starker Reizung, wie in diesen Versuchen, sind die durch das Reizpaar Querkraft—Längskraft verursachten Nachschwingungen sehr bedeutend. Diese periodischen Bewegungen wurden im Teil I S. 61 ff. geschildert. Es liegt kein Grund vor, anzunehmen, dass die negative Reaktion durch diese Oszillationen wirklich gehemmt (ausgeglichen) wird. Dass sie fortwährend ihr Spiel treibt, ersieht man daraus, dass die Schwingungen — vgl. Versuch 230, 240 (I S. 61) und 233 (I S. 63) — bald auf die negative Seite fallen, um wahrscheinlich später einer reinen negativen Reaktion Platz zu lassen.

Im Versuch 233 (Fig. 13, I S. 63) wurden normalgewachsene Wurzeln vor dem Vertikalstellen 15 Min. in 0°-Lage gereizt. Wurzel 1 führte im Lauf von sieben Stunden vier Perioden mit abnehmender Amplitude durch. Die letzten Perioden fallen auf der negativen Seite. Wurzel 2 zeigte nicht so deutliche Perioden, hier war auch die negative Reaktion stärker. Durch Ausdehnen derartiger Versuche über eine Zeitdauer von mehr als 12 Stunden, wäre zweifelsohne eine vollständigere Kenntnis vom Auftreten der reinen negativen Reaktion zu gewinnen, bezw. von ihrem Abklingen. Da solchen langdauernden Versuchen in feuchter Luft grosse methodische Hindernisse in den Weg stehen, habe ich deren keine gemacht.

Die wichtige Frage, ob die negative Reaktion unabhängig von der Stärke der ausgeglichenen positiven Reaktion ist, also ganz selbständig auftritt, lässt sich durch Nachsehen, ob eine Korrelation vorhanden sei, beantworten. Wir stellen zu diesem Zweck die Mittelwerte der höchst erreichten positiven Winkel für die Winkelklassen der negativen Reaktion zusammen. Die Gesamtzahl der Individuen ist 46.

-35°	-30°	-25°	-20°	-15°	-10°	-5°	0°
	0°	+1,2°	+1,51°	+6,2°	+3,3°	+5,85°	-1,2°

Diese Zusammenstellung zeigt, dass mit grosser Wahrscheinlichkeit keine Korrelation zwischen der positiven und der negativen Reaktion herrscht. Eine starke, in -90° ausgeglichene positive Reaktion hat nur eine mittelmässige negative Reaktion zur Folge (-5° bis -19°). Die grössten Werte der negativen Reaktion erreichen in meinen Versuchen Wurzeln, die vorher gar keine oder schwache positive Reaktion ausführten. Man kann folglich nicht behaupten (etwa auf Grund der Klinostatversuche, wo keine -- Reaktion auftritt), dass die negative Reaktion irgendwelchen Umwandlungsprodukt der ausgeglichenen positiven Reaktion, d. h. eine unmittelbare Fortsetzung des eigentlichen Ausgleichsprozesses darstelle. Der Ausgleich der positiven Reaktion ist nur eine indirekte Bedingung der negativen Reaktion. Die Geschwindigkeit der beiden Vorgänge ist auch verschieden, indem die negative Reaktion einen meist bedeutend langsameren Verlauf hat als die positive.

Über die wirkliche Reaktionszeit der negativen Bewegung kann man wegen der mehr oder weniger periodischen Nutationen keinen exakten Begriff bekommen. Die Mittelwerte von Normalpflanzen auf S. 9 sind beleuchtend. Nach zwei Stunden betrug die Reaktion durchschnittlich -4.5° , nach vier Stunden aber nur -2.7° . — Aus den Tabellen XXVI und XXVII sieht man, dass schon nach einer Stunde eine deutlich sichtbare Reaktion vorhanden sein kann. Das Mittel aus Versuch 184, Tab. XXVII beträgt -4.5° , und dieser Wert wird vergrössert in den folgenden Stunden (siehe I s 184 Tab. IX B). Eine Ablenkung der Wurzelspitze von etwa 5° ist eben sichtbar, die Reaktionszeit beläuft sich hier also auf etwa 1 Stunde. Wenn nach Vertikalstellen zuerst eine positive Reaktion auftritt, wird die negative Reaktion selbstverständlich erst nach dem Ausgleich derselben anfangen können. Im Versuch 213 (Tab. XXVII) sind die Wurzeln durchschnittlich gerade nach 112 Minuten. Nach 154 Minuten ist die Reaktion -5° , also eine Reaktionszeit von 42 Minuten. Bei der positiv geotropischen Bewegung wird eine Ablenkung von 5° schon in 20 Minuten oder weniger erreicht (I Tab. XV S. 42 und Tab. XIX S. 56). Die negative Reaktion geht also bedeutend langsamer als die positive Reaktion. Dasselbe Resultat geben die unten geschilderten Versuche. Es dauert folglich eine erhebliche Zeit, bis die negative Bewegung ein Aufkrümmen der Wurzelspitze in den ursprünglichen Gleichgew. \wedge bewirkt hat. In Luftkulturen wird dieser übrigens selten erreicht.

Betreffs der Präsentationszeit der negativen Reaktion geben die bisher vorgeführten Versuche keine entscheidende Antwort. Denn wir haben mit Normalpflanzen experimentiert und die Reizmenge, die diese vorher im Gleichgew. \wedge akkumuliert haben, lässt sich nicht ohne weiteres berechnen. Aus Tabelle XXV geht hervor, dass die Präsentationszeit jedenfalls mehr als 1 Stunde beträgt. Aus der Grösse der auf dem Klinostat auftretenden Nachkrümmung habe ich geschlossen, dass die Reizung, welche eine (ungehemmte) positive Reaktion auslöst, etwa derjenigen in Horizontallage bei 20—30 Min. Exposition entspricht (I S. 32 f., 47). Reizt man in 180° -Lage etwa so lange, bleibt die Nachkrümmung aus, der positive Reiz ist kompensiert.

Oben haben wir gefunden, dass normalgewachsene Wurzeln in -90° -Lage schwach negativ reagieren. Wie lange muss man nun von entgegengesetzter Seite reizen, damit diese negative Reaktion ausbleibe?

Schon im Kap. IV, Teil I, haben wir Versuche gemacht mit Reizung normalgewachsener Wurzeln in 180° -Lage während 30–60 Minuten (siehe Tabelle IX S. 29). Ich bringe hier die Protokolle der Versuche f 195 und h 154 nebst neuen Versuchen.

TABELLE XXVIII.

a) Versuch 195. Temp. 26.5° .Vier normalgewachsene Pflanzen 30 Min. in 180° gereizt. Dann -90° .

Wurzel	0	1	1 1/2	2	2 1/2	3	6 St.
1	0°	-10°	-2°	-5°	-6°	-6°	-2°
2	0°	-6°	-1°	-2°	-11°	-7°	-11°
3	0°	-8°	$+5^\circ$	-10°	$+1^\circ$	-3°	-8°
4	0°	-7°	$+2^\circ$	$+10^\circ$	$+8^\circ$	$+8\frac{1}{2}^\circ$	$+9^\circ$
5	0°	-1°	-3°	$+4^\circ$	$+4^\circ$	-3°	-6°
6	0°	-13°	-10°	-10°	-17°	-13°	-16°
7	0°	—	-9°	-15°	-18°	-22°	—
8	0°	$+1^\circ$	$+1^\circ$	-7°	-11°	-9°	-11°
9	0°	0°	$+3^\circ$	$+2^\circ$	$+2^\circ$	0°	-2°
10	0°	-3°	0°	$+4^\circ$	$+3^\circ$	$+1^\circ$	0°
11	0°	0°	-4°	-7°	-7°	-7°	-14°
12	0°	0°	-2°	-2°	-3°	-3°	-8°
13	0°	-1°	-2°	-4°	-7°	-9°	-12°
14	0°	-2°	$+1^\circ$	$+4^\circ$	-3°	$-4\frac{1}{2}^\circ$	-10°

b) Versuch 154. 18 Wurzeln (6 Pflanzen). 180° während 60 Minuten. Dann -90° .

Nach 2 Stunden sind: 5 gerade, 7 schwach, 6 stark negativ gekrümmt.

» 3 » » : 14 gerade, 3 schwach, 1 stark » »

» 5 » » : 6 gerade, 5 schwach, 7 stark » »

c) Versuch 322. Temperatur 25.2° .Normalgewachsene Wurzeln 60 Min. in 180° -Lage gereizt. Dann in -90° gestellt.

Vgl. auch Versuch s 209, I Tab. IX.

	0	1	2	3	4	5 St.
Wurzel I	0°	-14°	-12°	-17°	-4°	-10°
» II	0°	-11°	$-1\frac{1}{2}^\circ$	$-1\frac{1}{2}^\circ$	$-3\frac{1}{2}^\circ$	$+2\frac{1}{2}^\circ$
» III	0°	$-11\frac{1}{2}^\circ$	$+1\frac{1}{2}^\circ$	$+2\frac{1}{2}^\circ$	-4°	$+2\frac{1}{2}^\circ$

d) Versuch 360. Temp. 24,65°.

Zwei normalgewachsene Pflanzen invers gestellt während 1 Stunde. Dann -90° .

Wurzel	2	8	24 St.
1	0°	-21°	-44°
2	-10°	-9°	-23°
3	0°	+3°	+5°
4	-3°	-23°	-
5	-11°	-	-18°
6	0°	0°	+4°
7	-5°	-5°	+1°
8	-5°	-27°	-17°
9	-1°	-8°	0°
10	-5°	-11°	-14°
11	-4°	-2°	-8°
12	-10°	-12°	-10°

Die in vorstehender Tabelle als negativ bezeichneten Bewegungen rühren in den ersten Stunden selbstverständlich von der in 180° -Lage empfangenen positiv geotropischen Induktion her. Sie sind also eine positiv geotropische Reaktion, die eine Krümmung nach der morphologischen Oberseite bewirkt. Diese positive Reaktion wird aber bald ausgeglichen. Nach drei Stunden sind z. B. im Versuch 154 14 von 18 Wurzeln (also 78 %) wieder gerade gestreckt. Im Versuch 195 beträgt die Krümmung nach 2 Stunden durchschnittlich nur $1,2^\circ$. Nach 5 bis 6 Stunden ist die Krümmung aber deutlich grösser. Es lässt sich kaum bezweifeln, dass jetzt die echte negative Reaktion zum Vorschein kommt, und zwar diejenige, welche schon in der Normallage induziert war. Die gegensinnige Reizung hat also nur die ursprüngliche positive Reaktion überwunden, Neutralisierung und Neuinduktion einer negativen Bewegung hat nicht stattgefunden!

Die Grösse der Reaktion nach 5—6 Stunden sieht man aus folgender Zusammenstellung von 25 Wurzeln.

-30°	-25°	-20°	-15°	-10°	-5°	± 0°	+5°	+10°	Mittel
1	2	1	8	6	4	4	1		-8,0°

Normalgewachsene Wurzeln zeigten unter gleichen Umständen eine durchschnittliche Reaktion nach 6—12 $\frac{1}{2}$ Stunden von $-8,0^\circ$, also genau dasselbe. Um die negative Reaktion in Normalwurzeln zu neutralisieren, bedarf es folglich einer bedeutend längeren antagonistischen Reizung. In der folgenden Versuchsreihe wurden die Wurzeln in Inverslage oder 180° -Lage von 2 bis 24 Stunden gereizt und dann in -90° gestellt (in den Versuchen mit längerer Reizung wurde der gekrümmte, untere Teil der Wurzel vertikal gestellt).

TABELLE XXIX.

a) Versuch 323. Vier Pflanzen in Inverslage 2 Stunden. Dann der ungekrümmte Teil vertikal gestellt. Temp. 25.4°.

Wurzeln	0	2	3	4	5	6	7	8 St.
1	0°	-38°	-28°	-25 ¹ / ₂ °	-25 ¹ / ₂ °	-24°	-23 ¹ / ₂ °	—
2	0°	-42°	-36°	-32°	-32°	-35°	-34°	—
3	0°	-24°	—	-16°	-16°	-18°	-26°	-24 ¹ / ₂ °
4	0°	-43°	—	-35°	-27°	-30°	-27°	-23°
5	0°	-42°	-29°	-28 ¹ / ₂ °	—	-27 ¹ / ₂ °	-26 ¹ / ₂ °	—
6	0°	-38°	-37°	-31 ¹ / ₂ °	—	-28 ¹ / ₂ °	-30°	—
7	0°	—	-15°	—	—	-22°	-19°	-18°
8	0°	—	-37°	—	—	-43°	-43 ¹ / ₂ °	-31 ¹ / ₂ °

Anmerkung. Die Wurzelspitzen sind gerade. Die Winkelverkleinerung beruht folglich auf langsamer Ausgleich der positiven Reaktion.

b) Versuch 369. Zwei Pflanzen in 180° 5 Stunden. Dann mit dem geraden Teil der Wurzeln in -90°. Temperatur 24.5°.

Wurzeln	0	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 St.
1	0°	-35°	-29°	-25°	-19°	-20°	-18°	-16°	-20°	-22°	-20°	-22°	-19°	—	-17°	—	-15°
2	0°	-21°	-12°	8°	-15°	-13°	-10°	8°	-12°	-13°	9°	-9°	-12°	—	-10°	—	9°
3	0°	-28°	-15°	-11°	-12°	8°	5°	3°	9°	6°	6°	5°	6°	—	5°	—	—
4	0°	-15°	-12°	7°	5°	9°	6°	4°	6°	—	5°	—	6°	—	—	—	—
5	0°	-25°	-19°	-17°	—	—	8°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	0°	-25°	-13°	8°	—	—	5°	—	—	—	—	—	—	—	-10°	—	—
7	0°	-30°	-15°	-10°	-6°	-8°	7°	-8°	-10°	—	-9°	—	-12°	—	—	—	—

c) Versuch 363. Zwei Pflanzen in Inverslage 6 Stunden. Dann mit dem neuorientierten (etwa 5 Mm. langen) Teil der Wurzeln in -90°. Temp. 24.65°.

Wurzel	0 (6 St.)	2	4	6	8	17 St.
1	0°	+ 2°	+ 4°	0°	0°	+ 5°
2	0°	+ 4°	+ 8°	+ 8°	+ 7°	+ 10°
3	0°	+ 2°	+ 4°	+ 1°	—	—
4	0°	+ 4°	+ 8°	+ 9°	+ 12°	—
5	0°	+ 6°	+ 6°	+ 8°	+ 13°	—
6	0°	+ 3°	—	—	—	+ 10°
7	0°	+ 1°	+ 7°	+ 3°	+ 3°	0°
8	0°	+ 6°	+ 10°	+ 10°	+ 14°	+ 11°
9	0°	+ 11°	+ 8°	+ 23°	—	+ 27°
10	0°	+ 6°	+ 8°	+ 8°	—	+ 8°

Anmerkung. Die positive Krümmung ist fixiert und wird nicht ausgeglichen. Die Bewegungen finden vielmehr an der Spitze statt und bedeuten eine neuinduzierte, der ursprünglichen entgegengesetzte negative Reaktion.

d) Versuch 227. Temp. 25°.

Pflanzen in umgekehrter Lage 7 St. Dann mit dem abgelenkten Teil in -90° .

Pflanze	Wurzel	0	$1/3$	$2/3$	$1/2$	$1 1/2$	$2 1/2$ St.
1.	1	0	+ 7°	+ 13°	+ 17°	+ 20°	+ 18°
	2	0	- 2°	+ 17°	+ 19 $1/2$ °	+ 19°	+ 19°
	3	0	+ 13 $1/2$ °	+ 8°	+ 11°	+ 10°	+ 12°
2.	4	0	+ 6 $1/2$ °	+ 8 $1/2$ °	+ 4 $1/2$ °	+ 5 $1/2$ °	+ 7 $1/2$ °
3.	5	0	+ 1°	+ 13°	+ 9°	+ 5°	+ 9°
	6	0	- 1°	+ 7°	+ 7°	+ 7°	+ 11°
	7	0	+ 1°	+ 9°	+ 10°	+ 10 $1/2$ °	+ 12°
4.	8	0	+ 10°	+ 20°	+ 20°	+ 19°	+ 17°
	9	0	+ 6°	+ 8°	+ 10°	+ 10°	+ 10°

Anmerkung. Nach 17 $1/3$ Stunden, als zum letzten Mal registriert wurde, waren die noch gesunden Wurzeln z. T. stärker aufgekrümmt. — Auch in diesem Versuch fand nur eine geringfügige Ausgleichung der positive Reaktion statt. Die Krümmungen entstanden an den Wurzelspitzen und sind ausgeprägter als im vorigen Versuch.

e) Versuch 229. Temperatur 25°—27°.

Pflanzen 18 St. in umgewendeter Lage gewachsen. Dann mit den abgelenkten Teilen in -90° .

	Pflanze 1	2	3	4
Anfang um 9.30 V. M.	Vertikal	Vertikal	Vertikal	Vertikal
12.0 M.	Neg. Kr. um 15°—18°	Schwache neg. Kr.	Neg. Kr. um 28°	Schw. neg. Kr.
2.15 N. M.	„	„ (8°)	„ „ „ 18°	Sehr schw. neg. Kr.
6.0 N. M.	„	Sehr schw. neg. Kr.	„ „ „ 30°	Neg. Kr. um 14°

f) Versuch 224. Pflanzen 24 St. in umgewendeter Lage gewachsen. Dann -90° .

	Pflanze 1	2
Anfang um 5.45 N. M.	Vertikal	Vertikal
8.10 N. M.	Neg. Kr. um 18°—28°	Neg. Kr. um 10°—15°
11.0 V. M. folg. Tag.	„ „ „ 38°—40° (= Gl. \wedge)	„ „ „ 20° (Gl. $\wedge = 30^\circ$)

Aus der vorstehenden Versuchsreihe sieht man, dass bei verlängerter Induktion in umgekehrter Lage die negative Reaktion zuerst veröschet wird, um schliesslich einer solchen in entgegengesetzter Richtung Platz zu machen. Die Versuche bestätigen das Resultat der Tabelle XXIII. Eine innere Dorsiventralität (Autonastie) kommt bei den Seitenwurzeln nicht vor.

In a (Versuch 323) ist die positive Krümmung nicht ganz stabil. Das Mittel nach 2 Stunden beträgt 37.6°. Nach 4 Stunden ist diese Zahl auf 28.1° zurückgegangen, und hält sich dann annähernd konstant, denn das Mittel nach 7 Stunden beträgt 27.8°. Es ist selbstverständlich schwierig, wenn nicht unmöglich, zu sagen, ob die negative Reaktion noch so stark ist, dass sie einen weiteren Ausgleich verhindert. Bemerkenswert ist jedoch die Tatsache, dass die Wurzelspitzen gerade sind. Dies spricht für eine sehr abgeschwächte Reaktion.

In b (Versuch 369) war die positive Reaktion auffallend schwach. Sie betrug nach 5 Stunden im Mittel 25.6°. Nach 10 Stunden war sie bis 8.8° ausgeglichen. Diese Zahl wuchs nach 16 Stunden auf 9.8°, was möglicherweise auf eine sehr schwache neue negative Reaktion hindeutet.

In den folgenden Versuchen ist die positive Krümmung fixiert und die neue (der ursprünglichen entgegengesetzte) negative Reaktion unzweifelhaft da. Sie fällt auch mit stärkerer Induktion grösser aus. Ich stelle die Mittelwerte in folgender Tabelle zusammen.

Versuch	Reizdauer	Negative Reaktion nach 2—4 St.	8—18 St.
363	6 Stunden	7.3°	9.4°
227	7 „	12.6°	—
229	18 „	13.8°	16.4°
224	24 „	15.7°	29.5°

Nach einer Induktion während 6—7 Stunden in Inverslage tritt also eine gleich starke negative Reaktion auf als nach verstärkter Reizung normalgewachsener Wurzeln (S. 13). Hieraus folgt, dass die Präsentationszeit der negativen Reaktion nicht unerheblich kürzer als 6—7 Stunden sein muss. Denn die ursprünglich vorhandene Reizstimmung muss ja zuerst neutralisiert sein, ehe die neue Induktion ihre Wirkung zu entfalten vermag. Die Neutralisierung hatte noch nicht nach 2 Stunden stattgefunden. Nach 5 Stunden war sie wahrscheinlich schon vollzogen. Die Präsentationszeit liegt also irgendwo zwischen 2 und 5 Stunden.

Eine andere Methode, die Präsentationszeit zu bestimmen, besteht darin, Klinostatpflanzen kürzere oder längere Zeit zu reizen und dann in —90°-Lage zu bringen. Ich habe drei solche Versuche gemacht (Tab. XXX S. 21).

Diese Versuche fielen nicht sehr günstig aus. Eine schwache negative Spitzenkrümmung wurde im Versuch 365 beobachtet. Sie betrug bei ein paar Wurzeln 6°—8°; andere waren gerade. In einem andern Versuch mit Reizung in 0° während 5 Stunden zeigten etwa die Hälfte der Wurzeln nach 17 Stunden schwache negative Krümmung an der Spitze (durchschnittlich 6.5°). Auch im Versuch 367 wurde an ein paar Wurzeln schwache Spitzenkrümmung beobachtet. In allen Versuchen fand aber ausserdem Ausgleich der alten positive Krümmung statt. Es ist daher fast unmöglich, den wahren Betrag der negativen Reaktion herauszufinden. Die Versuche widersprechen jedoch nicht die Ergebnisse der Versuche in Tabelle XXIX.

Da ich keine weiteren Versuche angestellt habe, müssen wir uns vorläufig damit begnügen, die Präsentationszeit der negativen Reaktion auf 2 — 5 Stunden bestimmt zu haben. Sie ist sehr viel länger als die Präsentationszeit der positiven Reaktion.

Ob bei sehr langer Induktion die negative Reaktion wieder schwächer wird, wäre sehr interessant zu wissen. Tatsächlich ist die Reaktion von Pflanzen, die 18—24 Stunden in umgekehrter Lage wuchsen, viel ansehnlicher als von Normalpflanzen (vgl. die Zusammenstellungen S. 9 und 20). Dies könnte ja für ein Abstumpfen der Reaktion in normalgewachsenen Wurzeln sprechen. Weitere Versuche müssen aber entscheiden, ob diese Vermutung richtig ist.

Da die negative Reaktion normalgewachsener Wurzeln messbare Werte erreicht, sollte man erwarten, dass sie sich schon in der Normallage geltend zu machen vermag. Die Längskraft hemmt ja hier völlig die positive Reaktion. Tatsächlich wird eine schwache Aufkrümmung beobachtet, wenn die Nebenwurzeln nach Reizung in 0°-Lage in —60° à —70° gestellt werden (siehe I Tab. IX o 185, wo die Reaktion nach drei Stunden durchschnittlich —4.1° beträgt; auch ohne Vorreizung habe ich Aufkrümmung beobachtet; ungereizte [klinostatierte] Wurzeln reagieren dagegen nicht). Die negative Reaktion dürfte beitragen, den Gleichgew. Λ etwas grösser zu machen. Es ist vielleicht nicht unangebracht, an dieser Stelle an das Verhalten umgekehrter Pflanzen zu erinnern (I S. 26, Tabelle VIII). Der nach 24 Stunden gemessene Gleichgew. Λ war durchschnittlich 8.8° grösser als vor dem Umkehren. Der Unterschied dürfte z. T. auf der neu induzierten negativen Reaktion beruhen, denn wir bemerkten ja oben, dass diese nach 24 Stunden Reizung nicht unerheblich stärker ist als an normalwachsenden Wurzeln. Die Annahme autonomer Richtungsreize von solcher Stärke habe ich mehrmals zurückgewiesen. —

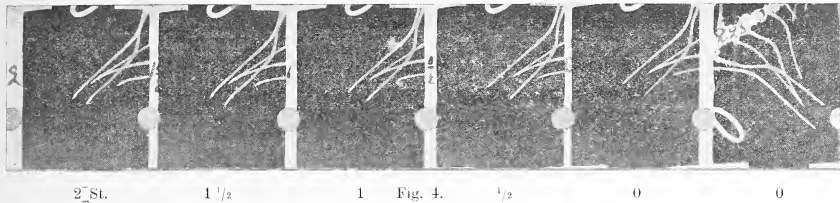
Am Klinostat, bezw. bei intermittierender Reizung in zwei Lagen, die um 180° divergieren, tritt, wie wiederholt gesagt, eine negative Krümmung nicht auf. Nur in einem einzigen Fall wurde bei Doppelreizung in —2°, —14°, —20°: \pm 180° von einer normalgewachsenen Pflanze eine auffallende negative Krümmung beobachtet (Versuch 261). Allein da auch normalwachsende Pflanzen unter ungünstigen Bedingungen (wahrscheinlich zu geringer Feuchtigkeit) derartige Aufkrümmungen verraten, so kann der Ausfall dieses Versuchs nichts bedeuten. Alle anderen Versuche mit Klinostatieren normalgewachsener Pflanzen fielen in der Weise aus, dass eine positive, autotropisch ausgeglichene Krümmung eintrat. Auch bei den Versuchen mit vorübergehender Reizung von Klinostatpflanzen (I Tab. X, XV) wurde keine negative Krümmung beobachtet.

Diese Tatsachen habe ich erklärt unter Hinweis auf, dass die positive Reaktion am Klinostat so lange anhält, dass sie das Hervortreten der negativen Reaktion hindert. Der Autotropismus ist ja nicht stark genug, um ein schnelles und völliges abklingen der Primärreaktion zu bewirken (vgl. I S. 42, 60). Hierzu ist die Längskraft erforderlich.

Um so mehr die Nebenwurzel unter dem normalen Neigungswinkel geneigt wird, um so günstiger gestalten sich die Bedingungen für das Freiwerden der nega-

tiven Reaktion. Schon in -60° bis -70° tritt sie auf. In -90° wird sie besonders intensiv. Vergrößert man den Winkel noch mehr, in den die Nebenwurzel nach empfangener Reizung gestellt wird, so scheint die negative Reaktion nicht geringer zu werden. Im Versuch h 160 (I Tab. V) waren nach 31 Stunden 79 % der Wurzeln negativ gekrümmt. Der Winkel war hier -110° . In -120° wurden die Wurzeln im Versuch u 187 (Tab. IX) gestellt. Nach 5 Stunden betrug die Herabkrümmung -14.9° im Mittel. Sogar in der negativen Inverslage ($-90^\circ + [-\text{Neigungs } \wedge]$) tritt die Reaktion in der gleichen Intensität auf. Im Versuch y 189 (Tab. IX) war die negative Krümmung durchschnittlich -15.7° .

Man braucht aber nicht vorgereizte Normalpflanzen benutzen, um in Inverslage eine Herabkrümmung zu bekommen. Im folgenden Versuch wurde eine normalgewachsene Wurzel genau in den Inverswinkel plaziert.



Versuch 221. Temperatur 26.6° .

Normalgewachsene Wurzel genau in Inverslage gestellt. Ablenkung im Sinn einer Abwärtskrümmung.

0	$1/2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15 St.
0°	$4 1/2^\circ$	$6 1/2^\circ$	$5 1/2^\circ$	$6 1/2^\circ$	$5 1/2^\circ$	—	5°	1°	$-1 1/2^\circ$	—	$-1 1/2^\circ$	-3°	$-5 1/2^\circ$	—	—	-5°

Die in den ersten Stunden eintretende Abwärtskrümmung der Spitze wird in diesem Fall allmählich wieder ausgeglichen, und durch eine widerstrebende Bewegung der ausgewachsenen Zonen hebt sich sogar das Wurzelende ein wenig.

In ähnlicher Weise verhalten sich selbstverständlich auch Wurzeln, welche längere Zeit in Inverslage wuchsen und dann wieder in die Normallage versetzt wurden.

Versuch 223 (siehe Fig. 4).

Nebenwurzel 20 Stunden in Inverslage gewachsen. Dann in Normallage. Temp. 25° . Grenzwinkel 50° . Ablenkung im Sinn einer Abwärtskrümmung.

0	$1/2$	1	$1 1/2$	2	$2 1/2$	3	$3 1/2$	4	$4 1/2$	5	$5 1/2$	6	10 St.
0°	$-1 1/2^\circ$	6°	14°	16°	10°	11°	11°	13°	14°	13°	13°	15°	19°

In diesem Fall ist die Herabkrümmung bleibend.

Wie ist nun die Herabkrümmung geotropisch gereizter Wurzeln in den Lagen zwischen -90° und der negativen Inverslage zu erklären?

Betrachten wir der Einfachheit halber eine bestimmte Lage, z. B. -120° , und der Inverswinkel sei -140° , wie im Versuch 223, so leuchtet ein, dass in -120° eine neue positiv geotropische Krümmung induziert wird, nachdem die vorher in der Normallage empfangene Reizung neutralisiert ist. Eine positiv geotropische Krümmung kann sich aber weder nach der ersten noch nach der zweiten Reizung in nennenswertem Grad entwickeln, denn die Längskraft wirkt zu stark hemmend. Vergleichen wir Tabelle XII (I, S. 34)! Hier erfahren die vorher reizlosen (weil klinostatierten) Wurzeln zwar geringe Krümmungen in -120° und -60° bis -70° , allein diese geringfügigen Krümmungen sind nach $2\frac{1}{2}$ Stunden praktisch wieder ausgeglichen. In den oben erwähnten Versuchen sind die Abweichungen beträchtlicher und die Reaktion schreitet während mehrerer Stunden fort, um schliesslich Werte von 15° — 19° zu erreichen (bei 5 bis 10 Stunden Versuchsdauer). Es erscheint mir deshalb unwahrscheinlich, dass wir es hier mit einer geotropischen Primärreaktion zu tun hätten. Die wahrscheinliche Erklärung ist wie folgt.

In den Lagen zwischen -90° und der Inverslage wird die in Normallage oder 0° -Lage vorher induzierte primäre geotropische Bewegung nicht nur von der Längskraft gehemmt, sondern auch von der in der neuen Lage entgegengesetzt gerichteten Querkraft. Diese neue geotropische Induktion ist proportional dem Sinus des Neigungswinkels. Nun haben wir im Teil I S. 51 als wahrscheinlich angenommen, dass die Längskraftinduktion dem Cosinus des Neigungswinkels proportional ist. Da nun aber $\sin v + \cos v = 1$ und die ausgleichende Kraft der Längskomponente etwa gleich stark ist wie das krümmungsauslösende Vermögen der Querkomponente (siehe I S. 40), so muss in dem dritten Quadranten (-90° bis -180°) die alte positiv geotropische Reaktion in allen Winkeln etwa gleich intensiv gehemmt werden. Da nun aber der schnelle Ausgleich der positiven Reaktion eine Vorbedingung der negativen Reaktion ist, so kann diese mit etwa gleicher Stärke in der Inverslage wie in -90° auftreten, während dieses in den Komplementwinkeln (Normallage bis -90°) offenbar nicht der Fall ist.

Die negative Reaktion kann in den erwähnten Fällen selbstverständlich nur so lange fortschreiten, bis eine neue entgegengesetzte Reaktion induziert ist. Nach den in Tabelle XXIX mitgeteilten Versuchen tritt dies nach 2 bis 5 Stunden ein. Nur bei kleinerem Neigungswinkel (z. B. -110°) kommt es deshalb vor, dass durch die negative Bewegung die Wurzelspitze über die Vertikallage hinausgeht. —

Die Tatsache, dass die negativ geotropische Reaktion der Nebenwurzeln, statt von der Längskraft gehemmt zu werden, im Gegenteil von der Tätigkeit derselben bedingt wird, erscheint beim ersten Blick merkwürdig. Man soll aber bedenken, dass die Längskraft nicht unbedingt bewegungshemmend wirkt. Dies lehren ja die im Teil I Kap. VI geschilderten periodischen Bewegungen, die nach dem

Ausgleich einer starken geotropischen Krümmung einsetzen; ferner sei an die in — 90°-Lage beobachteten starken unperiodischen Nutationen erinnert (I Kap. VII). Man muss deshalb annehmen, dass die Längskraft ausschliesslich oder vorzugsweise nur die positiv geotropische Bewegung angreift.

Was das Äusserliche der negativen Reaktion anbetriift, so beginnt sie zwar zumeist an der Spitze, jedoch beteiligt sich an ihr häufig der ganze untere Teil der Wurzel. Jedenfalls hat sie keinen so regelmässigen Verlauf wie die positive Reaktion, wohl infolge ihrer bedeutend geringeren Geschwindigkeit, die den Nutationen einen freieren Spielraum bietet. —

Die Fähigkeit eines Organs, zugleich positiv und negativ tropistisch auf Schwerkraftwirkung zu antworten, war bisher nicht bekannt. Man muss daher, um die Tatsachen nicht isoliert dastehen zu lassen, nach Analogien mit dem Phototropismus greifen. Bei *Avena*-Koleoptilen bedarf es sehr hoher Lichtintensitäten, um reine negative phototropische Krümmungen zu erzielen. Während schwache positive Krümmungen schon bei einer Energiemenge von etwa 10 M. K. S. beobachtet werden, treten die negative Krümmungen erst nach Beleuchtung mit etwa 4000 M. K. S. auf (ARISZ 1915 S. 78 ff.), also eine Proportion von 1 : 400. Bei den *Pisum*-Wurzeln verhalten sich die erforderlichen Expositionszeiten für positive und negative Reaktion wie 1 : 10 bis 25. Bemerkenswert ist aber, dass bei den Koleoptilen die positive Krümmung schon bei 100—137 M. K. S. (ARISZ, 1915 S. 73) ihr Maximum erreicht, um bei höheren Energien abzunehmen. Was auf ein Auftreten der negativen Reaktion bei viel geringeren Intensitäten hindeutet. Wenn es bei *Avena*-Koleoptilen gelingen würde, die positive Krümmung zu hemmen, ähnlich wie bei Nebenwurzeln in — 90°, so würden sich wahrscheinlich reine negative Krümmungen auch bei recht niedrigen Intensitäten offenbaren. Bei den Nebenwurzeln wird die negative Reaktion bei Schwerkraftwirkung niemals so stark, dass sie sichtbar wird, ohne dass man die positive Reaktion hemmt. Ob sie bei Fliehkraftwirkung stärker wird, bleibt zu untersuchen. An Hauptwurzeln von *Lupinus* fanden neulich JOST und STOPPEL (1912) Zeichen einer negativen Reaktion bei hohen Schleuderkraften. Ähnliche Versuche, die ich mit Hauptwurzeln von *Pisum* anstellte, haben sogar bei über 400 g keine negative Reaktion, wohl aber eine Schwächung der positiven Reaktion ergeben. Dass auch Seitensprosse positiv und negativ reagieren und zwar schon nach Schwerkraftinduktion, werde ich in einer besonderen Abhandlung darlegen.

KAP. VIII. Zur Frage der Epinastie und Hyponastie. Der Eigenwinkel.

Die negativ geotropische Reaktion, die infolge der dauernden Schrägstellung der Nebenwurzeln induziert wird, bewirkt es, dass vertikalgestellte Wurzeln häufig durch eine langsame Bewegung nach der Wurzelbasis hin wieder in plagiotrope Lage kommen. Diese Reaktion beruht also nicht auf Hyponastie¹: Sie tritt nicht am Klinostat auf; nicht an von anfang an klinostatierten Pflanzen; sie entwickelt sich auch nicht in $+90^\circ$ -Lage. Denn hier tritt, wenn es sich um normalgewachsene Pflanzen handelt, in der Regel zuerst eine positive Reaktion ein, durch welche die Spitze gleich in Reizlage kommt, so dass in $+90^\circ$ -Lage gestellte Wurzeln sich zu meist nach der Hauptwurzelspitze hin krümmen. Oder aber die Wurzeln gelangen, obwohl seltener, durch Nutationen in eine solche Lage, dass die Krümmung nach der Hauptwurzelbasis hin oder in Winkel gegen die Insertationsebene erfolgt.

In den Versuchen mit Plazieren von klinostatierten Wurzeln in -90° -Lage, die S. 6 zusammengestellt sind, erblickt man ebenfalls keinen Beweis für eine Auto-nastie der Nebenwurzeln. Nach 3—7 $\frac{1}{2}$ Stunden ist die Abweichung aus der Vertikallage im Mittel 1.66° nach der morphologischen Oberseite, ein Wert, der meiner Meinung nach zu klein ist, um die Annahme einer Autohyponastie zu motivieren. Meine sonstigen Erfahrungen über die Nebenwurzeln zielen auch darauf hin, dass ihnen eine autonome physiologische Dorsiventralität abgeht (vgl. I Tab. X, S. 32, Tab. XV, Tab. XXI). Wichtig zu bemerken ist der Umstand, dass das Verhalten der Wurzeln am Klinostat unabhängig ist von der Lage der Wurzeln zur Klinostatachse. Wenn nur in zwei um 180° divergierende Lagen gereizt wurde, ist es für das Resultat ohne Belang, welche diese Lagen sind. Ich bemerke dies hier, weil man von der Meinung ist, dass physiologisch dorsiventrale Organe am Klinostat Krümmungen erfahren.

Wenn die Nebenwurzeln also keine bemerkenswerte Autohyponastie (oder -Epinastie) besitzen, so ist natürlich hiermit nicht gesagt, dass einseitige Krümmungen bei Gleichheit der äusseren Bedingungen nicht vorkommen können. In Tabelle

¹ Nach dem Vorgang von Sachs (1874 [1892 S. 880]) werden die Begriffe Hyponastie und Epinastie im Folgenden mit Rücksicht auf die ganze Pflanze gebraucht.

XXI (I S. 67) sehen wir Beispiele auf dauernde Ablenkungen nach der einen oder der anderen Seite, die bis 15° betragen. Derartige Krümmungen sind gleich unkontrollierbar wie die unregelmässigen Krümmungen von Hauptwurzeln am Klinostat, die aber viel erheblicher sind.

Dass die Nebenwurzeln einen durchschnittlich auffallend geraden Wuchs am Klinostat aufweisen, beruht natürlich auf einer verhältnismässig leistungsfähigen inneren Formempfindung. Sie setzen am Klinostat das Wachstum in etwa derselben Richtung fort, die sie vorher hatten (nach Ausgleich der geotropischen Nachkrümmung). Eine Formempfindung in der Meinung, dass sie einen bestimmten Winkel mit der Hauptwurzel anstreben, kommt nicht vor. Allein es gibt selbstverständlich innere Richtungsreize (Exotropie), die den Winkel bestimmen, welche Nebenwurzeln mit der Hauptachse bilden, wenn sie am Klinostat aus derselben hervorsprossen. Um diesen Eigenwinkel kennen zu lernen habe ich eine Versuchsreihe mit 18 Pflanzen gemacht.

Die Pflanzen waren an der grossen Korkscheibe der in Kap. IX beschriebenen Zentrifuge befestigt. Die übergestülpte Metallglocke war mit mehreren Schichten feuchten Fließpapiers ausgekleidet. Die Korkscheibe wurde ein oder zweimal täglich abgenommen und mit den Pflanzen nach unten einige Minuten in eine Schale mit Wasser gelegt. Auf diese Weise war für zureichende Feuchtigkeit gesorgt. Damit das Hervorsprossen der Nebenwurzeln am Klinostat vor sich gehen sollte, kamen die Keimpflanzen in den Apparat mit noch kurzer (etwa 5 Cm. langer) Hauptwurzel. Nach mehreren Tagen waren die Hauptwurzeln etwa 12 Cm. lang, die hervorgesprossenen Nebenwurzeln 5–15 Mm. lang. Die Glocke wurde mittels einer Riementransmission vom Klinostat gedreht.

TABELLE XXVIII.

Klinostatpflanzen. Versuche 148 u. 149. Temp. 19° . Eigenwinkel in Grad.

40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°	95°	100°	105°	110°	115°
0	5	3	8	18	22	37	29	27	14	42	3	2	4	1	

Die Tabelle zeigt, dass die Varianten nach einer zweigipfeligen Kurve verteilt sind. Der eine Gipfel liegt über 70° , der andere über 90° . Was der Neigungswinkel in verschiedener Höhe anbetrifft, so hat es sich gezeigt, dass er am Wurzelhals zumeist grösser ist als weiter unten, doch findet keine so regelmässige Abnahme desselben statt wie aus SACHS (1874 S. 872) Angaben hervorzugehen scheint, sondern an derselben Höhe können Wurzeln mit sehr verschiedenen Neigungswinkeln stehen.

Wie ist nun der auffallende Dualismus in Variantenverteilung zu deuten? Die Tatsache, dass im Spielraum 90° – 95° sehr viele Varianten fallen, während die benachbarten Spielräume deren wenige enthalten, scheint mir zu bedeuten, dass es

innere Faktoren geben, welche bestrebt sind, die hervorsprossenden Wurzeln senkrecht auf das Substrat zu stellen. Der sonstige Verlauf der Kurve lehrt aber, dass ausserdem andere Faktoren bestrebt sind, den Winkel, welchen die Nebenwurzeln mit dem akroskopen Teil der Hauptwurzel bilden, zu verkleinern. Nach der örtlichen Verteilung zu urteilen, beherrscht dieser Einfluss vorwiegend die jüngeren Teile der Hauptwurzel. Da alles weitere, was zur Erklärung beigebracht werden könnte, auch hypothetisch ist, wollen wir die Frage nach den Ursachen der dualistischen Variantenverteilung hier verlassen. Da die Hauptwurzeln in so jungem Stadium auf den Klinostat kamen, dass keine Seitenwurzeln angelegt waren, kann wohl der spitze Eigenwinkel nicht auf einer Nachwirkung der Schwerkraft beruhen¹.

Da ferner die betreffenden Wurzeln von Anfang an die schräge Richtung einschlagen, so liegt kein Grund vor, Hyponastie anzunehmen. Im Gegensatz zu den Angaben bei SACHS (a. a. O. S. 878 f.) habe ich zumeist ein geradliniges Fortwachsen der Wurzeln beobachtet. SACHS hat eine hyponastische Krümmung der Nebenwurzeln von u. a. *Pisum* am Klinostat beobachtet. Der Krümmungsradius soll zwischen 2—5 Zm. wechseln. Möglicherweise war in den SACHSschen Versuchen nicht für Feuchtigkeitssättigung der Luft gesorgt, was mir aus der Angabe hervorzugehen scheint, dass sich die Krümmung nach einiger Zeit umkehrt, also epinastisch wird, wie dies auch an normalwachsenden Pflanzen bei unzureichender Luftfeuchtigkeit beobachtet wird (s. SACHS a. a. O. S. 880; diese Abhandl. I S. 9). SACHS hat offenbar die schwer kontrollierbaren einseitigen Krümmungen beobachtet, die wir oben schilderten und in Tabelle XXI (Teil I) verfolgt haben.

¹ Sofern nicht eine ähnliche späte Nachwirkung einer Induktion der Meristemzellen vor-
komme, wie sie NORDHAUSEN (1907 S. 605) betreffs des traumatropischen Reizes annimmt.

KAP. IX. Die Abhängigkeit des Gleichgewichtswinkels von Schwerkraftintensität, Licht und anderen Faktoren.

Dass der Neigungswinkel bei steigender Schwerkraft- (Fliehkraft-) Intensität abnimmt, wurde schon von SACHS (1874; 1892 S. 888, 901) beobachtet. CZAPEK (1895) wiederholte die Versuche und fand, dass der Neigungswinkel zuerst schnell, dann langsam, also etwa nach einer parabolischen Kurve, abnimmt. Meine eigenen Versuche bestätigen diese Befunde.

Der von mir benutzte Zentrifugalapparat wird elektrisch betrieben. Die horizontale Stahlachse läuft in Kugellagern und erlaubt Geschwindigkeiten bis zu 4000 Umdrehungen oder mehr pro Minute. An die Achse ist die 30 Zm. weite Objektscheibe angeschraubt; die Achse selbst läuft in eine konische Spitze aus. Über die Objektscheibe wird eine 10 Zm. hohe Glocke aus 2 Mm. Messing gestülpt und mit Schrauben befestigt. Objektscheibe, Glocke und Achsenzapfen sind verzinnt. Die Keimlinge werden mittels vergoldener Nadeln an eine grosse Korkscheibe befestigt, die über den konischen Achsenzapfen geschoben wird. Die Glocke wurde selbstverständlich mit einem dicken Lager von nassem Fliesspapier bekleidet. Bei höheren Fliehkraften wurde die Korkscheibe von Zeit zu Zeit abgehoben und einige Minuten mit den Objekten nach unten auf eine Schale mit frischem Wasser aufgelegt (vgl. SACHS a. a. O. S. 888). Nach dem Schluss des Versuchs wurden die Neigungswinkel der Nebenwurzeln, deren Länge 2.5—20 Mm. betrug, mittels Transporteur gemessen. Bei den Versuchen mit Zentrifugalkraften, die schwächer als die Schwerkraft sind, muss man junge Keimlinge benutzen, die noch keine Nebenwurzeln ausgebildet haben, und sie müssen in dem Apparat so lange rotiert werden, bis die hervorgesprossenen Wurzeln die gewünschte Länge erreicht haben, was mehrere Tage dauern kann, obwohl die meisten Versuche bei 19° oder höherer Temperatur stattfanden. Denn die in Normallage (1 g) ausgetriebenen Wurzeln wachsen ja unter steileren Winkeln als bei schwacher Schleuderkraft, und da die negative Reaktion sehr langsam stattfindet und selten ein richtiges Einstellen der Wurzelspitze in die geotropische Gleichgewichtslage bewirkt, geben Versuche mit schwachen Fliehkraften unter Benutzung von in Normallage ausgetriebenen Wurzeln immer zur niedrigen Werte der Neigungswinkels.

Versuch.	Temp.	Fliehkraft	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°	95°	100°	105°	110°	Mittel	Versuchsdauer
148	19°	0,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	81,00°	5 Tage
149	19°	0,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	74,11°	5
170	20°	0,537 g	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	67,25°	2
176	20°—18,5°	0,300 g	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	46,03°	5
182	20,5°	0,947 g	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	47,45°	1 Tag
187	26°—27°	1,06 g	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	47,40°	9 Stunden
189	25°	1,06 g	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	47,40°	7
182	23,5°	1,76 g	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	44,45°	7
189	24,5°	2,45 g	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	47,40°	7
182	23,5°	2,75 g	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	44,45°	7
139	25°	4,177 g	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57,25°	15
181	22,5°	5,883 g	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	43,45°	7
125	17°	7,043 g	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	33,35°	7
126	20°	23,85 g	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	33,35°	24
	20°	23,85 g	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32,85°	6

TABELLE XXX.

In jedem Versuch wurden 6—9 Keimlinge benutzt. Die aufgespiessten Keimblätter befanden sich in 4 Zm. Abstand vom Zentrum. Da die Nebenwurzeln auf einer Länge der Hauptwurzel von 3—4 Zm. standen, wurde in allen Versuchen der Radius gleich 7.0 Zm. gesetzt. Grössere Genauigkeit kann man natürlich bei solchen Versuchen erst mit Anwendung von sehr grossen Radien erzielen. Die Werte sind für jeden Versuch in Variationsklassen von 5° eingeordnet. Die Temperatur wurde an einem in der Objektglocke befestigten Thermometer abgelesen.

Wir sehen aus der Tabelle, dass der Gleichgew. Δ bei steigender Fliehkraft abnimmt und zwar anfangs sehr rasch, dann immer langsamer, wie dies schon CZAPEK (1898) gefunden hat. Da die Übereinstimmung der Versuche unter sich nicht besonders gut ist, verzichte ich auf eine graphische Darstellung. Die mangelhafte Übereinstimmung beruht wohl, sofern nicht unbekannte Faktoren mit im Spiel sind, auf dem kurzen Radius, was genaue Kraftberechnungen verhindert. Wollte man den Einfluss der Fliehkraftintensität auf den Gleichgew. Δ genau feststellen, so hätte man einen grossen Radius zu wählen, was allerdings auf praktische Schwierigkeiten stösst. Die Frage hat übrigens keine grössere Bedeutung für die in dieser Abhandlung behandelten Probleme. — Worauf beruht nun die Verkleinerung des Gleichgew. Δ :s bei zunehmender Kraftintensität?

Schon PFEFFER hat das Phänomen als Beleg für die Ansicht aufgeführt, dass die plagiotope Lage eine Resultantlage wäre und CZAPEK (1895) ist auch derselben Meinung. Nachdem wir jetzt wissen, dass die plagiotope Lage wirklich die Resultante von zwei bestimmten Reizvorgängen dar-

stellt, liegt es nahe zur Hand anzunehmen, dass mit steigender Intensität des Reizes die Hemmungswirkung langsamer wächst als die geotropische Reaktion. Ehe diese Behauptung einen grösseren Anspruch auf Wahrscheinlichkeit erheben kann, müssen wir aber zusehen, ob nicht hier Lastkrümmungen mit hineinspielen. Die Nebenwurzeln sind ja sehr dünn und biegsam und oberhalb der Wachstumszone auch wenig elastisch (vgl. SACHS 1874; 1892, S. 782).

Würden Lastkrümmungen eine grössere Rolle spielen, so sollte man erwarten, dass die Wurzeln in einem Bogen abwärts gekrümmt wären. Hiervon ist aber, auch bei Flichkräften bis zu 23 g, nichts zu beobachten. Ferner ist der mittlere Gleichgew. \wedge etwa gleich gross in Luft, Erde und Wasser, obwohl die Wurzel in Luft niedersinken sollte, in Wasser aber wegen des geringen spez. Gewichts gar keine Lastkrümmung erfahren kann.

Drei Versuche über den Gleichgew. \wedge in verschiedenen Medien.

Medium	Temp.	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°	Mittel
Erde . .	16°	—	1	0	0	2	6	8	6	15	10	3	3	3	0	0	1		51.5°
Wasser	26°	—	—	—	2	1	3	5	6	4	6	1	4	—	—	—	—		49.5°
Luft . .	25°	—	—	—	—	1	1	0	5	1	6	2	—	—	—	—	—		52.5°

Die Übereinstimmung der Durchschnittswerte ist also sehr gut ¹⁾. Es ist deshalb sehr unwahrscheinlich, dass bei normaler Schwerkraft Lastkrümmung vorkommt, sofern nicht die Wurzeln sehr lang sind.

Ob auch bei höheren Flichkräften Lastkrümmung vorkomme oder ob der kleinere Neigungswinkel wirklich auf einer Reizinduktion beruht, lässt sich durch Versuche mit kurzer Reizung entscheiden. Die in Petrischalen in Normallage ausgetriebenen Wurzeln wurden, ebenfalls in Normallage (und in den Schalen), zentriert. Das Ergebnis wurde entweder während des Schleuderns von Zeit zu Zeit abgelesen oder die Objekte wurden nach dem Zentrifugieren wieder in den Termostat gebracht und ihr weiteres Verhalten hier registriert.

¹⁾ Die Angaben von BRUCK (1904 S. 491), dass die Neigungswinkel in den verschiedenen Medien verschieden wären, sind, wenigstens was *Pisum* anbelangt, unrichtig. Dass BRUCK ein fast horizontales Wachstum in Luft beobachtet hat, beruht wohl auf mangelhafter Feuchtigkeitssättigung oder auf anderen methodischen Fehlern. NORDHAUSEN (1907 S. 585 ff.) fand keine spezifische Einwirkung des Mediums an sich.

TABELLE XXXI.

Zentrifugalversuche.

Versuch	Flickkraft		Anfang	Ergebnis
	Stärke	Dauer		
105	2 g	27 Min.	11.48 V.M.	12.40 keine Kr. 1.32 schw. Kr. 2.25 beginnende Ausgl. 4.15 wieder gerade.
106	2.5 g	31 „	12.41 N.M.	2.25 sehr schw. Kr. 4.15 desgl.
187	1.32 g	13 „	4.40 N.M.	5.35 keine Kr. 6.25 keine Kr.
109	1.6 g	45 „	9.40 V.M.	11.0 „ „ 12.15 N.M. einige Wurzel gekr.
110	4.4 g	15 „	10.30 V.M.	12.15 eine Wurzel gekr.
111	6.8 g	35 „	12.30 N.M.	registr. bis 2.45 N.M.: keine deutl. Kr.
113	7.5 g	65 „	10.55 V.M.	bis 1.20 N.M. keine deutl. Kr.
117	9 g	3 1/2 St.	—	Kr. 10°--18° (Lastkr.?).
118	5 g	1 3/4 „	—	keine Kr. (auch nicht Lastkrümmung).
313	8 g	2 „	—	keine Kr.
314	8 g	2 „	—	registr. bis 4 1/2 St.: keine deutl. Kr.
315	8 g	45 Min.	—	registr. bis 5 St. keine oder sehr schw. Kr.
317	3.8 g	45 „	—	nach 2—3 St. schwache Kr.; 4 St. Ausgl.
318	3 g	65 „	—	nach 2 3/4 St. sehr schw. Kr.
321	3.8 g	1 3/4 St.	—	registr. bis 4 St.: keine deutl. Kr.

Das Ergebnis von den Versuchen war, dass zumeist keine Krümmung eintrat. In einigen Fällen wurde jedoch eine solche beobachtet und hatte dann den Charakter einer geotropischen Reizkrümmung, d. h. die Bewegung fand an der Spitze statt und wurde allmählich ausgeglichen. Es scheint mir deshalb sehr wahrscheinlich zu sein, dass die Gleichgew. \wedge -Verkleinerung auf Reizvorgängen beruht. Dass eine Krümmung nur in der Minderzahl von Fällen eintrat, wird leicht dadurch erklärt, dass, wie aus Tab. XXX ersichtlich, bei Erhöhung der Kraft von 1 g bis 7 g der Winkel nur um etwa 12° abnimmt. Durch Nutationen oder elastische Biegung wird also die dünne Nebenwurzel während der Rotation leicht aus der Reizlage so weit gebracht dass keine Reizung stattfindet. Ferner wird eine schwache Krümmung bei der Rückkehr in die Normallage leicht wieder (durch Längskraftwirkung) gehemmt. —

Ob die Verkleinerung des Neigungswinkels auf einer Umstimmung oder auf einem ungleichen Anwachsen der Reaktionsintensitäten beruht, lässt sich nur durch besondere Untersuchungen entscheiden. Ich kann also nicht sagen, ob die Winkelveränderung reversibel ist oder nicht. In Betracht der Befunde von FR. RISS (1913), dass die Schwerkraft nicht tonisch wirkt, scheint die erstgenannte Möglichkeit von vornherein die unwahrscheinlichste zu sein.

Wirkliche Umstimmungen werden dagegen bekanntlich durch Beleuchtung der Wurzeln (STAHL 1884, CZAPEK 1895) hervorgerufen. Anhangsweise seien drei Versuche über die Lichtwirkung auf *Pisum*-Nebenwurzeln mitgeteilt (S. 33).

Der Grad und die Dauerhaftigkeit der Umstimmung wachsen offenbar mit der Lichtmenge. Nach 20—30 Min. Beleuchtung ist die maximale Ablenkung (nach 2—4 Stunden) durchschnittlich 11.1°, nach 120 Min. Beleuchtung 16.3°. Nach 7—9 Stunden ist die Ablenkung nach 30 Min. Vorbeleuchtung im Mittel 7.5°, nach 120

TABELLE XXXII.

Belichtung von Pflanzen in hellem diffusen Tageslicht. Dann in Normallage in Termostat und Dunkelheit.

Versuch	Dauer der Belichtung	Ablenkung der Wurzelspitzen (+ = positive Reaktion)														
		0	1/3	2/3	1	1 1/3	2 1/3	3	3 1/3	4	4 1/3	5 1/3	6 1/3	7 1/3	8 1/3	9St.
375	1	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰
	2	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰
	3	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰
	4	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰
378	1	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰
	2	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰
	3	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰
	4	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰
	5	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰
	6	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰
377	1	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰
	2	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰
	3	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰
	4	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰
	5	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰
	6	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰	0 ⁰

Min. Vorbeleuchtung 8.5° . Die Krümmung geht also zurück und man beobachtet in der Tabelle ein deutliches Steigen und Fallen der Reaktion, ähnlich wie bei der gewöhnlichen geotropischen Abwärtskrümmung (I Kap. VI). Der relativ grosse Ausgleich scheint jedoch darauf hinzudeuten, dass die Lichtumstimmung z. T. abklingt.

Im Versuch 375 war die Maximalkrümmung 12.2° . Nach weniger als zwei Stunden beträgt die Ablenkung nur 5.7° .

Die dauernde Winkelablenkung beleuchteter Wurzeln von *Pisum* scheint überhaupt keine hohen Werte zu erreichen¹. In einem Versuch mit Pflanzen im Erdekasten ging der Winkel nach Beleuchtung mit diffusem Tageslicht von 44° bis etwa 33° herab, also um 11° . In einem andern Versuch wurden die im Wasser hervorsprossenden Wurzeln von Anfang an diffusem Tageslicht ausgesetzt. Der Gleichgew. Δ betrug im Mittel aus 26 Wurzeln 38.4° . Da ähnlich gezüchtete Wurzeln im Dunkeln einen Winkel von 49.5° bilden (S. 31), so beträgt die Verkleinerung hier 11.1° . Ähnliche Werte bekommt man an Wurzeln, die in feuchter Luft wachsen. In einem Versuch betrug der Winkel im Dunkeln 33.5° , nach Beleuchtung mit 100 M. K. während 8 Stunden 23.4° , also eine Verkleinerung von 10.1° . In einem ähnlichen Versuch war der Winkel im Dunkeln 37.6° (Mittel aus 23 Wurzeln), nach Beleuchtung mit 50 M. K. während 24 Stunden 24.6° (Mittel aus 35 Wurzeln), also eine Verkleinerung um 13° . Die durch kontinuierliche Beleuchtung verursachte Abnahme des Gleichgewichtswinkels beläuft sich also auf 11° — 13° im Mittel. Da in den obigen Versuchen (Tab. XXXII) nach einer Beleuchtung im Tageslicht von 120 Minuten eine Herabkrümmung von nur 8.5° erreicht wird so bedeutet also dies, dass der höchste Grad der

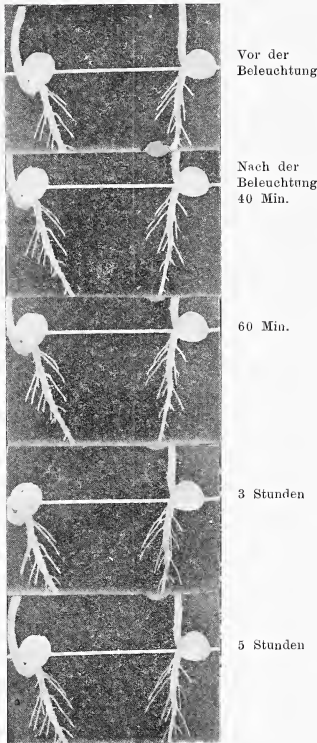


Fig. 5.

Umstimmung noch nicht erreicht worden ist. Wahrscheinlich klingt die Lichtumstimmung z. T. ab. Die Schwankungen vor dem Erreichen der Gleichgewichtslage scheinen mir nämlich zu gross zu sein, um als gewöhnliche Pendlungen

¹ Erheblichere Winkelverkleinerung fand STAHL (1884) an den Nebenwurzeln von *Phaseolus Vicia* und *Zea*.

gedeutet zu werden. Man vergleiche das Hin- und Herpendeln der Wurzel bei gewöhnlicher geotropischer Herabkrümmung, Kap. VI, Teil I!

Wird durch das Licht der Geotropismus verstärkt oder die Wirkung der Längskraft herabgesetzt? Die Versuche sind unzureichend, um diese Frage definitiv zu beantworten. Versuch 375 (Tab. XXXII) lehrt, dass die Umstimmung auch dann stattfindet, wenn die Wurzeln in -90° -Lage stehen. Da in dieser Lage kein tropistischer Reiz perzipiert wird, beweist der Versuch, dass der Umstimmung ein selbständiger Prozess ist, der unabhängig von tropistischer Reizinduktion stattfindet. Wahrscheinlich findet die Umstimmung auch am Klinostat statt, obwohl ich dies nicht untersucht habe. Der Vorgang erinnert also an die phototropische Umstimmung, die, wie PRINGSHEIM und spätere Forscher gefunden haben, unabhängig von tropischer Reizung (d. h. bei allseitiger Beleuchtung) erfolgt.

Werden die Wurzeln dauernd in -90° und Licht gestellt, so beobachtet man keine positive Reaktion. Ich habe einige solche Versuche registriert. Zwei von ihnen sind in Tab. XXVI, S. 10, aufgenommen. Dagegen tritt eine z. T. erhebliche *negative Reaktion* auf, was beweist, dass die Winkelverkleinerung *nicht auf einer Vernichtung oder Schwächung* dieser Reaktion beruhen kann. Wenn nun die Lichtumstimmung in der Schwächung der Längskraftwirkung bestände, sollte man dann nicht eine positive Reaktion in diesen Versuchen erwarten? Wir wissen ja, dass der in der Normallage empfangene tropistische Reiz nachwirkt. — Eine Überlagerung lehrt aber, dass das Ausbleiben einer positiven Krümmung in -90° keinen Beweis für Längkraftschwächung erbringt. Denn aus Tab. IX (Teil I) wissen wir, dass sogar nach einer mit 20—22 Minuten Exposition in 0° -Lage verstärkter Induktion später in -90° -Lage keine nennenswerte positive Reaktion auftritt (Versuche f 159, r 184). Auch wenn der ausgleichende Fähigkeit der Längskraft auf die Hälfte herabgesetzt werde, könnte man keine + Reaktion in -90° erwarten. Und eine so starke Verringerung der Längskraftwirkung würde eine viel beträchtlichere Verkleinerung des Gleichgew. Δ s mitbringen als was tatsächlich vorkommt. — Durch ausgedehnte Versuche wäre es freilich ein Leichtes, auf Grund meiner Analyse der Plagiotropie zu entscheiden, worauf die Winkelverkleinerung beruht. Da diese Frage ausser dem Plan meiner Untersuchung lag, habe ich sie nicht weiter verfolgt.

Auch durch Feuchtigkeitsdifferenzen scheinen Umstimmungen bedingt zu werden (SACHS 1874; 1892, S. 903; CZAPEK 1895, S. 1252; NORDHAUSEN 1907, S. 585). Die von NORDHAUSEN (1907) ermittelte Tatsache, dass die sehr jungen Nebenwurzelnanlagen durch vorübergehende Erschwerung der Wasserversorgung in der Weise gestimmt werden, dass die aus ihnen später hervorwachsenden Wurzeln einen steilen Neigungswinkel bekommen, habe ich bestätigen können. Es empfiehlt sich aus diesem Umstand nicht, Keimlinge in den Versuchsschalen zu bringen, ehe die Wurzeln ausgetrieben sind. Die erwähnte Umstimmung ist aber mit grosser Wahrscheinlichkeit z. T. reversibel. Denn, wie aus den S. 31 aufgeführten Versuchen hervorgeht — und meine übrigen Erfahrungen stimmen mit denselben überein — ist der Gleichgew. Δ durchschnittlich derselbe in Erde, Wasser und Luft. Auch

ausgetriebene Nebenwurzeln erfahren beim Übertragen aus Sägespännen in feuchte Luft eine Abwärtskrümmung, die nur z. T. zurückgeht. Die Keimlinge müssen daher 24 Stunden in den Schalen gewachsen haben, um brauchbar zu sein. Der Winkelverkleinerung durch plötzliche Übertragung aus Erde in Luft fällt zumeist erheblicher aus als bei Lichtwirkung.

Die Temperatur hat dagegen nach meinen Erfahrungen keinen grösseren Einfluss auf die Stimmung. Temperaturdifferenzen von 5° sind deshalb praktisch belanglos, was das Experimentieren erleichtert. Nach SACHS (1874; 1882 S. 904), STAHL (1884 S. 396) und CZAPEK (1895 S. 1252) soll bei höherer Temperatur der Winkel kleiner werden.

Was endlich die korrelative Umstimmung durch operative Eingriffe, z. B. Wegschneiden der Hauptwurzelspitze anbetrifft, so habe ich NORDHAUSENS (1907 S. 601) und CZAPEKS (1908 S. 96) Angaben bestätigen können, dass sie vorwiegend nur in den sehr jungen Anlagen stattfindet. Schon ausgetriebene Seitenwurzeln werden durch Amputieren oder Beschädigung der Hauptwurzel nicht abgelenkt, was ebenfalls praktische Vorteile hat. Auch Seitentriebe verhalten sich in ähnlicher Weise (LUNDEGÄRDH 1916 S. 13, 17). Andererseits ist es wohlbekannt, dass Seitensprosse und auch Nebenwurzeln eine sehr langsame Umstimmung erfahren, auf Grund welcher sie allmählich ortotrop werden.

KAP. X. Theoretisches.

Auflösung des Begriffs Plagiogeotropismus.

Ein wesentliches Ergebnis vorliegender Untersuchung ist die Aufhellung des Begriffs »Plagiogeotropismus«, was die Nebenwurzeln anbetrifft. Bisher wurde zu meist angenommen (vgl. I Einleitung), dass den Nebenwurzeln ein »spezifischer Geotropismus« (s. PFEFFER 1904 S. 562) zukäme. Nur durch eine solche Annahme glaubte man die Tatsache erklären können, dass sie in den meisten Fällen in denselben Gleichgew. \wedge zurückkehren, in welche Lage sie auch gebracht werden. Ich habe dagegen gefunden, dass das Zurückkehren in die Normallage, je nach der durchzulaufenden Richtung, verschiedene Ursachen hat, obwohl die Wurzeln physiologisch radiär sind.

Die Plagiotropie beruht nicht auf einer besonderen Form des Geotropismus: Die Normallage ist keine Ruhelage, sondern eine Gleichgewichtslage zwischen drei verschiedenen Reizvorgängen, positivem Geotropismus, eine Hemmungsreaktion und negativem Geotropismus. Von diesen ist der negative Geotropismus so schwach, dass er an und für sich wahrscheinlich in sehr geringem Grad den Gleichgew. \wedge zu beeinflussen vermag, der also wesentlich durch die zwei erstgenannten Vorgänge bestimmt wird. Nur für die Orientierungsbewegungen der unterhalb der Normallage gebrachten Wurzeln spielt der negative Geotropismus eine Rolle.

Der positive Geotropismus der Nebenwurzeln unterscheidet sich von dem der gleich langen Hauptwurzeln nur durch abweichende Präsentations- und Reaktionszeiten. Eine besondere Auseinandersetzung verdient aber die Hemmungs- und Ausgleichungsreaktion.

Geotonische Vorgänge.

Im Teil I wurde dargelegt, dass die Komponente der Schwerkraft, die in der Längsachse der nach unten geneigten Wurzel wirkt, einen hemmenden und ausgleichenden Einfluss hat auf die durch die Querkomponente ausgelöste positiv geotropische Reaktion. Die Perzeption der letzteren wird aber unbeeinflusst. Desgleichen die negativ geotropische Reaktion. Der Längsreiz hat also eine ganz spezifische Wirkung. Er gehört zweifelsohne zu den tonischen Reizen (über diesen

Begriff siehe PFEFFER 1904 S. 361, MIEHE 1902 S. 571), denn er vermag nicht selbständig eine Krümmung auszulösen. Seine ganze Tätigkeit ist auf die positiv geotropische Reaktion gerichtet. Er hemmt diese Reaktion und er gleicht ihn aus, wirkt also katatonisch und metatonisch.

Der Geotonus ist in diesem Fall von der Angriffsrichtung der Kraft abhängig. Was im Grunde nicht merkwürdiger ist, als die Abhängigkeit der tropischen Vorgänge von der Krafrichtung. Man muss für die Wurzel eine komplizierte Reizstruktur annehmen. Die Perception des geotropischen Reizes wird zumeist so interpretiert, dass die äussere und innere Wand der Zellen im Organlängsschnitt Druckverschiedenheiten wahrnehmen. Bei Schrägstellung des Organs findet daher Perception statt und zwar am intensivsten, wenn die Kraft senkrecht gegen die Organachse gerichtet ist. Wenn die Achse in der Krafrichtung steht, wirkt die Schwere (oder Zentrifugalkraft) gleichmässig auf beiden Seiten, die Perception bleibt so dann aus.

Die tonische Perception der Schwerkraft setzt eine Reizstruktur vor, deren Symmetrieachse senkrecht auf die Symmetrieachse der tropischen Reizstruktur steht — wobei hier natürlich mit »Struktur« nur eine gewisse »Beschaffenheit« des Plasmas gemeint wird. Denkt man sich die Perception als die Wahrnehmung von Druckverschiedenheiten, so hat man also den Wurzelzellen auch ein Wahrnehmungsvermögen für Druckverschiedenheiten an den Querwänden zuzuschreiben. Die Vorstellung von einer Perception in der Hautschicht durch Druckverschiedenheiten ist vielleicht zu einfach, um das komplizierte Empfindungsvermögen der Wurzelspitze zu veranschaulichen. Während die geotropische Reizung in gleichen Winkeln ober- und unterhalb der Horizontallage gleich stark ausfällt (was in Teil I durch intermittierende Doppelreizung bewiesen wurde), fällt die tonische Reaktion verschieden aus. Eine Hemmungswirkung wird nur in den Winkeln unter der Horizontallage beobachtet. In den Winkeln über der Horizontallage (im ersten und dritten Quadranten) habe ich auf eine anatonische (reaktionsbegünstigende) Induktion geschlossen (I S. 44 f.). Wenn nämlich die Wurzel nach geotropischer Reizung in zwei um 180° Grad differierende Winkeln intermittierend gebracht wird, so fährt die geotropische Krümmung ungehemmt fort, offenbar weil die metatonische Induktion in der abwärts geneigten Lage durch eine anatonische Induktion in der diametral entgegengesetzten Lage verlöscht wird. Dieser Befund wird durch Beobachtungen von BREMEKAMP (1915) bestätigt (die Abhandlung BREMEKAMPS wurde mir erst nach dem Druck des ersten Teils bekannt). Er reizte *Avena*-Koleoptile geotropisch auf horizontaler Zentrifugscheibe teils mit der Spitze nach aussen, teils mit der Spitze nach dem Zentrum gekehrt. Wenn die entstandenen Krümmungen mit dem Verhalten der nur der Schwerkraft ausgesetzten Keimlinge verglichen wurden, zeigte sich, dass die apikalwärts mit Zentrifugalkraft gereizten stärker, die basalwärts gereizten schwächer gekrümmt waren. Auch hier kommt also eine anatonische Wirkung der basiskopen Kraft zur Schau.

Wir dürfen folglich annehmen, dass die untersuchten Organe (Hauptwurzeln, Nebenwurzeln, Koleoptile) in jeder Lage zur angreifenden Schwerkraft in besonderer Weise tonisch reagieren. Diese experimentellen Befunde werden aufs Beste durch die interessanten Befunde G. und FR. WEBERS (1916) gestützt. Diese Forscher fanden eine Änderung der Plasmaviskosität bei jeder Lageänderung des Organs. Dass die tonische Wirkung der in die Richtung der Längsachse laufenden Schwerkraftkomponente nicht auf besondere Fälle beschränkt ist sondern wahrscheinlich allgemein vorkommt, darauf deuten u. a. die Beobachtungen ELVINGS (1880) und HERINGS (1904) hin. Sie fanden eine Hemmung der Wachstumsbewegung in der Inverslage. Auch BREMEKAMP (1912 S. 18) hat eine bedeutende Wachstumshemmung bei Schlingpflanzen in der Inverslage beobachtet. Hier werden auch die Nutationen (die »Cyklonastie«) gehemmt. Da am Klinostat das Wachstum langsamer als in normal aufrechter Lage stattfand, schreibt dieser Forscher der akroskopischen Schwerkraftkomponente eine wachstumsbegünstigende Wirkung zu. BREMEKAMP (1912 S. 21) erinnert auch an die Ergebnisse VÖCHTINGS (1882) mit *Narcissus Pseudo-Narcissus*, die auf einer tonischen Wirkung der Längskomponente beruhen könnten. VÖCHTING (1882 S. 42) machte nämlich die merkwürdige Entdeckung, dass »die Schwerkraft nur dann auf das Objekt einwirkt, wenn es senkrecht oder geneigt nach oben sieht; dagegen einflusslos wird, wenn es abwärts gerichtet ist«. Über das Verhalten der Sprosse krautartiger Pflanzen, das auch eine tonische Empfindlichkeit in verschiedenen Neigungslagen beweist, werde ich in einer besonderen Abhandlung berichten.

Wenn somit die tonische Wirkung der Schwerkraft weit verbreitet zu sein scheint, lagen jedoch bisher keine genau analysierten Fälle vor, und es lässt sich deshalb derzeit nicht entscheiden, ob der Tonus — wie bei den Seitenwurzeln — immer nur den geotropischen Reaktionsprozess, nicht die Perzeption beeinflusst. Eine Perzeptionshemmung könnte ja in andern Fällen vorkommen.

Es ist vielleicht nicht unangebracht, auf die durchgehende Zweckmässigkeit der geotonischen Veränderungen für die Orientierung der Wurzel zu deuten. Ein Organ hat natürlich ein um so grösseres Bedürfnis, in die Anfangslage schnell zurückzukehren, je erheblicher er aus dieser abgelenkt wurde. Eine Hemmungswirkung der akroskopischen Längskomponente kommt auch nicht vor, ja, BREMEKAMPS und meine Beobachtungen sprechen für eine verstärkte Reaktion in dem dritten und vierten Quadranten. Die Wiederkehr in die Normallage wird hierdurch erleichtert, zumal starke Krümmungen immer mit einem entsprechend intensivem Autotropismus zu kämpfen haben. Die Vorteile der Reaktionshemmung im ersten und zweiten Quadranten liegen nur betreffs der Nebenwurzeln an offenem Tag. Denn sie verdanken dieser Hemmung ihre plagiotope Orientierung, die ja durchaus zweckmässig ist. Offenbar liegt es aber jedem Pflanzenteil nicht so sehr an exaktes Einstellen in die »Ruhelage«. Die Schwebbeweglichkeit der pflanzlichen Organe ist schon wiederholt als etwas Zweckmässiges angesehen. Es kann deshalb sogar vorteilhaft sein, dass an Sprossspitzen und Wurzeln die Bewegung in

der Nähe von der Ruhelage gehemmt wird. Betreffs der Nebenwurzeln kann vom teleologischen Gesichtspunkt aus auf das Nichtgehemmtwerden der negativ geotropischen Bewegung durch die Längskraft hingedeutet werden. Die negative Reaktion wird ja im Gegenteil durch die Hemmung der positiven Reaktion indirekt begünstigt. Was das Zurückkehren in die plagiotope Lage ermöglicht. —

In jeder Lage ausser den Vertikallagen wird also in den Nebenwurzeln zwei (richtiger drei, wenn die negative Reaktion mitgezählt wird) geische Prozesse hervorgerufen, ein tropistischer und ein tonischer. Das äussere Verhalten der Wurzelspitze resultiert aus beiden.

Der Tonus wird nicht nur geisch, sondern, wie wir im Kap. XI gesehen haben, auch photisch, hydrisch, termisch usw. beeinflusst. Diese Prozesse werden jedoch durch allseitige Reizung ausgelöst. Die Nebenwurzelspitze ist also ein mit überaus vielseitigem Wahrnehmungsvermögen ausgerüstetes Organ.

Meine Versuche über die Lichtumstimmung waren zu unvollständig, um zu entscheiden, ob durch Belichtung die geotropische Empfindlichkeit erhöht oder der Metageotonus geschwächt werde. CLARK (1913), KRONES (1914) und BREMEKAMP (1915) haben interessante Resultate über die umstimmende Wirkung des Lichts auf den Geotropismus der *Avena*-Koleoptile erreicht. KRONES fand, dass nach allseitiger Vorbelichtung die Präsentationszeit bei unmittelbar nachfolgender geotropischer Reizung verlängert werden müsste, um eine Krümmung zu erzielen. CLARK und BREMEKAMP fanden bei vorausgehender oder nachfolgender Belichtung unter Umständen ein Umkehren der geotropischen Reaktion von (normal) negativ zu positiv. Hier haben wir möglicherweise einen photischen Parallelismus zu meinen Befunden. Da die ausführliche Arbeit BREMEKAMPS noch nicht erschienen ist, kann ich nicht näher auf seine Deutung der Antireaktion (1915 S. 1288 f.) eingehen.

Der dreifachen Reizwirkung der Schwerkraft auf die Nebenwurzeln ist die dreifache Wirkung des Lichts auf orthoheliotropische Organe an die Seite zu stellen. Das Licht löst ja positiv und negativ phototropische Reaktion aus und wirkt ausserdem tonisch. Ob der Phototonus in verschiedenen Neigungslagen verschieden ausfällt, weiss man nicht. Wäre die Analogie zwischen meinen Befunden und dem über Phototonus Bekannten vollkommen, so hätte man zu erwarten, dass die bekannte »Abstumpfung« der beleuchteten Organe in einer Hemmung der positiven (nicht der negativen) Reaktion bestände. Diese Frage muss aber vorerst untersucht werden. Ein Unterschied besteht darin, dass auch allseitiges Licht tonisch wirkt. Fräulein RISS (1913) fand dagegen keine bemerkenswerte tonische Wirkung bei allseitigem Zentrifugalkraftreiz. Weitere Versuche sind erwünschenswert. Schon a priori wäre aber ein Unterschied in dieser Beziehung zwischen Licht und Schwerkraft zu behaupten.

Das schnelle Abklingen der metatonischen Vorgänge.

Ein bemerkenswerter Unterschied zwischen dem geotonischen Reizprozess und dem geotropischen ist das schnelle Abklingen des ersteren. Es macht daher einen kleinen Unterschied, wenn die Wurzeln vor der geotropischen Reizung oder nach derselben geotonisch gereizt werden. Im ersten Fall ist der Katatonus sehr schwach (siehe I Tab. XVI S. 43). Denn er ist schon weit ausgeklungen, als die tropische Reaktion beginnt. Aber auch wenn der tonische Reiz nach der tropischen appliziert wird, so hat er keinen erheblichen Erfolg, wenn er nicht ununterbrochen wirken kann. In einem Versuch (303) wurden klinostatgewachsene Wurzeln 20 Minuten in 0° gereizt. Unmittelbar darauf wurden sie 20 Minuten in -90° gestellt. Dann kamen sie wieder auf den Klinostat. Hier entwickelte sich eine Reaktion von etwa 12° (40–60 Minuten nach dem Reizbeginn); diese Reaktion wurde nicht in der folgenden Stunde und auch nicht nach 7 Stunden ausgeglichen. Der in -90° induzierte Metatonus muss also sehr schnell abgeklungen haben. Er vermochte es nur, die Reaktionsstärke etwas herabzusetzen. Ein prinzipieller Unterschied zwischen tonischer Reizung vor und nach der tropischen Reizung existiert nicht. Durch intermittierende Reizung in den optimalen tropistischen und tonischen Reizlagen wurde auch festgestellt, dass ein katatonischer Reizimpuls von 95–112 Sek. Dauer in 65–85 Sek. so weit abklingt, dass seine Wirkung mehrfach herabgesetzt wird (I S. 51). Die tropistische Induktion ist viel anhaltender. Schwache »unterschwellige« Reize werden ja summiert auch wenn sie über lange Zeiträume verteilt sind. Die tropistische Perzeption unterscheidet sich also nachhaltig von der tonischen.

Zum Vergleich sei hier an das relativ schnelle Abklingen vom Phototonus in *Avena*-Kaleoptilen erinnert. ARISZ fand, dass ein tonischer Impuls von 2500 M.K.S (in 100 Sekunden) schon in einer Minute merkbar abgeklungen ist, und dieser Impuls ist doch so stark, dass er unmittelbar Metatonus bewirkt (d. h. Umschlag von positiver zu negativer Reaktion). Nach einer Stunde ist das ursprüngliche Reaktionsvermögen fast wieder hergestellt (siehe ARISZ 1915 S. 157 f.). Ähnlich fand BREMEKAMP (1915 S. 1286), dass der Einfluss des Lichts auf den Geotonus der *Arenakeimlinge* schon in einer halben Stunde völlig ausklingt. — Über das Abklingen der phototropischen Erregung gilt dasselbe wie für die geotropische Erregung (vgl. S. 46).

Die ausserordentliche Flüchtigkeit macht den Geotonus der Wurzeln sehr labil. Bedeutend stabiler sind z. B. der Phototonus und andere im Kap. IX erwähnte Stimmungszustände der Nebenwurzeln.

Die Frage, ob die tonischen Vorgänge einfach sind oder eine Gliederung haben, ist bisher nicht in der Literatur aufgeworfen. Denn man weiß überhaupt sehr wenig vom Mechanismus der Stimmungsprozesse. Ein Getrenntsein von Perzeption und Reaktion wäre in unserem Fall aus dem Umstand ausserordentlich schwierig nachzuweisen, weil der Tonus so leicht ausklingt. In anderen Fällen kommt aber

eine Reizleitung in Betracht, z. B. bei den von MIEHE (1902) analysierten *Tradescantia*-Sprossen. Die geotonische Empfindlichkeit eines Knotens wird hier von der Achselknospe des nächst jüngeren Internodiums bedingt.

Ganz entscheidend kann ich nicht die Frage beantworten, ob und in welchem Grad eine geotonische Veränderung unabhängig von der geotropischen Reaktion möglich ist. Das schnelle Abklingen legt auch hier Hindernisse in den Weg. Versuch 212 (I Tab. XVI S. 43) beweist jedoch, dass das Zurückgehen der geotropischen Krümmung etwas beschleunigt wird, wenn als Vorbehandlung die Wurzeln 40 Min. in -90° gestellt wurden. Die Krümmung ging zurück 6.5° in $1\frac{1}{2}$ Stunden, während bei autotropischer Ausgleichung (bei gleichem Krümmungsgrad) höchstens eine Winkelveränderung von 3.2° beobachtet wurde (Tab. XV Versuch 250). Dieser Befund spricht dafür, dass der Geotonus unabhängig von dem Geotropismus verändert werden kann. Wegen des schnellen Abklingens (der auch statthat, wenn der tropistische Reiz gleichzeitig mit und nach dem tonischen Reiz appliziert wird) wird jedoch der Erfolg sehr herabgesetzt, auch wenn gleich nachher tropistisch gereizt wird.

Rektipetalität.

Die Längskraft wirkt katatonisch und metatonisch, d. h. hemmend und unstimmend. Ob wirklich Hemmung mit Ausgleichung gleichzustellen ist, das ist auch eine Frage. Die vorliegenden Tatsachen vertragen sich wohl am besten mit der Annahme, dass die Hemmung ein Spezialfall von Umstimmung ist. Die Längskraftwirkung lässt sich demgemäss als Gegenreaktion auffassen. Wenn die Gegenreaktion schwächer als die Reaktion ist, dann erfährt diese nur eine Verlangsamung oder Schwächung (der maximale Krümmungsbetrag wird geringer). Sind die beiden Reaktionen gleich stark, steht des Organ still; wird die Gegenreaktion stärker, geht die Krümmung zurück.

In einem noch bewegungsfähigen Organ pflegt jede Reaktion, nach dem Aufhören des Reizes, auf Grund von Rektipetalität zurückzugehen. Der Mechanismus des Autotropismus ist noch unaufgeklärt. Es ist möglich, dass er auf Gewebeelastizität (SIMON 1912) beruhen kann, obwohl mir eine solche Vorstellung etwas zu »grobmechanisch« anmutet. Eine andere Möglichkeit, die bisher nicht beachtet wurde, die aber auf Grund von meinen Befunden in Erwägung zu ziehen wäre, ist die Annahme, dass die Rektipetalität nicht auf innerer Reizempfindung beruhe, sondern eine durch die primäre Induktion erzeugte Gegenreaktion vorstelle. Die Erfahrungen über Phototropismus haben gelehrt, dass bei geeigneter Reizstärke zuerst eine positive Reaktion auftritt, die aber allmählich zurückgeht und in eine negative Reaktion überschlägt. — Die primäre Krümmung könnte auch einen Stimmungsumschlag bewirken und so die Antireaktion erzeugen. — Alle solche Möglichkeiten müssen geprüft werden, ehe man einen auf dem Klinostat stattfindenden Krümmungsausgleich mit Ernst »auto«-tropisch nennt.

Bei den Nebenwurzeln habe ich die Ausgleichsbewegung auf dem Klinostat verfolgt (I Tabelle XV). Was hindert, dass man ihn auf negativen Geotropismus zurückführt? Zwar wird keine entgegengesetzte Krümmung beobachtet, sogar nach 7 Stunden ist der Ausgleich unvollkommen, aber kann man nicht dies damit erklären, dass die positive Reaktion auch nach dieser Zeit stärker als die negative ist?

Diese Fragen erscheinen in der Tat sehr schwierig, ja, fast unmöglich zu beantworten. Zwar lehren die Versuche mit periodischen Nachschwingungen (S. 61—63), dass die Reaktion nach sieben Stunden fast abgeklungen ist, hier stehen die Wurzeln aber unter der konstanten Einwirkung der Längskraft.

Nun, in Tabelle XV kann man gefahrlos annehmen, dass kein auf geonegative Reaktion beruhender Ausgleich stattfindet. Denn aus Kap. VIII wissen wir, dass diese eine sehr viel längere Induktionszeit braucht als die positive Reaktion. Und in den Versuchen in Tab. XV wurde höchstens 25 Minuten gereizt. Wenn aber normalgewachsene oder noch stärker gereizte Wurzeln auf dem Klinostat Krümmungsausgleich aufweisen, dann kann man nicht ganz sicher sein, dass nicht die negative Reaktion eine beitragende Ursache ist.

Reaktion und Antireaktion in tropisch-tonischer Reizlage.

Kehren wir nunmehr zur Längskraft zurück! Dass sie metatonisch wirkt, geht aus meinen Versuchen zur Genüge hervor. Wahre Überkrümmungen der Wurzelspitze werden vielfach beobachtet¹, und das periodische Hin- und Herschwanken (Kap. VI) wäre ja ohne ein zeitweises Herrschen der Gegenreaktion nicht möglich. Wenn aber der Metatonus etwas schwächer ist, dann steht die Spitze still, eine Krümmung tritt nicht auf. So z. B. wenn normalgewachsene Wurzeln in -90° gestellt werden. Man sieht dann vielfach zunächst weder eine positive, noch eine negative Krümmung (Kap. VII, VIII). Wenn wiederum stark tropisch gereizte Wurzeln in -90° -Lage gestellt werden, dann fährt die positive Krümmung zunächst fort, um bald gehemmt und darauf überwunden zu werden.

Da die Antireaktion von der Reaktion abhängt (ohne vorhergehende tropische Reizung bleibt ja in -90° jede Krümmung aus), so beruht ihre Stärke indirekt auf der Stärke der tropistischen Reizung. Ob dabei die primäre Erregung auch die Antireaktion auslöst oder ob diese in anderer Weise zustande kommt, das lässt sich nicht leicht entscheiden. Was wir bei den periodischen Schwingungen beobachten, ist wohl jedenfalls keine Ab- und Zunahme der primären Erregung, sondern einen Wechsel von Reaktionsart bei ausklingender oder schon verlöschter Erregung. Der Mechanismus der Schwingungen wurde in Kap. VI, Teil I so aufgefasst, dass die eine Reaktion die andere periodisch unterdrückt. Voraussetzung

¹ Namentlich an *Cucurbita*-Wurzeln habe ich durch die metatonische Reaktion verursachte starke Überkrümmungen beobachtet.

für regelmässige Perioden sind etwa gleich starke Reaktionen, was in diesem Fall zutrifft. Auch bei Herabkrümmung der Wurzelspitze aus Lagen oberhalb des Neigungswinkels treten Schwingungen auf, sobald die Längskraft hinreichend stark wird, und sie hören erst allmählich auf oder werden in kurze unregelmässige Perioden aufgelöst (I S. 60, 65).

In der Gleichgewichtslage sind die Reaktion und Gegenreaktion gleich stark. Hier heben sie einander also völlig auf. Unter die Gleichgewichtslage gebrachte Wurzeln bleiben auch zunächst gerade. Die Primärreaktion ist hier schwächer (kleiner Sinuswert!), deshalb wird auch die Antireaktion schwächer. Eine Aufkrümmung auf Grund der Antireaktion kann folglich nicht eintreten. Erst wenn tropisch vorgereizt wird, vermag der Metatonus eine entsprechend stärkere Antireaktion hervorzurufen. Diese kann also in der Realität niemals stärker als die Reaktion werden. Denn sie hat keine von dieser unabhängigen Perzeption¹.

Aus diesem Umstand erhellt, dass die Antireaktion, obwohl sie einer negativ geotropischen Reaktion sehr ähnlich sieht, jedoch von ihr grundverschieden ist. Die Antireaktion ist keine selbständige Orientierungsbewegung, nur ein Mittel zur Orientierung.

Die negative Reaktion.

Die negativ geotropische Reaktion dagegen kann für sich allein eine Orientierung der Wurzeln zuwebringen. Denn sie beruht auf einem selbständigen tropistischen Prozess. Das Interessante mit dieser negativen Reaktion ist, dass sie nur dann frei entfaltet wird, wenn die positive Reaktion durch Metatonus erloschen ist. Jedoch kann diese Tatsache nicht überraschen. Ähnliche Fälle sind schon bekannt. Bei den periodischen Bewegungen wird die eine Reaktion zeitweise von der andern unterdrückt (I Kap. VI). Bei den Schlafbewegungen von *Mimosa Spegazzinii* fand PFEFFER (1907) ein weitgehendes Einstellen der autonomen Oszillationen während der photonastischen Reaktionen; erst im Dunkeln bei dem Nachlassen der Nachschwingungen schleichen sie sich wieder ein, wurden also durch die starken Variationsbewegungen gehemmt. Die Tatsache, dass die negative Reaktion nicht am Klistat auftritt, beruht mit Wahrscheinlichkeit darauf, dass die positive Reaktion sehr lange anhält und durch Autotropismus sehr langsam ausgeglichen wird. Die negative Reaktion kann sich nicht behaupten, sie bringt nur eine Hemmung der positiven Reaktion zuwege, eine Hemmung, die übrigens schwach ausfällt, weil die durch Schwerkraft ausgelöste negative Reaktion viel unansehnlicher ist als die positive.

¹ Hierin besteht ein deutlicher Unterschied zwischen ihr und der von CLARK und BREMEKAMP beobachteten Lichtumstimmung. Denn in diesem Fall trat nur Antireaktion (negative Reaktion) ohne vorhergehende positive Reaktion auf. KRONES (1914) fand dagegen nur Verzögerung der positiven Reaktion (Verlängerung der Präsentationszeit). Das Vorherrschen der Antireaktion scheint also nur an bestimmte Lichtintensitäten gebunden zu sein. Möglicherweise ist die relative Stärke der von mir beobachteten Antireaktion auch von der Kraftintensität abhängig. Hierfür spricht der Anfall der Zentrifugalversuche (Kap. IX). Ein Vorherrschen der Antireaktion wurde aber auch in diesen nicht beobachtet.

Da der durch die Längskraft bewirkte Metatonus nicht die negative Reaktion angreift, muss diese von der positiven Reaktion vollständig getrennt sein. — Auch beim Phototropismus ist die negative Krümmung etwas ganz anderes als die positive (ARISZ 1915 S. 188). Wie ARISZ fand, summiert sich eine negative Krümmung nicht einfach mit einer positiven der entgegengesetzten Seite (was wohl z. T. auf den verschiedenen Reaktionszeiten beruht; vgl. S. 16 f. und BREMKAMP 1915). —

Die negative Reaktion hat eine sehr viel längere Präsentationszeit als die positive Reaktion. Die Perzeption muss während der ganzen Zeit fortgehen, die zu einer normalen positiven Krümmung erforderlich ist (2—3 Stunden, vgl. I Kap. VI z. B, Fig. 11), um das für eine eben sichtbare negative Reaktion erforderliche Mass zu erreichen. Wenn also die Nebenwurzeln nicht plagiotrop wären, würde die negative Reaktion nur in seltenen Fällen sichtbar werden, weil die Präsentationszeit fast niemals erreicht würde. Es ist sehr gut möglich, dass auch Hauptwurzeln negativ geotropisch reagieren können. Da sie ortotrop sind, müsste die Präsentationszeit geringer sein als wir es bei Nebenwurzeln gefunden haben, damit dieses Vermögen bei Schwerkraftwirkung überhaupt erkennbar wäre — eine wenig wahrscheinliche Voraussetzung. In einer späteren Arbeit werde ich über Zentrifugalversuche mit Hauptwurzeln berichten.

Gliederung des geotropischen Reizprozesses.

Meine Versuche illustrieren mit grosser Evidenz den Satz, dass der geotropische Reizprozess gegliedert ist. Die Reaktion kann durch Metatonus völlig gehemmt sein, ohne dass der Perzeptionsvorgang aufhört. Hier stösst man aber auf die wichtige Frage: Wenn in der Gleichgewichtslage die Perzeption ungehindert fortgeht, müsste die Erregung allmählich kolossale Werte erreichen und man sollte auf dem Klinostat, als der Metatonus ausklingt, sehr intensive Krümmungen bekommen; man beobachtet aber nur mässige Krümmungen; warum?

Die geotropische Erregung.

Dem Anwachsen der Erregung wird offenbar eine Grenze gesetzt. Nun hat zwar schon FITTING (1905) mit Recht betont, dass die Reaktion nicht proportional mit der Erregung ausfallen muss. Wenn ich also an normalgewachsenen Wurzeln am Klinostat eine Reaktion von 10.3°—19.0° (I Tab. XI) bekam, so ist damit nicht ohne weiteres gesagt, dass die Erregung dieselbe Höhe hatte wie wenn an klinostätierten Wurzeln bei 20—25 Min. Reizung etwa dieselbe Reaktion (9°—25.7°, I Tab. X, XV) auftrat. Ich habe aber andere Versuche gemacht, die beweisen, dass die in normalgewachsenen Wurzeln vorhandene Erregung durch entgegengesetzte Reizung von dieser Dauer neutralisiert wird (siehe Tab. IX c 176, d 177, n 192). Der in normalgewachsenen Wurzeln vorhandene »Überschuss« an Erregung entspricht daher nur einer Reizung in Horizontallage während 20—25 Minuten.

Ich habe in der speziellen Darstellung an verschiedenen Stellen diese Tatsache so dargestellt, dass die Erregung in dem Gleichgewichtszustand fortdauernd auf eine gewisse ziemlich niedrige Höhe gehalten wird. Zwei Erklärungsmöglichkeiten kommen hier in Betracht: Entweder wird der Perzeptionsprozess durch eine Gegenreaktion (»Ermüdung«) z. T. gehemmt; oder die Erregung wird durch die Reaktion gehemmt. (Man hat zu beachten, dass die Gleichgewichtslage dynamisch ist, es finden hier fortwährend Reaktion und metatonische Antireaktion statt)¹.

Perzeption findet selbstverständlich auch während der Reaktion statt, insofern das Perzeptionsorgan noch in Reizlage ist. Das beweist ja u. a. der DARWINSCHE Versuch mit *Setaria*-Wurzeln (FR. DARWIN 1899), und jeder Krümmungsvorgang beweist übrigens dasselbe, denn die Reizmenge, welche vor dem ersten Anfang der Reaktion empfangen ist, reicht meistens nur zu einer relativ schwachen Krümmung aus. Belege für einen hemmenden Einfluss der Reaktion auf die Perzeption gibt es meines Wissens noch nicht.

Meine Befunde stützen auch nicht die Behauptung von einer Perzeptionsermüdung. Die Nebenwurzeln befanden sich ja konstant in Reizlage, sind aber immer im Stande, neue Reizmengen aufzunehmen, und die normalgewachsenen Wurzeln sind nicht unempfindlicher als die am Klinostat gewachsenen². Eine Perzeptionsermüdung kommt also wahrscheinlich nicht vor. Man wird daher genötigt, einen in Verbindung mit der Reaktion stehenden Gegenprozess anzunehmen.

Man stellt sich ja im allgemeinen vor, dass zwischen Perzeption und Reaktion die Erregung (Excitation) eingeschaltet ist. Dass nun das Erregungsmaximum (»Erregungshöhe«, FITTING 1905 S. 322) schon erreicht wäre, ist sehr unwahrscheinlich, dies beweisen u. a. die Zentrifugalversuche (Kap. IX). Durch »Selbstregulation« wird also die Erregung nicht auf den niedrigen Grad gehalten. Ein schnelles Ausklingen der Erregung an sich wird durch keine Tatsachen bewiesen. Die im BLAAUW-FRÖSCHELSCHEN Reizmengegesetz ausgedrückten Erfahrungen sprechen im Gegenteil für eine sehr grosse Beständigkeit der Erregung: Eine Reizsummation in langen Zeiträumen (bei schwacher Intensität) wäre ohne diese Annahme nicht verständlich.

¹ Fälle von einem tropistischen Reaktionszustand ohne sichtbare Krümmung sind schon früher bekannt. Ich erinnere an die Grasknoten, die am Klinostat eine Wachstumsanregung erfahren, weil in ihnen eine allseitige geotropische Reaktion ausgelöst wird. Ferner treten Reaktionsprozesse in Organen auf, die an der Ausführung einer Krümmung mechanisch gehemmt werden. Nach dem Befreien führen sie eine Schnellbewegung aus. Nach FITTING (1903) gehen in mechanisch gestreckten Ranken die haptotropische Reaktion und Gegenreaktion ungehindert vor sich. Ein Begriff von dem (unsichtbaren) Wechselspiel der Reaktion und Antireaktion in der normalen Gleichgewichtslage bekommt man durch die periodischen Schwingungen (I Kap. VII). Durch Plazieren der tropischen und tonischen Reize nacheinander wird eine Succession statt einer Gleichzeitigkeit der beiden Reaktionen erzielt.

² Eine 20 Minuten währende Reizung von normalgewachsenen Wurzeln rief in Versuch 1182 (Tab. IX) eine Reaktion von im Mittel 17,5° hervor (obwohl die Längskraft tätig war; vgl. die geringere Reaktion in a 157 und m 183), also etwa gleich viel wie nach Reizung klinostatgewachsener Wurzeln während derselben Zeit (Tab. X 201, 203, 207).

Nun scheint es mir zur Erklärung meiner Befunde geboten, die Annahme zu machen, dass die Reaktion eine Erregungsextinktion (ein Erlöschen der Erregung) zur Folge hat, d. h. dass durch Einfluss seitens der Reaktionsprozesse ein schnelles Abklingen der Erregung bewirkt wird. Die Annahme gilt selbstverständlich vorläufig nur für unseren Fall. Es ist mir nicht gelungen, in der Literatur über Geotropismus ähnliche Tatsachen aufzufinden. FRTING (1905 S. 344) hat es versucht, ein schon gekrümmtes Organ von der entgegengesetzten Seite zu reizen, scheint aber keine brauchbaren Resultate bekommen zu haben. Mit meiner Registrierungsmethode würde man sicher etwas erreichen. SCHÖN DARWIN und PERTZ (1892) haben Organe intermittierend auf antagonistischen Seiten gereizt, freilich $\frac{1}{2}$ Stunde in jeder Lage. Sie beobachteten hierbei periodische Bewegung; offenbar wird die Induktion in der einen Lage nicht durch die gegensinnige Reizung aufgehoben. Die Reaktionsprozesse haben wohl schon nach $\frac{1}{2}$ Stunde begonnen und die Perzeption hat ja, wie schon oben hervorgehoben, keinen direkten (etwa tonischen) Einfluss auf die Reaktion.

Zu erwähnen wäre hier auch ein Befund von ARISZ (1915) über Phototropismus. Er fand, dass es bei schwachen Intensitäten nicht möglich war, eine negative Krümmung (die sonst bei 2000—4000 M. K. S. auftrat) zu erzielen, wie lange die Beleuchtung fortgesetzt wurde. (ARISZ 1915 S. 86 f.). Ist die negative Krümmung nicht vor 25 Minuten Beleuchtung eingetreten, kann sie überhaupt nicht auftreten. Nach 25 Minuten Reizung beginnt aber eben die Krümmung stärker zu werden. Nun könnte aber die negative Erregung wohl fortschreiten, denn sie ist ja nicht mit der positiven identisch (vgl. oben). Entweder wird also auch die negative Erregung durch die positive Reaktion verlöscht (was nicht mit meinen Befunden übereinstimmen würde), oder das Ausbleiben der negativen Krümmung beruht einfach darauf, dass die Lichtstrahlen immer schräger einfallen, so dass die Perzeption schnell abnimmt.

Meine Erfahrungen deuten also darauf hin, dass die Excitation verschwindet, als die Reaktion begonnen hat. In der Normallage muss ich ein fortdauerndes Verlöschen der Erregung durch die hier stattfindenden Reaktionsvorgänge (positive Reaktion und Antireaktion) annehmen. Ein selbständiges Ausklingen der Erregung kann ich aber nicht annehmen.

In dem Augenblick man eine in Normallage gewachsene Wurzel auf den Klinostat oder in $+90^\circ$ bringt, sind Perzeption, Erregung, Reaktion und Antireaktion in vollem Gang (ausserdem findet natürlich die negativ geotropische Reaktion statt). Der Metatonus geht nach dem Aufhören der Kraft sehr bald zurück; die positive Reaktion kommt also zum Vorschein, sie wird aber nicht stärker als die überbleibende, in der Normallage noch nicht »verbrauchte« Erregung bestimmt.

Gegenseitige Unabhängigkeit der positiven und negativen Reaktion.

Alles was hier über Erregungsextinktion seitens der Reaktion gesagt wurde gilt nur für die positiv geotropische Bewegung. Für die negative Reaktion müssen wir einen besonderen Perzeptionsvorgang annehmen, denn sie braucht eine so lange Präsentation, dass das Zeitmass der positiven Erregung bei weitem nicht ausreichen würde. Die negative Perzeption setzt also unabhängig von dem Anwachsen und Verlöschen der positiven Erregung fort. Ob auch die negative Erregung von der negativen Reaktion verlöscht wird und ob etwa aus diesem Grund die Aufkrümmung der normalgewachsenen (also längere Zeit in Reizlage befindlichen) Wurzeln schwächer auszufallen pflegt als die der kürzere Zeit in Inverslage gewachsenen, das sind Fragen, auf deren Beantwortung ich keine sichere Antwort geben kann.

Ob die Perzeptionen der positiven und der negativen Bewegung auch örtlich getrennt sind, habe ich nicht untersucht¹. Die negative Reaktion scheint nicht so regelmässig an der Spitze zu beginnen wie die positive. Da aber auch diese variiert und die Bewegungszone überhaupt kurz ist, kann ich nichts bestimmtes über einen eventuellen örtlichen Unterschied aussagen.

Perzeptionsschwelle und Reaktionsschwelle.

Dass Perzeption und Reaktion getrennte Prozesse vorstellen, das weiss man schon. Umstritten ist aber noch die Frage, ob eine Energieschwelle besteht, die erreicht werden muss, ehe der Reaktionsprozess überhaupt in Gang gesetzt wird. FITTING (1905, 1913) hat auf Grund von seinen Versuchen mit intermittierender Reizung, den von CZAPEK eingeführten Begriff Präsentationszeit modernisiert. Er versteht unter Präsentationszeit keinen Schwellenwert in der Meinung, dass die Reaktion erst bei einer gewissen Erregungsquantität überhaupt in Gang gesetzt wird. Sondern die Reaktion beginnt viel früher. FITTING deutet seine Befunde mit dem intermittierenden Klinostat so, dass Reaktionen, nicht Perzeptionen, summiert werden. Die Geltung des Reizmengengesetzes für schwache Intensität des Reizes kann selbstverständlich in derselben Weise erklärt werden. Man muss hierbei ausserdem eine Proportionalität zwischen Reizintensität und Reaktionsintensität annehmen. Die Grenzen dieser Proportionalität (bei sehr hohen und sehr niedrigen Reizintensitäten) sind freilich nicht festgestellt.

Für diese Deutung der Summationsversuche spricht der tatsächlich sehr langsame Verlauf der autotropischen Ausgleichsbewegung (I Tab. XV). Die primäre Reaktion wird m. a. W. nur langsam ausgeglichen, namentlich nach schwacher Reizung. Zu erinnern wäre hier auch an die langdauernden Nachwirkungen an

¹ Man vergleiche den Befund JOST und STOPPELS (1912), dass bei hohen Schleuderkräften vorwiegend die dekapitierten Wurzeln negativ reagieren (es bleibt freilich zu untersuchen, ob die Resultate der erwähten Forscher auf abnormer Reaktionsweise beruhen).

Organen, die an der Ausführung der Krümmung mechanisch gehindert werden. Man hat bei traumatropischen Reizen eine Nachkrümmung sogar nach neun Tagen erzielt. Ist die erwähnte Auffassung richtig, so wird die Perzeption nicht an sich (als Excitation) aufbewahrt, sondern löst immer Reaktion aus. Dass eine Schwelle praktisch unbestimmbar ist, hat neulich ARISZ (1915 S. 190) hervorgehoben. — Ob nun also eine Summation von Reaktionen vielfach vorkommt, so darf man selbstverständlich nicht eine Reizsummation leugnen. Eine solche findet bei jeder kürzeren Reizung statt und sie könnte ja auch bei intermittierender Reizung stattfinden. Die Reaktion hat ja tatsächlich auch eine messbare Abklangszeit. Das entscheidende Wort in diesen Fragen fehlt noch. Wie schwierig es sein kann, zwischen Perzeption und Reaktion eine Scheidung zu treffen, geht aus den Versuchen BREMEKAMPS (1915) hervor. Er hat eine Summation von sehr kleinen (unterschwelligem) Licht- und Schwerkraftreaktionen ausgeführt. Gleichwohl fällt es keinem ein, die Lichtperzeption mit der Schwerkraftperzeption zu vermengen. Sie auseinander zu halten gelingt aber erst, wenn man einen Faktor ausfindet, der nur die eine Perzeption beeinflusst.

Auch für die die Bestimmung des Augenblicks, in dem die Reaktion eigentlich beginnt, stellen sich grosse methodische Hindernisse in den Weg. Man müsste den Gang der Nutationen exakt kennen und die winzigsten Lageveränderungen beobachten und messen können — zwei unerfüllbare Forderungen! Die Existenz einer Transmissionszeit kann aber nicht angezweifelt werden. Kein Prozess fängt gleichzeitig mit seiner Ursache an. Die Transmissionszeit muss aber sehr verschieden ausfallen, je nachdem der Reiz Raumstrecken durchzulaufen oder sonstige Widerstände zu überwinden hat. Wenn eine Reizschwelle besteht, hängt sie natürlich auch von dieser ab. In einem Organ, wie die Wurzelspitze, wo Perzeption und Reaktion eine etwas verschiedene Lokalisation haben, muss jede Zone eine besondere Transmissionszeit haben (vgl. TRÖNDLE 1913). Durchschnittlich kann unter konstanten Bedingungen aber die Transmissionszeit, wie TRÖNDLE (1915) gezeigt hat, eine konstante Grösse erreichen. Inwieweit tonische Vorgänge den Anfang der Krümmung verschieben, weiss man nicht. Auch von der relativen Reizmenge (länger als Präsentationszeit) dürfte sie abhängig sein. Dass durch Hinzutreten der negativen Reaktion die Transmissionszeit schwer kontrollierbare Abänderungen erfährt, leuchtet auch ein. Was die von TRÖNDLE (1915) sogen. Transmissionszeit anbetrifft, meint er damit die Zeit, nach welcher die Krümmung deutlich sichtbar wird, also wenn die Reaktion eine gewisse Grösse erreicht hat. Richtiger scheint mir aber zu sein, unter Transmission nur die prämotorischen Vorgänge zu verstehen (CZAPEK, der den Begriff Reiztransmission eingeführt hat, scheint ihn so aufzufassen [1898 S. 217]), wenigstens theoretisch. Praktisch ist die Transmissionszeit zur Zeit unbestimmbar. Dagegen lässt sich mit einiger Sicherheit der Zeitpunkt bestimmen, an dem die Reaktion volle Geschwindigkeit erlangt.

Genauere Messungen über den Reaktionsverlauf führten mich zur Aufstellung des Begriffs *Startphase* (I S. 56 f.). Ich fand (wie andere vor mir), dass die Reaktion

sehr früh beginnt. Die Organspitze bewegt sich aber anfangs unregelmässig. Erst nach einer gewissen Zeit wird die Bewegung regelmässig und verläuft von nun an mit annähernd konstanter Geschwindigkeit (man kann für dieses Stadium die Benennung eumotorische Phase einführen), bis zum Eintritt der Gegenreaktion. Man ist also berechtigt, von einer Reaktionschwelle zu reden, die ziemlich genau mit dem Zeitpunkt zusammenfällt, als die Krümmung vor dem blossen Auge sichtbar wird (= die sogen. Reaktionszeit).

Das Zerfallen der Reaktion in Startphase und eumotorische Phase beruht auf verschiedenen inneren Ursachen, nämlich der Grösse des vorhandenen Widerstands (dem vorfindlichen Reaktionszustand) und ferner auf der Verbreitungsgeschwindigkeit des Reaktionszustandes im Organ. Die Startphase kann sehr kurz werden, wenn beispielsweise die Nutationen im gegebenen Augenblick mit der anfangenden Reaktion gleichgerichtet sind. Eine weitere Zergliederung der Startphase vorzunehmen hält aus oben erörterten Gründen schwer. Die Reaktionschwelle ist dagegen der praktisch bestimmbare Augenblick, als die Reaktion das deutlich herrschende Bewegungsmoment des Organs wird. Bei zu schwacher Reaktion wird dieser Augenblick niemals erreicht: die Reaktion wird unter den übrigen Bewegungsmomenten (Nutationen) verwischt; während nach dem Erreichen der Reaktionschwelle diese umgekehrt durch die Reaktion verwischt werden. In der Normallage der Nebenwurzeln wird die Reaktionschwelle niemals erreicht, obwohl die Reaktion und Antireaktion in vollem Gange sind, denn keine von ihnen herrscht über die andere. Erst wenn die Reaktion und Antireaktion nacheinander appliziert werden, erreichen beide nacheinander die Reaktionschwelle.

Das Zusammenwirken verschiedener Reaktionen ist sehr interessant, obwohl hier viele Fragen der Untersuchung harren. Die Reaktionszustände sind offenbar in bedeutendem Grad voneinander unabhängig. Das zeitweise Unterdrücken einer Reaktion durch eine andere, die stärker ist, braucht kein völliges Verlöschen zu bedeuten. Der Reaktionszustand kann in latenter Form erhalten werden. Deshalb kann auch eine Summation von unterschwelligen Reaktionen vor sich gehen (FITTING 1905, BREMEKAMP 1915). Inwieweit ein wirkliches Beeinflussen (Verlöschen, Anregen) eines Reaktionszustandes durch einen anderen vorkommt, wissen wir nicht. Das äussere Verhalten des Organs (seine Bewegung) ist kein zuverlässiges Kriterium auf die inneren Reaktionszustände. Dies lehren ja die periodischen Nachwirkungen. Die Reaktionszustände sind zum Teil nur auf indirektem Wege erforschbar.

Die eumotorische Phase.

TRÖNDLE (1913 S. 231) erklärt die Tatsache der konstanten Reaktionsgeschwindigkeit so, dass immer neue Reizimpulse hinzukommen und die Bewegung schrittweise weiterführen; die konstante Reaktionsgeschwindigkeit beruht nach ihm auf der konstanten Perzeptionsgeschwindigkeit. Nun wird aber die konstante Geschwindigkeit auch am Klinostat beobachtet, wo keine neue Reizung hinzukommt. Ferner

wenn die Wurzel nach der Induktion in -90° gestellt wird (I S. 62 f.). Auch die Nachschwingungen zeigen hier anfangs eine eumotorische Phase. Da ich unten zeigen werde, dass die Erregung höchst wahrscheinlich schon während der eumotorischen Phase ganz abklingt oder jedenfalls rasch abnimmt, so muss man voraussetzen, dass die in Gang gesetzte Reaktion selbständig fortsetzt. Ihre konstante Geschwindigkeit dürfte also schwerlich auf direkter Transmission des primären Reizes beruhen.

Das Abklingen der Erregung.

Da in der Startphase eine Reihe von unzweifelhaft motorischen Vorgängen («Bewegungsanfängen» und »unsichtbaren Vorläufern der Krümmung» [FITTING 1913]) abgefertigt werden, so wird es verständlich, dass die Erregung schon hier nicht unbeträchtlich in Anspruch genommen wird. Ob sie während der Startphase, nachdem die Reaktion hinreichend vorbereitet ist, ganz verlöscht oder ob sie noch während der eigentlich motorischen Phase anhält, um später auszuklingen, bleibt zu untersuchen. Der Augenblick, in dem die Erregung wieder auf Null herabgesunken ist, bleibt vorläufig unbekannt. Dass er nicht sehr weit von der Reaktionschwelle entfernt sein kann, beweisen meine Ergebnisse. Die geringe Erregung, die in normalgewachsenen Wurzeln vorhanden ist, reicht nur zu einer Reaktion aus, die vorher ungeretzte Wurzeln nach etwa 30 Min. Exposition im Neigungswinkel erreichen würden¹. Die Startphase fluktuiert sehr, häufig dauert sie 10–20 Minuten, manchmal kürzer, selten längere Zeit. Das völlige Abklingen der Erregung dürfte also erst am Anfang der Phase der konstanten Bewegung eintreten.

Diese Berechnung (vgl. I S. 47) hat selbstverständlich nur den Wert einer ungefähren Schätzung und hat meine Auffassung über die Natur der normalen Gleichgewichtslage zur Voraussetzung. Die Richtigkeit dieser Auffassung kann wohl aber nach dem in Teil I reichlich zusammengebrachten Material nicht angezweifelt werden.

Nun kann man selbstverständlich nicht ohne weiteres behaupten, dass die Erregung immer gleich schnell durch die Reaktion ausgeglichen wird. Die Abklangsgeschwindigkeit bleibt von Fall zu Fall zu bestimmen, wobei man freilich zuerst neue Versuchsanstellungen erfinden muss. Ferner wissen wir noch nichts über den Zeitpunkt, bei dem das Abklingen beginnt. Wie oben dargelegt, gibt es nach der Perzeption sicherlich eine Frist, in dem gar kein Abklingen vorkommt.

Die Möglichkeit ist nicht ausgeschlossen, dass das Abklingen durch die metatonische Antireaktion beschleunigt wird. Jedenfalls soll man sich aber davor hüten, die Erregungsextinktion mit dem Abklingen der Reaktion zu vermengen. Schon FITTING (1905 z. B. S. 331 ff.) hat diesen Satz mit Kraft verteidigt. Wenn ich (I S. 67) geäußert hat, dass wir »in den Nachschwingungen ein Maas für das

¹ Wenn ich hier die Reaktionsstärke als Mass der Erregung nimmt, so bin ich mich wohl der theoretischen Gefahr eines solchen Verfahrens bewusst. Oben wurde aber Erregung mit Erregung verglichen und ähnliche Werte bekommen (S. 45).

Ausklingen der Erregung besitzen», so muss ich diese Behauptung jetzt berichtigen. Nach meinen obigen Ausführungen klingt die Erregung viel früher als die periodischen Schwingungen aus. Was man beobachtet ist ein periodischer Wechsel von Reaktion und Antireaktion, keine Periodizität der primären Erregung.

Die Reaktion hat offenbar ihre eigene Mechanik. Periodische Schwingungen sind ja häufig beobachtet worden (DARWIN and PERTZ 1892, BARANETZKY 1901, PFEFFER 1875, 1907 usw.) und gehören, wie PFEFFER ausführt (1907 S. 16), zum Wesen der Selbstregulation, die alles organische Geschehen auszeichnet.

Zusammenfassung ¹.

XVI. In geotropischer Reizlage wird nicht nur eine positive, sondern auch eine negative Reaktion induziert. Die Präsentationszeit der negativen Reaktion ist viel länger als die der positiven, sie beträgt 2—5 Stunden. Auch die Reaktionszeit ist erheblich länger als die der positiven Reaktion.

XVII. Die negative Reaktion wird in allen denjenigen Fällen gehemmt, in denen die positive Reaktion tätig ist. Sie kommt deshalb nicht zum Vorschein in der Normallage oder am Klinostat. Wenn dagegen die positive Reaktion stark gehemmt oder völlig ausgeglichen wird, wie es in den negativen Lagen zwischen der Normallage und der inversen Normallage der Fall ist, dann wird sie sichtbar und zwar als eine Krümmung nach der früheren Oberseite der Wurzel.

XVIII. Auf der negativen Reaktion beruht es, dass vertikal abwärts gestellte, normalgewachsene Wurzeln zumeist eine langsame Krümmung nach der morphologischen Oberseite erfahren. Auch Nebenwurzeln von *Vicia faba* und *Cucurbita* zeigen negative Reaktion in der Vertikallage. Die Krümmung tritt in Erde regelmässiger und stärker auf als in Luft. Die negative Reaktion tritt in fast allen Lagen zwischen Normallage und der — inversen Normallage auf. Im vierten Quadranten (also zwischen der Normallage und -90°) wird sie aber von dem positiven Geotropismus gehemmt, und zwar um so stärker, je grösser der Neigungswinkel ist. Im dritten Quadranten (zwischen -90° und der — Inverslage) wird sie dagegen auch bei grösseren Neigungswinkeln befördert, weil die neue positiv geotropische Induktion die vorhandene, aus der Normallage stammende, positive Reizung hemmt. Deshalb tritt die negative Reaktion bei normalgewachsenen Wurzeln auch in der — Inverslage auf. Da aber die negative Reaktion überhaupt schwach ist, treten Überkrümmungen (jenseits -90°) nur bei steilen Neigungslagen auf.

XIX. Klinostatierte Wurzeln erleiden keine Krümmung nach der morphologischen Oberseite. Wenn sie durch Nutationen allmählich in Reizlage gebracht werden, erfahren sie aber durch neu induzierte negative Reaktion hervorgerufene Krümmungen. Da die Nutationen vorwiegend in der Insertationsebene verlaufen, finden auch die Krümmungen zumeist, aber nicht immer in dieser Ebene statt.

¹ Vgl. Teil I S. 71—73.

Eine bemerkbare Autonastie (Epinastie oder Hyponastie) kommt nicht vor. Die am Klinostat auftretenden einseitigen Krümmungen sind gleich häufig nach der Oberseite wie nach der Unterseite gerichtet. Hauptwurzeln erfahren am Klinostat viel stärkere einseitige Krümmungen.

XX. Der am Klinostat auftretende Eigenwinkel der Nebenwurzeln variiert nach einer zweigipfeligen Kurve. Die eine Gipfel liegt über 90° — 95° , die andere über 70° — 75° .

XXI. Der Gleichgewichtswinkel ist in Erde, Wasser und feuchtgesättigter Luft annähernd derselbe.

XXII. Mit zunehmender Intensität der Fliehkraft wird der Gleichgew. \wedge verkleinert, anfangs schnell, dann immer langsamer. Bei 0 g war der Winkel durchschnittlich $80,05^{\circ}$, bei 23,85 g $32,82^{\circ}$. Höhere Intensitäten wurden aus methodischen Gründen nicht benutzt. Die Winkelverkleinerung beruht wahrscheinlich nicht auf Lastkrümmung, sondern auf einem stärkeren Anwachsen der geotropischen als der geotonischen Reaktion.

XXIII. Durch Beleuchtung im Dunkeln gewachsener Wurzeln wird der Neigungswinkel um 10° — 13° verkleinert. Schon durch 20—30 Min. Exposition in diffusem Tageslicht wird diese maximale Ablenkung erreicht. Bei kurzer Vorbeleuchtung geht aber die Krümmung später zurück. Der Umstimmungsprozess ist unabhängig von der tropistischen Reizinduktion, sie findet auch in -90° statt. Die Verkleinerung des Grenzwinkels beruht nicht auf Schwächung der negativen Reaktion. Dagegen wurde nicht untersucht, ob im Licht die geopositive Reaktion stärker oder der Geotonus schwächer wird.

XXIV. Beim Übertragen der Wurzeln aus Sägespänen in feuchte Luft findet Herabkrümmung statt. Durch Verwundung der Hauptwurzel werden namentlich die Wurzelanlagen beeinflusst, nicht die ausgewachsenen Wurzeln. Gegen Temperaturveränderungen sind die Nebenwurzeln weniger empfindlich.

XXV. Die negative Reaktion ist grundverschieden von der durch die Längskraft verursachten (metatonischen) Zurückkrümmung der positiven Reaktion. Diese hat nämlich keine von der positiven Reaktion unabhängige Excitation. Ihre Stärke wird ganz von der Stärke der positiven Reaktion bedingt. Die Stärke der negativen Reaktion steht aber in keiner Beziehung zur Stärke der positiven Reaktion, nach deren Abklingen sie zu Tage tritt.

XXVI. Die Perzeption der negativen Reaktion ist von der Perzeption der positiven Reaktion unabhängig. Die negative Erregung wird auch von der positiven Reaktion nicht beeinflusst.

XXVII. Eine Perzeptionsermüdung tritt bei den Nebenwurzeln nicht auf. Ein Ausklingen der Erregung an sich konnte auch nicht bewiesen werden. Dagegen muss man ein Verlöschen der Erregung seitens der Reaktion annehmen, um die Tatsache zu erklären, dass normalgewachsene Nebenwurzeln nach dem Aufhören des Metatonus nur eine mässige positiv geotropische Reaktion ausführen, obwohl in der Normallage eine kontinuierliche Reizung stattfindet. Diese Erregungsexting-

tion dürfte schon in der Startphase beginnen, ein vollständiges Ausklingen findet aber (bei ungehemmter Reaktion) erst in der Phase der konstanten Reaktionsgeschwindigkeit (eumotorischen Phase) statt.

XXVIII. Ein Hauptergebnis ist der Nachweis der hohen und vielseitigen Empfindlichkeit und Beweglichkeit der Nebenwurzeln. Eine Anzahl perzeptorische Fähigkeiten sind scharf getrennt: die positiv geotropische und die negativ geotropische Perzeption, die geotonischen Perzeptionen in aufwärts oder abwärts gestellten Wurzeln, ferner die Perzeption des Lichts und anderer diffuser Bedingungen, die eine Änderung des Grenzwinkels bedingen. Alle diese Sensibilitäten sind zweckmässig, sie stehen im Dienst der Funktion der Wurzel. — Die motorischen Vorgänge sind selbstverständlich voneinander nicht so unabhängig wie die Perzeptionen, was darauf beruht, dass eine starke Reaktion in der eumotorischen Phase andere, gleichzeitig vorhandene Reaktionszustände unterdrückt. So wird die negative Reaktion von der positiven unterdrückt. Da aber die Reaktionszustände zumeist langsam abklingen, kann eine zeitweise unterdrückte Reaktion wieder zum Vorschein kommen. So wird die negative Reaktion nach einigen Stunden deutlich sichtbar, nachdem die positive durch Metatonus ausgeglichen ist. Wenn zwei entgegengesetzte Reaktionszustände succesiv geweckt werden, können sie, wenn sie etwa gleich stark sind, periodisch wechseln: so die positiv geotropische Reaktion und ihre durch Längskraft verursachte Antireaktion. Alle diese Beobachtungen lehren, dass auch die Reaktionszustände weitgehend ihre Integrität bewahren, auch wenn deren mehrere gleichzeitig vorhanden sind. Man muss daher unterscheiden zwischen Reaktionszustand und äusserer Bewegung. Die äussere Bewegung tritt ein, wenn der Reaktionszustand »vorherrscht«, d. h. die anderen vorhandenen Reaktionszustände unterdrückt. Aber das äussere Verhalten des Organs kann auch die Resultante aus mehreren gleichzeitig wirkenden Reaktionszuständen sein. So beruht ja die Unbewegtheit der Nebenwurzeln in Gleichgewichtslage darauf, dass zwei gleichstarke, obwohl entgegengesetzte Reaktionszustände wirken (+ Reaktion und Antireaktion). Ähnliche Fälle sind für den Phototropismus bei gewissen Lichtmengen bekannt. Die »Nutationen« dürften vielfach auf dem Ringen verschiedener autonomer und von aussen induzierter Reaktionszustände um die Herrschaft beruhen. Jede neu induzierte Reaktion hat die vorhandenen Reaktionszustände zu überwinden, ehe sie vorherrschend wird. Die Reaktion zerfällt daher in Startphase und eumotorische Phase. Der Anfang der letzteren wird durch die »Reaktionsschwelle« charakterisiert, die der Augenblick ist, in dem die Bewegung deutlich sichtbar wird.

Anhang. Protokolle.

Im folgenden sind die Protokolle der meisten, im Text nicht ausführlich mitgeteilten Versuche aufgenommen. Auch hier habe ich den Anfangswinkel folgerichtig mit 0° bezeichnet. Die Abweichungen im Sinn der positiven Reizung sind mit positivem, die Abweichungen in entgegengesetzter Richtung mit negativem Vorzeichen versehen. Zumeist wurde der Neigungswinkel jeder Wurzel bestimmt. Dieser wird sodann in Parenthese neben 0° angegeben.

Wie schon eingangs im Teil I erwähnt, wurde an jeder Pflanze zumeist mehrere Nebenwurzeln beobachtet, wenn sie nämlich annähernd parallel waren. Vom Spielraum, den ich mir zugelassen habe, geben nun die Neigungswinkel eine Vorstellung. Alle Wurzeln eines Versuchs sind in einer Folge numeriert. Die zu einer Pflanze gehörenden sind jedoch durch Striche umgegrenzt.

Um eine Vorstellung von der Genauigkeit meiner Registrierungs- und Messungsmethodik¹ zu geben, lasse ich hier zunächst zwei voneinander ganz unabhängige Messungen an demselben Film folgen. Zugleich mag dieser Versuch als Beispiel auf das Aussehen der ursprünglichen Protokolle dienen.

Versuch 185. Temperatur 26° . 4 normalgewachsene Pflanzen. Gereizt in $\pm 0^\circ$
25 Minuten. Dann in -60° à -70° gestellt.

		0°		1		$1\frac{1}{2}$		2		$2\frac{1}{2}$		3 St.	
I	1	40°	42°	40°	41°	40°	37°	40°	41°	42°	42°	42°	41°
	2	54°	$57\frac{1}{2}^\circ$	54°	54°	$51\frac{1}{2}^\circ$	50°	$52\frac{1}{2}^\circ$	55°	59°	60°	$57\frac{1}{2}^\circ$	$57\frac{1}{2}^\circ$
	3	56°	56°	50°	52°	46°	49°	52°	54°	63°	61°	67°	66°
	4	52°	50°	40°	40°	40°	40°	44°	46°	45°	46°	45°	44°
II	5	49°	49°	43°	42°	44°	45°	46°	46°	48°	46°	48°	44°
	6	42°	43°	34°	35°	31°	31°	33°	31°	33°	32°	34°	35°
	7	46°	44°	45°	44°	48°	47°	48°	45°	48°	47°	46°	46°
	8	37°	37°	36°	37°	40°	38°	44°	45°	45°	44°	46°	46°
III	9	41°	30°	35°	36°	36°	36°	40°	$41\frac{1}{2}^\circ$	45°	45°	$46\frac{1}{2}^\circ$	44°
	10	38°	38°	38°	36°	41°	41°	45°	46°	49°	48°	47°	50°
	11	39°	39°	37°	38°	41°	40°	42°	44°	42°	42°	42°	41°
IV	12	40°	39°	36°	$35\frac{1}{2}^\circ$	34°	35°	32°	29°	28°	28°	$28\frac{1}{2}^\circ$	29°
	13	$43\frac{1}{2}^\circ$	46°	32°	36°	34°	26°	—	23°	28°	30°	25°	25°
	14	46°	47°	$29\frac{1}{2}^\circ$	33°	29°	32°	21°	25°	24°	26°	21°	22°
	15	35°	35°	27°	28°	26°	25°	21°	22°	20°	21°	17°	15°
	16	$54\frac{1}{2}^\circ$	36°	21°	24°	21°	23°	18°	18°	18°	20°	15°	16°
	Mittel	43.8°	43.5°	37.3°	37.8°	37.6°	37.2°	38.6°	38.2°	39.8°	39.5°	39.2°	39.1°

¹ Über die Aufnahme der Serien siehe I Kap. I. Die Winkel wurden teils unter Mikroskop, teils im Projektionsapparat gemessen. Über den Film, bezw. den projizierten (vergrößerten) Bild wurde eine auf Glas photographierte Gradscheibe gelegt.

² Der Anfangswinkel ist etwa = Neigungswinkel. Winkerverkleinerung bedeutet daher Herabkrümmung (nach der morph. Unterseite).

Man sieht aus diesen zu verschiedenen Zeiten gemachten Messungen, dass der Ablesungsfehler ziemlich gering ist ($\pm 1.63^\circ$). Wenn man mit Mittelwerten operiert, ist der Fehler verschwindend klein. Ich will besonders hervorheben, dass diese Messungen unter Mikroskop gemacht wurden. Die Projektionsmethode garantiert noch sichere Resultate.

Nunmehr lasse ich die Protokolle der übrigen Versuche folgen ¹.

Versuch 182. 28° C. Gereizt in $\pm 0^\circ 20$ Min. Dann wieder Normallage.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Mittel
0 St.	0(32 ^o)	0(31 ^o)	0(32 ^o)	0(30 ^o)	0(18 ^o)	0(53 ^o)	0(49 ^o)	0(58 ^o)	0(48 ^o)	0(63 ^o)	0(58 ^o)	0(52 ^o)	0(42 ^o)	0(60 ^o)	44.7 ^o
1 »	18	15	10	17	17	5	13	18	19	20	23	16	11	23	28.6 ^o
1 ¹ / ₂ »	18 ¹ / ₂	15	13	10 ¹ / ₂	8 ¹ / ₂	14	12	29	18	27	27	21	10	21	27.2 ^o
2 »	15	14	13	5	1	5	10	19	14	19	27	—	13	31	29.8 ^o
2 ¹ / ₂ »	10	9	13	5 ¹ / ₂	5	19	9	17	14	24	27	14	9	32	29.8 ^o
3 »	10	9	16	3	2	27	10	23 ¹ / ₂	17 ¹ / ₂	27	26	20	10	28	28.1 ^o

Versuch 183. 26 — 27° C. Gereizt in $\pm 0^\circ 30$ Min. Dann wieder Normallage.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Mittel
0 St.	0(53 ^o)	0(40 ^o)	0(44 ^o)	0(48 ^o)	0(57 ^o)	0(57 ^o)	0(44 ^o)	0(33 ^o)	0(39 ^o)	0(38 ^o)	0(45 ^o)	0(43 ^o)	0(43 ^o)	0(49 ^o)	0(40 ^o)	0(48 ^o)	0(45.1 ^o)
1 »	16	5	—	3	11	0	4	16 ¹ / ₂	2	9	7	6	0	27	0	3	26.7 ^o
1 ¹ / ₂ »	6	9	14	4 ¹ / ₂	10	8	9	13	6 ¹ / ₂	1	3	5	—	20	—	3	2 ¹ / ₂ ^o
2 »	—	9	—	9	12	7	16	13	4	—	10	2	7	6	0	4	4.9 ^o
2 ¹ / ₂ »	—	5	—	9	8	6	14	17	—	1	7	—	5	13	—	—	5.9 ^o
3 »	—	—	—	—	—	—	—	17	0	—	—	—	8	3	21	—	—

Versuch 184, siehe XXVII S. 13.

Versuch 187. 26 — 27° . Gereizt in $\pm 0^\circ 35$ Min. Dann etwa -120° .

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Mittel
0 St.	0(37 ^o)	0(37 ^o)	—	—	0(30 ^o)	0(44 ^o)	0(30 ^o)	—	0(38 ^o)	0(44 ^o)	0(44 ^o)	0(34 ^o)	0(34 ^o)	0(31 ¹ / ₂ ^o)	0(36.7 ^o)
1 »	3	3	0	0	—	1	4	1	0	—	5	3	1	2	—
1 ¹ / ₂ »	1 ¹ / ₂	—	—	7	—	2	—	6	—	6	—	6	—	6	—
2 »	0	—	4	9	4	—	12	—	—	6	—	2 ¹ / ₂	—	12	—
2 ¹ / ₂ »	—	3	—	5	—	9	—	16	—	12	—	6	—	16	—
3 »	—	—	—	9 ¹ / ₂	—	10	—	9	—	17	—	14	—	14	—
5 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

¹ Die Versuche in Reihe A (I S. 29, 31) führe ich nicht ausführlich an. Die Individuenzahl war hier in jedem Versuch grösser (meistens 9 Pflanzen).

Versuch 189. 26°. Gereizt in $\pm 0^\circ$ 25 à 30 Min Dann etwa Inverslage.

	1	2	3	4	5	6	7	Mittel
0 St.	0(40°)	0(46°)	0(26°)	0(29°)	0(40°)	0(57°)	0(52°)	0(41.4°)
1 »	- 2	2	-17	- 7	- 6	- 9	-15	- 7.7°
1 1/2 »	-12	- 2	-23	-17	- 5	-21	-23	-14.7°
2 »	-15	9	-26	-20	- 6	-15	-20	-13.3°
2 1/2 »	-12	4	-26	-20	- 6	-12	-14	-12.5°
3 »	-21	-12	-25	-22	- 6	-15	-14	-17.5°
5 »	-18	-17	-26	-24	- 8	-22	-11	-17.5°

Versuch 192. Gereizt in $\pm 180^\circ$ 25 Min. Dann wieder Normallage.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Mittel
0 St.	0(50°)	0(60°)	0(63°)	0(54°)	0(55°)	0(56°)	0(39°)	0(28°)	0(52°)	0(32°)	0(47°)	0(43°)	0(32°)	0(27°)	0(33°)	0(44°)	0(44.7°)
1 1/2 »	0	+8	0	0	0	0	-5	+ 6	- 4	0	0	+14	+ 6	-12	+5	- 6	+4.1°
1 »	+10	0	-1	0	-2	-6	- 4	+ 2	-3	-2	-7	+13	- 4	+ 3	- 4	-1	+0.2°
2 »	+ 3	- 4	- 8	- 4	-10	- 1	+ 2	-12	- 8	-2	- 3	+ 4	- 3	+ 5	- 3	- 2	-1.6°
2 1/2 »	+ 6	-5 1/2	- 5	- 4	- 9	- 1	+ 2	+17	- 5	-3	- 5	+ 6	- 3	+ 1	- 5	- 5	-1.3°
3 »	+ 8	- 8	- 3	- 3	- 6	+1 1/2	- 1	+ 4	- 3	-2	- 9	+ 8	- 4	+ 5	- 6	- 6	-1.3°

Versuch 195. Siehe Tabelle XXVIII S. 16.

Versuch 198. Gereizt in $\pm 180^\circ$ 30 Min. Dann etwa $- 70^\circ$.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Mittel
0 St.	0(40°)	0(34°)	0(35°)	0(34°)	0(41°)	0(42°)	0(35°)	0	0(37°)	0(48°)	0(46°)	0(52°)	0(44°)	0(30°)	0(47.5°)
1 »	0	1	7	5	9	-4	3	0	-3	1	-	-1	2	3	2.3°
1 1/2 »	- 8	-1	7	2	6	-2	6	-	-4	-4	-2	-1	2	- 8	-7.4°
2 »	- 5	-5	7	-1	3	-	-	-	-	-6	-4	-2	1	-11	-9.4°
2 1/2 »	-	-4	7	-2	1	-6	6	-1	-6	-4	-4	2	2	- 4	0°
3 »	-12	-6	5	0	-1	-9	6	-2	-8	-3	-5	6	6	-	0°

Versuch 200 a. 26° C. Gereizt in $\pm 180^\circ$ 30 Min. Dann etwa $- 110^\circ$.

	1	2	3	Mittel
0 St.	0(48°)	0(49°)	0(46°)	0(47.7°)
1/2 »	2	- 4	4	0.6°
1 »	- 2	- 2	9	1.0°
1 1/2 »	- 3	- 5	3	-1.7°
2 »	0	- 3	3	0°
2 1/2 »	- 6	2 1/2	2	-0.4°

Versuch 200 b. Gereizt in $\pm 180^\circ$ 30 Min. Dann etwa -70° .

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Mittel
0 St.	0(78°)	0(56°)	0(52°)	0(56°)	0(58°)	0(41°)	0(48°)	0(51°)	0(43°)	0(52°)	0(60°)	0(56.2°)
1/2 »	-3	6	6	4	-7	-3	2	0	1	-3	2	0.6°
1 »	1	3	6	4	-10	-8	-	0	1	-5	1	0.1°
1 1/2 »	-5	-3	2	2	-8	-7	-	5	-3	-4	0	0.7°
2 »	-5	-1	2	1	-14	-9	-	6	-5	2	-4	-1.9°
2 1/2 »	-6	-1	1	2	-12	-9	-	8	-7	-	-4	-1.8°
3 »	-8	-2	0	2	-10	-9	-	7	-	-	-1	-2.6°

Anm. In Tab. IX ist der letzte Wert fehlgedruckt.

Versuch 201. *Klinostatpflanzen*. 26°—27° C. Gereizt in $\pm 0^\circ$ 25 Min. Dann wieder Klinostat.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Mittel
0 St.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 »	14	21	25	12	9	13	14	10	10	10	6	13.1°
1 1/2 »	10	20	25	13	13	12	16	10	12	19	5	13.1°
2 »	12	19	26	17	14	17	14	11	11	11	4	14.2°
2 1/2 »	10	17	25	14	10	16	13	14	14	17	2	13.8°
3 »	10	13	23	15	14	19	10	15	12	15	4	13.5°

Versuch 203. *Klinostatpflanzen*. Gereizt in $\pm 180^\circ$ 25 Min. Dann wieder Klinostat.

	1	2	3	4	5	6	Mittel
0 St.	0(56°)	0(51°)	0(53°)	0(56°)	0(56°)	0(55°)	0(54.5°)
1/2 »	-	-	-	20	17	7	14.0°
1 »	15	29	26	30	24	13	22.8°
1 1/2 »	26	29	28	26	26	16	25.7°
2 »	26	30	29	22	19	9	22.5°
2 1/2 »	26	31	29	-	-	-	-
3 »	27	32	33	30	14	7	23.8°

Versuch 207. *Klinostatpflanzen*. 27°—28°. Gereizt in $\pm 180^\circ$ 25 Min. Dann wieder Klinostat.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Mittel
0 St.	0(50°)	0(42°)	0(33°)	0(42°)	0(38°)	0(44°)	0(36°)	0(56°)	0(51°)	0(54°)	0(45.3°)
1/2 »	5	0	13	8	7	4	4	14	21	11	8.9°
1 »	21	16	23	17	14	8	12	-	-	-	12.5°
1 1/2 »	18	19	21	15	14	10	14	13	23	18	16.7°
2 »	22	18	21	17	14	8	19	14	19	16	17.0°
2 1/2 »	22	20	24	20	13	8	19	18	23	20	19.0°
3 »	20	21	25	21	12	8	20	14	20	18	18.1°

Versuch 208. 25° — 26° . Gereizt in $\pm 180^{\circ}$ 30 Min. Dann etwa -110° à -120° .

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Mittel
0 St.	0(49°)	0(43°)	0(44°)	0(66°)	0(59°)	0(63°)	0(44°)	0(37°)	0(42°)	0(49,6°)
$1/2$ »	3	11	0	6	8	-5	1	5	2	4,6°
1 »	4	7	4	4	8	2	3	4	5	4,6°
$1\frac{1}{2}$ »	7	7	6	-1	11	-2	0	8	—	5,8°
2 »	—	9	6	1	14	1	-2	10	12	5,3°
$2\frac{1}{2}$ »	2	5	4	3	13	-3	—	—	—	(4,6°)

Versuch 209. Siehe Tab. XXVII S. 13.

Versuch 210. Siehe Tab. XXIV S. 7.

Versuch 211. Siehe Tab. XXIII S. 4.

Versuch 212 (aufgeführt in Tab. XVI I S. 43). Klinostat 24 St. — 90° 40 Min.
 $\pm 0^{\circ}$ 20 Min. Wieder Klinostat.

	1	2	3	4	5	6	Mittel
0 St.	0	0	0	0	0	0	0
$2/3$ »	0	4	3	-6	-4	4	2,2°
1 »	6	7	4	-6	-5	2	2,8°
$1\frac{1}{2}$ »	14	—	10	-2	6	12	10,5°
2 »	18	—	15	—	8	10	12,75°
$2\frac{1}{2}$ »	$17\frac{1}{2}$	—	9	—	5	6	9,25°
3 »	16	—	7	—	2	3	7,0°
$3\frac{1}{2}$ »	23	—	7	—	3	2	6,25°

Anm. Wurzel 4 wurde in das Mittel nicht mitberechnet. In Tab. XVI sind sie berechnet.

Versuch 213. Siehe Tab. XXIII S. 5.

Versuch 215. (Tab. XI). Normalpflanzen auf den Klinostat gebracht.

	1	2	3	4	5	Mittel
0 St.	0(49°)	0(43°)	0(38°)	0(34°)	0(38°)	0(40,4°)
$1/2$ »	8	6	8	3	3	5,0°
1 »	9	12	8	7	5	8,2°
$1\frac{1}{2}$ »	9	13	12	13	8	11,0°
2 »	13	13	11	9	9	10,8°
$2\frac{1}{2}$ »	12	11	7	10	6	8,8°
3 »	12	8	7	12	1	7,6°
$3\frac{1}{2}$ »	14	10	5	12	4	8,6°

Versuch 239 (Tab. XV). Reihe a ist das Mittel von 3 Wurzeln, c das Mittel von 2 Wurzeln. Die erste Reihe wird hier reproduziert. Pflanzen 24 St. am Klinostat gewachsen.

	1	2	3	Mittel
0 St.	0	0	0	0
$\frac{3}{4}$ St.	7	8	10	8,3 ^o
$1\frac{1}{4}$ St.	—	10	2	(6)
$2\frac{3}{4}$ St.	10	8	— 3	5,0 ^o
$3\frac{3}{4}$ St.	5	4	— 4	1,7 ^o
$4\frac{3}{4}$ St.	8	5	— 1	4,0 ^o
$5\frac{3}{4}$ St.	8	8	— 2	4,7 ^o
$6\frac{3}{4}$ St.	11	6	0	5,7 ^o

Versuch 249. (Tab. XV). Am Klinostat 9 St. vor dem Versuch gewachsen. 1—4 in $\pm 0^\circ$, 5—6 in $\pm 180^\circ$ gereizt. Reizdauer 10 Min.

	1	2	3	4	Mittel	5	6	Mittel
0 St.	0	0	0	0	0	0	0	0
$\frac{1}{2}$ St.	5	3	1	3	3,0 ^o	6	6	6 ^o
$1\frac{1}{2}$ St.	6	3	4	1	3,5 ^o	4	3	3,5 ^o
$2\frac{1}{2}$ St.	4	— 3	2	1	1,0 ^o	5	— 1	2,0 ^o
$3\frac{1}{2}$ St.	4	— 1	3	2	2,0 ^o	5	— 1	2,0 ^o
$4\frac{1}{2}$ St.	6	— 2	—	—	—	—	— 3	—
$5\frac{1}{2}$ St.	7	—	—	— 2	—	6	— 2	2,0 ^o
$6\frac{1}{2}$ St.	6	—	—	—	—	8	— 4	2,0 ^o

Versuch 250 (Tab. XV). Die Wurzel sind in Inverslage gewachsen. Klinostat 24 St. Reizdauer 15 Min.

	1	2	3	4	Mittel
0 St.	0	0	0	0	0
$\frac{1}{2}$ St.	6	3	6	4	4,7 ^o
1 St.	15	9	16	9	12,2 ^o
$1\frac{1}{2}$ St.	15	14	17	6	13,0 ^o
2 St.	12	13	19	16	15,0 ^o
$2\frac{1}{2}$ St.	11	14	15	10	12,5 ^o
3 St.	9	15	16	9	12,2 ^o
$3\frac{1}{2}$ St.	10	12	16	7	11,2 ^o
4 St.	10	12	17	8	11,7 ^o
$4\frac{1}{2}$ St.	9	10	15	7	10,2 ^o
5 St.	6	11	14	6	9,2 ^o
$5\frac{1}{2}$ St.	7	11	15	7	10,0 ^o
6 St.	6	12	16	8	10,5 ^o
$6\frac{1}{2}$ St.	5	8	17	8	9,5 ^o
7 St.	8	9	16	7	10,0 ^o
24 St.	6	4	45	21	(19,0 ^o)

Anm. Die Werte in Tab. XV sind durchgehends etwa 2^o niedriger. Druck — oder Schreibfehler.

Versuch 251 (Tab. XV). Klinostat 24 St. Gereizt 12 Min. in $\pm 0^\circ$ (1—4) und $\pm 180^\circ$ (5—7).

	1	2	3	4	Mittel	5	6	7	Mittel
0 St.	0	0	0	0	0 ⁰	0	0	0	0
1/2 »	5	5	5	8	5.7 ⁰	15	12	8	11.7 ⁰
1 »	13	5	7	12	9.2 ⁰	14	9	13	12.0 ⁰
1 1/2 »	11	3	15	10	9.7 ⁰	13	2	7	7.3 ⁰
2 »	11	4	10	9	8.5 ⁰	12	1	2	5.0 ^{0 1}
2 1/2 »	13	3	10	9	8.7 ⁰	17	4	1	7.3 ⁰
3 »	11	1	—	—	—	18	5	3	8.7 ⁰
3 1/2 »	12	4	10	6	8.0 ⁰	17	3	2	7.3 ⁰
4 »	11	4	—	—	—	—	—	—	—
6 »	12	—	—	—	—	14	-1	-2	3.7 ⁰

Anm. Reihe a und Reihe b¹⁾ stimmen auch nicht mit den Ziffern in Tab. XV. Die Werte in Reihe a sind hier durchgehends um 2.5⁰ kleiner.

Versuch 263 (Tab. XVII).

	1	2	3	4	5	Mittel
0 St.	0 (39 ⁰)	0 (47 ⁰)	0 (43 ⁰)	0 (35 ⁰)	0 (40 ⁰)	0 (41.6 ⁰)
1/3 »	3	4	4	1	3	3.0 ⁰
1 »	1	11	14	4	8	7.0 ⁰
1 1/3 »	7	18	15	10	12	12.4 ⁰
2 1/3 »	11	20	15	9	12	13.4 ⁰
4 »	13	21	22	16	21	18.6 ⁰
4 1/3 »	15	30	24	15	20	20.8 ⁰
5 »	9	13	13	6	12	10.4 ⁰

Versuch 282 (Tab. XVIII). Doppelreizung in $\pm 0^\circ$ (52'') und -90° (98'')
Drei annähernd parallele Wurzeln (Divergenz 2⁰, 6⁰ und 8⁰).

	0	1	2	3	4	11	12	13	14	15	16	17	18	19 St.
1	0	-4	-6	-10	1	8 ¹	4 ²	4 ²	6	2	0	7 ¹	8 ²	17
2	0	2	0	3	6	15 ¹	13 ²	9 ²	10	12	11	14 ¹	11 ²	12
3	0	-1	-4	-3	0	14	8	8	10	8	6	9	6	8
Mittel	0	-1 ⁰	-3.3 ⁰	-3.3 ⁰	2.3 ⁰	12.3 ⁰	8.5 ⁰	3.0 ⁰	8.7 ⁰	7.5 ⁰	5.7 ⁰	10.0 ⁰	8.3 ⁰	10.3 ⁰

Anm. Nach dem Schluss des Versuch wurden die Wurzeln in $\pm 0^\circ$ gestellt und zeigte hier kräftige Krümmung.

¹ Die äusserste Spitze stärker gekrümmt als die übrige Bewegungszone.

² Die äusserste Spitze schwächer gekrümmt.

Versuch 283 (Tab. XVIII). Doppelreizung in $\pm 180^\circ$ ($37''$) und -90° ($112''$).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12 St.
1	0	2	6	10	11	11	10	12	10	11	11	9	9
2	0	1	7	8	13	9	10	9	9	9	9	10	11
Mittel	0	1.5 ^o	6.5 ^o	9.6 ^o	12.0 ^o	10.0 ^o	10.6 ^o	10.5 ^o	9.5 ^o	10.6 ^o	10.6 ^o	9.5 ^o	10.6 ^o

Zu Kap. VI.

Ich teile hier die ausführlichen Protokolle einiger Versuche mit, in denen die Partialablenkung der Zonen bestimmt und von denen in Kap VI nur die Totalablenkung angegeben wurde. Die graphisch dargestellten Versuche habe ich nicht aufgenommen.

Versuch 230 (I S. 61). 0° konstant während 45 Minuten. Dann -90° .

Zonen etwa 1.5 Mm. lang, von der Spitze numeriert.

	0	1/4	1/2	3/4	1	1/4	1/2	3/4	2	1/4	1/2	3/4	3	1/4	1/2	3/4	4	1/4	1/2 St.	
Pf. I	1	-4 1/2	-5	-3	1/2	3	2 1/2	-1/2	-4	-3 1/2	-4	-5 1/2	-3 1/2	-3	-3 1/2	-2	-4	-2	-3	0
	2	1	-1 1/2	0	1 1/2	3	4	2	0	-1 1/2	-1 1/2	-1 1/2	-3	-3	-1/2	0	-1	-1/2	1/2	1
	3	-1	0	0	1/2	0	0	0	-1	-1	-1 1/2	-2	-4	-4	-3	0	-1 1/2	-2	-2	0
	4	0	1	0	0	-1	0	0	-1	-2	0	0	-1 1/2	-2	-4	-2	-1/2	-1 1/2	-1 1/2	-1
Pf. II	1	-3	-3 1/2	-1	1/2	3	1/2	1/2	3 1/2	3 1/2	-	-1	-4 1/2	-4	-2 1/2	-3 1/2	-5	-4 1/2	-7 1/2	-3 1/2
	2	0	0	0	3	6	6	1 1/2	-1	-2	-	-1 1/2	-1 1/2	1	-3 1/2	-3	-3 1/2	-4 1/2	1/2	-2 1/2
	3	0	0	-1 1/2	-1	2	4	3	1	0	-	2 1/2	-1 1/2	0	2	2	3 1/2	-2	-4	-2 1/2
	4	0	0	0	1 1/2	1 1/2	1/2	1/2	1 1/2	-	-	1/2	1	1/2	-1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	-1/2	-1 1/2

Die Partialablenkungen wurden in der Weise bestimmt, dass der angrenzende Teil der ausgewachsenen Zonen gleich 0° gesetzt wurde. Dann wird die Ablenkung der letzten noch krümmungsfähigen Zone auf diesen bezogen. Die Ablenkung der nächsten krümmungsfähigen Zone wird wieder auf diese bezogen usw.

Versuch 293. Klinostattpflanze. 0° konstant (siehe S. 54 Teil I).

I Zonen etwa 1.5 lang. II Zonen etwa 0.8 Mm. lang.

	3	13	23	33	43	53	63	73	83	93	103	113	123	133	143	153 Min.	
Pf. I	1	1	1/2	1	3 1/2	6 1/2	11 1/2	12	12	14	16	16 1/2	14	13 1/2	13 1/2	12 1/2	14
	2	1 1/2	1 1/2	2	2	4	5 1/2	7 1/2	8 1/2	8	8	10	10 1/2	10 1/2	10 1/2	10	10
	3	0	2	1/2	1 1/2	1	1 1/2	2 1/2	2 1/2	2	3	3 1/2	2	3	3 1/2	3 1/2	3 1/2
	4	0	0	1 1/2	0	0	-1/2	0	1	2	1	1/2	2	1 1/2	2	2	2 1/2
Pf. II	1	-2	1	1/2	1 1/2	3	2 1/2	2	1	4 1/2	-	-	-	-	-	-	
	2	-1	-1	1	1 1/2	3 1/2	4 1/2	7	7	7 1/2	-	-	-	-	-	-	
	3	-1 1/2	0	0	-1/2	1 1/2	3	4 1/2	6	7	-	-	-	-	-	-	
	4	0	1	1	1	1	2	2 1/2	4	3	-	-	-	-	-	-	

Versuch 290 (Tab. XVIII). Doppelreizung in $\pm 180^\circ$ ($34\frac{1}{2}''$) und -90° ($111\frac{2}{3}''$).

λ	$1/2$	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{2}$	$6\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$	$8\frac{1}{2}$	$9\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{2}$	$11\frac{1}{2}$	$12\frac{1}{2}$	$13\frac{1}{2}$	$14\frac{1}{2}$	$15\frac{1}{2}$	$16\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	$18\frac{1}{2}$	$19\frac{1}{2}$	$20\frac{1}{2}$ St.
1	3	10	11	11	14	12	8	10	11	12	12	12	14	16	18	18 $\frac{1}{2}$	20	16	15	14	14
2	3	5	5	4 $\frac{1}{2}$	6	5 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	4	4	5	4 $\frac{1}{2}$	4	3	2	0	0		1	3	3	2 $\frac{1}{2}$
3	-5	3	2	4	8	5 $\frac{1}{2}$	0	1	—	6 $\frac{1}{2}$	7	6	6	5 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	4	2	2 $\frac{1}{2}$	4	6	5
Mittel	$-1\frac{1}{3}^\circ$	5.7°	6°	6.5°	9.3°	7.7°	3.8°	5.0°	—	7.8°	7.8°	7.3°	7.7°	7.8°	7.2°	7.5°	7.5°	6.5°	7.3°	6.8°	7.2°

Zitierte Literatur.

Teil I vorliegender Abhandlung erschien in diesen Verhandlungen. Bd. 28. Nr 6. 1917.

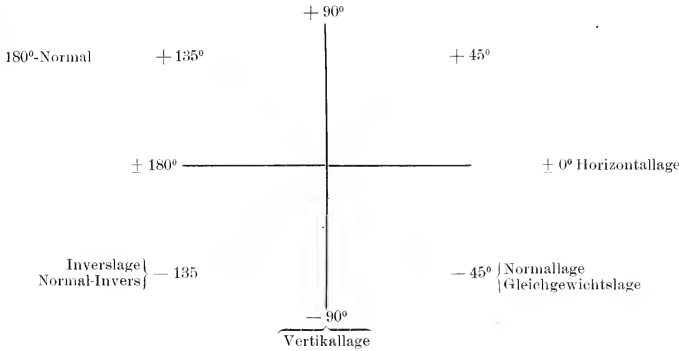
- ARISZ, W. H., 1915, Untersuchungen über Phototropismus. Recueil des travaux botaniques néerlandais. Vol. XII. Livr. 1.
- BARANETZKY, J., 1901, Über die Ursachen, welche die Richtung der Äste der Baum- und Stracharten bedingen. Flora Bd. 89.
- BREMEKAMP, C. E. B., 1912, Die rotierende Nutation und der Geotropismus der Windepflanzen. Recueil des travaux botaniques néerlandais. Vol. 9.
- , 1913, On the mutual influence of phototropic and geotropic reactions in plants. Kon. Akad. van Wetensch. Amsterdam. Proceedings of the Section of Sciences. Vol. XVII. 2.
- BRUCK, W. F., 1904, Untersuchungen über den Einfluss von Aussenbedingungen auf die Orientierung der Seitenwurzeln. Zeitschr. f. allgem. Physiologie. Bd. 3.
- CLARK, O. L., 1913, Über negativen Phototropismus bei *Avena sativa*. Zeitschrift für Botanik. Bd. 5.
- CZAPEK, FR., 1895, Über die Richtungsursachen der Seitenwurzeln und einiger anderer plagiotroper Organe. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Mathem.-naturw. Cl. Bd. 104. Abt. 1.
- , 1898, Weitere Beiträge zur Kenntnis der geotropischen Reizbewegungen. Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd. 32. H. 2.
- , 1908, Geotropismus und Pflanzenform. WIESNERFestschrift Wien. S. 92.
- DARWIN, FR., 1899, On geotropism and the localization of the sensitive region. Annals of Botany. Vol. 13.
- , and PERTZ, D. F. M., 1892, On the artificial production of rhythm in plants. Annals of Botany. Vol. 6.
- ELFVING, F., 1880, Beitrag zur Kenntnis der physiologischen Einwirkung der Schwerkraft auf die Pflanzen. Acta soc. scient. fennicae Tom. 12.
- FITTING, H., 1903, Untersuchungen über den Haptotropismus der Ranken. Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd. 37. H. 4.
- , 1905, Untersuchungen über den geotropischen Reizvorgang. Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd. 41. H. 2 u. 3.
- , 1913, Tropismen. Handwörterbuch der Naturwissenschaften. Jena.
- HERING, F., 1904, Untersuchungen über das Wachstum inversgestellter Pflanzen. Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd. 40.
- JOST, L., und STOPPEL, R., 1912, Die Veränderung der geotropischen Reaktion durch Schlederkraft. Zeitschrift für Botanik. Bd. 4.
- KRONES, F. E., 1914, Einfluss des Lichts auf den Geotonus. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. Mathem.-nat. Cl. Wien. Bd. 123. Abt. 1.
- LUNDEGÄRDH, H., 1916, Physiologische Studien über die Baumarchitektonik. Kungl. Svenska Vet. Akad. Handlingar. Band 56. Nr. 3.
- MIEHE, H., 1902, Über korrelative Beeinflussung des Geotropismus einiger Gelenkpflanzen. Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd. 37.
- NOLL, F., 1902, Zur Kontroverse über den Geotropismus. Berichte d. deutsch. botan. Gesellschaft. Bd. 20.

- NORDHAUSEN, M., 1907, Über Richtung und Wachstum der Seitenwurzeln unter dem Einfluss äusserer und innerer Faktoren. *Jahrb. f. wiss. Botanik.* Bd. 44.
- PRINGSHEIM, N., 1907, Einfluss der Belichtung auf die heliotropische Stimmung. *COHNS Beitr. z. Biologie d. Pflanzen.* Bd. 9.
- PFEFFER, W., 1904, *Pflanzenphysiologie.* 2te Aufl. Bd. 2.
- , 1907, Untersuchungen über die Entstehung der Schlafbewegungen der Blattoorgane. *Abhandl. d. math. nat. Kl. d. kön. sächs. Gesellsch. d. Wissensch.* Bd. 30. Nr. 3.
- RISZ, M.-M., 1913, Über den Einfluss alseitig und in der Längsrichtung wirkender Schwerkraft auf Wurzeln. *Jahrb. f. wiss. Botanik.* Bd. 53.
- SACHS, J., 1874, Über das Wachstum der Haupt- und Nebenwurzeln. *Arb. botan. Institut. Würzburg.* Bd. 1. H. 4.
- SCHOBER, A., 1898, Das Verhalten der Nebenwurzeln in vertikaler Lage. *Botan. Zeitung.* Bd. 65. Abt. I.
- SIMON, S. W., 1912, Untersuchungen über den autotropischen Ausgleich geotropischer und mechanischer Krümmungen der Wurzeln. *Jahrb. f. wiss. Botanik.* Bd. 51.
- STAHL, E., 1884, Einfluss des Lichtes auf den Geotropismus einiger Pflanzenorgane. *Ber. d. deutsch. botan. Gesellsch.* Bd. 2.
- TRÖNDLE, A., 1913, Der zeitliche Verlauf der geotropischen Reaktion und die Verteilung der geotropischen Sensibilität in der Koleoptile. *Jahrb. f. wiss. Botanik.* Bd. 52.
- , 1915, Untersuchungen über die geotropische Reaktionszeit und über die Anwendung variationsstatistischer Methoden in der Reizphysiologie. *Neue Denkschr. d. schweiz. naturforsch. Gesellsch.* Bd. 51. Abt. 1.

Berichtigungen und Zusätze

zu Teil I (Lunds Universitets Årsskrift. N. F. Avd. 2. Bd 13. Nr 6) und II.

Zur Orientierung über die trigonometrischen Winkelbezeichnungen (vgl. I S. 15) sei folgendes Schema beigefügt, wobei zugleich, um die Bezeichnung der Inverslagen zu erklären, der Einfachheit halber der Gleichgew. \wedge einer Nebenwurzel = 45° gesetzt wurde.



Teil I.

- Seite 17. In Tabelle I wurden die Pflanzen nach der Reizung in Normallage gestellt.
- Seite 25. In der Tab. sind die Winkel angegeben, die die Nebenwurzeln mit der Hauptwurzel bilden.
- Seite 29. In der Tab. IX B sind die Werte in den Reihen l 182, m 183, q 200, u 187 und y 189 in Übereinstimmung mit den Protokollen in II S. 57 f. zu korrigieren. Die Unterschiede, ausgenommen Reihe l 182 und q 200, wo Druckfehler vorliegen, rühren daher, dass bei Redaktion der Protokolle einzelne Wurzeln, die bei der Berechnung der Mittelwerte in Tab. IX nicht mitgenommen wurden, hinzugekommen sind. Das Resultat wird hierdurch in keiner Weise verrückt. — Die in der Anm. gegebene Erklärung der Vorzeichen gilt, wenn nicht anders angegeben, auch für die nachfolgenden Tabellen.
- Seite 30. Zeile 5 von unten. Soll heißen in den -110° u. -120° entsprechenden Inverswinkeln (-70° u. -60°).
- Seite 31. Zeile 2 von unten. Der Wert nach $\frac{1}{2}$ St ist 14. 9 (statt 15. 9).

- Seite 36. Zeile 5 und 7 von oben. Das Mittel der Neigungswinkel ist $40,5^\circ$ (statt $50,8^\circ$) und die Ablenkung 11° (statt 13,4); vgl. Tab. XI und Protokoll.
- Seite 42. In Tab. XV sind die Werte der Versuche 250 und 251 in Übereinstimmung mit den Protokollen in II S. 61 f. zu korrigieren.
- Seite 45. Zeile 3 u. 6 von oben. CZAPEK und PEKELHARING (wie auch FITTING, RISS u. a. Forscher) rechnen den Winkel von der unteren Vertikallage aus. In trigonometrischer Bezeichnung würde es heißen $+45^\circ$.
- Seite 50. Zeile 5 von oben ist hinzuzusetzen »wenn die Reizdauer in -90° etwa 2 bis 3 mal länger ist als die Reizung in Horizontallage».
- Seite 54. Zeile 6 u. 10 von unten. Soll heißen basipetal (statt akropetal). Desgleichen S. 59 letzte Zeile.
- Seite 58. Die Bezeichnung »Zunahme» bei den Tabellen wäre besser gegen »Ablenkung» zu vertauschen.
- Seite 63. Erstes Stück. Die Behauptung über Fortdauer der Erregung ist in II S. 51 berichtigt.

Teil II.

- Seite 4. Bei der Erklärung zu Tab. XXIII soll es heißen »In dieser und folgenden Tabellen wird, sofern nicht anders angegeben» usw.
- Seite 7. In Tab. XXIV Versuch 214 ist die Ablenkung im Sinn der $+$ Reizung angegeben.
- Seite 10. Die Zahlen in Parenthese in der ersten Kolonne sind aus dem Krümmungszustand nach $\frac{1}{2}$ St. kalkuliert, also nicht ganz zuverlässig.
- Seite 15. In der hier berechneten »Reaktionszeit» der negativen Reaktion ist aus leicht ersichtlichen Gründen die Präsentationszeit nicht mit einbegriffen. — Zeile 7 von unten soll heißen Tabelle XXIV (statt XXV).
- Seite 38. Zeile 14—15 von unten soll heißen: im ersten und zweiten Quadranten. — Zeile 2 von unten: (statt anatonisch) katatonisch.
- Seite 39. Zeile 9 von unten soll heißen »in dem ersten und zweiten Quadranten». Zeile 6 v. u. »in dem dritten und vierten Quadranten». Die Bezeichnungen sind umgeworfen worden.
- Seite 53. XIX. Soll heißen »klinostatierte und dann in -90° gestellte Wurzeln».
- Seite 57. Im Versuch 182 sind die Mittel durch Versehen in Grenzwinkelwerten angegeben — Im Versuch 183 ist der zweite Mittelwert $6,7^\circ$ (statt 26,7).

Im den Tabellen XXI v. a. XXV, XXVI, XXVII, XXX ist der Sinn der Vorzeichen übereinstimmend sowohl mit den Tabb. in I wie mit der II S. 4 gegebenen Vorschrift. Für Tab. XXVIII u. XXIX gilt selbstverständlich nur die letztere.

SUR LES SYSTÈMES D'ÉQUATIONS AUX DIFFÉRENCES
FINIES LINÉAIRES ET HOMOGÈNES

THÈSE POUR LE DOCTORAT

PAR

SIGURD STADLER



LUND
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG
OTTO HARRASSOWITZ

Lu à la Société Royale Physiographique le 8 Mai 1918.

LUND 1918
IMPRIMERIE HÅKAN OHLSSON

INTRODUCTION.

Dans l'étude des solutions analytiques d'une équation linéaire aux différences finies on a rencontré certaines difficultés dues surtout à ce qu'on ne possédait aucun instrument analytique propre à représenter ces solutions.

M. NÖRLUND, on le sait, a surmonté ces difficultés en des cas importants, et dans ses travaux*, si profonds pour toute la théorie des équations aux différences linéaires, il a développé une théorie toute analogue à la théorie des équations différentielles linéaires. M. NÖRLUND a fait voir que ce sont les séries de facultés, qui jouent le même rôle dans la théorie des équations aux différences qu'ont joué les séries de puissances dans la théorie des équations différentielles.

Dans le second des Mémoires cités, M. NÖRLUND a traité l'équation suivante:

$$(1) \quad \sum_{i=0}^n (-1)^i (x-1)(x-2)\dots(x-i) p_i(x) \cdot \Delta_{-1}^i u(x) = 0,$$

où $p_n(x) = 1$ et les autres $p_i(x)$ se représentent par des séries de facultés de la forme

$$p_i(x) = \sum_{s=0}^{\infty} \frac{\alpha_s^{(i)}}{x(x+1)\dots(x+s-1)},$$

convergentes dans un certain demi-plan $\Re(x) > \lambda$, où $\Re(x)$ désigne la partie réelle de x . On a ici posé:

$$\Delta_{\omega}^i u(x) = \frac{u(x+i\omega) - \binom{i}{1} u(x+(i-1)\omega) + \dots + (-1)^i u(x)}{\omega^i}.$$

M. NÖRLUND a démontré l'existence d'un système fondamental de solutions qui se représentent par des développements de la forme

$$(2) \quad u_i(x) = \left(\frac{1}{x}\right)^{\rho} \left(\tau_0(x) + \tau_1(x) \cdot \log\left(\frac{1}{x}\right) + \dots + \tau_m(x) \cdot \log^m\left(\frac{1}{x}\right) \right),$$

* Voir en particulier:

Sur les équations linéaires aux différences finies à coefficients rationnels. Acta Mathematica t. 40.

Sur l'intégration des équations linéaires aux différences finies par des séries de facultés. Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo t. XXXV.

$\varphi_0(x), \varphi_1(x), \dots, \varphi_m(x)$ étant des fonctions développables en séries de facultés convergentes dans un certain demi-plan $\Re(x) > \text{const.}$

Inversement, les équations de la forme (1) sont les équations les plus générales qui admettent un système fondamental de solutions de la forme (2).

L'équation (1) peut toujours se ramener à une équation, dans laquelle l'intervalle ω est un nombre quelconque, ayant la forme

$$(1') \quad \sum_{i=0}^n P_i(x) A_{-\omega}^i u(x) = 0$$

où les fonctions $x^{-i} P_i(x)$ se représentent par des séries de facultés de la forme

$$a_0^{(i)} + \sum_{s=0}^{\infty} \frac{a_{s+1}^{(i)}}{x(x+\omega) \dots (x+s\omega)},$$

convergentes pourvu que $\Re\left(\frac{x}{\omega}\right) > \text{const.}$

En faisant tendre l'intervalle ω vers zéro, l'équation aux différences (1') tend vers une équation différentielle du même ordre qui admet l'infini comme point singulier régulier. Les solutions du type (2) correspondent donc aux solutions qu'on appelle régulières, dans la théorie des équations différentielles; pour abréger nous dirons que les solutions du type (2) sont régulières.

Dans ce qui suivra, nous allons démontrer qu'il existe une classe de systèmes d'équations aux différences linéaires et homogènes du premier ordre, ayant des systèmes fondamentaux de solutions régulières. Nous allons considérer un système qui est d'une importance particulière, ici appelé canonique, auquel tous les autres systèmes de la classe susdite peuvent se ramener par des substitutions simples.

On arrive de (1) à un système canonique en faisant les substitutions:

$$(3) \quad \begin{cases} u_1(x) = u(x) \\ u_2(x) = (x-1) A_{-1} u(x) \\ u_3(x) = (x-1)(x-2) A_{-1}^2 u(x) \\ \dots \\ u_n(x) = (x-1)(x-2) \dots (x-n+1) A_{-1}^{n-1} u(x), \end{cases}$$

qui ramènent l'équation (1) au système suivant:

$$(4) \quad \begin{cases} (x-1) A_{-1} u_\lambda(x) = (\lambda-1) u_\lambda(x) + u_{\lambda+1}(x) \\ \lambda = 1, 2, \dots, n-1. \\ (x-1) A_{-1} u_n(x) = ((n-1) + p_{n-1}(x)) u_n(x) - p_{n-2}(x) u_{n-1}(x) \dots \pm p_0(x) u_1(x). \end{cases}$$

Ce système est un cas particulier du système canonique le plus général:

$$(A) \quad \begin{cases} (x-1) A_{-1} u_1(x) = a_{11}(x) u_1(x) + a_{12}(x) u_2(x) + \dots + a_{1n}(x) u_n(x) \\ \dots \\ (x-1) A_{-1} u_n(x) = a_{n1}(x) u_1(x) + a_{n2}(x) u_2(x) + \dots + a_{nn}(x) u_n(x) \end{cases}$$

ce qu'on peut aussi représenter par la notion :

$$(A) \quad (x-1) \Delta_{-1} u_\alpha(x) = \sum_{\lambda=1}^n a_{\alpha\lambda}(x) u_\lambda(x).$$

$$\alpha = 1, 2, \dots, n.$$

On suppose que les coefficients $a_{\alpha\lambda}(x)$ se représentent par les séries de facultés :

$$a_{\alpha\lambda}(x) = \sum_{s=0}^{\infty} \frac{a_{\alpha\lambda}^{(s)}}{x(x+1)\dots(x+s-1)},$$

convergentes dans le demi-plan $\Re(x) > \lambda$. Le produit $x(x+1)\dots(x+s-1)$ doit être remplacé par 1, quand $s = 0$.

Si, au lieu de faire les substitutions (3), on avait posé par exemple :

$$\left\{ \begin{array}{l} u_1(x) = u(x) \\ u_2(x) = \Delta_{-1} u(x) \\ \text{---} \\ u_n(x) = \Delta_{-1}^{n-1} u(x) \end{array} \right.$$

l'équation (1) aurait été ramenée à un système ayant des solutions régulières, mais il n'aurait pas eu la forme canonique.

En traitant le système canonique (A), j'ai constamment fait usage des méthodes, si belles, employées par M. NÖRLUND dans son Mémoire déjà cité.

Qu'il me soit permis d'exprimer ici mes vifs remerciements à M. N. E. NÖRLUND, qui a bien voulu me proposer cette étude et qui a eu la bienveillance de m'assister de ses précieux conseils.

Dans le chapitre II, où il s'agit de former un système fondamental de solutions dans le cas où l'équation caractéristique admet des racines multiples, ou bien des racines qui sont différentes d'un entier, j'ai emprunté à M. HORN* les méthodes qu'il a employé pour l'étude du système correspondant d'équations différentielles.

Dans le chapitre III j'ai déterminé la forme des systèmes admettant des solutions régulières, en me servant d'un procédé employé par M. SCHLESINGER** aux systèmes correspondants d'équations différentielles.

Pour tout ce qui concerne les séries de facultés, je renvoie aux Mémoires † de M. NÖRLUND; je me contente de rappeler une formule de transformation des séries de facultés, jouant un rôle important dans ce qui suivra :

Soit β un nombre complexe quelconque. La fonction $\Omega(x)$, définie par la série

* J. HORN: Zur Theorie der Systeme linearer Differentialgleichungen mit einer unabhängigen Veränderlichen. I. Mathematische Annalen t. 39 (1891).

** L. SCHLESINGER: Vorlesungen über lineare differentialgleichungen, Leipzig (1908), p. 150.

† Sur les séries de facultés. Acta Mathematica t. 37.

Sur l'intégration etc. Dans le premier chapitre sont énoncés tous les théorèmes dont nous ferons usage.

$$(5) \quad \Omega(x) = a_0 + \sum_{s=0}^{\infty} \frac{a_{s+1} \cdot s!}{x(x+1) \dots (x+s)}$$

ayant l'abscisse de convergence λ , admet une représentation de la forme

$$(6) \quad \Omega(x) = a_0 + \sum_{s=0}^{\infty} \frac{\left(a_{s+1} + \frac{\beta}{1} a_s + \dots + \frac{\beta(\beta+1) \dots (\beta+s-1)}{s!} a_1 \right) s!}{(x+\beta)(x+\beta+1) \dots (x+\beta+s)}.$$

Si $\Re(\beta) \geq 0$, cette série converge, si $\Re(x) > \lambda$, $\Re(x) > 0$; Si $\Re(\beta) < 0$ la série converge, si $\Re(x + \beta) > \lambda$, $\Re(x + \beta) > 0$.

Plusieurs auteurs, M.M. BIRKHOFF*, CARMICHAEL**, HORN***, ont considéré des systèmes d'équations aux différences; mais ces systèmes ne rentrent pas dans la classe, étudiée ici. Ces auteurs ont traité les systèmes d'équations aux différences qui embrassent comme des cas limites les systèmes d'équations différentielles admettant le point à l'infini comme point singulier irrégulier. Les systèmes en question s'écrivent

$$(1) \quad u_{\alpha}(x+1) = x^{\mu} \cdot \sum_{\lambda=1}^n a_{\alpha\lambda}(x) u_{\lambda}(x)$$

les fonctions $a_{\alpha\lambda}(x)$ étant données par les séries

$$a_{\alpha\lambda}(x) = a_{\alpha\lambda}^{(0)} + a_{\alpha\lambda}^{(1)} x^{-1} + a_{\alpha\lambda}^{(2)} x^{-2} + \dots$$

convergentes pourvu que $|x| > R$; μ est un nombre entier positif.

Dans le cas où les racines $\rho_{\beta}^{(0)}$ de l'équation caractéristique

$$\left| a_{\alpha\lambda}^{(0)} - \delta_{\alpha\lambda} \cdot \rho \right| = 0$$

sont distinctes, le système est formellement satisfait par les expressions

$$(s) \quad s_{\alpha\beta}(x) = x^{\mu\alpha} (\rho_{\beta}^{(0)} e^{-\mu\alpha} x)^{\beta} \left\{ s_{\alpha\beta}^{(0)} + s_{\alpha\beta}^{(1)} x^{-1} + \dots \right\}$$

$$\alpha, \beta = 1, 2, \dots, n.$$

M. BIRKHOFF démontre l'existence de deux systèmes fondamentaux de solutions qui sont des fonctions analytiques régulières à l'exception des pôles à distance finie et qui se représentent asymptotiquement par les expressions (s), quand x tend vers

* BIRKHOFF: General theory of linear difference equations. Transactions of the American Mathematical Society, t. 12.

** CARMICHAEL: Linear difference equations and their analytic solutions. *ibid.*

*** J. HORN: Zur Theorie der linearen Differenzgleichungen. Jahresh. d. Deutschen Mathematiker-Vereinigung t. 24. (1915).

l'infini en restant dans un demi-plan limité à gauche resp. à droite par une droite perpendiculaire à l'axe des abscisses.

Par la transformation

$$u_\alpha(x) = \Gamma^h(x) \cdot v_\alpha(x),$$

on peut ramener le système (I) à un système de la même forme mais où le nombre μ est égal à zéro.

M. HORN a considéré ce système et, en se servant de la transformation de Laplace

$$u_\alpha(x) = \int e^{-tx} v_\alpha(t) dt,$$

il démontre que les solutions indiquées par M.M. BIRKHOFF et CARMICHAEL peuvent se représenter par des séries de facultés convergentes multipliées par certains facteurs.

CHAPITRE I.

1. Nous allons montrer qu'on peut satisfaire au système (A) au moyen de n fonctions qu'on peut mettre sous la forme

$$(7) \quad u_\alpha(x) = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho)} \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{g_\alpha^{(\nu)}}{(x+\rho)(x+\rho+1)\dots(x+\rho+\nu-1)} = \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{\Gamma(x) \cdot g_\alpha^{(\nu)}}{\Gamma(x+\rho+\nu)}$$

Représentons par

$$(8) \quad P_\alpha(u_1(x), u_2(x), \dots, u_n(x)) = -(x-1) \Delta_{-1} u_\alpha(x) + \sum_{\lambda=1}^n a_{\alpha\lambda}(x) u_\lambda(x)$$

les expressions qui, égalées à zéro, donnent les équations (A).

En substituant $\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho)}$ au lieu de $u_\alpha(x)$ dans les expressions (8); on trouve:

$$(9) \quad P_\alpha\left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho)}, \dots, \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho)}\right) = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho)} \sum_{\lambda=1}^n (a_{\alpha\lambda}(x) + \delta_{\alpha\lambda}\rho) = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho)} \sum_{\lambda=1}^n f_{\alpha\lambda}(x, \rho).$$

Ici, et dans ce qui suivra, on désigne par $\delta_{\alpha\beta}$ le symbole de *Kronecker*:

$$\delta_{\alpha\beta} = \begin{cases} 1 & \alpha = \beta \\ 0 & \alpha \neq \beta \end{cases}.$$

De la même manière on obtient

$$(10) \quad P_\alpha\left(g_1^{(\nu)} \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho+\nu)}, \dots, g_n^{(\nu)} \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho+\nu)}\right) = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho+\nu)} \sum_{\lambda=1}^n f_{\alpha\lambda}(x, \rho+\nu) g_\lambda^{(\nu)}$$

Au lieu de $a_{\alpha\lambda}(x)$ substituons les séries (5) dans l'expression (9); on trouve pour les $f_{\alpha\lambda}(x, \rho)$ des développements en série de facultés. Appliquons à ces séries la transformation (6); on trouve les développements

$$(11) \quad f_{\alpha\lambda}(x, \rho) = \sum_{s=0}^{\infty} \frac{f_{\alpha\lambda}^{(s)}(\rho)}{(x+\rho)(x+\rho+1)\dots(x+\rho+s-1)}.$$

En substituant les séries (7) dans l'expression (9), on trouve

$$P_{\alpha}(u_1, u_2, \dots, u_n) = \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho + \nu)} \sum_{k=1}^n f_{\alpha k}(x, \rho + \nu) g_k^{(\nu)},$$

et après avoir introduit les séries (11), on obtient

$$\begin{aligned} P_{\alpha}(u_1, u_2, \dots, u_n) &= \sum_{\nu=0}^{\infty} \sum_{s=0}^{\infty} \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho + \nu + s)} \sum_{k=1}^n f_{\alpha k}^{(s)}(\rho + \nu) g_k^{(\nu)} = \\ &= \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho + \nu)} \left\{ \sum_{k=1}^n f_{\alpha k}^{(0)}(\rho + \nu) g_k^{(\nu)} + \sum_{k=1}^n f_{\alpha k}^{(1)}(\rho + \nu - 1) g_k^{(\nu-1)} + \dots + \right. \\ &\quad \left. + \sum_{k=1}^n f_{\alpha k}^{(\nu)}(\rho) \cdot g_k^{(0)} \right\}. \end{aligned}$$

Pour que les séries (7) satisfassent formellement, il faut que les relations suivantes, en nombre infini, soient satisfaites

$$(12) \left\{ \begin{array}{l} (a) \quad \sum_k f_{\alpha k}^{(0)}(\rho) g_k^{(0)} = 0 \\ (b) \quad \sum_k f_{\alpha k}^{(0)}(\rho + 1) g_k^{(1)} + \sum_k f_{\alpha k}^{(1)}(\rho) g_k^{(0)} = 0 \\ \dots \dots \dots \\ (c) \quad \sum_k f_{\alpha k}^{(0)}(\rho + \nu) g_k^{(\nu)} + \sum_k f_{\alpha k}^{(1)}(\rho + \nu - 1) g_k^{(\nu-1)} + \dots + \sum_k f_{\alpha k}^{(\nu)}(\rho) g_k^{(0)} = 0 \\ \dots \dots \dots \end{array} \right.$$

Nous supposons que les nombres $g_{\alpha}^{(0)}$ ne s'annulent pas tous. Alors les équations 12 a entraînent la condition

$$F(\rho) = |f_{\alpha k}^{(0)}(\rho)| = |a_{\alpha k}^{(0)} + \delta_{\alpha k} \rho| = 0.$$

Le déterminant $F(\rho)$ est appelé le déterminant caractéristique. Donc le nombre ρ doit être l'une des racines de l'équation algébrique de degré n

$$(13) \quad |a_{\alpha k}^{(0)} + \delta_{\alpha k} \rho| = 0; \quad (\alpha, \lambda = 1, 2, \dots, n)$$

Cette équation s'appelle l'équation caractéristique.

Laissons de côté les conditions 12 a et considérons le nombre ρ comme une variable auxiliaire, dont le domaine de variabilité est borné à un petit voisinage des racines de (13). A l'aide des équations 12 b, 12 c, ..., on trouve par un calcul de proche en proche

$$(14) \quad g_{\alpha}^{(\nu)} = \sum_{k=1}^n \frac{R_{\alpha k}^{(\nu)}(\rho)}{F(\rho + 1) F(\rho + 2) \dots F(\rho + \nu)} g_k^{(0)}, \quad \alpha = 1, 2, \dots, n; \nu = 1, 2, \dots, \infty.$$

$R_{\alpha k}^{(\nu)}(\rho)$ étant des fonctions rationnelles entières de ρ .

Le dénominateur ne peut s'annuler que si $\rho + \nu$, pour quelque valeur de ν , soit égal à une racine ρ_i de l'équation caractéristique $F(\rho) = 0$.

Soit $\rho = \rho_i$ une racine de cette équation, et supposons qu'elle admette des racines $\rho_0, \rho_1, \dots, \rho_{i-1}$ telles que

$$(15) \quad \left\{ \begin{array}{l} \rho_{i-1} - \rho_i = d^{(i)} \\ \rho_{i-2} - \rho_{i-1} = d^{(i-1)} \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ \rho_0 - \rho_1 = d^{(1)} \end{array} \right.$$

$d^{(1)}, d^{(2)}, \dots, d^{(i)}$ étant des nombres entiers positifs.

Alors les expressions

$$\begin{array}{c} F(\rho + d^{(i)}) \\ F(\rho + d^{(i)} + d^{(i-1)}) \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ F(\rho + d^{(i)} + d^{(i-1)} + \dots + d^{(1)}) \end{array}$$

s'annulent toutes pour $\rho = \rho_i$; mais nous prendrons les valeurs indéterminées $g_\alpha^{(0)}$, dont les valeurs proportionnelles interviennent seules dans le calcul, comme des fonctions de ρ , contenant comme facteur une puissance convenable de $\rho - \rho_i$, de sorte que toutes les expressions de $g_\alpha^{(\nu)}$ restent finies et ne s'annulent pas toutes pour $\rho = \rho_i$.

Il est donc toujours possible de trouver des séries de la forme (7) qui satisfont formellement au système d'équations non-homogènes

$$(16) \quad P_\alpha(u_1(x), u_2(x), \dots, u_n(x)) = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho)} \sum_{\lambda=1}^n (a_{\alpha\lambda}^{(0)} + \delta_{\alpha\lambda} \cdot \rho) \cdot g_\lambda^{(0)}(\rho).$$

2. Avant de démontrer la convergence des séries (7), nous allons préparer le système (A) par quelques transformations.

Posons

$$u_\alpha(x) = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho)} v_\alpha(x);$$

le système (A) se transforme en le suivant:

$$(x + \rho - 1) \Delta_{-1} v_\alpha(x) = \sum_{\lambda=1}^n (a_{\alpha\lambda}(x) + \delta_{\alpha\lambda} \cdot \rho) v_\lambda(x)$$

et le système non-homogène (16) se transforme en:

$$(17) \quad (x + \rho - 1) \Delta_{-1} v_\alpha(x) = \sum_{\lambda=1}^n c_{\alpha\lambda}(x) \cdot v_\lambda(x) + \sum_{\lambda=1}^n f_{\alpha\lambda}^{(0)}(\rho) \cdot g_\lambda^{(0)}(\rho),$$

où l'on a posé $c_{\alpha\lambda}(x) = a_{\alpha\lambda}(x) + \delta_{\alpha\lambda} \cdot \rho$.

Ce système est donc satisfait formellement par les développements :

$$(18) \quad v_{\alpha}(x) = \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{g_{\alpha}^{(\nu)}}{(x+\rho)(x+\rho+1)\dots(x+\rho+\nu-1)}.$$

Au lieu de déterminer directement le domaine de convergence de ces séries, nous allons étudier des séries qu'on déduit de celles-ci à l'aide de la formule de transformation (9), de sorte que nous pourrions étudier non seulement le domaine de convergence mais aussi les domaines de sommabilités des séries (18).

Nous supposons que les séries pour les $a_{\alpha\lambda}(x)$ sont sommables par des moyennes arithmétiques d'ordre r pour $\Re(x) > \lambda_r$ et que l'une au moins de ces séries admet λ_r pour abscisse de sommabilité d'ordre r .

Alors les séries $c_{\alpha\lambda}(x)$ admettent les développements

$$c_{\alpha\lambda}(x) = a_{\alpha\lambda}^{(0)} + \delta_{\alpha\lambda} \cdot \rho + \sum_{s=1}^{\infty} \frac{\bar{a}_{\alpha\lambda}^{(s)}}{(x+r)(x+r+1)\dots(x+r+s-1)},$$

convergeants, pourvu que $\Re(x) > \lambda_r$, $\Re(x) > 0$.

Multiplions le système (18) par $q(x) = \frac{x+r}{x+\rho-1}$, on trouve

$$(19) \quad \begin{aligned} (x+r)\Delta_{-1}v_{\alpha}(x) &= \sum_{\lambda=1}^n \frac{x+r}{x+\rho-1} \cdot c_{\alpha\lambda}(x) \cdot v_{\lambda}(x) + q(x) \cdot \sum_{\lambda=1}^n f_{\alpha\lambda}^{(0)}(\rho) g_{\lambda}^{(0)}(\rho) = \\ &= \sum_{\lambda=1}^n p_{\alpha\lambda}(x) \cdot v_{\lambda}(x) + q(x) \cdot \sum_{\lambda=1}^n f_{\alpha\lambda}^{(0)}(\rho) \cdot g_{\lambda}^{(0)}(\rho). \end{aligned}$$

Les fonctions $p_{\alpha\lambda}(x)$ et $q(x)$ se représentent par des séries de la forme

$$(20) \quad p_{\alpha\lambda}(x) = a_{\alpha\lambda}^{(0)} + \delta_{\alpha\lambda} \cdot \rho + \sum_{s=1}^{\infty} \frac{\bar{a}_{\alpha\lambda}^{(s)}}{(x+r)(x+r+1)\dots(x+r+s-1)},$$

$$(21) \quad q(x) = 1 + \sum_{s=0}^{\infty} \frac{c_{s+1} \cdot s!}{(x+r)(x+r+1)\dots(x+r+s)},$$

convergentes pourvu que $\Re(x) > \mu$, μ désignant le plus grand des nombres λ_r , 0 et $\Re(1-\rho)$.

En posant

$$A_{\alpha}(v_1(x), v_2(x), \dots, v_n(x)) = -(x+r)\Delta_{-1}v_{\alpha}(x) + \sum_{\lambda=1}^n (a_{\alpha\lambda}^{(0)} + \delta_{\alpha\lambda} \cdot \rho) \cdot v_{\lambda}(x)$$

$$B_{\alpha}(v_1(x), v_2(x), \dots, v_n(x)) = \sum_{\lambda=1}^n (-p_{\alpha\lambda}(x) + a_{\alpha\lambda}^{(0)} + \delta_{\alpha\lambda} \cdot \rho) \cdot v_{\lambda}(x),$$

le système (19) peut s'écrire

$$(22) \quad A_\alpha(v_1(x), v_2(x), \dots, v_n(x)) = B_\alpha(v_1(x), v_2(x), \dots, v_n(x)) + q(x) \cdot \sum_{\lambda=1}^n f_{\alpha\lambda}^{(0)}(\rho) \cdot g_\lambda^{(0)}(\rho)$$

La fonction $a_{\alpha\lambda}^{(0)} + \delta_{\alpha\lambda} \cdot \rho - p_{\alpha\lambda}(x)$ admet un développement de la forme

$$(23) \quad a_{\alpha\lambda}^{(0)} + \delta_{\alpha\lambda} \cdot \rho - p_{\alpha\lambda}(x) = \sum_{s=0}^{\infty} \frac{e^{\rho(s+1)} \cdot s!}{(x+r)(x+r+1) \dots (x+r+s)}$$

Le système (22) est formellement satisfait par des développements de la forme

$$(24) \quad v_\alpha(x) = \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{G_\alpha^{(\nu)}}{(x+r+1)(x+r+2) \dots (x+r+\nu)}$$

En substituant ces séries dans l'équation (22), on trouve

$$A_\alpha(v_1(x), \dots, v_n(x)) = \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{\Gamma(x+r+1)}{\Gamma(x+r+\nu+1)} \sum_{\lambda=1}^n f_{\alpha\lambda}^{(0)}(\rho+\nu) \cdot G_\lambda^{(\nu)},$$

ou encore

$$(25) \quad A_\alpha(v_1(x), \dots, v_n(x)) = \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{\sum_{\lambda=1}^n f_{\alpha\lambda}^{(0)}(\rho+\nu) \cdot G_\lambda^{(\nu)}}{(x+r+1)(x+r+2) \dots (x+r+\nu)}$$

En se servant de la formule de transformation (6), on trouve pour les fonctions $a_{\alpha\lambda}^{(0)} + \delta_{\alpha\lambda} \cdot \rho - p_{\alpha\lambda}(x)$ des développements de la forme

$$(26) \quad a_{\alpha\lambda}^{(0)} + \delta_{\alpha\lambda} \cdot \rho - p_{\alpha\lambda}(x) = \sum_{s=1}^{\infty} \frac{F_{\alpha\lambda}^{(s)}(\nu)}{(x+r+\nu+1)(x+r+\nu+2) \dots (x+r+\nu+s)}$$

$\nu = 0, 1, 2, \dots$

convergeants pourvu que $\Re(x) > \mu$.

En tenant compte de (26), on trouve

$$(27) \quad B_\alpha(v_1(x), \dots, v_n(x)) = \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{\sum_{\lambda=1}^n F_{\alpha\lambda}^{(\nu)}(0) \cdot G_\lambda^{(0)} + \sum_{\lambda=1}^n F_{\alpha\lambda}^{(\nu-1)}(1) \cdot G_\lambda^{(1)} + \dots + \sum_{\lambda=1}^n F_{\alpha\lambda}^{(1)}(\nu-1) \cdot G_\lambda^{(\nu-1)}}{(x+r+1)(x+r+2) \dots (x+r+\nu)}$$

L'expression (21) de $q(x)$ peut se transformer en la forme suivante

$$(28) \quad q(x) = 1 + \sum_{\nu=1}^{\infty} \frac{C^{(\nu)}}{(x+r+1)(x+r+2) \dots (x+r+\nu)}$$

En introduisant ces développements dans le système (19), et en égalant les coefficients des termes correspondants, on voit que le système est identiquement satisfait si l'on a

$$(29) \quad \left\{ \begin{array}{l} G_{\alpha}^{(0)} = g_{\alpha}^{(0)} \\ \sum_{\lambda=1}^n f_{\alpha\lambda}^{(0)}(\rho + \nu) \cdot G_{\lambda}^{(\nu)} = \sum_{\lambda=1}^n F_{\alpha\lambda}^{(\nu)}(0) \cdot G_{\lambda}^{(0)} + \sum_{\lambda=1}^n F_{\alpha\lambda}^{(\nu-1)}(1) \cdot G_{\lambda}^{(1)} + \dots + \\ \quad + \sum_{\lambda=1}^n F_{\alpha\lambda}^{(1)}(\nu - 1) \cdot G_{\lambda}^{(\nu-1)} + C^{(\nu)} \cdot \sum_{\lambda=1}^n f_{\alpha\lambda}^{(0)}(\rho) \cdot g_{\lambda}^{(0)}(\rho). \end{array} \right.$$

$\nu = 1, 2, 3, \dots$

Les $F_{\alpha\lambda}^{(\nu)}(\nu)$, $f_{\alpha\lambda}^{(0)}(\rho)$ et $C^{(\nu)}$ étant des fonctions rationnelles de ρ , on trouve pour les $G_{\alpha}^{(\nu)}$ des expressions de la forme

$$G_{\alpha}^{(\nu)} = \sum_{\lambda=1}^n R_{\alpha\lambda}^{(\nu)}(\rho) \cdot g_{\lambda}^{(0)}(\rho)$$

où les $R_{\alpha\lambda}^{(\nu)}(\rho)$ sont des fonctions rationnelles de ρ . En choisissant les $g_{\alpha}^{(0)}(\rho)$ comme nous l'avons fait dans ce qui précède, on trouve toujours des valeurs finies de $G_{\alpha}^{(\nu)}$.

3. Maintenant nous allons aborder la détermination des domaines de convergences (resp. sommabilités) des expressions pour nos solutions.

Par la définition même des quantités

$$F_{\alpha\lambda}^{(\nu)}(\nu) \quad s, \nu = 0, 1, 2, \dots,$$

on voit qu'elles sont des fonctions linéaires à coefficients positifs des quantités $S_{\alpha\lambda}^{(1)}$, $S_{\alpha\lambda}^{(2)}$, ... où

$$S_{\alpha\lambda}^{(m)} = \sum_{s=1}^m e_{\alpha\lambda}^{(s)} \quad m = 1, 2, 3, \dots$$

les $e_{\alpha\lambda}^{(s)}$ étant les coefficients qui entrent dans les séries (23).

Cela posé, nous allons former des séries majorantes, d'après les définitions de M. NÖRLUND, pour les séries (23). Ces séries étant convergentes pourvu que $\Re(x) > \mu$, on peut prendre comme des séries majorantes les suivantes

$$\frac{M_{\alpha\lambda}}{x - \mu - \varepsilon} = \sum_{s=0}^{\infty} M_{\alpha\lambda} \cdot \frac{(\mu + r + \varepsilon)(\mu + r + \varepsilon + 1) \dots (\mu + r + \varepsilon + s - 1)}{(x + r)(x + r + 1) \dots (x + r + s)},$$

les $M_{\alpha\lambda}$ étant des nombres positifs, indépendants de ρ , tels que les sommes des m premiers coefficients de ces séries soient plus grandes que les valeurs absolues des sommes des m premiers coefficients des séries (23), et cela quel que soit m .

De même nous avons $C^{(m)} = S^{(m)}$ multiplié par un coefficient positif, où nous avons posé

$$S^{(m)} = \sum_{s=1}^m e^{(s)}.$$

Pour la fonction $q(x)$ nous prenons comme série majorante la suivante

$$1 + \frac{K}{x - \mu - \varepsilon} = 1 + K \cdot \sum_{s=0}^{\infty} \frac{(\mu + r + \varepsilon)(\mu + r + \varepsilon + 1) \dots (\mu + r + \varepsilon + s - 1)}{(x + r)(x + r + 1) \dots (x + r + s)},$$

où K est un nombre positif tel que la somme des m premiers coefficients soit plus grande que la valeur absolue de la somme des m premiers coefficients de la série (21), et cela quel que soit m .

Nous allons maintenant considérer le système d'équations aux différences finies :

$$(30) \quad \mu_{\alpha} \cdot \left\{ -(x+r)A_{-1} \bar{v}_{\alpha}(x) + \sum_{\lambda=1}^n \alpha_{\alpha\lambda} \cdot \bar{v}_{\lambda}(x) \right\} = \sum_{\lambda=1}^n M_{\alpha\lambda} \cdot \frac{\bar{v}_{\lambda}(x)}{x - \mu - \varepsilon} + \\ + \mu_{\alpha} \cdot \left[1 + \frac{K}{x - \mu - \varepsilon} \right] \cdot \sum_{\lambda=1}^n \delta_{\alpha\lambda} \cdot \gamma_{\lambda}^{(0)};$$

les μ_{α} , $\alpha_{\alpha\lambda}$ et $\gamma_{\alpha}^{(0)}$ étant des constantes positives, dont nous aurons à disposer ultérieurement.

Ce système est de la même forme que le système (19), et il est donc formellement satisfait par des séries de la forme

$$(31) \quad \bar{v}_{\alpha}(x) = \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{\gamma_{\alpha}^{(\nu)}}{(x+r+1)(x+r+2) \dots (x+r+\nu)}.$$

Pour les coefficients $\gamma_{\alpha}^{(\nu)}$ ($\nu = 1, 2, 3, \dots$) nous aurons des formules de récurrence de la même forme que (29):

$$(32) \quad \sum_{\lambda=1}^n \mu_{\alpha} \cdot (\alpha_{\alpha\lambda} + \delta_{\alpha\lambda} \cdot \nu) \cdot \gamma_{\lambda}^{(\nu)} = \sum_{\lambda=1}^n \bar{F}_{\alpha\lambda}^{(\nu)}(0) \cdot \gamma_{\lambda}^{(0)} + \sum_{\lambda=1}^n \bar{F}_{\alpha\lambda}^{(\nu-1)}(1) \cdot \gamma_{\lambda}^{(1)} + \dots + \\ + \sum_{\lambda=1}^n \bar{F}_{\alpha\lambda}^{(1)}(\nu-1) \cdot \gamma_{\lambda}^{(\nu-1)} + \mu_{\alpha} \cdot \bar{C}^{(\nu)} \cdot \gamma_{\alpha}^{(0)}; \\ \alpha = 1, 2, \dots, n; \quad \bar{\nu} = 1, 2, 3, \dots$$

D'après ce qui précède, nous concluons que les quantités $\bar{F}_{\alpha\lambda}^{(\nu)}$ sont positives et plus grandes que les modules des expressions $F_{\alpha\lambda}^{(\nu)}$, et que les $\bar{C}^{(\nu)}$ sont positives et plus grandes que $\text{mod } C^{(\nu)}$.

Nous allons démontrer que, par un choix convenable des nombres $\gamma_{\alpha}^{(0)}$ et μ_{α} , on peut arranger de manière que les nombres $\gamma_{\alpha}^{(\nu)}$, définis par les formules (32) soient plus grandes que $\text{mod } g_{\alpha}^{(\nu)}$, et cela quel que soit ν .

Nous posons

$$\alpha_{\alpha\lambda} = \delta_{\alpha\lambda}.$$

Supposons que les inégalités

$$\mu_{\alpha} \cdot \gamma_{\alpha}^{(0)} > \text{mod} \left(\sum_{\lambda=1}^n f_{\alpha\lambda}^{(0)}(\rho) \cdot g_{\lambda}^{(0)} \right)$$

et

$$\gamma_{\alpha}^{(\nu)} > \text{mod } g_{\alpha}^{(\nu)}$$

soient satisfaites pour $\nu = 0, 1, 2, \dots, \nu - 1$.

Il résulte de (29) et (32) que

$$(33) \quad \sum_{k=1}^n \mu_{\alpha} \cdot \delta_{\alpha k} \cdot (\nu + 1) \cdot \gamma_k^{(\nu)} > \text{mod} \left(\sum_{k=1}^n f_{\alpha k}^{(0)}(\rho + \nu) \cdot G_k^{(\nu)} \right) = \\ = \theta_{\alpha} \cdot \sum_{k=1}^n \text{mod } f_{\alpha k}^{(0)}(\rho + \nu) \cdot \text{mod } G_k^{(\nu)},$$

où θ_{α} sont des nombres positifs compris entre zéro et un.

Mais nous avons

$$f_{\alpha k}^{(0)}(\rho + \nu) = a_{\alpha k}^{(0)} + \delta_{\alpha k} \cdot (\rho + \nu).$$

L'inégalité (33) nous donne aussi

$$\mu_{\alpha} \cdot (\nu + 1) \cdot \gamma_{\alpha}^{(\nu)} > \theta_{\alpha} \cdot \text{mod} (a_{\alpha\alpha}^{(0)} + \rho + \nu) \cdot \text{mod } G_{\alpha}^{(\nu)},$$

et si nous posons

$$\mu_{\alpha} = \theta_{\alpha} \cdot \mu'_{\alpha}$$

nous aurons

$$\mu'_{\alpha} \cdot (\nu + 1) \cdot \gamma_{\alpha}^{(\nu)} > \text{mod} (a_{\alpha\alpha}^{(0)} + \rho + \nu) \cdot \text{mod } G_{\alpha}^{(\nu)}.$$

Maintenant nous voulons disposer des nombres μ'_{α} de manière que les inégalités

$$\mu'_{\alpha} \cdot (\nu + 1) < \text{mod} (a_{\alpha\alpha}^{(0)} + \rho + \nu)$$

soient vraies quel que soit l'entier positif ν , et quel que soit ρ dans son domaine de variabilité que nous voulons désigner par la lettre Γ .

Il en résulte que les inégalités

$$\gamma_{\alpha}^{(\nu)} > \text{mod } G_{\alpha}^{(\nu)}$$

sont satisfaites quel que soit ν , si elles sont satisfaites pour $\nu = 0, 1, 2, \dots, \nu - 1$.

C'est ce que nous pouvons toujours obtenir, en déterminant les $\gamma_{\alpha}^{(0)}$ de manière à avoir

$$\mu_{\alpha} \cdot \gamma_{\alpha}^{(0)} > \sum_{k=1}^n H_{\alpha k} \cdot \text{mod } g_k^{(0)}$$

et

$$\gamma_{\alpha}^{(0)} > \text{mod } g_{\alpha}^{(0)}$$

quel que soit ρ dans le domaine Γ , $H_{\alpha k}$ étant des nombres positifs, indépendants de ρ , et plus grands que le plus grand des nombres un et $\text{mod } f_{\alpha k}^{(0)}(\rho)$, et cela pour toutes les valeurs de ρ en question.

Maintenant nous allons former des formules de récurrence pour les $\gamma_{\alpha}^{(\nu)}$, qui sont plus simples que les formules (32).

Substituons les séries (31) dans le système (30); nous aurons:

$$(34) \quad \sum_{\nu=1}^{\infty} \frac{\mu_{\alpha} \cdot (\nu+1) \cdot \gamma_{\alpha}^{(\nu)}}{(x+r+1)(x+r+2)\dots(x+r+\nu)} = \frac{1}{x-\mu-\varepsilon} \cdot \sum_{\nu=0}^{\infty} \sum_{\lambda=1}^n \frac{M_{\alpha\lambda} \cdot \gamma_{\lambda}^{(\nu)}}{(x+r+1)(x+r+2)\dots(x+r+\nu)} + \\ + \frac{\mu_{\alpha} \cdot K}{x-\mu-\varepsilon} \cdot \sum_{\lambda=1}^n \delta_{\alpha\lambda} \cdot \gamma_{\lambda}^{(0)}.$$

En multipliant par $x - \mu - \varepsilon = (x + r + 1) - (\mu + \varepsilon + r + 1)$, on trouve

$$(35) \quad \sum_{\nu=1}^{\infty} \frac{\mu_{\alpha} \cdot (\nu+1) \cdot \gamma_{\alpha}^{(\nu)}}{(x+r+2)(x+r+3)\dots(x+r+\nu)} = \sum_{\lambda=1}^n M_{\alpha\lambda} \cdot \gamma_{\lambda}^{(0)} + K \cdot \mu_{\alpha} \cdot \gamma_{\alpha}^{(0)} + \\ + \sum_{\nu=1}^{\infty} \frac{\sum_{\lambda=1}^n M_{\alpha\lambda} \cdot \gamma_{\lambda}^{(0)} + \mu_{\alpha} \cdot (\nu+1) \cdot (\mu + \varepsilon + r + 1) \gamma_{\alpha}^{(\nu)}}{(x+r+1)(x+r+2)\dots(x+r+\nu)}.$$

En se servant de la transformation indiquée par la formule (6), on voit que le premier membre peut s'écrire

$$2 \cdot \gamma_{\alpha}^{(1)} \cdot \mu_{\alpha} + \sum_{\nu=1}^{\infty} \frac{\gamma_{\alpha}^{(\nu+1)} \cdot (\nu+2) \cdot \mu_{\alpha} - (\nu-1)(\nu+2) \cdot \mu_{\alpha} \cdot \gamma_{\alpha}^{(\nu)}}{(x+r+1)(x+r+2)\dots(x+r+\nu)}.$$

En égalant les coefficients des termes correspondants, on trouve

$$(36) \quad \begin{cases} 2 \cdot \mu_{\alpha} \cdot \gamma_{\alpha}^{(1)} = \sum_{\lambda=1}^n (M_{\alpha\lambda} + \delta_{\alpha\lambda} \cdot \mu_{\alpha} \cdot K) \gamma_{\lambda}^{(0)} \\ \mu_{\alpha} \cdot (\nu+2) \cdot \gamma_{\alpha}^{(\nu+1)} = \mu_{\alpha} \cdot \gamma_{\alpha}^{(\nu)} \cdot (\nu+1)(\mu+r+\varepsilon+\nu) + \sum_{\lambda=1}^n M_{\alpha\lambda} \cdot \gamma_{\lambda}^{(\nu)}. \end{cases}$$

$\nu = 1, 2, 3, \dots$

Soit $\bar{\gamma}^{(\nu)}$ le plus grand des nombres $\gamma_{\alpha}^{(\nu)}$ et soit M le plus grand des nombres

$$\frac{M_{\alpha\lambda}}{\mu_{\alpha}}.$$

Des équations (36) on conclut

$$\bar{\gamma}_{\alpha}^{(\nu+1)} < \bar{\gamma}_{\alpha}^{(\nu)} \cdot \frac{\nu+1}{\nu+2} \cdot (\mu+r+\varepsilon+\nu) + \frac{n}{\nu+2} \cdot M \cdot \bar{\gamma}^{(\nu)}.$$

Définissons des nombres positifs $\bar{\gamma}^{(\nu)}$ par les équations

$$\bar{\gamma}^{(\nu+1)} = \bar{\gamma}^{(\nu)} \cdot \frac{\nu+1}{\nu+2} \cdot (\mu+r+\varepsilon+\nu) + \frac{n}{\nu+2} \cdot M \cdot \bar{\gamma}^{(\nu)}$$

$$\nu = 1, 2, 3, \dots$$

$$\bar{\gamma}^{(0)} = \gamma^{(0)}; \quad \bar{\gamma}^{(1)} = \gamma^{(1)}$$

Les nombres $\bar{\gamma}_1^{(\nu)}$ sont donc plus grands que les $\gamma_1^{(\nu)}$ et par suite plus grands que les $\gamma_\alpha^{(\nu)}$.

Par suite, si la série de facultés

$$(37) \quad \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{\bar{\gamma}_1^{(\nu)}}{(x+r+1)(x+r+2)\dots(x+r+\nu)}$$

est convergente, les séries (31) et (24) convergent aussi. En posant

$$u_\nu = \frac{\bar{\gamma}_1^{(\nu)}}{(x+r+1)(x+r+2)\dots(x+r+\nu)}$$

on trouve pour des valeurs de ν dépassant une certaine limite

$$\frac{u_{\nu+1}}{u_\nu} = 1 + \frac{\mu + \varepsilon - x}{\nu} + \dots$$

La série (37) et par conséquent les séries (31) et (24) sont donc absolument convergentes pourvu que $\Re(x) > \mu - 1$.

Les séries (24) qui représentent les solutions $v_\alpha(x)$ peuvent aussi se mettre sous la forme

$$(38) \quad v_\alpha(x) = G_\alpha^{(0)} + \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{(G_\alpha^{(\nu+1)} - \nu G_\alpha^{(\nu)})}{(x+r)(x+r+1)\dots(x+r+\nu)},$$

et ces séries convergent pourvu que $\Re(x) > \mu - 1$, mais elles ne sont pas nécessairement absolument convergentes dans ce domaine.

Les coefficients $G_\alpha^{(\nu)}$ sont des fonctions de ρ , mais les séries (38) convergent uniformément par rapport à ρ , quand ρ se trouve dans le domaine de variabilité Γ . Considérons le terme reste

$$R_\alpha^{(n)} = \sum_{\nu=n}^{\infty} \frac{(G_\alpha^{(\nu+1)} - \nu G_\alpha^{(\nu)})}{(x+r)(x+r+1)\dots(x+r+\nu)}$$

qui peut aussi s'écrire

$$(39) \quad R_\alpha^{(n)} = \sum_{\nu=n}^{\infty} \frac{G_\alpha^{(\nu)}}{(x+r+1)(x+r+2)\dots(x+r+\nu)} - \frac{n G_\alpha^{(n)}}{(x+r)(x+r+1)\dots(x+r+n)}$$

Nous supposons que le domaine de variabilité d'une certaine des racines ρ_α soit un petit cercle autour de ρ_α comme centre et avec le rayon $\frac{\varepsilon'}{2}$.

Soit μ' le plus grand des nombres μ et $\Re(1 - \rho_\alpha + \varepsilon)$, et remplaçons dans les calculs précédents partout μ par μ' ; on voit que les nombres $\gamma_\alpha^{(\nu)}$ sont positifs et indépendants de ρ . Les termes $R_\alpha^{(n)}$ se composent de deux termes, dont l'un est en valeur absolue plus petit que le terme reste dans une série convergente dont les termes sont indépendants de ρ et dont l'autre tend uniformément vers zéro quand n tend vers l'infini. Les séries (38) sont donc uniformément convergentes par

rapport à ρ sous les conditions indiquées. En dérivant les séries terme par terme un nombre quelconque de fois, on trouve des séries qui convergent sous les mêmes conditions.

4. Posons

$$v_\alpha(x, \rho) = v_\alpha(x), \quad \frac{\partial^s v_\alpha(x, \rho)}{\partial \rho^s} = v_\alpha^{(s)}(x, \rho)$$

et

$$\left[\frac{\partial^s v(x, \rho)}{\partial \rho^s} \right]_{\rho=\rho_i} = v_\alpha^{(s)}(x, \rho_i).$$

Les séries qui représentent $v_\alpha(x, \rho)$ peuvent aussi se mettre sous la forme

$$(40) \quad v_\alpha(x, \rho) = \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{h_\alpha^{(\nu)}(\rho)}{x(x+1)\dots(x+\nu-1)},$$

où les séries de facultés sont sommables par des moyennes arithmétiques d'ordre r pourvu que $\Re(x) > r - 1$. Ces séries de facultés sont de la même forme que les séries qui représentent les coefficients $a_{\alpha\lambda}(x)$ de notre système (A).

Nous avons donc démontré que le système

$$(16) \quad P_\alpha(u_1(x), u_2(x), \dots, u_n(x)) = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho)} \sum_{k=1}^n (a_{\alpha k}^{(0)} + \delta_{\alpha k} \cdot \rho) \cdot g_k^{(0)}(\rho)$$

est satisfait par les séries

$$(41) \quad u_\alpha(x, \rho) = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho)} v_\alpha(x, \rho).$$

En faisant tendre ρ vers une des racines ρ_n de l'équation caractéristique, on voit que le système d'équations homogènes (A) est satisfait par les fonctions

$$u_\alpha(x, \rho_n) = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho_n)} v_\alpha(x, \rho_n),$$

pourvu que les quantités $g_\alpha^{(0)}$ soient choisies de manière à satisfaire aux équations 12 a. Nous supposons que les n racines soient distinctes et que les racines ne soient pas différentes entre elles d'un nombre entier. Soit ρ_β une des racines et considérons le système

$$(12 a) \quad \sum_{k=1}^n (a_{\alpha k}^{(0)} + \delta_{\alpha k} \cdot \rho_\beta) \cdot g_k^{(0)} = 0.$$

D'après la théorie des équations linéaires, nous savons que ce système admet un système de solutions que nous voulons représenter par la notion

$$g_{1\beta}^{(0)}, g_{2\beta}^{(0)}, \dots, g_{n\beta}^{(0)},$$

et ce système sera complètement déterminé, si l'on a pris arbitrairement l'une des quantités $g_{\alpha\beta}^{(0)}$ ($\alpha = 1, 2, \dots, n$).

On obtient n systèmes de solutions correspondant aux n racines ρ_β , et nous savons que le déterminant

$$|g_{\alpha\beta}^{(0)}| \quad (\alpha, \beta = 1, 2, \dots, n)$$

est différent de nul.

De ce fait on peut se servir pour démontrer que les n systèmes de solutions, que nous voulons désigner par

$$u_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta) \quad (\alpha, \beta = 1, 2, \dots, n),$$

forment un système fondamental de solutions de (A).

Considérons en effet le déterminant des solutions

$$D = |u_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta)| \quad (\alpha, \beta = 1, 2, \dots, n).$$

Quand x tend vers l'infini en restant dans le domaine de convergence des séries de facultés, on trouve

$$\lim x^{\rho_1 + \rho_2 + \dots + \rho_n} \cdot D = |g_{\alpha\beta}^{(0)}|.$$

Le déterminant D n'étant pas identiquement nul, les solutions forment un système fondamental.

On peut donc énoncer le théorème suivant :

Soit un système d'équations aux différences finies de la forme canonique

$$(x-1) \Delta_{-1} u_\alpha(x) = \sum_{\lambda=1}^n a_{\alpha\lambda}(x) u_\lambda(x) \quad (\alpha = 1, 2, \dots, n),$$

où les coefficients $a_{\alpha\lambda}(x)$ se représentent par des séries de facultés de la forme

$$a_{\alpha\lambda}(x) = \sum_{s=0}^{\infty} \frac{a_{\alpha\lambda}^{(s)}}{x(x+1) \dots (x+s-1)},$$

convergentes pourvu que $\Re(x) > \lambda$ et sommables par des moyennes arithmétiques pour $\Re(x) > \lambda_\gamma$. Supposons que les racines ρ_β ($\beta = 1, 2, \dots, n$) de l'équation caractéristique

$$|a_{\alpha\lambda}^{(0)} + \delta_{\alpha\lambda} \cdot \rho| = 0$$

soient distinctes et que les nombres ρ_β n'aient entre eux aucune différence entière. Ce système admet n systèmes de solutions, linéairement indépendants

$$u_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta) = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_\beta)} v_\alpha(x, \rho_\beta) \\ \alpha, \beta = 1, 2, \dots, n$$

où les fonctions $v_\alpha(x, \rho_\nu)$ se représentent par des séries de facultés de la même forme que les coefficients $a_{\alpha k}(x)$, convergentes pourvu que $\Re(x+1) > \lambda'$, $\Re(x + \rho_\nu) > 0$ et sommables d'ordre r pourvu que $\Re(x+1) > \lambda'_r$, $\Re(x + \rho_\nu) > 0$; λ' et λ'_r désignant le plus grand des nombres λ resp. λ_r et zéro.

5. Dans le cas où il y a entre les racines de l'équation caractéristique des racines multiples et des racines, différentes entre elles d'un nombre entier, nous savons par le précédent qu'on peut toujours choisir les quantités $g_\alpha^{(0)}(\rho)$ de manière à avoir les solutions

$$(41) \quad u_\alpha(x, \rho) = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho)} v_\alpha(x, \rho),$$

satisfaisant au système d'équations inhomogènes

$$(16) \quad P_\alpha(u_1(x), u_2(x), \dots, u_n(x)) = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho)} \sum_{k=1}^n (a_{\alpha k}^{(0)} + \delta_{\alpha k} \cdot \rho) \cdot g_k^{(0)}(\rho).$$

Choisissons donc les $g_\alpha^{(0)}(\rho)$ de manière qu'aucune des quantités $g_\alpha^{(s)}(\rho)$ ne devienne infini pour $\rho = \rho_\nu$, et en outre que

$$P_\alpha(u_1(x, \rho), u_2(x, \rho), \dots, u_n(x, \rho))$$

s'annule h fois pour $\rho = \rho_\nu$, h étant un nombre entier. Remarquons que les fonctions

$$u_\alpha^{(s)}(x, \rho)$$

satisfont au système

$$P_\alpha(u_1^{(s)}(x), u_2^{(s)}(x), \dots, u_n^{(s)}(x)) = \frac{\partial^s}{\partial \rho^s} \left[\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho)} \sum_{k=1}^n (a_{\alpha k}^{(0)} + \delta_{\alpha k} \cdot \rho) \cdot g_k^{(0)}(\rho) \right]$$

Sous les conditions indiquées les expressions

$$u_\alpha^{(s)}(x, \rho_\nu) = \left[\frac{\partial^s}{\partial \rho^s} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho)} \cdot v_\alpha(x, \rho) \right) \right]_{\rho = \rho_\nu}$$

ou encore

$$u_\alpha^{(s)}(x, \rho_\nu) = \sum_{\lambda=0}^s \binom{s}{\lambda} v_\alpha^{(\lambda)}(x, \rho_\nu) \cdot \frac{\partial^{s-\lambda}}{\partial \rho_\nu^{s-\lambda}} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_\nu)} \right)$$

sont donc des solutions du système

$$P_\alpha(u_1(x), u_2(x), \dots, u_n(x)) = 0.$$

Les fonctions $v_\alpha^{(s)}(x, \rho)$, étant des dérivées de séries uniformément convergentes se représentent donc par des séries de facultés de la forme

$$v_\alpha^{(s)}(x, \rho) = \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{h_\alpha^{(\nu, s)}(\rho)}{x(x+1) \dots (x+\nu-1)},$$

où l'on a posé

$$h_z^{(v, s)}(\rho) = \frac{\partial^s}{\partial \rho^s} h_z^{(v)}(\rho),$$

sommables par des moyennes arithmétiques d'ordre r , si $\Re(x) > p - 1$.

Dans le chapitre suivant nous allons montrer en détail, comment on peut toujours construire un système fondamental de solutions du système (A).

CHAPITRE II.

6. Nous voulons d'abord transformer le système canonique

$$(A) \quad (x-1) \underset{-1}{A} u_\alpha(x) = \sum_{k=1}^n a_{\alpha k}(x) \cdot u_k(x), \quad u_{\alpha k}(x) = \sum_{s=0}^{\infty} \frac{a_{\alpha k}^{(s)}}{x(x+1) \dots (x+s-1)},$$

$\alpha = 1, 2, \dots, n,$

en une forme normale, en employant le même procédé, dont M. HORN* s'est servi pour intégrer le système correspondant d'équations différentielles.

A l'aide des constantes encore indéterminées $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ nous pouvons ramener le système (A) à une seule équation

$$(x-1) \underset{-1}{A} \left[\sum_{\alpha} \mu_\alpha \cdot u_\alpha(x) \right] = \sum_{\alpha, k} a_{\alpha k}(x) \cdot \mu_\alpha \cdot u_k(x).$$

En employant les substitutions linéaires

$$(42) \quad \mu_\alpha = \sum_k g_{\alpha k} v_k \quad \text{et} \quad u_\alpha = \sum_k h_{\alpha k} z_k,$$

on peut ramener les deux formes bilinéaires

$$\sum_{\alpha} \mu_\alpha u_\alpha \quad \text{et} \quad \sum_{\alpha, k} a_{\alpha k}^{(0)} \mu_\alpha u_k$$

aux deux formes

$$\sum_{\alpha} v_\alpha z_\alpha \quad \text{et} \quad \sum_{\alpha, k} b_{\alpha k}^{(0)} v_\alpha z_k,$$

ayant la forme normale de WEIERSTRASS.

Les substitutions (42) sont telles que l'on aura aussi

$$v_k = \sum_{\alpha} h_{\alpha k} \mu_\alpha \quad \text{et} \quad z_k = \sum_{\alpha} g_{\alpha k} u_\alpha$$

à cause de la forme de l'expression

$$\sum_{\alpha} \mu_\alpha u_\alpha.$$

Soit

$$\sum_{\alpha, k} a_{\alpha k} \mu_\alpha u_k = \sum_{\alpha, k} b_{\alpha k} v_\alpha z_k,$$

* loc. cit.

nous obtenons l'équation

$$(x - 1) \Delta \left[\sum_{-1}^{\lambda} v_{\alpha} z_{\alpha} \right] = \sum_{\alpha, \lambda} b_{\alpha \lambda} v_{\alpha} z_{\lambda}.$$

Or, les v_{α} étant indéterminés, ainsi que les μ_{α} , nous en obtenons le système

$$(B) \quad (x - 1) \Delta z_{\alpha}(x) = \sum_{\lambda=1}^n b_{\alpha \lambda}(x) z_{\lambda}(x) \\ \alpha = 1, 2, \dots, n.$$

C'est la forme normale du système canonique, dont nous allons nous servir dans ce qui suit.

Nous avons pour les coefficients:

$$(43) \quad b_{\alpha \lambda}(x) = \sum_{\nu, \mu} a_{\nu \mu} \cdot g_{\nu \alpha} \cdot h_{\mu \lambda} = b_{\alpha \lambda}^{(0)} + \sum_{\nu=1}^{\infty} \frac{b_{\alpha \lambda}^{(\nu)}}{x(x+1) \dots (x+\nu-1)},$$

les séries du second membre de (43) ayant le même domaine de convergence que les $a_{\alpha \lambda}(x) : \Re(x) > \lambda$.

Les solutions $u_{\alpha}(x)$ du système (A) sont liées aux solutions $z_{\alpha}(x)$ du système (B) par les relations

$$(43^*) \quad u_{\alpha} = \sum_{\lambda} h_{\alpha \lambda} z_{\lambda}.$$

Les solutions $u_{\alpha}(x)$ et $z_{\alpha}(x)$ ont donc la même forme.

7. Soit $\rho - \rho_{\alpha}$ un diviseur élémentaire simple du déterminant caractéristique

$$F(\rho) = \left| a_{\alpha \lambda}^{(0)} + \delta_{\alpha \lambda} \cdot \rho \right|,$$

on aura

$$b_{\alpha \lambda}^{(0)} = -\delta_{\alpha \lambda} \cdot \rho_{\alpha},$$

et à ce diviseur correspondra l'équation aux différences

$$(44) \quad (x - 1) \Delta z_{\alpha}(x) = -\rho_{\alpha} z_{\alpha}(x) + \frac{1}{x} \sum_{\lambda} b_{\alpha \lambda}^{(1)} z_{\lambda}(x) + \dots$$

Supposons que l'on ait

$$\rho_i = \rho_0 \quad \text{pour } i = \alpha', \alpha'', \dots, \alpha'.$$

et que $(\rho - \rho_0)^e$ soit un diviseur multiple d'ordre e de $F(\rho)$, nous aurons

$$(45) \quad \begin{cases} b_{\alpha' \alpha'}^{(0)} = -\rho_0, & b_{\alpha'' \alpha''}^{(0)} = -\rho_0, \dots, b_{\alpha' \alpha'}^{(0)} = -\rho_0 \\ b_{\alpha' \alpha'}^{(0)} = 1, & b_{\alpha'' \alpha''}^{(0)} = 1, \dots, b_{\alpha' \alpha'}^{(0)} = 1, \end{cases}$$

et tous les autres $b_{\alpha \lambda}^{(0)}$ seront nuls, α ayant une des valeurs $\alpha', \alpha'', \dots, \alpha'$. A ce diviseur multiple correspondront les équations aux différences

$$(46) \quad \begin{cases} (x-1) \underset{-1}{A} z_{\alpha'}(x) = -\rho_0 z_{\alpha'}(x) + \dots \\ (x-1) \underset{-1}{A} z_{\alpha''}(x) = -\rho_0 z_{\alpha''}(x) + \dots \\ \dots \\ (x-1) \underset{-1}{A} z_{\alpha^c}(x) = -\rho_0 z_{\alpha^c}(x) + \dots \end{cases}$$

Les termes marqués par des points sont des expressions telles que

$$\frac{1}{x} \sum_k b_{\alpha k}^{(1)} \cdot z_k(x) + \frac{1}{x(x+1)} \sum_k b_{\alpha k}^{(2)} \cdot z_k(x) + \dots \\ \alpha = \alpha', \alpha'', \dots, \alpha^c.$$

8. Après ces préparations nous allons aborder l'intégration du système (B), en suivant la marche indiquée par M. HORN, et nous allons employer les notations de M. HORN, en les modifiant un peu.

Supposons d'abord que l'équation caractéristique ait la racine $\rho_\lambda = \rho_0$ pour $\lambda = \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_r$, et ensuite que $\rho - \rho_0$ soit r fois diviseur élémentaire simple du déterminant caractéristique. De plus, nous supposons qu'il n'existe aucune racine ayant une différence entière avec la racine ρ_0 .

Nous allons former le système de solutions, ou comme nous voulons le dire, la solution correspondant à un certain des diviseurs élémentaires

$$\rho - \rho_\lambda,$$

λ étant un des nombres $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_r$.

Posons

$$z_\alpha = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho)} \zeta_\alpha(x, \rho) = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho)} \sum_{s=0}^{\infty} \frac{g_\alpha^{(s)}(\rho)}{(x+\rho)(x+\rho+1)\dots(x+\rho+s-1)} = \\ = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho)} \sum_{s=0}^{\infty} \frac{h_\alpha^{(s)}(\rho)}{x(x+1)\dots(x+s-1)}.$$

Nous voulons maintenant choisir pour les $g_\alpha^{(0)}(\rho)$

$$g_\lambda^{(0)}(\rho) = \varepsilon_\lambda$$

$$g_\alpha^{(0)}(\rho) = 0 \quad \text{pour } \alpha \neq \lambda,$$

ε_λ étant une constante, ou une fonction entière de ρ , ne s'annulant pas pour $\rho = \rho_0$.

Soient $\zeta_\alpha(x, \rho)_\lambda$ les séries calculées en employant ces valeurs pour les $g_\alpha^{(0)}(\rho)$, nous aurons

$$P_\lambda \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho)} \zeta_1(x), \dots, \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho)} \zeta_n(x) \right) = \varepsilon_\lambda \cdot (\rho - \rho_0) \cdot \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho)},$$

$$P_\alpha \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho)} \zeta_1(x), \dots, \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho)} \zeta_n(x) \right) = 0 \quad \text{pour } \alpha \neq \lambda.$$

Par suite, les éléments

$$(47) \quad z_{\alpha}^{(\lambda)} = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_0)} \cdot \zeta_{\alpha}(x, \rho_0)_{\lambda}$$

constituent une solution du système (B). L'expression (47) nous fournit r solutions, lorsqu'on remplace λ par les indices $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_r$.

En procédant de la même manière avec les autres groupes de racines de l'équation caractéristique, on arrive à un système fondamental de solutions. En effet, en considérant le déterminant des solutions, et en remarquant que le déterminant

$$\left| g_{\alpha\beta}^{(0)} \right| \quad (\alpha, \beta = 1, 2, \dots, n)$$

ne s'annule pas, on voit que les solutions sont linéairement indépendantes.

9. *Supposons que l'équation caractéristique admette les racines*

$$\rho_{\lambda^{(0)}} = \rho_0 \quad \text{pour} \quad \lambda^{(0)} = \lambda_1^{(0)}, \lambda_2^{(0)}, \dots, \lambda_r^{(0)},$$

$$\rho_{\lambda^{(1)}} = \rho_1 \quad \text{»} \quad \lambda^{(1)} = \lambda_1^{(1)}, \lambda_2^{(1)}, \dots, \lambda_r^{(1)},$$

$$\rho_{\lambda^{(m)}} = \rho_m \quad \text{»} \quad \lambda^{(m)} = \lambda_1^{(m)}, \lambda_2^{(m)}, \dots, \lambda_r^{(m)}.$$

Les différences

$$\rho_0 - \rho_1 = d^{(1)}, \quad \rho_1 - \rho_2 = d^{(2)}, \quad \dots, \quad \rho_{m-1} - \rho_m = d^{(m)}$$

seront des nombres entiers positifs. D'ailleurs, entre $\rho_0, \rho_1, \dots, \rho_m$ et toute autre racine il n'existe pas de différence entière. Supposons ensuite que $\rho - \rho_0$ soit $r^{(0)}$, $\rho - \rho_1$ soit $r^{(1)}$... et $\rho - \rho_m$ soit $r^{(m)}$ fois diviseur élémentaire du déterminant caractéristique $F(\rho)$.

Pour former la solution correspondant à un certain des diviseurs élémentaires

$$\rho - \rho_{\lambda^{(i)}},$$

$\lambda^{(i)}$ étant un des nombres $\lambda_1^{(i)}, \lambda_2^{(i)}, \dots, \lambda_r^{(i)}$, on peut poser

$$g_{\lambda^{(i)}}^{(0)}(\rho) = \varepsilon_{\lambda^{(i)}} \cdot (\rho - \rho)^i$$

$$g_{\alpha}^{(0)}(\rho) = 0 \quad \text{pour} \quad \alpha \neq \lambda^{(i)}.$$

Soit $\zeta_{\alpha}(x, \rho)_{\lambda^{(i)}}$ les séries calculées dans ces conditions, on trouve

$$P_{\lambda^{(i)}} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho)} \cdot \zeta_1, \dots, \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho)} \cdot \zeta_n \right) = \varepsilon_{\lambda^{(i)}} \cdot (\rho - \rho)^{i+1} \cdot \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho)}$$

$$P_{\alpha} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho)} \cdot \zeta_1, \dots, \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho)} \cdot \zeta_n \right) = 0 \quad \text{si} \quad \alpha \neq \lambda^{(i)}.$$

Par suite, les $i + 1$ expressions

$$(48) \quad z_{\alpha}^{\lambda^{(i)}, h} = \left[\frac{\partial^h}{\partial \rho^h} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho)} \cdot \zeta_{\alpha}(x, \rho)_{\lambda^{(i)}} \right) \right]_{\rho = \rho_i}$$

ou

$$(49) \quad z_{\alpha}^{\lambda^{(i)}, h} = \sum_{s=0}^h \binom{h}{s} \cdot \frac{\partial^s}{\partial \rho_i^s} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_i)} \right) \cdot \zeta_{\alpha}^{(h-s)}(x, \rho_i)_{\lambda^{(i)}}.$$

$$h = 0, 1, 2, \dots, i,$$

seront des solutions du système (B).

Mais des formules 12 b, 12 c, ... on tire pour les $g_{\alpha}^{(v)}(\rho)$ les expressions

$$g_{\alpha}^{(v)}(\rho) = \frac{Q_{\alpha, \lambda^{(v)}}(\rho)}{Q(\rho + 1) Q(\rho + 2) \dots Q(\rho + v)} \cdot \varepsilon_{\lambda^{(v)}} \cdot (\rho - \rho_i)^i,$$

où l'on a posé

$$Q(\rho) = (\rho - \rho_0)(\rho - \rho_1) \dots (\rho - \rho_m),$$

et où $Q_{\alpha, \lambda^{(v)}}(\rho)$ est une fonction rationnelle de ρ , ne devenant pas infinie pour $\rho = \rho_i$.

Par suite, pour $\rho = \rho_i$

$$(50) \quad \left\{ \begin{array}{ll} g_{\alpha}^{(0)}, \dots, g_{\alpha}^{(i-1)} & \text{s'annulent au degré } i \\ g_{\alpha}^{(i)}, \dots, g_{\alpha}^{(i+i-1)} & \text{s'annulent au degré } i-1 \\ \dots & \dots \\ g_{\alpha}^{(i+\dots+i-1)}, \dots, g_{\alpha}^{(i+\dots+i-1)} & \text{s'annulent au degré } 1. \end{array} \right.$$

Mais nous cherchons des solutions telles que les termes constants ne s'annulent pas tous.

Par suite, parmi les $i + 1$ solutions (49) nous allons choisir la suivante

$$(51) \quad z_{\alpha}^{\lambda^{(i)}, i} = \sum_{s=0}^i \binom{i}{s} \cdot \frac{\partial^s}{\partial \rho_i^s} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_i)} \right) \cdot \zeta_{\alpha}^{(i-s)}(x, \rho_i)_{\lambda^{(i)}}.$$

En effet, les termes constants de $z_{\alpha}^{\lambda^{(i)}, i}$ ne s'annulent pas tous parce que

$$\left[\frac{\partial^i}{\partial \rho_i^i} (\varepsilon_{\lambda^{(i)}} \cdot (\rho - \rho_i)^i) \right]_{\rho = \rho_i}$$

ne s'évanouit pas.

Appartenant au groupe donné de racines, on aura donc les solutions

$$(52) \quad \left\{ \begin{array}{l} z_{\alpha}^{\lambda^{(0)}} = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_0)} \cdot \zeta_{\alpha}(x, \rho_0)_{\lambda^{(0)}}, \\ z_{\alpha}^{\lambda^{(1)}} = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_1)} \cdot \zeta_{\alpha}^{(1)}(x, \rho_1)_{\lambda^{(1)}} + \frac{\partial}{\partial \rho_1} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_1)} \right) \cdot \zeta_{\alpha}(x, \rho_1)_{\lambda^{(1)}}, \\ \dots \\ z_{\alpha}^{\lambda^{(m)}} = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_m)} \cdot \zeta_{\alpha}^{(m)}(x, \rho_m)_{\lambda^{(m)}} + \binom{m}{1} \frac{\partial}{\partial \rho_m} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_m)} \right) \zeta_{\alpha}^{(m-1)}(x, \rho_m)_{\lambda^{(m)}} + \dots + \frac{\partial^m}{\partial \rho_m^m} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_m)} \right) \cdot \zeta_{\alpha}(x, \rho_m)_{\lambda^{(m)}} \end{array} \right.$$

$$\lambda^{(0)} = \lambda_1^{(0)}, \lambda_2^{(0)}, \dots, \lambda_{\rho_{00}}^{(0)}, \dots, \lambda_1^{(m)} = \lambda_1^{(m)}, \lambda_2^{(m)}, \dots, \lambda_{\rho_{m0}}^{(m)}.$$

En reprenant les calculs pour les autres groupes de racines, on trouve donc n solutions, appartenant aux n racines de l'équation caractéristique. Elles forment un système fondamental de solutions, c'est ce qu'on démontre en se servant du déterminant des solutions et en tenant compte du fait que le déterminant $\left| g_{\alpha\beta}^{(0)} \right|$ ne s'annule pas.

10. On peut donner aux expressions (52) de nos solutions une forme un peu différente, en introduisant, au lieu des fonctions $\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho)}$ et de leurs dérivées, des puissances de $\log \left(\frac{1}{x} \right)$.

M. NÖRLUND a démontré* que la fonction

$$(53) \quad x^\rho \cdot \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho)} = \Omega(x)$$

admet un développement en série de facultés de la forme

$$\Omega(x) = 1 + \sum_{s=0}^{\infty} \frac{a_s}{x(x+1) \dots (x+s)},$$

la série étant convergente pourvu que $\Re(x + \rho) > 0$ et $\Re(x) > 0$. La série étant uniformément convergente par rapport à ρ , on peut dériver un nombre quelconque de fois par rapport à ρ .

En introduisant ce développement dans l'expression (48), on trouve pour les solutions (52) le développement

$$(54) \quad z_{\alpha}^{\lambda^{(i)}, i} = \left(\frac{1}{x} \right)^{\rho_i} \cdot \sum_{\nu=0}^i \binom{i}{\nu} \cdot \log^{\nu} \left(\frac{1}{x} \right) \cdot \frac{\partial^{i-\nu}}{\partial \rho_i^{i-\nu}} \left(\Omega(x) \cdot \zeta_{\alpha}^{\lambda^{(i)}, i} \right).$$

Les coefficients des puissances de $\log \left(\frac{1}{x} \right)$ sont donc des séries de facultés, convergentes resp. sommables d'ordre r pourvu que $\Re(x) > 0$, $\Re(x + \rho_i) > 0$, $\Re(x + 1) > \lambda$ resp. λ_r . Nous pouvons dire que les solutions (52) ou (54) appartiennent à l'exposant ρ_i .

11. A côté des solutions (52) que nous voulons appeler les solutions canoniques, il existe, comme nous l'avons vu dans le paragraphe 9, un nombre d'autres solutions

$$\zeta_{\alpha}^{\lambda^{(i)}, h} = \sum_{s=0}^h \binom{h}{s} \cdot \frac{\partial^s}{\partial \rho_i^s} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_i)} \right) \cdot \zeta_{\alpha}^{\lambda^{(i)}, i}$$

$$h = 0, 1, 2, \dots, i - 1; \quad \lambda^{(i)} = \lambda_1^{(i)}, \lambda_2^{(i)}, \dots, \lambda_{i-1}^{(i)}.$$

Nous allons démontrer que ces solutions sont des combinaisons linéaires à coefficients constants des solutions canoniques.

* Sur les séries de facultés p. 368.

Considérons, en effet, la solution

$$z_{\alpha}^{\lambda(i)} = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_i)} \zeta_{\alpha}^{\lambda}(x, \rho_i)_{\rho_i^{(i)}}$$

qui peut aussi s'écrire

$$\begin{aligned} z_{\alpha}^{\lambda(i)} &= \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_i)} \cdot \sum_{\nu=0}^{\rho_0 - \rho_i - 1} \frac{g_{\alpha}^{(\nu)}(\rho_i)}{(x + \rho_i)(x + \rho_i + 1) \dots (x + \rho_i + \nu - 1)} + \\ &+ \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_0)} \cdot \sum_{\nu=\rho_0 - \rho_i}^{\infty} \frac{g_{\alpha}^{(\nu)}(\rho_i)}{(x + \rho_0)(x + \rho_0 + 1) \dots (x + \rho_i + \nu - 1)}. \end{aligned}$$

$$\rho_0 - \rho_i = d^{(i)} + d^{(i-1)} + \dots + d^{(1)}.$$

Mais les coefficients $g_{\alpha}^{(0)}, g_{\alpha}^{(1)}, \dots, g_{\alpha}^{(\rho_0 - \rho_i - 1)}$ s'annulent tous pour $\rho = \rho_i$, c'est ce que nous avons vu dans le paragraphe 9. Le premier terme au second membre est donc égal à zéro. Mais tous les $g_{\alpha}^{(\rho_0 - \rho_i)}$ ne s'annulent pas pour $\rho = \rho_i$. Les $z_{\alpha}^{\lambda(i)}$ appartiennent donc à l'exposant ρ_0 et ils ne peuvent différer des $z_{\alpha}^{\lambda(0)}$ que par un facteur constant.

Considérons de même la solution

$$z_{\alpha}^{\lambda(i), 1} = \left[\frac{\partial}{\partial \rho} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho)} \cdot \zeta_{\alpha}^{\lambda}(x, \rho)_{\lambda(i)} \right) \right]_{\rho=\rho_i},$$

expression qui peut aussi s'écrire

$$\begin{aligned} z_{\alpha}^{\lambda(i), 1} &= \left[\frac{\partial}{\partial \rho} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho)} \cdot \sum_{\nu=0}^{\rho_1 - \rho_i - 1} \frac{g_{\alpha}^{(\nu)}(\rho)}{(x + \rho)(x + \rho + 1) \dots (x + \rho + \nu - 1)} \right) \right]_{\rho=\rho_i} + \\ &+ \left[\frac{\partial}{\partial \rho} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho)} \cdot \sum_{\nu=\rho_1 - \rho_i}^{\infty} \frac{g_{\alpha}^{(\nu)}(\rho)}{(x + \rho)(x + \rho + 1) \dots (x + \rho + \nu - 1)} \right) \right]_{\rho=\rho_i}. \end{aligned}$$

Le premier terme au second membre est égal à zéro car les $g_{\alpha}^{(\nu)}$ ($\nu = 0, 1, 2, \dots, \rho_1 - \rho_i - 1$) s'annulent au degré 2 au moins. Le dernier terme est égal à

$$\left[\frac{\partial}{\partial \rho} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_1 + \rho - \rho_i)} \cdot \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{\Gamma(x + \rho_1 + \rho - \rho_i) \cdot g_{\alpha}^{(\nu + \rho_1 - \rho_i)}(\rho)}{\Gamma(x + \rho_1 + \rho - \rho_i + \nu)} \right) \right]_{\rho=\rho_i},$$

en remarquant que nous avons

$$\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho)} \cdot \sum_{\nu=\rho_1 - \rho_i}^{\infty} \frac{\Gamma(x + \rho) \cdot g_{\alpha}^{(\nu)}(\rho)}{\Gamma(x + \rho + \nu)} = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho)} \cdot \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{\Gamma(x + \rho) \cdot g_{\alpha}^{(\nu + \rho_1 - \rho_i)}(\rho)}{\Gamma(x + \rho + \rho_1 - \rho_i + \nu)}.$$

Mais les $g_{\alpha}^{(\rho_1 - \rho_i)}(\rho_i)$ ne peuvent différer des $g_{\alpha}^{(0)}(\rho_i)$ que par des facteurs constants.

Par suite, les solutions

$$z_{\alpha}^{(i)\lambda^{(i)}, 1} \quad (\lambda^{(i)} = \lambda_1^{(i)}, \lambda_2^{(i)}, \dots, \lambda_{r^{(i)}}^{(i)})$$

sont différentes des solutions

$$z_{\alpha}^{(1)\lambda^{(1)}, 1} \quad (\lambda^{(1)} = \lambda_1^{(1)}, \lambda_2^{(1)}, \dots, \lambda_{r^{(1)}}^{(1)})$$

des facteurs constants.

De la même manière on démontre que les solutions

$$z_{\alpha}^{(i)\lambda^{(i)}, h} \quad (\lambda^{(i)} = \lambda_1^{(i)}, \lambda_2^{(i)}, \dots, \lambda_{r^{(i)}}^{(i)})$$

sont égales aux solutions canoniques

$$z_{\alpha}^{(i)\lambda^{(i)}, h} \quad (\lambda^{(h)} = \lambda_1^{(h)}, \lambda_2^{(h)}, \dots, \lambda_{r^{(h)}}^{(h)}), \\ h = 2, 3, \dots, i - 1$$

multipliées par des constants.

12. Soit ρ_0 une racine multiple de l'équation caractéristique et supposons que le déterminant caractéristique ait les diviseurs élémentaires

$$(\rho - \rho_0)^{e_{\lambda}} \text{ pour } \lambda = \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_r.$$

D'ailleurs, entre ρ_0 et toute autre racine il n'existe pas de différence entière.

Nous supposons qu'il corresponde au diviseur élémentaire

$$(\rho - \rho_0)^{e_{\lambda}},$$

λ étant un des nombres $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_r$, les équations aux différences (46) du paragraphe 7, où l'on a posé $e = e_{\lambda}$.

Pour calculer les solutions correspondant à ce diviseur élémentaire, nous posons

$$(55) \quad \begin{cases} g_{\alpha'}^{(0)} = \varepsilon_{\lambda} \cdot (\rho - \rho_0)^{e_{\lambda}-1} \\ g_{\alpha''}^{(0)} = \varepsilon_{\lambda} \cdot (\rho - \rho_0)^{e_{\lambda}-2} \\ \text{---} \\ g_{\alpha}^{(0)} e_{\lambda-1} = \varepsilon_{\lambda} \cdot (\rho - \rho_0) \\ g_{\alpha}^{(0)} e_{\lambda} = \varepsilon_{\lambda}, \end{cases}$$

ε_{λ} étant une constante ou une fonction de ρ qui ne s'annule pas pour $\rho = \rho_0$.

Toutes les autres quantités $g_{\alpha}^{(0)}$ seront nuls.

Soient $\zeta_{\alpha}(x, \rho)_{\lambda}$ les séries calculées en partant de ces valeurs pour les $g_{\alpha}^{(0)}$.

Nous aurons les relations

$$P_{\alpha'} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho)} \cdot \zeta_1, \dots, \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho)} \cdot \zeta_n \right) = \varepsilon_{\lambda} \cdot (\rho - \rho_0)^{e_{\lambda}} \cdot \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho)}$$

$$P_{\alpha} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho)} \cdot \zeta_1, \dots, \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho)} \cdot \zeta_n \right) = 0, \quad \alpha \neq \alpha'.$$

Les séries de facultés

$$\zeta_{\alpha}^{\lambda}(x, \rho_0)_{\lambda}, \zeta_{\alpha}^{(1)}(x, \rho_0)_{\lambda}, \dots, \zeta_{\alpha}^{(e_{\lambda}-1)}(x, \rho_0)_{\lambda}$$

ont pour α égal à resp. $\alpha^{e_{\lambda}}, \alpha^{e_{\lambda}-1}, \dots, \alpha'$ les termes constants différents de nul.

Par conséquent, notre système d'équations aux différences admet les solutions canoniques suivantes

$$(56) \quad \left\{ \begin{array}{l} z_{\alpha}^{(\lambda, 0)} = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_0)} \cdot \zeta_{\alpha}^{\lambda}(x, \rho_0)_{\lambda} \\ z_{\alpha}^{(\lambda, 1)} = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_0)} \cdot \zeta_{\alpha}^{(1)}(x, \rho_0)_{\lambda} + \frac{\partial}{\partial \rho_0} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_0)} \right) \cdot \zeta_{\alpha}^{\lambda}(x, \rho_0)_{\lambda} \\ \dots \\ z_{\alpha}^{(\lambda, e_{\lambda}-1)} = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_0)} \cdot \zeta_{\alpha}^{(e_{\lambda}-1)}(x, \rho_0)_{\lambda} + (e_{\lambda}-1) \cdot \frac{\partial}{\partial \rho_0} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_0)} \right) \cdot \zeta_{\alpha}^{(e_{\lambda}-2)}(x, \rho_0)_{\lambda} + \dots + \\ \quad + \frac{\partial^{e_{\lambda}-1}}{\partial \rho_0^{e_{\lambda}-1}} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_0)} \right) \cdot \zeta_{\alpha}^{\lambda}(x, \rho_0)_{\lambda} \end{array} \right.$$

Elles sont linéairement indépendantes. Par ce procédé on arrive donc à un système fondamental de solutions, c'est ce qu'on démontre en considérant le déterminant des solutions.

De la même manière que dans le paragraphe 10, on peut introduire des logarithmes au lieu des dérivées des fonctions $\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_0)}$. Les solutions (56) contiennent nécessairement des logarithmes. Dans le cas discuté dans le paragraphe 10, au contraire, les séries $\zeta_{\alpha}^{\lambda}(x, \rho_0)_{\lambda}$ auraient pu s'annuler de différentes façons, de sorte que tout ou partie des logarithmes auraient pu disparaître.

13. Considérons maintenant le cas général. *Les racines de l'équation caractéristique fournissent les diviseurs élémentaires*

$$(\rho - \rho_0)^{e_{\lambda^{(0)}}} \quad \lambda^{(0)} = \lambda_1^{(0)}, \lambda_2^{(0)}, \dots, \lambda_{p^{(0)}}^{(0)}$$

$$(\rho - \rho_m)^{e_{\lambda^{(m)}}} \quad \lambda^{(m)} = \lambda_1^{(m)}, \lambda_2^{(m)}, \dots, \lambda_{p^{(m)}}^{(m)}$$

Les différences

$$\rho_0 - \rho_1 = d^{(1)}$$

$$\rho_1 - \rho_2 = d^{(2)}$$

$$\dots$$

$$\rho_{m-1} - \rho_m = d^{(m)}$$

Satisfaisant à notre système d'équations homogènes, on obtient les solutions

$$\begin{aligned}
 & \left. \begin{aligned}
 z_{\alpha}^{\mu^{(0)}} &= \left[\frac{\partial^{\mu^{(0)}}}{\partial \rho^{\mu^{(0)}}} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho)} \cdot \zeta_{\alpha}(x, \rho)_{\lambda^{(i)}} \right) \right]_{\rho=\rho_i} & \mu^{(0)} &= 0, 1, 2, \dots, l^{(0)} - 1, \\
 z_{\alpha}^{\mu^{(1)}} &= \left[\frac{\partial^{\mu^{(1)}}}{\partial \rho^{\mu^{(1)}}} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho)} \cdot \zeta_{\alpha}(x, \rho)_{\lambda^{(i)}} \right) \right]_{\rho=\rho_i} & \mu^{(1)} &= l^{(0)}, l^{(0)} + 1, \dots, l^{(1)} - 1,
 \end{aligned} \right\} \\
 (59) \quad & \text{-----} \\
 & \left. \begin{aligned}
 z_{\alpha}^{\mu^{(i-1)}} &= \left[\frac{\partial^{\mu^{(i-1)}}}{\partial \rho^{\mu^{(i-1)}}} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho)} \cdot \zeta_{\alpha}(x, \rho)_{\lambda^{(i)}} \right) \right]_{\rho=\rho_i} & \mu^{(i-1)} &= l^{(i-2)}, l^{(i-2)} + 1, \dots, l^{(i-1)} - 1, \\
 z_{\alpha}^{\mu_{\lambda^{(i)}}^{(i)}} &= \left[\frac{\partial^{\mu_{\lambda^{(i)}}^{(i)}}}{\partial \rho^{\mu_{\lambda^{(i)}}^{(i)}}} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho)} \cdot \zeta_{\alpha}(x, \rho)_{\lambda^{(i)}} \right) \right]_{\rho=\rho_i} & \mu_{\lambda^{(i)}}^{(i)} &= l^{(i-1)}, l^{(i-1)} + 1, \dots, l_{\lambda^{(i)}} - 1.
 \end{aligned} \right\}
 \end{aligned}$$

Ensuite, les formules 12 b, 12 c, ... nous donnent pour les $g_{\alpha}^{(\nu)}$ les expressions suivantes

$$g_{\alpha}^{(\nu)} = \sum_{h=1}^{\varepsilon_{\lambda^{(i)}}} \frac{Q_{\alpha, \alpha_h}^{(\nu)} \cdot (\rho - \rho_i)^{h-1}}{Q(\rho+1) \cdot Q(\rho+2) \dots Q(\rho+\nu)} \cdot \varepsilon_{\lambda^{(i)}} \cdot (\rho - \rho_i)^{l^{(i-1)}}$$

où l'on a posé

$$Q(\rho) = (\rho - \rho_0)^{\varepsilon^{(0)}} \cdot (\rho - \rho_1)^{\varepsilon^{(1)}} \dots (\rho - \rho_m)^{\varepsilon^{(m)}}$$

$Q_{\alpha, \alpha_h}^{(\nu)}$ est une fonction de ρ ne devenant pas infinie pour $\rho = \rho_0, \rho_1, \dots, \rho_m$.

Par conséquent, pour $\rho = \rho_i$

$$\begin{aligned}
 & \left. \begin{aligned}
 g_{\alpha}^{(0)}, \dots, g_{\alpha}^{(d^{(i)}-1)} & & \text{s'annulent au degré } & l^{(i-1)} \\
 g_{\alpha}^{(d^{(i)})}, \dots, g_{\alpha}^{(d^{(i)}+d^{(i-1)}-1)} & & \text{» } \text{» } \text{»} & l^{(i-2)} \\
 g_{\alpha}^{(d^{(i)}+d^{(i-1)}+\dots+d^{(3)})}, \dots, g_{\alpha}^{(d^{(i)}+d^{(i-1)}+\dots+d^{(2)}-1)} & & \text{» } \text{» } \text{»} & l^{(1)} \\
 g_{\alpha}^{(d^{(i)}+d^{(i-1)}+\dots+d^{(2)})}, \dots, g_{\alpha}^{(d^{(i)}+d^{(i-1)}+\dots+d^{(1)}-1)} & & \text{» } \text{» } \text{»} & l^{(0)}.
 \end{aligned} \right\} \\
 (60) \quad & \text{-----}
 \end{aligned}$$

Par suite, il n'y a pas de terme constant dans les séries

$$\left[\frac{\partial^{\mu^{(0)}}}{\partial \rho^{\mu^{(0)}}} \zeta_{\alpha}(x, \rho)_{\lambda^{(i)}} \right]_{\rho=\rho_i}, \dots, \left[\frac{\partial^{\mu^{(i-1)}}}{\partial \rho^{\mu^{(i-1)}}} \zeta_{\alpha}(x, \rho)_{\lambda^{(i)}} \right]_{\rho=\rho_i}$$

Mettons de côté toutes les solutions (59) sauf les $e_{\lambda^{(i)}}$ solutions suivantes appartenant à l'exposant ρ_i

$$(61) \quad z_{\alpha} = \sum_{s=0}^{s=\mu_{\lambda^{(i)}}} \binom{\mu_{\lambda^{(i)}}}{s} \cdot \frac{\partial^s}{\partial \rho_i^s} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_i)} \right) \cdot \zeta_{\alpha}(x, \rho_i)_{\lambda^{(i)}}.$$

$$\mu_{\lambda^{(i)}} = l^{(i-1)}, \quad l^{(i-1)} + 1, \dots, \quad l_{\lambda^{(i)}} - 1;$$

car, d'après (57), nous voyons que les termes constants des séries

$$\zeta_{\alpha_i}^{(e_{\lambda^{(i)}} - 1)}(x, \rho_i)_{\lambda^{(i)}}, \quad \dots, \quad \zeta_{\alpha_i}^{(e_{\lambda^{(i)}})}(x, \rho_i)_{\lambda^{(i)}}$$

ne sont pas nuls.

Appartenant au groupe donné de racines, on trouve donc les solutions canoniques suivantes

$$(62) \quad \left\{ \begin{aligned} z_{\alpha, \lambda^{(0)}}^{\mu_{\lambda^{(0)}}} &= \sum_{s=0}^{s=\mu_{\lambda^{(0)}}} \binom{\mu_{\lambda^{(0)}}}{s} \cdot \frac{\partial^s}{\partial \rho_0^s} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_0)} \right) \cdot \zeta_{\alpha}(x, \rho_0)_{\lambda^{(0)}}, \\ &\mu_{\lambda^{(0)}} = 0, 1, 2, \dots, e_{\lambda^{(0)}} - 1; \quad \lambda^{(0)} = \lambda_1^{(0)}, \lambda_2^{(0)}, \dots, \lambda_{\rho^{(0)}}^{(0)}. \\ z_{\alpha, \lambda^{(1)}}^{\mu_{\lambda^{(1)}}} &= \sum_{s=0}^{s=\mu_{\lambda^{(1)}}} \binom{\mu_{\lambda^{(1)}}}{s} \cdot \frac{\partial^s}{\partial \rho_1^s} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_1)} \right) \cdot \zeta_{\alpha}(x, \rho_1)_{\lambda^{(1)}}, \\ &\mu_{\lambda^{(1)}} = e^{(0)}, e^{(0)} + 1, \dots, e^{(0)} + e_{\lambda^{(1)}} - 1; \quad \lambda^{(1)} = \lambda_1^{(1)}, \lambda_2^{(1)}, \dots, \lambda_{\rho^{(1)}}^{(1)}. \\ \dots \\ z_{\alpha, \lambda^{(m)}}^{\mu_{\lambda^{(m)}}} &= \sum_{s=0}^{s=\mu_{\lambda^{(m)}}} \binom{\mu_{\lambda^{(m)}}}{s} \cdot \frac{\partial^s}{\partial \rho_m^s} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_m)} \right) \cdot \zeta_{\alpha}(x, \rho_m)_{\lambda^{(m)}}. \\ &\mu_{\lambda^{(m)}} = e^{(0)} + e^{(1)} + \dots + e^{(m-1)}, \quad e^{(0)} + e^{(1)} + \dots + e^{(m-1)} + 1, \dots, \\ &\quad e^{(0)} + e^{(1)} + \dots + e^{(m-1)} + e_{\lambda^{(m)}} - 1. \\ &\quad \lambda^{(m)} = \lambda_1^{(m)}, \lambda_2^{(m)}, \dots, \lambda_{\rho^{(m)}}^{(m)}. \end{aligned} \right.$$

Les solutions appartenant à ce groupe sont linéairement indépendantes. En reprenant le même procédé pour les autres groupes de racines de l'équation caractéristique, on arrive à un système fondamental de solutions.

En effet, le déterminant des termes constants

$$\left| g_{\alpha_i}^{(0)} \right| \quad \alpha_i, \beta = 1, 2, \dots, n,$$

est égal à une constante différente de nul. En formant le déterminant des n solutions, on trouve donc comme dans le paragraphe 5 que ce déterminant ne peut pas s'annuler identiquement. Les solutions sont donc linéairement indépendantes.

14. Nous pouvons, comme nous l'avons fait dans le paragraphe 10 introduire des puissances de la fonction $\log\left(\frac{1}{x}\right)$, au lieu des fonctions $\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho_i)}$ et de leurs dérivées par rapport à ρ_i , dans les expressions (62) de nos solutions.

Considérons donc le groupe donné par

$$z_\alpha = \left[\frac{\partial^{\mu_\lambda(i)}}{\partial \rho^{\mu_\lambda(i)}} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho)} \cdot \zeta_\alpha(x, \rho)_{\lambda(i)} \right) \right]_{\rho=\rho_i}$$

$$\mu_\lambda(i) = l^{(i-1)}, l^{(i-1)} + 1, \dots, l_\lambda(i) - 1.$$

En introduisant le développement

$$(53) \quad \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho)} = \left(\frac{1}{x}\right)^\rho \cdot \Omega(x),$$

on trouve

$$(63) \quad z_\alpha = z_{\alpha, \lambda(i)}^{\mu_\lambda(i)} = \left(\frac{1}{x}\right)^{\rho_i} \cdot \sum_{s=0}^{s=\mu_\lambda(i)} \binom{\mu_\lambda(i)}{s} \cdot \log^s\left(\frac{1}{x}\right) \cdot \frac{\partial^{\mu_\lambda(i)-s}}{\partial \rho^{\mu_\lambda(i)-s}} \left(\Omega(x) \cdot \zeta_\alpha(x, \rho_i)_{\lambda(i)} \right).$$

$$i = 0, 1, 2, \dots, m; \quad \lambda^{(i)} = \lambda_1^{(i)}, \lambda_2^{(i)}, \dots, \lambda_{r(i)}^{(i)}.$$

Les séries de facultés qui représentent les coefficients des diverses puissances de $\log\left(\frac{1}{x}\right)$ sont convergentes resp. sommables d'ordre r pourvu que

$$(63^*) \quad \Re(x) > 0, \quad \Re(x + \rho_i) > 0, \quad \Re(x + 1) > \lambda \text{ resp. } \lambda_r.$$

Les deux formes (62) et (63) sont donc les expressions les plus générales de nos solutions canoniques.

15. A l'aide des expressions (63), on peut déterminer, avec autant d'approximation que l'on veut, les expressions asymptotiques de nos solutions en supposant que x tende vers l'infini en restant dans le domaine de convergence des séries de facultés. Mais une série de facultés $\Omega(x)$ tend vers son premier terme, qui est une constante, quand x tend vers l'infini en restant dans le demi-plan de convergence. On trouve

$$z_{\alpha, \lambda(i)}^{\mu_\lambda(i)} \sim \left(\frac{1}{x}\right)^{\rho_i} \cdot \log^{\mu_\lambda(i)}\left(\frac{1}{x}\right) \cdot g_\alpha^{(0)}(\rho_i).$$

$$\mu_\lambda(i) = l^{(i-1)}, \dots, l_\lambda(i) - 1,$$

en nous bornant au premier terme de l'expression asymptotique.

Donc, à chaque solution canonique $z_{\alpha, \lambda(i)}^{\mu_\lambda(i)}$ de (B) il appartient un nombre ρ_i , indépendant de x , et un nombre entier positif $\mu_\lambda(i)$, de sorte que

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{z_{\alpha, \lambda^{(i)}}^{\mu^{(i)}}}{\left(\frac{1}{x}\right)^{\rho_i} \cdot \log^{\mu^{(i)}}\left(\frac{1}{x}\right)} = \text{const.},$$

x tendant vers l'infini en restant dans le demi-plan défini par les inégalités (63*). En vertu de la formule (43*) du paragraphe 6, le même résultat vaut encore pour le système canonique général (A).

16. A côté des solutions canoniques, les formules (59) nous donnent d'autres solutions du système (B). Nous voulons maintenant discuter comment elles se rattachent à notre système fondamental de solutions canoniques.

Considérons d'abord les expressions

$$(64) \quad z_{\alpha, \lambda^{(i)}}^{\mu^{(0)}} = \sum_{s=0}^{s=\mu^{(0)}} \binom{\mu^{(0)}}{s} \cdot \frac{\partial^s}{\partial \rho_i^s} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_i)} \right) \cdot \zeta_{\alpha}^{(\mu^{(0)}-s)}(x, \rho_i)_{\lambda^{(i)}} \\ \mu^{(0)} = 0, 1, 2, \dots, e^{(0)} - 1.$$

$\lambda^{(i)}$ désignant un des nombres

$$\lambda_1^{(i)}, \lambda_2^{(i)}, \dots, \lambda_{\rho_i}^{(i)}.$$

Appartenant à la valeur $\mu^{(0)} = 0$, nous obtenons les solutions

$$z_{\alpha, \lambda^{(i)}} = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_i)} \cdot \zeta_{\alpha}(x, \rho_i)_{\lambda^{(i)}}$$

ou encore

$$(65) \quad z_{\alpha, \lambda^{(i)}} = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_i)} \cdot \sum_{\nu=0}^{\nu=\rho_0 - \rho_i - 1} \frac{g_{\alpha}^{(\nu)}(\rho_i)}{(x + \rho_i)(x + \rho_i + 1) \dots (x + \rho_i + \nu - 1)} + \\ + \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_0)} \cdot \sum_{\nu=\rho_0 - \rho_i}^{\nu=\infty} \frac{g_{\alpha}^{(\nu)}(\rho_i)}{(x + \rho_0)(x + \rho_0 + 1) \dots (x + \rho_i + \nu - 1)}$$

car nous avons

$$\rho_0 - \rho_i = d^{(i)} + d^{(i-1)} + \dots + d^{(1)}$$

égal à un nombre entier positif.

Mais nous savons d'après les formules (60) que pour $\rho = \rho_i$ les nombres

$$g_{\alpha}^{(0)}, g_{\alpha}^{(1)}, \dots, g_{\alpha}^{(d^{(i)} + d^{(i-1)} + \dots + d^{(1)} - 1)}$$

s'annulent tous au degré $e^{(0)}$ au moins. Donc, le premier terme au second membre de (65) est égal à zéro. Mais les

$$g_{\alpha}^{\rho_0 - \rho_i}(\rho_i)_{\lambda^{(i)}}$$

ne s'annulent pas tous; le second terme ne peut donc différer d'une certaine des solutions

$$z_{\alpha, \lambda^{(0)}} = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_0)} \cdot \zeta_{\alpha}(x, \rho_0)_{\lambda^{(0)}} \quad (\lambda^{(0)} = \lambda_1^{(0)}, \lambda_2^{(0)}, \dots, \lambda_{r^{(0)}}^{(0)}).$$

que par un facteur constant.

Procédons de la même manière avec les autres solutions. Correspondant au nombre $\mu^{(0)} = 1$, l'expression (64) nous donne la solution

$$z_{\alpha, \lambda^{(i)}}^{(1)} = \left[\frac{\partial}{\partial \rho} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho)} \cdot \zeta_{\alpha}(x, \rho)_{\lambda^{(i)}} \right) \right]_{\rho = \rho_i}$$

expression qui peut aussi s'écrire

(66)

$$z_{\alpha, \lambda^{(i)}}^{(1)} = \left[\frac{\partial}{\partial \rho} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho)} \cdot \sum_{\nu=0}^{\nu=\rho_0 - \rho_i - 1} \frac{g_{\alpha}^{(\nu)}(\rho)}{(x + \rho)(x + \rho + 1) \dots (x + \rho + \nu - 1)} \right) \right]_{\rho = \rho_i} + \left[\frac{\partial}{\partial \rho} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho)} \cdot \sum_{\nu=\rho_0 - \rho_i}^{\nu=\infty} \frac{g_{\alpha}^{(\nu)}(\rho)}{(x + \rho)(x + \rho + 1) \dots (x + \rho + \nu - 1)} \right) \right]_{\rho = \rho_i}$$

La première des parenthèses est égale à zéro. Quant à la seconde, nous remarquons qu'elle peut être mise sous la forme

$$(67) \quad \left[\frac{\partial}{\partial \rho} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_0 + \rho - \rho_i)} \cdot \sum_{\nu=0}^{\nu=\infty} \frac{\Gamma(x + \rho_0 + \rho - \rho_i)}{\Gamma(x + \rho_0 + \rho - \rho_i + \nu)} \cdot g_{\alpha}^{(\nu + \rho_0 - \rho_i)}(\rho) \right) \right]_{\rho = \rho_i}$$

Les $g_{\alpha}^{(\rho_0 - \rho_i)}(\rho)_{\lambda^{(i)}}$ ne diffèrent des $g_{\alpha}^{(0)}(\rho)_{\lambda^{(0)}}$ que par des facteurs constants. En comparant cette expression avec l'expression

$$z_{\alpha, \lambda^{(0)}}^{(1)} = \left[\frac{\partial}{\partial \rho} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho)} \cdot \zeta_{\alpha}(x, \rho)_{\lambda^{(0)}} \right) \right]_{\rho = \rho_0},$$

on voit donc que les solutions

$$z_{\alpha, \lambda^{(i)}}^{(1)} \quad (\lambda^{(i)} = \lambda_1^{(i)}, \lambda_2^{(i)}, \dots, \lambda_{r^{(i)}}^{(i)})$$

ne diffèrent des solutions

$$z_{\alpha, \lambda^{(0)}}^{(1)} \quad (\lambda^{(0)} = \lambda_1^{(0)}, \lambda_2^{(0)}, \dots, \lambda_{r^{(0)}}^{(0)})$$

que par des facteurs constants.

De la même manière on peut traiter les autres solutions $z_{\alpha, \lambda^{(i)}}^{\mu^{(0)}}$. Donc, les solutions appartenant au groupe

$$z_{\alpha, \lambda^{(i)}}^{\mu^{(0)}} \quad (\mu^{(0)} = 0, 1, 2, \dots, e^{(0)} - 1; \lambda^{(i)} = \lambda_1^{(i)}, \lambda_2^{(i)}, \dots, \lambda_{r^{(i)}}^{(i)})$$

ne diffèrent des solutions canoniques.

$$z_{\alpha, \lambda^{(0)}}^{\mu, \lambda^{(0)}} \quad (\mu_{\lambda^{(0)}} = 0, 1, 2, \dots, e_{\lambda^{(0)}} - 1; \lambda^{(0)} = \lambda_1^{(0)}, \lambda_2^{(0)}, \dots, \lambda_{r^{(0)}}^{(0)})$$

que par des facteurs constants.

Considérons le second groupe des solutions (59)

$$z_{\alpha, \lambda^{(i)}}^{\mu, \lambda^{(i)}} = \left[\frac{\partial^{\mu^{(i)}}}{\partial \rho^{\mu^{(i)}}} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho)} \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{g_{\alpha}^{(\nu)}(\rho)}{(x + \rho)(x + \rho + 1) \dots (x + \rho + \nu - 1)} \right) \right]_{\rho = \rho_i}$$

$$\mu^{(i)} = \mu^{(0)}, \mu^{(0)} + 1, \dots, \mu^{(1)} - 1 = e^{(0)}, e^{(0)} + 1, \dots, e^{(0)} + e^{(1)} - 1.$$

Pour $\mu^{(i)} = e^{(0)}$ cette expression peut s'écrire

$$z_{\alpha, \lambda^{(i)}}^{e^{(0)}, \lambda^{(i)}} = \left[\frac{\partial^{e^{(0)}}}{\partial \rho^{e^{(0)}}} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho)} \cdot \sum_{\nu=0}^{\nu = \rho_1 - \rho_i - 1} \frac{g_{\alpha}^{(\nu)}(\rho)}{(x + \rho)(x + \rho + 1) \dots (x + \rho + \nu - 1)} \right) \right]_{\rho = \rho_i} +$$

$$(68) \quad + \left[\frac{\partial^{e^{(0)}}}{\partial \rho^{e^{(0)}}} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho)} \cdot \sum_{\nu = \rho_1 - \rho_i}^{\nu = \infty} \frac{g_{\alpha}^{(\nu)}(\rho)}{(x + \rho)(x + \rho + 1) \dots (x + \rho + \nu - 1)} \right) \right]_{\rho = \rho}$$

Mais, d'après les formules (57) nous savons que pour $\rho = \rho_i$ les

$$g_{\alpha}^{(0)}, g_{\alpha}^{(1)}, \dots, g_{\alpha}^{(\rho_1 - \rho_i - 1)}$$

s'annulent au degré $\mu^{(i)} = e^{(0)} + e^{(1)}$ au moins. Les nombres

$$g_{\alpha}^{(\rho_1 - \rho_i)}(\rho_i)_{\lambda^{(i)}}$$

s'annulent au degré $\mu^{(0)} = e^{(0)}$.

En comparant les solutions (68) avec les solutions canoniques

$$z_{\alpha, \lambda^{(i)}}^{e^{(0)}, \lambda^{(i)}} = \left[\frac{\partial^{e^{(0)}}}{\partial \rho^{e^{(0)}}} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho)} \cdot \zeta_{\alpha}(x, \rho)_{\lambda^{(i)}} \right) \right]_{\rho = \rho_i}$$

on trouve que les solutions

$$z_{\alpha, \lambda^{(i)}}^{e^{(0)}, \lambda^{(i)}} \quad (\lambda^{(i)} = \lambda_1^{(i)}, \lambda_2^{(i)}, \dots, \lambda_{r^{(i)}}^{(i)})$$

ne diffèrent des solutions canoniques

$$z_{\alpha, \lambda^{(i)}}^{e^{(0)}, \lambda^{(i)}} \quad (\lambda^{(i)} = \lambda_1^{(i)}, \lambda_2^{(i)}, \dots, \lambda_{r^{(i)}}^{(i)})$$

que par des facteurs constants. En effet, les termes $g_{\alpha}^{(0)}(\rho)_{\lambda^{(i)}}$ s'annulent pour $\rho = \rho_1$ au même degré $e^{(0)}$ que les termes

$$g_{\alpha}^{(\rho_1 - \rho_i)}(\rho_i)_{\lambda^{(i)}}$$

En procédant comme nous l'avons fait tout à l'heure, on arrive donc au résultat que les solutions

$$z_{a, \lambda}^{(1)} \quad (\mu^{(1)} = e^{(0)}, e^{(0)} + 1, \dots, e^{(0)} + e^{(1)} - 1; \lambda^{(1)} = \lambda_1^{(1)}, \lambda_2^{(1)}, \dots, \lambda_{r^{(1)}}^{(1)})$$

sont différentes des solutions canoniques

$$z_{a, \lambda}^{(1)} \quad (\mu_{\lambda}^{(1)} = e^{(0)}, e^{(0)} + 1, \dots, e^{(0)} + e_{\lambda}^{(1)} - 1; \lambda^{(1)} = \lambda_1^{(1)}, \lambda_2^{(1)}, \dots, \lambda_{r^{(1)}}^{(1)})$$

des facteurs constants et plus généralement les solutions

$$z_{a, \lambda}^{(i-1)} \quad (\mu^{(i-1)} = l^{(i-2)}, l^{(i-2)} + 1, \dots, l^{(i-1)} - 1; \lambda^{(i)} = \lambda_1^{(i)}, \lambda_2^{(i)}, \dots, \lambda_{r^{(i)}}^{(i)})$$

ne diffèrent des solutions canoniques

$$z_{a, \lambda}^{(i-1)} \quad (\mu_{\lambda}^{(i-1)} = l^{(i-2)}, l^{(i-2)} + 1, \dots, l_{\lambda}^{(i-1)} - 1; \lambda^{(i-1)} = \lambda_1^{(i-1)}, \lambda_2^{(i-1)}, \dots, \lambda_{r^{(i-1)}}^{(i-1)})$$

que par des facteurs constants.

CHAPITRE III.

17. Maintenant nous allons faire le prolongement analytique de nos solutions canoniques définies par les formules (62) ou par les expressions analogues valables pour le système canonique général (A). A l'aide de ces expressions on voit que les solutions canoniques sont des fonctions analytiques holomorphes dans le domaine de convergence des séries en exceptant les points

$$x = 0, -1, -2, \dots$$

qui sont des pôles simples s'ils se trouvent dans le domaine de convergence.

Nous pouvons suivre, à peu près mot à mot, le procédé employé par M. NÖRLUND dans son travail concernant l'équation (1).

Le système (A) peut se mettre sous la forme suivante

$$(69) \quad u_{\alpha}(x) = \sum_{\lambda=1}^n \frac{u_{\lambda}(x+1)}{x} (\delta_{\alpha\lambda} \cdot x - a_{\alpha\lambda}(x+1))$$

ou encore

$$(69^*) \quad u_{\alpha}(x) = \sum_{\lambda=1}^n \frac{u_{\lambda}(x+1)}{x} \cdot P_{\alpha\lambda}(x)$$

$$\alpha = 1, 2, \dots, n,$$

où l'on a posé

$$P_{\alpha\lambda}(x) = \delta_{\alpha\lambda} \cdot x - a_{\alpha\lambda}(x+1).$$

Si dans les équations (69*) nous écrivons, au lieu de x , successivement $x+1$, $x+2$, ..., $x+N$ et si nous éliminons

$$u(x+1), u(x+2), \dots, u(x+N),$$

on trouve des relations

$$(70) \quad u_{\alpha}(x) = \sum_{\lambda=1}^n \frac{u_{\lambda}(x+N+1)}{x(x+1)\dots(x+N)} \cdot \pi_{\alpha\lambda}(x).$$

Pour les $\pi_{\alpha\lambda}(x)$ on obtient des expressions qu'on peut représenter par

$$(\pi_{\alpha\lambda}(x) = (P_{\alpha\lambda}(x))(P_{\alpha\lambda}(x+1)) \dots (P_{\alpha\lambda}(x+N)))$$

$$\alpha, \lambda = 1, 2, \dots, n.$$

en nous servant pour plus de simplicité de la notion de matrice.

Les $\pi_{\alpha\lambda}(x)$ sont donc des sommes de produits formés des fonctions

$$P_{\alpha\lambda}(x), P_{\alpha\lambda}(x+1), \dots, P_{\alpha\lambda}(x+N),$$

c'est ce qu'on voit immédiatement si l'on se rappelle le théorème de multiplication des matrices.

Supposons maintenant que les coefficients $a_{\alpha\lambda}(x)$ du système (A) soient des fonctions qui admettent un prolongement analytique dans tout domaine fini et qui ont pour points singuliers à distance finie les points

$$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m, \dots$$

dont le nombre peut être fini ou infini.

Les coefficients $P_{\alpha\lambda}(x)$ admettent les points singuliers suivants

$$\beta_1 - 1, \beta_2 - 1, \dots, \beta_m - 1, \dots$$

et, par suite, les $\pi_{\alpha\lambda}(x)$ ont les points singuliers

$$\beta_i - s \quad i = 1, 2, 3, \dots; s = 1, 2, \dots, N + 1.$$

A l'aide des équations (70), nous pouvons faire le prolongement des fonctions $u_\alpha(x)$ dans un domaine fini quelconque C , car on peut toujours choisir le nombre N suffisamment grand pour que les séries de facultés qui représentent les fonctions

$$u_\alpha(x + N + 1)$$

soient convergentes quel que soit x en C .

Des formules (70) il résulte donc que les solutions canoniques ne peuvent admettre comme points singuliers à distance finie d'autres que les points

$$0, -1, -2, \dots$$

qui sont des pôles simples et les points

$$\beta_i - s \quad s = 1, 2, \dots, N + 1; i = 1, 2, 3, \dots$$

Au voisinage des points $\beta_i - s$, les solutions canoniques se comportent comme des fonctions rationnelles entières des expressions

$$P_{\alpha\lambda}(x + s) \quad s = 0, 1, 2, \dots, N$$

avec des coefficients qui sont des fonctions holomorphes dans le voisinage des points respectifs, c'est à dire comme des fonctions rationnelles entières des fonctions $a_{\alpha\lambda}(x + 1)$ et de leurs différences successives.

Tous les théorèmes énoncés par M. NÖRLUND dans son travail p. 24 sont donc valables pour le système canonique (A).

18. Aux points singuliers à distance finie il faut ajouter le point à l'infini. Nous avons vu dans le paragraphe 15 comment se comportent les solutions canoniques quand x tend vers l'infini en restant dans le domaine de convergence des séries de facultés qui représentent les coefficients dans les expressions (63).

Mais les expressions asymptotiques sont valables en des domaines plus étendus. En effet, considérons notre système sous la forme

$$(69^*) \quad u_n(x) = \sum_{\lambda=1}^n u_\lambda(x+1) \cdot \frac{P_{\alpha\lambda}(x)}{x},$$

et remarquons qu'on a uniformément

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{P_{\alpha\lambda}(x)}{x} = \delta_{\alpha\lambda}$$

quand x tend vers l'infini en restant dans le demi-plan $\Re(x) > \lambda - 1 + \varepsilon$ ($\varepsilon > 0$); il est même suffisant, comme l'a remarqué M. NÖRLUND, de supposer que $\Re(x)$ soit plus grand que $\Lambda - 1 + \varepsilon$, Λ désignant la limite vers laquelle tendent les abscisses de sommabilité

$$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n, \dots$$

des coefficients quand n tend vers l'infini.

Les équations (69*) montrent donc que les expressions asymptotiques que nous avons obtenu dans le paragraphe 15 subsistent encore, pourvu que x tend vers l'infini en restant dans le demi-plan

$$(71) \quad \Re(x) > \Lambda - 1 + \varepsilon.$$

Nous avons donc obtenu le théorème suivant: *Les n solutions canoniques du système (A) forment un système fondamental de solutions. Elles sont des fonctions analytiques, holomorphes dans le demi-plan $\Re(x) > \Lambda - 1$ en exceptant les points*

$$0, -1, -2, \dots$$

qui sont des pôles simples pour les solutions s'ils se trouvent dans le demi-plan $\Re(x) > \Lambda - 1$.

Les expressions asymptotiques obtenus dans le paragraphe 15 subsistent encore pourvu que x tend vers l'infini en restant dans le demi-plan

$$\Re(x) > \Lambda - 1 + \varepsilon.$$

CHAPITRE IV.

19. Nous allons traiter dans ce chapitre la question inverse à celle dont nous nous sommes occupés dans les chapitres précédents. Nous allons partir de n systèmes de fonctions, linéairement indépendantes, ayant les mêmes propriétés que les solutions obtenues dans les chapitres précédents et nous allons déterminer la forme du système d'équations aux différences finies linéaires et homogènes du premier ordre admettant ce système fondamental de fonctions comme solutions.

D'abord nous allons démontrer le lemme préliminaire suivant:

Un système d'équations aux différences finies linéaires et homogènes du premier ordre admettant comme solutions les n systèmes de fonctions linéairement indépendantes

$$\begin{array}{cccc}
 & 1 & 2 & \dots & n. \\
 u_{11}(x) & & u_{12}(x) & \dots & u_{1n}(x) \\
 u_{21}(x) & & u_{22}(x) & \dots & u_{2n}(x) \\
 \vdots & & \vdots & & \vdots \\
 u_{n1}(x) & & u_{n2}(x) & \dots & u_{nn}(x)
 \end{array}$$

peut toujours se mettre sous la forme

$$(D) \quad \begin{vmatrix}
 \Delta u_{\alpha}(x), & u_1(x), & u_2(x), & \dots, & u_n(x) \\
 \Delta u_{\alpha 1}(x), & u_{11}(x), & u_{21}(x), & \dots, & u_{n1}(x) \\
 \Delta u_{\alpha 2}(x), & u_{12}(x), & u_{22}(x), & \dots, & u_{n2}(x) \\
 \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\
 \Delta u_{\alpha n}(x), & u_{1n}(x), & u_{2n}(x), & \dots, & u_{nn}(x)
 \end{vmatrix} = 0.$$

$\alpha = 1, 2, \dots, n.$

En effet, en substituant, au lieu des fonctions $u_{\alpha}(x)$, les n systèmes indiqués de solutions, les n déterminants (D) se réduisent à zéro, car alors ils possèdent deux lignes identiques. Mais ils ne s'annulent pas identiquement en ce que les systèmes de fonctions forment un système fondamental et, par suite, le déterminant

$$\begin{vmatrix}
 u_{\alpha\beta}(x)
 \end{vmatrix}$$

$\alpha, \beta = 1, 2, \dots, n$

ne s'annule pas identiquement.

20. Nous allons déterminer la forme d'un système d'équations aux différences qui admet un système fondamental de solutions régulières de la forme

$$(72) \quad u_{\alpha\beta}(x) = u_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta) = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_\beta)} \cdot \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{g_{\alpha\beta}^{(\nu)}(\rho_\beta)}{(x + \rho_\beta)(x + \rho_\beta + 1) \dots (x + \rho_\beta + \nu - 1)} =$$

$$= \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_\beta)} \cdot \zeta_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta).$$

$\alpha, \beta = 1, 2, \dots, n.$

les séries de facultés étant convergentes pourvu que $\Re(x) > \lambda - 1$.*

Supposons d'abord que les solutions (72) soient de la forme canonique, c'est à dire que le déterminant

$$\left| g_{\alpha\beta}^{(0)} \right|$$

$\alpha, \beta = 1, 2, \dots, n$

soit différent de nul.

En formant les expressions $-(x-1) \Delta_{-1} u_{\alpha\beta}(x)$, on trouve

$$-(x-1) \Delta_{-1} u_{\alpha\beta}(x) = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_\beta)} \cdot v_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta),$$

les $v_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta)$ désignant les séries

$$v_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta) = \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{g_{\alpha\beta}^{(\nu)}(\rho_\beta) \cdot (\rho_\beta + \nu)}{(x + \rho_\beta)(x + \rho_\beta + 1) \dots (x + \rho_\beta + \nu - 1)},$$

convergentes si l'on a $\Re(x) > \lambda$.

En substituant les fonctions (72) dans les déterminants (D), après avoir multiplié la première colonne par $-(x-1)$, et en supprimant dans les n dernières lignes les facteurs

$$\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_1)}, \quad \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_2)}, \quad \dots, \quad \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_n)}$$

on trouve les déterminants suivants:

$$(73) \quad \left| \begin{array}{cccccc} -(x-1) \Delta_{-1} u_\alpha(x), & u_1(x), & u_2(x), & \dots, & u_n(x) \\ v_{\alpha 1}(x, \rho_1), & \zeta_{11}(x, \rho_1), & \zeta_{21}(x, \rho_1), & \dots, & \zeta_{n1}(x, \rho_1) \\ v_{\alpha 2}(x, \rho_2), & \zeta_{12}(x, \rho_2), & \zeta_{22}(x, \rho_2), & \dots, & \zeta_{n2}(x, \rho_2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_{\alpha n}(x, \rho_n), & \zeta_{1n}(x, \rho_n), & \zeta_{2n}(x, \rho_n), & \dots, & \zeta_{nn}(x, \rho_n) \end{array} \right| = 0$$

$\alpha = 1, 2, \dots, n.$

* On suppose que les solutions appartiennent aux exposants ρ_β , c'est à dire, que pour β égal à une certaine de ses valeurs, tous les nombres $g_{\alpha\beta}^{(0)}$ ne s'annulent pas.

En développant les déterminants suivant les éléments de la première ligne, on voit qu'on peut mettre le système sous la forme

$$(x-1)\Delta_{-1}u_\alpha(x) = \sum_{\lambda=1}^n a_{\alpha\lambda}(x) \cdot u_\lambda(x).$$

$$\alpha = 1, 2, \dots, n.$$

Les fonctions $a_{\alpha\lambda}(x)$ qui sont les mineurs des éléments de la première ligne divisés par le déterminant

$$(74) \quad \left| \zeta_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta) \right| \neq 0.$$

Elles sont donc des fonctions développables en séries de facultés convergentes pourvu que $\Re(x) > 0$ $\Re(x) > \lambda$.

Le terme constant de la série de facultés qu'on obtient en développant le déterminant (74) est donné par le déterminant

$$\left| g_{\alpha\beta}^{(0)}(\rho_\beta) \right|$$

qui est, par hypothèse, différent de nul.

Écrivons les expressions obtenues pour les fonctions $a_{\alpha\lambda}(x)$:

$$(-1)^\lambda \cdot \left| \zeta_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta) \right| \cdot a_{\alpha\lambda}(x) = \begin{vmatrix} v_{\alpha 1}(x, \rho_1), \zeta_{11}(x, \rho_1), \dots, \zeta_{\lambda-1, 1}(x, \rho_1), \zeta_{\lambda+1, 1}(x, \rho_1), \dots, \zeta_{n1}(x, \rho_1) \\ \dots \\ v_{\alpha n}(x, \rho_n), \zeta_{1n}(x, \rho_n), \dots, \zeta_{\lambda-1, n}(x, \rho_n), \zeta_{\lambda+1, n}(x, \rho_n), \dots, \zeta_{nn}(x, \rho_n) \end{vmatrix}$$

Les termes constants $a_{\alpha\lambda}^{(0)}$ des séries de facultés représentant les fonctions $a_{\alpha\lambda}(x)$ deviennent

$$(-1)^\lambda \cdot \left| g_{\alpha\beta}^{(0)}(\rho_\beta) \right| a_{\alpha\lambda}^{(0)} = \begin{vmatrix} \rho_1 \cdot g_{\alpha 1}^{(0)}(\rho_1), g_{11}^{(0)}(\rho_1), \dots, g_{\lambda-1, 1}^{(0)}(\rho_1), g_{\lambda+1, 1}^{(0)}(\rho_1), \dots, g_{n1}^{(0)}(\rho_1) \\ \dots \\ \rho_n \cdot g_{\alpha n}^{(0)}(\rho_n), g_{1n}^{(0)}(\rho_n), \dots, g_{\lambda-1, n}^{(0)}(\rho_n), g_{\lambda+1, n}^{(0)}(\rho_n), \dots, g_{nn}^{(0)}(\rho_n) \end{vmatrix}$$

Notre système est donc nécessairement de la forme canonique (A).

Pour déterminer les racines de l'équation caractéristique, nous allons assujettir le système à une transformation linéaire à des coefficients constants, ce que ne trouble pas les diviseurs élémentaires du déterminant caractéristique. Nous voulons choisir la substitution linéaire qui transforme les $g_{\alpha\beta}^{(0)}$ en $\delta_{\alpha\beta}$.

Nous aurons donc pour les termes constants $b_{\alpha\lambda}^{(0)}$ des coefficients $b_{\alpha\lambda}(x)$ du nouveau système les expressions suivantes

$$(-1)^\nu \cdot b_{\alpha\lambda}^{(0)} = \begin{vmatrix} \rho_1 \cdot \delta_{\alpha 1}, 1, 0, 0 \dots, 0 \\ \rho_2 \cdot \delta_{\alpha 2}, 0, 1, 0 \dots, 0 \\ \dots \\ \rho_n \cdot \delta_{\alpha n}, 0, 0, 0 \dots, 1 \end{vmatrix}$$

Par conséquent, tous les nombres $b_{\alpha\lambda}^{(0)}$ s'annulent sauf les $b_{\alpha\alpha}^{(0)}$ qui deviennent

$$b_{\alpha\alpha}^{(0)} = -\rho_\alpha.$$

Les racines de l'équation caractéristique sont donc les nombres

$$\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_n.$$

De plus, on voit que, si plusieurs des nombres ρ_α sont égaux entre eux, il ne correspond que des diviseurs élémentaires simples du déterminant caractéristique.

21. Maintenant nous allons considérer le cas général où les solutions données sont telles que le déterminant

$$(74) \quad \left| \zeta_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta) \right| \\ \alpha, \beta = 1, 2, \dots, n.$$

s'annule d'un ordre fini, quand x tend vers l'infini en restant dans le demi-plan de convergence des séries de facultés. Il ne peut pas manquer qu'un nombre fini des termes premiers dans la série de facultés représentant le déterminant (74), car autrement les solutions n'auraient pas pu former un système fondamental de solutions.

En reprenant les calculs sous ces conditions, on voit que les coefficients $a_{\alpha\lambda}(x)$ du système obtenu se représentent par des séries de facultés ayant une abscisse de convergence finie, mais le système ainsi construit n'est pas de la forme canonique.

On peut cependant, par des substitutions simples, ramener ces systèmes à la forme canonique. Nous allons étudier ces transformations en nous servant d'une méthode de réduction employée par M. SCHLESINGER aux systèmes correspondants d'équations différentielles.*

Supposons que les solutions données (72) soient transformées en les expressions suivantes

$$(75) \quad u_{\alpha\beta}(x) = \left(\frac{1}{x}\right)^{\rho_\beta} \cdot \left(g_{\alpha\beta}^{(0)} + \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{\bar{g}_{\alpha\beta}^{(\nu)}(\rho_\beta)}{x(x+1)\dots(x+\nu)} \right) = \left(\frac{1}{x}\right)^{\rho_\beta} \cdot z_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta).$$

Considérons la matrice formée de ces solutions; elle peut s'écrire

$$(76) \quad (u_{\alpha\beta}(x)) = (z_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta)) \left(\delta_{\alpha\beta} \cdot \left(\frac{1}{x}\right)^{\rho_\beta} \right). \\ \alpha, \beta = 1, 2, \dots, n.$$

Nous supposons que α désigne l'index des colonnes et que β désigne l'index des lignes, de sorte que chaque ligne de la matrice (76) sera une solution.

* Voir. L. SCHLESINGER. Vorlesungen über lineare Differentialgleichungen. (Leipzig 1908) p. 150

Considérons la matrice $(u_{\alpha\beta}(x))$. Supposons qu'on aurait tiré les plus hautes puissances de $\left(\frac{1}{x}\right)$ communes aux éléments des diverses colonnes de sorte qu'on aurait

$$(77) \quad (u_{\alpha\beta}(x)) = \left(\delta_{\alpha\beta} \cdot \left(\frac{1}{x}\right)^{g_\alpha}\right) (\bar{z}_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta)) \left(\delta_{\alpha\beta} \cdot \left(\frac{1}{x}\right)^{\rho_\beta}\right).$$

les g_α étant des nombres entiers positifs. Les $\bar{z}_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta)$ sont développables en série de facultés.

Si les fonctions $\bar{z}_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta)$ sont telles que le déterminant de leurs termes constants soit différent de nul, on peut employer le même procédé, dont nous avons fait usage dans le paragraphe 20, pour démontrer que les fonctions

$$\bar{u}_{\alpha\beta}(x) = \left(\frac{1}{x}\right)^{\rho_\beta} \cdot \bar{z}_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta)$$

satisfont à un système d'équations aux différences canoniques. L'expression (77) nous montre donc que les fonctions (75) satisfont à un système d'équations aux différences qu'on peut ramener à la forme canonique, par une transformation de la forme

$$(78) \quad u_\alpha(x) = \left(\frac{1}{x}\right)^{g_\alpha} \cdot \bar{u}_\alpha(x).$$

C'est le cas le plus simple. Dans le cas général, après avoir tiré les puissances $\left(\frac{1}{x}\right)^{g_\alpha}$ des colonnes, les fonctions $\bar{z}_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta)$ sont telles que le déterminant

$$\begin{aligned} & |\bar{z}_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta)| \\ & \alpha, \beta = 1, 2, \dots, n. \end{aligned}$$

tend vers zéro, quand x tend vers l'infini en restant dans le domaine de convergence des séries de facultés $\bar{z}_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta)$.

Considérons la matrice des fonctions $z_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta)$

$$(79) \quad (z_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta)) = \left(\left(\frac{1}{x}\right)^{g_\alpha} \cdot \bar{z}_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta)\right).$$

On peut toujours changer la suite des colonnes de manière à avoir

$$g_1 \leq g_2 \leq g_3 \leq \dots \leq g_n.$$

On y arrive en multipliant à gauche la matrice (79) par des matrices de la forme

$$N_1 = \begin{pmatrix} 0, & 1, & 0, & \dots, & 0 \\ 1, & 0, & 0, & \dots, & 0 \\ 0, & 0, & 1, & \dots, & 0 \\ 0, & 0, & 0, & \dots, & 1 \end{pmatrix}$$

Par exemple, en multipliant par la matrice N_1 , les colonnes C_1 et C_2 se permutent et ainsi de suite.

Nous écrivons les éléments de la matrice ainsi obtenue

$$(80) \quad z_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta) = \left(\frac{1}{x}\right)^{g_\alpha} \cdot (g_{\alpha\beta}^{(0)} + \dots)$$

en employant toujours la même notation.

Considérons la matrice

$$N_2 = \begin{pmatrix} 1, & g, & 0, & \dots, & 0 \\ 0, & 1, & 0, & \dots, & 0 \\ 0, & 0, & 1, & \dots, & 0 \\ 0, & 0, & 0, & \dots, & 1 \end{pmatrix}$$

En multipliant à gauche la matrice (80) par N_2 , on voit que, dans la nouvelle matrice, la colonne $C_2 + g C_1$ remplace la colonne C_2 de la matrice (80).

Par suite, en multipliant à gauche la matrice (80) par des matrices de la forme N_ν , on peut soustraire de la colonne C_ν la colonne C_μ ($\nu > \mu$) multipliée par

$$\lambda \cdot \left(\frac{1}{x}\right)^{g_\nu - g_\mu} \quad g_\nu - g_\mu \geq 0,$$

λ désignant un nombre constant.

Par cette opération la colonne C_ν de la matrice $(g_{\alpha\beta}^{(0)})$ est remplacé par la colonne $C_\nu - \lambda \cdot C_\mu$ dans la nouvelle matrice.

De plus, en multipliant à gauche la matrice $(z_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta))$ par des matrices de la forme

$$N_3 = \begin{pmatrix} \lambda, & 0, & \dots, & 0 \\ 0, & 1, & \dots, & 0 \\ 0, & 0, & \dots, & 1 \end{pmatrix}$$

on peut obtenir une nouvelle matrice dans laquelle une colonne arbitraire est égale à la colonne correspondante de $(g_{\alpha\beta}^{(0)})$ divisée par un nombre constant quelconque.

Cela posé, nous allons considérer la première colonne de la matrice $(g_{\alpha\beta}^{(0)})$ dont les éléments

$$g_{11}^{(0)}, g_{12}^{(0)}, \dots, g_{1n}^{(0)}$$

ne peuvent pas s'annuler tous.

Supposons que par exemple $g_{11}^{(0)}$ soit nul mais que $g_{12}^{(0)}$ soit le premier élément différent de nul. Après avoir divisé la première colonne par $g_{12}^{(0)}$, on peut écrire la matrice des termes constants comme il suit

$$\begin{pmatrix} 0, & g_{21}^{(0)}, & \dots \\ 1, & g_{22}^{(0)}, & \dots \\ \vdots & \vdots & \end{pmatrix}$$

En multipliant la première colonne par des constantes convenables et en la soustrayant aux colonnes suivantes, on obtient une matrice dont tous les éléments de la deuxième ligne, sauf le premier, deviennent nuls.

De la même manière nous traitons l'une après l'autre des colonnes suivantes et nous pouvons continuer le procédé tant que nous ne rencontrons aucune colonne dont tous les éléments sont nuls.

Mais dans ce cas l'exposant g_α en question est augmenté par une unité et nous pouvons encore ranger les colonnes suivant les nouveaux exposants \bar{g}_α et employer de nouveau le même procédé.

Le cas mentionné ne peut arriver qu'un nombre fini de fois, car autrement les solutions n'auraient pas pu former un système fondamental.

Finalement nous arrivons à une matrice dont le procédé s'applique jusqu'à la dernière colonne, et on arrive à une matrice pour les termes constants dont les colonnes peuvent s'arranger de manière à avoir la forme *

$$\begin{pmatrix} 1, 0, 0, \dots, 0 \\ *, 1, 0, \dots, 0 \\ *, *, 1, \dots, 0 \\ \hline *, *, \dots, 1 \end{pmatrix}$$

les étoiles désignant des éléments dont nous ne ferons pas usage.

Après ces réductions nous sommes donc arrivés à une matrice dont le déterminant des termes constants est différent de nul.

En combinant toutes les matrices, par lesquelles nous avons multiplié à gauche la matrice

$$(u_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta)),$$

on voit qu'on est arrivé à une relation

$$(S1) \quad (g_{\alpha\beta})(u_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta)) = \left(\delta_{\alpha\beta} \left(\frac{1}{x}\right)^{\bar{g}_\alpha}\right) (\bar{x}_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta)) \left(\delta_{\alpha\beta} \left(\frac{1}{x}\right)^{\rho_\beta}\right).$$

Les éléments de la matrice $(g_{\alpha\beta})$ sont des fonctions rationnelles entières de $\frac{1}{x}$, et le déterminant

$$\begin{aligned} & |g_{\alpha\beta}| \\ & \alpha, \beta = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

est égal à une constante, différente de zéro.

Mais nous savons que des fonctions, telles que les

$$\begin{aligned} \zeta_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta) &= \left(\frac{1}{x}\right)^{\rho_\beta} \cdot \bar{x}_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta), \\ & \alpha, \beta = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

satisfont à des systèmes d'équations aux différences de la forme canonique.

Le déterminant $|g_{\alpha\beta}|$ étant égal à une constante, on obtient pour la matrice inverse $(h_{\alpha\beta}) = (g_{\alpha\beta})^{-1}$ une matrice dont tous les éléments sont aussi des fonctions

* Voir SCHLESINGER: Lehrbuch etc. pag. 153.

rationnelles entières de $\frac{1}{x}$, et la relation (81) peut s'écrire

$$(82) \quad (u_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta)) = (h_{\alpha\beta}) \left(\delta_{\alpha\beta} \cdot \left(\frac{1}{x}\right)^{\bar{y}_\alpha} \right) (\zeta_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta)).$$

Mais cette relation nous montre que les fonctions

$$u_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta) \quad \text{et} \quad \zeta_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta)$$

sont liées aux autres par les relations

$$(83) \quad u_{\alpha\beta}(x, \rho_\beta) = \sum_{\lambda=1}^n h_{\alpha\lambda} \cdot \left(\frac{1}{x}\right)^{\bar{y}_\lambda} \cdot \zeta_{\lambda\beta}(x, \rho_\beta)$$

les \bar{y}_λ étant des nombres entiers positifs ou zéro.

Nous pouvons résumer ces résultats en le théorème suivant.

Tous les systèmes d'équations aux différences finies linéaires et homogènes du premier ordre qui admettent un système fondamental de solutions $u_{\alpha\beta}(x)$ de la forme (75) sont de la forme canonique, ou ils peuvent, par une transformation du type

$$(84) \quad u_\alpha(x) = \sum_{\lambda=1}^n h_{\alpha\lambda} \cdot \left(\frac{1}{x}\right)^{\bar{y}_\lambda} \cdot \bar{u}_\lambda(x),$$

être ramenés à des systèmes, ayant la forme canonique. Les $h_{\alpha\lambda}$ sont des fonctions rationnelles entières de $\frac{1}{x}$ et les \bar{y}_λ sont des nombres entiers positifs ou zéro.

Dans le chapitre suivant nous allons montrer comment on peut obtenir le même résultat pour les solutions régulières générales, contenant des dérivées des

fonctions $\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_s)}$.

CHAPITRE V.

22. Dans ce chapitre nous allons considérer les systèmes d'équations aux différences admettant comme solutions des solutions régulières les plus générales. Pour faciliter l'exposition, nous allons traiter les mêmes cas dont il a été question dans les paragraphes (9), (12) et (13) du chapitre II.

D'abord nous allons considérer des solutions canoniques. Soit n systèmes de fonctions, linéairement indépendantes, de la forme

$$(51) \quad z_{\alpha}^{\lambda^{(i)}, i} = z_{\alpha}^{\lambda^{(i)}, i}(x, \rho_i)_{\lambda^{(i)}} = \sum_{s=0}^i \binom{i}{s} \cdot \frac{\partial^s}{\partial \rho_i^s} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_i)} \right) \cdot \zeta_{\alpha}^{(i-s)}(x, \rho_i)_{\lambda^{(i)}}$$

$$\lambda^{(i)} = \lambda_1^{(i)}, \lambda_2^{(i)}, \dots, \lambda_r^{(i)}.$$

$$i = 0, 1, 2, \dots, m,$$

et considérons le système d'équations aux différences admettant comme solutions ce groupe de fonctions.

Considérons la fonction

$$(85) \quad z_{\alpha}^{\lambda^{(i)}, 0} = z_{\alpha}^{\lambda^{(i)}, 0}(x, \rho_i)_{\lambda^{(i)}} = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_i)} \cdot \zeta_{\alpha}(x, \rho_i)_{\lambda^{(i)}}$$

En formant la différence finie par rapport à x , on trouve

$$(86) \quad -(x-1) \Delta_{-1} z_{\alpha}^{\lambda^{(i)}, 0} = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_i)} v_{\alpha}^{\lambda^{(i)}, 0}$$

où l'on a posé

$$(87) \quad v_{\alpha}^{\lambda^{(i)}, 0}(x, \rho_i)_{\lambda^{(i)}} = v_{\alpha}^{\lambda^{(i)}, 0} = \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{\vartheta_{\alpha}^{(\nu)}(\rho_i) \cdot (\rho_i + \nu)}{(x + \rho_i)(x + \rho_i + 1) \dots (x + \rho_i + \nu - 1)}.$$

Écrivons l'égalité (85) sous la forme

$$z_{\alpha}^{\lambda^{(i)}, 0} = -(x-1) \cdot \frac{\Gamma(x + \rho_i)}{\Gamma(x)} \cdot \Delta_{-1} z_{\alpha}^{\lambda^{(i)}, 0}$$

et dérivons i fois par rapport à ρ_i , on trouve la relation

$$(88) \quad v_{\alpha}^{\lambda^{(i)}, 0}(x, \rho_i)_{\lambda^{(i)}} = \sum_{\nu=0}^i \binom{i}{\nu} \cdot (x-1) \cdot \Delta_{-1} z_{\alpha}^{\lambda^{(i)}, \nu}(x, \rho_i) \cdot \frac{\partial^{i-\nu}}{\partial \rho_i^{i-\nu}} \left(\frac{\Gamma(x + \rho_i)}{\Gamma(x)} \right).$$

En faisant usage des relations entre les solutions $z_\alpha^{\lambda^{(i)}, \nu}$ ($\nu = 0, 1, 2, \dots, i-1$) et les solutions canoniques $z_\alpha^{\lambda^{(i)}, i}$ ($i = 0, 1, 2, \dots, i-1$), on voit que la relation (88) peut s'écrire

$$(89) \quad v_\alpha^{\lambda^{(i)}, i} = \sum_{\nu=0}^{i-1} c_\alpha^{\lambda^{(i)}, \nu} \cdot (x-1) \cdot \Delta_{-1} z_\alpha^{\lambda^{(i)}, \nu} \cdot \frac{\partial^{i-\nu}}{\partial \rho_i^{i-\nu}} \left(\frac{\Gamma(x + \rho_i)}{\Gamma(x)} \right).$$

De la même manière on trouve la relation

$$(90) \quad \zeta_\alpha^{(i)}(x, \rho_i)_{\lambda^{(i)}} = \sum_{\nu=0}^i c_\alpha^{\lambda^{(i)}, \nu} \cdot z_\alpha^{\lambda^{(i)}, \nu} \cdot \frac{\partial^{i-\nu}}{\partial \rho_i^{i-\nu}} \left(\frac{\Gamma(x + \rho_i)}{\Gamma(x)} \right).$$

Les nombres $c_\alpha^{\lambda^{(i)}, \nu}$ sont des constantes.

En introduisant les expressions de nos solutions dans les déterminants (D) après avoir multiplié la première colonne par $-(x-1)$, on trouve les déterminants suivants

$$(91) \quad \begin{vmatrix} -(x-1) \Delta_{-1} u_\alpha(x), & u_1(x), & u_2(x), & \dots, & u_n(x) \\ \hline -(x-1) \Delta_{-1} z_\alpha^{\lambda^{(0)}}, & z_1^{\lambda^{(0)}}, & z_2^{\lambda^{(0)}}, & \dots, & z_n^{\lambda^{(0)}} \\ & \lambda^{(0)} = \lambda_1^{(0)}, \lambda_2^{(0)}, \dots, \lambda_{\rho^{(0)}}^{(0)} \\ \hline -(x-1) \Delta_{-1} z_\alpha^{\lambda^{(1)}}, & z_1^{\lambda^{(1)}}, & z_2^{\lambda^{(1)}}, & \dots, & z_n^{\lambda^{(1)}} \\ & \lambda^{(1)} = \lambda_1^{(1)}, \lambda_2^{(1)}, \dots, \lambda_{\rho^{(1)}}^{(1)} \\ \hline \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \hline -(x-1) \Delta_{-1} z_\alpha^{\lambda^{(i)}}, & z_1^{\lambda^{(i)}}, & z_2^{\lambda^{(i)}}, & \dots, & z_n^{\lambda^{(i)}} \\ & \lambda^{(i)} = \lambda_1^{(i)}, \lambda_2^{(i)}, \dots, \lambda_{\rho^{(i)}}^{(i)} \\ \hline \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{vmatrix} = 0.$$

$\alpha = 1, 2, \dots, n.$

Considérons la ligne contenant les solutions $z_\alpha^{\lambda^{(i)}}$. En tenant compte des relations (88) et (89), on trouve que, en multipliant des lignes précédentes par des facteurs convenables et en les joignant à la ligne où se trouvent les $z_\alpha^{\lambda^{(i)}}$, on peut ramener les déterminants (91) à la forme

$$(92) \quad \left[\begin{array}{cccc} -(x-1) \underset{-1}{A} u_\alpha(x), & u_1(x), & u_2(x), & \dots, u_n(x). \\ \hline v_\alpha(x, \rho_0)_{\lambda(0)}, & \zeta_1(x, \rho_0)_{\lambda(0)}, & \zeta_2(x, \rho_0)_{\lambda(0)}, & \dots, \zeta_n(x, \rho_0)_{\lambda(0)}, \\ & \lambda^{(0)} = \lambda_1^{(0)}, \dots, \lambda_p^{(0)} \\ v_\alpha^{(1)}(x, \rho_1)_{\lambda(1)}, & \zeta_1^{(1)}(x, \rho_1)_{\lambda(1)}, & \zeta_2^{(1)}(x, \rho_1)_{\lambda(1)}, & \dots, \zeta_n^{(1)}(x, \rho_1)_{\lambda(1)}, \\ & \lambda^{(1)} = \lambda_1^{(1)}, \dots, \lambda_p^{(1)} \\ \hline v_\alpha^{(i)}(x, \rho_i)_{\lambda(i)}, & \zeta_1^{(i)}(x, \rho_i)_{\lambda(i)}, & \zeta_2^{(i)}(x, \rho_i)_{\lambda(i)}, & \dots, \zeta_n^{(i)}(x, \rho_i)_{\lambda(i)}, \\ & \lambda^{(i)} = \lambda_1^{(i)}, \dots, \lambda_p^{(i)} \\ \hline \end{array} \right] = 0.$$

$\alpha = 1, 2, \dots, n.$

où nous avons supprimé les $p^{(0)}$ facteurs $\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_0)}$.

Considérons le mineur correspondant à l'élément $-(x-1) \underset{-1}{A} u_\alpha(x)$ du déterminant (92). Tous les éléments de ce déterminant sont des séries de facultés. Par conséquent, le mineur admet aussi un développement en série de facultés, dont nous allons déterminer le terme constant.

Ce terme est donné par un déterminant, dont tous les éléments sont nuls sauf les éléments de l'une des diagonales qui sont égaux aux nombres

$$\varepsilon_{\lambda(i)} \cdot i!$$

En développant les déterminants (92) suivant la première ligne, on arrive au système suivant

$$(x-1) \underset{-1}{A} u_\alpha(x) = \sum_{\lambda=1}^n a_{\alpha\lambda}(x) \cdot u_\lambda(x).$$

$\alpha = 1, 2, \dots, n.$

Nous allons déterminer les termes constants $a_{\alpha\lambda}^{(0)}$ des séries de facultés représentant les coefficients $a_{\alpha\lambda}(x)$.

En écrivant les termes constants des séries de facultés du déterminant (92), on trouve

$$\begin{array}{ccc} \delta_{\alpha\lambda(0)} \cdot \varepsilon_{\lambda(0)} \cdot \rho_0, & \delta_{1\lambda(0)} \cdot \varepsilon_{\lambda(0)}, \dots, & \delta_{n\lambda(0)} \cdot \varepsilon_{\lambda(0)}, \\ \delta_{\alpha\lambda(1)} \cdot \varepsilon_{\lambda(1)} \cdot \rho_1, & \delta_{1\lambda(1)} \cdot \varepsilon_{\lambda(1)}, \dots, & \delta_{n\lambda(1)} \cdot \varepsilon_{\lambda(1)}, \\ \delta_{\alpha\lambda(i)} \cdot \varepsilon_{\lambda(i)} \cdot \rho_i \cdot i!, & \delta_{1\lambda(i)} \cdot \varepsilon_{\lambda(i)} \cdot i!, \dots, & \delta_{n\lambda(i)} \cdot \varepsilon_{\lambda(i)} \cdot i!, \end{array}$$

En procédant comme nous l'avons fait dans le paragraphe 20, on voit que les nombres $a_{\alpha k}^{(0)}$ deviennent nuls sauf les

$$a_{\lambda}^{(0)}(i)_k(i) = -\rho_i.$$

Par suite, le système est de la forme canonique et à la racine multiple $\rho = \rho_i$ de l'équation caractéristique il ne correspond que des diviseurs élémentaires simples du déterminant caractéristique.

23. Supposons qu'il soit donné n systèmes de solutions canoniques linéairement indépendantes, parmi lesquelles il se trouve le groupe suivant

$$(93) \quad z_{\alpha}^{\lambda, i} = \sum_{s=0}^i \binom{i}{s} \cdot \frac{\partial^s}{\partial \rho_0^s} \left(\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_0)} \right) \cdot \zeta_{\alpha}^{(i-s)}(x, \rho_0)_{\lambda}$$

$$i = 0, 1, 2, \dots, i-1; \lambda = \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_r.$$

C'est le cas que nous avons rencontré dans le paragraphe 12. Nous avons

$$z_{\alpha}^{\lambda, 0} = z_{\alpha}(x, \rho_0)_{\lambda} = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_0)} \cdot \zeta_{\alpha}(x, \rho_0)_{\lambda}.$$

De cette égalité on dérive la suivante

$$(94) \quad \zeta_{\alpha}^{(i)}(x, \rho_0)_{\lambda} = - \sum_{\nu=0}^i (x-1) \cdot \binom{i}{\nu} \cdot z_{\alpha}^{(\nu)}(x, \rho_0)_{\lambda} \cdot \frac{\partial^{i-\nu}}{\partial \rho_0^{i-\nu}} \left(\frac{\Gamma(x + \rho_0)}{\Gamma(x)} \right).$$

Posons

$$(95) \quad -(x-1) \Delta_{-1} z_{\alpha}(x, \rho_0)_{\lambda} = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_0)} \cdot v_{\alpha}(x, \rho_0)_{\lambda}$$

où nous avons

$$v_{\alpha}(x, \rho_0)_{\lambda} = \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{g_{\alpha}^{(\nu)}(\rho_0) \cdot (\rho_0 + \nu)}{(x + \rho_0)(x + \rho_0 + 1) \dots (x + \rho_0 + \nu - 1)} = \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{g_{\alpha}^{(\nu)}(\rho_0) (\rho_0 + \nu)}{x(x+1) \dots (x + \nu - 1)}$$

$$g_{\alpha}^{(0)}(\rho_0) = \tilde{g}_{\alpha}^{(0)}(\rho_0).$$

A l'aide de l'égalité (95) on obtient la relation

$$(96) \quad v_{\alpha}^{(i)}(x, \rho_0)_{\lambda} = - \sum_{\nu=0}^i (x-1) \cdot \binom{i}{\nu} \cdot \Delta_{-1} z_{\alpha}^{(\nu)}(x, \rho_0)_{\lambda} \cdot \frac{\partial^{i-\nu}}{\partial \rho_0^{i-\nu}} \left(\frac{\Gamma(x + \rho_0)}{\Gamma(x)} \right).$$

Pour déterminer le système qui admet comme solutions les expressions (93), nous procédons comme nous l'avons fait dans le paragraphe précédent et nous obtenons les déterminants

$$(97) \left| \begin{array}{cccccc} -(x-1) \Delta_{-1}^{\alpha} u_{\alpha}(x), & \dots, & u_{\alpha'}(x), & u_{\alpha''}(x), & \dots, & u_{\alpha e_{\lambda}}(x), & \dots \\ \hline -(x-1) \Delta_{-1}^{\alpha} z_{\alpha}(x, \rho_0)_{\lambda}, & \dots, & z_{\alpha'}(x, \rho_0)_{\lambda}, & z_{\alpha''}(x, \rho_0)_{\lambda}, & \dots, & z_{\alpha e_{\lambda}}(x, \rho_0)_{\lambda}, & \dots \\ -(x-1) \Delta_{-1}^{\alpha} z_{\alpha}^{(1)}(x, \rho_0)_{\lambda}, & \dots, & z_{\alpha'}^{(1)}(x, \rho_0)_{\lambda}, & z_{\alpha''}^{(1)}(x, \rho_0)_{\lambda}, & \dots, & z_{\alpha e_{\lambda}}^{(1)}(x, \rho_0)_{\lambda}, & \dots \\ \hline -(x-1) \Delta_{-1}^{\alpha} z_{\alpha}^{(e_{\lambda}-1)}(x, \rho_0)_{\lambda}, & \dots, & z_{\alpha'}^{(e_{\lambda}-1)}(x, \rho_0)_{\lambda}, & z_{\alpha''}^{(e_{\lambda}-1)}(x, \rho_0)_{\lambda}, & \dots, & z_{\alpha e_{\lambda}}^{(e_{\lambda}-1)}(x, \rho_0)_{\lambda}, & \dots \\ \hline \end{array} \right| = 0$$

$$\alpha = 1, 2, \dots, n.$$

Dans le déterminant (97) nous n'avons écrit que les lignes correspondant au groupe de solutions (93).

En tenant compte des relations (94) et (96), on peut, par des transformations élémentaires, donner au système cherché la forme suivante

$$(98) \left| \begin{array}{cccccc} -(x-1) \Delta_{-1}^{\alpha} u_{\alpha}(x), & \dots, & u_{\alpha'}(x), & u_{\alpha''}(x), & \dots, & u_{\alpha e_{\lambda}}(x), & \dots \\ \hline v_{\alpha}(x, \rho_0)_{\lambda}, & \dots, & \zeta_{\alpha'}(x, \rho_0)_{\lambda}, & \zeta_{\alpha''}(x, \rho_0)_{\lambda}, & \dots, & \zeta_{\alpha e_{\lambda}}(x, \rho_0)_{\lambda}, & \dots \\ v_{\alpha}^{(1)}(x, \rho_0)_{\lambda}, & \dots, & \zeta_{\alpha'}^{(1)}(x, \rho_0)_{\lambda}, & \zeta_{\alpha''}^{(1)}(x, \rho_0)_{\lambda}, & \dots, & \zeta_{\alpha e_{\lambda}}^{(1)}(x, \rho_0)_{\lambda}, & \dots \\ \hline v_{\alpha}^{(e_{\lambda}-1)}(x, \rho_0)_{\lambda}, & \dots, & \zeta_{\alpha'}^{(e_{\lambda}-1)}(x, \rho_0)_{\lambda}, & \zeta_{\alpha''}^{(e_{\lambda}-1)}(x, \rho_0)_{\lambda}, & \dots, & \zeta_{\alpha e_{\lambda}}^{(e_{\lambda}-1)}(x, \rho_0)_{\lambda}, & \dots \\ \hline \end{array} \right| = 0$$

$$\alpha = 1, 2, \dots, n.$$

En développant (98) suivant les éléments de la première ligne, on aura pour le système la forme

$$(x-1) \Delta_{-1}^{\alpha} u_{\alpha}(x) = \sum_{\lambda=1}^n a_{\alpha \lambda}(x) \cdot u_{\lambda}(x)$$

$$\alpha = 1, 2, \dots, n.$$

Le mineur relatif à l'élément

$$-(x-1) \Delta_{-1}^{\alpha} u_{\alpha}(x)$$

est donné par une série de facultés, dont le terme constant se représente par le déterminant

$$\left| \begin{array}{ccccccc} \dots & 0, & \dots, & 0, & \dots, & 0, & \varepsilon_\lambda, & \dots \\ \dots & 0, & \dots, & 0, & \dots, & \varepsilon_\lambda, & 0, & \dots \\ \dots & \varepsilon_\lambda \cdot (e_\lambda - 1)!, & 0, & \dots, & 0, & 0, & 0, & \dots \end{array} \right|$$

qui est différent de nul.

Nous allons déterminer les termes constants $a_{\alpha\lambda}^{(0)}$ des séries de facultés qui représentent les fonctions $a_{\alpha\lambda}(x)$.

Les termes constants des séries $v_\alpha^{(s)}(x, \rho_0)$ deviennent

$$\left[\frac{\partial^s}{\partial \rho^\alpha} (\rho \cdot g_\alpha^{(0)}(\rho)) \right]_{\rho=\rho_0}$$

ou encore

$$\left[\rho \cdot \frac{\partial^s}{\partial \rho^\alpha} (g_\alpha^{(0)}(\rho)) + s \cdot \frac{\partial^{s-1}}{\partial \rho^{\alpha-1}} g_\alpha^{(0)}(\rho) \right]_{\rho=\rho_0}$$

Par suite, le terme constant de la série

$$v_{\alpha\lambda} e_\lambda(x, \rho_0)_\lambda$$

est égal à $\rho_0 \cdot \varepsilon_\lambda$.

Pour les séries

$$v_{\alpha\lambda}^{(1)} e_{\lambda-1}(x, \rho_0)_\lambda \text{ et } v_{\alpha\lambda}^{(1)} e_\lambda(x, \rho_0)_\lambda$$

les termes constants deviennent

$$\rho_0 \cdot \varepsilon_\lambda \text{ et } \varepsilon_\lambda,$$

et ainsi de suite.

Pour les séries

$$v_{\alpha\lambda}^{(e_\lambda-1)}(x, \rho_0)_\lambda \text{ et } v_{\alpha\lambda}^{(e_\lambda-1)}(x, \rho_0)_\lambda$$

les termes constants deviennent

$$\rho_0 \cdot (e_\lambda - 1)! \cdot \varepsilon_\lambda \text{ et } (e_\lambda - 1)! \cdot \varepsilon_\lambda.$$

Les termes constants des autres séries

$$v_\alpha^{(s)}(x, \rho_0)_\lambda$$

pour α égal à un des nombres $\alpha', \alpha'', \dots, \alpha^{e_\lambda}$ et $s = 0, 1, 2, \dots, e_\lambda - 1$ deviennent nuls.

En procédant comme nous l'avons fait précédemment on trouve pour les $a_{\alpha\lambda}^{(0)}$

$$a_{\alpha\lambda}^{(0)} \alpha^{e_\lambda} = a_{\alpha\lambda}^{(0)} e_{\lambda-1} \alpha^{e_\lambda-1} = \dots = a_{\alpha' \alpha'}^{(0)} = a_{\alpha'' \alpha''}^{(0)} = \dots = \rho_0$$

et

$$a_{\alpha}^{(0)} e_{\lambda, \alpha} e_{\lambda-1} = a_{\alpha}^{(0)} e_{\lambda-1} e_{\lambda-2} = \dots = a_{\alpha', \alpha'}^{(0)} = a_{\alpha', \alpha'}^{(0)} = 1.$$

Par suite, notre système d'équations aux différences est de la forme canonique, et à la racine multiple ρ_0 de l'équation caractéristique correspond le diviseur élémentaire multiple

$$(\rho - \rho_0)^{e_{\lambda}}.$$

24. Maintenant nous allons considérer les solutions canoniques les plus générales. Supposons qu'il soit donné n systèmes de solutions linéairement indépendantes ayant la même forme que les solutions (62) du paragraphe **13**.

Un groupe de ces séries sera donné par le groupe (62), que nous écrirons comme il suit.

$$(99) \quad z_{\alpha}^{(\mu, (0))} = \begin{cases} z_{\alpha}(x, \rho_0)_{\lambda}^{(0)} \\ z_{\alpha}^{(1)}(x, \rho_0)_{\lambda}^{(0)} \\ \vdots \\ (e_{\lambda}^{(0)} - 1) \\ z_{\alpha}(x, \rho_0)_{\lambda}^{(0)}, \end{cases} \dots z_{\alpha}^{(\mu, (1))} = \begin{cases} z_{\alpha}^{(e^{(0)})}(x, \rho_1)_{\lambda}^{(1)} \\ z_{\alpha}^{(e^{(0)}+1)}(x, \rho_1)_{\lambda}^{(1)} \\ \vdots \\ (e^{(0)} + e_{\lambda}^{(1)} - 1) \\ z_{\alpha}(x, \rho_1)_{\lambda}^{(1)}, \end{cases} \dots z_{\alpha}^{(\mu, (i))} = \begin{cases} z_{\alpha}^{(i^{(i-1)})}(x, \rho_i)_{\lambda}^{(i)} \\ z_{\alpha}^{(i^{(i-1)}+1)}(x, \rho_i)_{\lambda}^{(i)} \\ \vdots \\ (i_{\lambda}^{(i)} - 1) \\ z_{\alpha}(x, \rho_i)_{\lambda}^{(i)} \end{cases} \dots$$

Posons

$$z_{\alpha}(x, \rho_i)_{\lambda}^{(i)} = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_i)} \cdot \zeta_{\alpha}(x, \rho_i)_{\lambda}^{(i)}$$

ou encore

$$\zeta_{\alpha}(x, \rho_i)_{\lambda}^{(i)} = \frac{\Gamma(x + \rho_i)}{\Gamma(x)} \cdot z_{\alpha}(x, \rho_i)_{\lambda}^{(i)}.$$

En dérivant $\mu^{(0)}$ fois par rapport à ρ_i , on trouve

$$(100) \quad \zeta_{\alpha}^{(\mu^{(0)})}(x, \rho_i)_{\lambda}^{(i)} = \sum_{\nu=0}^{\mu^{(0)}} \binom{\mu^{(0)}}{\nu} \cdot z_{\alpha}^{(\nu)}(x, \rho_i)_{\lambda}^{(i)} \cdot \frac{\partial^{\mu^{(0)}-\nu}}{\partial \rho_i^{\mu^{(0)}-\nu}} \left(\frac{\Gamma(x + \rho_i)}{\Gamma(x)} \right).$$

En tenant compte du fait que les solutions

$$z_{\alpha}^{(\nu)}(x, \rho_i)_{\lambda}^{(i)} \quad \nu = 0, 1, 2, \dots, e^{(0)} - 1,$$

sont égales, à un facteur constant près, aux solutions canoniques

$$z_{\alpha}^{(\nu)}(x, \rho_0)_{\lambda}^{(0)} \quad \nu = 0, 1, 2, \dots, e_{\lambda}^{(0)} - 1,$$

on voit que l'équation (100) peut être ramenée à la suivante

$$(101) \quad \zeta_{\alpha}^{(\mu^{(0)})}(x, \rho_i)_{\lambda}^{(i)} = \sum_{\nu=0}^{\mu^{(0)}} e_{\alpha}^{(\mu^{(0)}, \nu)} \cdot z_{\alpha}^{(\nu)}(x, \rho_0)_{\lambda}^{(0)} \cdot \frac{\partial^{\mu^{(0)}-\nu}}{\partial \rho_i^{\mu^{(0)}-\nu}} \left(\frac{\Gamma(x + \rho_i)}{\Gamma(x)} \right).$$

$$\mu^{(0)} = 0, 1, 2, \dots, e^{(0)} - 1.$$

De la même manière on trouve

$$(102) \quad \zeta_{\alpha}^{(\mu^{(1)})}(x, \rho_i)_k^{(i)} = \sum_{\nu=0}^{e^{(0)}-1} c_{\alpha}^{(\mu^{(1)}, \nu)} \cdot z_{\alpha}^{(\nu)}(x, \rho_0)_k^{(0)} \cdot \frac{\partial^{\mu^{(1)}-\nu}}{\partial \rho_i^{\mu^{(1)}-\nu}} \left(\frac{\Gamma(x+\rho_i)}{\Gamma(x)} \right) + \\ + \sum_{\nu=e^{(0)}}^{\mu^{(1)}} c_{\alpha}^{(\mu^{(1)}, \nu)} \cdot z_{\alpha}^{(\nu)}(x, \rho_1)_k^{(1)} \cdot \frac{\partial^{\mu^{(1)}-\nu}}{\partial \rho_i^{\mu^{(1)}-\nu}} \left(\frac{\Gamma(x+\rho_i)}{\Gamma(x)} \right). \\ \mu^{(1)} = e^{(0)}, e^{(0)} + 1, \dots, e^{(0)} + e_{\lambda}^{(0)} - 1.$$

et ainsi de suite:

$$(103) \quad \zeta_{\alpha}^{(\mu_{\lambda}^{(i)})}(x, \rho_i)_k^{(i)} = \sum_{\nu=0}^{\mu_{\lambda}^{(i)}} \binom{\mu_{\lambda}^{(i)}}{\nu} \cdot z_{\alpha}^{(\nu)}(x, \rho_i)_k^{(i)} \cdot \frac{\partial^{\mu_{\lambda}^{(i)}-\nu}}{\partial \rho_i^{\mu_{\lambda}^{(i)}-\nu}} \left(\frac{\Gamma(x+\rho_i)}{\Gamma(x)} \right) = \\ = \sum_{\nu=0}^{e^{(0)}-1} c_{\alpha}^{(\mu_{\lambda}^{(i)}, \nu)} \cdot z_{\alpha}^{(\nu)}(x, \rho_0)_k^{(0)} \cdot \frac{\partial^{\mu_{\lambda}^{(i)}-\nu}}{\partial \rho_i^{\mu_{\lambda}^{(i)}-\nu}} \left(\frac{\Gamma(x+\rho_i)}{\Gamma(x)} \right) + \\ + \sum_{\nu=e^{(0)}}^{e^{(0)}+e^{(1)}-1} c_{\alpha}^{(\mu_{\lambda}^{(i)}, \nu)} \cdot z_{\alpha}^{(\nu)}(x, \rho_1)_k^{(1)} \cdot \frac{\partial^{\mu_{\lambda}^{(i)}-\nu}}{\partial \rho_i^{\mu_{\lambda}^{(i)}-\nu}} \left(\frac{\Gamma(x+\rho_i)}{\Gamma(x)} \right) + \dots + \\ + \sum_{\nu=l^{(i-1)}}^{\mu_{\lambda}^{(i)}} c_{\alpha}^{(\mu_{\lambda}^{(i)}, \nu)} \cdot z_{\alpha}^{(\nu)}(x, \rho_i)_k^{(i)} \cdot \frac{\partial^{\mu_{\lambda}^{(i)}-\nu}}{\partial \rho_i^{\mu_{\lambda}^{(i)}-\nu}} \left(\frac{\Gamma(x+\rho_i)}{\Gamma(x)} \right).$$

En posant

$$-(x-1) A_{-1} z_{\alpha}(x, \rho_i)_k^{(i)} = \frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x+\rho_i)} \cdot v_{\alpha}(x, \rho_i)_k^{(i)},$$

où

$$v_{\alpha}(x, \rho_i)_k^{(i)} = \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{\bar{y}_{\alpha}^{(\nu)}(\rho_i)(\rho_i + \nu)}{x(x+1) \dots (x+\nu-1)} \quad (\bar{y}_{\alpha}^{(0)}(\rho_i) = (g_{\alpha}^{(0)}(\rho_i))$$

on trouve des relations analogues, parmi lesquelles nous écrivons la dernière:

$$(104) \quad v_{\alpha}(x, \rho_i)_k^{(i)} = \sum_{\nu=0}^{e^{(0)}-1} -(x-1) \cdot c_{\alpha}^{(\mu_{\lambda}^{(i)}, \nu)} \cdot A_{-1} z_{\alpha}^{(\nu)}(x, \rho_0)_k^{(0)} \cdot \frac{\partial^{\mu_{\lambda}^{(i)}-\nu}}{\partial \rho_i^{\mu_{\lambda}^{(i)}-\nu}} \left(\frac{\Gamma(x+\rho_i)}{\Gamma(x)} \right) + \dots \\ \dots + \sum_{\nu=l^{(i-1)}}^{\mu_{\lambda}^{(i)}} -(x-1) \cdot c_{\alpha}^{(\mu_{\lambda}^{(i)}, \nu)} \cdot A_{-1} z_{\alpha}^{(\nu)}(x, \rho_i)_k^{(i)} \cdot \frac{\partial^{\mu_{\lambda}^{(i)}-\nu}}{\partial \rho_i^{\mu_{\lambda}^{(i)}-\nu}} \left(\frac{\Gamma(x+\rho_i)}{\Gamma(x)} \right). \\ \mu_{\lambda}^{(i)} = l^{(i-1)}, l^{(i-1)} + 1, \dots, l_{\lambda}^{(i)} - 1.$$

Les nombres

$$c_{\alpha}^{(i, \lambda, \nu)}$$

qui se trouvent dans les formules précédentes sont des constantes.

Cela posé, nous allons considérer les déterminants qu'on obtient, en substituant les solutions données dans les déterminants (D), dont nous avons multiplié la première colonne par le facteur $-(x-1)$.

Ils s'écrivent

$$(105) \quad \left| \begin{array}{cccc} -(x-1) \Delta_{-1} u_{\alpha}(x), & \dots, & u_{\alpha_1}(x), & u_{\alpha_2}(x), & \dots, & u_{\alpha_{e_{\lambda}(i)}}(x), & \dots \\ \hline -(x-1) \Delta_{-1} z_{\alpha}^{(i-1)}(x, \rho)_{\lambda(i)}, & \dots, & z_{\alpha_1}^{(i-1)}(x, \rho)_{\lambda(i)}, & z_{\alpha_2}^{(i-1)}(x, \rho)_{\lambda(i)}, & \dots, & z_{\alpha_{e_{\lambda}(i)}}^{(i-1)}(x, \rho)_{\lambda(i)}, & \dots \\ \hline -(x-1) \Delta_{-1} z_{\alpha}^{(i-1)+1}(x, \rho)_{\lambda(i)}, & \dots, & z_{\alpha_1}^{(i-1)+1}(x, \rho)_{\lambda(i)}, & z_{\alpha_2}^{(i-1)+1}(x, \rho)_{\lambda(i)}, & \dots, & z_{\alpha_{e_{\lambda}(i)}}^{(i-1)+1}(x, \rho)_{\lambda(i)}, & \dots \\ \hline -(x-1) \Delta_{-1} z_{\alpha}^{l_{\lambda(i)}-1}(x, \rho)_{\lambda(i)}, & \dots, & z_{\alpha_1}^{l_{\lambda(i)}-1}(x, \rho)_{\lambda(i)}, & z_{\alpha_2}^{l_{\lambda(i)}-1}(x, \rho)_{\lambda(i)}, & \dots, & z_{\alpha_{e_{\lambda}(i)}}^{l_{\lambda(i)}-1}(x, \rho)_{\lambda(i)}, & \dots \end{array} \right| = 0.$$

$\alpha = 1, 2, \dots, n.$

Nous n'avons écrit que les lignes correspondant à une certaine valeur de i et de $\lambda^{(i)}$.

En se servant des égalités (101)–(104), on peut, par des transformations élémentaires, ramener les déterminants (105) aux suivants

$$(106) \quad \left| \begin{array}{cccc} -(x-1) \Delta_{-1} u_{\alpha}(x), & \dots, & u_{\alpha_1}(x), & u_{\alpha_2}(x), & \dots, & u_{\alpha_{e_{\lambda}(i)}}(x), & \dots \\ \hline v_{\alpha}^{(i-1)}(x, \rho)_{\lambda(i)}, & \dots, & \zeta_{\alpha_1}^{(i-1)}(x, \rho)_{\lambda(i)}, & \zeta_{\alpha_2}^{(i-1)}(x, \rho)_{\lambda(i)}, & \dots, & \zeta_{\alpha_{e_{\lambda}(i)}}^{(i-1)}(x, \rho)_{\lambda(i)}, & \dots \\ \hline v_{\alpha}^{(i-1)+1}(x, \rho)_{\lambda(i)}, & \dots, & \zeta_{\alpha_1}^{(i-1)+1}(x, \rho)_{\lambda(i)}, & \zeta_{\alpha_2}^{(i-1)+1}(x, \rho)_{\lambda(i)}, & \dots, & \zeta_{\alpha_{e_{\lambda}(i)}}^{(i-1)+1}(x, \rho)_{\lambda(i)}, & \dots \\ \hline v_{\alpha}^{l_{\lambda(i)}-1}(x, \rho)_{\lambda(i)}, & \dots, & \zeta_{\alpha_1}^{l_{\lambda(i)}-1}(x, \rho)_{\lambda(i)}, & \zeta_{\alpha_2}^{l_{\lambda(i)}-1}(x, \rho)_{\lambda(i)}, & \dots, & \zeta_{\alpha_{e_{\lambda}(i)}}^{l_{\lambda(i)}-1}(x, \rho)_{\lambda(i)}, & \dots \end{array} \right| = 0.$$

$\alpha = 1, 2, \dots, n.$

Nous avons supprimé les facteurs $\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(x + \rho_0)}$.

En développant les déterminants (106) suivant les éléments de la première ligne, on peut mettre le système cherché sous la forme

$$(x-1) \Delta_{-1} u_{\alpha}(x) = \sum_{\lambda=1}^n a_{\alpha\lambda}(x) \cdot u_{\lambda}(x)$$

$$\alpha = 1, 2, \dots, n.$$

Nous allons déterminer les termes constants $a_{\alpha\lambda}^{(0)}$ des séries $a_{\alpha\lambda}(x)$, λ étant un des nombres

$$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{e_k(i)}$$

Considérons les termes constants des séries

$$v_{\alpha}^{l_{\lambda}(i)}(x, \rho_i)_{\lambda}(i);$$

on en trouve les expressions

$$\left[\frac{\partial^{l_{\lambda}(i)}}{\partial \rho^{l_{\lambda}(i)}} (\rho \cdot g_{\alpha}^{(0)}(\rho)) \right]_{\rho = \rho_i}$$

ou encore

$$\rho_i \cdot \frac{\partial^{l_{\lambda}(i)}}{\partial \rho_i^{l_{\lambda}(i)}} g_{\alpha}^{(0)}(\rho_i) + l_{\lambda}(i) \cdot \frac{\partial^{l_{\lambda}(i)-1}}{\partial \rho_i^{l_{\lambda}(i)-1}}$$

$$l_{\lambda}(i) = l^{(i-1)}, l^{(i-1)} + 1, \dots, l_{\lambda}(i) - 1.$$

Par suite, le terme constant de la série

$$v_{\alpha e_{\lambda}(i)}^{l^{(i-1)}}$$

est égal à

$$\rho_i \cdot \varepsilon_{\lambda}(i) \cdot (l^{(i-1)})!,$$

et les termes constants des séries

$$v_{\alpha e_{\lambda}(i)}^{l^{(i-1)}+1} \text{ et } v_{\alpha e_{\lambda}(i)}^{l^{(i-1)}-1}$$

deviennent

$$\rho_i \cdot \varepsilon_{\lambda}(i) \cdot (l^{(i-1)} + 1)! \text{ resp. } \varepsilon_{\lambda}(i) \cdot (l^{(i-1)} - 1)!,$$

et ainsi de suite;

les termes constants des séries

$$v_{\alpha_1}^{l_{\lambda}(i)-1} \text{ et } v_{\alpha_2}^{l_{\lambda}(i)-1}$$

deviennent

$$\rho_i \cdot \varepsilon_j(i) \cdot (l_{\lambda}(i) - 1)! \text{ resp. } \varepsilon_{\lambda}(i) \cdot (l_{\lambda}(i) - 1)!.$$

Tous les autres termes constants des séries

$$v_a^{l_\lambda(i)}(x, \rho_i)_{\lambda(i)}$$

sont nuls.

Les termes constants des séries $\zeta_a^{l_\lambda(i)}$, en question, deviennent

$$\begin{array}{ccccccc} \dots & & 0, & 0, & & \dots, & \varepsilon_{\lambda(i)} \cdot (l^{(i-1)})!, & \dots \\ \dots & & 0, & 0, & \varepsilon_{\lambda(i)} \cdot (l^{(i-1)} + 1)!, & & 0, & \dots \\ \dots & \varepsilon_{\lambda(i)} \cdot (l_{\lambda(i)} - 1)!, & 0, & & \dots & & 0, & \dots \end{array}$$

Par suite, en procédant de la même manière, que nous l'avons fait précédemment, on obtient pour les $a_{a\lambda}^{(0)}$ en question

$$a_{a_1 a_1}^{(0)} = a_{a_2 a_2}^{(0)} = \dots = a_{a_{e_{\lambda(i)}} a_{e_{\lambda(i)}}}^{(0)} = -\rho_i.$$

$$a_{a_2 a_1}^{(0)} = a_{a_3 a_2}^{(0)} = \dots = a_{a_{e_{\lambda(i)}} a_{e_{\lambda(i)}-1}}^{(0)} = 1.$$

Par conséquent, le système obtenu est de la forme canonique. De plus, au groupe considéré de solutions correspond la racine multiple $\rho = \rho_i$ de l'équation caractéristique et à cette racine correspond le diviseur élémentaire multiple

$$(\rho - \rho_i)_{\lambda(i)}^e$$

du déterminant caractéristique.

Dans ce chapitre nous avons considéré les solutions canoniques qui correspondent à des systèmes canoniques ayant la forme normale (B). Par des transformations linéaires, dont le déterminant est différent de nul, on peut toujours ramener toutes les solutions canoniques à la forme considéré. Il est donc évident qu'il correspond à ces solutions des systèmes canoniques de la forme (A).

25. Il reste à déterminer la forme d'un système d'équations aux différences qui admet un système fondamental de solutions régulières n'ayant pas la forme canonique. Considérons des solutions régulières de la forme (99).

En les introduisant dans les déterminants (D), et en faisant les mêmes réductions dont il a été question dans le paragraphe 24, on obtient pour le système cherché des relations telles que les expressions (105) et (106).

Mais dans le cas en question le mineur correspondant à l'élément

$$-(x-1) \Delta_{-1} u_a(x)$$

est un déterminant qui s'annule d'un ordre fini, quand x tend vers l'infini en restant dans le domaine de convergence des séries de facultés représentant les éléments du déterminant.

Le système ne peut donc pas avoir la forme canonique.

Considérons la matrice formée des fonctions ζ que nous voulons écrire

$$\begin{aligned} & (\zeta_{\alpha\beta}(x)) \\ & \alpha, \beta = 1, 2, \dots, n. \end{aligned}$$

Après ce que nous avons démontré dans le paragraphe 21, on peut, en multipliant à gauche cette matrice par une matrice

$$(g_{\alpha\beta}(x)),$$

ayant les mêmes propriétés que dans le paragraphe 21, obtenir une matrice

$$\left(\delta_{\alpha\beta} \left(\frac{1}{x} \bar{g}_{\alpha} \right) \right) (\bar{\zeta}_{\alpha\beta}(x))$$

dont le déterminant des termes constants des fonctions $\bar{\zeta}_{\alpha\beta}$ ne s'annule pas*.

Mais les fonctions $\bar{\zeta}_{\alpha\beta}$ déterminent un système d'équations aux différences ayant la forme canonique.

L'opération indiquée nous montre donc qu'on peut, par une transformation de la forme (84), ramener le système cherché à un système canonique.

Nous avons donc démontré le Théorème.

Tous les systèmes d'équations aux différences finies linéaires et homogènes du premier ordre qui admettent un système fondamental de solutions régulières, ainsi que nous les avons défini, sont de la forme canonique ou ils peuvent, par des transformations de la forme

$$(84) \quad u_{\alpha}(x) = \sum_{\lambda=1}^n h_{\alpha\lambda} \cdot \left(\frac{1}{x} \bar{g}_{\lambda} \right) \cdot \bar{u}_{\lambda}(x),$$

être ramené à la forme canonique (A).

Les $h_{\alpha\lambda}$ sont des fonctions rationnelles entières de $\frac{1}{x}$ et les \bar{g}_{λ} sont des nombres entiers positifs ou zéro. Le déterminant

$$|h_{\alpha\lambda}|$$

est égal à une constante différente de nul.

* On suppose que tous les termes constants des séries $\zeta_{\alpha\beta}$ ne s'annulent pas. Cette condition est remplie si les solutions données appartiennent aux exposants ρ_{β} .



LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Avd. 2. Bd 15. Nr 3.
KUNGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 30. Nr 3.

OM SKÅNES BRACHIOPODSKIFFER

AV

GUSTAF T. TROEDSSON

MED 2 TAVLOR OCH 13 TEXTFIGURER JÄMTE ENGLISH SUMMARY



LUND
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG
OTTO HARRASSOWITZ

Föredragen i K. Fysiografiska Sällskapet den 8 Maj 1918.

LUND 1918
HÄRAN OHLSSONS BOKTRYCKERI

MINNET AV MIN VÖRDADE OCH AVHÅLLNE LÄRARE,
PROFESSOR JOHAN CHRISTIAN MOBERG,
TILLÄGNAS DETTA ARBETE

Förord.

Föreliggande arbete avser att framlägga en del av de resultat, vartill författaren kommit vid sina sedan år 1911 fortgående undersökningar av gränsen emellan ordovicium och gotlandium i Skåne. Dessa undersökningar omfattade till en början huvudsakligen de graptolitförande skifferna, men fr. o. m. sommaren 1915 har det egentliga arbetet koncentrerats på den s. k. brachiopodskiffern eller zonen med *Phacops eucentra* ANG. (OLIN), en etage på vilken uppmärksamheten ofta blivit riktad inom den geologiska litteraturen inom vårt land, men som hittills endast varit föremål för mera tillfälliga och hastigt utförda rekognoseringar. Detta torde närmast tillskrivas dels skiffrens allmänna svårillgänglighet, dels det bristfälliga tillstånd, vari de organiska lämningarna förekomma, förhållanden som vid ett första påseende kunde komma uppgiften att synas otacksam. Det är sålunda blott i sällsynta fall, som fossilens skal äro bevarade, varför det i regel fordrats ett ytterst omsorgsfullt och tidsödande prepareringsarbete för att erhålla bestämbara exemplar. Genomletandet har ständigt skett under lupp på grund av det förhållandevis rika uppträddet av småorganismer såsom ostrakoder och trilobitlarver. Ett flertal fossil ha dock ej kunnat erhållas i bestämbar skick, förrän jag tagit i tu även med liggandet, staurocephalusskiffern, varöver en särskild redogörelse förberetts. Det är också först efter densammans fullbordande, som jag anser mig kunna beskriva brachiopodskiffrens musslor, en rikligt företrädd djurgrupp, som i artantal är jämförlig med brachiopoderna och ostrakoderna, men som jag i den följande framställningen utelämnat i avvaktan på rikligare material ej blott från brachiopod- utan även från staurocephalusskiffern.

På grund av dyrtiden ha tyvärr i det följande vissa inskränkningar måst göras, vilka huvudsakligen gått ut över avbildningarna, vilka därför ej blivit så talrika och för de olika arterna belysande, som jag hade önskat. Ritningarna, som under mitt inseende blivit utförda å LUNDS GEOLOGISK-MINERALOGISKA INSTITUTION av fröken EMY KLEINS förfarna hand, ha av samma skäl nödgats ersätta de ursprungligen som fotografier tänkta avbildningarna.

Fältundersökningarna ha möjliggjorts genom bidrag från K. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPET I LUND ur dess Retziusfond, genom åtnjutande under tvenne år av LUNDS

GEOLOGISKA FÄLTKLUBBS resestipendium samt genom understöd från SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING, som även ställt till min tjänst sina samlingar av skånsk brachiopodskiffer. Till dessa sällskap och institutioner ber jag att få uttala min djupa erkänsla.

Slutligen är det mig en angenäm plikt att till alla som på ett eller annat sätt varit mig behjälpliga med arbetet få framföra mitt varma tack. Sälunda stannar jag i stor förbindelse hos LUNDS GEOLOGISKA INSTITUTIONS nuvarande prefekt, prof. K. A. GRÖNWALL, som i möjligast största utsträckning ställt institutionens resurser till mitt förfogande samt vid flera tillfällen bistått mig med råd och anvisningar; vidare riktar jag mitt tack till prof. S. L. TÖRNQUIST, till docent A. HADDING, vilken såsom vikarierande institutionsföreståndare på flera sätt underlättat mitt arbete, till intendenten vid RIKSMUSEET, prof. G. HOLM, och prof. J. KIAER, Kristiania, vilka utlånat jämförelsematerial från resp. museer, till fil. lic. WILLIAM TH. ÖFVERBERG för benägen språklig granskning av den engelska sammanfattningen samt till amanuensen fil. kand. ORVAR ISBERG. Men först och sist dröjer jag vid minnet av min vördade lärare, framlidne prof. J. C. MOBERG, som givit uppslaget till det avhandlade ämnet samt med besmittande entusiasm och intresseväckande iderikedom infört mig i arbetet, vars egentliga gång han tyvärr ej skulle få följa.

I. Stratigrafi.

Begreppet »Brachiopodskiffer».

Genom sin beskaffenhet i faunistiskt och petrografiskt hänseende har här behandlade lagerserie tämligen tidigt blivit betraktad som ett inom Sveriges silur självständigt led, om vars vertikala utsträckning uppfattningen dock varit svävande. Efter TULLBERGS zonindelning av Skånes silur har emellertid i allmänhet med brachiopodskiffen i detta landskap förstått zonen med *Phacops mucronata* (= z. m. *Ph. eucentra* MOBERG 1910 och 1911). Eluru denna beträffande facies avviker från Västergötlands egentliga brachiopodskiffer, kommer den likväl densamma betydligt närmare, än vad dess hängande, z. m. *Climacograptus scalaris*, gör, vilken är en ren graptolitskiffer. Vad vidare ekvivalensen angår, gäller utan tvivel TULLBERGS schema, enligt vilket de båda nämnda skånska zonerna äro likåldriga med brachiopodskiffen i Västergötland. Den skånska brachiopodskiffen, som följaktligen endast motsvarar den undre delen av Västergötlands, är sålunda varken beträffande facies eller horisont fullt ekvivalent med den i sistnämnda landskap. Sålänge brachiopodskiffen därstädes ej blivit föremål för en grundligare undersökning, som kunnat ge något annat vid handen, synes det emellertid, som om ifrågavarande stratigrafiska benämning utan olägenhet fortfarande skulle kunna användas på z. m. *Ph. (Dalmanites) eucentra*, detta i all symnerhet som någon enhetlig facies icke är utmärkande för Västergötlands brachiopodskiffer. Allt ifrån LUNDGRENNS omnämnande av dessa lager i Skåne har för övrigt uttrycket varit i användning och vunnit burskap. Namnet »brachiopodskiffer» är därför mera en rent stratigrafisk benämning än ett faciesbegrepp. Som det likväl samtidigt hänför sig till ett visst slag av facies — grundvattensbildningar —, är det ej förvånande, att den stratigrafiska ekvivalensen med de liknämnda bildningarna i Västergötland icke blir fullkomlig.

Historik.

Tack vare sin lättillgängliga och orubbade lagerserie blevo västgötabergeren normgivande för indelningen av Sveriges silur. Redan LINNÉ gjorde försök att parallellisera Skånes silurbildningar, med Västergötlands och kan därför betraktas som den svenska silurstratigrafiens grundare. Det första paleontologiska silurschemat för vårt land uppställdes emellertid av ANGELIN med utgångspunkt från västgötabergeren. I sin definitiva form (1854 p. VII) upptager detta schema såsom sin näst översta avdelning »*Regio VII. Harparum = DE*», varifrån nära 40 trilobiter beskrevos; av dessa tillhörde dock mer än $\frac{2}{3}$ Dalarnas leptaeakalk, medan 12 hörde hemma i Sydsverige, varav endast 1 art, *Phacops eucentra*, hade träffats i Skåne, vid Röstånga.

I sina äldsta arbeten (1868, 1869) införde LINNARSSON andra benämningar på ANGELINS »regioner» och reviderade även schemat i viss mån. Regio Harparum kallades silunda *brachiopodskiffer* och uppdelades i tvenne avdelningar, en övre, egentlig brachiopodskiffer, samt en undre avdelning, staurocephalusskiffen, vilken han närmast betraktade som en övergångsbildning till ligandet, trinucleidsskiffen. Några år senare (1874) fäste LUNDGREN uppmärksamheten på »i Skåne förekommande bildningar, som motsvara Brachiopodskiffen i Västergötland», varvid lokalerna Röstånga, Järrestad och Nyhamu behandlades, samt följande fossil angåvos:

<i>Phacops mucronata</i> BRONGN.	<i>Primitia</i> sp.
» <i>Phacops</i> sp. (möjligen <i>Ph. eucentra</i> ANG.)»	<i>Orthis</i> eller <i>Leptaena</i>
<i>Chirurus punctatus</i> ANG. ¹	gastropod
<i>Trinucleus</i> sp.	lamellibranchie.

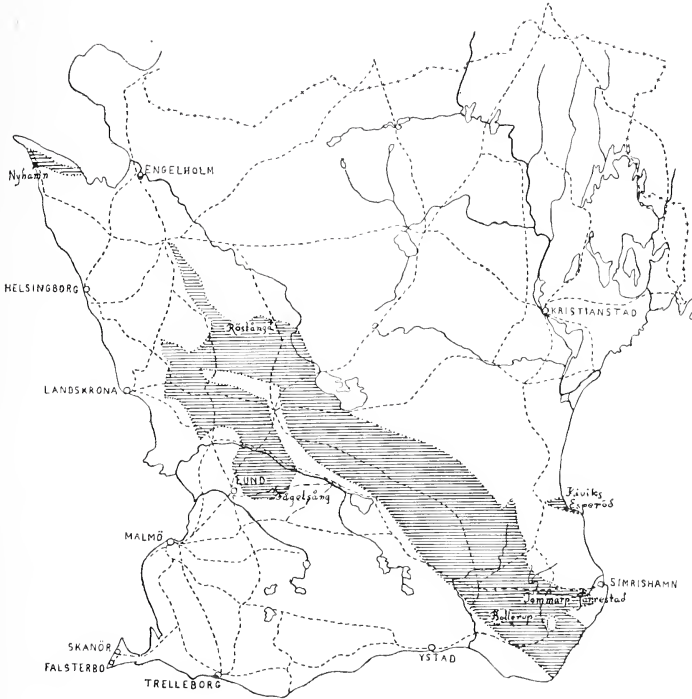
TÖRNQUIST, som följande år under en resa i Skåne bl. a. gjorde ett besök vid Röstånga, fann där i brachiopodskiffen (TÖRNQUIST 1875):

<i>Phacops mucronata</i> BRONGN.	<i>Leptaena sericea</i> Sow.
<i>Calymmene tuberculata</i> BRÖNN.	<i>Leptaena</i> sp.
<i>Trinucleus</i>	<i>Orthis</i> sp.
<i>Lichas</i>	gastropod
» <i>Forbesia</i> (möjligen <i>F. brevifrons</i> ANG.)»	ortocerer.

Liksom LUNDGREN hade TÖRNQUIST uppfattat brachiopodskiffen i dess vidsträckt bemärkelse och ej använt för densamma någon uppdelning i likhet med den LINNARSSON genomfört för Västergötland. Därför kom TÖRNQUISTS fossilista att upptaga arter, som sedermera befunnits helt saknas i den egentliga brachiopodskiffen i Skåne, såsom *Calymmene tuberculata* och *Lichas* samt möjligen även *Forbesia* cfr *brevifrons*, *Trinucleus* och någon brachiopod. Det är därför tydligt, att TÖRNQUISTS insamlingar gjorts, om inte helt och hållet, så åtminstone till mycket stor del i staurocephalusskiffen. Sistnämnda avdelning påvisades nämligen år 1879 av

¹ Jfr anmärkningen till förekomsten av *Dalmanites eucentrus*.

LINNARSSON (1879, s. 23) vid Röstånga å samma lokal, som LUNDGREN och TÖRN-
 QUIST besökt. I brachiopodskeerfjällen därstädes träffade LINNARSSON endast *Phacops*
mucronata, medan den undre avdelningen innehöll samma art jämte ett antal andra
 trilobiter, varibland *Trinucleus* och *Calymene* sp.



Skala 1:1000000

Fig. 1.

Översiktskarta över Skåne, visande de olika fyndorterna för brachiopodskeer. De streckade fjällen
 beteckna silurisk berggrund i allmänhet.

General map of Skåne, showing the various localities of the Brachiopod beds. The hatched fields
 indicate Silurian area in common.

TULLBERG, som däremot förde den fortfarande endast från lundgrenska lokalen
 vid Röstånga kända staurocephaluskeerfjällen till trinucleuskeerfjällen, anför (1882: 2, s. 17)
 från densamma bl. a.

Phacops mucronata BRONGN.
Trinucleus Wahlenbergi ROUAULT
 (enl. OLIN *T. elliptifrons* OLIN)

Forbesia brevifrons ANG.
Calymmene Blumenbachi BRONGN.,

vilket synes mig vara en bekräftelse på min ovan uttalade förmodan om horisonten för TÖRNQVISTS insamlingar. Den egentliga brachiopodskiffern, som av TULLBERG benämndes z. m. *Phacops mucronata*, innehöll däremot

<i>Phacops mucronata</i>	gasteropoder
<i>Leperditia</i> sp.	lamellibranchier
<i>Primitia</i> sp.	brachiopoder.

Hängandet till denna zon utgöres av en svart graptolitskiffer, TULLBERGS zon med *Climacograptus scalaris* och *Diplograptus* n. sp. Såväl denna som zonen med *Phacops mucronata* parallelliserade TULLBERG med Västergötlands brachiopodskiffer.

Bland de av LINDSTRÖM (1888) uppräknade 46 i Sveriges brachiopod- och staurocephalusskiffer förekommande arterna kunna, såsom av det föregående framgår, endast trenne gälla Skånes brachiopodskiffer, nämligen *Phacops eucentra*, *Ph. mucronata* och *Cl. scalaris* Hs.

En skenbar tillökning i fossilantalet tillkom vid publicerandet av MÖBERGS fossilistor i beskrivningen till geologiska kartbladet Simrishamn (1892), därför att till brachiopodskiffern räknats lager, som i själva verket tillhöra staurocephalusskiffern, såsom nedan skall visas. Av de 11 angivna fossilen kunna nämligen endast

<i>Phacops mucronata</i>	<i>Hyalolithus</i>
<i>Turbo</i> ?	<i>Bellerophon</i> och
<i>Climacograptus</i>	<i>Arca</i>

med säkerhet antagas vara insamlade från den egentliga brachiopodskiffern.

Efter denna tid har beträffande faunan intet nytt tillkommit, om man från-ser OLINS beskrivning av *Phacops eucentra* (1906). Alla lokaler för brachiopodskiffern voro även nu bekanta, nämligen *Nyhamn* (LUNDGREN 1874), *Röstångområdet* (LUNDGREN, LINNARSSON 1879, TULLBERG 1880, 1883), *Järrestad—Tommarpsom ådet* (LUNDGREN, LINNARSSON 1875, TULLBERG 1883, HOLST 1892), *Bollerup* (TULLBERG 1882: 2, HOLST) samt *Kiriks—Esperöd* (NATHORST 1877). De i det följande framställda resultaten ha i huvudsak grundats på undersökningar, utförda inom Röstånga- och Järrestad—Tommarpsområdena, där möjligheterna att erhålla fullständiga skärningar varit störst, men även vid de övriga lokalerna ha besök gjorts, ehuru i allmänhet med otillfredsställande resultat.

Lokalbeskrivning.

1. Nyhamn.

Från Nyhamn omtalar LUNDGREN en av trappgångar genomsatt skiffer med *Phacops micronata*, *Chirurus punctatus*¹ och *Primitia* sp. På grund av skiffers läge i själva stranden, varigenom tillgängligheten blir beroende av vattenståndet — särskilt nordvästliga och västliga vindar medföra, att detta stiger —, har jag ägnat denna lokal endast ringa uppmärksamhet. Blott under ett av mina besök på platsen har nämligen lokalen varit väl åtkomlig.

Den är belägen c:a 700 m. NV om järnvägsstationen (Nyhamnsläge).

De nämnda diabasgångarna ha beskrivits som tvenne, en östlig, 0,5 m. bred, med riktning åt NO, samt en NV därom, betydligt bredare; båda konvergera emellertid, såsom skissen visar, emot landsidan, varför det förefaller, som om den mindre vore en apofys från den större. Den mindre gången är den bekanta av ТОРНЕБОМ² omtalade grönstengången med »små drus-hål, innehållande kristaller av kalkspat och kvarts samt en flyktig, petroleumartad vätska». Senare anges gången av A. LINDSTRÖM i beskrivningen till kartbladet Kullen och Höganäs såsom basalt, medan däremot EICHSTÄDT³ beskriver den som en *glimmerdiorit*. I kartbladsbeskrivningen nämnes även den större gången men såsom diabasgång. Emedan båda gångarna tyckas sammanhänga, kallar jag bergarten i det följande för diabas.

Ungefär mitt emellan dem, där skiffren alltså är minst metamorfoserad, upptogs en sammanhängande profil av 4 m. mäktighet från vattenbrynet upp till trandvallen. Skiffren stupade 9°—10° åt N 70° O och utgjordes underst av en gråaktig, lös, fossilfattig lerskiffer (*a*), i vilken anträffades

Holopea Mobergi n. sp.

Dalmanites sp. (hypostom)

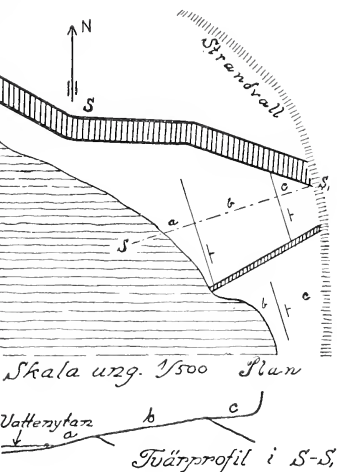


Fig. 2.

Skiss över fyndorten vid Nyhamn (Sketch map of the locality at Nyhamn). *a*, *b* z. m. *Dalm. eucentrus*, *c* z. m. *Clm. scalaris*.

Primitiella tenera LINDS.

¹ Jfr synonymförteckningen till *Dalmanites eucentrus*.

² G. F. F. 1873, Bd I, s. 130.

³ Skånes basalter, S. G. U. Ser. C. Nr 51. Stockholm 1882.

Lagret följdes ett gott stycke ut i vattnet, utan att någon förändring kunde iakttagas. På denna avdelning kom en mörkare lerskiffer (*b*), 1,8 m. mäktig. Dennas undre hälft skildes från den mera lättkluvna övre genom ett obetydligt lager av en nästan svart, svärkluvan bergart, rik på små, rundade kvartskorn, högst 5 mm. stora, närmast underlagrad av ett tunt, mycket fossilrikt band, i vilket träffades

Conotreta acuta n. sp.

Orthis cfr *honorata* BARR.

Primitiella tenera LUNSEN

Primitia bursa KRAUSE var. *scanensis* n. var.

Primitia conica n. sp.

P. harparum n. sp.

P. cfr *Tolli* BONNEMA

Dalmanites eucentrus ANG. (OLIN).

F. ö. var denna avdelning så gott som fossilfri. Den överlagrades av svart, rätkluvan, *Climacograptus scalaris* förande skiffer (*c*) med en tillgänglig mäktighet av 1 meter. Såväl avdelningarna *a* som *b* bestå av typisk brachiopodskiffer, medan *c* tillhör z. m. *Cl. scalaris*.

Alldeles samma lagerföljd blottades på den smala diabasgångens sydöstra sida men på ung. $\frac{1}{2}$ m. lägre nivå, en höjdskillnad som på grund av den flacka stupningen tydligt framträder redan på planskissen. Däremot var N om den stora diabasgången endast en bank av en hårdbränd, svart, tjockkluvan skiffer tillgänglig, vilken delvis erinrade om det ovannämnda kvartsförande lagret men saknade fossil.

2. Röstånga.

Röstånga nämnes redan av såväl DALMAN (1827) som HISINGER (1837) såsom fyndort för *Asaphus mucronatus* BRONGN. och av ANGELIN (1851), som där anträffat *Phacops eucentra*, av beskrivningen och avbildningen att döma möjligen samma art som den förra. Ett närmare angivande av lokalen har emellertid aldrig gjorts. Den första fyndort, som omtalas, är den av LUNDGREN beskrivna vid vägen mot Ask med en grov, grå, stundom kalkhaltig lerskiffer med *Phacops mucronata* BRONGN. Denna lokal besöktes följande år av TÖRNQUIST (1875), som observerade den härstädes framgående diabasgången, och senare av LINNARSSON (1879), som uppdelade lagerserien i egentlig brachiopodskiffer, lös, grönaktig, rik på *Ph. mucronata* men utan andra fossil, samt i en hård och svärkluvan bergart, fläckvis fossilrik och motsvarande Västergötlands staurocephalusskiffer. TULLBERG, vilken än mera pointerade denna uppdelning, fann i den undre skiffen *Staurocephalus clavifrons* ANG. Utom från denna lokal, som han betecknade med siffran 9 på sin karta över Röstångaområdet (TULLBERG 1880), anförde TULLBERG brachiopodskiffer även från lokal 5, en märgelgrav, belägen 600—700 m. SO. om kyrkan med lös, smutsigt grå och gulgrön skiffer, förande *Ph. mucronata* jämte en gastropod och en ostrakod, samt från Kvarnbäcken, en fyndort, som sedermera ej kunnat återfinnas (jfr MOBERG 1910: 2, s. 124), något som även varit fallet med staurocephalusskiffer vid vägen mot Ask (l. c., s. 127). Även OLIN kom att beröra dessa bildningar i Röstånga vid sina undersökningar av staurocephalusskiffers trilobit-

fauna. Av fossil från brachiopodskiffen, för vilken denne även omtalar en ny lokal, Kyrkbäcken, anger han endast *Phacops eucentra* och *Turbo*? (= *Holopea Mobergi* n. sp.). Enligt den revision av observationspunkterna för fasta berggrunden MOBERG utförde 1910, äro vid Röstånga endast tre fyndorter för brachiopodskiffer åtkomliga, nämligen lokal *V a* (TULLBERGS lokal 9), *III d* (Kyrkbäcken) och *III i* (TULLBERGS lokal 5). Av dessa ha de bäst tillgängliga, *V a* och *III i*, varit föremål för mina undersökningar.

Lokal *V a* MOBERG (= lok. 9 TULLBERG).

Å ömse sidor om vägen anstår i 1—2 m. höga väggar en mörk, grönfläckig, fossilfri trinucleusskiffer. Längst i S, i östra väggens översta del, har det emellertid lyckats mig att återfinna staurocephaluszonen, som här i ett tunt lager av c:a 0,5 m. mäktighet är mycket fossilrik och består av lös, grågrön, vid vittring brunprickig skiffer, i vilken jag vid en hastig genomletning bl. a. funnit

Brachiopoder (*Aerotreta* n. sp. m. fl.)

Murchisonia sp.

Orthoceras sp. (tvärstrierad)

Hyalolithus fibrosus n. sp.

H. trinucleorum HOLM

H. striatellus HOLM

Primitiella tenera o. a. ostrakoder

Lepidocoleus suecicus MOBERG

Illaenus longifrons OLIN

Phillipsinella parabola BARE.

Remopleurides sp.

Staurocephalus clavifrons ANG.

Phacops sandbyensis OLIN

Dionide euglypta ANG.

Acidaspis sp.

Proetus scanicus OLIN

Proetus sp.

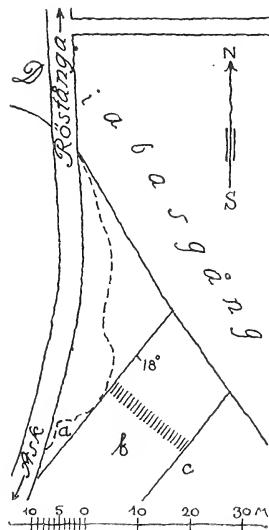


Fig. 3.

Skiss över en del av lokal *V a*, Röstånga (Sketch map of a part of the loc. *V a* at Röstånga). *a* z. m. *Staurocephalus clavifrons*, *b* z. m. *D. eucentrus*, *c* z. m. *Cl. scalaris*. Emellan den streckade linjen och vägen är skiffen utbruten.

Skiffen stupar 16°—17° mot SO—OSO samt skiljes från hängandet genom ett några cm. mäktigt, aldeles söndervittrat skikt, vilket jag här betraktar som gränslager. Brachiopodskiffen, som omedelbart vidtager, har blottats i en fullständig profil av 14—15 m. längd, vilket med en medelstupning hos skiffen av

17° och en terränghöjning i stupningsriktningen av nära en meter motsvarar en mäktighet av inemot 5,5 m. Brachiopodskiffern, som överlagras av den nästan lika mäktiga z. m. *Cl. scalaris*, består underst, lag 1—3, av lös skiffer, till en början med samma ljusgrå färg som liggandet men sedan betydligt mörkare. Övre delen, lag 4—7, är mörk och nästan alltid kalkhaltig samt består av hårdare bankar, av vilka de undre äro ganska fossilrika. Fossilerna komma lättast fram ur vittrad bergart, som är brunprickig eller mer eller mindre omvandlad till en brun vittringsjord, vilken som en tunnare eller tjockare skorpa överkläder den friska bergarten, oftast med markerad inre gräns. — Den i närheten framgående diabasgången har givetvis i ganska hög grad påverkat skiffren och framför allt varit av konserverande betydelse. Någon direkt metamorfos är ej märkbar i profilens understa del, där avståndet till eruptivgången är mer än 20 meter, men blir mera påtaglig, ju högre upp man kommer, emedan stupningsriktningen konvergerar med diabasgången (se fig. 3).

Följande lagerserie har uppmätts:

1 (underst). Ljusgrå skiffer av samma utseende som liggandet samt ganska fossilrik. 5,5 dm. Här ha träffats

<i>Orthis</i> cfr <i>honorata</i> BARR.	<i>Æchmina Grönwalli</i> n. sp.
<i>Bucaniella atava</i> n. sp.	<i>Ctenobolbina rara</i> n. sp.
<i>Holopea Mobergi</i> n. sp.	<i>Bollia harparum</i> n. sp.
<i>Primitiella tenera</i> LNRSEN	<i>Jonesina rectangularis</i> n. sp.
<i>Primitia conica</i> n. sp.	<i>Dalmanites eucentrus</i> ANG. (OLIN)
<i>P. bursa</i> KRAUSE v. <i>scanensis</i> n. var.	<i>Acidaspis Olini</i> n. sp.
<i>P. (?) biloba</i> n. sp.	

2. Smutsgrå, vid vittring brunprickig skiffer med små glimmerfjäll och ställvis mycket fossilrik. 5 dm. I undre delen finnes en inlagring av en ej fullt 2 cm. mäktig, nästan svart, fossilfri bergart med glest inströdda, välrundade kvartskorn, av vilka de största äro 2 mm. i genomskärning. Fossilerna, som huvudsakligen förekomma ovanför detta band, utgöras av

<i>Climacograptus scalaris</i> HIS. v. <i>normalis</i>	<i>Primitia conica</i> n. sp.
LAPW.	<i>P. bursa</i> KRAUSE v. <i>scanensis</i> n. var.
<i>Bryozo</i> sp. 1	<i>P. (?) biloba</i> n. sp.
<i>Discina</i> cfr <i>orbiculoides</i> KRAUSE	<i>P.</i> cfr <i>Tolli</i> BONNEMA
<i>Orthis</i> cfr <i>honorata</i> BARR.	<i>Æchmina Grönwalli</i> n. sp.
<i>Holopea Mobergi</i> n. sp.	<i>Ctenobolbina sezapapillosa</i> n. sp.
<i>Primitiella tenera</i> LNRSEN	<i>Bollia harparum</i> n. sp.
<i>Primitia harparum</i> n. sp.	<i>Dalmanites eucentrus</i> ANG.

3. Skiffer av samma utseende som föregående men mindre fossilrik. Av de ovan nämnda fossilen saknas här *Cl. scalaris* v. *normalis*, *D.* cfr. *orbiculoides*, *Orthis* cfr. *honorata*, *Primitia* (?) *biloba*, *Cten. sexpapillosa* och *Echm. Grönwalli*. Mäktighet 7,5 dm.

4. Mörkgrå eller gråsvarta bankar av hård, kalkhaltig skiffer med

Bryozo sp. I

Orthis testudinaria DALMAN

Primitiella tenera LUNSEN

Primitia harparum n. sp.

P. conica n. sp.

P. cfr *Tolli* BONNEMA

Bellerophon subtrilobatus n. sp.

Holopea Mobergi n. sp.

Bollia harparum n. sp.

B. bispicata n. sp.

Dalmanites mucronatus BRONN.

Fossilen framtråda bäst i den kalkfria vittringshuden, som är brunprickig och jämförelsevis lös, ibland helt brun och jordartad samt av växlande tjocklek. Denna avdelning är 10 dm. mäktig.

5. Något ljusare grå, tät, svårkliven skiffer, som är kalkrikare men fattigare på fossil än föregående lag, från vilket den skiljes genom ett 2 cm. mäktigt band av en kvartskorn och glimmer förande bergart, lik den i lag 2; här finnes dock en obetydlig kalkhalt, vilket är fallet med ännu ett sådant skikt, en halv meter högre upp, vilket därjämte innehåller linser av svavelkis. Den fossilförande bergarten, som är 15 dm. mäktig, innehåller

Lingula cfr *attenuata* SOW.

Conotreta acuta n. sp.

Orthis testudinaria DALM.

Bellerophon subtrilobatus n. sp.

Primitiella tenera LUNSEN

Primitia harparum n. sp.

P. conica n. sp.

P. bursa KRAUSE v. *scanensis* n. var.

Bollia harparum n. sp.

Dalmanites mucronatus BRONN.

6. Lättkliven, grå, något kalkhaltig skiffer, som är fossilfattig och ganska hårt bränd. I denna, som är 5 dm., ha endast träffats

Orthis cfr *honorata*, *Primitiella tenera* LUNSEN och möjligen *Primitia harparum*.

7. Hård bank av tät kalksten, starkt bränd, innehållande ärt- till hasselnötstora klumpar av svavelkis, men saknande fossil. Mäktighet 6 dm. På denna bank följer svart graptolitskiffer, vars undre del är alldeles söndervittrad.

Utom denna profil har jag tidigare upptagit en annan, närmare diabasgången, där skiffen emellertid är så hårt bränd, att någon uppdelning i olika lag ej kunnat göras och fossilen endast med största svårighet kunnat framprepareras. På en nivå, som motsvarar lag 3, har jag sålunda bl. a. träffat en del av brämet till en huvudsköld av *Harpes* och fragment av *Climacograptus* tillsammans med *Dabu. eucentrus* samt ännu högre upp, ung. i lag 5,

Climacograptus scalaris v. *normalis*
Plectambonites sericea Sow.

Lepidocoleus suecicus
Dalmanites mucronatus m. fl

Det ovan omtalade fyndstället för staurocephalusskiffern är ej det ursprungliga av TÖRNQUIST, LINNARSSON och TULLBERG kända utan befinner sig längre från diabasgången, vilket framgår av LINNARSSONS beskrivning av zonens bergart, vilken måste ha varit bränd. TÖRNQUISTS fossil, som jag själv varit i tillfälle att se, äro bevarade i en sådan hårdbränd skiffer, av ett utseende, som knappast skiljer sig från bränd brachiopodskiffer. I Lunds geologiska museum finnes ett exemplar av *Stauroc. clavifrons* i fullkomligt samma bergart från denna lokal.

Lokal III i (= TULLBERGS lok. 5).

Denna fyndort utgöres, som nämnt, av en märgelgrav, belägen 30–40 m. Ö om järnvägslinjen och inemot 700 m. SO om Röstånga kyrka. Ännu 1910 var enligt MOBERG skiffern tillgänglig i tvenne olika skärningar, en i södra eller syd-

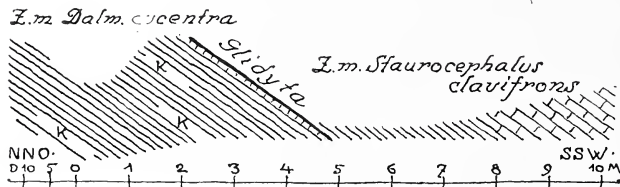


Fig. 4.

Lagringsförhållandena vid lokal III i, Röstånga (The sequence of strata at loc. III i, Röstånga)
 k kalkrika linser i brachiopodskiffern (calcareous lenses in the Brachiopod beds).

Because of dislocations the older zone of *St. clavifrons* lies upon the younger z. of *D. eucentrus*
 (the Brachiopod beds).

östra väggen och en i den nordvästra. Den förra av dessa, i vilken OLIN träffat *Calyptomena trinucleina* LINNÉ, *Proetus scanicus* OLIN och *Phacops eucentra*, är numera otillgänglig på grund av ras och igenfyllning med större moränblock. I nordvästra väggen däremot anstår typisk brachiopodskiffer, som har en stupning av 33° mot S 24° V. Denna stupning har uppmäts å den jämna förkastningsytan (se s. 16), vilken måste betraktas som en jämnslipad skiktyta¹. Skiffern saknar annars, som brachiopodskiffern i allmänhet, jämna ytor. Genom grävningar har en profil blottats i stupningsriktningen med en mäktighet av 4 m. Deunas undre del innehåller brachiopodskifferns fauna bäst representerad av alla undersökta fyndorter. Här ha, utom ett stort antal musslor, träffats

¹ Till jämförelse må nämnas, att MOBERG anger för skiffern härstädes stupningen 35° åt S 30° V. Slidytan har förut ej varit blottad.

<i>Lingula</i> cfr. <i>attenuata</i> SOW.	<i>Bucaniella atava</i> n. sp.
<i>Lingula</i> sp. I	<i>Holopea Mobergi</i> n. sp.
<i>Conotreta acuta</i> n. sp.	<i>Hyalolithus fibrosus</i> n. sp.
<i>Discina radiata</i> n. sp.	<i>H. Mobergi</i> n. sp.
<i>Orthis testudinaria</i> DALM.	<i>Primitiella tenera</i>
<i>O.</i> cfr. <i>honorata</i>	<i>Primitia harpurum</i>
<i>Plectambonites comitans</i> BARR.	<i>P. conica</i>
<i>Pl. sericea</i>	<i>P. bursa</i> v. <i>scanensis</i>
<i>Hyattella Törnquisti</i> n. sp.	<i>Lepidocoleus suecicus</i>
<i>Meristella</i> ? sp.	<i>Dalmanites eucentrus</i>
<i>Rhynchonella borealis</i> SCHLOTH.	<i>D. mucronatus</i>
<i>Bellerophon consobrinus</i> n. sp.	<i>Trinucleus</i> sp.
<i>B. subtrilobatus</i> n. sp.	<i>Proetus</i> sp.

Bergarten är en mer eller mindre kalkhaltig, ibland alldeles kalkfri lerskiffer av grå färg i olika nyanser. På ett par nivåer innesluter den ett tunt, mörkt band med rundade korn, mest bestående av kvarts. Dessa nå ej sällan $\frac{1}{2}$ cm. i genomskärning, men ännu större äro funna, t. ex. ett finkornigt sandstensstycke med mer än 10 mm. diameter. Banden äro i regel svavelkishaltiga. Pyriten förekommer mest i ett tunt skikt mitt i bandet. En fin, horisontal lagring kan iakttagas även utanför svavelkislinjén och framträder väl i slipprov under förstoring, då kvartskornen visa sig vara ordnade till bestämda skikt. Skiffern är vid detta kornförande lagers undre, obestämda gräns rikt fossilförande. I brachiopodskiffrens övre del är därjämte ett lager, bemängt med ärt- till valnötstora bollar av samma konglomeratartade bergartstyp som i de ovannämnda banden.

Kalkhalten är, som sagt, ojämnt fördelad. I regel förefaller den att vara koncentrerad till större eller mindre linser utan markerad begränsning. I någon mån torde detta förhållande vara sekundärt, beroende på förvittring, genom vilken kalken blivit ojämnt utlöst. Den kalkfria och kalkhaltiga skiffern är nämligen betydligt mer vittrad än den kalkrika; detta kan emellertid även bero på att den sistnämnda är bättre ägnad att motstå förvittringen. Anmärkningsvärt är även det förhållandet, att *Conotreta acuta* är inskränkt till en f. ö. fossilfattig kalkklyn.

Brachiopodskiffrens undre gräns har ej kunnat nås här, lika litet som den övre. Den blottade mäktigheten är mer än två meter. Resten av profilen, d. v. s. dess övre hälft, består underst av mjuk, grå lerskiffer med grönaktig anstrykning men i övrigt av hårda, blågrå kalkbankar, som endast i vittrat tillstånd givit bestämbara fossil. Vid vittring övergå bankarna till en lös, brun vittringsjord, som än bildar en tunn hud över den friska bergarten, än mer eller mindre fullständigt ersatt denna. Vittringsskorpan är alldeles kalkfri och har fossilen bevarade såsom avtryck, visande skalskulpturens även allra minsta detaljer. Bland fossilen må här nämnas

Climacogr. scalaris v. *normalis*
Berenicea ? sp.
Siphonotreta sp.
Orthis cfr *honorata* BARR.
Orthis Actoniae Sow.
Orthis sp.
Plectambonites comitans
Hyattella Törnquisti
Meristella crassa Sow.
Meristella ? sp.
Holopea ? sp.

Hyolithus fibrosus
Primitiella tenera
Æchmina Grönwalli
Lepidocoleus suecicus
Plumulites sp.
Staurocephalus clavifrons
Dalmanites mucronatus
Acidaspis Olini
Acidaspis sp. (caput)
Proetus scanicus OLIN
Proetus sp. (pyg.),

vilka ge vid handen, att staurocephalusskiffer föreligger. Nära hälften av dessa fossil ha hittills ej träffats i brachiopodskiffern, där vidare de i staurocephaluszonen härstädes allmänna *Plectambonites comitans* och *Hyattella Törnquisti* förekomma endast sporadiskt. De övriga för båda zonerna gemensamma arterna, av vilka de flesta saknas i brachiopodskiffrens övre del, äro i allmänhet kända även från Tommarps staurocephalusskiffer. Gränsen emellan zonerna vid denna lokal utgöres av en alldeles jämn och plan yta, en glidyta, vars stupning ovan angivits, och som är parallell med skiktningen. Skiffern bär närmast under denna glidyta spår efter rubbningar, i det den är oregelbundet skiffrig i annan riktning än lagringen. Att en förkastning förefinnes vid denna lokal, har redan antagits av MOBERG (1910: 2, s. 118). OLIN har nämligen i mangelgravens södra del, alltså i lager, som av stupningen att döma ligga högre än brachiopodskiffern, funnit *Dalmanites eucentrus*, *Proetus scanicus* och *Calymene trinucleina* LNRSSN, vilka äro att hänföra till trinucleusledet (staurocephalusskiffern). Senare (1914: 2, s. 489) har MOBERG framkastat den förmodan, att fyndorten i sin helhet tillhör gränslager emellan trinucleus- och brachiopodskiffer, varmed han möjligen torde ha avsett staurocephalusskiffer.

Ett förhållande, som osökt påminner om det nu nämnda, är observerat även på ett annat ställe i MOBERGS sektion III, nämligen 300 m. längre åt NV, vid III d i Kyrkbäcken, där brachiopodskiffern är inskjuten emellan lager, som tillhöra chasmopsledet. Då stupningen är konstant 35°—40° mot S 10°—15° V, ligger det nära till hands att antaga rubbningar av liknande slag även här. Sannolikt äro dislokationerna på båda ställena att hänföra till en och samma överskjutning.

Den brachiopodskiffer, som anstår i skärningen III i, bör antagligen närmast parallelliseras med undre eller mellersta delen av skiffern vid lok. V a. *Bellerophon consobrinus*, *Bucaniella atava*, *Æchmina Grönwalli* och *Dalmanites eucentrus*, som träffats uteslutande i understa lagren, tillhöra zonen äldre del, medan de överst förekommande *Conotreta acuta*, *Lepidocoleus suecicus* och *Dalm. mucronatus* träffas relativt högt uppe såväl vid Nyhamn som vid lokal V a, Röstånga.

På norra sidan och i omedelbar närhet av murgelgraven observerades vid ett tillfälle upplöjda block av en genomvittrad bergart, snarlik förvittringsresterna av kalkbankarna i staurocephalusskiffern, fastän med mera i rött stötande färg. Dessa block, vilkas moderklyft ej kunde anträffas, innehöllo av fossil mest ostrakoder. Faunan utgjordes av

<i>Orthis</i> sp.	<i>Primitia</i> cfr <i>Tolli</i> BONNEMA
<i>Primitiella tenera</i>	<i>Bollia harparum</i>
<i>Primitia harparum</i>	<i>Bollia bicipitata</i>
<i>Primitia</i> (?) <i>biloba</i>	<i>Dalmanites</i> sp.

och tillhör följaktligen brachiopodskiffern. På grund av förekomsten av både *Primitia* (?) *biloba* och *Bollia bicipitata* förefaller det, som om blocken skulle härröra från skilda horisonter, något som dock ej med visshet kan avgöras (jfr lok. *V a*, lag 1—2 och lag 4).

Inom **Fågelsångsområdet** har brachiopodskiffer ännu ej blivit påvisad. Att den skulle saknas här, då den överallt annorstädes i Skåne äger en synnerligen likformig utbildning, är ej troligt. Den skulle möjligen kunna åtkommas vid Koen genom fortsättning av OLINS grävningar (1906) eller också i gränssområdet emellan rutorna *B* och *E* (MOBERG 1896), där äldre rastritesskiffer fordom varit tillgänglig men observationspunkter för fast berggrund i övrigt saknas (jfr dock lokaluppgifterna för *Primitia bursa* var. *scanensis*, s. 5).

3. Järrestad—Tommarp.

Inom Järrestadsåns dalgång träder brachiopodskiffern på flera ställen i dagen. Dessa äro här liksom vid beskrivningen av Röstångaområdet betecknade med MOBERGS lokalnamn (1910: 1, s. 85 ff.)¹. Redan LUNDGREN anförde *Dalmanites mucronatus* från lokal 2, ungefär mitt emellan Neckebo och Gisslingebo. Vid åns sydligaste bukt, lokal 3², anstår enligt TULLBERG (1883) en fast, blågrå skiffer med *Phacops mucronata*. HOLST anför från samma ställe skiffer, som han räknar till övergångslagren emellan trinucleus- och brachiopodskiffer. Lokal 17, en hög skiffervägg på åns södra sida vid tredje kvarnen, är den bäst tillgängliga och upptäcktes

¹ Då MOBERGS ifrågavarande arbete är relativt lätt åtkomligt, har jag ej ansett behövt att här reproducera hans kartor, varken över detta eller Röstångaområdet.

² Denna fyndort har av OLIN uppfattats som den av LUNDGREN observerade, vilket säkerligen är oriktigt. LUNDGREN lämnar visserligen ej själv någon upplysning om sin lokals läge, men LINNARSSON omtalar en på åns vänstra (= norra) sida anstående »mörk, grå, tjockskifvig skiffer», som »förut omnämnts af LUNDGREN», och fortsätter: »Nasta genomskärning träffades på åns högra sida och innehöll en mörkgrå, temligen tjockskifvig och svårklufven skiffer af ett mycket fint gry» (1875, s. 278) samt utan fossil. TULLBERG fann här *Phacops mucronata*. — Den förra av dessa skärningar är MOBERGS lokal 2, den senare lokal 3.

av LINNARSSON 1879, medan först HOLST omnämner brachiopodskiffer vid avloppsdiket från Tommarps norra kalkstensbrott eller strax S om 4. kvarnen (lokal T 8 MBG). Slutligen omtalar TULLBERG z. m. *Cl. scalaris* från några ställen i dalen, en zon som emellertid i detta arbete ej gjorts till föremål för närmare behandling. Av de ovannämnda fyndorterna är det å n:is 17 och T 8, som mitt huvudsakliga arbete nedlagts¹, varjämte även ett besök gjorts å lokal 3.

Lokal 3 (fig. 5).

Genom fullständigande av den naturliga skärningen i ån strax Ö om det ställe, där en rännil söderifrån inmyunnar, erhöles följande profil (fig. 5):

1. Mitt i ån synes skikthuvudet till en jämn- och storklaven, grå skiffer, i vilken fossil ej träffats. Huruvida detta är samma skiffer, som omtalas av LINNARSSON och TULLBERG från denna lokal, har icke kunnat avgöras men är ganska troligt. Stupningen är svag mot VSV. I sydvästra väggen, alltså högre upp, träffas, om i fast klyft eller vilande på morän kunde ej avgöras,

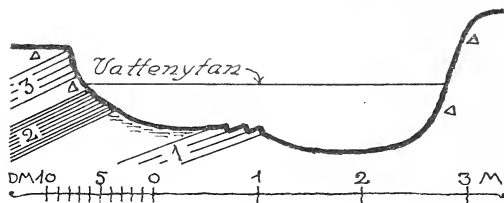


Fig. 5.

Tvärgenomskäring i Järrestadsån vid lokal 3. Δ = morän, 1. fossilfri skiffer in situ (?), 2. skiffer med *Monograpti*, 3. *staurocephalus*skiffer. Transverse section through the Järrestadså at loc. 3 [Moberg 1910: 1]. 1. shale without fossils, 2. shale with *Monograpti*, 3. zone of *Staurocephalus clavifrons*; 3. and (perhaps) 2. are embedded in glacial deposits (Δ).

2. lättklaven, svart skiffer med böjda *Monograpti*, varpå följer, med ett mellanskikt av moränlera,

3. mörkgrå lerskiffer med grönaktig anstrykning; i vittrat tillstånd är den brunfläckig och har avlossningsytorna överdragna med »hvita, tunna himnor af kalk» (HOLST 1892). I detta lag, vilket är detsamma som HOLST avsett, förekommer sparsamt med fossil, av vilka må nämnas

Brachiopoder

Hyalithus cfr *fibrosus*

Ostrakoder

Lepidocoleus suecicus

Dalmanites sp. (fragment)

Staurocephalus clavifrons.

¹ En rad tryckfel, som insmugit sig i Mobergs arbete (1910: 1), begagnar jag här tillfället att rätta. Å sid. 99 rad 5—8 nedifrån står *Locs. 2, 3, 12* (south of the second Tommarp mill)... Most accessible at *loc. 2*, vilket bör vara *Locs. 2, 3, 17* (south of the third Tommarp mill)... Most accessible at *loc. 17*.

MOBERG har dessutom här funnit fragment av *Harpes*. HOLSTERS förmodan beträffande denna skiffers geologiska ålder har sålunda bekräftats genom fyndet av *Stau-rocephalus clavifrons*.

I en högre terrass några meter längre åt S träffades lösa stycken av en mera grönaktig, mjuk skiffer, blandad med svart graptolitskiffer. Den förra, som hastigt genomögnades, innehöll samma brachiopoder och ostrakoder som avdelning 3.

Det enda, som synes vara fast anstående i nu nämnda profil, är skiffern i åns botten, men åldern av denna har ej kunnat avgöras, då den saknar fossil. Av intresse är emellertid, att staurocephalusskiffern verkligen förekommer här, om ock icke i fast klyft. Att lokalmorän föreligger, anser jag framgå tillräckligt tydligt av det förhållandet, att lagren själva knappast visa spår efter rubbning samt äga samma stupning som den i botten anstående skiffern.

Lokal 17 (fig. 6).

Den höga skifferväggen S om 3. kvarnen befinner sig på yttersidan om en krökning, som ån gör härstädes, och har därför lätt kunnat hållas tillgänglig, tack vare erosionen, som hindrat vegetation att i nämnvärd grad betäcka slutningen. Detta har emellertid samtidigt varit av olägenhet genom de ras, som på grund av skifferns nordliga stupning tid efter annan uppstått, och för att förebygga dylikt har man på senare tid kantat åns södra sida med en skyddsvall av större moränblock. Därigenom har en huvudsakligen av *Urtica* och *Epilobium* men även buskväxter bestående vegetation fått fritt utbreda sig på den förut nästan nakna branten. Det var först efter erhållen tillåtelse att fullständig upprepna denna, som en detaljerad undersökning av profilen kunde påbörjas.

I västra ändan av profilen stödes skiffern av diabas och är starkt bränd men blir mjuk och lätthanterlig, ju mer man kommer mot Ö. Skiffern, som är täckt av 1—2 m. mäktig morän, mot Ö ännu mera, stupar 17°—22° åt N5°O—N10°V, varför dess tillgängliga mäktighet blir jämförelsevis obetydlig, högst 2—3 m., trots att väggens vertikala höjd kan uppgå till 8 meter. För att om möjligt erhålla större lager-serie, lät jag uppe i åkern ett stycke från diabasgången upptaga en skärning, nära 1,5 m. djup och 10 m. lång, rakt i S från branten men nådde endast delvis fast klyft, vilken bestod av ytterst hårdbränd skiffer och diabas. Diabasgången har sålunda närmast NV:lig riktning och bildar liten vinkel med skifferväggen, varigenom förklaring vinnes på det annars egendomliga förhållandet, att skiffern är tydligt bränd ännu på ett avstånd av 40 m. från den i profilen syuliga diabasgången. Den brända skiffern har naturligtvis i betydligt högre grad motstått erosion och förvittring än den obrända. Den är därför mera tillgänglig och endast obetydligt täckt av nedrasade förvittringsprodukter samt har i övervägande grad lämnat material för undersökning. Bäst är skiffern c:a 40—50 m. från diabasgången, där den varken är för hårt bränd eller söndervittrad och sålunda omedelbart kan erhållas i friskt tillstånd, då den alltid är kalkhaltig. Efter blottandet av skiffer-

väggen syntes en del vertikala sprickor i densamma. Åtminstone tvenne av dessa äro förkastningsplan och uppdelade profilen i trenne sektioner (fig. 6).

Sektion *D* omfattar profilens högsta del med skiffer, som i västra delen är bränd men innehåller rikligt med fossil. Mot Ö blir bergarten mer och mer söndervittrad. Som den högsta delen av profilen samtidigt är dess sydligaste del och ligger innerst i kurvan, kommer skiffern att stupa svagt åt båda ändar av profilen, varför de övre lagren i hela skifferväggen tillhöra ungefär en och samma horisont, medan de undre lagren äro fullständigast tillgängliga i väggens mitt. Den viktigaste skärningen har gjorts några meter ifrån sektion *C*, på ett ställe, där

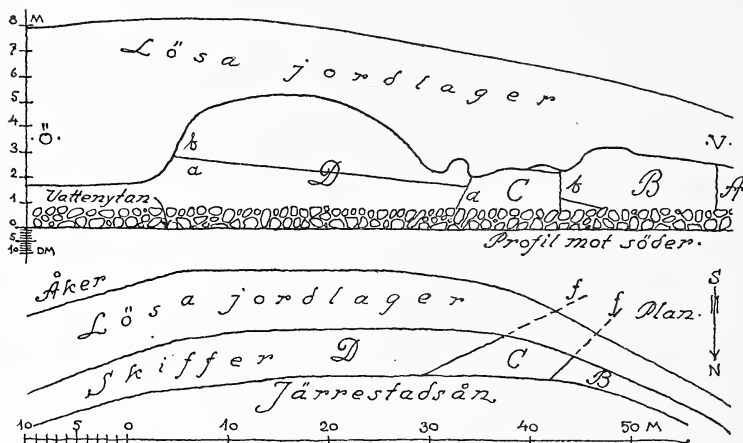


Fig. 6.

Profil och planskiss (sketch map) av lokal 17 vid Tommarp, *a* staurocephalusskiffer, *b* brachiopodskiffer; *f* förkastningar (faults), som åtskilja de olika sektionerna *B*, *C* och *D*; *A* diabas.

bränningen ej varit så stark, att fossilerna blivit i nämnvärd grad påverkade. De här liksom i följande sektioner angivna underavdelningarna äro ofta ej petrografiskt olika men ha vid fältundersökningen uppställts för att underlätta studiet av faunas förändringar och medtagas av samma anledning i denna framställning. Lagerföljden i *D* är nedifrån:

1. Gråspräcklig skiffer utan fossil, blottad till högst 1 m. djup.
2. Grå, relativt lättkliven skiffer, mycket fossilrik och framför allt karakteriserad genom närvaron av en tillplattad, tvärstrierad ortocer (»ortocerlaget»). Måktighet 4 dm. Följande fossil äro anträffade:

<i>Caryocrinites</i> sp.	<i>Phillipsinella parabola</i> BARR.
<i>Acrotreta</i> n. sp.	<i>Remopleurides radians</i> BARR.
<i>Discina</i> sp.	<i>Pseudosphaerexochus laticeps</i> LNRSN sp.
<i>Plectambonites sericea</i> Sow.	<i>Staurocephalus clavifrons</i> ANG.
<i>Bellerophon consobrinus</i> n. sp.	<i>Dalmanites mucronatus</i> BRONGN.
<i>Holopea</i> sp.	<i>Ampyx acus</i> n. sp.
Ortoeer, tvärstrierad	<i>Trinuclens Bucklandi</i> BARR.
<i>Primitia</i> sp.	<i>Dionide euglypta</i> ANG.
<i>Lepidocoleus suecicus</i> MBG	<i>Calymmene incerta</i> BARR.
<i>Iliaenus longifrons</i> OLIN	<i>Proetus scanicus</i> OLIN
<i>I. megalophthalmus</i> LNRSN sp.	<i>Proetus</i> sp.

3. Grå, sandig, vattendränkt lerskiffer. 0,1 dm.

4. Grå skiffer av samma utseende som lag 2. 0,6 dm Här ha träffats

<i>Bellerophon consobrinus</i>	<i>Dalmanites mucronatus</i>
<i>Holopea Mobergi</i>	<i>Ampyx acus</i>
Ortoeer, tvärstrierad	<i>Dionide euglypta</i>
<i>Æchmina Grönwalli</i>	<i>Proetus</i> (huvud).
<i>Lepidocoleus suecicus</i>	

5. Ett 1—3 cm. tjockt lag av grågrön skiffer, som sönderfallit i småstycken med rostbrun yta, härrörande från förvittrad svavelkås.

6. Grå skiffer, obetydligt mörkare än lag 2 och 4 samt fossilförande. 8 dm. Den innehåller

<i>Orthis</i> cfr <i>honorata</i>	<i>Holopea Mobergi</i>
<i>Bellerophon consobrinus</i>	<i>Hyalolithus fibrosus</i>
<i>Bucaniella atara</i>	<i>H. Mobergi</i>
<i>Ceratiocaris</i> sp.	<i>Primitia</i> cfr <i>Tolli</i>
<i>Primitiella tenera</i>	<i>Æchmina Grönwalli</i>
<i>Primitia harparum</i>	<i>Otenobolbina sexpapillosa</i>
<i>P. conica</i>	<i>Bollia harparum</i>
<i>P. bursa</i> var. <i>scanensis</i>	<i>Dalmanites excentrus</i>

7. Skiffer av samma utseende som föregående men graptolitförande. Utom *Cl. scalaris* var. *normalis* ha härifrån insamlats *Primitia conica*, *Dalmanites* sp. och *Holopea Mobergi*. Endast ett tunt skikt räknas hit, närmast överlagrat av

8. ett på aragonitkristaller rikt lag, 2—4 cm. Stundom äro klyvytorna i vittrad skiffer alldeles betäckta av hålrummen efter små kristaller. De större kristallerna, som kunna vara ända till 3 cm. långa, äro i regel mera bibehållna.

9. Skiffer av samma utseende som lag 6 och med följande fossil

Holopea Mobergi
Primitiella tenera
Primitia conica

Primitia bursa var. *scanensis*
Echinina Grönwalli
Dalmanites eucentrus

De fyra uudersta avdelningarna (ortocerlaget) i denna skärning tillhöra z. m. *Staurocephalus clavifrons*, medan brachiopodskiffern börjar med lag 6.

I följande sektioner, där skiffern är mera bränd, har uppdelningen ej kunnat bli lika detaljerad. De på de olika lagren nedan använda siffrorna motsvara liknämnda lager i sektion D.

Sektion C är genom de båda ovannämnda förkastningarna skild från D och B. Förkastningen D/C har riktningen N60°O—S60°V och lutar 60°—70° mot SO. Den konvergerar mot SV med förkastningen C/B, som är vertikal och går i S45°V. I den förra är skiffern starkt söndersprucken och breccieartad. Ett bevis på dislokationer utgör vidare en i vissa delar av skiffern väl utpräglad skiffriighet, som övertvårar skiktningen. Denna sektion, som ligger nära en meter högre än de båda övriga, tillhör så gott som uteslutande z. m. *Staurocephalus clavifrons* och har lämnat följande fossil

Acrotreta n. sp.
Bellerophon consobrinus
Holopea Mobergi
Holopea sp.
 Ortocer, tvärstrierad
Hyalolithus trinucleorum HOLM
Hyalolithus sp.
Primitiella tenera

Primitia bursa var. *scanensis*
Iliaenus megalophthalmus
Remopleurides sp.
Sphaeræxochus sp.
Dalmanites mucronatus
Ampyx acus
Dionide euglypta
Proetus (huvud och pygidium).

Sektion B består av starkt bränd, i allmänhet mörkgrå eller svart skiffer. Genom bränningen ha antagligen de flesta fossilen blivit förstörda, ty fossilfattigdomen är påfallande i jämförelse med föregående avdelningar. Minst synes metamorfosen ha inverkat på musslorna, som äro ganska tabrika. — De olika avdelningarna äro svåra att särskilja. Allra underst i profilen ligger ortocerlaget (B 2—4) med

Bellerophon consobrinus
Holopea Mobergi
Primitiella tenera
Lepidocoleus suecicus

Remopleurides sp.
Ampyx acus
Trinucleus sp.
Proetus (pyg.).

Detta skiljes genom B 5, ett tunt lag med stora aragonitkristaller och svavelkis, möjligen identiskt med det sönderrittrade D 5, från hängandet, B 6, en nästan fossilfri skiffer, 9 dm. mäktig och i sin undre del tämligen ljusst grå till färgen. På grund av skifferväggens lutning, varigenom avståndet till diabasgången blir

mindre i övre delen än vid basen, tilltager hårdbrännningen av bergarten uppåt. Övanpå *B 6* följer som i sektion *D*

B 7. climacograptuslag och

B 8. aragonitlag, båda helt tunna, samt

B 9. svart skiffer, i vilken endast musslor träffats, 12 dm.

Sektion A består av diabas och hårdbränd, flintartad, svart skiffer utan fossil. Av TULLBERGS båda trappgångar (1883, s. 11, fig. 8) har endast den ena kunnat återfinnas.

Lokal T 8—T 9 (fig. 7).

Emellan dessa båda lokaler har en nästan fullständig skärning av mer än 100 meters längd upptagits. Början har gjorts i avloppsdiket från norra kalkstensbrottet vid *T 6*, där den av OLIN följda profilen slutar. Som det gamla avloppsdiket från detta ställe omlagts till en trumma under gårdsplanen, varigenom den i kartbladsbeskrivningen omtalade fyndorten blivit alldeles otillgänglig, har skärningen måst förläggas ett 10-tal meter längre åt Ö, förbi västra sidan av den gamla kalkugnen, sålunda igenom ett där beläget höns hus och vidare i avloppsdiket från delta, med fortsättning över den sankna ängen, fram till vägen *V* om broarna (fig. 7). Stupningen är nordlig eller nordöstlig och överstiger i regel ej 10° men är i allmänhet mindre.

a) Botten på en ca 1,5 m. djup kalkbrunn vid sidan om avloppsdiket, just där detta inledes i trumman, utgöres av en ganska jämnkliven, fast, grågrön skiffer med enstaka brachiopoder och ostrakoder. Den stupar 7° mot N20°V.

b) Emellan denna »brunn» och kalkugnen genomsätta tvenne diabasgångar lagerserien, som här i ytan utgöres av bränd skiffer utan fossil. Den första av dessa gångar är 6,5, den andra endast 1 m. bred; båda gå i N20°V. Ö om diabasgångarna är skiffern vidare tillgänglig under en sträckmeter intill höns huset och kalkugnen.

c) Golvet i höns huset ligger 2—2,4 m. lägre än sistnämnda skiffer och består i södra delen av en kalkbank, som stupar 12° mot NO och underlagrar skiffern. Kalkstenen är grå och mycket hård med flintartat brott samt saknar fossil. Den begränsas mot Ö genom en i N26°—28°V gående vertikal, 13—14 cm. bred spricka, fylld med skifferstycken, inbäddade i en fet, blågrå lera. Sprickan kan följas 40 m. mot NV, alltså ända fram till vägen. Den har på sin östra sida

d) en ljusgrå, mjuk lerskiffer, som stupar 4° mot N55°V och är ytterst fossilrik. I de översta 5—10 cm. innehåller den bl. a.

Echinospaerites sp. (analplattor)

Krinoidstjälkled

Bryozo

Acrotreta n. sp.

Plectambonites sericea

Bellerophon consobrinus

Holopea sp.

Subulites sp.

Ortocer, tvärstrierad

Hyalolithus-arter

Primitiella tenera
Lepidocoleus suecicus
Iliaenus longifrons
I. megalophthalmus
Phillipsinella parabola
Remopleurides radians
Sphaerexochus sp.

Staurocephalus clavifrons
Dalmanites sp. (fragment)
Trinucleus sp.
Calymene sp.
Acidaspis sp.
Proetus (huvudsköldar och pygidier).

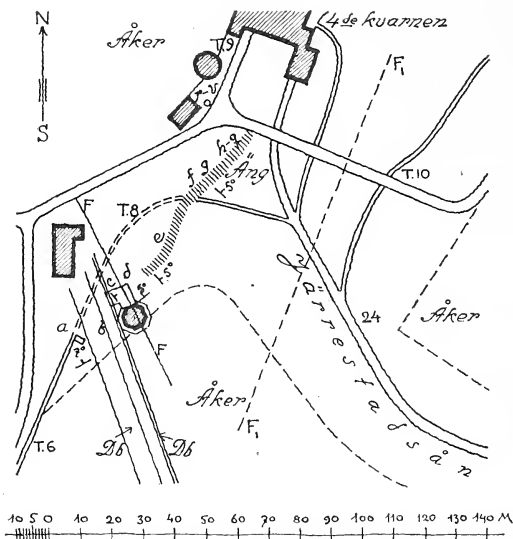


Fig. 7.

Skiss över lagringsförhållandena vid Tommarps 4. kvarn på grundlag av WESTERGÅRDS karta över Tommarpsfältet (OLIN 1906). *a-f* staurocephalusskiffer, *f-v* brachiopodskiffer, *Db* diabasgångar, *F-F'* och *F₁-F₁'* förkastningar, *T. 6*, *T. 8*, *T. 9*, *T. 10* och *24* Mobergs lokalbeteckningar (1910: 1).

Här föreligger alltså staurocephalusskiffer, och dit måste även följande avdelning räknas:

e) Smutsgrå, vittrad lerskiffer, anstående i profilens fortsättning, alltså i diket från hönshuset samt under den nedanför befintliga markvägen¹ och stengärdesgården —pilvallen¹, in på ängen 3—4 meter, alltså på en sträcka av mer än 40 meter. På grund av terränglutningen mot N kompenseras i väsentlig mån skiffrens stupning, vilken redan några meter N om sprickan *c/d* börjar antaga den ursprungliga riktningen och i medeltal belöper sig till c:a 5°. Härigenom kan mäktigheten av

¹ Ej inlagd på kartskissen.

den under hela sträckan anstående skiffen maximalt uppskattas till 1,5 m. Endast i övre delen ha fossil insamlats, men där äro de, särskilt i översta skikten, massvis anhopade. De utgöras bl. a. av

<i>Bellerophon consobrinus</i>	<i>Agnostus cingulatus</i> OLIN
<i>Holopea Mobergi</i>	<i>Dalmanites mucronatus</i>
<i>Murchisonia</i> sp.	<i>Ampyx acus</i>
Ortocer	<i>Dionide englypta</i>
<i>Hyalolithus</i> -arter	<i>Calymmene</i> sp.
<i>Primitiella tenera</i>	<i>Acidaspis</i> sp.
<i>Lepidocoleus suecicus</i>	<i>Proetus</i> sp. (huvudsköldar o. pyg.).

f) Härpå följer ett 5 cm. tjockt lager med större och mindre hålrum (efter aragonit?), beklädda med sekundärt bildade kalkspatkristaller. Bergarten består f. ö. av kalkhaltig, grå skiffer, som är vattendränkt och starkt förvittrad samt sönderfaller i småstycken, vilka äro överdragna med en rosthud.

g)–q) Ifrån detta ställe anstår fram till vägen endast brachiopodskiffer med en enformig och fattig fauna. Skiffen är nästan genomgående förvittrad, varigenom fossilen endast sällan äro bestämbara. Lagerserien, i vilken anträffats

<i>Climacograptus</i> sp.	<i>Primitia harparum</i>
<i>Orthis</i> cfr <i>honorata</i>	<i>P. conica</i>
<i>Bellerophon consobrinus</i>	<i>P. bursa</i> var. <i>scanensis</i>
<i>Bucaniella atava</i>	<i>P.</i> cfr <i>Tolli</i>
<i>Holopea Mobergi</i>	<i>Bollia biplicata</i>
<i>Hyalolithus Mobergi</i>	<i>Dalmanites eucentrus</i>
<i>Ceratiocaris</i> sp.	<i>Dalmanites mucronatus</i>
<i>Primitiella tenera</i>	<i>Ampyx acus</i> ,

kan uppdelas i följande avdelningar:

g) Mjuk, grå, fossilfattig, merendels söndervittrad lerskiffer, anstående under en sträcka av 10 m. i stupningsriktningen. Lutningen kan på vissa ställen uppgå till 5° mot NO men är på andra omärklig. Mäktigheten har uppmätts till 5 dm. Här har i själva gränslagret mot liggandet träffats bl. a. ett något skadat ex., en huvudsköld, av den i staurocephaluszonen vid denna lokal särdeles allmänna lilla arten *Ampyx acus* n. sp. *Dalmanites eucentrus* är det viktigaste karaktärsfossil, medan *D. mucronatus* helt saknas. Övriga fossil, som träffats endast i detta lager, äro *Hyalolithus Mobergi* och *Ceratiocaris* sp.

Under återstående 10 sträckmeter har skärningen på grund av mindre svåra vattenförhållanden kunnat göras djupare, varför bättre bevarad skiffer erhållits. Bergarten har därvid visat sig bestå av huvudsakligen tvenne olika varieteter, nämligen 1) hård, kalkhaltig, mörk skiffer, som klyver sig svårt, innehåller fossil och

svavelkisklumpar samt är rik på ytterst små muskovitfjäll; vid vittring ljusnar den och blir lös samt förlorar sin kalkhalt, varvid fossilen även bli mer eller mindre förstörda. Detta är brachiopodskifferns allmännaste bergartstyp. Vidare 2) bankar av tät, oren, hård kalksten med flintartat brott och i friskt tillstånd samma mörka färg som skiffern. Vid vittring blir även här färgen ljusare. Dessa kalkbankar äro av fullkomligt samma utseende som den *Conotreta acuta* förande kalklinen å lokal III i vid Röstånga men kunna däremot ej jämnställas med de mörkgrå kalkbankarna därstädes, vilka vid förvittring övergå i en brun massa med väl framträdande skalavtryck. Sistnämnda bankar äro ej, som de ovan berörda, mellanlagrade av skiffer. — En tredje bergart, som är representerad i denna profil, och som uppträder även på andra ställen i brachiopodskiffern, är den mörka, alltid som ett tunt skikt inlagrade, kvartskornförande skiffern, som själv är fossilfri men ofta åtföljes av ett fossilrikt lager. Profilens fortsättning blir alltså (måttan ange mäktighet):

h) skiffer	5 dm.
i) kalkbank	1,5 »
j) skiffer	3,5 »
k) kalkbank	1,0 »
l) skiffer	1,0 »
m) kalkbank	1,0 »
n) skiffer	0,5 »
o) kalkbank med <i>Bollia buplicata</i>	1,0 »
p) kvartskornförande lag	0,5 »
q) skiffer	5,0 »

Lag q) nåddes vid själva väggkanten på ett djup av 11 dm. Här kunde alltså ej fortsättas vidare. Då det emellertid alltsedan TULLBERGS undersökningar inom detta område är bekant, att z. m. *Diplograptus acuminatus* NICH. anstår vid 4. kvarnen å ett ställe, som befinner sig endast 25 m. i NNV härifrån, borde ju möjlighet finnas att nå brachiopodskiffers hängande. En rad skärningar upptogs fördenskull utmed inkörsvägen till gården; i alla blottades rastritesskiffer, vars härstädes liksom vid Röstånga undersökta lägsta del jag hoppas få tillfälle att behandla i ett senare arbete. Den sydligaste skärningen, som förlades strax intill vägkröken eller 20 m. i VNV (= strykningsriktningen) från nordändan av föregående profil, gjordes 1,5 m. djup, de obetydliga, lösa jordlagren ej inräknade. De nedersta 10–12 dm. bestodo av alldeles frisk bergart. Bottenlagret torde befinna sig ungefär i nivå med lag q). Översta delen utgöres av *Climacograptus* förande skiffer, som genom ett 6 cm. mäktigt lag av lätt- och ytterst jämnkliven, grå, hård skiffer är skild ifrån den egentliga brachiopodskiffern, till vilken de undre 5 dm. höra.

Nedifrån räknat, träffas här följande slag av skiffer, som på grund av sitt ovittrade tillstånd alltid är mörk till färgen:

r) Gråsvart, tät, svårkluken, 1,5 dm., i understa lagret med

<i>Climacograptus scularis</i> var. <i>normalis</i>	<i>Dalmanites mucronatus</i>
<i>Primitiella tenera</i>	<i>Homalonotus platynotus</i> DALM.
<i>Primitia</i> cfr <i>Tolli</i>	

- s) Gråsvart med ljusa fläckar 0,6 dm.
 t) Grågrön med svarta fläckar 0,7 »
 u) Mörkgrå med alglika teckningar 1,0 »
 v) Gråsvart, finkornig 0,6 »

Lag s)—v) innehöllo

<i>Climacograptus scularis</i> var. <i>normalis</i>	<i>Orthoceras</i> sp.
<i>Diplograptus</i> sp.	<i>Hyalolithus fibrosus</i>
<i>Lingula</i> sp. I	<i>Primitiella tenera</i>
<i>Lingula</i> sp. II	<i>Lepidocoleus suecicus</i>
<i>Plectambonites sericea</i>	<i>Dalmanites mucronatus</i>
<i>Pleurotomaria</i> sp.	<i>Homalonotus platynotus</i> .

w) Grönaktigt grå skiffer med *Primitiella tenera* och *Dalmanites mucronatus* 0,6—0,7 dm.

Lag h) är det sista, i vilket *Dalmanites eucentrus* uppträder, men karakteriseras redan av *D. mucronatus*, som därefter helt ersätter den förra arten. Av faunistiskt intresse är även förekomsten av den förut endast från Västergötlands brachiopodskiffer kända *Homalonotus platynotus*, vilken art av LINNARSSON anföres från den egentliga brachiopodskiffrens undre del, således ej från acidaspisskiffren.

Ifall ingen dislokation förefinnes emellan q) och r), skulle alltså brachiopodskiffrens hela mäktighet på detta ställe ej uppgå till mer än 3 meter, vilket är föga mer än hälften mot lagerserien vid Röstånga. Jämföras dessa båda lokaler med varandra, observeras en bestämd olikhet emellan äldre och yngre brachiopodskiffer. Den förra karakteriseras av *Dalmanites eucentrus* och en del fossil, som även uppträda i staurocephalusskiffren, medan den senare innehåller *Dalmanites mucronatus*. Den yngre avdelningen är ganska likartad utbildad inom de båda områdena med 3,6 m. vid Röstånga och 2,5 m. vid Tommarp; då kontakt emellan q) och r) ej uppnåtts, är det möjligt, att överensstämmelsen kan bli ännu större. Däremot motsvaras den undre avdelningens 1,8 m. vid Röstånga av blott 0,5 m. vid lokal T 8—T 9, Tommarp¹. Här är emellertid att märka, att detta mått är en minimumsiffra och motsvarar ända till 10 sträckmeter, alltså samma längd, under vilken profilens övre del med 2 m. mäktighet gjorts tillgänglig. Det nämnda, låga värdet måste givetvis anses osäkert, emedan det erhöållits genom direkta mättbandsmätningar och på grund av oregelbundna stupnings- och bankningsförhållan-

¹ Vid lokal 17 är samma avdelning tillgänglig med ungefär 1 m. mäktighet.

den ej kunnat bestämmas genom avvägningar. Fullständig frånvaro av förkastningar har konstaterats här.

Däremot har ej kunnat utrönas, huruvida någon dislokation förefinnes emellan *q*) och *r*). Att bergarten i de båda lagren är högst olika, beror naturligtvis främst på den olika graden av förvittring; men då de tillhöra en och samma avdelning inom brachiopodskiffern, kan den tänkbara rubbningen i varje fall ej vara betydande.

Avsevärda dislokationer finnas emellertid i brachiopodskifferprofilens närmaste omgivning. Förutom diabasgångarna och den ovannämnda sprickan emellan *T 6* och *T 8* har jag nämligen iakttagit horisontalförskjutningar i understa rastriteskiffern vid *T 9*, och vidare framgår ju en diabasgång 75 m. Ö om 4. kvarnen. Anmärkningsvärd är även den sydliga förekomsten av z. m. *Cl. scalaris* vid lokal *24*, en plats, där av stupningsriktningen att döma snarare borde vara att vänta staurocephalusskiffer. Nämnade zon fortsätter sedan, antagligen orubbad, i rastriteskiffer, som är tillgänglig vid *T 10*. Denna graptolitskiffer är därför utan tvivel nedsänkt i förhållande till den ovan beskrivna profilen (förkastningslinjen F_1-F_1 , fig. 7).

Enligt TULLBERG (1882: 2) och HOLST anstår brachiopodskiffer vid **Bollerup**. Den är emellertid numera ej tillgänglig.

Vid stranden emellan Stenshuvud och **Kiviks—Esperöd** har NATHORST (1877) funnit block av samma skiffer, vilken förmodas anstå strax utanför stranden. Vid besök, som jag gjort å platsen, ha block, som likna brachiopodskiffern, anträffats i ganska stor mängd, men de ha samtliga varit fossilfria, varför deras verkliga horisont ej kunnat avgöras.

De med Skånes brachiopodskiffer ekvivalenta bildningarna inom andra siluområden

karaktiseras i regel av betydligt avvikande facies, varigenom relativt få hållpunkter erbjuda sig för jämförelse.

På **Bornholm** (RAVN 1899, GRÖNWALL & MILTHERS 1916) är denna skiffer ej tillgänglig. I närheten av Vasegaard vid Laesaa ha bl. a. träffats *Ampyx Portlocki* BARR. och *Staurocephalus clavifrons*, tydande på att trinucleusledets båda zoner här äro tillfinnandes. Däremot är lagerien emellan denna skiffer och cyrtograptusskiffern dold av lösa jordlager. Större delen av rastriteskiffern är i stället tillgänglig vid Øleaa, där emellertid en liknande lucka förekommer, som omfattar hela ordovicium.

Västergötland är ett av de få områden, som visa någon likhet med Skåne. På staurocephaluszonen följer här den egentliga brachiopodskiffen, som är av mycket växlande beskaffenhet, än tjockskivig, ljusgrå, kalkig skiffer, än svartaktig eller mörkgrå lerskiffer, som ibland är ganska lik den skånska. Dessutom förekommer i mellersta eller undre delen kalkbankar med koraller. Faunan förefaller att vara betydligt rikare än den samtida i Skåne. Särskilt allmänna äro brachiopoderna, vilka givit horisonten dess namn, men endast trilobiterna äro närmare kända. Fossil gemensamma med Skåne äro *Dalmanites mucronatus* och *Homalonotus platynotus*. Skånes brachiopodskiffer motsvarar endast understa delen här. Den övre delen är på Billingen och Norra Falbygdens berg utbildad som en tunnskivig, mörk skiffer, acidaspisskiffer, vilken uppgives innehålla bl. a. *Climacograptus scalaris* och torde motsvara zonen med detta fossil i Skåne; *Homalonotus platynotus* är icke omtalad från denna avdelning.

Vid Borenhult i **Östergötland** har i en numera förstörd hög med lösa stycken av grå eller grönaktig kalk, uppkastade vid kanalgrävningen i början på 1800-talet, insamlats en ganska rik fauna, som tillhör typisk brachiopodskiffer men som ännu ej är bearbetad (jfr TÖRNQVIST 1913). Bland fossilen märkas *Dalmanites mucronatus*, *Orthis testulinaria*, *Plectambonites quinquecostata* M'COY och *Rhynchonella borealis*. — Den knöliga, grå kalken vid Råsnäset (TÖRNQVIST 1875) torde närmast motsvara staurocephalusskiffen.

Kalkfacies är ännu mer utpräglad i **Dalarna**, vars leptaenakalk, såvitt känt, icke äger någon art gemensam med Skånes brachiopodskiffer. Vikarierande arter äro *Hyattella pentagona* TÖRNQ. i leptaenakalken och *H. Törnqvisti* n. sp. i Skånes brachiopodskiffer.

Jämtlands brachiopodskiffer motsvarar enligt WIMAN även övre delen av den egentliga trinucleusskiffen i Västergötland. Den utgöres av en grå, rostig skiffer, som är tillgänglig i trakten N om Storsjön samt innehåller mest obestämbara fossil.

Med **baltiska silurområdet** är likaledes överensstämmelse ej möjlig att uppnå vid direkt jämförelse. Genom sin likhet med leptaenakalken och etage 5 b i Norge visa sig borkholmsskikten närmast ekvivalenta med brachiopodskiffen.

För **Norge** har KLÆR uppställt en avdelning, mellemsilur eller etage 5, med en fauna, som till mycket hög procent innehåller från väster invandrade former av delvis gotlandisk karaktär. Denna avdelning sönderfaller i 5 a, gastropodkalk, ekvivalent med staurocephaluszonen i Sverige och England samt lyckholmsskikten i Estland, och vidare 5 b, *Meristella crassa*-skikten, som motsvara vår brachiopodskiffer och *Climacograptus scalaris*-zon. Inom 5 b är facies utomordentligt växlande från sådan, tillhörande relativt djupt vatten, »brachiopodskifferfacies», till rena strandbildningar. Av »brachiopodskiffers» fossil märkas *Dalmanites Kiæri* n. sp. och *D. mucronatus*, av vilka den förra betydligt avviker från våra arter av släktet och har sina närmaste anförvanter i Englands yngsta Caradoc.

I England äro de ekvivalenta lagren att söka inom Bala eller Caradoc, som har en väsentligt olikartad utbildning i olika områden. Bäst är överensstämmelsen med Skåne i Lake District, varefter under de senaste 4 decennierna MARR utfört betydelsefulla undersökningar. Här motsvaras Caradoc av Coniston Limestone series, vars översta del, Ashgillian, MARR (1915) indelar i:

Upper	A s h g i l l i a n	Ashgill Shales
Middle		{ <i>Phacops mucronatus</i> Beds Asklager Vit kalksten
Lower		<i>Phillipsinella</i> Beds

Phacops mucronatus Beds består av en föga mäktig, gröngrå, leraktig kalksten, även kallad *Staurocephalus* Limestone. Denna är ovanligt likformigt utbildad ej blott inom Lake District och det angränsande Cautley District utan i de flesta siluområden i Storbritannien och Irland, sålunda i S Skottland (Starfish Beds)¹, N Wales (Rhiwlas Limestone)² och S Wales (Shoeshook Limestone)². Den har vidare parallelliserats med staurocephaluszonen i Sverige. Hängandet, Ashgill Shales eller Upper Ashgillian, överlagras av Stockdale Shales, vars understa del, zone of *Diplograptus acuminatus*, har sin motsvarighet i den liknämnda zonen vid basen av den skånska rastritesskiffern. Följaktligen måste brachiopodskiffern och z. m. *Climacogr. scalaris* vara ekvivalenta med Ashgill Shales enligt följande schema:

	Lake District	Skåne	
Stockdale Shales.	Z. of <i>Dipl. acuminatus</i>	Z. m. <i>Dipl. acuminatus</i>	Rastritesskiffer.
Coniston Limestone-series.	Ashgill Shales	{ <i>Z. m. Climacogr. scalaris</i> Brachiopodskiffer eller z. m. <i>Dalm. eucentrus</i> s. l.	Harped.
	{ <i>Dalm. mucronatus</i> band of the <i>Staurocephalus</i> Group	{ <i>Z. m. Stauroc. clavifrons</i>	Trinucleusled.

Utom denna stratigrafiska finnes även en petrografisk överensstämmelse, som observerats av både TÖRNQUIST (1879) och MARR (1882). I paleontologiskt hänseende är att notera förekomsten i Ashgill Shales av en med *Dalmanites eucentrus* mycket närbesläktad art (jfr nedan). Den fattiga faunan i Ashgill Shales ger för övrigt ej någon ledning vid jämförelser. Beträffande graptolitfacies, som ju aldrig, fränsett z. m. *Climacogr. scalaris* i Skåne, ersätter brachiopodskiffer i vårt land, har MARR (1913, s. 12) framhållit, att hela Ashgillian i Lake District är ekvivalent med zone of *Dicellograptus anceps*, som med denna stora vertikala utsträckning kommer att motsvara både harpes- och trinucleusleden hos oss. TÖRNQUIST har f. ö. funnit

¹ LAPWORTH, Qu. J. 1882, p. 537.

² MARR & ROBERTS 1885.

zoufossilet i Dalarnas undre, svarta trinucleusskiffer. Zonen med *Dicellograptus complanatus*, vilken av OLIN parallelliserats med trinucleusskiffers undre zon, i vilken den är inlagrad vid Röstånga, ligger i Skottland under föregående graptolit-zon, som med sin därvarande utbredning närmast torde vara ekvivalent med vår brachiopod- och möjligen även staurocephalusskiffer.

Med **Böhmen** finnes ingen verklig motsvarighet. De med D⁵ gemensamma fossilen förekomma redan i staurocephalusskiffen och ha i Böhmen stor vertikal utbredning. *Plectambonites comitans* uppträder även på cyrtograptusskiffers nivå i Skåne (HEDE 1915).

Med brachiopodskiffen likåldriga bildningar i **Nordamerika** torde vara att söka inom Cincinnatien, men någon egentlig överensstämmelse står åtminstone för närvarande ej att finna trots jämförelsevis goda faunistiska beröringspunkter (jfr artbeskrivningen).

II. Artbeskrivning.

Graptolitae.

Climacograptus scalaris (L. ?) HIS. var. *normalis* LAPW.

1877 *Climacograptus scalaris* var. *normalis*, LAPWORTH, p. 138, pl. VI, f. 31.

? 1882: 1 *Cl. scalaris*, TULLBERG (partim), p. 9.

? 1897 *Cl. scalaris*, TÖRNQUIST (partim), p. 5.

1906 *Cl. scalaris* var. *normalis*, ELLES & WOOD, p. 186, pl. XXVI, f. 2 a—g.

Ett exemplar från lokal *V a*, Röstänga, mäter 32 mm. i längd, är 5 mm. från proximala ändan, 1,08 mm. brett samt 1,4 mm. nära distala ändan. Bevarat i svavelkis och nästan opressat. Båda ändarna skadade. Ett annat likaledes ofullständigt exemplar från Tommarp är 34 mm. långt och 1 mm. brett. På tvenne polyparier, som äro något pressade, är sikulan synlig under en längd av 1,3 resp. 1,5 mm. Tommarpsfossilerna från lok. *T 9* äro i allmänhet bättre bevarade och opressade. De flesta *Climacograptus*-exemplaren hänföras hit på grund av sitt svagt undulerande septum. Några äro dock obestämbara.

Denna varietet, som av TÖRNQUIST och TULLBERG sammanslagits med huvudarten, har sedermera av ELLES & WOOD erhållit en tydligare avgränsning. Beträffande engelska exemplar anges den största längden till 20 mm. för huvudarten och 50 mm. för var. *normalis*, medan polypariets bredd är hos den förra 1,5 mm., hos den senare 1—1,5 mm. Varieteten, som sålunda karakteriseras genom sitt betydligt mera långsmala utseende, uppträder i Englands silur först i zone of *Dicellograptus anceps*, vilken åtminstone delvis motsvarar vår brachiopodskiffer, genomgår z. of *Dipl. acuminatus* och z. of *Dipl. vesiculosus* samt utstocknar i z. of *M. gregarius*; den har följaktligen aldrig träffats i Upper Birkhill Shales, där i stället huvudarten förekommer. Av TULLBERG och TÖRNQUIST anges *Cl. scalaris* HIS. från hela rastriteskiffern med undantag av dess översta 3 zoner (enl. TÖRNQUISTS schema 1913), således från lager, som motsvara både Lower och Upper Birkhill. Då TÖRNQUIST uppger längden av *Cl. scalaris* HIS. till »20—30 mm., though longer specimens are not rare» (1897, s. 6), böra troligen dessa längre exemplar räknas till var. *normalis*. Det är möjligt, att i vårt land de båda formerna, som ju även enligt ELLES & WOOD endast i ringa grad skilja sig från varandra, äro mindre självstän-

digt utbildade än i England. De exemplar av *Cl. scalaris*-utseende, som uppträda i brachiopodskiffen, äro, som nämnt, alla av den långa typ, som av engelska paleontologer räknas till var. *normalis* LAPW.

Lokal och horisont. *Cl. scalaris* var. *normalis* uppträder mycket sparsamt inom alla delar av brachiopodskiffen och har träffats vid lok. *V a*, Röstånga, samt *17* och *T 8—T 9*, Tommarp.

Diplograptus sp.

Från Tommarp, lokal *T 9*, föreligger ett 7 mm. långt fragment av ett polyarium, som är 1,5 mm. brett och har 7—8 tekor på varje sida.

Bryozoa.

Bryozo sp. I.

Ett par exemplar av nätformigt byggda kolonier med mycket fina »maskor» ha träffats vid lokal *V a*, Röstånga, men i så fragmentariskt skick, att de ej kunnat lämna material för mikroskopisk undersökning.

Brachiopoda.

Lingula efr attenuata Sow.

- 1847 *Lingula attenuata* ?, HALL, p. 94, pl. XXX, f. 1.
 1866 » » , DAVIDSON, p. 44, pl. III, f. 18—27.
 1883 » » , » , p. 206, pl. XVII, f. 13—19.
 1890 » » , GAGEL, p. 20, pl. I. f. 6.

Vid Röstånga ha några få, mest fragmentariska skal träffats i brachiopodskiffen dels å lokal *V a* och dels å lokal *III i*. De äro i allmänhet mindre än de engelska exemplaren och motsvara i storlek ungefär de minsta av DAVIDSONS figurer, med vilka de fullkomligt överensstänma beträffande yttre formen. Längden är på ett 4,2, bredden 3,3 mm.; ett annat mäter 5 resp. 4 mm. DAVIDSONS och GAGELS avbildningar visa nästan glatt skal, under det alla i brachiopodskiffen funna exemplar ha markerad, koncentrisk striering, sålunda mera överensstämmande med de amerikanska.

Lingula attenuata anföres av GAGEL från block av ljusgrå ortocerkalk. Den är ett mycket allmänt fossil i Englands Llandeilo men har även träffats i såväl övre som undre Caradoc. I Nordamerika genomgår den hela övre Trenton Limestone. Enligt WINCHELL & SCHUCHERT (1895, s. 344) är dock den nordamerikanska arten med detta namn en annan än den engelska.

Lingula sp. I.

Tavl. I, f. 1—2.

Skal kort och brett med avtrubbad, främre kontur. Orneringen består av ojämna tillväxtlinjer, grova och fina, oregelbundet fördelade. På stenkärnan till

dorsalskalet synes avtryck efter ett lågt medianseptum, som ej sträcker sig över mer än en tredjedel av skalets längd. Skalets inre f. ö. okänt.

Det avbildade, fragmentariska ventralskalet är 4,5 mm. brett. Dorsalskalet mäter 2,7 mm. i bredd och 3,2 mm. i längd.

Lokal. Röstånga, *III i*, och Tommarp, *T 9*.

Lingula sp. II.

Från Tommarp, lok. *T 9*, föreligger ett enda, 1 mm. långt, tillplattat ventralskal med svag koncentrisk striering, starkt rundad främre rand och jämförelsevis trubbig apicalända. Bredden ungefär $\frac{2}{3}$ av längden.

Conotreta acuta n. sp.

Tavl. I, f. 3—4.

Vid Röstånga, lokal *III i*, har i en kalklin i brachiopodskiffern träffats små, spetsiga, toppnösformiga, acrotretaliknande skal av ung. 2 mm. längd i ganska stort antal. Jämte dem förekommer ett litet dorsalskal till en brachiopod, varför jag antager, att båda tillhört en och samma art.

Beskrivning. Skalytan glänsande, svart. Det spetsiga, än raka, än svagt böjda ventralskalet är alltid tillplattat från tvenne motsatta sidor, likgiltigt vilka, men mest främre och bakre. Det avbildade exemplaret har på varje plattsida en rännformig insänkning, som sträcker sig från apex till randen. På andra exemplar kunna ännu fler sådana fårör iakttagas och ha antagligen uppkommit vid pressningen. På grund av denna har den falska arean ej kunnat bevaras. Då arean vidare ej synes ha ägt någon vertikal medianfåra, kan fram- och baksida på skalet endast bestämmas med ledning av den koncentrisk strieringen. Denna är tät och fin, glesare på främre än på bakre sidan, varför den förra blir längre än den senare. Förutom den nämnda strieringen kunna understundom även ytterst fina, radiära linjer iakttagas. Som spetsen alltid förefaller att vara avbruten, har foramen i apex ej med säkerhet konstaterats.

Det cirkelrunda dorsalskalet har koncentrisk striering liksom ventralskalet. På insidan finnes ett väl utbildat septum, som sträcker sig över $\frac{2}{3}$ à $\frac{3}{4}$ av skalet, ibland ända till främre randen. Vid septums bakre ända, nära marginalt, ligga tvenne par muskelintryck, det ena bakom det andra. Båda äro små men distinkta.

Storlek. Det avbildade dorsalskalet mäter 0,86 mm. i längd och 0,92 mm. i bredd. Ventralskalen äro, som nämnt, i regel 2 mm. höga; längden och bredden kunna på grund av pressningen ej exakt angivas, men plattsidan är vid basen ung. 1—1,25 mm.

På grund av att närvaron av falsk area samt foramen i apex ej kunnat bekräftas, kan möjligen osäkerhet råda beträffande »ventralskalets» brachiopodnatur. Å andra sidan tillhör dorsalskalet utan tvivel en acrotretid, och då dessa båda skal jämte *Discina radiata* äro de enda om brachiopoder erinrande fossil, som träffats i

den nämnda kalklinsen, talar stor sannolikhet för att de ursprungligen hört samman. Om så är fallet, bör arten räknas till släktet *Conotreta* WALCOTT, grundat på arten *C. rusti* WALC. ifrån N. Amerikas Utica och Trenton. Detta släkte karakteriseras bl. a. genom svagt utbildad area och hög konisk form. Av det samma är förut en europeisk form känd, nämligen *Acrotreta babel* BARR. från D⁵ i Böhmen. De hittills bekanta arterna av släktet tillhöra alltså yngre ordovicium (jfr HALL & CLARKE 1892).

På ventralskalets spetsiga vinkel samt den fina orneringen skiljes denna art lätt från övriga *Conotreta*-arter.

Lokal. Utom i den nämnda kalklinsen vid lokal III i Röstånga, där arten är ganska allmän, har den träffats i enstaka exemplar vid V a, Röstånga, och vid Nyhamn.

Discina cfr *orbiculooides* KR.

Tavl. I, fig. 5.

1877 *Discina orbiculooides*, KRAUSE, p. 13, pl. I, fig. 6 a—e.

Skalets ornering karakteristisk, bestående av tätt liggande, omväxlande fina och grova, koncentriska tillväxtlinjer med oregelbundet förlopp, överkorsade av en fin, radiär striering. Endast ett exemplar anträffat. Det utgöres av ett både baktill och framtill skadat ventralskal, som att döma av den synliga rundningen av bakre och laterala kanterna varit nästan cirkelrunt. Fragmentet är 6 mm. brett och 5 mm. långt.

På grund av det ofullständiga skick, vari fossilet föreligger, är det endast med tvekan jag hänfört detsamma till släktet *Discina* (*Orbiculoidea* ?), av vilket KRAUSE beskrivit en med snarlik ornering försedd art, *Discina orbiculooides*, från block av den så kallade beyrichia- eller ehoneteskalken, åtminstone delvis motsvarande Öved-Ramsåsaserien hos oss (jfr KRAUSE 1877, s. 47). KRAUSES exemplar är ung. dubbelt så stort som vårt men är beträffande orneringen ytterst likt detta, varför möjligheten att båda tillhöra samma art ej är utesluten.

Lokal. Röstånga, V a.

Discina (*Orbiculoidea*) *radiata* n. sp.

Tavl. I, fig. 6, 7.

Skal nästan cirkelrunt. Längd obetydligt större än bredden. Ventralskal lågt kägelformigt med den springformiga inskärningen upptagande $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{3}$ av diametern. Apex befinner sig ett stycke bakom centrum eller vid $\frac{2}{5}$ av diametern, ifrån skalets bakre rand räknat. Dorsalskal mera välvt, särskilt vid apex, som är belägen obetydligt innanför randen. Skalets yta är glänsande, försedd med koncentriska linjer av olika styrka och med varierande mellanrum. Denna striering övertväras av en radiär, bestående av fina, tätt liggande ribbor samt ett fåtal grövre sådana; de fina ribborna äro särskilt tydliga på fig. 7. — De avbildade

skalen äro ungefär 5 mm. långa, det dorsala obetydligt mindre än det ventrala; höjden knappt 1 mm.

Discina radiata n. sp. påminner ganska mycket om *D. rugata* Sow., vilken dock är större och tycks sakna radiär striering.

Lokal. Röstånga, III i.

Orthis (Dalmanella) testudinaria DALM.

- 1828 *Orthis testudinaria*, DALMAN, p. 31 (115), pl. II, f. 4.
 1883 » » , DAVIDSON, p. 178, pl. XIII, f. 30—31.
 1890 » » , GAGEL, p. 32, pl. II, f. 9—10.
 1895 » (*Dalmanella testudinaria*, WINCHELL & SCHUCHERT, p. 441, pl. XXXIII, f. 17—22.

De flesta exemplaren visa endast den yttre orneringen, men å ett exemplar från Röstånga (III i) är det ena av de glest strierade, bakre adduktorintrycken å dorsalskalet synligt. Bestämningen har gjorts medelst jämförelse med exemplar från Borenhult i Östergötland. En del fragment, som möjligen mera påminna om *Orthis elegantula* DALM., för jag endast med tvekan hit. De ha träffats i samma lager och tillåta ej noggrann bestämning.

Arten ifråga är jämförelsevis vanlig i brachiopodskiffern vid Röstånga. Fler-talet skal ha träffats i det kvartskornrika lagret i undre delen av profilen vid III i, men enstaka exemplar ha även insamlats från lokal V a. *O. testudinaria* är f. ö. känd ifrån yngre ordovicium eller äldre gotlandium i England, Skottland och på Irland, på Sardinien, möjligen i Böhmen samt, med betydande vertikal utbredning, i N. Amerika. GAGEL anför den ifrån »einem gelben zerreiblichen, etwas sandigen Kalkstein, der mit den bekannten anstehenden Gesteinen und Geschiebearten keine Aenlichkeit hat.»

Orthis cfr honorata BARR.

Textfig. 8.

- 1879 *Orthis honorata*, BARRANDE, p. 53, pl. 68, 71, 143.

Bredden större än längden. Å dorsalskalet är bakre randen rak och obetydligt kortare än skalets största bredd, främre randen jämnt böjd, bakre hörnen avrundade. Vålvning hos ventralskalet medelstark, umbo obetydligt utskjutande och omböjd. Dorsalskalet svagt välvt eller nästan platt. Ribborna jämförelsevis grova men växlande i styrka; de grövsta nå i regel umbo, de finare utplånas tidigare eller sammanlöpa med de starkare; å ventralskalet äro de mellersta raka, de laterala böjda, å dorsalskalet äro alla ribbor raka. Under lupp framträder därjämte en fin, koncentrisk striering. Ventralskalet är försett med en svagt begränsad, grund, median sinus samt har på insidan tvenne framåt svagt divergerande, korta men kraftiga tandstöd; emellan dem synes ett plant, nära 4-kantigt fält för muskelintryck, vilka sistnämnda ej kunna särskiljas. Arten, som i huvudsak överensstämmer med

BARRANDES avbildningar, varierar liksom dessa beträffande skalets striering och den yttre formen men när i allmänhet ej samma storlek. Hos de svenska exemplaren förefinnes vidare en anmärkningsvärd växling i förhållandet emellan längd och bredd, vilket framgår av följande tabell:

Ventralskal	1	2	3	4	5	6
längd	1,5 mm.	1,6	1,8	2,4	2,4	2,5
bredd	1,75 »	1,6	2,6	2,8	3,1	3,3
Dorsalskal	7	8	9	10		
längd	1,3 mm.	1,4	2,25	2,5		
bredd	1,6 »	2,4	3,0	4,6		

Denna variation, som i betydligt mindre grad framträder å de böhmiska exemplaren, är störst hos äldre individ, där ibland bredden på dorsalskalet kan vara nära dubbelt så stor som längden, medan dessa båda mått å små exemplar äro mera jämstora. Detta förhållande beror antagligen delvis på en större tillplattning av äldre skal (jfr fig. 8 a, b). De minsta skalerna avvika vidare genom relativt grövre och glesare ribbor.

Orthis cfr *honorata* genomgår hela brachiopodskiffert och är funnen vid III i och V a, Röstånga, 17 och T 8, Tommarp, samt vid Nyhamn. I Böhmen uppträder den fr. o. m. D³ t. o. m. G¹.

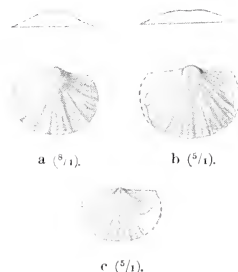


Fig. 8.

Orthis cfr *honorata* BARR. ^{5/1}.
a och b ventralskal, c dorsalskal.

Plectambonites comitans BARR. sp.

Tavl. I, fig. 8—9.

1879 *Strophomena comitans*, BARRANDE, p. 52, pl. 56
och pl. 127, fig. 2 a, A, g.

1915 *Leptaena comitans*, HEDE, p. 24, pl. I, fig. 15—17.

Bredd c:a 2 ggr längden. Ventralskal konvext, dorsalskal konkavt, bakre rand rak, främre halvcirkelformig; de båda hörnen i regel något utdragna. Å det yttre synas 5 radiära ribbor, av vilka de tre mellersta ofta äro något närmade varandra. Enligt BARRANDES figurer är ribbtalet ibland större på dorsala skalet. HEDE nämner även, att ribbornas antal kan överskrida 5. På de i brachiopod- och staurocephalus-skiffert funna exemplaren är detta ej fallet. Emellan ribborna synes en tät, radiär striering, övertvärad av en koncentrisk; därjämte visa somliga exemplar ett fåtal grova tillväxtstrimmor. Å avtrycken efter ventralskalets inre framträda de venne längsträckta, parallella adduktorintrycken, liknande dem å BARRANDES fig. 35, pl. 56. Ett par fragmentariska avtryck av dorsalskalets inre visa dettas breda adduktorfästen (jfr BARRANDE, pl. 56, f. 34). Skalstrukturen är punkterad; fördjupningarna äro ovala med radiär längdriktning, ligga glest nära umbo men tilltaga starkt i antal mot kanterna.

Storlek.

Ventralskal	1	2	3	4	
längd	2,5	2,5	3,0	3,0	mm.
bredd	5,0	5,0	5,5	6,0	»

Denna art har i vårt land utan tvivel ofta förväxlats med den närstående, kosmopolitiska men bristfälligt kända *P. quinquecostata* M'COY. Till det yttre kan den förra möjligen särskiljas genom tillväxtlinjerna och i allmänhet mindre storlek. Vad det inre beträffar, känner man föga om den senare arten, vilken dock enligt M'COY (1852, s. 236—237) har punkteringen inskränkt till den marginala delen samt äger på ventrala skalet »a very short mesial septum, dividing the small, tumid, reniform pair of muscular impressions, reaching only one-fifth the length of the shell». Detta överensstämmer i någon mån även med figg. 3, 26 och 45 (pl. 56) av *P. comitans* hos BARRANDE, ehuru muskelintrycken hos den sistnämnda äro mycket mindre. Däremot har skalets insida ett helt annat utseende å BARRANDE figg. 34 och 35, vilka mera övensstämma med våra exemplar. Det är därför sannolikt, att den mycket variabla *P. comitans* BARR. har tvenne ytterformer, av vilka den ena (Pl. 56, f. 1—3, 24—26, 42—45) närmar sig *P. quinquecostata*, medan den andra (f. 33—35) är densamma som beskrivits här.

Ovanstående framställning är grundad på exemplar ifrån staurocephalusskiffern vid Röstånga, lokal III i, där arten är synnerligen allmän. I samma fyndorts brachiopodskiffer förekommer den ävenledes, ehuru mycket sparsamt. Det av BARRANDE (figg. 33—35) avbildade bölmiska exemplaret härstammar från etage D⁵, medan han för arten i dess vidsträckt bemärkelse anger en utbredning genom etagerne D⁵ t. o. m. G³, alltså ifrån övre ordovicium upp i mellersta devon. Till vilken form HEDES avbildningar från cyrtogaptusskiffern vid Smedstorp bör räknas, kan ej med säkerhet avgöras, då muskelintryck saknas.

***Plectambonites sericea* Sow. sp.**

Angående synonymiken hänvisas till

DAVIDSON 1871, p. 323,

GAGEL 1890, p. 48, samt

WINCHELL & SCHUCHERT, p. 414.

Denna art förekommer sparsamt vid Röstånga, V a och III i, samt vid Tommarp, lokal T 9. — Dorsalskalens sidokanter äro nästan tvärt avskurna eller t. o. m. avrundade men ej utdragna i »öron». I intervallen emellan de grövre ribborna synes på väl bevarade exemplar antydan till 5—9 finare ribbor. Den mellersta av dessa är dock nästan lika grov som de större men når mera sällan fram till umbo.

P. sericea är bekant från ordoviciska lager i Sverige (trinucleusskiffer), Norge (etage 5), Estland, Spanien; vidare från Llandeilo, Caradoc och Llandovery i Stor-

brittannien och Irland samt Trenton formation, Hudson River group och Clinton group i N. Amerika. Enligt STOLLEY (1895, s. 44—45) äro dock uppgifterna om denna arts förekomst i behov av en närmare revision.

Hyattella Törnquisti n. sp.

Tavl. I, fig. 10—12.

Beskrivning. Skalen, som sällan äro bevarade, äro ganska starkt välvda, mest i umbonala ändan. Ventralskalets främre del har liksom de något tillplattade sidorna en svag, koncentrisk striering. Den utskjutande umbo är böjd över låsranden, döljande denna. En median, väl markerad sinus, i botten ofta försedd med en längsgående ribba, sträcker sig över skalet från umbos närhet under tilltagande bredd till främre randen; sinus upptager c:a $\frac{1}{4}$ av skalets bredd. — Dorsalskalet föreligger endast fragmentariskt. Det avbildade exemplaret är ett avtryck efter ett något tillplattat skal. Det är svagt, koncentriskt strierat samt visar en longitudinell, median ansvällning, som motsvarar ventralskalets sinus och sträcker sig över hela skalet. Bredd och längd äro ungefär lika, i allmänhet 3—4 mm.

Bäst bevarade äro kärnor med avtryck av ventralskalets insida. Sinus är i dessa ännu mera markerad och större än på skalets utsida samt ofta längs botten försedd med den ovannämnda, mediana ribban. Skalets umbonalhålighet är djup och på sidorna begränsad av tvenne parallella, kraftiga tandstöd (dental-lameller) samt försedd med tydliga muskelintryck; fäste för adductores har utgjorts av tvenne tätt liggande, parallella, lineära intryckningar, vilka dock kunna sammanflyta till en enda; lateralt därom synas de särskilt kraftiga intrycken för diductores anteriores, som sträcka sig framåt och småningom övergå i de sinus begränsande sidovecken. — Av dorsalskalets insida har intet avtryck erhållits.

Denna art är en typisk representant för släktet *Hyattella*, uppställt av HALL & CLARKE (1894) för *H. congesta* CONRAD och *H. junia* BILLINGS från N. Amerikas Clinton resp. Anticosti group. Till samma släkte räknar REED (1897) *Rhynchonella Portlockiana* DAV. ifrån Upper Llandeilo och Caradoc i England, även träffad i Dalarnas leptænakalk (*Athyris Portlockiana*, ANG. & LINDSTR., 1880). Från alla dessa skiljer sig *H. Törnquisti* genom mindre storlek, skalets svagare välvning och den regelbundna formen på sinus samt i någon mån även genom främre randens starkare rundning.

H. Törnquisti n. sp. är funnen vid Röstånga, III i, där ett ventralskal träffats i brachiopodskiffen, medan alla avtrycken härstamma från de förvittrade staurorcephalusbankarna.

I Lunds geologiska museum finnas några exemplar av en mycket nära stående art, insamlade från Dalarnas leptænakalk av prof. TÖRNQUIST. De äro etiketterade »*Daya pentagona* TQT», en art som, ehuru varken beskriven eller avbildad, dock är

omtalad i litteraturen (STOLLEY 1895, s. 56). Alla av mig översedda exemplar överensstämma ganska väl med dem från Röstånga, så långt jämförelse kan verkställas, ty av de förra föreligga endast fossil, som visa skalets yttre; men såväl ryggen på dorsalskalet som den till formen särskilt karakteristiska sinus på ventralskalet förefinnas, liksom ock å ett antal exemplar den ovannämnda ribban i bottnen på sinus. I storlek överträffas det skånska av dalafossiliet, som även är mera välvt; å det senare har jag ej heller lyckats iakttaga någon koncentrisk striering. På grund av det karakteristiska, yttre utseendet, som i allo överensstämmer med diagnosen för släktet *Hyattella*, är det säkert riktigast att till samma släkte räkna denna form från Dalarna.

Meristella (?) sp.

cfr *Meristella crassa* Sow.

En stenkärna med avtryck av dorsalskalets insida, 3,5 mm. lång och 2,5 mm. bred, har träffats vid Röstånga, lokal *III i*. Det äger avtryck efter ett kraftigt medianseptum, som sträckt sig över halva skalet, samt i skalets främre hälft ett medianveck. Svag, koncentrisk striering synlig.

Rhynchonella borealis (?) SCHLOTH. sp.

Angående synonymiken hänvisas till

DAVIDSON 1869, p. 174, samt

GAGEL, p. 57.

Ungefär halva avtrycket av ett dorsalskal har träffats i brachiopodskiffern vid Röstånga, lokal *III i*. Det överensstämmer i storlek, form och ornering fullkomligt med exemplar av ovanstående art ifrån Östergötland (Borenhult) och från Gottland.

Lamellibranchiata (utelämnade i denna beskrivning).

Gastropoda.

Bellerophon (*Sinuitopsis* ?) *consobrinus* n. sp.

Tavl. I, f. 13, 14.

Diskusformig, kölad bellerophontid med vid navel. Skalet är aldrig bevarat, men å stenkärnorna synes en skarp och tät tvärstriering av alldeles samma utseende som men grövve än hos *Bellerophon avunculus* HADDING och *Sinuitopsis neglecta* BARR. Som stenkärnorna endast föreligga i fragmentariskt skick, har vindingarnas antal ej kunnat observeras. Vindingarnas tvärsnitt kan, vad inre väggen beträffar, ej utrönas, men överensstämmer för övrigt med *B. avunculus* Hög. Sinusband

saknas fullständigt. Skalet har antagligen varit tunt, ty de flesta exemplaren äro deformerade genom pressning, som träffat i olika riktningar, än från sidorna, än från kanterna och än mera snett.

Med *B. (S) arunculus* HEDG från Andersön överensstämmer denna art i storlek och yttre form och tycks skilja sig endast på skalets utseende, som hos *B. consobrinus* är tunnare och har grövre striering.

Fyndort: Röstånga, III i, samt Tommarp, 17 och T 8—T 9. Tillhör brachiopodskiffers lägare del.

Bellerophon (Sinuitopsis) subtrilobatus n. sp.

Tavl. I, f. 15 a, b.

Vindningarna kólade och tilltaga regelbundet i storlek; kólen är avrundad på skalbärande exemplar, mera skarp samt försedd med svagt konkava väggar på stenkärnor. Vindningarna ha sin största höjd närmare centrum än ytterranden och avtunna därifrån hastigt såväl inåt som utåt, varigenom tvärsnittet blir rombiskt och naveln jämförelsevis djup. Sinusband saknas. Skål ganska tjockt samt saknar fullständigt skulptur. Intet av de anträffade exemplaren äger hel mynningsrand. Det största mäter 9 mm. i diameter och 5 mm. i höjd vid mynningen. Det avbildade skalet är 4 mm. i genomskärning och 2 mm. högt.

Denna art torde stå nära släktet *Sinuitopsis* KOKEN, men anknyter sig på grund av kólen utseende även till *Bellerophon trilobatus*-gruppen (sl. *Bucaniella* MEEK).

Alla föreliggande exemplar härstamma från Röstånga (lok. I a och III i).

Bellerophon (Bucaniella) atavus n. sp.

Tavl. I, f. 16 a, b.

Navel trång och tämligen djup. Vindningen är mediant utbuktad till en hög, trubbig kól, som genom ett par fåror är tydligt skild från de mycket lägre men dock markerade sidoloberna. Medianloben har plan eller svagt konvex yttervägg, som tydligen varit mera motståndskraftig mot pressning än skalet i övrigt, ty å sammantryckta exemplar framträder denna väggs kanter som ett par fina, laterala lister. Dessa lister tillhöra sålunda ej något sinusband, vilket saknas hos under-släktet *Bucaniella* (jfr FERNER, s. 66). Mot mynningen tilltager skalet regelbundet i vidd. Endast en vindning synes förekomma.

Storlek. 1. Diameter 5 mm., bredd vid mynningen (= största höjd) 3 mm.

2. » 4,5 » » » » » » 3,5 »

3. » 4,5 » » » » » » 3 »

Alla anträffade exemplar äro skadade. Sålunda har ej i något fall själva mynningen kunnat iakttagas. Samtliga äro stenkärnor, varför skalstruktur saknas.

Från *Bucaniella bohemica* PERNER (Böhmen D² och D⁵) skiljer sig denna art genom sin trubbigare, något lägre och mindre dominerande mittlob. Betydligt närmare står den däremot den amerikanska Clinton-Medina-formen *Bucania trilobata* CONRAD, till vilken den, att döma av tillgängliga avbildningar (HALL 1852, pl. IV bis, fig. 5 a—b), möjligen är att anse som en varietet, då den vid jämförelse mellan stenkärnorna egentligen endast avviker genom högre mittlob. Egendomligt nog ha GRABAU & SHIMER (1909 I, s. 612) sammanslagit de tvenne *Bucaniella*-arterna *Bucania trilobata* CONRAD och *Bellerophon trilobatus* Sow., vilkas artolikheter redan betonats av HALL (l. c., s. 13). Den sistnämnda, vilken med sin starka utvidgning vid mynningen tydligt skiljer sig från såväl *B. trilobata* CONR. som vår art i brachiopodskiffern, anföres utom från England bl. a. även från Gotland (LINDSTRÖM 1888) och Öved—Ramsåsa-serien i Skåne¹.

Bucaniella atava n. sp. är ett sällsynt fossil i brachiopodskifferns undre del men har träffats såväl vid *V a* och *III i*, Röstånga, som *17* och *T 8*, Tommarp.

Holopea Mobergi n. sp.

Tavl. I, fig. 17—18.

1892 *Turbo* ?, MOBERG, p. 29.

1906 *Turbo* ?, OLIN, p. 23, 25.

Apikalvinkeln i regel 75°—80° men växlar och är ibland ej mer än 60°. Ett fullväxt exemplar mäter 8,5 mm. i genomskärning och 9,5 mm. i största höjd. Ett av de största är 11 mm. högt. Skalet har 4—5 vindingar, som äro starkt välvda och tilltaga i bredd nedåt, så att var och en av de undre är ungefär 1,5 ggr så bred som närmast överliggande. Mynningen är ej helt blottad på något exemplar, men att döma av vindingarnas form är den cirkelrund och har jämn, varken inskuren eller omböjd ytterrand. Närmast mynningen har hos några få exemplar observerats en tät och grov tillväxtstriering. Dylik saknas helt och hållet på övriga delar av det tunna skalet; då rester av detta i något enstaka fall förefinnas, är ytan fullständigt jämn och glänsande. Stenkärnorna äro i allmänhet opressade och utfalla hela ur skiffern.

Detta fossil, som är ett av de allmännaste i brachiopodskiffern, har också tidigt observerats. Det är utan tvivel detta LUNDGREN avser med sin *gastropod*, som han anför jämte *Phacops mucronata* från Röstånga och Nyhamn. Ut i beskrivningen till karbladet Smrshamn lämnade fossilista för Tommarps brachiopodskiffer kallar MOBERG detta fossil *Turbo* ?, under vilket namn det sedermera återfinnes hos OLIN 1906 (Röstånga) och MOBERG 1910 (Röstånga och Tommarp). Med den omfattning *Holopea* HALL f. n. äger, torde det vara riktigast att föra arten dit, ehuru väl släktbestämningen givetvis måste anses osäker på grund av skalets bristfälliga bevaringssätt. Arten är karakteristisk genom sin ofullständiga ornering

¹ MOBERG & GRÖNWALL s. 43, pl. III, fig. 13—14.

och regelbundna koniska form samt sina svällda vindningar. Den erinrar om de betydligt större men något tidigare amerikanska arterna *H. paludiniiformis* HALL, *H. excelsa* ULRICH & SCOFIELD samt *H. concinna* ULR. & SCO.

Holopea Mobergi är som nämnt ett viktigt ledfossil för Skånes brachiopodskiffer, med vilken dess vertikala utbredning dock ej fullständigt sammanfaller. Den tycks nämligen saknas i den allra yngsta, mörka skiffern, medan dess första uppträdande sker i staurocephalusskiffrens översta del.

Pleurotomaria sp.

Några fragment av en *Pleurotomaria* ha anträffats i den svarta skiffern vid Tommarps 4. kvarn. De utgöras alla av stenkärnor. Det fullständigaste av dem är snedpressat 6 mm. högt och består av 5 vindningar, långsamt tilltagande i styrka nedåt och försedda med ett tydligt sinusband. Apikalvinkeln är på detta exemplar något mindre än hos *Holopea Mobergi*.

Cephalopoda.

Orthoceras sp.

Stenkärnor av en platträckt, obestämbart *Orthoceras* förekomma i den mörka brachiopodskiffern vid *T 9*, Tommarp. På dessa synas med mot boningskammaren regelbundet tilltagande mellanrum lineära intryckningar, motsvarande kammarväggarna, emellan vilka antydyan till en tät tvärstriering kan iakttagas på avtrycken. De största fragmenten äga luftkamrar av 7 mm. djup och äro vid mynningen 20 mm. vida men ej mer än 3—4 mm. tjocka, varför diametern av de opressade skalerna torde ha utgjort ca 15 mm. Trots slipningar har jag ej lyckats upptäcka det minsta spår till sifon, vilken tydligen ej blivit bevarad. Skalet har vid sammanpressningen brutit på flera ställen, varigenom luftkamrarna blivit fyllda med samma material som den omgivande bergarten.

Denna ortocer är en helt annan art än den i fossilistorna från ortocerlaget vid Tommarp upptagna, reguljära, tvärstrierade formen.

Lokal. Brachiopodskiffrens yngsta lag vid Tommarp, lokal *T 9*.

Pteropoda.

Hyalolithus Mobergi n. sp.

Tavl. II, fig. 27—29.

1892 *Hyalolithus*, MOBERG, p. 29.

1893 *Hyalolithus* sp. n:o 20, HOLM, p. 112.

Sidokanterna divergera under en vinkel, som på tre opressade exemplar uppmätts till resp. 13°, 14° och 14°,5; spetsen är emellertid mera utdragen och gör en tydlig, osymmetrisk böjning. Fragment av spetsen äga sålunda mindre konvergensvinkel än hela skal. — Ventralsidan avrundad, kölad, dorsalsidan plan. Skulpturen

utgöres av en ytterst fin och tät tillväxstriering, rak på ventralsidan, framåtböjd på dorsalsidan, vilken följaktligen varit den längsta. Strieringen, som på 5 à 10 mm. avstånd från spetsen är nätt och jämnt synlig vid 20 ggrs förstoring, blir något grövre närmare mynningen men kan likväl ej iakttagas med obeväpnat öga. De allra flesta exemplaren äro pressade och sakna skal, men även på avtrycken till stenkärnorna kan skulpturen framträda ehuru mycket svagt och endast vid mynningsändan.

Det spetsiga skalet har maximalt en längd av 34 mm. med en mynningsbredd av 6—7 mm.

I undre delen av brachiopodskeffern vid *T 8*, Tommarp, har träffats ett *operkulum*, som sannolikt tillhör denna art. Det består av ett utåtböjt, månskärformigt parti och ett halvkäglformigt. Halvkäglan har konkava sidokanter, som bilda ung. 90° vinkel med varandra. Skulpturen utgöres av fin, koncentrisk striering. Operklets ytterkontur är ofullständig.

Denna art förekommer under benämningen »*Hyalolithus*» i Mobergs fossilista till brachiopodskeffern i beskrivningen till kartbladet Simrishamn (1892). De tvenne av Moberg insamlade exemplaren (från lokal *T 8—T 9*) ha i Holms monografi över Sveriges *Hyalithidae* beskrivits under benämningen *Hyalolithus* sp. n:o 20. Exemplaren i fråga ha efter fullständigare frampreparering, varvid även dorsalsidan blivit blottad, visat sig tillhöra samma art som de särskilt vid Tommarp ganska allmänt förekommande, pressade hyolithuskärnorna, vilkas avtryck även återge den ovannämnda, fina tillväxstrieringen.

Bland svenska hyolithusarter erinrar *H. Mobergi* närmast om vissa kambriska, såsom redan Holm påpekade; skalet är böjt såsom hos *H. ölandicus* Holm, medan skulpturen mera påminner om *H. arenophilus* Holm. Operklet visar även stor likhet med det Holm avbildat av sistnämnda art.

H. Mobergi är jämförelsevis allmän i staurocephalus- och äldre brachiopodskeffern vid Tommarp, där den träffats å lokal *17* och *T 8—T 9*; vid Röstänga förekommer den dels i brachiopod- (*III i*), dels i staurocephalusskeffer (*III i* och *V a*).

Hyalolithus sp. ind. Det å fig. 26, tabl. II, avbildade operklet från brachiopodskefferns bas vid lokal *17*, Tommarp, erinrar ganska mycket om det till föregående art hörande. Dorsaldelen består av en halvkägla med samma form och striering som hos detta men ligger i ett plan med ventraldelen, som även företer en halvkägla, ehuru betydligt mindre. Den sistnämnda kan tänkas ha uppstått genom nedpressning av ett ursprungligen månskärformigt ventralparti, ehuru skalet i övrigt knappast visar spår efter pressning.

Hyolithus (Orthotheca) fibrosus n. sp.

Tavl. II, fig. 30.

Endast pressade exemplar äro anträffade; såväl dorsal- som ventralsidan synas ha varit välvda, den senare dock starkast. Konvergensvinkeln å det spetsiga skalet är densamma som hos föregående art, storleken ungefär hälften. Skalskulpturen, som är densamma å båda sidor, är synnerligen karakteristisk. Den består av tätt liggande, fina, långsgående ribbor, som äro fullkomligt raka och tilltaga i antal mot mynningsändan, därigenom att nya ribbor på regelbundet sätt inskjutas eller m. a. o. genom upprepad dikotom delning av mellanrummen. Vid mynningsändan kan man iakttaga tre olika storlekar eller ordningar på ribborna. De grövsta börja svagt vid spetsen och öka långsamt i styrka; när mellanrummen emellan dem äro tillräckligt stora, uppstår i vart och ett en ny ribba. I de nya mellanrummen kommer sedan 3. ordningen av ribbor, vilka följaktligen äro lika många som alla de äldre tillsammans. Även antydan till en 4. ordning har kunnat iakttagas. Avståndet emellan de olika ribborna är ytterst regelbundet, och olikheten i storlek bibehåller sig ständigt.

Längstrieringen övertväras av finare, till storleken mera oregelbundna, på tvären gående tillväxtlinjer, vilka på skalets båda sidor äro raka. På stenkärnorna synes i regel blott denna ornering, som då påminner om den hos *H. Mobergi* men är mycket tydligare och även på dorsalsidan rak; i avtrycket är därjämte längstrieringen oftast bevarad.

H. fibrosus n. sp. påminner genom sin ornering om *Hyolithus striatellus* Поляк, tillsammans med vilken den uppträder i staurocephalusskiffern vid Tommarp och Röstånga. Den sistnämnda har dock böjda tillväxtlinjer på dorsalsidan samt betydligt grövre och mera likstora längsribbor.

Arten har träffats utom i staurocephalusskiffern även, ehuru sparsamt, i brachiopodskiffern både vid Röstånga (*III i*) och Tommarp (*17* och *T 8*).

Phyllocarida.***Ceratiocaris* sp.**

Av stjärtaggarna till en *Ceratiocaris* föreligga ett ej ringa antal fragment, alla från Tommarp. Det största exemplaret, som saknar både proximal- och distalända är 60 mm. långt och 3,5 mm. brett samt föga tillplattat. Ett annat med oregelbundet granulerat skal förekommer fäst vid näst sista stjärtssegmentet. F. ö. äro skalen, då de finnas i behåll, förkolnade. Ett tredje exemplar består av trenne jämnmala segment, vardera ca 4 mm. långt och 1,3 mm. brett. Annars äro endast taggar, alltid utan distalända, anträffade. De flesta äro tillplattade och i regel något böjda. På stenkärnorna synas glest gående, fina, raka, uppböjda längsstrimmor. Huruvida alla fragmenten tillhöra en och samma art är ovisst. De ha endast träffats i brachiopodskifferns bas vid lokalerna *17* och *T 8*, Tommarp.

Cirripedia.

Lepidocoleus suecicus MBG.

1914: 1 *Lepidocoleus suecicus*, Moberg, p. 13, pl. II, fig. 1—11.

1914: 2 » » » » , p. 489.

Av denna art ha enstaka fragmentariska fjäll träffats i brachiopodskifferns övre del. Den föreligger från lokal *III i* och *V a* vid Röstånga samt *T 9* vid Tommarp. De vid *III i* insamlade fjällen äro inbäddade i en bergart, som icke i något avseende skiljer sig från den, vari det av Moberg från samma lokal omtalade exemplaret är inbäddat (1914: 2), vilket Moberg — säkerligen med orätt — förmodar härstamma från skärningens äldre del.

Lepidocoleus suecicus är vidare ett mycket allmänt fossil i staurocephalusskiffern, särskilt vid Tommarp. Den beskrevs av Moberg ursprungligen från den svarta, undre trinucleusskiffern i Dalarna och Östergötland, men det är antagligen samma art, som är upptagen redan 1892 under benämningen *Plumulites* i hans fossilista över brachiopodskiffern vid Tommarp, fastän den då troligen insamlats från staurocephalusskiffern; detta fynd har Moberg alldeles förbisett i sin monografi över svenska silurcirripeder (1914).

Ostracoda.

Ostrakoderna i brachiopodskiffern äga endast i undantagsfall bevarat skal, varigenom stora svårigheter erbjudit sig vid bestämningarna. Trots en minutiös granskning av materialet har det ej lyckats att finna skalbärande exemplar av alla arter. Flertalet äro nämligen träffade i form av avgjutningar, vilka dock visa åtminstone det väsentliga av skalets skulptur. Men i ett fall, *Primitia (?) biloba* n. sp., har beskrivningen måst grundas på stenkärnor med avtryck efter skalets inre; dessa avtryck äga emellertid ett så pass karakteristiskt utseende, att arten utan svårighet bör igenkännas och med gynnsammare bevaringssätt kunna bli föremål för en kompletterande beskrivning.

Vad angår orienteringen av skalen hos beyrichiderna har jag i det följande anslutit mig till den äldre av Jones uttalade uppfattningen, som finnes närmare framställd hos Moberg & Grönwall (1909) och synes mig ha vunnit betydligt i sannolikhet genom Bonnemas undersökningar (1913) av skalet hos *Beyrichia tuberculata* Klöden.

Då den huvudsakliga litteraturen över ostrakoderna är spridd i en mängd smärre arbeten, har jag av utrymmesskal i litteraturförteckningen endast upptagit det allra nödvändigaste; de större arbetena av Bonnema och Ulrich innehålla mera fullständiga hänvisningar.

Primitiella tenera LINNÆSN.

Tavl. II, f. 1—3.

1869 *Primitia tenera*, LINNÆRSSON, p. 85, pl. II, f. 70.? 1890 *Primitia unicornis*, JONES, p. 7, pl. IV, f. 8—13.Non 1897 *Primitiella unicornis*, ULRICH, p. 649, pl. XLIII, f. 75—77.

Denna art, som av LINNÆRSSON träffats i den röda trinucleusskiffen vid Jättened på Mösseberg, beskrives av honom på följande sätt: »Valvorna äro släta, utan både knölar och fåra. Deras längd är minst dubbelt större än bredden. Den främre och bakre konturen är trubbigt avrundad. ventralranden nästan rak och parallell med dorsalanden, så att bredden framtill är nästan lika stor som baktill. Någon nedtryckt kant kan ej upptäckas.» Längden anges vara 1 mm., bredden ej fullt $\frac{1}{2}$ (»Longit. 1 mm., latid. vix $\frac{1}{2}$ mm.»).

De i Skånes brachiopodskiffer synnerligen talrikt förekommande exemplaren av denna art äro i allmänhet något större än vad LINNÆRSSON uppger. Vid mätning under mikroskopet ha följande mått erhållits:

	1	2	3	4	5	6	7	8
längd	0,48	0,60	0,75	0,97	1,08	1,19	1,21	1,35 mm.
höjd	0,24	0,28	0,39	0,48	0,54	0,58	0,58	0,56 »

Skalen äro utom i kalkbankarna deformerade genom pressning. Oskadade exemplar överensstämma väl med LINNÆRSSONS diagnos. Här må blott tilläggas, att skalen äro tämligen starkt välvda med största tjockleken över mitten. Vid pressningen har lateralsidan tillplattats, så att den blivit parallell med djurets symmetriplan. Därjämte ha oregelbundna, oftast svaga men till sitt läge konstanta in- och utbuktningar uppstått. Ungefär mitt på skalet eller något närmare ena ändan, vilken här betraktas som den främre, finnes redan å så gott som opressade exemplar en med svårighet synlig, värtliknande bildning. Denna framträder bättre vid stark pressning, varvid även uppstår en ny och större knöl, framför och något högre än den förra. Insänkningen emellan båda torde motsvara transversalfåran hos släktet *Primitia*. Bakom den centrala knappen uppkommer en bred insänkning. I närheten av bakre randen bildas ett med denna parallellt veck, en list, kraftigast utvecklad ventralt. Denna »list» är ibland helt kort och får då formen av en bakåtriktad, spetsig värt, ungefär som hos *Primitia unicornis* ULRICH. Stundom kan en dylik förekomma även i främre ändan.

På grund av nämnda ojämnheter, vilka äro att tillskriva en bestämd fördelning av tunna och tjocka partier i skalet — stenkärnor ha i stort sett samma skulptur — torde arten visserligen stå nära släktet *Primitia* men snarare vara att uppfatta som en *Primitiella*, ett släkte som av ULRICH utsöndrats från *Primitia* för s. k. »passage forms» med grund och utvecklad mesialfåra.

Stenkärnorna och de pressade exemplaren med det tillbakariktade sprötet i bakre ändan och den framom mitten belägna, enkla eller dubbla ansvällningen

påminna starkt om den av JONES till *Primitiella unieornis* ULRICH säkerligen oriktigt förda, engelska Bala-arten från Welshpool i Montgomeryshire. Särskilt påfallande är likheten med den långsträckta formen (JONES 1890, pl. IV, f. 11—12), varför det är troligt, att denna engelska art är synonym med *P. tenera* LARSEN.

Lokal och horisont. *P. tenera* genomgår hela brachiopodskiffern i Skåne och är träffad å alla lokaler för densamma men är även allmän i staurcephalusskiffern. Den anföres vidare av LINNARSSON från den röda trinucleusskiffern i Västergötland. I Lunds geologiska museum tillhöriga stuffer av röd och grönaktig trinucleusskiffer från Bestorp på Mösseberg har jag funnit typiska exemplar av densamma. Dessa äro mindre än dem i Skånes brachiopodskiffer och i allmänhet opressade, fastän sådana med svag sammantryckning och då även ovannämnda skulptur förekomma. De fossil, som i sagda stuffer åtfölja denna ostrakod, äro *Trinucleus Wahlenbergi* ROYALD och *Agnostus trinodus* SALT. i röd skiffer samt *Trinucleus Wahlenbergi* och *Pseudosphaerexochus laticeps* LARSEN i den grönaktiga, undre trinucleusskiffern.

Primitia harparum n. sp.

Tavl. II, f. 4—5.

Dorsalranden rak, bildande trubbig vinkel med främre randen, som i en flack båge böjer om nedåt och övergår i ventralranden; bakre, undre hörnet avskuret. Största höjden (bredden) finnes över skalets mitt eller något längre bakåt. Dorsalfåran, som på sin främre sida har en rundad knöl, är riktad snett framåt och nedåt, oftast böjd, samt övertvårar, bred och djup, skalets övre tredjedel. Därpå utjämnas den sakta men överskrider i regel skalets mitt, där den har formen av en bred insänkning emellan skalets bakre, större och mest välvda parti samt dess främre, knölbärande del. Randlist saknas, ehuru antydan därtill ibland förefinnes på stora skal, därigenom att ventrala eller bakre randen erhållit en svag tillplattning. Denna art är den största av de i brachiopodskiffern förekommande ostrakoderna. Följande mått torde ge en tillräcklig föreställning om proportionerna:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
längd	1,30	1,77	2,16	2,20	2,83	3,02	3,02	3,22	3,22 mm.
höjd	0,75	1,08	1,40	1,06	1,58	1,51	1,97	1,58	1,77 »
tjocklek	0,30	—	0,58	—	0,80	—	—	—	0,86 »

P. harparum påminner om den långsträckta formen av *P. prunella* BARR. men har längre dorsalrand och kraftigare fåra. Genom skalets starkare välvning och dorsalfårans jämna utplånande nedåt skiljes *P. harparum* även från *P. mandula* JONES, som den eljest liknar. — Ifråga om vissa karaktärer, t. ex. dorsalfårans längd och form, knölens utbildning etc., äger stutligen denna *Primitia*-art någon likhet med släktet *Ctenobolbina*. Angående likheten med *P. conica*, se denna art.

Lokal. *V a* och *III i*, Röstånga, samt *17* och *T 8—T 9*, Tommarp.

Primitia conica n. sp.

Tavl. II, f. 6-7.

Skal brett ovalt med rak dorsaland, vars längd utgör omkring hälften av skalets. Vålning lågt kägelformig med maximum beläget på ömse sidor om dorsalfåran. Den sistnämnda, som ligger något framom mitten, är helt grund och sträcker sig från dorsalanden över en tredjedel eller hälften av skalet. I regel är den vertikal, men ibland är den riktad snett framåt, rak eller böjd; fåran är djupast i sin nedre del och kan vara alldeles utplånad dorsalt. Skalets yta är tätt punkterad. Ibland synes ett gott stycke innauför ventralranden en parallellt med denna löpande linjeformig intryckning, varigenom arten kan få en viss likhet med *P. conchoides* HADDING. Ytskulpturen är merendels bevarad i avtryck, då skalen själva endast sällan finnas i behåll. Arten varierar något; sålunda träffas exemplar med längre dorsaland och svagare vålning än nu nämuts. — *Stenkärnan* har vertikalintryckningen betydligt kraftigare och alltid böjd framåt, åtminstone i nedre ändan. Fåran kommer därigenom att på sin framsida avgränsa ett mindre parti, som är tydligt uppsvällt. Även den del av stenkärnan, som ligger bakom fåran, är mer eller mindre ansväld. Fårans främre vägg är brant, den bakre sluttande:

P. conica har träffats i bl. a. följande storlekar (måtten äro uttryckta i mm.):

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
längd	0,80	0,97	1,08	1,23	1,38	1,56	1,68	1,73	1,73	1,73	1,84	2,05
höjd	0,58	0,69	0,78	0,93	1,08	1,10	1,30	1,30	1,30	1,43	1,36	1,71
tjocklek	0,26	—	—	0,30	—	—	0,52	—	0,50	—	0,43	—

Såväl beträffande den yttre konturen som granuleringen liknar denna art den korta och breda formen av *P. prunella* BARR. men särskiljes genom sin karakteristiska, koniska vålning, dorsalfårans form och den korta dorsalanden. Stenkärnan erinrar i mycket om *P. harparum* men igenkännes lätt tack vare sin mindre längd och kägelformiga profil.

P. conica är ett av brachiopodskiffrens mera allmänna fossil och har insamlats från Nyhamn, Röstänga och Tommarp.

Primitia bursa KR. var. *scanensis* n. var.

Tavl. II, f. 8-10.

Med *P. bursa* KRAUSE överensstämmer detta fossil i fråga om skalets vålning, dorsalfårans förlopp, läge, form och relativa storlek. Skalet hos varieteten är betydligt större, ändarna mera rundade även uppåt; randlisten, vilken liksom hos huvudarten är bredast i de ventrala hörnen, särskilt det främre, fortsätter ett gott stycke in på dorsalanden. På grund härav blir den yttre konturen nästan oval. Loben på dorsalfårans framsida förhåller sig även som hos huvudarten men är på exem-

plar med bevarade skal nätt och jämnt skönjbar, medan den på stenkärnor är mycket tydlig. Emellan randlisten, som når fram mitt emot denna lob, och den fåra, som begränsar loben framåt, finnes på stenkärnan en ansvallning, som bäst framträder på breda individ.

Hos denna form har nämligen kunnat särskiljas tvenne typer, som möjligen beteckna könsdimorfism. Den ena, vilken i så fall bör anses som honlig, är kort och bred, den andra mera långsträckt. Å de höga (breda) skalerna är välvningen vid ventralranden mer eller mindre stjälp över randlisten, döljande denna från sidan. Emellertid skulle denna överstjälpning även kunna tillskrivas en sekundär, mekanisk påverkan. I varje fall är gränsen emellan de båda typerna ej alldeles säkert markerad, vilket framgår av följande tabell, upptagande 14 olika exemplar, som utgöra de mest fullständiga i min samling:

<i>Hög form:</i>	1	2	3	4	5	
längd	0,86	1,02	1,38	1,73	2,05	mm.
höjd	0,60	0,78	1,02	1,23	1,43	»
förhållande längd: höjd	1,43	1,30	1,36	1,40	1,43	»

<i>Låg form:</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
längd	1,30	1,62	1,84	1,81	1,84	1,84	1,90	1,92	2,05	mm.
höjd	0,75	0,95	1,08	1,17	1,17	1,17	1,19	1,14	1,30	»
förhållande längd: höjd	1,73	1,70	1,70	1,56	1,57	1,57	1,60	1,68	1,58	»

Primitia bursa KR. anses av KRAUSE (1889, s. 9) vara identisk med den av LINNARSSON beskrivna och avbildade *P. strangulata* SALT. från Västergötlands beyrichiakalk och trinucleusskiffer. Att döma av de i Lunds geologiska museum befintliga exemplaren med detta namn synes det mig, som om *P. strangulata* hos oss blivit en kollektiv benämning på yngre ordoviciska, primitialika ostrakoder. I en ask med etikett »*Primitia strangulata* SALTER. Trinucleusskiffer. Rustsäter (Västerg.). Coll. LINNARSSON» finnas sålunda i tvenne stycken av mörk skiffer flera ostrakoder, av vilka åtminstone 3 tillhöra *P. bursa*; de övriga, som sakna randlist och den delvis isolerade ansvallningen på dorsalfärans framsida, överensstämna mera med LINNARSSONS avbildning. LINNARSSON tycks ha uppfattat båda typerna som samma art, vilket även framgår av hans beskrivning: »Framom fåran har valveln ofta, men icke alltid, en liten knöl» . . . »Någon nedtryckt kant har jag ej funnit bibehållen, men avtrycken antyda stundom tillvaron av en sådan» (1869, s. 85). Anmärkningsvärt är vidare, att OLIN anför *P. strangulata* såsom en ytterst allmän art i de understa lagren vid Röstånga Kyrkbäck, vilka sedan blivit i detalj undersökta av HADDING (1913), som av ostrakoder därifrån anför *P. Tolli* BONNEMA (allmänast), *P. conchoides* HDG och *P. carinata* HDG.

Vissa former av den starkt varierande och vitt utbredda *P. mundula* JONES (t. ex. JONES 1889, pl. XVI) äga ganska stor likhet med *P. bursa* var. *scanensis*. Dorsalfåran är emellertid å vår art mera punglikt utvidgad nedtill.

Slutligen är att notera den påfallande likhet, som kan råda emellan denna varietet och *Jonesina arcuata* BEAN (jfr JONES & KIRKBY 1886, pl. XII, f. 13).

Förekomst. Var. *scanensis* är insamlad från brachiopodskiffen vid Nyhamn, båda lokalerna vid Röstånga och båda vid Tommarp. Den har vidare konstaterats i staurocephalusskiffen vid Tommarp (lokal 17) samt i en vittrad, mörk, grågrön skiffer, som amanuens G. EKSTRÖM funnit fast anstående i Fågelsångsområdet emellan Sularpsbäcken och lokal E. 27 och som även innehåller *Iliaenus megalophthalmus* LARSEN, *Remopleurides radians* BARR. och *Trinucleus* cfr *elliptifrons* OLIN samt följaktligen tillhör trinucleusledet.

Primitia (?) biloba n. sp.

Tavl. II, f. 11—12.

Endast stenkärnor anträffade. Dorsalranden rak; båda ändarna med ungefär samma rundning och samma höjd; ventralranden obetydligt rundad. På lateralsidans främre två tredjedelar finnas tvänne transversala ansvällningar, den bakre halvmånformigt böjd med konvexiteten riktad bakåt och försedd med en cirkelrund upphöjning nära dorsalranden men f. ö. tillplattad och ventralt sammanhängande med den främre knölen. Den sistnämnda är mycket hög och på små exemplar i sin helhet äggformigt uppsvälld men på större mer eller mindre uppdelad i ett nedre äggformigt och ett övre, mindre ansvällt, cirkelrunt parti. Utom den transversala låran, som åtskiljer de nämnda båda vulsterna, vilka tillsammans bilda ett U, finnes utanför den bakre vulsten en svag sådan, som ibland kan skönjas runt U:ets hela ytersida. De uppmätta exemplaren äga följande storlekar:

	1	2	3	4	5
längd (mm.)	0,84	0,97	1,08	1,19	1,19
höjd »	0,54	0,54	0,65	0,71	0,78.

De föreliggande stenkärnorna erinra ganska mycket om sådana av *Beyrichia* (*Strepula*) *costata* LARSEN, varom jag kunnat övertyga mig genom direkt jämförelse. Sistnämnda ostrakod är dock mera jämbred och har något annan form på ansvällningarna. Skalet till vår art tycks — att döma av de rester, som synas å fig. 12, tabl. II — ha haft slät utsida, närmast primitiaartad och föga motsvarande den ojämna insidan¹. Släktbestämningen måste alltså anses provisorisk, något

¹ Originalen till fig. 12 har ursprungligen ägt ännu mera av skalet, vilket bortpreparerats, för att exemplaret skulle kunna bestämmas. Skalet dolde då bakre delen av stenkärnan ända fram till den bakre ansvällningen. Olikskheten i yttre form emellan fig. 11 och fig. 12 beror naturligtvis till stor del på att den senare har rester av skalet kvar i kanterna.

som möjligen också kan vara fallet med artnamnet. — Stenkärnornas utseende skulle möjligen ge antydning om släktskap med *Bollia*-arter (jfr s. 56).

Dessa synnerligen karakteristiska stenkärnor träffas mycket sparsamt i en begränsad del av brachiopodskiffern nära dess bas vid Röstånga, lok. *V a*, samt i de söndervittrade blocken vid lokal *III i*.

Primitia cfr Tolli BONNEMA.

Tavl. II, fig. 13.

1909 *Primitia Tolli*, BONNEMA, p. 16, pl. I, f. 1—14.

1913 » » , HADDING p. 67, pl. VI, f. 10, 11.

Det avbildade exemplaret mäter i längd 0,69, i bredd 0,52 och i tjocklek 0,24 mm. Alla äro dock ej lika små, ehuru arten hör till de mindre ostrakoderna i brachiopodskiffern.

Skal brett ovalt, bakre ändan trubbigare tillrundad än den främre. Vävning svag. Högsta höjden faller över skalets bakre hälft. Dorsalranden kort och rak, på mitten försedd med en tydlig intryckning, som fortsätter med en helt svag fåra mot främre undre randen. Intryckningen har på sin främre sida en knappast skönjbar upphöjning. Ytan glatt. Randlist saknas.

P. Tolli har av HADDING träffats i undre dicellograptusskiffern i Skåne. AV BONNEMA anföres den från kuckerska lagren i Estland (C 2), hos oss motsvarande chasmopsledet eller mellersta dicellograptusskiffern. Det synes sålunda, som om arten skulle genomgå hela dicellograptusskiffern. I brachiopodskiffern har den träffats sparsamt vid lokal *V a*, Röstånga, vid lokal *17* i Tommarp samt vid Nyhamn.

Æchmina Grönwalli n. sp.

Tavl. II, f. 14—15.

Dorsala randen rak, ventrala böjd, ändarna avrundade. Skalets största höjd befinner sig mitt över eller framom mitten. Från skalets bakre halva och invid dorsalranden utskjuter ett grovt och långsträckt, kägelformigt spröt, vars längd överstiger skalets höjd. Sprötet, som är böjt framåt och sitter på den flacka skal-sidans mest välvda parti, är riktat snett uppåt. Skalytan slät utan ornering. Randlist finnes ej.

Storlek:

	1	2	3	4
längd (mm.)	0,93	0,93	1,12	1,14
höjd »	0,54	0,56	0,56	0,63.

Denna ostrakod står nära de av JONES (1887) beskrivna *Æchmina*-arterna från Wenlock i England, särskilt *Æchmina bovina* och *Æ. cuspidata*, med vilka den överensstämmer genom sin släta yta utan fåror och randlist. Den igenkännes dock

lätt på sin yttre kontur, vari den närmast liknar den med rak tagg utrustade *Æ. cuspidata*. Taggen hos vår art erinrar genom sin böjda form om den hos *Æ. bovinæ* men är längre och smalare.

Æ. Grönwalli förekommer i undre brachiopodskiffen vid Röstänga, både å lok. *V a* och *III i*, samt å lokal *17* vid Tommarp; den har vidare träffats i staurocephalusskiffen vid Tommarp och Röstänga.

Otenobolbina sexpapillosa n. sp.

Tavl. II, f. 16—17.

Dorsalranden rak, kortare än skalet. Bakre ändan mera rundad och högre än den främre; båda övergå med jämn rundning i den konvexa ventralranden. Lateralisidan är obetydligt välvd. Skalets främre två femtedelar avskäras bakåt av en från dorsalranden utgående fära; denna är i början väl markerad och försvinner hos somliga redan halvvägs mot ventralranden, medan den hos andra fortsätter, bildande en sned båge, som mynnar strax framom mellersta vårtan (se nedan) i närheten av främre, undre hörnet. Partiet framför färan har på sin inre sida en rund, eller med fårens övre del parallell, oval knöl, som är runtom tydligt begränsad. — Utom denna ansvällning finnas längs kanterna sex stycken kägelformiga, mer eller mindre centrifugalt riktade knölar eller vårtor, nämligen 3 dorsala och 3 ventrala. I allmänhet sitta de ej på själva kanten utan ryckta ett stycke inåt; detta gäller särskilt de ventralt belägna. De dorsala sitta, en i bakre och en i främre hörnet samt en något bakom mitten. Av de ventrala är en belägen i främre hörnet, en mitt under den stora tuberkeln och en mitt för mellanrummet mellan de båda bakre vårtorna på dorsala randen. Randlist har ej kunnat upptäckas.

Storlek:

	1	2	3	4	5
längd (mm.)	0,86	1,12	1,19	1,27	1,27
höjd »	0,50	0,60	0,63	0,67	0,69.

Av denna art ha endast avgjutningar anträffats.

ULRICH och BASSLER ha (1909) sökt giva de till *Beyrichiidae* hörande släktena en så naturlig begränsning som möjligt. Sålunda har *Otenobolbina* uppdelats i tvenne sektioner, dels den mera typiska *group of Ct. ciliata*, för vilken släktnamnet ursprungligen gavs, samt dels *group of Ct. subcrassa*. Båda ha sin blomstring i ordovicium men nå upp i resp. devon och karbon. Den sistnämnda utmärkes genom ringa ansvällning av det genom mittfåran avsöndrade mindre skalpartiet, en på dettas insida mer eller mindre isolerad lob, motsvarande mittloben hos *Beyrichia*, samt slät yta. Till denna bör här beskrivna art räknas. I motsats till *ctenobolbina*arter i allmänhet tycks den som sagt helt sakna randlist, men dess plats torde dock tydligt anvisas genom de överensstämmelser den äger dels med *Ct. subcrassa* ULRICH och *Ct. umbonata* STEUSLOFF (syn. *Entomis umbonata*), dels med

Entomis variolaris BONNEMA och *Entomis obliqua* KRAUSE var. *Kuckersiana* BONNEMA, alla typiska ctenobolbinaarter (jfr nästa art).

Ct. sexpapillosa förekommer sparsamt vid Röstånga, lok. *V a*, och Tommarp, lok. *17*. Den tillhör brachiopodskifferns undre del.

Otenobolbina rara n. sp.

Tavl. II, f. 18.

Dorsalrand rak, ventralrand böjd, främre randen i sin övre del nästan rak, bildande trubbig vinkel med dorsalranden; bakre randen mera likformigt rundad. Skalet har sin största höjd strax framom mitten. Utom huvudfåran, vilken till riktning och utseende överensstämmer med *Ct. sexpapillosa*, ehuru synbarligen kortare och belägen närmare mitten, finnes på skalets bakre del en något mera vag intryckning, i det närmaste parallell med den förra. Den låga vallen emellan fårorna, som sålunda har sned riktning framåt-nedåt, befinner sig mitt på skalsidan och är dess högst välvda parti. Främre fåran har på sin framsida en tydlig, rundad knöl, vilken på det avbildade exemplaret är intryckt, varigenom den blivit runtom begränsad av en fåra. Bakom den bakre intryckningen finnes nära postventrala hörnet basala partiet till en avbruten, troligen kägellik, utåtriktad knöl. Randlist kan ej heller iakttagas på denna art. Endast *ett ex.*, ett något skadat högerskal, är anträffat.

Storlek:

längd 1,25 mm.

höjd 0,71 »

Genom utskottet på skalets bakre del påminner denna art om den av BONNEMA såsom *Entomis obliqua* KRAUSE var. *Kuckersiana* beskrivna ostrakoden från kuckerska skikten (*C 2*) i Estland, särskilt honexemplaren, som ha liknande yttre kontur. Olikheterna, som bl. a. bestå i knölens läge och form, falla dock genast i ögonen, framför allt om skalen ses i profil från ventrala sidan. *Entomis obliqua* KRAUSE har i likhet med ett antal *Beyrichiidae* med sigmoid böjning på transversalfåran blivit räknad till släktet *Entomis* JONES, ursprungligen grundat på devoniska former, vilkas ostrakodnatur dock är tvekelaktig. De verkliga ostrakoder, som räknats till entomiderna, tillhöra enligt ULRICH & BASSLER flera olika släkten. Så räknas dessa exempelvis *Entomis obliqua* KR. till släktet *Dilobella*, under det BONNEMA ej anser densamma kunna avskiljas från de mera ctenobolbinalika såsom *E. oblonga* STEUSLOFF och *E. variolaris* BONNEMA. I varje fall tycks åtminstone dess varietet, den ovan nämnda var. *Kuckersiana*, äga övervägande ctenobolbinakaraktär.

Det föreliggande exemplaret härstammar från understa lagren vid lokal *V a*, Röstånga.

Bollia harparum n. sp.

Tavl. II, f. 19—20.

Främre ändan högre, mera välvd och med rakare rand än den bakre samt försedd med en randlist, som fortsätter under avtagande styrka ventralt och slutligen böjer uppåt som en svag, transversal ribba på ett avstånd från bakre ändan av $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{3}$ av skelets längd. Dorsala randen rak, ventrala mer eller mindre jämnt rundad. Innanför den marginala listen och nära jämnlöpande med denna finnes en synnerligen kraftig, U-formig ansvällning. Av de båda skänklarna är den främre och starkare på grund av större uppsvällning mer eller mindre tydligt av-söndrad. Förbindelsen emellan skänklarna är dock alltid hel ehuru ständigt svagare än dessa.

Storlek:

	1	2	3	4
längd (mm.)	0,68	0,71	0,78	0,86
höjd »	0,37	0,41	0,50	0,54

Från övriga *Bollia*-arter avviker denna genom den betydliga skillnaden i styrka emellan de båda böjda ribborna samt marginalribbens förlopp. Närmast tycks den stå *B. regularis* EMMONS från N. Amerikas övre ordovicium. Med denna överensstämmer den ganska väl befräffande den U-formiga ribbens läge, relativa storlek och form.

B. harparum uppträder i brachiopodskiffen vid lokal 17 i Tommarp samt lok. V a och III i (block) vid Röstänga. Å lokal V a uppträder den ymnigt och karakteriserar lag 2—5.

Bollia buplicata n. sp.

Tavl. II, f. 21—22.

Skal högt välvda med längden föga större än bredden (höjden). Dorsalrand kort och rak, ventralrand starkt böjd, de båda ändarna ungefär likartat rundade; största höjden över eller något framom mitten. En jämnsmal och ytterst svagt avsatt marginallist kantar skelets rundade ytterkontur. Liksom hos *B. harparum* finnes på skelets främre 2 tredjedelar, eller på små exemplar mera centralt, tvenne transversala, jämnhöga och kraftiga åsar, ventralt förenade med varandra genom en otydlig, bågformig vall på ett avstånd från ventralranden, som är lika med $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{3}$ av skelets höjd. Därigenom att fåran, som åtskiljer dem, är riktad snett framåt blir den främre åsen kortare än den bakre, som därtill är tydligt böjd, och båda åsarna få hos utväxta exemplar samma huvudriktning som fåran; hos ungdomsformer däremot, där fåran är bredare, ha åsarna samma riktning som hos *Bollia harparum*, alltså vinkelrät emot dorsalranden. De båda ansvällningarna, som också här bilda ett U, äro på yttersidan ävenledes omgivna av en fåra, vilken dock

är helt svag och merendels endast synlig med sina vertikala skänklar. Utanför sistnämnda fåra är skalet ansvällt i form av en bred valk, mest markerad i de dorsala ändarna, särskilt den främre.

Storlek:

	1	2	3	4
längd (mm.)	0,75	0,93	1,19	1,40
höjd »	0,52	0,71	0,91	0,97

De båda nu beskrivna *Bollia*-arterna likna varandra i den kraftiga, mer eller mindre tudelade, U- eller hästskoformiga ansvällningen på skalets främre del. En så formad upphöjning är ju utmärkande för släktet *Bollia* men kan även förekomma hos släkten som *Beyrichia*, *Dilobella*, *Drepanella*, *Dicranella*, *Eurychilina* o. a. *Beyrichiidae*. På grund av förekomsten av den yttre listen hos *Bollia harparum* anser jag ingen tvekan kan råda, om vilket släkte denna art tillhör. I skalens yttre form liksom i saknaden av den fina listen avviker visserligen *B. bicipitata* från *B. harparum*, men på grund av sin omtalade karakteristiska ornering med de båda nedtill sammanhängande, transversala åsarna är den säkerligen att anse som en denna senare ganska närstående form, varför jag, trots att bolliakaraktären ej är fullt utpräglad, hänfört den till detta släkte. Anmärkningsvärd är även, vad ansvällningarna beträffar, likheten med stenkärnan av *Primitia* (?) *biloba* n. sp.

Denna art karakteriserar ett lager i brachiopodskifferns mellersta del vid *V a*, Röstånga, och *T 8—T 9*, Tommarp, samt har slutligen träffats i block vid lokal *III i*, Röstånga. Den uppträder tillsammans med *Dalmanites mucronatus* BRONKH.

Jonesina rectangularis n. sp.

Textfig. 9.

Skalhalvan subrektangulär med de båda längre sidorna nästan raka, den ventrala dock något böjd i ändarna; av de båda bakre hörnen, som bilda räta vinklar, är det undre avrundat; främre rauden starkt böjd. Skalet kantas av en smal, upphöjd list, bäst utbildad vid ändarna och oftast ej synlig utefter dorsalranden. Skalytan upptages f. ö. av en bred valk, böjd till ett liggande, på längden utdraget C, vars båda omböjda ändar äro starkt uppsvållda. Den djupa fåran emellan dessa fortsätter, churu svagare, tvärs över skalet. Denna transversala fåra överkorsas av en longitudinell, varigenom valken blir mer eller mindre tydligt uppdelad i fyra partier, av vilka de båda övre, och av dessa det bakre, äro kraftigast.

Storlek:

	1	2	3	4
längd	0,67	0,80	0,86	0,86 mm.
höjd	0,36	0,43	0,43	0,43 »

Jonesina är egentligen ett karbonskt ostrakodsläkte, grundat av ULRICH & BASSLER på engelska och nordamerikanska arter, som tidigare räknats till släktena *Beyrichia* eller *Beyrichiella*. Diagnosen, med vilken vår art synnerligen väl överensstämmer, är av följande lydelse (Obs. att orienteringen av skalet är motsatt den av oss använda): »Carapace small, about 1 mm. in length, usually elongate, the outline varying from subelliptical to oblong or approximating a parallelogram; greatest thickness in anterior half. Valves strongly convex, variously lobed, unequal, the left being the larger, sometimes overlapping the edge of the right on all sides. The simple types (*J. arcuata*) are marked with a rather deep dorsal sulcus situated somewhat behind the middle. The whole area in front of this sulcus may be almost uniformly convex, or a node may be obscurely defined in its post-dorsal quarter (that is, just in front of the sulcus). Behind the sulcus a more clearly defined node is always observable A more or less obscure and variable ridge commonly unites the two median nodes, occasionally producing an effect simulating *Bollia*» (ULRICH & BASSLER, s. 324).



Fig. 9.

Av förut kända arter, tillhörande detta släkte, visar *J. rectangularis* mest likhet med den nordamerikanska *Jonesina bolliaformis* ULRICH & BASSLER.

Jonesina rectangularis n. sp. ²⁵/₁. Tvenne högerskal, det ena med längd- och tvärprofil (Two right valves, one with a longitudinal and a vertical section). Röstånga, lokal Γ a, basen av brachiopodskifferr.

Trilobitae.

Dalmanites eucentrus ANG., OLIN emend.

Tavl. I, f. 19—24. Textfig. 10—11.

? 1851, 1854 *Phacops eucentra*, ANGELIN, p. 11, pl. IX, f. 1¹.

1906 *Phacops eucentra*, OLIN, p. 41, pl. I, f. 1—3.

Under ovanstående artnamn beskrev ANGELIN på följande sätt en f. ö. bristfälligt avbildad phacopid ifrån »Regio Harparum» vid Röstånga: »Ph. comigera, caudata, laevis; fronte protuberante 3-loba; abdomine marginato, costis 9 dichotomis». När brachiopodskiffer sedermera påvisades i Skåne av LUNDGREN, omnämnde denne därifrån *Ph. mucronata*, ej *Ph. eucentra*. Att en förväxling av tvenne arter därvid ägde rum, har sedan påvisats av OLIN, som hänför LUNDGREN'S exemplar ifrån

¹ Av äldre synonymier må vidare nämnas:

1868 *Phacops excentricus*, BIGSBY, p. 63.

1874 | *Phacops mucronata*, LUNDGREN (partim), p. 157 ff.

 | *Chirurus punctatus*, LUNDGREN, p. 157.

1875 *Phacops mucronatus*, LINNARSSON (partim), p. 278.

1882 *Phacops eucentra*, MARR, p. 321.

1882: 2 *Phacops mucronata*, TULLBERG (partim), p. 17.

1892 *Phacops mucronata*, MÖBERG (partim), p. 29.

Röstunga och Järrestad till *D. eucentrus*; de av LUNDGRENs samlingar från Nyhamn, som jag själv varit i tillfälle att se, innehålla samma art. Av äldre etiketter i museets samlingar att döma (se OLIN 1906, s. 42), tycks TULLBERG åtminstone någon tid ha räknat med *D. eucentrus* ANG. som en särskild art men förklarar (senare ?) att »*Ph. eucentra* ANG. . . . synes i intet avseende skilja sig från *Ph. mucronata* ANG.» (1882: 2, s. 17, noten). Denna uppfattning var sedan allmänt gällande, och endast en art omtalas. Redan tidigare hade TÖRNQUIST (1875) och LINNARSSON (1875) anförut *D. mucronatus* från Skånes brachiopodskiffer och senare angives i kartbladsbeskrivningar samma art som karaktärsfossil av t. ex. NATHORST, DE GEER, MOBERG, HENNING etc. När slutligen OLIN vid sina undersökningar av Skånes trinucleusskiffer anträffade en phacopid i lager, tillhörande brachiopodskiffen, och fann, att den tydligt skilde sig från *D. mucronatus* i Västergötland, tog han för givet, att det måste vara den angelinska arten *Ph. eucentra* och beskrev den under detta namn med bifogande av avbildningar. En jämförelse med ANGELINS fig. 1 å pl. IX (1851) gör det emellertid mycket troligt, att ANGELIN i själva verket ej avsett samma fossil som OLIN nu beskrev, detta så mycket mer som jag på de flesta lokaler för brachiopodskiffer träffat ej endast det olinska fossilet utan även mer eller mindre deformerade exemplar, som ej kunna skiljas från *D. mucronatus*. Dock förekomma dessa båda arter icke tillsammans, varom mera nedan. Med det rika material, jag lyckats insamla, har jag även konstaterat, att OLIN i några hänseenden missuppfattat arten, varför jag här vill lämna en fullständigare beskrivning av densamma.

Beskrivning.

Huvudets ytterkontur är halvcirkelformig och jämnt rundad. *Glabella*n begränsas av tydliga, framåt divergerande, raka eller inåt svagt konkava dorsalfårar, vilkas vinkel varierar med pressningen men på normala exemplar i allmänhet håller sig mellan 18° och 25°. Pentamerien i *glabella*n — nackring, 3 par sidolober, pannlob — är liksom hos övriga *Dalmanites*-arter väl utpräglad. Nackfåran gör i mitten en kraftig men jämn båge framåt. De trenne paren sidofårar äro väl markerade, utplånas omärkligt mot inre ändan och mynna under olika vinklar i dorsalfåran. Emedan sidofåror i sina inre ändar ofta upplösas i tvenne svaga grenar, en riktad framåt och en, den tydligaste, bakåt, bli de trenne paren sidolober tämligen väl avsnödrade från *glabella*n i övrigt; de sistnämnda äro därjämte alltid något ansvälda i motsats till det i regel plana, ofårade mittpartiet. Sidofåroras förlopp, som närmare framgår av de schematiska teckningarna å figur 10, är något växlande hos olika individ; variationen är emellertid rent sekundär och beror på bevaringssättet samt yttrar sig i partiell utplåning av fåror, som därigenom kunna bli aldeles raka och parallella (tavl. I, f. 19 a). Hos fullväxta individ äro sidofåror annars alltid böjda i en jämn båge eller trubbig vinkel; dock så att de inre ändarna äro parallella med varandra på varje sida, under det de yttre divergera eller konvergera. På grund härav bli också loberna olika till sin form.

Under det de mellersta äro jämbreda eller avsmalna utåt, äro de bakre och främre betydligt, ibland t. o. m. dubbelt, bredare utåt än inåt.

Pannloben, som är nästan helt avskuren från glabellan i övrigt, är jämnt avrundad i båda ändar och nästan dubbelt så bred som lång. I sin bakre del har den mediant en mer eller mindre tydlig intryckning av ofast långsträckt form.

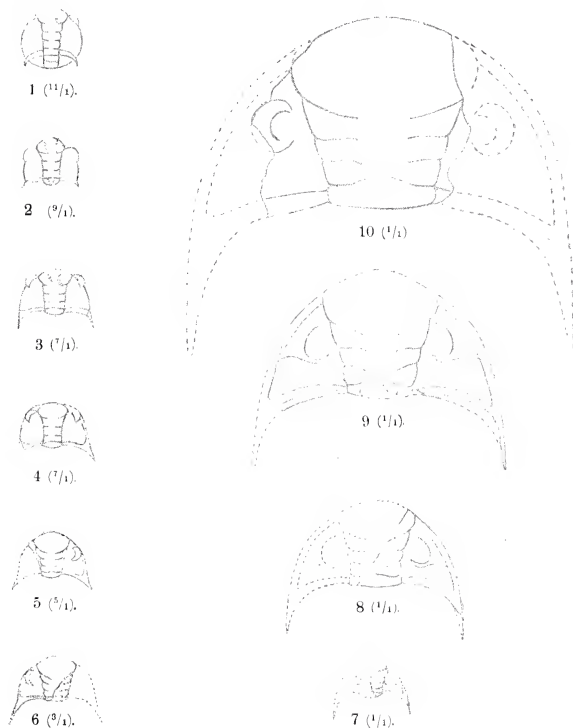


Fig. 10.

Dalmanites eucentrus ANG. Huvudsköldar i olika storlekar (Headshields of varying sizes). 1. ana-protaspisstadium. Lokal: Röstånga, V a, (N:is 1-6) och Tommarp, 17, (N:is 7-10).

Den för *Dalmanites*-arter och en del andra phacopider karakteristiska limben framför glabellan (frontallimben, vilken är den främre fortsättningen av laterallimberna på de lösa kinderna) är här smalare än hos *Dalmanites mucronatus*, varigenom den kommer att döljas av glabellan, då, såsom här nästan alltid är fallet, huvudskölden blivit sammantryckt vid inbäddningen. Å ett par opressade exemplar med glabellan

tydligt välvd i främre ändan har det lyckats att nedom välvningen frampreparera en helt svag list, som i sin mediana del är nästan oblitererad men skild från glabellan genom en fåra. På alla platträckta exemplar är denna list osynlig, utom i de fall då den synes igenom skalet.

Enligt OLIN skulle hos denna art, till skillnad från *D. mucronatus*, ögats bakre rand ligga i 2. sidofårans förlängning. Detta förhållande har jag emellertid funnit typiskt utbildat endast hos fullt utväxta exemplar men ej blott hos *D. eucentrus* utan även hos *D. mucronatus*, varför i detta fall och på detta åldersstadium ingen skillnad förefinnes mellan de båda arterna. Å medelstora exemplar däremot når ögat i regel längre bakåt hos den senare än hos den förra. Medan sålunda hos *D. eucentrus* ögats bakre rand befinner sig maximalt emellan förlängningen av 2. och 3. sidofåror, när den under ephebiska stadiet hos *D. mucronatus* till förlängningen av 3. sidofåran. Hos den förra arten är ögats längd lika med eller mindre än avståndet från ögat till fasta kindens bakre rand, men hos såväl denna som *D. mucronatus* befinner sig ögats främre rand alltid strax bakom förlängningen av 1. sidofåran. Förhållandet, att ögat är relativt mindre hos stora exemplar än hos små och att det sålunda under tillväxten ökas i mindre proportion än djuret i övrigt, är icke något speciellt utmärkande för denna art utan kan även observeras å BARRANDES avbildningar av *D. socialis* (1852, pl. 26), där ögat ännu å fig. 16 står bakom 2. sidofårans förlängning, medan det å fig. 25 får plats emellan 1. och 2. fåran.

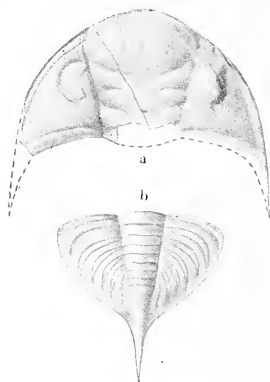


Fig. 11.

Dalmanites eucentrus ANG. (OLIN).
Huvudsköld (Headshield) och pygidium. Naturlig storlek. Lokal 17, Tommarp.

Huvudets bakre randlist, utgörande de laterala fortsättningarna av nackringen, är i inre ändan ungefär hälften så bred som i den yttre. — Fasta kinderna äro baktill utdragna i taggar av växlande längd, i allmänhet motsvarande $\frac{1}{3}$ å $\frac{2}{3}$ av glabellans och slutande ungefär vid 3. eller 4. thoraxledet. Kindtaggarna ha hos de levande djuren antagligen varit riktade snett nedåt och parallella, men genom pressning, varvid de välvda kinderna blivit tillplattade, ha de fått en bakåt divergerande riktning. Facialsuturens bakre gren gör utanför ögat en jämn båge framåt och stöter till yttre randen ungefär i jämnhöjd med ögats bakre rand. — Lösa kinderna begränsas utåt av en tydlig randlist.

Av *hypostomat* har jag funnit talrika exemplar alltifrån 1,5 till 26 mm. i längd. De största äro illa bevarade, i det de visa en av pressning försakad, grovt skrynklig yta. Skrynkligheten är märkbar redan hos exemplar av 6 mm. längd och är inskränkt till centralstycket men utbreder sig mer hos äldre, där den där-

jämte blir grövre och mer eller mindre döljer de ursprungliga detaljerna i hypostomats byggnad. Den definitiva formen har i huvudsak uppnåtts redan hos exemplar av 4 mm. längd. Den är närmast spadlik med jämnt avrundad såväl främre som bakre rand och subparallella eller framåt divergerande sidokanter, som bilda direkt fortsättning av bakre randen, medan de något framom mitten böja om nästan vinkelrät, begränsande de ursprungligen uppåtböjda, men efter sammanpressningen mer eller mindre rakt utåtriktade, kraftiga, främre vingarna. Bakre vingar ha ej kunnat iakttagas. Fårorna äro breda och grova samt utgöras av en bakre samt en ofullständig främre, vilka båda på varje sida mynna i en gemensam lateralfåra. Den bakre fåran, som löper nästan parallellt med bakre randen, avskiljer ett smalt, skärformigt stycke, en bakre randlist, men når dock ej ut till sidoranden utan fortsätter direkt i lateralfårorna. De sistnämnda äro i början skarpt markerade och löpa ända fram till jämnhöjd med vingarna, på vilka de löpa utåt och försvinna, samt begränsa en lateral randlist, som alltså utgör en fortsättning av den bakre. Den främre fåran är, som sagt, ofullständig, i det den är utplånad i mitten och endast består av de tvenne yttre tredjedelarna, som mynna i lateralfårorna. Emellan dessa delfårors inre ändar och bakre fåran är ett jämnt och tillplattat fält, som på sidorna begränsas av de relativt starkt ansvällda partierna bakom nämnda delfåror. Maculae saknas.

Av *thorax* äro endast delar anträffade. Pleurorna som förekomma lösa eller förenade med tillhörande rhachising, vidga sig ibland utåt men äro i övrigt jämbreda; främre randen är nämligen rak eller svagt konvex, bakre konkav. Yttre ändan är snett eller rundat avskuren med bakre hörnet utdraget till en obetydlig spets. Varje pleura är delad i tvenne hälfter genom en längsfåra, som börjar i främre inre hörnet, gör en svag båge bakåt och böjer med yttre delen helt obetydligt framåt samt slutar något innanför pleurans distala ända. Pleurans främre delhälfte är i yttre ändan jämbred eller svagt avsmalnande, medan den inåt fullkomligt utkilar; över mitten är den ungefär lika bred som pleurans bakre del. Den sistnämnda bildar med sin inre ända pleurans hela led emot rhachisingen och är där liksom i yttre ändan bredare än över mitten. Nämnda storleksförhållande framträder endast å isolerade pleuror, ty in situ täckes pleurans främre kant, särskilt i yttre ändan, av bakre kanten på närmast framför befintliga pleura, varigenom den främre delhälfte ej endast förefaller mindre utan erhåller en annan form, i det den får en mera konvex begränsning framtill och alltså utspetsar åt båda ändar.

Hela *pygidier* äro liksom huvudsköldarna mycket allmänna och förekomma i storlekar från 1 till 25 mm. i längd, stjärntaggen oräknad. Bredden är å utväxta exemplar 1,5 å 1,7 ggr längden. Rhachis består av minst 8, högst och i regel 9 skönjbara segment, av vilka de bakre äro svagast markerade. Emedan segmenteringen på detta sätt upphör så småningom och rhachis i sin bakre del är alldeles osegmenterad, kommer den sistnämnda att utan gräns övergå i den långa, trinda, uppåtböjda stjärntaggen. Denna är hos fullväxta exemplar av ungefär samma längd

som den segmenterade delen av rhachis. Dorsalfårorna, som på sidorna begränsa rhachis, äro raka eller svagt inåtbuktade och konvergera bakåt under en vinkel av ca 25°. Pleurorna äro på varje sida minst 6, vilket tal ock är regel, men ibland är även en 7. synlig. 1.—3. ribban utgå ifrån motsvarande rhachising, under det de följande äro dragna mera bakåt. Ribbornas yttre del är snett bakåtriktad eller nästan parallell med kroppens längdriktning; de främre pleurorna, som utgå ifrån rhachis, vinkelrät emot dorsulfåran, äro sålunda starkt böjda, medan det bakersta paret, som ligger tryckt intill rhachis, är, ehuru svagt böjt, i hela sin längd tillbakariktat.

På pygidiets sidodelar förekomma utom de pleurorna begränsande suturfårorna (*sillons suturaux* BARRANDE, *Nahtfurchen*, *interpleural furrows*) även ett annat slags, med dem ej fullt parallella fåror, sned- eller längsfåror (*sillons intercostaux* BARR., *Schrägfurche*, *oblique furrows*). Dessa äro av samma styrka som de förra och dela, liksom i thorax, pleurorna i tvenne hälfter, en främre och en bakre¹. Snedfårorna äro rakare än suturfårorna och visa starkare böjning endast i yttre ändan; konvexiteten hos alla fåror är vänd framåt. På grund av fåroarnas förlopp utkilar den främre delhälften åt bägge ändar. Emot rhachis ledar, liksom fallet är hos thoraxribborna, makroskopiskt sett, endast den bakre delhälften; karakteristiskt är, att den sistnämnda är dubbelt så bred som den främre hälften av pleuran. I främsta pleuran äro dock ofta de tvenne delarna ungefär lika breda, liksom i den följande skillnaden dem emellan kan vara obetydlig². — Såväl sned- som suturfårorna utplånas så småningom, innan de nå pygidiets yttre rand. Ett stycke från kanten, d. v. s. där varje pleuras främre hälft utspetsar, förenar sig snedfåran med närmast framför liggande suturfåra till en bred men grund grop, som åtskiljer de svaga åsar, vilka bildas av de utåt fortsättande bakre delhälfterna. Dessa åsar och gropar bilda tillsammans ett undulerande bräm, som saknar markerad gräns inåt och ej sällan blir helt jämnt utåt, i det åt åsarna breda ut sig och groparna försvinna. — Duplikaturen är något bredare än det nämnda brämet.

Skalet är överallt fint och tätt granulerat. OLINS uppgift, att ornering skulle saknas, beror tydligen på att han till sitt förfogande haft exemplar med illa bevarade skal, då det blott är i undantagsfall, man träffar något helt skalparti å fullväxta individ.

¹ Tack vare den lika inbördes utbildningen av fåror kunna de särskilda segmenten ännu jämförelsevis lätt igenkännas hos denna art, varigenom benämningarna »ribba» och »pleura» få samma betydelse, såvida man ej vill kalla varje delhälft för en ribba (jfr RICHTER s. 249: »Es bezeichnet der Ausdruck *Rippe* im Sinne der grundlegenden Namengebung rein formbeschreibend die von der Spindel über die Flanken verlaufenden Leisten, ohne etwas über ihre Entstehung erklärend sagen zu wollen, die tatsächlich verschiedener Art sein kann»). Hos flertalet trilobiter däremot, å vilka snedfårorna vid fast sammansmältning av pygidiets pleuror tendera att utvidgas, samtidigt som suturfårorna atrofiaras, komma »ribborna» att bestå av en bakre och en främre pleurahälft, tillhörande tvenne angränsande segment (BARRANDE, RICHTER).

² Det å tavl. I, f. 19, avbildade pygidiet, en reproduktion efter OLIN 1906, är beträffande det följande ej riktigt belysande, varför i stället hänvisas till textfig. 11, s. 60.

Så gott som alla fullväxta exemplar ha vid inbäddningen deformerats, så att sköldarna blivit tillplattade och skrynkliga. På pygidierna är sålunda rhachis tilltryckt dorsoventralt, särskilt i den osegmenterade delen, och exemplar med hel stjärtagg erhållas mycket sällan; på huvudsköldarna framträder randlisten framför pannloben endast i särskilt gynnsamma fall. Sammanhängande thoraxled äro sällsynta.

COWPER REED (1905), som gjort phacopidernas systematik till föremål för en ingående granskning, indelar dem i trenne subfamiljer, *Dalmanitinae*, *Phacopinæ* och *Pterygomelopinae*. Hos den förra (*the Dalmanites-branch*) är pentamerien i glabellan väl markerad, medan den hos de båda andra subfamiljerna är mer eller mindre utplånad. Subfamiljen *Dalmanitinae* karakteriseras f. ö. av en tendens att öka segmenten i pygidiet samt att utveckla taggar och utskott å huvud och pygidium. Den sönderfaller i 3 »divisions», som i stort sett tillhöra resp. ordovicium, gotlandium och devon:

»*Division I.* Primitive and composite forms, with pentamerism of head well marked; lobes of glabella distinct; frontal lobe not strongly detached; frontal limb rudimentary or absent; genal angles rounded or shortly pointed; pleuræ of thorax with rounded or pointed ends; pygidium composed of few segments, rarely more than ten, usually of rounded outline. (Subgen. prop. *Dalmanitina*; type, *D. socialis* BARR.).

»*Division II.* Typical forms, with pentamerism of head well marked; frontal lobe of glabella detached; frontal limb well developed; genal angles produced into spines; thoracic pleuræ with pointed ends; pygidium strongly mucronate and of many segments, 12—16 in Silurian species, more than 16 in Devonian. Subgenus *Dalmanites* sens. str.» Som typ anföres *D. caudatus* BRÜNN.

Division III består av mer specialiserade former och uppdelas i flera under-slakten.

Av föregående artbeskrivning framgår, att *D. eucentrus* äger karaktärer, tillhörande såväl div. I som div. II. Dess kindtaggar, spetsiga pleuror och stjärtagg hänvisa sålunda mera till släktet *Dalmanites* s. s. än till *Dalmanitina*, medan den rudimentära frontallimben och de få segmenten i pygidiet äro typiska dalmanitindrag. Hade *Dalmanites mucronatus* kunnat härledas ur *D. eucentrus*, vilket att döma av den allmänna utvecklingsgången inom fam. *Phacopidae* vore närmast antagligt, borde *D. eucentrus* räknats till undersläktet *Dalmanitina* eller åtminstone ställts på gränsen emellan detta och *Dalmanites* s. s. Då emellertid, såsom nedan skall visas, utvecklingen i detta fall med all sannolikhet varit den rakt motsatta, bör släktnamnet *Dalmanitina* här ej komma till användning trots den i ovannämnda hänseende goda överensstämmelsen med REEDS diagnos¹.

¹ I ett föredrag, »Klassifikation der Phacopiden» (Z. D. G. G. 1911), uppdrager WEDEKIND riktlinjerna för en ny indelning av phacopiderna men uppehåller sig huvudsakligen vid gotlandiska

Ontogenetiska iakttagelser.

Förestående beskrivning är, som framhållits, helt grundad på fullt utväxta exemplar. Då jag emellertid funnit arten i alla storlekar från mindre än 1 mm. pygidium- och caputlängd, däribland över 20 huvudsköldar av olika storlekar, den största 3 mm. lång, ifrån en enda lokal (Röstånga *V a*), ha förändringarna under tillväxten bekvämt kunnat studeras. Som dessa förhållanden ganska väl äro kända genom BARRANDES undersökningar av *D. socialis* (1852), med vars tidigare stadier denna art nära överensstämmer, vill jag här endast ingå på några detaljer för fullständigande av den lämnade beskrivningen; men dessförinnan skola vi närmare skärskåda ett par larvformer.

De minsta exemplaren av denna art utgöras av huvudsköldar med vidsittande pygidiumanlag och äro att anse som larver. Av dylika ha 4 stycken anträffats vid lokal *V a*, Röstånga. Den bäst bevarade (tavl. I, f. 24) är 0,83 mm. lång och lika bred; själva huvudskölden 0,63 mm. Den tillhör ungefär samma stadium som BARRANDES fig. 1 (pl. 26), ehuru möjliggen något tidigare. Liksom på detta finnas tydliga, ehuru väsentligt kortare kindtaggar utbildade, och i stjärtanlaget synas endast 2 à 3 svagt antydda segment. Glabellans frontallob är genom ett par längsfåror uppdelad i ett mittparti och tvenne sidoansvällningar. Ögonanlagen ligga vid kindernas främre rand. — De övriga 3 larvexemplaren skilja sig obetydligt från detta och kunna anses tillhöra samma åldersstadium. Liknande larver föreligga från Tommarp, där de liksom vid Röstånga äro sällsynta.

BEECHER, som ägnat en ingående undersökning åt trilobiternas larvstadier, betecknar (1895) såsom *protaspis* en med de recenta krustaccerna *nauplius* homolog larvform, hos vilken huvudskölden är dominerande, pygidiet har minst en ring i rhachis, pleuralpartierna äro jämna eller färade. Den karakteriseras av honom på följande sätt (1895, s. 169): »Dorsal shield minute, varying in observed species from 0,4 to 1 mm. in length; circular or ovoid in form; axis distinct, more or less strongly annulated; head portion predominating; glabella with five annulations; abdominal portion usually less than one third the whole length of the shield, axis with from one to several annulations; pleural portion smooth or grooved; eyes when present anterior, marginal or submarginal; free-cheeks when present very narrow, marginal». Då under protaspisstadiet viktiga förändringar ägt rum »before the complete separation of the pygidium or the introduction of thoracic segments» (BEECHER 1895, s. 169), varigenom en ung och en gammal protaspis visa stora olikheter sias emellan, uppdelar BEECHER detta stadium i trenne, ana-, meta- och paraprotaspisstadierna. Det av BARRANDE beskrivna tidigaste stadiet av *D. socialis* betraktar BEECHER som en anaprotaspis, till vilket även ovannämnda fossil (tavl. I, f. 24) måste räknas.

och devonska arter. Ett senare arbete, »Palaeontologische Beiträge zur Geologie des Kellerwaldes» (Abh. d. k. k. preuss. geol. Landesanst. N. F., H. 69, 1914), vilket närmare avhandlar detta ämne, har på grund av kriget varit omöjligt att anskaffa.

I detta sammanhang bör måhända en annan, även till anaprotaspisstadiet hörande larvform beskrivas (tavl. I, f. 25). Den har anträffats i brachiopodskiffrens bas vid Tommarp i lager, vari jag icke funnit någon annan trilobit än *Dalm. eucentrus*. Längd och bredd ungefär lika stora, 1 mm. Exemplet, en stenkärna, är något ofullständigt i båda ändar och består liksom de ovannämnda av ett mediant och tvenne laterala partier, alla tre tydligt välvda. Det mellersta begränsas av de tvenne utåtbuktade dorsalfåror. Medianpartiet eller rhachis avsmalnar sålunda mot bägge ändar och är bredast något framom mitten. Glabellan är försedd med 4, i mitten grunda, vid ändarna djupa och breda tvärfåror och blir därigenom tydligt pentamer; de fem segmenten motsvara frontalloben, sidoloberna och nackringen hos *Dalmanites*. Över frontalloben, det främsta segmentet, som blott utgör $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{4}$ av glabellans längd, är glabellan smalare än över det följande eller 1. paret sidolober. Den 4. eller sista av tvärfåror motsvarar nackfåran. Nackringen är även baktil begränsad av en tydlig fåra, som utgör huvudets bakre gräns och fortsätter lateralt. I rhachis äro bakom nackringen trenne segment syuliga, åtskilda av en helt svag fåra. De båda halvmånformiga lateralpartierna äro släta utom i bakre ändan, där de äro försedda med ett par eller tre tvärgående vållar. Den främre av dessa utgör den laterala fortsättningen av nackringen och är alltså huvudets bakre randlist. Den når ej ända ut till randen. Den bakomliggande vallen, som är ännu ofullständigare, tillhör på samma sätt första ringen i pygidiets rhachis och är, liksom en vid gynnsam belysning synlig antydning till en tredje vall, att uppfatta som anlag till pleura. Varje antydning till kindtaggar saknas.

Såsom ovan framhölls, har denna protaspis träffats i lager, som icke föra någon annan trilobit än *D. eucentrus*. Detta kan möjligen berättiga oss att draga den slutsatsen, att larven ifråga tillhör denna art. Den påfallande olikheten med dalmanitesarternas välkända larvform skulle då kunna förklaras med att tommarpslarven är bevarad som stenkärna. Utom de osäkra premisserna i denna slutledning möter oss här även det svårförklarliga förhållandet, att stenkärnan hos det större exemplaret skulle äga primitivare karaktär än skalet av de mindre, ty om båda typerna äro stadier av samma art, måste ju tommarpsfossilat betraktas som det tidigare. Det är då antagligare, att vi här ha framför oss en helt annan art, tillhörande något av de övriga i brachiopodskiffren förekommande släktena. Det därvid närmast tänkbara är *Proetus*, av vilket BEECHER (1895, p. 173, pl. IX, f. 5—6) beskrivit tvenne larvstadier, tillhörande *P. parviusculus* HALL ifrån Utica Slate. Det tidigaste av dem, en anaprotaspis, är slående likt vårt fossil; den väsentliga avvikelser består däri, att glabellan å det sistnämnda avsmalnar tydligare framåt.

De följande utvecklingsperioderna, den *nepioniska*, *neaniska*, *ephebiska* och *gerontiska* bestämmas av BEECHER (1897) på följande sätt för trilobiterna. Den nepioniska börjar, när huvud och pygidium äro tydligt åtskilda, och under detta utbildas alla segmenten i thorax. Under neaniska stadiet är kroppsformen ännu oproportionell och ofullkomlig; ephebiska stadiet är det, under vilket individen når sin högsta utveckling, och det gerontiska är ålderdoms- eller senilitetsperioden. Då föregående artbeskrivning i allmänhet hänför sig till fullväxta exemplar, vill jag här med några ord omnämna de viktigaste förändringarna under den ontogenetiska utvecklingen.

Enligt BARRANDE har *Dalmanites socialis*, som kommer mycket nära våra arter i harpeslede, fulla antalet thoraxled vid en cephalonlängd av 3—4 mm., vilket motsvarar en kroppslängd av 8—12 mm. Vid denna storlek avslutas alltså det nepioniska stadiet och vidtager det neaniska. Under förutsättning av parallell utveckling hos *D. eucentrus* skulle ovannämnda serie av huvudsköldar från Röstånga (sid. 64), med undantag av de beskrivna larverna och möjligen även några av de övriga i de minsta storlekarna, tillhöra den nepioniska perioden. Av neaniska och ephebiska stadierna föreligga vidare lika goda serier.

Å det minsta exemplaret, som är 0,75 mm. långt, och några av de närmast följande i serien synas samma sidoansvällningar på glabellans frontallob, vilka redan anmärkts vid omnämmandet av protaspisstadiet. De får, som begränsa dessa vulster inåt, utplånas emellertid snart och äro redan försvunna å huvudsköldar med en längd av något mer än 1 mm. På dessa och alla större är alltså frontalloben odelad. *Glabellan*, som redan tidigt är pentamer, antager sina definitiva proportioner först vid en längd av 9—10 mm. Det ofärdade fältet emellan loberna upptager hos unga exemplar relativt mer av glabellans bredd än hos äldre, men under tillväxten bli de i början grunda sidoinbuktningarna längre och förhållandevis smälare; de förändras till får, som först äro raka och parallella men sedan böjda och divergerande. Divergensen begynner emellan de två främre paren, därigenom att det främsta under böjning riktas snett framåt. Detta par är även på grund av sitt läge inemot den bredare ändan av glabellan längre än de andra. — Den nu ofärdade pannloben, som hos larven utgjorde högst $\frac{1}{4}$ av glabellans längd, upptager å de mindre huvudsköldarna nära $\frac{1}{3}$ därav, å sådana däremot, som äro större än 10 mm., nära hälften. — Ögonen sitta i början längst fram på kinderna, marginalt, och vandra sedan bakåt, såsom BARRANDE anger. Som i det föregående framhållits, undergår ögat, även sedan det intagit sitt slutliga läge, förändringar, bestående däri, att dess bakre rand rycker framåt i förhållande till glabellans sidofår, medan den främre konstant är belägen något bakom mynningen av främsta sidofåran. Ögat tillväxer det oaktat i storlek, ehuru i mindre proportion än glabellan. Detta avtagande i tillväxt hos ögat är utan tvivel att betrakta som ett ontogenetiskt ålderdomssymtom, med vars inträdande det gerontiska stadiet torde anses taga sin början. Detta stadium, under vilket ögats bakre rand ligger i 2. sidofårans förlängning, omfattar exemplar med mer än 25 mm. lång glabella.

Hypostomat hos de yngsta exemplaren avviker från de äldre 1) genom bakre randens avsevärt kraftigare kurvatur och därav följande större bredd på den bakre skärförmiga limben (jfr s. 61) samt 2) genom tydligt avtagande i bredd bakåt. Den definitiva formen är uppnådd vid en längd av 4 mm.

I *thorax* är pleurornas delfåra tidigt utvecklad och i början mycket bred. Delhällfterna äro jämsnala och inbördes lika. Pleuran utlöper i en kraftig, bakåtböjd spets, som blir proportionellt mindre vid tilltagande ålder.

Det å tavl. I, f. 23, avbildade *pygidiet* är synnerligen belysande i genetiskt hänseende. Brämnet är ännu ej utbildat, utan alla pleuror bära taggar, av vilka de å de främsta (= de yngsta) segmenten äro längst. Dessa segment äro även mycket löst förenade med pygidiet, till vilket de dock måste räknas på grund av sin likhet med de närmast efterföljande. Redan på detta tidiga stadium framträder den bakre pleurahälftens tendens att dominera på den främres bekostnad, vilket är tydligast utpräglat å de bakre segmenten. Av särskilt intresse är det stora antalet pleuror, 8—9, vilket närmare överensstämmer med förhållandet hos *D. mucronatus*. Det mindre antalet hos fullväxta beror naturligtvis på att de 2—3 bakersta hopträngas till oigenkännlighet utmed rhachis (RICHTER, s. 269 ff.).

Skålet är bättre bevarat hos unga individ än hos fullväxta. Hos de senare har det varit mindre fast, vilket framgår däraf, att sköldarna alltid äro tillplattade och skrynkliga, medan de hos ungdomsexemplar äro välvda. Granuleringen är nästan alltid tydlig å unga individ i motsats till äldre, hos vilka man endast mera sällan ser densamma. Detta har dock ej med tillväxten att göra utan är en följd av fossilifieringen. En tillväxtförändring är dock lätt att iakttaga även beträffande granuleringen, vilken i början är grov och oregelbunden men senare blir tät och jämn.

Förekomst.

Dalmanites eucentrus uppträder ymnigt i brachiopodskiffrens undre del (subzon med *D. eucentrus*) vid Tommarp och Röstånga men saknas helt i den övre; vid Nyhamn karakteriserar den hela den därstädes tillgängliga delen av brachiopodskiffern¹. OLIN anför arten vidare från lokal III i vid Röstånga ur lager, som måste tillhöra staurocephalusskiffern. Denna uppgift är troligen felaktig och rör sig antagligen om fynd av *Dalmanites mucronatus*, vilken art karakteriserar staurocephalusskiffrens yngre del vid såväl Tommarp som Röstånga. OLIN, som varken undersökt denna del av trinucleusledet eller den yngre subzonen i brachiopodskiffern, hade följaktligen ej träffat *D. mucronatus* i säkra exemplar och kom därför till den oriktiga slutsatsen, att arten i fråga helt saknas i Skånes trinucleus-skiffer.

¹ Den av LUNDGREN anförda *Chirurus punctatus* ANG. från Nyhamn har med all säkerhet varit neaniska stadier av *D. eucentrus*. Huvudsköldar av dylika finnas nämligen i ett mindre antal bland LUNDGRENs samlingar från nämnda lokal, vilka förvaras i Lunds geologiska museum. I dessa samlingar, som sakna etiketter med artnamn, har jag funnit alla av LUNDGREN angivna fossil med undantag av *Chirurus punctatus* ANG.

Dalmanites mucronatus BRONGN.

Tavl. I, f. 26, 27. Textfig. 12 och 13.

- 1821 *Entomostracites caudatus*, WAHLENBERG, p. 28, pl. II, f. 3.
 1822 *Asaphus mucronatus*, BRONGNIART, p. 24, pl. III, f. 9.
 1823 *Trilobites mucronatus*, VON SCHLOTHEIM, p. 37.
 1827 *Asaphus mucronatus*, DALMAN, p. 51 (236), 83 (268), pl. II, f. 3 a, b.
 1837 *Asaphus mucronatus*, HISINGER, p. 13, pl. II, f. 1 a, b.
 1843 *Phacops mucronatus*, BURMEISTER (partim), p. 113.
 1851, 1854 *Phacops mucronata*, ANGELIN, p. 10, pl. VIII, f. 1.
 ? 1851, 1854 *Phacops eucentra*, ANGELIN, p. 11, pl. IX, f. 1.
 1852 *Dalmanites mucronatus*, BARRANDE, p. 555.
 Non 1858 *Phacops mucronatus*, HOFFMAN, p. 42, pl. IV, f. 5.
 1864 *Phacops (Odontochile) mucronatus*, SALTER, p. 47, textfig. 10.
 ? 1866 *Phacops pulchellus*, LINNARSSON, p. 16, pl. II, f. 1.
 1869 *Phacops mucronatus*, LINNARSSON, p. 59.
 ? 1874 *Phacops mucronata*, LUNDGREN, p. 157 ff.
 1901 *Dalmanites mucronatus*, HOLM, p. 59, textfig. 54.

Denna trilobit är en av de i Sverige allra tidigast observerade. Det är sålunda med säkerhet denna, LINNÉ avbildat 1847 i sin Västgöta Resa, s. 88. Första beskrivningen lämnades av WAHLENBERG, som även gav en bristfällig figur av densamma. Arten har sedan avbildats av DALMAN (1827), ANGELIN (1851, 1854) och SALTER (1864). De här givna figurerna äro av skånska exemplar, vilka, fränsett de genom sammantryckningen uppkomna förändringarna, icke visa någon konstant avvikelse från västgöta- och östgötaexemplaren. Tack vare rikligt material av de sistnämnda, som av prof. G. HOLM ställts till mitt förfogande från Riksmuseet, samt insamling i Skåne har det lyckats mig att fastslå olikheterna emellan de tvänne ofta förväxlade arterna *D. mucronatus* och *D. eucentrus*. Det har därvid visat sig, att båda äro företrädda i Skåne, medan endast *D. mucronatus* konstaterats från övriga Sydsverige.

Beskrivning.

Framför glabellans finnes en tydligt utbildad limb eller randlist, vilken är märkbart bredare än hos *D. eucentrus*. Medan hos den senare huvudets främre ytterkontur är jämnt rundad, nästan halvcirkelformig, bildar samma kontur hos *D. mucronatus* ofta en utbuktning framom pannloben, vilken utbuktning till sin storlek motsvaras av frontallobens större bredd. Dorsalfårorna och glabellans sidofårar äro djupare och mera markerade än hos *D. eucentrus*. Karakteristiskt är att sidofårornas — särskilt de bakres — inre ändar ej utplånas långsamt utan sluta med en fördjupning.

Kindtaggarnas längd är, vad de skånska exemplaren angår, mycket varierande men motsvarar maximalt ungefär $\frac{3}{4}$ av glabellans.

Huvudsköldar, som äro mer än 20—25 mm. långa, överensstämman fullkomligt med *D. eucentrus* i fråga om ögats läge (gerontiskt stadium). För mindre exemplar däremot gäller OLINS uttalande, att »glabellans andra sidofåra utmynnar något framom ögats bakre rand» (fig. 13).

Å en huvudsköld (fig. 12) ifrån Östergötland, 9—10 mm. lång (sen-aneanisk), är avståndet mellan ögat och kindens bakre fåra mindre än 1 mm.; en annan, 21 mm. lång, tillhör ännu det ephebiska stadiet med relativt stora ögon; en tredje, 24 mm., börjar närma sig det gerontiska, vilket slutligen är typiskt utbildat hos en fjärde, som är 33 mm. lång.

På grund av ögats storlek hos sen-aneaniska och ephebiska exemplar blir facialsutrens bakre gren starkt framåtsvängd utanför ögat (fig. 12 och 13).

I thorax delas varje pleura av en långfåra i venne ungefär lika och jämbreda hälfter, av vilka dock den främre avsmalnar och den bakre tilltar i bredd vid innersta ändan. Pleuran avsmalnar i yttre ändan till en bakåtriktad spets, som bildar nästan rät vinkel med övriga delen av pleuran och slutar i jämnhöjd med den närmast efterföljande pleurans bakre rand.

Pygidiet är å opressade exemplar liksom huvudet starkt välvt. Rhachis, vari 11—13 ringar kunna särskiljas, fortsätter bakåt i en grov och stark stjärntag. Av de 8—9 pleurorna utgå de 5 främsta från motsvarande rhachisring. Långslårorna äro i regel djupare och bredare än suturalfårorna. Pleurornas delhälfter äro jämnsnala och inbördes lika, såvida ej den främre avsmalnar i bägge ändar, liksom hos *D. eucentrus*, och över mitten är något bredare än den bakre. Pygidier, tillhörande ungdomet neaniska stadiet, äga oftast samma storleksförhållande emellan de båda pleura-delhäfterna som fullväxta exemplar av *D. eucentrus*. Detta har konstaterats å exemplar från såväl staurcephalusskiffern som brachiopodskiffern i Skåne. I den sistnämnda har vidare träffats enstaka fullväxta exemplar, visande samma förhållande. De främre ribborna äro i yttre ändan böjda, de bakre jämnt och svagt bågböjda eller raka. Ett undulerande bräm förekommer av samma slag som hos *D. eucentrus*. Såsom hos sistnämnda art förhåller sig även granuleringen. Därjämte förekomma å frontalloben glest liggande, vårtformiga upphöjningar, som jag hittills ej observerat å *D. eucentrus*.



Fig. 12.

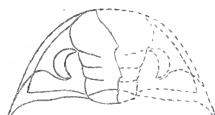


Fig. 13.

Dalmanites mucronatus BRONGN. Huvudsköld. $\frac{1}{4}$. Borens halt, Östergötland.

Dalmanites mucronatus BRONGN. $\frac{1}{2}$. Staurcephalusskiffern vid lokal T 8, Tommarp. Exemplaret är alldeles tillplattat, vilket förorsakat kindtaggarnas starka divergens (The specimen is quite compressed which has caused the considerable divergence of the genal spines).

Den sista beskrivning, som ägnats denna art, härstammar från ANGELIN. Sedermera har arten dock ofta blivit omtalad, så av LINNARSSON (1869) ifrån ett stort antal lokaler för brachiopodskiffer i Västergötland, där den kan anses som ett av de förnämsta ledfossilerna. LINNARSSON beskriver och avbildar även pygidiet till en ny dalmanitesart, *Phacops pulchellus* LARSEN (1866), ifrån samma horisont på Kinnekulle, där det träffats i ett enda exemplar av 4 mm. längd tillsammans med fragment, som han med tvekan hänför till *Ph. mucronatus*. *Ph. pulchellus* tycks sedermera ej ha återfunnits, ehuru den nämnes av både LINDSTRÖM (1888) och HOLM (1901), vilkas uppgifter dock antagligen härstamma från LINNARSSON. Av beskrivningen att döma, vilken i allt väsentligt passar in även på *Dalm. mucronatus*, är det troligt, att LINNARSSON grundat sin art på ungdomsexemplar (neaniskt stadium) av denna. Det avbildade exemplaret erinrar nämligen till hela sin habitus mycket starkt om dylika, insamlade från Röstånga. Stjärntaggen är visserligen kort och trubbig, men den är sannolikt avbruten eller möjligen ej fullt utpreparerad. Figuren med 18 ringar i rhachis och 9 pleuror överensstämmer f. ö. ej med beskrivningen, där talen 12 resp. 7 uppgivas.

De exemplar av *D. mucronatus*, som träffats i Skåne, äro alla sammantryckta och dåligt bevarade. Frånsett en starkare variation beträffande längden av taggar och utskott hos de skånska exemplaren visa dessa ingen väsentlig olikhet med *D. mucronatus* ifrån Västergötland. Frontallimb har dock ej kunnat iakttagas, vilket emellertid beror på att den blivit dold genom den ursprungligen välvda glabellans hoppresning. På grund därav äro huvudsköldarna också ej alltid lätta att skilja från *D. eucentrus*. Vid uppställandet av detta artnamn tycks ANGELIN f. ö. närmast ha avsett skånska exemplar av *D. mucronatus*. För bådas pygidier anger han nämligen sistnämnda arts pleuraantal (»costis 9 dichotomis»). Med uttrycket »abdomine marginato» har ANGELIN avsett det hos de pressade skånska mer än hos västgötaexemplaren (»abdomine immarginato») framträdande undulerande brämet.

Enligt den regelmässiga utvecklingsgången inom fam. *Phacopidae*, sådan den framställtts av REED, vore ju närmast antagligt, att *D. mucronatus* med ett större antal pleuror i pygidiet utvecklats ur *D. eucentrus* med ett färre antal pleuror. Men detta antagande omöjliggöres av iakttagelsen, att den förra arten uppträder tidigare än den senare. Nära släktskap är i varje fall obestridligt och måste bestå i en helt omvänd utvecklingsföljd, således att *D. eucentrus* utvecklats ur *D. mucronatus*. Under den tid, då brachiopodskiffrens äldre del (subzon med *D. eucentrus*) avsattes, voro livsbetingelserna av annat slag och för trilobiter i det hela ogynnsammare än under föregående period, varför *D. eucentrus* kan betraktas som en i vissa hänseenden förkrympt form av *D. mucronatus*; tecken härpå äro t. ex. de mindre ögonen, det tunna skalet och pygidiets få pleuror. Vid den efterföljande sänkningen av havsbotten (jfr den stratigrafiska översikten) inträdde åtminstone för en tid (subzon med *D. mucronatus*) sådana faciesförhållanden, som gynnade en ny utbredning av *D. mucronatus*, medan *D. eucentrus* dog ut. A priori skulle här

även den möjligheten kunna tänkas, att *D. eucentrus* efter upphörandet av de degenerationsverkande orsakerna ägde förmåga att åter nå full utveckling och på så sätt övergå till *D. mucronatus*. En dylik slutsats behöver ej komma i konflikt med DOLLO's lag om utvecklingens irreversibilitet, utan fenomenet är närmast av samma slag, som överallt kan iakttagas beträffande recenta organismers förmåga att anpassa sig efter omgivningen (somationer eller modifikationer). I detta fall böra de båda formerna ej betraktas som skilda arter.

Förekomst.

Dalmanites mucronatus förekommer i Västergötlands staurocephalus- och brachiopodskiffer samt i samma horisont i Östergötland. Den är ytterst allmän i staurocephalusskifferns översta lag vid Tommarp och har träffats i samma horisont vid lokal III i Röstånga, men tycks helt saknas i brachiopodskiffrens lägre del, där den ersättes av *D. eucentrus*. När den sistnämnda upphör i mitten av zonen, vidtager åter *D. mucronatus*, som genomgår zonens övre del, subzon med *D. mucronatus*, såvida denna är fossilförande. Ett undantag bildar, som ovan nämnts, Nyhamn, där *D. eucentrus* finnes även i zonens övre del, vilket antingen beror på att graptolitfacies här inträtt tidigare eller också att de för *D. eucentrus* lämpliga yttre betingelserna här fortsatt längre.

Data rörande utbredningen av *Dalmanites mucronatus* och *D. eucentrus* utanför Sverige.

Både *D. mucronatus* och *D. eucentrus* ha sedan länge omtalats från England, den förre därjämte från etage 5 (mellemsilur) i Norge. Den av HOFFMANN (1858) under namn av *Phacops mucronatus* avbildade huvudskölden från Ösel hör ej alls hit utan är snarare att räkna till *Ph. laevigata* (jfr SCHMIDT 1881).

Genom prof. J. KLÆR har jag erhållit goda exemplar av det fossil, som i Norges silurlitteratur benämnes *Dalmanites mucronatus* BRØNØ. Det har vid en granskning av dessa visat sig, att tvenne skarpt skilda former föreligga. Den ena av dem överensstämmer till alla delar med *D. mucronatus* BRØNØ., medan den andra (tavl. II, f. 23) i hög grad avviker från samtidiga skandinaviska dalmanitesarter och därför må närmare beskrivas här.

Dalmanites Kiæri n. sp.

Tavl. II, fig. 23.

Huvudets omkrets subtriangulär. Glabellan ungefär 1,5 ggr så lång som sin största bredd (över pannloben) och alltså mera jämbred än hos de svenska arterna. Sidofårorna äro breda och nästan raka samt sluta grunda och förtonande inåt. Pannloben är nästan lika lång som bred, till formen rund, och har framom den mediana intryckningen en grov, gles granulering; en mera fin och tät sådan framträder därjämte ej blott på huvudet utan även på thorax och pygidium. Över 3. loppåret motsvarar glabellan knappt $\frac{2}{3}$ av kindens bredd på samma ställe. Huvudets ytterkontur är något inåtsvängd vid mynningen av dorsalfårorna. Randlistens laterala delar (på kinderna) äro ungefär dubbelt så breda som frontaldelen, vilken åter har sin största bredd i kroppens

medianlinje. Ögats bakre rand ligger å det avbildade exemplaret, som har 25 mm. lång huvudsköld, bakom fortsättningen av glabellans 3. sidofåra, d. v. s. ögats relativa storlek är densamma som hos ungdomsexemplar av *Dalmanites mucronatus* med högst 10 mm. lång glabella. Facialsuturens bakre gren är därför ännu starkare S-formigt böjd än hos exemplar i motsvarande storlek av sistnämnda art. Kinderna utdragna i starka taggar.

Varje pleura i *thorax* är försedd med en bred och kraftig längsfåra samt bakåt utdragen i en spets, som är ännu längre och kraftigare än hos *D. mucronatus*.

Pygidiet försedd med en stjärttagg, vars längd ej kunnat utrönas. Rhachis äger 12 skönjbara ringar och upptager nästan en tredjedel av pygidiets bredd. Pleurorna äro på varje sida 9. Snedfåror äro avsevärt grövre än suturalfåror; en ribba består alltså här av tvenne pleurahälfter åtskilda genom en suturalfåra; de båda delhäfterna äro ungefär lika breda. De främre pleurorna äro svagt böjda, de bakre nästan raka. Brämet ungefär lika brett som en av de främre pleurorna, fram till snälare än baktill, inåt undulerande och utåt mera jämnt.

Från *D. mucronatus* avviker denna art genom sin långsträckt kroppform, sin smala glabella och pannlob, sidofåroras form, ögonens storlek, facialsuturens förlopp, frontallimbens bredd samt pleurornas breda längsfåror; till sistnämnda karaktär kan dock understundom motsvarighet träffas hos *D. mucronatus*.

Till kroppformen erinrar *D. Kieri* mycket om *D. obtusi-caudatus* SALT., som anföres från »Caradoc Slate of Coldwell, Westmoreland; in beds over the Coniston Limestone» (SALTER 1864, p. 46), alltså troligen motsvarande Ashgill Shales eller vår brachiopodskiffer. Den senare arten har dock bl. a. mera jämsmal glabella med djupare sidofåror, varjämte facialsuturens bakre gren mynnar betydligt längre fram på huvudets ytterrand.

Horisont: Etage 5 b, brachiopodskifferfacies.

Lokal: Lindöen och Skjælholmen, Kristianiaområdet, Norge.

Mångfaldiga äro uppgifterna om de tvenne phacopidernas uppträdande i *England*, men något full visshet om deras inbördes samband har jag ej lyckats vinna, då de engelska silurgeologerna långt ifrån tyckas ha någon bestämd uppfattning om dessa fossils förhållande till den ena eller andra svenska arten. För översiktens skull vill jag här lämna ett sammandrag av de viktigaste uppgifter, som framkommit i den engelska litteraturen rörande dessa fossil.

MURCHISON (1839) och även senare författare såsom SALTER omtala

Phacops mucronatus BRONGN. i anslutning till närstående engelska arter, men fynd av detta fossil gjordes betydligt senare. Den första uppgift, jag lyckats finna därom är hos

BIGSBY (1868, s. 63),

som anför en art med detta namn från såväl U. Llandovery som Caradoc och Reg. E i Sverige (jfr noten nästa sida). Horisonten U. Llandovery tyder på att samma form avses som hos

MARR & ROBERTS (1885, s. 485),

vilka såsom bevis på förekomst av L. Llandovery vid Haverfordwest nämna uppträdandet av *Phacops mucronatus*. Detta är förklarligt, om vi erinra oss, att MARR (1882, s. 317 ff.) indelade Sveriges brachiopodskiffer i 1) en undre del z. m. *Staurocephalus clavifrons* ANG. med överliggande skiffer med *Ph. eucentra* ANG. i

Skåne och Västergötland, samt 2) en övre, skiffer med *Ph. mucronata* i Västergötland, vilken sistnämnda han räknade till Silurian (= gotlandium).¹

MARR & NICHOLSON, 1888, s. 721, pl. XVI, f. 5-6.

Avbildningen visar ett ganska deformerat exemplar, som mycket väl skulle kunna tillhöra samma art som vår *D. mucronatus*. Det är insömlat från Browgill i Lake District och tillhör U. Skellgill Beds (z. of *Ampyx aloniensis*), vars motsvarighet är att söka i vår yngsta rastritesskiffer. Å sid. 713 angives *Ph. mucronatus* uppträda i »Llandovery Beds of Haverfordwest» och »Upper Brachiopod Schists of Westrogothia», vilka bildningar oriktigt parallelliseras med varandra och med Upper Skellgill Beds. Ifall denna art verkligen är densamma som vår, får man suarare antaga, att *D. mucronatus* går högre upp i England än i Sverige, vilket måste bero på att i södra delen av vårt land gotlandium inledes med en helt ny, för trilobiter främmande facies, i det att graptolitförande skiffer (rastritesskiffer) överallt och tidigare i S än i N ersätter den närmast innan förhärskande, tjockbankade, kalkiga lerskiffern, som avlagrats i grundare vatten än liggandet och hängandet.

Följande uppgifter röra en i Caradoc eller Bala anträffad trilobit, som till en början identifierades med vår västgötaart men senare gått än under namn av *Phacops eucentra* ANG., än betraktats som en varietet, var. *appendiculatus* SALTER, till den förra eller självständig art med detta namn samt på sistone sammanslagits med *D. mucronatus* BRONGN.

SALTER, 1853, s. 12.

En phacopid från Pen-y-Rhiw W om Bala i N Wales beskrives under namn av *Phacops mucronatus* BRONGN.

SALTER, 1864, s. 46, pl. IV, f. 11, 12.

Samma fossil avbildas, beskrives utförligare, och jämföres med den svenska *D. mucronatus* BRONGN., vartill fogas »had it not been already referred... to *P. mucronatus*, I would have preferred keeping it distinct under the name *P. appendiculatus*». Avbildningen tyder på mycket nära förväntskap med *D. eucentra* ANG. (OLIN).

¹ För denna parallellisering torde ligga till grund dels TULLBERGS mening, att Skånes brachiopodskiffer motsvarar »endast den allra lägsta delen av Brachiopodskiffern i Vestergötland» (1882: 2, s. 17), men dels också ANGELINS uppgift om den geologiska nivån för *Dalm. eucentra* ANG. och *Dalm. mucronatus* BRONGN. i *Palaeontologia Suecica*, 1851, där *Reg. Harparum DE* ännu ej avsondrats från *Reg. Encrinurorum E*, anföras dessa trilobiter från sistnämnda region, men denna uppgift har av förbiseende kommit att kvarstå i *Palaeontologia Scandinavica* (1854).

MARR, J. E. (Qu. J. 1878, s. 884).

Under namnet *Phacops (Odontochile) mucronatus* BRONGN. var. anföres ett å ett flertal lokaler inom Lake District i Ashgill Shales förekommande fossil, vilket författaren anser vara samma art som den av SALTER beskrivna.

TÖRNQUIST 1879.

Lämnar i redogörelsen för sin resa i England alldeles samma uppgift som MARR.

MARR 1882.

Under en resa i Skandinavien, varvid han även besökt Skåne, observerade MARR likheten mellan ovannämnda fossil och *D. eucentrus* ANG. Det oaktat omtala ännu

MARR & ROBERTS 1885

»*Phacops mucronatus* var.» ifrån Shoeshook Limestone. Å s. 488 kallas den svenska arten, vid jämförelse med ekvivalenta bildningar i vårt land, »*Ph. eucentra* ANG. (a variety of *Ph. mucronatus?*)», och

NICHOLSON & MARR (Qu. J. 1891, s. 506)

nämna »*Phacops mucronatus* BRONGN. (?)» ifrån »blue shales» i Cross Fell Inlier (ekv. med Ashgill Shales). Men senare uppför

MARR 1892

Ph. eucentra ANG. i fossilistau över Coniston Limestone series, både från *Staurocephalus* Limestone och Ashgill Shales.

ELLES & WOOD (Qu. J. 1896, s. 276).

»*Phacops appendiculatus* SALTER (= *P. eucentra* ANG. ?)» ifrån Bala Rocks i Conway District (N Wales) anses tyda på ekvivalens med Ashgill Shales i Lake District.

REED 1905.

Använder benämningen *Dalmanites appendiculatus* SALTER, varför han synbarligen ej räknar denna art till undersläktet *Dalmanitina*, till vilket den tycks förhålla sig ungefär som *D. eucentrus* OLIN.

MARR 1907, s. 66.

»ANGELIN describès . . . *Dalmanites mucronatus* ANG., which in Sweden is a Valentian form, and *D. eucentrus*, which occurs in the equivalents of the Ashgill Shales. SALTER also separated the North of England form from the type *mucronatus* as var. *appendiculatus*. Later writers have referred all to *mucronatus*, and if the Ashgillian and Valentian forms be distinct they are certainly closely allied.» — Fr. o. m. detta arbete — alltså ett år efter OLINS beskrivning av *D. eucentrus* — använder MARR *D. mucronatus* som namn på både »the Valentian form» (MURCHISON 1839 — MARR & NICHOLSON 1888 ovan) och »the Ashgillian form» (SALTER 1853 — REED 1905 ovan). En sammanslagning tycks dock redan ha gjorts av ETHERIDGE (1888), som i sin fossilförteckning anger *Ph. mucronatus* från Caradoc eller Bala.

Samtidigt som vi börjat skilja på *Dalmanites*-arterna i vårt yngsta ordovicium, se vi sålunda, att de engelska stratigraferna sammanslå motsvarande fossil till en art. Att med full säkerhet fastslå det verkliga förhållandet emellan å ena sidan de engelska å den andra de svenska formerna anser jag emellertid ej möjligt utan tillgång till jämförelsematerial, vilket jag på grund av kriget ej trott mig om att kunna anskaffa. En närmare utredning av denna fråga skulle emellertid vara av stort intresse såsom utgångspunkt för en faunistisk jämförelse emellan Ashgill Shales och Skånes brachiopodskiffer.

Ampyx acus n. sp.

Tavl. II, f. 24.

Kranidium triangulärt, högst 2 mm. långt. Dorsalfårorna äro parallella och övergå baktill under omböjning i randfårorna. De begränsa den breda glabellan, som är platt i de bakre hörnen men f. ö. bär en kraftig, median uppsvällning, vilken är tydligt kölad, ej fullt 1,5 ggr så lång som bred och har sin största höjd och bredd något framom mitten, varifrån den avsmalnar åt båda ändar, framåt fortsättande i en nålformig spets av samma längd som glabellan. I bakre ändan av glabellan finnas ett par djupa intryckningar. Dessa framträda i likhet med dorsal-fårorna bäst på stenkärnan under skalet. De fasta kinderna ha konvex ytterkontur och motsvara i längd $\frac{2}{3}$ av glabellan. Huvudets bakre randlist är mycket bredare i inre än i yttre ändan. Orneringen utgöres av fina linjer, som på de fasta kinderna löpa nästan parallellt med facialsuturen. — Lösa kinder, thorax och pygidium ej anträffade.

Denna art karakteriseras framför allt genom sin obetydliga storlek samt glabellans och bakre randlistens form. Den erindrar något om *Ampyx tenellus* BARR. genom formen på glabellans ansvällning men står mycket närmare *Raphiophorus setirostris* ANG., vilken ANGELIN omtalar från »Regio Da ?» vid Draggåbro i Dalarna. Den sistnämnda är emellertid minst dubbelt så stor samt har relativt kortare

och mera kölad glabella; vinkeln emellan bakre rand- och dorsalfårorna är mindre än 90° (hos *A. acus* är den större än 90°).

Endast en skadad huvudsköld har träffats i brachiopodskiffern, nämligen i dess allra understa lag vid lokal *T 8—T 9*, Tommarp. I liggandet vid samma lokal, staurocephalusskiffern, är arten ganska allmän, ehuru även därifrån endast huvudsköldar föreligga.

Trinucleus sp.

Från lokal *III i* vid Röstånga föreligger ett fragment av det perforerade brämnet till en *Trinucleus*, snarlik *T. cerioides* ANG.

Homalonotus platynotus DALM.

Tavl. II, f. 25.

1828: 2 *Asaphus platynotus*, DALMAN, p. 135.

1837 » » , HISINGER, p. 15.

1854 *Homalonotus platynotus*, ANGELIN, p. 29, pl. XIX, f. 6.

1869 » » , LINNARSSON, p. 72.

Ett par kranidier samt fragment av thoraxled äro anträffade. De förra skilja sig i några detaljer från ANGELINS avbildning. Sålunda är glabellans främre rand mera tvärt avskuren och t. o. m. inbuktad; facialsuturens framför glabellans sammanlöpande grenar bilda en därmed parallell båge bakåt; fasta kindernas bakre limb är bredare än nackringen. Huruvida dessa avvikelser äro verkliga eller bero på brister i ANGELINS figur, har jag ej kunnat avgöra, då jag för jämförelse endast ägt ett mindre gott avtryck från brachiopodskiffern i Västergötland.

Av thorax, som ANGELIN ej avbildat, föreligga, som nämnt, några fragment, vilka visa, att såväl ringarna i rhachis som pleurorna varit genom en djup längsfåra delade i tvenne hälfter, av vilka den främsta är mycket smal i rhachis men något bredare på sidoribban, dock alltid smalare än den bakre hälften. Hos yngre individ har skillnaden i storlek emellan delhälfterna varit mindre.

Arten föreligger endast från brachiopodskiffers yngsta del vid lokal *T 8—T 9*, Tommarp. Den är förut känd ifrån Västergötlands brachiopodskiffer, där den träffats å de mest bekanta lokalerna och är ett viktigt ledfossil.

Acidaspis Olini n. sp.¹

Tavl. I, f. 29.

Endast kranidier anträffade.

Glabbellan är något längre än sin bredd vid basen. Från de tydliga axelfårorna utgå tvenne par tvärfåror, som äro riktade snett inåt-bakåt och avskära tillsammans med sin bakre förtsättning, de falska axelfårorna, och den grova nackfåran två par, mycket smala sidolober, av vilka basalloberna äro längst, tillspetsade mot båda ändar eller utdraget päronlika med bred bas. Framom det främre paret är glabbellans ofårade mittparti (= mittloben) utvidgat åt sidorna, vilken utvidgning motsvarar främsta paret sidolober hos andra acidaspisarter, t. ex. *A. dalecarlica* TÖRNQ. Glabbellans mittlob avsmalnar något bakåt, där dess bredd är lika med eller obetydligt större än basalloben och fasta kinden tillsammans. De fasta kinderna, som nedtill genom en smal list sammanhånga med nackringen, äro föga bredare än denna. Glabbellan starkt välvd. Nackringen saknar taggar men äger en i lämplig belysning synlig, oparjg knöl. Granulering grov och tät men oregelbunden.

Denna art står nära den i Dalarnas trinucleusskiffer (TÖRNQUIST 1884) förekommande *A. dalecarlica*, från vilken den dock skiljer sig genom saknaden av första paret sidolober på glabbellan och genom bredare fasta kinder. Den i trinucleusskiffen vid Tosterup funna *A. Törnquisti* OLIN utmärker sig genom betydligt större bredd på såväl fasta kinder som glabella.

Det avbildade kranidiet är 2 mm. långt. Det är det enda som träffats i brachiopodskiffen och föreligger från dess understa lag å lokal *V a* vid Röstånga. Därjämte ha ett par exemplar insamlats från staurocephalusskiffen vid lokal *III i*, Röstånga.

Harpes sp.

Ett enda harpesfragment har jag anträffat i brachiopodskiffen. Det utgör högra halvan av det för släktet karakteristiska bränet till en huvudsköld samt är insamlat från lokal *V a* vid Röstånga. Bränet visar spår efter punktering, är 3 å 4 mm. brett och har tillhört en huvudsköld av 2 å 2,5 cm. längd.

Proetus sp.

Tavl. I, f. 28.

Endast ett pygidium anträffat. Längd 2,5, bredd ca 4 mm. Rhachis begränsas av konvexa dorsalfåror, avsmalnar långsamt bakåt och slutar 0,5 mm.

¹ Enligt den indelning av fam. *Acidaspidae*, som RUD. och E. RICHTER skisserat i ett förelöpande meddelande (Centralblatt. f. Min. etc., 1917, s. 462), bör denna art räknas till under-släktet *Leonaspis* RICHTER.

innanför ytterranden. I rhachis kunna 11 ringar urskiljas. Pleurorna, som fram-till äro kraftigast, bli bakåt allt svagare men utstråla dock runt bakre ändan av rhachis. Varje pleura är genom en längsfåra, som är kraftigare än angränsande suturfåra, delad i tvenne hälfter, av vilka den främre är något smalare än den bakre. Båda nå nästan ut till randen, varför egentligt bräm saknas, ehuru ytterranden är tillplattad.

Det föreliggande pygidiet härstammar från brachiopodskiffern vid lokal *III i*, Röstånga.

III. Stratigrafisk och paleontologisk översikt.

Av de ovan beskrivna arterna ha förut endast ett fåtal varit omnämnda. Sådana äro nämligen, om från den äldre litteraturen medtagas alla fossil, som med någon säkerhet kunna tänkas härröra från brachiopodskiffern:

Dalmanites eucentrus och möjligen även

Dalmanites mucronatus samt vidare

Climacograptus scalaris, som i det föregående motsvaras av *Cl. scalaris* v. *normalis*

Bellerophon..... » » » » » » ? *B. consobrinus*

Turbo ? » » » » » » *Holopea Mobergi*

Hyalolithus sp. nr 20 ... » » » » » » *Hyalolithus Mobergi*

Lepeditia sp. » » » » » » ? *Primitiella tenera*

Primitia sp. » » » » » » $\left\{ \begin{array}{l} \textit{Primitia conica} \\ \textit{P. harparum} \\ \textit{P. bursa var. scanensis} \end{array} \right.$

alltså summa 8 eller, om vi endast medräkna dem som fullt säkert kunna identifieras, 5 arter. Vad som mest försvårar jämförelsen med äldre uppgifter är, att gränsen emot liggandet ej varit fastställd, vilket förorsakat, att i fossilistor för brachiopodskiffern medtagits arter, som rätteligen tillhöra trinucleusledet. Så har visserligen under senare tid ej varit fallet beträffande Röstånga, där staurocephalus-zonen tidigt blivit konstaterad (LINNARSSON 1879). Denna zon har emellertid först genom här beskrivna fältundersökningar blivit påvisad även från SÖ Skåne, där den egendomligt nog befunnits utgöra en väsentlig del av sedan gammalt kända och jämförelsevis väl tillgängliga profiler samt innehålla en fauna, som i huvudsak ansluter sig till trinucleusskiffern. Att verklig staurocephalusskiffer föreligger, är otvivelaktigt efter fyndet av *Staurocephalus clavifrons*, som visserligen uppträder sporadiskt men dock är funnen vid alla de tre lokaler inom Järrestad—Tommarpsområdet, varest zonen blivit konstaterad. Faunan inom denna zon är, vad trilobiterna beträffar, känd genom OLINS undersökningar men f. ö. ytterst litet beaktad. Då dess bearbetning fallit utanför denna framställning, har jag inskränkt mig till att i samband med lokalbeskrivningarna ange de vid insanlandet anträffade fossilen. Av dessa äro trilobiterna med få undantag samma arter, som OLIN träffat tillsammans med zofossiliet vid Röstånga och Koängen men vilka i allmänhet även förekomma redan i den egentliga trinucleusskiffern. Detta ger alltså stöd åt OLINS uppfattning,

att staurocephalusskiffern i Skåne betydligt närmare ansluter sig till liggandet än till hängandet, en åsikt som redan uttalats av TULLBERG. LINNARSSON har som bekant med utgångspunkt från Västergötland givit uttryck åt ett alledeles motsatt antagande, och senare har KLÆR för Norges vidkommande sammanfört gastropodkalken, som motsvarar vår staurocephalusskiffer, med brachiopodskiffers ekvivalent, *Meristella crassa*-skikten, till en avdelning, mellem-silur (KLÆR 1897 och 1901).

Någon bestämd petrografisk gräns emellan staurocephalus- och brachiopodskiffer förefinnes ej. I allmänhet kan dock sägas, att den förras, ofta i grönt stötande färgtoner saknas i den senare, vilken är mera rent grå, gråsvart eller gråblå. Utom genom sin färg är brachiopodskiffern karakteristisk för sin glimmer- och — särskilt i övre delen — kalkhalt. Här och var uppträda i densamma kvartskornförande skikt, som bildats på relativt grunt vatten. Verkliga konglomerat saknas emellertid och sandigheten är, med undantag av de nämnda skikten, obetydlig, varav synes, att sedimenteringen aldrig blivit avbruten genom bottenens höjning över havsytan. De övre lagren övergå så småningom i graptolitskiffer, vilket tyder på en långsamt skeende sänkning av havsbotten mot periodens slut.

I faunistiskt hänseende däremot skiljer sig brachiopodskiffern i hög grad från liggandet framför allt genom sin betydligt artfattigare trilobitfauna. Gränsen emellan de båda avdelningarna är i detta hänseende också ganska markerad. Av de fem till arten bestämbara trilobiterna äro *Homalonotus platynotus* och *D. eucentrus* helt inskränkta till brachiopodskiffern; *Dalmanites mucronatus* hör visserligen till dess viktigaste ledfossil men uppträder redan i staurocephaluszonen, under det *Acidaspis Olini* och *Ampyx acus* äro funna vid själva basen av brachiopodskiffern och därför i sträng mening ej kunna anses tillhöra dennas fauna, vilket möjligen även kan sägas om *Trinucleus* sp. och *Proetus*. Frånsett dessa fossil, saknas varje spår av trinucleusledets rika trilobitfauna i brachiopodskiffern. Denna snabba förändring av faunan har naturligtvis närmast sin orsak i en faciesväxling, vilken dock, såsom ovan framhållits, ej omedelbart åstadkommit någon ändring i sedimentationen, ty överallt, där övergången mellan de båda zonerna blivit blottad, är den litologiska karaktären ensartad. Vad som inverkat på faunan, tycks sålunda snarare ha varit en ändring i näringsförhållandena e. d. i ogymsam riktning, varigenom en stor del av organismerna dött ut eller utvandrat. Sådana fossil i brachiopodskiffern, som inkommit redan under trinucleusledets tid äro:

<i>Orthis</i> cfr <i>honorata</i>	<i>Hyalithus Mobergi</i>	* <i>Lepidocoleus suecicus</i>
<i>Plectambonites comitans</i>	<i>Ceratiocaris</i> sp.	<i>Dalmanites mucronatus</i>
* <i>P. sericea</i>	* <i>Primitiella tenera</i>	<i>Ampyx acus</i>
<i>Hyattella Törnquisti</i>	* <i>Primitia bursa</i> var. <i>scanensis</i>	? <i>Trinucleus</i> sp.
<i>Bellerophon consobrinus</i>	* <i>Primitia</i> cfr <i>Tolli</i>	<i>Acidaspis Olini</i>
(<i>Holopea Mobergi</i>)	<i>Æchmina Grönwalli</i>	? <i>Proetus</i> .
<i>Hyalithus fibrosus</i>		

De med * betecknade ha träffats redan i trinucleusskiffrens undre del eller tidigare. Några av de uppräknade fossilen genomgå hela eller större delen av brachiopodskiffern, t. ex. *Orthis* cfr *honoralata*, *Holopea Mobergi*, *Primitiella tenera*, *Primitia bursa* var. *scanensis*. Andra dö ut tämligen tidigt såsom *Bellerophon consobrinus*, *Ceratiocaris* sp., *Ampyx acus* och *Acidaspis Olini*. En tredje grupp åter saknas helt i brachiopodskiffrens undre del men visar sig ånyo i den övre; dit höra *Plectambonites sericea*, *Lepidocoleus suecicus* och *Dalmanites mucronatus*.

Huruvida den övriga delen av faunan är nyinvandrad eller ännu fler arter redan förekomma i trinucleusledet, kan, så länge det sistnämndas fauna till största delen är obekant, ej med säkerhet avgöras. Som nyinvandrade kunna räknas *D. eucentrus* och *Holopea Mobergi*, ehuru den senares första uppträdande ägde rum redan i staurocephaluszonens översta del, vidare *Climacogr. scalaris* var. *normalis*, som uppträder fr. o. m. brachiopodskiffrens bas, *Conotreta acuta*, *Bollia biplicata* och *Homalonotus platynotus*, vilka börja först i dess övre del, samt sannolikt även *Rhynchonella borealis*. Till denna avdelning torde för övrigt de flesta ostrakoderna höra.

Anmärkningsvärd är den skånska brachiopodskiffrens ringa anslutning till gotlandium. Sålunda saknas den för likåldriga bildningar i t. ex. Västergötland, Norge och England utmärkande, rika brachiopodfaunan med gotlandisk anstrykning. En staka arter av yngre prägel förefinnas dock. Sådana äro: *Discina* cfr *orbiculoides*, *Meristella* (?) sp., *Rhynchonella borealis*, *Bucaniella atava*, vilken kommer nära den gotlandiska arten *B. trübata* Sow., vidare *Aechmina Grönwalli* med sina närmaste anförvanter i Englands Wenlock samt *Jonesina rectangularis*.

Inom Skånes brachiopodskiffer kan, som redan i det föregående framhållits, särskiljas en undre och en övre avdelning eller subzon. Den förra, **subzon med Dalmanites eucentrus**, karakteriseras framför allt genom sin rikedom på ostrakoder. Dessas stora individ- och artantal liksom bergartens natur gör det troligt, att denna del av Skånes brachiopodskiffer avsatts i ett på något sätt avstängt bäcken med tämligen grunt vatten, en lagun eller dylikt (jfr DEECKE, s. 114), vilket även förklarar den ringa överensstämmelsen med andra silurområden. Den övre avdelningen, **subzon med Dalmanites mucronatus**, har avlagrats på en i långsam sänkning stadd havsbotten, varigenom bergarten så småningom övergår i graptolit-skiffer. Därunder har den fauna, som karakteriserade brachiopodskiffrens undre del, efterhand försvunnit och endast ett fåtal nya arter invandrat. Sådana äro de ovannämnda *Conotreta acuta*, *Bollia biplicata* och *Homalonotus platynotus*; de tvänne första av dessa försvinna dock redan innan *H. platynotus* invandrar.

Subzonen med *D. eucentrus* har sin minsta mäktighet i SÖ Skåne, utgör vid Röstunga en tredjedel av brachiopodskiffern och är slutligen vid Nyhamn dess enda zon, som direkt överlagras av z. m. *Climacograptus scalaris*. De båda subzonernas utbredning framgår av följande tabell:

Subzon med	Nyhamn	Röstänga		Tommarp			M ä k t i g h e t ¹		
							(Thickness)		
						Nyh.	Röst.	Tommarp	
		<i>V a.</i>	<i>III i.</i>	<i>17.</i>	<i>T 8 - T 9.</i>				
<i>D. mucronatus</i>	—	lag 4-7	+	—	lag <i>h-w</i>	0	3.6	2.5* m.	
<i>D. eucentrus</i>	+	» 1-3	+	+	» <i>g-h</i>	3*	1.8	1.0* m.	

Den övre avdelningen är genogående kalkrikare än den undre. Den närmare olikheten i faunistiskt hänseende emellan de båda subzonerna framgår av fossil-listorna från de olika lokalerna samt av tabellen å nästa sida.

Den tillfälliga höjning av havsbotten, som karakteriserar brachiopodskiffrens undre del, måste betraktas som en svag dyning av de rörelser i jordskorpan, vilka förorsakade de under denna period mäktiga strandförskjutningarna med åtföljande ytterst växlande lagserier i t. ex. Norge och England.

Sammanfattas det ovan sagda, få vi alltså följande resultat:

1. Den skånska brachiopodskiffern, TULLBERGS ZON med *Dalmanites mucronatus* eller MOBERGS ZON med *Dalmanites eucentrus*, består av tvenne subzoner, karakteriserade av var sin *Dalmanites*-art.

2. Den har bildats i grundare vatten än såväl liggandet som hängandet.

3. Faunan skiljer sig i följd därav från bådadera men närmar sig mest det förra och har sålunda övervägande ordovicisk karaktär samt lyser endast få gotlandiska former.

4. Det rika inslaget av västliga element, som karakteriserar den samtidiga faunan i Västergötland, Dalarna och Kristianiaområdet, kan spåras här nästan blott, för så vitt det rör sig om former, som leva kvar från staurocephaluszonen.

5. Detta förhållande torde ha sin grund i att brachiopodskiffrens undre del avlagrades i ett mer eller mindre avstängt hav eller bäcken, varigenom invandring av nya former försvårades.

¹ De med * försedda siffrorna beteckna minimimått.

Förteckning över de i Skånes brachiopodskiffer anträffade fossilen
jämte deras horisontala och vertikala utbredning.

List of the fossils found in the Brachiopod beds of Skåne, showing also their horizontal and vertical distribution.

Nr	(+) utmärker, att fossilet i fråga endast träffats i lösa block (indicates that the fossil in question is found only in boulders). +) utmärker, att fossilet i fråga endast träffats vid gränsen emot närmast undre lager (the fossil in question is found only near the boundary of the underlying stratum).	Nyhamn		Röstänga		Tommary		R e g i s t e r (Index)				
		Lokal III i		Lokal V a		Subzon med <i>D. cucentrus</i>		Subzon med <i>Dalmanites mucronatus</i>		Pag.	Pl.	Fig.
		Subz. m. <i>D. cucentrus</i>	Subz. m. <i>D. mucronatus</i>	Subz. m. <i>D. cucentrus</i>	Subz. m. <i>D. mucronatus</i>	Subz. m. <i>D. cucentrus</i>	Subz. m. <i>D. mucronatus</i>					
1 (1)									32			
2 (2)									33			
3 (1)									33			
4 (1)									33		I	1, 2
5 (2)									33			
6 (3)									34			
7 (4)									34, 38		I	3, 4
8 (5)									35		I	5
9 (6)									35, 38		I	6, 7

Graptolites.

Climacograptus scalaris Hns. var *normalis* LAPW.
Diplograptus sp.

Bryozoa.

Bryozoa sp. I.

Brachiopoda.

Lingula cfr *attenuata* Sow.
Lingula sp. I.
Lingula sp. II.
Conobreta acuta n. sp.
Discina cfr *orbiculoides* KR.
Discina (*Orbiculoidea*) *radiata* n. sp.

Summary.

I. Stratigraphy.

The Scanian Brachiopod beds, a well recognizable horizon in different parts of the province, are the same as the zone of *Dalmanites mucronatus* of TULLBERG or the zone of *D. eucentrus* of MÖBERG. Their stratigraphical place appears from the table on p. 30.

1. The rock is a grey or bluish mudstone or shale almost devoid of lamination, rich in small scales of mica and specially in the upper part calcareous. In the lower and middle parts a few thin dark layers are embedded full of quartz grains of varying sizes, the maximum being 5—10 mm. Nearly all the layers contain pyrites. In weathering the upper calcareous beds change into a loose brown substance resembling the Backstein limestone occurring as boulders in the North German drift.

2. The different areas of the Brachiopod beds are easily found on the map of Skåne (fig. 1, p. 7).

At *Nyhamn* (fig 2, p. 9) only the lower subzone (see further on) is developed; it is immediately overlain by the zone of *Climacograptus scalaris*.

Röstånga. At *loc. V a*¹ the entire Brachiopod beds crop out together with the over- and underlying strata. In the Brachiopod beds we can distinguish seven strata the fossils of which are indicated in the lists on p. 12—14. — The series of strata at *loc. III i* is shown in fig. 4, p. 14. The Brachiopod beds of this locality belong to the boundary between the two subzones (see further on).

Järrestad—Tommarp (SE of Skåne). On *loc. 3*, SE of Gisslinge bridge between Järrestad and Tommarp the Brachiopod beds mentioned by earlier writers are proved to be a great boulder of the *Staurocephalus* beds (fig. 5, p. 18). — At *loc. 17* (fig. 6, p. 20) the boundary between the *Staurocephalus* beds (a) and the Brachiopod beds (b) is to be seen. The shale, being accessible in a section made by the river, is cut through by faults. In the description (p. 20—23) the layers *D1—4*, *C*, and *B1—4* belong to the *Staurocephalus* zone, the remaining ones are attributed to the lower subzone of the

¹ For Röstånga and Tommarp the locality indications of MÖBERG (1910) are used in this paper.

Brachiopod beds. — At *loc. T 8—T 9* there is an almost entire profile through the Brachiopod beds and the underlying stratum, the *Staurocephalus* beds. The former consists of the layers *g—w*, the latter of *d—e* (p. 23—27).

3. The Brachiopod beds may as mentioned be divided into two divisions or subzones the distribution and thickness of which are shown in the table on p. 82. As to the fauna the dissimilarity of the subzones is shown in the table on p. 83. The subzone of *Dalmanites eucentrus* which is the earlier one is above all characterised by its abundance of ostracoda. On that account and because of the character of the rock this part of the Brachiopod schists is very likely to have been deposited in a shallow water, where the external conditions have been unsuitable for the trilobites and this has caused the disappearing of the abundant trilobite fauna of the *Staurocephalus* beds. The upper subzone is more calcareous than the lower one and forms what concerns the rock a transition bed to the graptolite bearing strata (z. of *Climacograptus scalaris*). It is poorer in fossils than the lower subzone.

4. In the Brachiopod beds 46 (48) species are found instead of the 5 (8) before known (p. 79, the left side of the table). Of these species 21 are proved to be new, 4 are not before seen in Sweden, 10 are earlier known Swedish species, and the remaining 11 (13) have been determinable only as to their genera. The vertical and horizontal distribution is shown in the table on p. 83.

5. The fauna of the Brachiopod beds is largely composed of species from the *Staurocephalus* zone but is poorer especially in the trilobites. Its Ordovician character is predominating. As Gotlandian species or types we must regard *Discina* cfr. *orbiculoides* KRAUSE, *Rhynchonella borealis* (?) SCHLOTH., *Bucaniella atara* n. sp., *Aechmina Grönwalli* n. sp., and *Jonesina rectangularis* n. sp. The plenteous western elements which characterize the contemporaneous fauna of Västergötland, Dalarna, and the Silurian area of Christiania can be traced here almost only what concerns the species remaining from the *Staurocephalus* zone.

6. The Brachiopod beds and their overlying stratum, the zone of *Climacograptus scalaris*, correspond to the Brachiopod beds of Västergötland, the etage *5 b* in Norway and the Ashgill Shales of the Lake District of England.

7. The zone of *Staurocephalus clavifrons* AXE., not before known from the SE of Skåne and here only mentioned in passing — cf. the fossil lists on pp. 11, 16, 18 and 21—24 — is equivalent to the same zone of Västergötland, the etage *5 a*, the Gastropod Limestone, of Norway, and the *Staurocephalus* Limestone of England. In the province of Skåne it is nearly connected with its underlying stratum the zone of *Annyx Portlocki* BARR.

II. Description of (new) species.

Brachiopoda.

Conotreta acuta n. sp.

Pl. I, f. 3-4.

The acute cone-shaped straight or slightly bent ventral valve is always compressed from two sides, mostly the posterior and anterior ones. The figured specimen shows on each side a well marked groove, running from the beak to the margin. On other specimens more such grooves are observed. They may have been formed because of compression. On account of that the false area with its median furrow when developed has not been preserved. The surface is black and glossy, marked with fine concentric lines of growth, closer on the posterior than on the anterior side and sometimes crossed by very fine radiating lines. At the apex I have been unable to discern any foramen. The internal cast of the circular dorsal valve (pl. I, fig. 4) is ornamented with a concentric striation and shows a well developed septum which occupies $\frac{2}{3}$ or the whole of the length of the valve. On the posterior extremity of the septum and close to the margin there are two pairs of muscular scars the one behind the other. Both of them are small but distinct.

The figured dorsal valve measures 0,86 mm. in length and 0,92 mm. in width the compressed ventral valve 2 mm. in height and — on the base of a flattened side — 1 or 1,25 mm. in width.

The acute angle of the ventral valve and the fine ornamentation distinguish *Conotreta acuta* from other known species of the genus *Conotreta* WALCOTT.

Discina (Orbiculoidea) radiata n. sp.

Pl. I, f. 6-7.

Shell almost circular in outline, a little longer than wide. The ventral valve slightly conical, the pedicle groove occupying one fourth or one third of the diameter. Apex is situated at about two fifths of the distance from the posterior margin. Dorsal valve more convex especially at apex near the margin. Surface glossy, marked with concentric unequal lines of growth, crossed by fine, radiating striae and more prominent thin wrinkles. Length 5 mm., height scarcely 1 mm.

Plectambonites comitans BARR.

Pl. I, f. 8-9.

Of this species well preserved casts are found in the *Staurocephalus* zone and in the Brachiopod beds. They agree in every respect with a few of the figures of

this varying species given by BARRANDE (1879, pl. 56, fig. 33—36). It has perhaps often been confused with *Plectambonites 5-costata* M'COY which according to M'COY (1852, p. 236—237) differs highly as to the interior of the ventral valve.

Hyattella Törnquisti n. sp.

Pl. I, f. 10—12.

The shells, being rarely preserved, are fairly well convex, most near the umbo. The anterior part of the ventral valve in conformity to the rather flattened sides shows a faint concentric striation. The prominent beak is incurved beyond the hinge-line and conceals it. A median, well defined sinus extends increasing in width from near the beak to the anterior margin, occupying a fourth of the width of the valve; some individuals possess a faint median ridge in it. Of the dorsal valve only fragments are known. The figured specimen, an external cast of a somewhat compressed valve, is faintly concentrically striated and shows a longitudinal median fold answering to the sinus of the ventral valve and extending over the whole of the valve. Length and width are in general 3—4 mm. — Best preserved are casts of the interior of the ventral valve where the sinus is still more marked. The umbonal cavity is deep, on each side bounded by a strong dental lamella and provided with distinct muscular impressions, namely a single or double median linear adductor scar and on each side of it a strong diductor passing into the bounding folds of the sinus.

From *H. congesta* BILLINGS and *H. portlockiana* DAV. this species differs by its less dimensions, the less convexity of the shell, the well defined sinus, the ornamentation and the more rounded anterior margin.

The undescribed species *Daya pentagona* TÖRNQUIST mscr. (STOLLEY 1895, p. 56) from the Leptaena limestone of Dalarna agrees in every respect with the diagnosis of the genus *Hyattella* HALL & CLARKE judging from its external appearance. It is larger than the Scanian species and more convex, devoid of striation, but agrees with it in having a well defined sinus with the thin median ridge. Length 8 mm., width 7.5 mm.

Gastropoda.

Bellerophon (Sinuitopsis ?) consobrinus n. sp.

Pl. I, f. 13—14.

Disciform, bellerophonitid shell with large umbilicus. Only fragmentary casts have been met with. Their whorls are keeled and marked with a close transverse

striation quite as *B. avunculus* HADDING or *Sinuitopsis neglecta* BARR. but a little coarser. The section of the whorls seems to be the same as that of *B. avunculus*. Slitband lacking. Shell wall thin, most of the specimens are flattened by compression from various directions.

Bellerophon (Sinuitopsis ?) subtrilobatus n. sp.

Pl. I, f. 15.

Gradually enlarging, carinate volutions. The keel is rounded on the shell, more sharp and biconcave (»subtrilobate») on the casts. Section of whorl rhombic, most abruptly inflected at umbilicus. Slitband lacking. Shell thick, devoid of ornamentation. Aperture not preserved. The figured specimen measures: Diameter 4 mm., height 2 mm. (Another 9 resp. 5 mm.).

Bellerophon (Bucaniella) atavus n. sp.

Pl. I, f. 16.

Umbilicus moderately narrow and deep. The whorl is strongly trilobed, the median lobe largest with plane or slightly convex dorsum which has been more resistant to compression than the remaining shell, as on compressed specimens the edges of this wall appear as two narrow ribbons. These ribbons then do not belong to a slit band, which is lacking here. Towards the aperture the whorl is gradually enlarging. The dimensions are seen on p. 41.

Bucaniella atava is closely related to the American Clinton-Medina shell, *Bucania trilobata* CONRAD but is narrower at the aperture than SOWERBY'S *Bellerophon trilobatus* of the correspondent age of Europe.

Holopea Mobergi n. sp.

Pl. I, f. 17—18.

Height 9—10 mm. Apical angle (60°—)75°—80°. Volutions 4—5, well rounded each of the lower ones being 1,5 times the height of the next above. The aperture is not preserved but to judge from the shape of the whorls it is nearly circular and without any emargination. Near the aperture a few specimens show close but coarse growth lines. The shell for the rest, when preserved, smooth and glossy, wholly devoid of ornamentation. *H. Mobergi* is related to the upper Ordovician species of N. America, indicated on p. 43.

Pteropoda.***Hyalithus Mobergi* n. sp.**

Pl. II, f. 27—29.

Length 34 mm., width of aperture 6—7 mm. Apical angle 13° — $14^{\circ}.5$; the pointed end, being more prolonged, is slightly unsymmetrically curved. The convex side has a rounded keel. Entire surface of shell marked with very fine and close lines of growth, straight on the ventral side, arching forward on the dorsal one, forming a rounded anterior lip. — Most specimens are compressed internal casts almost without ornamentation. — Operculum concentrically striated, consisting of an outwards bent semilunar ventral and a halfconic dorsal part with incurvate sides, forming an angle of about 90° .

Hyalithus sp. ind. On the operculum, figured on pl. II, fig. 26, also the ventral part forms a half-cone. This specimen probably belongs to another species.

***Hyalithus (Orthotheca) fibrosus* n. sp.**

Pl. II, f. 30.

Apical angle about 14° . Only compressed specimens are met with. Both the dorsal and the ventral side seem to have been convex, the latter, however, most. The ornamentation being identical on both sides is very characteristic. It consists of closely lying straight, longitudinal raised lines, increasing in number towards the aperture by regular intercalations of new lines, i. e. by repeated dichotomy of the furrows. At the broad end of the shell 3 or 4 series of lines are to be seen. These lines are crossed by transverse straight ones of irregularly varying sizes.

Ostracoda.

Concerning the orientation of the shells of the *Beyrichiidae* the author agrees with the opinion of JONES, MOBERG & GRÖNWALL, BONNEMA & C.

***Primitiella tenera* LINNÆN.**

Pl. II, f. 1—3.

LINNÆNSSON'S diagnosis of this species is here completed with a description of compressed specimens, two of which are shown on pl. II, f. 3. They are characteristic by the constant distribution of the tubercles and are thought to be synonymic with JONES' species named *Primitia unicornis* ULRICH from Bala beds, near Welshpool, Montgomeryshire.

Primitia harparum n. sp.

Pl. II, f. 4-5.

The dorsal margin straight, making an obtuse angle with the anterior one, which rather abruptly curves downwards to the ventral margin; posterior ventral angle gently rounded. Carapace highest in the middle or a little more forward. The sulcus is on its anterior side provided with a rounded prominence and mostly curved, having an oblique direction against the anterior ventral angle. In the upper third of the valve it is broad and deep and then it gently effaces forming a broad depression and extending below the middle of the shell dividing it into a posterior and an anterior part, the former being the greater and the more convex. Marginal border lacking. — This species is the biggest ostracod of the Brachiopod beds. For the measures see p. 48.

Primitia conica n. sp.

Pl. II, f. 6-7.

Carapace broadly ovate, with straight dorsal margin half as long as the shell. Convexity slightly conical, highest on each side of the sulcus. This is situated a little before the middle of the valve and extends from the dorsal margin to a third of the valve or half of it. It is thin and shallow almost vertical but sometimes it runs obliquely forwards, straight or curved. Near the middle of the valve the furrow is strongly marked, but sometimes in its upper part it is wholly effaced. Surface minutely punctate which mostly is to be seen in the moulds. A few specimens show a line-shaped impression running parallel to the ventral margin but a fair bit inside. — Some specimens have a longer dorsal margin and a lower convexity.

On the interior cast, the most common state of preservation of this fossil, the sulcus is more pronounced and always curved forward at least in its lower part. Its anterior wall is more abrupt than the posterior. The parts of the valve lying behind or before the sulcus are apparently swollen. For the measures see p. 49.

Primitia bursa KRAUSE var. **scanensis** n. var.

Pl. II, f. 8-10.

This variety differs from *P. bursa* by its larger size, more rounded ends and the continuing of the marginal border a good way into the dorsal margin. Two types are to be distinguished, a high one and a low one. They may indicate male and female but the difference is not clearly distinct. For the measures see p. 50.

Primitia (?) biloba n. sp.

Pl. II, f. 11—12.

Only internal casts are met with. Dorsal margin straight; ventral margin gently rounded; ends subequal. On the anterior two thirds of the cast there are seen two transverse lobes, ventrally coalescing, thus forming a U; the posterior lobe is crescent-shaped with a circular elevation near the dorsal margin; the anterior one is the highest and ovoid of form. A circular slightly swollen elevation is seen on some (larger) specimens on the anterior lobe near the dorsal margin. Outside the U-shaped elevation there sometimes runs a shallow furrow the posterior vertical end of which is always distinct. The remainders of the shell on the specimen figured on pl. II, f. 12 showed before the preparing a smooth surface outside the lobes of the cast. For the measures see p. 51.

Because of the lacking of the shell this species cannot be certainly determined. The U-shaped elevation reminds of the species of the Brachiopod beds referred to the genus *Bollia*.

Æchmina Grönwalli n. sp.

Pl. II, f. 14—15.

Hinge line straight, ventral margin convex, ends rounded. Maximum of height on or before the middle of the shell. The strong horn like process on the posterior half of the valve is longer than the height of the carapace, directed upward-outward and curved forward. Surface smooth. Marginal border lacking. For the measures see p. 52.

Most allied to *Æ. bovina* JONES and *Æ. cuspidata* JONES from the Wenlock Limestone and younger beds of England.

Ctenobolbina sexpapillosa n. sp.

Pl. II, f. 16—17.

Hinge line straight, shorter than the shell. Posterior end more rounded and higher than the anterior one, both of them gently passing into the curved ventral margin. Shell slightly convex. The anterior two fifths of the valve are cut off by a sulcus running from the dorsal margin. The sulcus is in its original part well marked and disappears on some specimens already half way to the ventral margin while it on others continues making an oblique curve which reaches to just before the middle tubercle near the ventral anterior corner. Before the sulcus there is a well-defined transverse-ovate or rounded nodule. Moreover, there are along the margins of the shell six more or less centrifugally directed, conical tubercles,

3 dorsal ones and 3 ventral ones. In general they are not placed exactly on the margins but drawn a little inwards; this is above all the case with the ventral ones. The characteristic distribution of the separate tubercles is shown on the figures. The marginal border has not been observed. For the measures see p. 53.

This species belongs to the group of *Ct. subcrassa* of ULRICH & BASSLER.

Ctenobolbina rara n. sp.

Pl. II, f. 18.

Anterior margin almost straight in its upper part, making an obtuse angle with the straight hinge-line. Posterior end rounded and the ventral one gently curved. The valve is highest just before the middle. Besides the main sulcus which according to direction and form agrees with that of *Ctenobolbina sexpapillosa* although apparently shorter, there is a posterior rather faint impression, almost parallel with the former. The low elevation between them, thus having an oblique direction forward and downward, is situated in the centre and is the most convex part of the valve. Before the main sulcus there is a great tubercle, being impressed on the figured specimen and thus having been surrounded by a furrow. Behind the shallow impression and near the postventral corner there is the basis of a broken, probably conical, outwards directed tubercle. Also on this species no marginal border is observed. The only specimen, a right valve, measures: Length 1,25, height 0,71 mm.

Bollia harparum n. sp.

Pl. II, f. 19—20.

Anterior end higher, more convex and with a more curved margin than the posterior one. It is provided with a marginal raised line which while decreasing continues ventrally and then bends upwards crossing the shell as a faint transverse rib at a distance of a fourth to a third of the length of the shell from the posterior margin. Dorsal margin straight, the ventral one more or less uniformly curved. Within the raised line and almost parallel with it there is a very strong U-shaped elevation, composed of two almost straight lobes, crossing almost the entire valve from the dorsal margin and coalescing ventrally. The anterior lobe is the greater and more swollen and thus more or less separate, the ventral connection, however, never discontinued though still fainter than the lobes. — For the measures see p. 55.

***Bollia biplicata* n. sp.**

Pl. II, f. 21—22.

Carapace strongly convex a little longer than high. Hinge line short and straight, end margins and the ventral one strongly curved. A linear indistinct marginal border surrounds the convex outline of the valve. On the anterior two thirds or on small specimens more in the middle of the valve there are as on *Bollia harparum* two transverse strong ridges of equal height, at the base of which an obscure connection may be noticed. While the deep vertical sulcus between the lobes has an oblique forward direction the anterior lobe becomes shorter than the posterior which is also bent, and on adult specimens both the lobes get the same average direction as the sulcus. On young specimens, however, where the sulcus is broader the lobes are straighter and more vertical like those of *Bollia harparum*. A faint furrow surrounds the horse-shoe- or U-ridge, but mostly only its vertical ends are visible. Outside this furrow the carapace is swollen forming a broad callosity, most marked in its dorsal ends, especially the anterior one. — For the measures see p. 56.

***Jonesina rectangularis* n. sp.**

Text fig. 9, p. 57.

Carapace subrectangular, the longer margins being almost straight, the ventral one, however, a little curved in its ends. The two posterior angles are right, the lower one being rounded; anterior margin strongly curved. The valve is bordered both ventrally and on the ends by a faint raised line, sometimes also visible along the hinge line. The surface is raised into a broad curved ridge, forming a lying extended C, divided by a vertical and a horizontal sulcus into four lobes, the upper ones — especially the post-dorsal one — being the highest. For the measures see p. 56.

This Ordovician species may be referred to the genus *Jonesina* ULRICH & BASSLER, before thought to be only of Carboniferous age. It is very like the American species *J. bolliaformis* ULR. & BASSL.

Trilobitae.

Dalmanites eucentrus ANG. (OLIN)

Pl. I, f. 19-24. Text fig. 10 and 11, p. 59-60.

and

Dalmanites mucronatus BRONGN.

Pl. I, f. 26-27. Text fig. 12 and 13, p. 69.

are defined as follows:

<i>Head</i>	<i>Dalmanites eucentrus</i>	<i>Dalmanites mucronatus</i>
Frontal limb	very thin, commonly not visible;	broader and well developed.
Lateral furrows of glabella	shallow;	deep.
Frontal lobe	without tubercles;	covered with coarse tubercles.
Posterior branch of the facial suture	slightly sigmoid;	strongly sigmoid (young specimens; the largest specimens more like <i>D. eucentrus</i>).
Eyes	reaching from the anterior to the middle (large specimens) or to between the middle and posterior pairs of furrows (ephebic specim.);	Ephebic specimens: large, reaching from the anterior to the posterior pair of lateral furrows. Larger specimens = <i>D. eucentrus</i> .
<i>Tail</i>	<i>D. eucentrus</i>	<i>D. mucronatus</i>
Numbers of visible axial rings	(8-)9,	11-13.
Numbers of visible pairs of pleurae	6(-7),	8-9.
Furrows of lateral portions:	Oblique and interpleural furrows equally developed.	Oblique furrows commonly more marked than the interpleural ones.
Pleurae:	The anterior part about half as broad as the posterior one which widens outwards.	The two halves equally developed. Neanic specimens sometimes = <i>D. eucentrus</i> .

The ontogenetic development of *D. eucentrus* is described on p. 64—67 and is closely allied to that of *Dalmanites socialis* BARR. The development of head is shown on fig. 10, p. 59. A tail (pl. I, f. 23) belonging to the nepionic stage has more of pleurae than adult specimens which depends on the fact stated by RICHTER that the posterior pleurae are tending to fuse along the axis.

A few of larval stages of the same species are found. The youngest of them, an anaprotaspis BEECHER, is figured on pl. I, f. 24.¹

D. eucentrus belongs perhaps to that primitive section of the *Dalmanites* group which has been termed *Dalmanitina* REED, but the strange alternation of the appearing of the named two species in the succeeding life-zones suggests more that *D. eucentrus* is an immature stage of *D. mucronatus* and a result of retardating external circumstances after the ceasing of which a perfect development has taken place again.

Horizons. *Dalmanites eucentrus* occurs in the lower part of the Brachiopod beds (subzone of *D. eucentrus*).

D. mucronatus, however, is met with already in the zone of *Staurocephalus clavifrons*, but is lacking in the entire subzone of *D. eucentrus* but appears again in the upper part of the Brachiopod beds, subzone of *D. mucronatus*.

On p. 71—75 a short reference is given of the statements concerning the distribution of *D. eucentrus* and *D. mucronatus* outside Sweden. As to the *English* works it seems to us as if two species are met with, closely allied to the above-mentioned ones, *D. mucronatus* being most allied to the species spoken of by BIGSBY 1868 — MARR & NICHOLSON 1888 (p. 72—73 above) and *D. eucentrus* to that mentioned by SALTER 1853 — MARR 1907 (p. 73—75 above). The specimen figured by SALTER (1864 pl. IV, f. 11—12) resembles *D. eucentrus* very much, but the anterior half of the pleurae — not the posterior one as in our species (see fig. 11, p. 60) — widens outwards while the broader posterior part decreases in the same direction.

In the area of Christiania, Norway, *D. mucronatus* occurs in the *Meristella crassa* beds of »Brachiopodskiffer»-facies. But in the same horizon there is found a very differing species that is not kept distinct from *D. mucronatus*. It may be described as follows:

Dalmanites Kiaeri n. sp.

Pl. II, f. 23.

Outline of head subtriangular. Length of glabella about 1,5 times the width and accordingly more uniform of width than on the Swedish species. Lateral furrows broad and almost straight with shallow interior ends. Frontal lobe almost as long as wide, circular of outline and is before the median pit ornamented with coarse tubercles. In a transverse section across the anterior

¹ Another anaprotaspis described on p. 65 and figured on pl. I, f. 25, is found in the subzone of *D. eucentrus* but is referred to the genus *Proetus*.

pair of lobes the glabella is scarcely $\frac{2}{3}$ as wide as the cheeks. Frontal limb well developed, broadest in its median part. Eyes very large reaching from the anterior pair of lateral furrows close to the neck furrow. The posterior branch of the facial suture strongly sigmoid. Genal angles produced into stout spines. Surface of head-shield, like that of thorax and pygidium, marked with a close granulation. Pleurae of thorax with well developed, oblique furrows and pointed ends. Pygidium with terminal spine. Axis with 12 visible rings, occupies a third of the width of the tail. Pleurae on each side 9. Oblique furrows considerably coarser than the interpleural furrows; the two halves of the pleura about equally broad. The anterior pleurae fairly bent, the posterior rather straight. The limb about as broad as the anterior pleurae, near the front narrower than behind, inwards undulating, outwards more even.

D. Kiæri seems to be allied to *D. obtusi-caudatus* SALT. from the Upper Caradoc of England.

Ampyx acus n. sp.

Pl. II, f. 24.

Cranidium triangular of outline, 2 mm. in length at most. Axial furrows parallel; in their posterior ends they pass over into the marginal furrows. Glabella broad, flattened in its posterior corners, for the rest, however, strongly convex and even medianly carinated. The convexity is hardly 1.5 times as long as wide and has its maximum of height and breadth a little before the middle, from where it decreases to both ends. In front the glabella is produced into an acicular point as long as the rest of the glabella. In the posterior end of the glabella there is a pair of deep impressions. These are, like the axial furrows, most conspicuous on internal casts. Fixed cheeks convex of outline and reaching $\frac{2}{3}$ of the length of the glabella. Posterior marginal border much wider in the interior end than in the exterior one. Surface marked with thin, raised, lines, on fixed cheeks running nearly parallel with the facial suture. — Free cheeks, thorax and pygidium unknown.

Ampyx acus seems to be most allied to *Ampyx setirostris* ANGELIN from the *Chasmops* beds of Dalarna.

Acidaspis Olini n. sp.¹

Pl. I, f. 29.

Only cranidia are met with.

Glabella strongly convex, a little longer than its width at the base; from the well marked axial furrows two pairs of lateral furrows proceed, obliquely inwards-backwards directed. Together with the false axial furrows, forming their posterior continuation, and the broad neck furrow, they cut off two pairs of lateral lobes, which are very narrow, the basal ones being the longest, and acuminate on the

¹ This species belongs to the subgenus *Leonaspis* RICHTER (see the note on p. 77).

ends or lengthened pyriform with broad base. The median lobe of glabella widens slowly forwards and is before the anterior pair of lateral lobes expanded into broad but short lateral projections overhanging the lateral lobes. The width of the posterior end of the median lobe is equal with or a little larger than that of the basal lobe and the fixed cheek together. The fixed cheeks backwards being connected with the neck ring are scarcely broader than the neckring. Granulation coarse and close but irregularly scattered.

Rättelser.

Å sid. 36, rad 5 tillfogas: och Tommarp, *T 9*.
* * * * 7 står 1828, vilket bör vara 1828: 1.

Litteraturförteckning.

Använda förkortningar:

K. V.-A. H.	K. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar. Stockholm.
Övers. K. V.-A. F.	Öfversigt af K. Vetenskapsakademiens Förhandlingar. Stockholm.
G. F. F.	Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar.
Fys. H.	K. Fysiografiska Sällskapets Handlingar. N. F. Lund.
M. L. G.-M. I.	Medd. fr. Lunds Geologisk-mineralogiska Institution.
M. L. G. F.	» » Lunds Geologiska Fältklubb.
S. G. U.	Sveriges Geologiska Undersökning. Stockholm.
D. G. U.	Danmarks geologiske Undersøgelse. Köbenhavn.
Z. D. G. G.	Zeitschrift d. deutschen geologischen Gesellschaft. Berlin.
Qu. J.	The Quarterly Journal of the Geological Society of London.
G. Mag.	The Geological Magazine. London.

ANGELIN, N. P.

1851. Palaeontologia Suecica. P. I. Iconographia Crustaceorum Formationis Transitionis. — Lundae.

1854. Palaeontologia Scandinavica. I. Fasc. I & II. — Lundae.

1878. Samma arbete utg. av G. LINDSTRÖM. — Holmiae.

ANGELIN, N. P., et LINDSTRÖM, G.

1880. Fragmenta Silurica e dono Caroli Henrici Wegelin. — Holmiae.

BARRANDE, J.

1852—79. Système Silurien du Centre de la Bohême. Ière Partie: Recherches Paléontologiques. — Prague.

1852. Vol. I. Crustacés: Trilobites.

1872. Supplément au Vol. I. Trilobites, Crustacés divers et Poissons.

1879. Vol. V. Classe des Mollusques. Ordre des Brachiopodes.

1856. Parallèle entre les Dépôts Siluriens de Bohême et de Scandinavie. — Abh. d. Königl. böhm. Ges. d. Wiss. V. Folge. 9. Bd. — Prague.

BEECHER, C. E.

1895. The larval stages of trilobites. — The Amer. Geologist. Vol. XVI. — Minneapolis, Minn.

1897. Outline of a natural classification of the trilobites. — Amer. Journ. of Sci. Vol. III. — New Haven, Conn.

BIGSBY, J. J.

1868. Thesaurus Siluricus. The Flora and Fauna of the Silurian period. — London.

- BONNEMA, J. H.
 1909. Beitrag zur Kenntnis der Ostracoden der Kuckersschen Schicht (C 2). — Mitt. aus d. Min.-Geol. Inst. der Reichs-Univ. zu Groningen. Bd. II.
 1913. The orientation of the shells of *Bevrchia tuberculata* KLÖDEN sp. — K. Akad. v. Wetenschappen te Amsterdam.
- BRONGNIART, A., et DESMAREST, A. G.
 1822. Histoire Naturelle des Crustacés fossiles sous les rapports zoologiques et géologiques. — Paris.
- BURMEISTER, H.
 1843. Die Organisation der Trilobiten, aus ihren lebenden Verwandten entwickelt; nebst einer systematischen Uebersicht aller zeither beschriebenen Arten. — Berlin.
- DALMAN, J. W.
 1827. Om Palaeaderna eller de så kallade Trilobiterna. — K. V.-A. H. 1826. — Stockholm.
 1828: 1. Uppställning och beskrifning af de i Sverige funne Terebratuliter. — K. V.-A. H. 1827.
 1828: 2. Årsberättelse om nyare zoologiska arbeten och upptäckter, till Kongl. Vetenskaps-Academien afgifven den 31 mars 1828. — Stockholm 1828.
- DAVIDSON, Th.
 1866—71. A Monograph of the British fossil Brachiopoda. Vol. III. Part. VII. The Silurian Brachiopoda. — Palaeontogr. Society. — London.
 1882—84. A Monograph of the British fossil Brachiopoda. Vol. V. Silurian and Devonian Supplements. — Palaeontogr. Soc. — London.
- DEECKE, W.
 1915. Paläontologische Betrachtungen. VII. Ueber Crustaceen. — N. Jahrb. f. Min. etc. Jahrg. 1915, Bd. I. — Stuttgart.
- DE GEER, G.
 1889. Beskrifning till kartbladen Vidtsköffe, Karlshamn (Skånedelen) och Sölvesborg (Skånedelen). — S. G. U. Ser. Aa. N:is 105, 106 & 197.
- ETHERIDGE, R.
 1888. Fossils of the British Islands stratigraphically and zoologically arranged. Vol. I Palaeozoic. — Oxford.
- ELLES, GERTRUDE L., and WOOD, ETHEL M. R.
 1906. A Monograph of British Graptolites. Part V. — Palaeontogr. Soc. — London.
- GAGEL, C.
 1890. Die Brachiopoden der cambrischen und silurischen Geschiebe im Diluvium der Provinzen Ost- und Westpreussen. — Beitr. z. Naturk. Preussens herausgeg. v. d. Physik.-Ökonom. Ges. zu Königsberg. 6. — Königsberg in Pr.
- GRABAU, A. W., and SHIMER, H. W.
 1909—10. North American index fossils invertebrates. — New York.
- GRÖNWALL, K. A., og MILTHERS, V.
 1916. Beskrivelse til Geologisk Kort over Danmark (i Maalestok 1 : 100,000). Kortbladet Bornholm. — D. G. U., I. Række. Nr. 13. — Kjøbenhavn.
- HADDING, A.
 1913. Undre dicellograptusskiffern i Skåne jämte några därmed ekvivalenta bildningar. — Fys. H. Bd. 24. Nr 15. — M. L. G. F. Ser. B. Nr 6.
- HALL, J.
 1847, 1852. Palaeontology of New-York. — Vol. I—II. (National History of New-York) — Albany.
- HALL, J., and CLARKE, J. M.
 1892, 1894. An introduction to the study of the Genera of Palaeozoic Brachiopoda. — Part I—II. — Nat. Hist. N-Y. Palaeont. Vol. VIII. — Albany.
- HEDE, J. E.
 1915. Skånes Colonusskiffer I. — Fys. H. Bd 11. Nr 6. — M. L. G. F. Ser. B. Nr 9. — Lund.

- HISINGER, W.
1837. *Lethæa Svecica seu Petrificata Sveciæ, iconibus et characteribus illustrata.* — Holmiæ.
- HOFFMANN, E.
1858. *Sämmtliche bis jetzt bekannte Trilobite Russlands.* — *Verh. d. russ.-kais. Min. Ges.* zu St. Petersburg. Jahrg. 1857—1858. — St. Petersburg, 1858.
- HOLM, G.
1893. *Sveriges kambrisk-siluriska Hyolithidae och Conulariidae.* — S. G. U. Ser. C. No 112
1901. *Kinnekulle, dess geologi och den tekniska användningen av dess bergarter. I. Kinne kullens berggrund.* — S. G. U. Ser. C. Nr 172.
- HOLST, N. O.
1892. *Beskrifning till kartbladet Simrishamn.* — S. G. U. Ser. Aa. No 109.
- JONES, T. R.
1887. *Notes on the Palæozoic Bivalved Entomostraca.* — No. XXIV. On some Silurian Genera and Species. — *Ann. Mag. Nat. Hist.* 5. Ser. Vol. XIX. — London.
1889. *Notes on the Palæozoic Bivalved Entomostraca.* — No XXVII. On some North-American (Canadian) Species. — *Ann. Mag. Nat. Hist.* 6. Ser. Vol. 3. — London.
1890. *On some Palæozoic Ostracoda from North America, Wales, and Ireland.* — *Qu. J.* Vol. 46.
- JONES, T. R., and KIRKBY, J. W.
1886. *On some fringed and other Ostracoda from the Carboniferous Series.* — *G. Mag.* Dec. III: 3.
- KIÆR, J.
1897. *Faunistische Uebersicht der Etage 5 des norwegischen Silursystems.* — *Vidensk. selsk. Skrifter. I. Mat. naturv. Kl.* 1897. No. 3. — Kristiania.
1901. *Etage 5 i Asker ved Kristiania. Studier over den norske Mellemsilur.* — *Norges geol. unders. aarog f.* 1902. No. 1. — Christiania.
- KRAUSE, A.
1877. *Die Fauna der sogen. Beyrichien- oder Choneten-Kalke des norddeutschen Diluviums.* — *Z. D. G. G.* Bd 29.
1889. *Ueber Beyrichien und verwandte Ostracoden in untersilurischen Geschieben.* — *Z. D. G. G.* Bd XLII.
1891. *Beitrag zur Kenntnis der Ostracodenfauna in silurischen Diluvialgeschieben.* — *Z. D. G. G.* Bd 43.
- LAPWORTH, CH.
1877. *On the Graptolites of County Down.* — *Proc. Belf. Nat. Field Club.* Appendix 1876—77.
- LINDSTRÖM, A.
1880. *Beskrifning till kartbladen Kullen och Höganäs.* — S. G. U. Ser. Aa. No 77 & 78.
- LINDSTRÖM, G.
1888. *List of the fossil faunas of Sweden.* — Stockholm.
- LINNARSSON, J. G. O.
1866. *Om de Siluriska Bildningarna i Mellersta Westergötland. I. Akademisk Afhandling.* — Stockholm. 8^o.
1868. *Bidrag till Westergötlands Geologi.* — *Öfvers. K. V.-A. F.* 1868. No 1.
1869. *Om Westergötlands Cambriska och Siluriska aflagringar.* — *K. V. A. H.* Bd 8. No 2. — Stockholm.
1875. *Anteckningar från en resa i Skånes silurtrakter 1874.* — *G. F. F.* Bd 2.
1879. *Iakttagelser öfver de graptolitförande skifferne i Skåne.* — S. G. U. Ser. C. Nr 31. — G. F. F. Bd 4.
- LUNDGREN, B.
1874. *Om i Skåne förekommande bildningar, som motsvara brachiopodskiffren i Vestergötland.* — G. F. F. Bd 2.

- M'COY, FR.
1852. Description of the British Palaeozoic Fossils in the Geological Museum of the University of Cambridge. — Cambridge.
- MARR, J. E.
1882. On the Cambrian (SEDGW.) and Silurian Rocks of Scandinavia. — Qu. J. Vol. 38.
1892. The Coniston Limestone Series. — G. Mag. Dec. III. Vol. IX.
1907. On the Ashgillian Series. — G. Mag. Dec. V. Vol. IV.
1913. The Lower Palaeozoic Rocks of the Cautley District (Yorkshire). — Qu. J. Vol. 69.
1915. The Ashgillian Succession in the Tract to the West of the Coniston Lake. — Qu. J. Vol. 71.
- MARR, J. E., and NICHOLSON, H. A.
1888. The Stockdale Shales. — Qu. J. Vol. 44.
- MARR, J. E., and ROBERTS, T.
1885. The Lower Palaeozoic Rocks of the Neighbourhood of Haverfordwest. — Qu. J. Vol. 41.
- MOBERG, J. C.
1892. Fossilistor i »Beskrifning till kartbladet Smrishamn». — S. G. U. Ser. Aa. No 109.
1896. Geologisk vägvisare inom Fogelsångstrakten, angifvande läget och geologiska åldern af dervarande observationspunkter för fasta berggrunden. — M. L. G. F. Nr 2. — Lund.
1910: 1. Geological Guide through the valley Jerrestad-Tommarp. — M. L. G.-M. I. Nr 15. — G. F. F. Bd 32. — Congress-guide Nr 40.
1910: 2. Guide to Röstånga (with the lake Odensjön) and Skärålid. — M. L. G.-M. I. Nr 16. — G. F. F. Bd 32. — Congress guide Nr 40.
1911. Historical-stratigraphical review of the Silurian of Sweden. — S. G. U. Ser. C. Nr 229.
1914: 1. Om svenska silurcirripeder. — Fys. H. Bd 26. Nr 1. — M. L. G. F. Ser. B. Nr 7.
1914: 2. Nya bidrag till kännedomen om Sveriges silurcirripeder. — G. F. F. Bd 36.
- MOBERG, J. C., och GRÖNWALL, K. A.
1909. Om Fyledalens Gotlandium. — Fys. H. Bd 20. Nr 1. — M. L. G. F. Ser. B. Nr 3.
- MURCHISON, R. I.
1839. The Silurian System. Part. II. — London.
- NATHORST, A. G.
1877. Om de kambriska och siluriska lagren vid Kiviks Esperöd i Skåne, jemte anmärkingar om primordiaalfaunans lager vid Andrarum. — G. F. F. Bd. 3.
1885. Beskrifning till kartbladet Trolleholm. — S. G. U. Ser. Aa. No 87.
- OLIN, E.
1906. Om de chasmopskalken och trinucleusskiffern motsvarande bildningarna i Skåne. — Fys. H. Bd 17. Nr 3. — M. L. G. F. Ser. B. Nr 1. — Lund.
- PERNER, J.
1903. Gastéropodes. Tome I. — Syst. Sil. du Centre de la Bohême. Ière Partie. Vol. IV. — Prague.
- RAVN, J. P. J.
1899. Trilobitfaunaen i den bornholmske Trinucleusskifer. — D. G. U. H. R. Nr. 10.
- REED, COWPER.
1897. The Fauna of the Kisley Limestone. Part II. Conclusion. — Qu. J. Vol. 53.
1905. The Classification of the Phacopidae. — G. Mag. Dec. V. Vol. II.
- RICHTER, R.
1912. Beiträge zur Kenntnis devonischer Trilobiten. Erster Beitrag: Die Gattung Deche-nella und einige verwandte Formen. — Sonderabdr. aus d. Abh. d. Senckenb. Naturf. Ges. Bd XXXI. — Frankfurt a. M. — 4°.
- SALTER, J. W.
1853. Figures and descriptions illustrative of British organic remains. Decade VII. Pl. I. — Mem. Geol. Surv. — London.
1864. A Monograph of the British Trilobites, from the Cambrian, Silurian, and Devonian formations. Part I. — Palaeontogr. Society. — London.

- SCHLOTHEIM, E. F. v.
1823. Nachträge zur Petrefactenkunde. Zweyte Abtheilung. — Gotha.
- SCHMIDT, FR.
1881. Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten nebst geognostischer Uebersicht des ostbaltischen Silurgebiets. Abtheilung I. Phacopiden, Cheiruriden und Encrinuriden. — Mém. l'Acad. Imp. d. Sciences d. St.-Pétersbourg, VIIe Série. T. XXX, N:o 1. — St.-Pétersbourg.
- STOLLEY, E.
1895. Die cambrischen und silurischen Geschiebe Schleswig-Holsteins und ihre Brachiopodenfauna. I. Geologischer Theil. — Kiel und Leipzig.
- TULLBERG, S. A.
1880. Om lagerföljden i de kambriska och siluriska aflagringarna vid Röstånga. — G. F. F. Bd 5. — S. G. U. Ser. C. N:o 41.
1882: 1. On the Graptolites described by Hisinger and the older Swedish authors. — Bih. K. V.-A. H. Bd 6. N:o 13.
1882: 2. Skånes graptoliter. I. Allmän öfversigt öfver de siluriska bildningarna i Skåne och jemförelse med öfriga kända samtida aflagringar. — S. G. U. Ser. C. N:o 50.
1883. Skånes graptoliter. II. Graptolitfaunorna i Cardiolaskiffern och Cyrtograptusskiffarne. — S. G. U. Ser. C. N:o 55.
- TÖRNEBOHM, A. E., och HENNIG, A.
1904. Beskrifning till blad 1 & 2, omfattande de topografiska kartbladen Landskrona, Lund, Kristianstad, Malmö, Ystad, Simrishamn. — S. G. U. Ser. A 1, a.
- TÖRNQUIST, S. L.
1875. Berättelse om en geologisk resa genom Skånes och Östergötlands paleozoiska trakter, sommaren 1875, inlemnad till Kongl. Vetenskaps-Akademien. — Öfvers. K. V.-A. F. 1875. N:o 10.
1879. Berättelse om en med understöd af allmänna medel utförd vetenskaplig resa i England, Wales och Skottland, afgifven till Kongl. Vetenskaps-Akademien. — Öfvers. K. V.-A. F. 1879. N:o 2.
1884. Undersökningar inom Siljansområdets trilobitfauna. — S. G. U. Ser. C. N:o 66.
1867. On the Diplograptidae and Heteroprionidae of the Scanian Rastrites beds. — Fys. H. Bd VIII.
1913. Några anmärkningar om indelningar inom Sveriges kambro-silur. — G. F. F. Bd 35.
- ULRICH, E. O.
1897. The Lower Silurian Ostracoda of Minnesota. — Geol. of Minnesota. Vol. III, Part II. Paleontology. — Minneapolis, Minn.
- ULRICH, E. O., and BASSLER, R. S.
1909. New American Paleozoic Ostracoda. Preliminary revision of the Beyrichiidae, with descriptions of new genera. — Proc. U. S. Nat. Mus. Vol. XXXV. — Washington.
- ULRICH, E. O., and SCOFIELD, W. H.
1897. The Lower Silurian Gastropoda of Minnesota. — Geol. of Minn. Vol. III. P. II Paleontology. — Minneapolis, Minn.
- WAHLENBERG, G.
1821. Petrificata Telluris Suecanae. — Nova Acta Reg. Soc. Sc. Ups. Vol. VIII. — Upsaliae.
- WIMAN, C.
1894. Ueber die Silurformation in Jemtland. Bull. of Geol. Inst. of Upsala. Vol. I.
- WINCHELL, N. H., and SCHUCHERT, CH.
1895. The Lower Silurian Brachiopoda of Minnesota. — Geol. of Minn. Vol. III. Part I. Paleontology. — Minneapolis, Minn.

Innehållsförteckning.

	Sid.
<i>Förord</i>	3
 <i>I. Stratigrafi.</i>	
Begreppet »Brachiopodskiffer»	5
Historik	6
Lokalbeskrivning	9
1. Nyhamn	9
2. Röstänga	10
Lokal <i>V a</i>	11
Lokal <i>III i</i>	14
Fågelsågsområdet	17
3. Järrestad-Tommarp	17
Lokal <i>3</i>	18
Lokal <i>17</i>	19
Lokal <i>T 8—T 9</i>	23
Bollernp	28
Kiviks-Esperöd	28
De med Skånes brachiopodskiffer ekvivalenta bildningarna inom andra siluområden	28
 <i>II. Artbeskrivning.</i>	
Graptolitae	32
Bryozoa	33
Brachiopoda	33
Lamellibranchiata	40
Gastropoda	40
Cephalopoda	43
Pteropoda	43
Phyllocarida	45
Cirripedia	46
Ostracoda	46
Trilobitae	57
 <i>III. Stratigrafisk och paleontologisk översikt</i>	
Förteckning över de i Skånes brachiopodskiffer anträffade fossilen	79
.....	83
 <i>Summary</i>	
I. Stratigraphy	86
II. Description of (new) species	88
 <i>Litteraturförteckning</i>	
	100

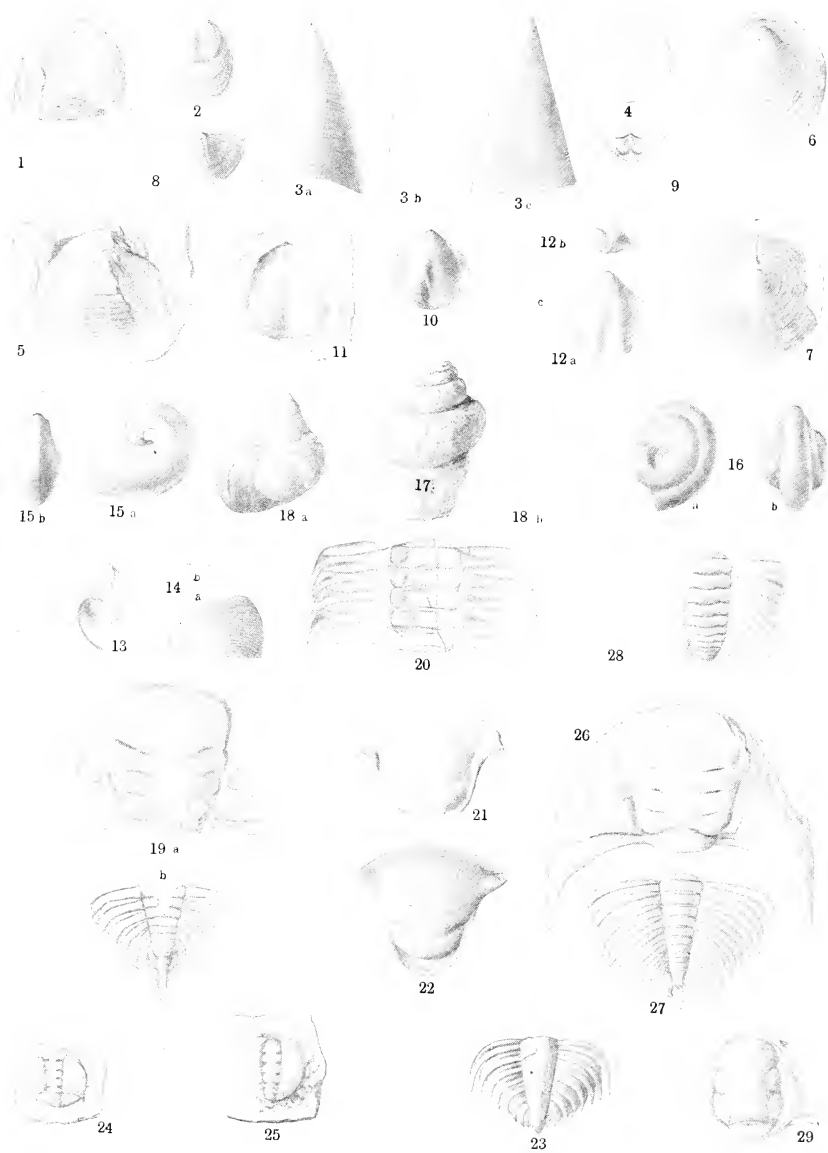
Förklaring till tavlan I.

Originalen tillhöra Lunds Universitets Geologisk-mineralogiska Institution,
samt äro, då ej annat angives, insamlade från brachiopodskiffern.

- Fig. 1. *Lingula* sp. I. Ventralskal. $\frac{5}{1}$. Tommarp, lokal T 9.
» 2. Samma art. Dorsalskal. $\frac{6}{1}$. Röstänga, lokal III i.
» 3. *Comotreta acuta* n. sp. Ventralskal, $\frac{10}{1}$, sett från tvenne sidor (a, b). c) Profil. Röstänga, lokal III i.
» 4. Samma art. Dorsalskal, insida. $\frac{10}{1}$. Röstänga, lokal III i.
» 5. *Discina* cfr *orbiculoides* KRAUSE. Ventralskal. $\frac{3}{1}$. Röstänga, lokal V a.
» 6. *Discina radiata* n. sp. Ventralskal. $\frac{2}{1}$. Röstänga, lokal III i.
» 7. Samma art. Dorsalskal. $\frac{6}{1}$. Röstänga, lokal III i.
» 8. *Plectambonites comitans* BARR. Stenkärna, visande avtryck av ventralskalets insida. $\frac{2}{1}$ Röstänga, lokal III i (staurocephalusskiffer).
» 9. Samma art. Dorsalskalets insida, stenkärna. $\frac{2}{1}$. Röstänga, lokal III i (staurocephalusskiffer).
» 10. *Hyattella Tornquisti* n. sp. Ventralskal. $\frac{3}{1}$. Röstänga, lokal III i.
» 11. Samma art. Avtryck av dorsalskalets utsida. $\frac{6}{1}$. Röstänga, lokal III i (staurocephalusskiffer).
» 12. Samma art. $\frac{2}{1}$. a) och b) Stenkärna, visande avtryck av ventralskalets insida. c) Längdprofil. Röstänga, lokal III i (staurocephalusskiffer).
» 13. *Bellerophon (Sinnitopsis?) consobrinus* n. sp. $\frac{2}{1}$. Tommarp, lokal 17.
» 14. Samma art. a) Del av yndning med striering, b) tvärprofil. Röstänga, lokal III i.
» 15, a, b. *Bellerophon (Sinnitopsis?) subtrilobatus* n. sp. $\frac{5}{1}$. Röstänga, lokal III i.
» 16, a, b. *B. (Bucanicella) atavus* n. sp. $\frac{6}{1}$. Röstänga, lokal III i.
» 17. *Holopea Mobergi* n. sp. $\frac{2}{1}$. Nedersta yndningen har det släta skalet delvis bibehållet. Röstänga, lokal III i.
» 18. Samma art. $\frac{2}{1}$. a) Exemplar med striering i närheten av mynningen. b) Samma ex. i profil. Röstänga, lokal III i.
» 19. *Dalmanites eucentrus* ANG. $\frac{1}{1}$. a) Huvudsköld. b) Pygidium. Kopior efter OLIN, 1906 pl. I, f. 1—2.
» 20. Samma art. Thoraxled. $\frac{1}{1}$. Tommarp, lokal 17.
» 21. Samma art. Hypostom $\frac{1}{1}$. Tommarp, lokal 17.
» 22. Samma art. Do av ungt individ. $\frac{10}{1}$. Röstänga, lokal V a.
» 23. Samma art. Pygidium (nepioniskt stadium). $\frac{14}{1}$. Röstänga, lokal V a.
» 24. Samma art. Anaprotaspis. $\frac{14}{1}$. Röstänga, lokal V a.
» 25. *Proetus?* Anaprotaspis, stenkärna. $\frac{12}{1}$. Tommarp, lokal 17.
» 26. *Dalmanites mucronatus* BROXN. Huvudsköld. $\frac{2}{1}$. Röstänga, lokal V a.
» 27. Samma art. Pygidium. $\frac{2}{1}$. Röstänga, lokal III i.
» 28. *Proetus* sp. $\frac{10}{1}$. Pygidium. Röstänga, lokal III i.
» 29. *Acidaspis Olini* n. sp. Kranidium. $\frac{10}{1}$. Röstänga, lokal V a.

Plate I.

1. Ventral valve.
 2. Dorsal valve.
 3. Ventral valve. Side views (a, b) and outline of back view (c).
 4. Interior of dorsal valve.
 5. Ventral valve.
 6. Ventral valve.
 7. Dorsal valve.
 8. Internal cast of ventral valve.
 9. Internal cast of dorsal valve.
 10. Ventral valve.
 11. External cast of dorsal valve.
 12. a. Internal cast of ventral valve. b. Back view. c. Outline of convexity.
 - 13.
 14. a. Part of whorl showing the striation. b. Outline of convexity of whorl.
 - 15.
 - 16.
 17. On the last whorl a part of the glossy shell is preserved.
 18. a. Ornamentation of shell near the aperture. b. Outline of shell.
 19. a. Cephalon. b. Pygidium.
 20. Part of thorax.
 21. Hypostome.
 22. Hypostome from young specimen.
 23. Pygidium, nepionic stage.
 - 24.
 - 25.
 26. Cephalon.
 - 27.
 - 28.
 - 29.
-



Förklaring till tavlan II.

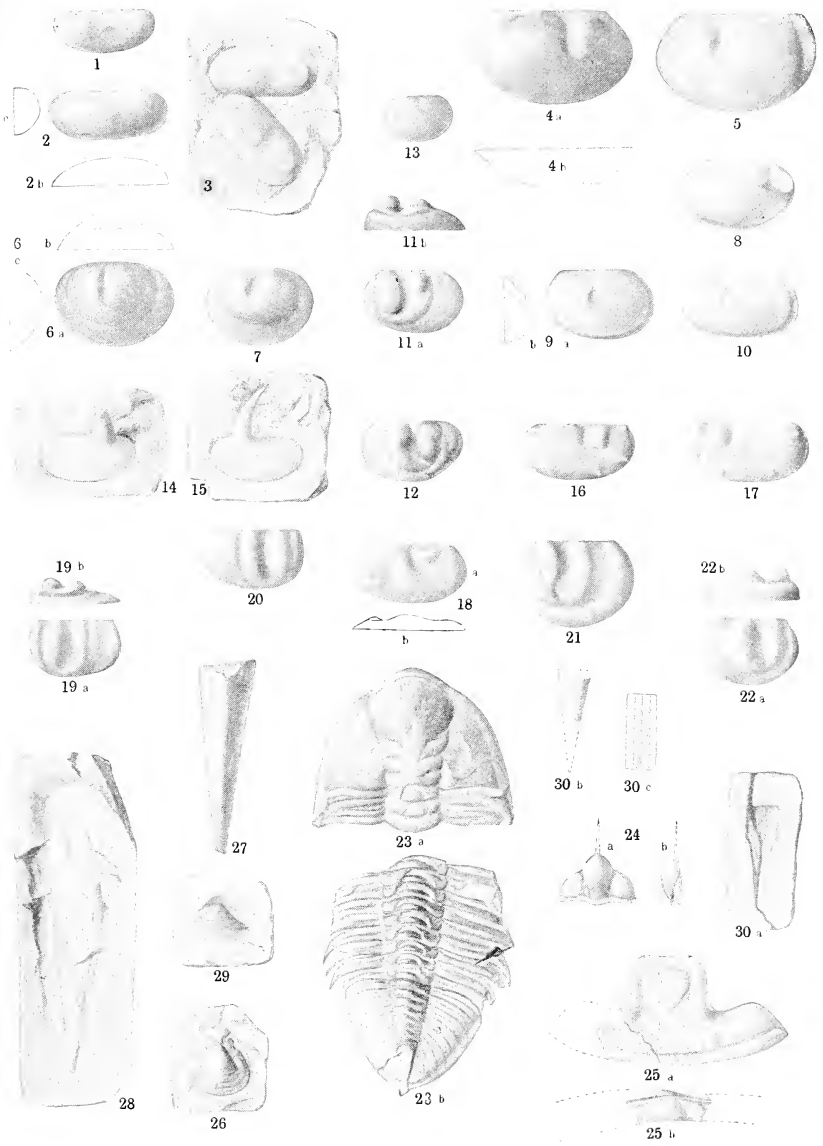
Med undantag av fig. 23 och fig. 27 tillhöra originalen Lunds Univ. Geol.-min. Inst. samt äro, då ej annat anges, insamlade från brachiopodskiffern.

- Fig. 1. *Primitiella tenera* LARSEN. ¹⁸/_i. Vänsterskal. Röstånga, lokal V a.
- » 2. Samma art. ²⁰/_i. Högerskal a) från sidan, b) längd-, c) tvärprofil. Röstånga, lokal III i (staurocephalusskiffer).
- » 3. Samma art. ¹⁷/_i. Tvenne pressade skalhalvor; den översta är vänsterskal. Röstånga, lokal V a.
- » 4. *Primitia harparum* n. sp. ¹⁰/_i. Högerskal Röstånga, lokal V a.
- » 5. Samma art. ¹⁰/_i. Vänsterskal. Röstånga, lokal V a.
- » 6. *Primitia conica* n. sp. ¹²/_i. Vänsterskal, a) från sidan, b) längd-, c) tvärprofil. Röstånga, lokal V a.
- » 7. Samma art. ¹⁴/_i. Stenkärna, vänstra sidan. Röstånga, lokal V a.
- » 8. *Primitia bursa* KRAUSE var. *scanensis* n. var. ¹¹/_i. Högerskal. Röstånga, lokal III i.
- » 9. Samma art. ¹⁵/_i. Stenkärna, vänstra sidan, med tvärprofil. Röstånga, lokal III i.
- » 10. Samma art. ¹²/_i. Stenkärna, vänstra sidan. Tommarp, lokal I7.
- » 11. *Primitia (?) biloba* n. sp. ¹⁰/_i. Stenkärna, vänstra halvan, a) från sidan, b) från ventralranden. Röstånga, lokal V a.
- » 12. Samma art. ¹⁷/_i. Stenkärna, högra halvan, med rester av skalet. Röstånga, lokal V a.
- » 13. *Primitia* cfr. *Tollé* BONNEMA. ¹⁹/_i. Vänsterskal. Röstånga, lokal V a.
- » 14. *Echmina Grönwalli* n. sp. ¹²/_i. Högerskal. Tommarp, lokal I7.
- » 15. Samma art. ¹⁵/_i. Vänsterskal. Röstånga, lokal III i (staurocephalusskiffer).
- » 16. *Ctenobolbina sexpapillosa* n. sp. ¹⁷/_i. Högersida. Röstånga, lokal V a.
- » 17. Samma art. ¹⁷/_i. Vänstersida. Röstånga, lokal V a.
- » 18. *Ctenobolbina rara* n. sp. ¹⁷/_i. Högerskal (a) med profil (b). Röstånga, lokal V a.
- » 19. *Bollia harparum* n. sp. ²⁰/_i. Vänsterskal, a) från sidan, b) från ventralranden. Röstånga, lokal V a.
- » 20. Samma art. ²⁵/_i. Högerskal. Röstånga, lokal V a.
- » 21. *Bollia biplicata* n. sp. ¹⁷/_i. Vänsterskal. Röstånga, lokal V a.
- » 22. Samma art. ¹⁵/_i. Högerskal, a) från sidan, b) från ventralranden. Röstånga, lokal V a.
- » 23. *Dalmanites Kiæri* n. sp. ¹/_i. a) Huvud med 2 thoraxled. b) Resten av thorax jämte pygidium. Lindøen, Kristianiafjorden, Norge. Etage 5 b. Originalet tillhör Kristiania Univ. paleontologiska museum.
- » 24. *Amplex acus* n. sp. ⁵/_i. Huvudsköld (a) med profil (b). Tommarp, lokal I7 (staurocephalusskiffer).
- » 25. *Homalonotus platynotus* DALM. ¹/_i. a) Kranidium. b) Fragment av thoraxled. Lokal T 9, Tommarp.
- » 26. *Hyolithus* sp. indet. Operkulum. ²/_i. Lokal I7, Tommarp.
- » 27. *Hyolithus Mobergi* n. sp. ²/_i. Fragment av det spetsiga skalet. Lokal T 8-9, Tommarp. Originalet tillhör Sveriges Geologiska Undersökning.

- Fig. 28. Samma art. $\frac{2}{1}$. Pressad skalkärna; den breda ändan visar endast avtrycket efter dorsalsidan. Lokal 17, Tommarp.
- » 29. Samma art. $\frac{2}{1}$. Operkulum. Lokal T 8—T 9, Tommarp.
- » 30. *Hyalithus fibrosus* n. sp. a) Avtryck av det spetsiga skalet, $\frac{2}{1}$. b) Stenkärna, $\frac{2}{1}$. c) Förstorad del av avtrycket, visande skulpturen, $\frac{2}{1}$. Fig. c har råkat bli upp- och nedvänd. Lokal III i, Röstånga.

Plate II.

1. Left valve.
 2. Right valve. b. and c. Outlines of convexity.
 3. Two compressed valves, the uppermost is a left one.
 4. Right valve.
 5. Left valve.
 6. Left valve. b. and c. Outlines of convexity.
 7. Internal cast of left valve.
 8. Right valve.
 9. Left valve with transverse outline.
 10. Left valve.
 11. Internal cast of left valve. b. Edge view.
 12. Internal cast of right valve with remainders of the shell.
 13. Left valve.
 14. Right valve.
 15. Left valve.
 16. Right valve.
 17. Left valve.
 18. Right valve. b. Longitudinal outline.
 19. Left valve. b. Edge view.
 20. Right valve.
 21. Left valve.
 22. Right valve. b. Edge view.
 23. Head and two segments of thorax. b. The remaining thorax and the pygidium.
 24. Head. b. Side view.
 25. a. Cranidium. b. Fragment of thorax.
 26. Operculum (see p. 91).
 27. Fragment of the tube.
 28. Internal cast of a compressed tube.
 29. Operculum.
 30. a. External cast of the tube. b. Internal cast. c. Magnified part of a.
-



LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Avd. 2. Bd 15. Nr 4.
KUNGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 30. Nr 4.

SUR LE THÉORÈME DE CONDENSATION DE CAUCHY

PAR

THORILD DAHLGREN



LUND
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG
OTTO HARRASSOWITZ

Présenté dans la séance du 8 mai 1918.

LUND 1918
IMPRIMERIE HÅKAN OHLSSON

À LA MÉMOIRE DE MA MÈRE

Introduction.

Dans son *Cours d'Analyse*, CAUCHY¹ a démontré un théorème qu'on a souvent appelé *le théorème de condensation de CAUCHY* et auquel on donne généralement la forme suivante:

»Soit une série à termes positifs et décroissants

$$\sum_{n=0}^{\infty} f(n);$$

elle converge et diverge en même temps que la série

$$\sum_{n=0}^{\infty} a^n f(a^n),$$

si l'on a $a > 1$.»

L'importance de ce théorème résulte de ce qu'il nous donne des renseignements définitives sur la convergence d'une infinité de séries, si nous connaissons la convergence d'une seule série. Dans les applications, on emploie avec avantage le critère d'ERMAKOFF², critère simple, qu'on peut appliquer aux séries à termes positifs et décroissants. Donc, le problème de convergence de ces séries est, à certains égards, complètement résolu.

De plus, ce théorème forme le point de départ le plus pratique, lorsque on veut établir les critères de convergence de BERTRAND, qu'il obtenait, d'ailleurs, en partant d'un autre théorème de CAUCHY.

Le théorème est susceptible de généralisations dans plusieurs directions. Ainsi, M. GOUWENTAK³ et M. KLUYVER⁴ l'ont étendu aux séries

$$\sum_{n=0}^{\infty} ap^n f(ap^n), \quad \sum_{n=0}^{\infty} (a + bn)^{p-1} f((a + bn)^p), \quad \sum_{n=0}^{\infty} A_n f(a_n)$$

et à d'autres semblables (voir ci-dessous, § 18).

¹ *Œuvres complètes*, 2^e sér., t. 3, Paris, 1897, p. 123—124.

² *Caractère de convergence des séries* (*Bulletin des Sciences mathématiques*, t. 2, 1871, p. 250—256). *Extrait d'une lettre* (ibid., 2^e sér., t. 7, 1883, p. 142—144).

³ *Eene uitbreiding van een tweetal convergentiekenmerken* (*Nieuw Archief voor Wiskunde*, 2^e sér., t. 8, 1909, p. 370—372).

⁴ *Eene uitbreiding van het convergentiekenmerk van Cauchy* (ibid., p. 373—374).

Mais plus profondes et plus importantes sont les généralisations qu'en a donné M. NÖRLUND dans ses cours universitaires. En remplaçant la fonction a^x par une autre fonction et par sa dérivée, il a déduit plusieurs théorèmes de condensation, ou plutôt théorèmes de transformation, dont le plus important est le suivant, donné, sous une forme un peu simplifiée, dans le § 23 de cette thèse, à savoir:

»Les séries

$$\sum_{n=0}^{\infty} f(n) \quad \text{et} \quad \sum_{n=0}^{\infty} f(\varphi(n)) \varphi'(n)$$

convergent et divergent en même temps,

1°. si $f(x)$ est une fonction qui, pour $x > x_0$, admet une dérivée continue de l'ordre p ($p \geq 1$) telle que l'intégrale

$$\int_0^{\infty} |f^{(p)}(x)| dx$$

est convergente; et si, pour $x \rightarrow \infty$,

$$f^{(i)}(x) \rightarrow 0, \quad i = 0, 1, \dots, p-1;$$

2°. nous supposons que la fonction $\varphi(x)$ admet une dérivée continue de l'ordre $p+1$; les dérivées de $\varphi(x)$ des ordres $1, 2, \dots, p+1$ seront, pour $x > x_0$, de signes constants; et, pour $x \rightarrow \infty$, nous aurons

$$\varphi(x) \rightarrow \infty; \quad |\varphi'(x)| < \text{const.}; \quad \varphi^{(i)}(x) \rightarrow 0, \quad i = 2, 3, \dots, p.»$$

Nous avons donc supprimé la condition relativement à $f(x)$ qu'elle soit positive et décroissante; mais, en échange, nous avons imposé à la fonction $\varphi(x)$ des conditions restrictives, auxquelles l'exponentielle a^x ne satisfaisait pas.

La démonstration de M. NÖRLUND repose sur un théorème sur la relation entre la série et l'intégrale

$$\sum_0^{\infty} f(n) \quad \text{et} \quad \int_0^{\infty} f(x) dx,$$

théorème qu'il a établi en se servant de la formule

$$\int_0^n f(x) dx - \sum_0^{n-1} f(v) = \sum_{i=1}^p \frac{B_i}{i!} [f^{(i-1)}(0) - f^{(i-1)}(n)] + (-1)^p \int_0^n \frac{\overline{B}_p(x)}{p!} f^{(p)}(x) dx.$$

Cette identité n'est pas autre chose, d'ailleurs, que la célèbre formule sommatoire découverte par EULER et MACLAURIN.

Le but de notre travail est de généraliser le théorème de condensation de CAUCHY et les théorèmes de M. NÖRLUND, en considérant des séries doubles et multiples au lieu de séries simples. Pour être complet, nous donnerons toutefois d'abord ces théorèmes et quelques autres théorèmes de transformation concernant les séries simples. Puis nous considérerons la fonction $f(x_1, x_2)$, dans laquelle nous ferons la substitution

$$x_\alpha = \varphi_\alpha(\xi_\alpha), \quad \alpha = 1, 2,$$

qui nous conduit à la série double transformée

$$\sum_{\nu_1, \nu_2}^{\infty, \infty} f(\varphi_1(\nu_1), \varphi_2(\nu_2)) \varphi_1'(\nu_1) \varphi_2'(\nu_2).$$

Dans le Chapitre I, nous donnerons, pour faciliter la lecture du chapitre suivant, un résumé de la théorie des nombres et des polynomes de BERNOULLI doubles et multiples, résumé que nous avons emprunté aux cours de M. NÖRLUND.

Le Chapitre II est consacré aux recherches sur la relation entre la convergence et la divergence d'une série et d'une intégrale. Dans la première partie, nous considérerons les séries et les intégrales simples, dans la seconde les séries et les intégrales doubles et multiples.

CAUCHY¹ a démontré le théorème bien connu suivant :

» Soit $f(x)$ une fonction positive, à partir d'une certaine valeur de x , décroissante, et tendant vers zéro lorsque x augmente indéfiniment. Alors la série

$$\sum_{n=1}^{\infty} f(n)$$

est convergente ou divergente, suivant que l'intégrale

$$\int_1^{\infty} f(x) dx$$

a un sens ou non. »

En réalité, ce théorème est déjà donné par MACLAURIN².

Dans le § 5, nous démontrerons qu'il ne faut pas nécessairement supposer la fonction $f(x)$ constamment décroissante, qu'elle peut, au contraire, sous certaines conditions, osciller une infinité de fois entre des limites finies.

M. BROMWICH³ a démontré qu'on peut encore multiplier une fonction positive et décroissante $f(x)$ par un facteur oscillatoire $\sin \varphi(x)$ ou $\cos \varphi(x)$, sans que le théorème de CAUCHY cesse d'être vrai, $\varphi(x)$ étant une fonction croissante admettant une dérivée décroissante $\varphi'(x)$ telle que l'intégrale $\int_1^{\infty} f(x) \varphi'(x) dx$ converge. En remplaçant les fonctions \sin et \cos par une autre fonction oscillatoire, et en remplaçant la fonction $\varphi(x)$ par une autre fonction dont la dérivée n'est pas nécessairement constamment décroissante, nous donnerons, dans le § 6, une forme plus générale du théorème de M. BROMWICH.

Dans les §§ 7—10 nous rendrons compte de quelques théorèmes importants de M. HARDY⁴ et de M. NÖRLUND, théorèmes d'une portée très grande, étant applicables non seulement à des fonctions positives mais à des fonctions d'un caractère beau-

¹ Sur la convergence des séries (*Œuvres complètes*, 2^e sér., t. 7, Paris, 1889, p. 267—279).

² *A treatise of fluxions*, Edinburgh, 1742, p. 289—290.

³ *The relation between the convergence of series and of integrals* (*Proceedings of the London Mathematical Society*, 2^e sér., t. 6, 1908, p. 327—338).

⁴ *Theorems connected with MacLaurin's test for the convergence of series* (*Proceedings, etc.*, 2^e sér., t. 9, 1910, p. 126—144).

coup plus général. En vertu d'un théorème récent de M. LITTLEWOOD¹, nous donnons au théorème principal la forme suivante:

»La série et l'intégrale

$$\sum_{n=1}^{\infty} f(n) \quad \text{et} \quad \int_0^{\infty} f(x) dx$$

convergent et divergent en même temps,

si la fonction $f(x)$, qui pour $x \rightarrow \infty$ tendra vers zéro, a une dérivée $p^{\text{ème}}$ continue et bornée; et si l'intégrale

$$\int \bar{B}_p(z) f^{(p)}(z) dz$$

est convergente, $\bar{B}_p(z)$ désignant une certaine fonction périodique.»

Dans la seconde partie du Chapitre II, nous passerons à des séries et des intégrales doubles et multiples. Nous donnerons d'abord le théorème de CAUCHY pour la série et l'intégrale

$$\sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} f(m, n) \quad \text{et} \quad \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} f(x, y) dx dy,$$

et la généralisation correspondant à notre théorème du § 5.

Puis nous démontrerons quelques théorèmes sur la relation entre la convergence et la divergence d'une série double et de l'intégrale double correspondante, théorèmes tout à fait analogues à ceux de M. HARDY du § 7 et de MM. HARDY et NÖRLUND du § 10. C'est en établissant la formule sommatoire d'EULER-MACLAURIN pour les fonctions de deux variables que nous arriverons à la généralisation de ce dernier théorème.

Dans les derniers paragraphes du Chapitre II, nous considérerons une fonction particulière, à savoir

$$f(x + t_1 + t_2),$$

le théorème précédent admettant, dans ce cas, une forme assez simple:

»La série et l'intégrale doubles

$$\sum_{n=1}^{\infty} f(x + \nu_1 \omega_1 + \nu_2 \omega_2) \quad \text{et} \quad \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} f(x + t_1 + t_2) dt_1 dt_2$$

convergent et divergent en même temps, si la fonction $f(z)$, qui pour $z \rightarrow \infty$ tendra vers zéro, admet une dérivée continue de l'ordre m ($m \geq 2$), et si les intégrales

$$\int f(z) dz \quad \text{et} \quad \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} |f^{(m)}(t_1 + t_2)| dt_1 dt_2$$

sont convergentes.»

En général, les théorèmes s'étendent immédiatement à des fonctions de plusieurs variables.

¹ *The converse of Abel's theorem on power series* (Proceedings, etc., 2^e sér., t. 9, 1910, p. 434-448).
HARDY and LITTLEWOOD, *Contributions to the arithmetic theory of series* (Proceedings, etc., 2^e sér., t. 11, 1912, p. 411-478).

Les théorèmes sur la relation entre la convergence des séries et des intégrales peuvent être considérés comme des critères intégrales de première espèce. Dans le chapitre suivant, nous aurons souvent l'occasion de les appliquer en cette qualité. On pourrait encore employer les relations du Chapitre II pour établir des égalités asymptotiques entre la série et l'intégrale en question. Cependant, dans ces recherches, ces dernières égalités n'ont pour nous qu'un intérêt secondaire.

Le Chapitre III est consacré aux recherches sur les théorèmes de condensation et sur les autres théorèmes de transformation pour les séries simples (Section I), ainsi que pour les séries doubles et multiples (Section II).

Dans le § 18, nous donnerons une démonstration tout à fait rigoureuse du théorème de CAUCHY, les démonstrations figurant dans la littérature n'étant pas parfaitement exactes. Remarquons d'ailleurs, déjà à cette place, que la condition de CAUCHY, au sujet des termes de la série, qu'ils doivent être décroissants, n'est pas une restriction essentielle. Car une série convergente à termes positifs est *absolument* convergente. Par conséquent, l'ordre des termes de la série n'a aucune influence sur la question de convergence ou divergence de la série. On peut donc appliquer, d'une manière ou d'une autre, le théorème de condensation à une série quelconque à termes positifs.

Dans les §§ 19—21, nous donnerons quelques théorèmes de transformation pour les séries à termes positifs, dont le plus général est conçu en ces termes:

»Soit $f(x)$ une fonction positive, tendant vers zéro pour $x \rightarrow \infty$, et telle que

$$\frac{f(x+\theta)}{f(x)} < c, \quad 0 < \theta < 1, \quad c \text{ const.} > 0;$$

soit $\varphi(x)$ une fonction positive et croissant vers l'infini pour $x \rightarrow \infty$, admettant une dérivée continue et positive, telle que

$$\frac{\varphi'(x+\theta)}{\varphi'(x)} < c, \quad 0 < \theta < 1, \quad c \text{ const.} > 0.$$

Alors, les séries

$$\sum_{n=1}^{\infty} f(n) \quad \text{et} \quad \sum_{n=1}^{\infty} f(\varphi(n)) \varphi'(n)$$

convergent et divergent en même temps.»

Remarquons encore qu'on peut de ces théorèmes tirer le théorème bien connu d'ABEL, retrouvé par M. PRINGSHEIM, qu'on a

$$nf(n) \rightarrow 0, \quad n \rightarrow \infty,$$

pour les séries à termes positifs et décroissants. Et nous verrons, en outre, que ce théorème est encore vrai, sous certaines conditions, pour des séries à termes positifs mais non nécessairement *constamment* décroissants.

En terminant cette section du Chapitre III, nous démontrerons, après l'avoir simplifié un peu en tenant compte du théorème cité de M. LITTLEWOOD, un des théorèmes de transformation de M. NÖRLUND:

»Soit $f(x)$ une fonction tendant vers zéro pour $x \rightarrow \infty$ et admettant une dérivée $p^{\text{ième}}$ continue et absolument intégrable; soit $\varphi(x)$ une fonction tendant vers l'infini

pour $x \rightarrow \infty$ et admettant une dérivée continue et bornée de l'ordre $p + 1$; soient les dérivées $\varphi^{(i)}(x)$, $i = 1, 2, 3, \dots, p + 1$, de signes constants; et soit la dérivée $\varphi'(x)$ bornée.

Alors, les séries

$$\sum_{n=1}^{\infty} f(n) \quad \text{et} \quad \sum_{n=1}^{\infty} f(\varphi(n))\varphi'(n)$$

sont, en même temps, convergentes et divergentes.»

Dans la seconde section du Chapitre III, nous avons réuni les théorèmes de condensation et de transformation se rapportant aux séries doubles et aux séries multiples. En général, ces théorèmes ne sont que des généralisations immédiates de ceux de la première section du chapitre. Cependant, le théorème de transformation le plus général étant assez compliqué, si nous considérons la série double $\Sigma f(\nu_1, \nu_2)$, nous nous dispenserons de le donner ici, nous contentant d'établir le théorème pour les séries doubles

$$\sum_{\nu_1=1}^{\infty} \sum_{\nu_2=1}^{\infty} f(x + \nu_1 \omega_1 + \nu_2 \omega_2) \quad \text{et} \quad \sum_{\nu_1=1}^{\infty} \sum_{\nu_2=1}^{\infty} f(x + \varphi_1(\nu_1) \omega_1 + \varphi_2(\nu_2) \omega_2) \varphi_1'(\nu_1) \varphi_2'(\nu_2).$$

Pour n'être pas obligé de donner, à plusieurs reprises, des conditions telles que «à partir d'une certaine valeur de x » et d'autres semblables, nous avons employé dans ces recherches les notations

$$\sum_{\nu_1=1}^{\infty}, \quad \sum_{\nu_2=1}^{\infty} \quad \text{et} \quad \int_{\nu_1=1}^{\infty}, \quad \int_{\nu_2=1}^{\infty}$$

c'est à dire, nous n'avons pas indiqué les limites inférieures des séries et des intégrales.

On pourrait encore effectuer des recherches de ce genre en considérant des séries et des intégrales sommables. Cependant, dans cette thèse, nous nous sommes borné aux recherches esquissées ci-dessus.

Ajoutons encore que nous avons commencé des recherches sur la relation entre la convergence des séries et des intégrales et sur la transformation des séries, en considérant des critères intégrales de seconde espèce.

Qu'il me soit permis d'exprimer ma profonde reconnaissance envers mes chers et vénérés maîtres, MM. T. BRODÉN et N. E. NÖRLUND, professeurs de mathématiques à l'Université de Lund, qui, pendant le cours de mes études universitaires, m'ont cessé de me témoigner l'intérêt le plus bienveillant.

Comme on l'a vu, plusieurs des théorèmes de cette thèse remontent à M. NÖRLUND. Et c'est en assistant à ses cours et en travaillant sous sa sûre direction que j'ai reçu les impressions qui ont inspiré cette étude. Je le prie de vouloir bien accepter ici l'hommage de ma sincère gratitude.

CHAPITRE I.

Sur les nombres et les polynomes de BERNOULLI doubles et multiples.

§ 1. Dans ce chapitre, nous donnerons un résumé sommaire des éléments de la théorie des nombres et des polynomes de BERNOULLI doubles et multiples, pour faciliter la lecture du chapitre suivant.

Les nombres de BERNOULLI simples sont les nombres B_ν définis par le développement en série de MACLAURIN

$$\frac{t}{e^t - 1} = \sum_{\nu=0}^{\infty} B_\nu \frac{t^\nu}{\nu!}.$$

Comme on le sait, les nombres de BERNOULLI sont rationnels. Et nous savons de plus que tous les B_ν d'indice impair sont nuls, sauf B_1 qui est égal à $-\frac{1}{2}$. Quant aux B_ν d'indice pair, les premiers ont pour valeurs

$$B_0 = 1, \quad B_2 = \frac{1}{6}, \quad B_4 = -\frac{1}{30}.$$

Nous définirons les polynomes de BERNOULLI simples comme les polynomes $B_\nu(z)$ du développement

$$\frac{t e^{zt}}{e^t - 1} = \sum_{\nu=0}^{\infty} B_\nu(z) \frac{t^\nu}{\nu!}.$$

Par conséquent, les polynomes $B_\nu(z)$ sont liés aux nombres B_ν par l'équation

$$B_\nu(z) = z^\nu + \binom{\nu}{1} B_1 z^{\nu-1} + \dots + \binom{\nu}{i} B_i z^{\nu-i} + \dots + B_\nu,$$

d'où, en faisant homogène,

$$B_\nu(z|\omega) = z^\nu + \binom{\nu}{1} B_1 \omega z^{\nu-1} + \dots + \binom{\nu}{i} B_i \omega^i z^{\nu-i} + \dots + B_\nu \omega^\nu.$$

Dans la suite nous emploierons les notations

$$\frac{\omega t}{e^{\omega t} - 1} = \sum_{\nu=0}^{\infty} B_\nu \omega^\nu \frac{t^\nu}{\nu!} \quad \text{et} \quad \frac{\omega t e^{zt}}{e^{\omega t} - 1} = \sum_{\nu=0}^{\infty} B_\nu(z|\omega) \frac{t^\nu}{\nu!}.$$

§ 2. Définissons maintenant les nombres et les polynômes de BERNOLLI doubles,

$$B_{\nu}^{(2)}(\omega_1, \omega_2) \quad \text{et} \quad B_{\nu}^{(2)}(z | \omega_1, \omega_2),$$

par les développements

$$(1) \quad \frac{\omega_1 \omega_2 t^2}{(e^{\omega_1 t} - 1)(e^{\omega_2 t} - 1)} = \sum_{\nu=0}^{\infty} B_{\nu}^{(2)}(\omega_1, \omega_2) \frac{t^{\nu}}{\nu!},$$

et

$$(2) \quad \frac{\omega_1 \omega_2 t^2 e^{zt}}{(e^{\omega_1 t} - 1)(e^{\omega_2 t} - 1)} = \sum_{\nu=0}^{\infty} B_{\nu}^{(2)}(z | \omega_1, \omega_2) \frac{t^{\nu}}{\nu!}.$$

Des définitions des nombres B_{ν} et des polynômes $B_{\nu}(z | \omega)$, on tire maintenant sans difficulté les relations

$$B_{\nu}^{(2)}(\omega_1, \omega_2) = \sum_{i=0}^{\nu} \binom{\nu}{i} B_i B_{\nu-i} \omega_1^i \omega_2^{\nu-i}$$

et

$$(3) \quad B_{\nu}^{(2)}(z_1 + z_2 | \omega_1, \omega_2) = \sum_{i=0}^{\nu} \binom{\nu}{i} B_i(z_1 | \omega_1) B_{\nu-i}(z_2 | \omega_2);$$

en d'autres termes, les nombres et les polynômes de BERNOLLI doubles s'expriment par les nombres et les polynômes de BERNOLLI simples. Pour abrégier, nous écrivons dans la suite $B_{\nu}^{(2)}$ au lieu de $B_{\nu}^{(2)}(\omega_1, \omega_2)$, et $B_{\nu}^{(2)}(z)$ pour $B_{\nu}^{(2)}(z | \omega_1, \omega_2)$.

Dans le chapitre suivant, nous aurons besoin des valeurs de $B_{\nu}^{(2)}(z)$ pour les arguments $0, \omega_1, \omega_2, \omega_1 + \omega_2$. En vertu des développements (1) et (2), on voit aisément que les polynômes $B_{\nu}^{(2)}(z)$ satisfont aux deux équations fonctionnelles simultanées

$$(4) \quad \frac{B_{\nu}^{(2)}(z + \omega_1) - B_{\nu}^{(2)}(z)}{\omega_1} = \nu B_{\nu-1}(z | \omega_2),$$

$$(4') \quad \frac{B_{\nu}^{(2)}(z + \omega_2) - B_{\nu}^{(2)}(z)}{\omega_2} = \nu B_{\nu-1}(z | \omega_1),$$

équations qui, dans la théorie de ces polynômes, sont d'une importance fondamentale. A l'aide des définitions et des équations aux différences, nous pouvons immédiatement écrire les formules que nous avons en vue:

$$(5) \quad \left\{ \begin{array}{l} B_{\nu}^{(2)}(0) = B_{\nu}^{(2)} \\ B_{\nu}^{(2)}(\omega_1) = B_{\nu}^{(2)} + \omega_1 \omega_2^{\nu-1} \nu B_{\nu-1} \\ B_{\nu}^{(2)}(\omega_2) = B_{\nu}^{(2)} + \omega_1^{\nu-1} \omega_2 \nu B_{\nu-1} \\ B_{\nu}^{(2)}(\omega_1 + \omega_2) = B_{\nu}^{(2)} + ((-1)^{\nu-1} \omega_1 \omega_2^{\nu-1} + \omega_1^{\nu-1} \omega_2) \nu B_{\nu-1} \end{array} \right.$$

dont on peut encore simplifier la dernière en se rappelant que tous les B_ν d'indice impair sont nuls, sauf B_1 :

$$(5') \quad \begin{cases} B_\nu^{(2)}(\omega_1 + \omega_2) = B_\nu^{(2)} + (\omega_1 \omega_2^{\nu-1} + \omega_1^{\nu-1} \omega_2) \nu B_{\nu-1}, & \nu \neq 2 \\ B_2^{(2)}(\omega_1 + \omega_2) = B_2^{(2)}. \end{cases}$$

D'ailleurs, on peut exprimer $B_\nu^{(2)}(\omega_1 + \omega_2)$ à l'aide de $B_\nu^{(2)}$ seul. Car des développements (2) et (1), il suit pour $z = \omega_1 + \omega_2$

$$\frac{\omega_1 \omega_2 t^2 e^{(\omega_1 + \omega_2)t}}{(e^{\omega_1 t} - 1)(e^{\omega_2 t} - 1)} = \frac{\omega_1 \omega_2 t^2}{(e^{-\omega_1 t} - 1)(e^{-\omega_2 t} - 1)} = \sum_{\nu=0}^{\infty} B_\nu^{(2)} \frac{(-t)^\nu}{\nu!},$$

d'où

$$(6) \quad B_\nu^{(2)}(\omega_1 + \omega_2) = (-1)^\nu B_\nu^{(2)}.$$

En passant, nous nous rappelons qu'on a de même

$$B_\nu(\omega | \omega) = (-1)^\nu B_\nu \omega^\nu.$$

Ajoutons encore que l'équation (2), n fois différenciée par rapport à z , nous donne

$$D_z^n B_\nu^{(2)}(z) = \nu(\nu - 1) \dots (\nu - n + 1) B_{\nu-n}^{(2)}(z).$$

La première dérivée est donc

$$(7) \quad D_z B_\nu^{(2)}(z) = \nu B_{\nu-1}^{(2)}(z),$$

d'où, par intégration, les égalités

$$(8) \quad \int_0^{\omega_1} B_\nu^{(2)}(z_1 + z_2) dz_1 = \frac{1}{\nu+1} \left(B_{\nu+1}^{(2)}(\omega_1 + z_2) - B_{\nu+1}^{(2)}(z_2) \right) = \omega_1 B_\nu(z_2 | \omega_2)$$

et

$$\int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} B_\nu^{(2)}(z_1 + z_2) dz_1 dz_2 = \omega_1 \int_0^{\omega_2} B_\nu(z_2) dz_2 = 0.$$

§ 3. Les nombres et les polynômes de BERNOULLI multiples seront définis par les développements

$$\frac{\omega_1 \omega_2 \dots \omega_p t^p}{(e^{\omega_1 t} - 1)(e^{\omega_2 t} - 1) \dots (e^{\omega_p t} - 1)} = \sum_{\nu=0}^{\infty} B_\nu^{(p)}(\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_p) \frac{t^\nu}{\nu!},$$

et

$$\frac{\omega_1 \omega_2 \dots \omega_p t^p e^{zt}}{(e^{\omega_1 t} - 1)(e^{\omega_2 t} - 1) \dots (e^{\omega_p t} - 1)} = \sum_{\nu=0}^{\infty} B_\nu^{(p)}(z | \omega_1, \omega_2, \dots, \omega_p) \frac{t^\nu}{\nu!}.$$

Comme auparavant, nous emploierons les notations abrégées

$$B_{\nu}^{(p)}(\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_p) = B_{\nu}^{(p)},$$

$$B_{\nu}^{(p)}(z | \omega_1, \omega_2, \dots, \omega_p) = B_{\nu}^{(p)}(z).$$

A l'aide de ces deux développements et des développements suivants

$$\frac{\omega_i t}{e^{\omega_i t} - 1} = \sum_{\nu=0}^{\infty} B_{\nu} \omega_i^{\nu} \frac{t^{\nu}}{\nu!} = \sum_{\nu=0}^{\infty} B_{\nu}^{(1)}(\omega_i) \frac{t^{\nu}}{\nu!}$$

$$\frac{\omega_i t e^{zt}}{e^{\omega_i t} - 1} = \sum_{\nu=0}^{\infty} B_{\nu}(z | \omega_i) \frac{t^{\nu}}{\nu!} = \sum_{\nu=0}^{\infty} B_{\nu}^{(1)}(z | \omega_i) \frac{t^{\nu}}{\nu!}$$

les nombres et les polynomes se réduisent aux nombres et aux polynomes d'une multiplicité inférieure. En particulier, nous avons

$$B_{\nu}^{(p)} = \sum \frac{\nu!}{i_1! i_2! \dots i_p!} B_{i_1} B_{i_2} \dots B_{i_p} \omega_1^{i_1} \omega_2^{i_2} \dots \omega_p^{i_p} \quad \left\{ \begin{array}{l} i_1 + i_2 + \dots + i_p = \nu \\ i_r = 0, 1, 2, \dots, \nu \\ r = 1, 2, 3, \dots, p \end{array} \right.$$

$$B_{\nu}^{(p)}(z_1 + z_2 + \dots + z_p) = \sum \frac{\nu!}{i_1! i_2! \dots i_p!} B_{i_1}(z_1 | \omega_1) B_{i_2}(z_2 | \omega_2) \dots B_{i_p}(z_p | \omega_p)$$

En appliquant parfaitement les raisonnements du paragraphe précédent, on trouve des résultats analogues que nous nous dispenserons de traiter en détails, les notant seulement:

Les polynomes satisfont à des équations aux différences des ordres 1, 2, 3, ..., p , à savoir

$$A_{\omega_i} B_{\nu}^{(p)}(z) = \nu B_{\nu-1}^{(p-1)}(z | \omega_1, \omega_2, \dots, \omega_{i-1}, \omega_{i+1}, \dots, \omega_p), \quad i = 1, 2, 3, \dots, p,$$

où A_{ω} désigne l'opération

$$A_{\omega} f(z) = \frac{f(z + \omega) - f(z)}{\omega},$$

et, en général,

$$A^i B_{\nu}^{(p)}(z) = \nu(\nu-1) \dots (\nu-i+1) B_{\nu-i}^{(p-i)}(z), \quad i = 1, 2, 3, \dots, p,$$

(toutes les $\frac{p!}{(p-i)! i!}$ combinaisons des paramètres $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_p$ pris i à la fois).

Correspondant à (5) et à (5'), on trouve des identités du type

$$B_{\nu}^{(p)}(\omega_1 + \omega_2 + \dots + \omega_i) = B_{\nu}^{(p)} + \nu \sum_{k=1}^i \omega_k B_{\nu-1}^{(p-1)} + \nu(\nu-1) \sum_{k,l} \omega_k \omega_l B_{\nu-2}^{(p-2)} + \dots +$$

$$+ \nu(\nu-1) \dots (\nu-i+1) \omega_1 \omega_2 \dots \omega_i B_{\nu-i}^{(p-i)};$$

en particulier, on a

$$B_{\nu}^{(p)}(0) = B_{\nu}^{(p)}.$$

Correspondant à (8), on a

$$B_{\nu}^{(p)}(\omega_1 + \omega_2 + \dots + \omega_p) = (-1)^{\nu} B_{\nu}^{(p)}.$$

Enfin

$$(7) \quad D_z^{\nu} B_{\nu}^{(p)}(z) = \nu(\nu - 1) \dots (\nu - n + 1) B_{\nu-n}^{(p)}(z),$$

d'où des systèmes des intégrales multiples du type

$$(8') \quad \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} \dots \int_0^{\omega_i} B_{\nu}^{(p)}(z_1 + z_2 + \dots + z_p) dz_1 dz_2 \dots dz_i = \omega_1 \omega_2 \dots \omega_i B_{\nu-i}^{(p)}(z_{i+1} + z_{i+2} + \dots + z_p).$$

Dans ce résumé de la théorie des nombres et des polynomes de BERNOULLI doubles et multiples, nous n'avons donné que les faits dont nous aurons besoin dans le chapitre suivant.

CHAPITRE II.

Sur la relation entre la convergence des séries et des intégrales.

I. Séries et intégrales simples.

§ 4. Dans ses *Exercices de Mathématiques*, CAUCHY¹ a démontré le théorème suivant sur la convergence des séries:

Soit $f(x)$ une fonction positive, à partir d'une certaine valeur de x , décroissante et tendant vers zéro, lorsque x augmente indéfiniment. Alors la série

$$\sum_{n=1}^{\infty} f(n)$$

est convergente ou divergente, suivant que l'intégrale

$$\int f(x) dx$$

a un sens ou non.

Ce théorème, employé souvent dans des recherches sur la convergence des séries, peut être généralisé dans plusieurs directions.

§ 5. D'abord, il ne faut pas nécessairement supposer que la fonction $f(x)$ soit décroissante *sans cesse*. Le théorème reste encore vrai si l'irrégularité de la décroissance et la croissance de $f(x)$ n'est pas trop grande, c'est à dire, si l'oscillation reste comprise entre des bornes finies. En effet, on a le théorème:

Théorème. — *Soit $f(x)$ une fonction positive, à partir d'une certaine valeur de x , et tendant vers zéro*

$$f(x) \rightarrow 0, \quad x \rightarrow \infty;$$

et supposons qu'elle décroisse de telle manière que

$$\frac{f(x+\theta)}{f(x)} < c, \quad 0 < \theta < 1,$$

¹ *Sur la convergence des séries* (*Œuvres complètes*, 2^e sér., t. 7, Paris, 1889, p. 267—279). Cf. surtout p. 272—273.

Sous une autre forme, le théorème est déjà démontré par MACLAURIN, *A treatise of fluxions*, Edinburgh, 1742, p. 289—290.

c étant une constante positive finie. Dans ces conditions, la série et l'intégrale

$$\sum_{n=1}^{\infty} f(n) \quad \text{et} \quad \int_1^{\infty} f(x) dx$$

convergent et divergent en même temps.

On a, en effet, les inégalités

$$f(p + \theta_1) < \int_p^{p+1} f(x) dx < f(p + \theta_2), \quad 0 \leq \theta_i \leq 1, \quad i = 1, 2,$$

$f(p + \theta_1)$ et $f(p + \theta_2)$ étant la plus petite et la plus grande valeur de $f(x)$ dans l'intervalle $p \leq x \leq p + 1$.

Or, suivant l'hypothèse, on a les inégalités

$$\frac{1}{c} f(p + 1) < f(p + \theta) < c f(p), \quad 0 \leq \theta \leq 1,$$

d'où

$$\frac{1}{c} f(p + 1) < \int_p^{p+1} f(x) dx < c f(p).$$

Faisons maintenant varier l'entier p de n à $m - 1$, on trouve

$$\frac{1}{c} \sum_{n+1}^m f(p) < \int_n^m f(x) dx < c \sum_n^{m-1} f(p).$$

Donc, la série

$$\sum_{n=1}^{\infty} f(n)$$

et l'intégrale

$$\int_1^{\infty} f(x) dx$$

sont convergentes et divergentes en même temps.

Parmi les fonctions susceptibles de l'application de ce théorème, il y a donc, entre autres, celles où les termes des séries qui en dérivent sont d'une oscillation ininterrompue.

Par exemple, la fonction

$$f(x) = \frac{1 + \cos^2 \frac{\pi x}{2}}{x^\alpha}, \quad \alpha > 0,$$

nous donne, pour $\alpha = 1, 2, \dots$, les séries

$$\sum_{n=1}^{\infty} f(n) = \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{3} + \frac{1}{2} + \frac{1}{5} + \frac{1}{3} + \frac{1}{7} + \frac{1}{4} + \dots$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} f(n) = \frac{1}{1^2} + \frac{2}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \frac{2}{4^2} + \frac{1}{5^2} + \frac{2}{6^2} + \dots \quad \text{etc.,}$$

dont les termes sont, pour des valeurs de n suffisamment grandes, alternativement plus petits et plus grands que le terme précédent.

Plus généralement, soit $f(x)$ une fonction positive et décroissante; des fonctions telles que

$$f(x)(a + b \cos x), \quad a > b; \quad f(x)e^{a+b \cos x}, \quad e > 0; \quad f(x)a^{x-E(x)}, \quad a > 0,$$

$E(x)$ étant le plus grand entier inférieur à x , satisfont aux conditions du théorème.

Remarque. — Il ne sera pas inutile de remarquer que le théorème de CAUCHY et le théorème de ce paragraphe n'exigent pas nécessairement que la fonction $f(x)$ tende vers zéro pour x croissant vers l'infini. Il suffit que la fonction tende vers une limite déterminée et que la fonction soit plus grande que cette limite.

En effet, $f(x)$ tendant vers la limite s

$$f(x) \rightarrow s, \quad x \rightarrow \infty,$$

nous n'avons qu'à considérer la fonction $f(x) - s$ au lieu de $f(x)$ pour voir que les théorèmes restent encore vrais.

§ 6. Considérons maintenant une généralisation intéressante du théorème de CAUCHY, donnée, il y a dix ans, par M. BROMWICH¹. Il a montré qu'il est encore permis, sous certaines conditions, de multiplier une fonction positive et décroissante $f(x)$ par un facteur oscillatoire $\sin \varphi(x)$ ou $\cos \varphi(x)$, sans que le théorème cesse d'être vrai. Voici son théorème:

Soit $f(x)$ une fonction positive et décroissante

$$f(x) \rightarrow 0, \quad x \rightarrow \infty;$$

soit $\varphi(x)$ une fonction positive et croissante

$$\varphi(x) \rightarrow \infty, \quad x \rightarrow \infty,$$

admettant une dérivée décroissante $\varphi'(x)$

$$\varphi'(x) \rightarrow 0, \quad x \rightarrow \infty;$$

et supposons que l'intégrale

$$\int_0^{\infty} f(x) \varphi'(x) dx$$

soit convergente.

Dans ces conditions, la série

$$\sum_{n=1}^{\infty} f(n) \frac{\sin}{\cos} \varphi(n)$$

et l'intégrale

$$\int_0^{\infty} f(x) \frac{\sin}{\cos} \varphi(x) dx$$

convergent et divergent en même temps.

¹ The relation between the convergence of series and of integrals (Proceedings, etc., 2^e sér., t. 6, 1908, p. 327—338).

Dans ce théorème de M. BROMWICH, il ne faut pas nécessairement supposer $\varphi'(x)$ décroissante *sans cesse*. Et l'on pourrait en outre remplacer le facteur oscillatoire $\frac{\sin x}{\cos x}$ par une fonction quelconque dont l'oscillation reste comprise entre des limites finies et dont la dérivée aussi est bornée. En réalité, le théorème est susceptible de la généralisation suivante:

Théorème. — Soit $f(x)$ une fonction positive et décroissante

$$f(x) \rightarrow 0, \quad x \rightarrow \infty;$$

soit $\psi(x)$ une fonction dont l'oscillation reste comprise entre des limites finies et dont la dérivée aussi est bornée

$$|\psi(x)| < C, \quad |\psi'(x)| < C;$$

soit $\varphi(x)$ une fonction positive et croissante

$$\varphi(x) \rightarrow \infty, \quad x \rightarrow \infty,$$

admettant une dérivée $\varphi'(x)$ tendant vers zéro

$$\varphi'(x) \rightarrow 0, \quad x \rightarrow \infty,$$

et supposons

$$\frac{\varphi'(x + \theta)}{\varphi'(x)} < e, \quad \theta > 0,$$

e étant une constante positive et finie;

soit, enfin, l'intégrale

$$\int f(x) \varphi'(x) dx$$

convergente.

Dans ces conditions, la série

$$\sum f(n) \psi(\varphi(n))$$

et l'intégrale

$$\int f(x) \psi(\varphi(x)) dx$$

sont convergentes et divergentes en même temps.

La démonstration se rapproche de celle du théorème de M. BROMWICH. Il ne faut que des modifications légères.

Posons

$$f(x) \psi(\varphi(x)) = F(x)$$

et considérons la différence

$$\int_n^{n+1} F(x) dx - F(n).$$

On trouve

$$\begin{aligned} \int_n^{n+1} F(x) dx - F(n) &= \int_0^1 [F(n+x) - F(n)] dx \\ &= \int_0^1 dx \int_0^x F'(n+y) dy. \end{aligned}$$

Or,

$$|F'(n+y)| \leq C|f'(n+y)| + C|f(n+y)| \cdot |\varphi'(n+y)|,$$

les fonctions $\psi(x)$ et $\varphi'(x)$ étant inférieures à C .

Des conditions concernant $f(x)$ et $\varphi(x)$ il résulte

$$f'(x) < 0, \quad \varphi'(x) > 0.$$

On en tire

$$|F'(n+y)| \leq -Cf'(n+y) + Cf(n+y) \cdot \varphi'(n+y)$$

d'où, en vertu de la décroissance de $f(x)$ et de l'hypothèse relativement à $\varphi'(x)$,

$$|F'(n+y)| \leq -Cf'(n+y) + Cc f(n) \varphi'(n).$$

Cela posé, on a

$$\int_0^x |F'(n+y)| dy \leq C(f(n) - f(n+x)) + Cc f(n) \varphi'(n) \cdot x$$

c'est à dire

$$\leq C(f(n) - f(n+1)) + Cc f(n) \varphi'(n),$$

x variant dans l'intervalle $0 \leq x \leq 1$.

Donc, la différence satisfait à l'inégalité

$$\left| \int_n^{n+1} F(x) dx - F(n) \right| \leq C(f(n) - f(n+1)) + Cc f(n) \varphi'(n)$$

En soumettant cette inégalité à une sommation, on voit que le second membre a une limite. Car la série

$$\sum_{n=0}^{\infty} [f(n) - f(n+1)]$$

est évidemment convergente; et, en vertu du théorème du § 5, il en est de même de la série

$$\sum_{n=0}^{\infty} f(n) \varphi'(n),$$

l'intégrale

$$\int_0^{\infty} f(x) \varphi'(x) dx$$

étant supposée convergente.

Donc, la série et l'intégrale

$$\sum_{\nu}^{\infty} f(\nu) \psi(\varphi(\nu)) \quad \text{et} \quad \int_1^{\infty} f(x) \psi(\varphi(x)) dx$$

convergent et divergent en même temps, c. q. f. d.

Plus loin, dans un autre ordre d'idées, nous considérerons des fonctions satisfaisant aux conditions que doit remplir $\psi(x)$, à savoir les fonctions périodiques¹

$$\overline{B}_{\nu}(x) = B_{\nu}(x - E(x))$$

qui, en vertu de la relation (7); admettent les dérivées

$$\nu \overline{B}_{\nu-1}(x) = \nu B_{\nu-1}(x - E(x)).$$

§ 7. Le théorème intéressant de M. BROMWICH n'est qu'un cas particulier d'un théorème de M. HARDY², qui a donné récemment le théorème important et élégant que nous écrivons sous la forme suivante³.

Soit $f(x)$ une fonction tendant vers zéro

$$f(x) \rightarrow 0, \quad x \rightarrow \infty;$$

supposons qu'elle admette une dérivée continue $f'(x)$, et admettons que l'intégrale

$$\int_1^{\infty} |f'(x)| dx$$

soit convergente. Dans ces conditions, la série et l'intégrale

$$\sum_{\nu}^{\infty} f(\nu) \quad \text{et} \quad \int_1^{\infty} f(x) dx$$

sont, en même temps, convergentes et divergentes.

La démonstration se ramène essentiellement à l'identité élémentaire

$$\int_n^{n+1} (n+1-x) f'(x) dx = -f(n) + \int_n^{n+1} f(x) dx,$$

d'où on obtient l'inégalité

$$\left| \sum_1^n f(\nu) - \int_1^{n+1} f(x) dx \right| \leq \int_1^{n+1} |f'(x)| dx.$$

Dans ce qui suit, nous aurons souvent l'occasion de faire usage de ces deux relations.

¹ $E(x)$ désignant, comme à l'ordinaire, le plus grand entier inférieur à x .

² *Theorems connected with MACLAURIN'S test for the convergence of series* (*Proceedings*, etc., 2^e sér., t. 9, 1910, p. 126-144).

³ l. c., p. 127.

§ 8. Dans cet ordre d'idées, M. HARDY¹ a généralisé immédiatement son théorème en démontrant un énoncé auquel nous donnerons la forme:

Si l'une des deux intégrales

$$\int_0^{\infty} |f^{(2k+1)}(x)| dx, \quad \int_0^{\infty} |f^{(2k+2)}(x)| dx$$

est convergente,

et si la fonction $f(x)$ et ses $2k$ premières dérivées tendent vers zéro

$$f^{(i)}(x) \rightarrow 0, \quad x \rightarrow \infty, \quad i = 0, 1, 2, \dots, 2k,$$

la série et l'intégrale

$$\sum_{n=0}^{\infty} f(n) \quad \text{et} \quad \int_0^{\infty} f(x) dx$$

convergent et divergent en même temps.

Ce théorème a été redécouvert par M. NÖRLUND sous une forme différente et plus simple.

§ 9. Mais avant de donner la forme définitive du théorème, nous nous arrêterons à un théorème d'une très grande importance qu'a donné récemment M. LITTLEWOOD² et qu'il a plus tard³ généralisé un peu:

Soit $f(x)$ une fonction admettant des dérivées d'ordres quelconques. Si $f(x)$ a une limite

$$f(x) \rightarrow s, \quad x \rightarrow \infty,$$

alors, si une certaine dérivée $f^{(p)}(x)$ est bornée

$$|f^{(p)}(x)| < C,$$

toutes les dérivées précédentes tendent vers zéro

$$f^{(i)} \rightarrow 0, \quad x \rightarrow \infty, \quad i = 1, 2, 3, \dots, p-1.$$

A l'aide de ce théorème, nous simplifierons un peu les conditions des théorèmes de MM. HARDY et NÖRLUND.

§ 10. Voici le théorème:

Théorème. — La série

$$\sum_{n=0}^{\infty} f(n)$$

¹ l. c., p. 129.

² *The converse of Abel's theorem on power series (Proceedings, etc., 2^e sér., t. 9, 1910, p. 434—448).* Voir p. 437—438.

³ HARDY and LITTLEWOOD, *Contributions to the arithmetic theory of series (Proceedings, etc., 2^e sér., t. 11, 1912, p. 411—478).* Voir p. 423.

et l'intégrale

$$\int_0^{\infty} f(x) dx$$

sont ou convergentes toutes les deux ou divergentes toutes les deux,

si la fonction $f(x)$ a une dérivée $p^{\text{ième}}$ continue ($p \geq 1$);

si $f(x)$ tend vers zéro pour x tendant vers l'infini

$$f(x) \rightarrow 0, \quad x \rightarrow \infty,$$

et s'il en est de même pour la dérivée de l'ordre $p - 1$,

$$f^{(p-1)}(x) \rightarrow 0, \quad x \rightarrow \infty;$$

et si, enfin, l'intégrale

$$\int_0^{\infty} \overline{B}_p(z) f^{(p)}(z) dz$$

est convergente, $\overline{B}_p(z)$ désignant la fonction périodique de z à la période 1 qui, pour $0 \leq z < 1$, se confond avec le polynôme de BERNOULLI $B_p(z)$.

Considérons la relation

$$(9) \quad \int_0^n f(x) dx - \sum_0^{n-1} f(v) = \frac{B_1}{1!} [f(0) - f(n)] + \frac{B_2}{2!} [f'(0) - f'(n)] + \dots + \\ + \frac{B_p}{p!} [f^{(p-1)}(0) - f^{(p-1)}(n)] + (-1)^p \int_0^n \frac{\overline{B}_p(z)}{p!} f^{(p)}(z) dz,$$

identité, qu'on vérifie aisément en partant de l'intégrale

$$\int_0^1 \frac{B_p(z)}{p!} f^{(p)}(x+z) dz,$$

qu'on intègre par parties p fois, et en tenant compte des propriétés des polynômes de BERNOULLI, esquissées dans le chapitre précédent. En remplaçant, dans le résultat, successivement $f(x)$ par $f(x+1)$, ..., $f(x+n)$ et en ajoutant ces n égalités, on trouve la formule (9). L'identité (9) n'est d'ailleurs autre chose que la célèbre formule sommatoire découverte par EULER et MACLAURIN ¹.

Faisons maintenant tendre n vers l'infini, le second membre de (9) aura une limite. Car, par hypothèse, l'intégrale

$$\int_0^{\infty} \frac{\overline{B}_p(z)}{p!} f^{(p)}(z) dz$$

¹ Cette méthode simple d'établir la formule d'EULER-MACLAURIN nous semble introduite dans l'analyse par ICHENETSKY, *Sur les fonctions de Jacques Bernoulli, et sur l'expression de la différence entre une somme et une intégrale de même limites* (*Giornale di matematica*, t. 9, 1871, p. 87-103).

est convergente. Et nous avons en outre supposé

$$f(n) \rightarrow 0, \quad n \rightarrow \infty$$

et

$$f^{(p-1)}(n) \rightarrow 0, \quad n \rightarrow \infty,$$

d'où, en vertu du théorème de M. LITTLEWOOD, il viendra encore

$$f^{(i)}(n) \rightarrow 0, \quad n \rightarrow \infty, \quad i = 1, 2, \dots, p - 2.$$

Par conséquent, le premier membre de (9) a aussi une limite, et le théorème est établi.

Si l'intégrale

$$\int_0^{\infty} f^{(p)}(z) dz$$

est absolument convergente, la dernière condition du théorème est toujours remplie.

Et de la convergence de l'intégrale $\int_0^{\infty} f^{(p)}(z) dz$ il suit que la dérivée $f^{(p-1)}(z)$ a une limite pour $z \rightarrow \infty$. Le théorème obtiendra donc la forme très simple et élégante:

Théorème. — *La série et l'intégrale*

$$\sum_{n=0}^{\infty} f(n) \quad \text{et} \quad \int_0^{\infty} f(x) dx$$

convergent et divergent en même temps, si la fonction $f(x)$ admet une dérivée $p^{\text{ième}}$ continue $f^{(p)}(x)$ ($p \geq 1$);

si l'intégrale

$$\int_0^{\infty} |f^{(p)}(z)| dz$$

est convergente;

et si, enfin,

$$f(x) \rightarrow 0, \quad x \rightarrow \infty.$$

Exemple. — Voir § 23.

Le théorème de M. HARDY du § 7 est un cas particulier de ce théorème, à savoir $p = 1$.

Le théorème original de MACLAURIN et de CAUCHY est également renfermé dans ce cas particulier.

En terminant ce paragraphe, donnons une fonction qui n'est pas absolument intégrable mais qui, multipliée par un polynôme de BERNOULLI, nous donnera une intégrale convergente.

Considérons la fonction

$$\frac{\sin \pi x}{x}.$$

Cette fonction n'est pas absolument intégrable; car

$$\int_n^{n+1} \left| \frac{\sin \pi x}{x} \right| dx > \frac{1}{n+1} \int_n^{n+1} |\sin \pi x| dx = \frac{1}{n+1} \int_0^1 |\sin \pi x| dx = \frac{c}{n+1}$$

On a donc

$$\int_1^{\infty} \left| \frac{\sin \pi x}{x} \right| dx > c \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \dots \right),$$

et l'intégrale est divergente.

Considérons l'intégrale

$$\int_1^{\infty} \overline{B}_p(x) \frac{\sin \pi x}{x} dx, \quad p \text{ impair.}$$

On aura

$$\int_n^{n+1} \overline{B}_p(x) \frac{\sin \pi x}{x} dx = (-1)^n \int_0^1 B_p(x) \frac{\sin \pi x}{x+n} dx;$$

car, en vertu de la définition ¹, on a, dans l'intervalle en question,

$$\overline{B}_p(x) = B_p(x-n), \quad n \leq x \leq n+1.$$

Par conséquent, on obtient

$$\int_1^{\infty} \overline{B}_p(x) \frac{\sin \pi x}{x} dx = \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \int_0^1 B_p(x) \frac{\sin \pi x}{x+n} dx.$$

Or, les intégrales

$$\int_0^1 B_p(x) \frac{\sin \pi x}{x+n} dx$$

sont décroissantes pour n croissant. En vertu du critère de LEIBNIZ l'intégrale est donc convergente.

II. Séries et intégrales doubles et multiples.

§ 11. Poursuivons maintenant notre comparaison des séries et des intégrales en considérant des fonctions de deux ou de plusieurs variables.

La généralisation immédiate du théorème fondamental de CAUCHY est bien connue. Elle est conçue en ces termes ²:

¹ Voir p. 21.

² Voir, par exemple, PICARD, *Traité d'Analyse*, t. I, 2^e éd., Paris, 1901, p. 289—290; ou GOURSAT, *Cours d'Analyse mathématique*, t. I, 2^e éd., Paris, 1910, p. 424.

Soit $f(x, y)$ une fonction positive, décroissante quand la valeur de x ou celle de y croît, et tendant vers zéro, si l'on fait croître x ou y à l'infini

$$f(x, y) \rightarrow 0, \quad x \rightarrow \infty \quad \text{ou} \quad y \rightarrow \infty.$$

Alors la série double

$$\sum_{m, n}^{\infty, \infty} f(m, n)$$

et l'intégrale double

$$\int \int_{\infty}^{\infty} f(x, y) \, dx \, dy$$

sont ou convergentes toutes les deux ou divergentes toutes les deux.

D'ailleurs, le théorème s'étend immédiatement, sous des hypothèses convenables, à des fonctions d'un nombre quelconque de variables.

Mais aussi dans ce cas nous pouvons donner des théorèmes d'une étendue beaucoup plus grande. En profitant des idées émises dans les paragraphes 5—10, nous donnerons une suite de théorèmes de plus en plus étendus sur la relation entre la convergence et la divergence des séries et des intégrales.

§ 12. D'abord nous démontrerons cette généralisation du théorème du § 5:

Théorème. — Soit $f(x, y)$ une fonction positive, à partir de certaines valeurs de x et de y , et tendant vers zéro si l'on fait croître x ou y vers l'infini

$$f(x, y) \rightarrow 0, \quad x \rightarrow \infty \quad \text{ou} \quad y \rightarrow \infty;$$

supposons en outre que $f(x, y)$ décroisse de telle manière que

$$\frac{f(x + \theta_1, y + \theta_2)}{f(x, y)} < c, \quad 0 \leq \theta_i \leq 1, \quad i = 1, 2,$$

c étant une constante finie positive. Dans ces conditions, la série et l'intégrale doubles

$$\sum_{m, n}^{\infty, \infty} f(m, n) \quad \text{et} \quad \int \int_{\infty}^{\infty} f(x, y) \, dx \, dy$$

sont convergentes et divergentes en même temps.

Evidemment, on a

$$f(p + \theta_1, q + \theta_2) < \int_p^{p+1} \int_q^{q+1} f(x, y) \, dx \, dy < f(p + \theta_3, q + \theta_4), \quad 0 \leq \theta_i \leq 1, \quad i = 1, 2, 3, 4,$$

$f(p + \theta_1, q + \theta_2)$ et $f(p + \theta_3, q + \theta_4)$ étant la plus petite et la plus grande valeur de l'intégrande dans l'intervalle $p \leq x \leq p + 1, q \leq y \leq q + 1$. Or, en vertu des hypothèses, on a les inégalités

$$\frac{1}{c^2} f(p + 1, q + 1) < f(p + \theta_1, q + \theta_2) < c^2 f(p, q),$$

d'où suivent

$$\frac{1}{c^2} f(p+1, q+1) < \int_p^{p+1} \int_q^{q+1} f(x, y) dx dy < c^2 f(p, q).$$

En soumettant ces inégalités à une sommation double¹, il viendra

$$\frac{1}{c^2} \sum_{m_1+1, n_1+1}^{m_2, n_2} f(p, q) < \int_{m_1}^{m_2} \int_{n_1}^{n_2} f(x, y) dx dy < c^2 \sum_{m_1, n_1}^{m_2-1, n_2-1} f(p, q).$$

Faisons maintenant tendre m_2 et n_2 vers l'infini, il s'ensuivra que la série double et l'intégrale double

$$\sum_{m, n}^{\infty, \infty} f(m, n) \quad \text{et} \quad \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} f(x, y) dx dy$$

convergent et divergent en même temps.

Le mode de démonstration est évidemment général, et l'on peut énoncer le théorème analogue pour des séries et des intégrales multiples.

§ 13. Au théorème du § 7 de M. HARDY correspond un théorème analogue pour les séries et les intégrales doubles et multiples.

En effet, considérons l'intégrale double

$$\int_m^{m+1} \int_n^{n+1} (m+1-x)(n+1-y) \frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial x \partial y} dx dy.$$

En intégrant par parties, on trouve

$$\begin{aligned} \int_m^{m+1} \int_n^{n+1} (m+1-x)(n+1-y) \frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial x \partial y} dx dy &= \int_m^{m+1} (m+1-x) \left[(n+1-y) \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} \right. \\ &\quad \left. + \int_n^{n+1} \int_n^{n+1} (m+1-x) \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} dx dy \right] dx. \end{aligned}$$

Or,

$$\begin{aligned} \int_m^{m+1} (m+1-x) \left[(n+1-y) \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} \right] dx &= \int_m^{m+1} \int_n^{n+1} (m+1-x)(n+1-y) f(x, y) \\ &\quad + \int_n^{n+1} \int_n^{n+1} (m+1-y) f(x, y) dx; \end{aligned}$$

¹ Tout malentendu étant exclu, nous écrirons désormais, pour plus de commodité,

$$\sum_{q_1=1, n_1=1}^{p_2, n_2}, \quad \text{ou mieux} \quad \sum_{p_1, n_1}^{p_2, n_2}, \quad \text{au lieu de} \quad \sum_{m=1, n=1}^{m=p_2, n=n_2}.$$

et

$$\int_m^{m+1} \int_n^{n+1} (n+1-y)f(x, y) dx = \int_m^{m+1} \int_n^{n+1} (n+1-y) \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} dx dy - \int_m^{m+1} \int_n^{n+1} f(x, y) dx dy.$$

On a donc

$$\begin{aligned} \int_m^{m+1} \int_n^{n+1} (m+1-x)(n+1-y) \frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial x \partial y} dx dy &= \int_m^{m+1} \int_n^{n+1} (m+1-x) \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} dx dy \\ &+ \int_m^{m+1} \int_n^{n+1} (n+1-y) \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} dx dy - \int_m^{m+1} \int_n^{n+1} f(x, y) dx dy + f(m, n). \end{aligned}$$

Prenons les valeurs absolues, en observant que x et y varient dans les intervalles $m \leq x \leq m+1$, $n \leq y \leq n+1$. Nous trouverons

$$\left| f(m, n) - \int_m^{m+1} \int_n^{n+1} f(x, y) dx dy \right| \leq \int_m^{m+1} \int_n^{n+1} \left| \frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial x \partial y} \right| dx dy + \int_m^{m+1} \int_n^{n+1} \left| \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} \right| dx dy + \int_m^{m+1} \int_n^{n+1} \left| \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} \right| dx dy.$$

En soumettant ces fonctions à une sommation double, il viendra

$$\left| \sum_{\substack{m, n \\ 1, 1}} f(m, n) - \int_1^{\infty} \int_1^{\infty} f(x, y) dx dy \right| \leq \int_1^{\infty} \int_1^{\infty} \left| \frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial x \partial y} \right| dx dy + \int_1^{\infty} \int_1^{\infty} \left| \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} \right| dx dy + \int_1^{\infty} \int_1^{\infty} \left| \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} \right| dx dy.$$

En vertu de cette inégalité, le théorème que nous avons en vue peut s'énoncer ainsi:

Théorème. — Soit $f(x, y)$ une fonction tendant vers zéro pour x ainsi que pour y augmentant indéfiniment

$$f(x, y) \rightarrow 0, \quad x \rightarrow \infty \quad \text{ou} \quad y \rightarrow \infty,$$

et admettant des dérivées continues

$$\frac{\partial f}{\partial x}, \quad \frac{\partial f}{\partial y} \quad \text{et} \quad \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y}.$$

Si les trois intégrales

$$\int_1^{\infty} \int_1^{\infty} \frac{\partial f}{\partial x} dx dy, \quad \int_1^{\infty} \int_1^{\infty} \frac{\partial f}{\partial y} dx dy \quad \text{et} \quad \int_1^{\infty} \int_1^{\infty} \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} dx dy$$

sont absolument convergentes, la série et l'intégrale doubles

$$\sum_{m, n} f(m, n) \quad \text{et} \quad \int_1^{\infty} \int_1^{\infty} f(x, y) dx dy$$

convergent et divergent en même temps.

Exemple. — La fonction

$$f(x, y) = \frac{e^{i(x^a + y^a)}}{x^b + y^b}, \quad 0 < a \leq 1, \quad b > 0,$$

satisfait aux conditions du théorème, si l'on a $b > 1 + a$. Donc, la série double

$$\sum \frac{e^{i(m^a + n^a)}}{m^b + n^b}, \quad 0 < a \leq 1,$$

converge pour $b > 2(1 - a)$, si $0 < a \leq \frac{1}{3}$, et pour $b > 1 + a$, si $\frac{1}{3} \leq a \leq 1$.

En appliquant des raisonnements parfaitement analogues, le théorème s'étend à des fonctions de plusieurs variables. Pourvu que la fonction $f(x_1, x_2, \dots, x_p)$ tende vers zéro, tant qu'une des variables x_1, x_2, \dots, x_p , n'importe laquelle, grandit indéfiniment

$$f(x_1, x_2, \dots, x_p) \rightarrow 0, \text{ pour } x_1 \rightarrow \infty \text{ ou } x_2 \rightarrow \infty \dots \text{ ou } x_p \rightarrow \infty,$$

et pourvu qu'elle admette des dérivées continues et absolument intégrables (intégrations $p^{\text{uplées}}$)

$$\frac{\partial f}{\partial x_i}, \quad i = 1, 2, \dots, p; \quad \frac{\partial^2 f}{\partial x_i \partial x_j}, \quad i, j = 1, 2, \dots, p, \quad i \neq j;$$

$$\frac{\partial^3 f}{\partial x_i \partial x_j \partial x_k}, \quad i, j, k = 1, 2, \dots, p, \quad i \neq j \neq k; \dots; \quad \frac{\partial^p f}{\partial x_1 \partial x_2 \dots \partial x_p},$$

la série et l'intégrale $p^{\text{uplées}}$

$$\sum f(n_1, n_2, \dots, n_p) \quad \text{et} \quad \int \int \dots \int f(x_1, x_2, \dots, x_p) dx_1 dx_2 \dots dx_p$$

convergent et divergent en même temps.

Comme nous l'avons déjà remarqué, dans le cas d'une seule variable, le théorème de M. BROWNIKH et ses généralisations (voir § 6) ne sont que des cas particuliers du théorème précédent. Nous nous dispenserons donc de les déduire ici, d'autant plus qu'il sont un peu compliqués.

§ 14. La généralisation des théorèmes des paragraphes 8 et 10 exige des considérations un peu plus approfondies. Le théorème s'énoncera en ces termes:

Théorème. — *La série double*

$$\sum_{\nu_1, \nu_2} f(\nu_1, \nu_2)$$

et l'intégrale double

$$\int \int f(t_1, t_2) dt_1 dt_2$$

sont ou convergentes toutes les deux ou divergentes toutes les deux,

si la fonction $f(t_1, t_2)$ admet une dérivée continue

$$\frac{\partial^{m_1+m_2} f(t_1, t_2)}{\partial t_1^{m_1} \partial t_2^{m_2}}, \quad m_1, m_2 \geq 1;$$

si $f(t_1, t_2)$ tend vers zéro pour t_1 ainsi que pour t_2 tendant vers l'infini

$$f(t_1, t_2) \rightarrow 0, \quad t_1 \rightarrow \infty \quad \text{ou} \quad t_2 \rightarrow \infty;$$

si les intégrales

$$\int_0^\infty f(t_1, t_2) dt_\alpha, \quad \alpha = 1, 2$$

sont convergentes;

et si, enfin, l'intégrale double

$$\int_0^\infty \int_0^\infty \frac{\partial^{m_1+m_2} f(t_1, t_2)}{\partial t_1^{m_1} \partial t_2^{m_2}} dt_1 dt_2$$

est absolument convergente.

Nous partons de l'égalité

$$(10) \quad \left\{ \begin{aligned} \omega f(x) &= \int_0^\omega \left(f(x+z) + \frac{\omega B_1}{1!} f'(x+z) + \frac{\omega^2 B_2}{2!} f''(x+z) + \dots \right. \\ &\quad \left. + \frac{\omega^m B_m}{m!} f^{(m)}(x+z) \right) dz + (-1)^{m+1} \int_0^\omega \frac{B_m(z)}{m!} f^{(m)}(x+z) dz; \quad m > 0. \end{aligned} \right.$$

C'est là une identité qu'on vérifie sans difficulté en partant de l'intégrale

$$\int_0^\omega \frac{B_m(z)}{m!} f^{(m)}(x+z) dz$$

et en procédant, comme nous l'avons déjà recommandé, en déduisant la formule (9).

Appliquons cette identité deux fois de suite à la fonction $\omega_1 \omega_2 f(x_1, x_2)$. D'abord, nous obtenons

$$\begin{aligned} \omega_1 \omega_2 f(x_1, x_2) &= \omega_2 \int_0^{\omega_1} \left(f(x_1 + t_1, x_2) + \frac{\omega_1 B_1}{1!} \frac{\partial f(x_1 + t_1, x_2)}{\partial t_1} + \frac{\omega_1^2 B_2}{2!} \frac{\partial^2 f(x_1 + t_1, x_2)}{\partial t_1^2} + \dots \right. \\ &\quad \left. + \frac{\omega_1^{m_1} B_{m_1}}{m_1!} \frac{\partial^{m_1} f(x_1 + t_1, x_2)}{\partial t_1^{m_1}} \right) dt_1 + (-1)^{m_1+1} \omega_2 \int_0^{\omega_1} \frac{B_{m_1}(t_1)}{m_1!} \frac{\partial^{m_1} f(x_1 + t_1, x_2)}{\partial t_1^{m_1}} dt_1, \end{aligned}$$

ce qu'on peut encore écrire

$$(11) \quad \omega_1 \omega_2 f(x_1, x_2) = \sum_{i_1=0}^{m_1} \int_0^{\omega_1} \omega_2 \frac{\omega_1^{i_1} B_{i_1}}{i_1!} \frac{\partial^{i_1} f(x_1 + t_1, x_2)}{\partial t_1^{i_1}} dt_1 + (-1)^{m_1+1} \int_0^{\omega_1} \omega_2 \frac{B_{m_1}(t_1)}{m_1!} \frac{\partial^{m_1} f(x_1 + t_1, x_2)}{\partial t_1^{m_1}} dt_1.$$

Or, l'égalité (10) employée sur la fonction

$$\frac{\partial^{i_1} f(x_1 + t_1, x_2)}{\partial t_1^{i_1}}$$

nous donne également

$$\omega_2 \frac{\partial^{i_1} f(x_1 + t_1, x_2)}{\partial t_1^{i_1}} = \sum_{i_2=0}^{m_2} \int_0^{\omega_2} \frac{\omega_2^{i_2} B_{i_2}}{i_2!} \frac{\partial^{i_1+i_2} f(x_1 + t_1, x_2 + t_2)}{\partial t_1^{i_1} \partial t_2^{i_2}} dt_2$$

$$+ (-1)^{m_2+1} \int_0^{\omega_2} \frac{B_{m_2}(t_2)}{m_2!} \frac{\partial^{i_1+m_2} f(x_1 + t_1, x_2 + t_2)}{\partial t_1^{i_1} \partial t_2^{m_2}} dt_2.$$

Substituons cette expression dans les intégrales de l'équation précédente, et l'identité devient

$$(12) \left\{ \begin{aligned} \omega_1 \omega_2 f(x_1, x_2) &= \sum_{i_1=0, i_2=0}^{m_1, m_2} \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} \frac{\omega_1^{i_1} B_{i_1}}{i_1!} \frac{\omega_2^{i_2} B_{i_2}}{i_2!} \frac{\partial^{i_1+i_2} f(x_1 + t_1, x_2 + t_2)}{\partial t_1^{i_1} \partial t_2^{i_2}} dt_1 dt_2 \\ &+ (-1)^{m_2+1} \sum_{i_1=0}^{m_1} \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} \frac{\omega_1^{i_1} B_{i_1}}{i_1!} \frac{B_{m_2}(t_2)}{m_2!} \frac{\partial^{i_1+m_2} f(x_1 + t_1, x_2 + t_2)}{\partial t_1^{i_1} \partial t_2^{m_2}} dt_1 dt_2 \\ &+ (-1)^{m_1+1} \sum_{i_2=0}^{m_2} \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} \frac{B_{m_1}(t_1)}{m_1!} \frac{\omega_2^{i_2} B_{i_2}}{i_2!} \frac{\partial^{m_1+i_2} f(x_1 + t_1, x_2 + t_2)}{\partial t_1^{m_1} \partial t_2^{i_2}} dt_1 dt_2 \\ &+ (-1)^{m_1+m_2} \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} \frac{B_{m_1}(t_1)}{m_1!} \frac{B_{m_2}(t_2)}{m_2!} \frac{\partial^{m_1+m_2} f(x_1 + t_1, x_2 + t_2)}{\partial t_1^{m_1} \partial t_2^{m_2}} dt_1 dt_2. \end{aligned} \right.$$

Cette égalité peut encore être simplifiée en employant l'identité (11) sur les deux fonctions

$$\frac{\partial^{m_1} f(x_1 + t_1, x_2)}{\partial t_1^{m_1}} \quad \text{et} \quad \frac{\partial^{m_2} f(x_1, x_2 + t_2)}{\partial t_2^{m_2}}.$$

On trouve

$$(13) \left\{ \begin{aligned} \omega_1 \omega_2 f(x_1, x_2) &= \sum_{i_1=0, i_2=0}^{m_1, m_2} \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} \frac{\omega_1^{i_1} B_{i_1}}{i_1!} \frac{\omega_2^{i_2} B_{i_2}}{i_2!} \frac{\partial^{i_1+i_2} f(x_1 + t_1, x_2 + t_2)}{\partial t_1^{i_1} \partial t_2^{i_2}} dt_1 dt_2 \\ &+ (-1)^{m_1+1} \omega_2 \int_0^{\omega_1} \frac{B_{m_1}(t_1)}{m_1!} \frac{\partial^{m_1} f(x_1 + t_1, x_2)}{\partial t_1^{m_1}} dt_1 + (-1)^{m_2+1} \omega_1 \int_0^{\omega_2} \frac{B_{m_2}(t_2)}{m_2!} \frac{\partial^{m_2} f(x_1, x_2 + t_2)}{\partial t_2^{m_2}} dt_2 \\ &+ (-1)^{m_1+m_2+1} \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} \frac{B_{m_1}(t_1)}{m_1!} \frac{B_{m_2}(t_2)}{m_2!} \frac{\partial^{m_1+m_2} f(x_1 + t_1, x_2 + t_2)}{\partial t_1^{m_1} \partial t_2^{m_2}} dt_1 dt_2. \end{aligned} \right.$$

Cela posé, considérons la série double

$$\sum f(\nu_1, \nu_2),$$

où la sommation doit être étendue à toutes les valeurs non-négatives de ν_1 et ν_2 .

Formons d'abord, dans la formule (12), la somme pour $\nu_\alpha = 0, 1, 2, \dots, n_\alpha - 1$, $\alpha = 1, 2$; c'est à dire, remplaçons dans la formule (12) x_α successivement par

$$x_\alpha + \nu_\alpha \omega_\alpha, \quad \nu_\alpha = 0, 1, 2, \dots, n_\alpha - 1, \quad \alpha = 1, 2,$$

et ajoutons ces $n_1 n_2$ égalités. Puis, posons $x_1 = x_2 = 0$ et $\omega_1 = \omega_2 = 1$, il viendra

$$\begin{aligned} \sum_{\nu_1=0, \nu_2=0}^{n_1-1, n_2-1} f(\nu_1, \nu_2) &= \sum_{i_1=0, i_2=0}^{m_1, m_2} \sum_{\nu_1=0, \nu_2=0}^{n_1-1, n_2-1} \int_0^1 \int_0^1 \frac{B_{i_1}}{i_1!} \frac{B_{i_2}}{i_2!} \frac{\partial^{i_1+i_2} f(\nu_1 + t_1, \nu_2 + t_2)}{\partial t_1^{i_1} \partial t_2^{i_2}} dt_1 dt_2 \\ &+ (-1)^{m_1+1} \sum_{i_2=0}^{m_2} \sum_{\nu_1=0, \nu_2=0}^{n_1-1, n_2-1} \int_0^1 \int_0^1 \frac{B_{m_1}(t_1)}{m_1!} \frac{B_{i_2}}{i_2!} \frac{\partial^{m_1+i_2} f(\nu_1 + t_1, \nu_2 + t_2)}{\partial t_1^{m_1} \partial t_2^{i_2}} dt_1 dt_2 \\ &+ (-1)^{m_2+1} \sum_{i_1=0}^{m_1} \sum_{\nu_1=0, \nu_2=0}^{n_1-1, n_2-1} \int_0^1 \int_0^1 \frac{B_{i_1}}{i_1!} \frac{B_{m_2}(t_2)}{m_2!} \frac{\partial^{i_1+m_2} f(\nu_1 + t_1, \nu_2 + t_2)}{\partial t_1^{i_1} \partial t_2^{m_2}} dt_1 dt_2 \\ &+ (-1)^{m_1+m_2} \sum_{\nu_1=0, \nu_2=0}^{n_1-1, n_2-1} \int_0^1 \int_0^1 \frac{B_{m_1}(t_1)}{m_1!} \frac{B_{m_2}(t_2)}{m_2!} \frac{\partial^{m_1+m_2} f(\nu_1 + t_1, \nu_2 + t_2)}{\partial t_1^{m_1} \partial t_2^{m_2}} dt_1 dt_2. \end{aligned}$$

Soit maintenant $\overline{B}_m(z)$, comme dans le § 10, une fonction périodique de z admettant le nombre 1 pour période et qui, dans l'intervalle $0 \leq z < 1$, coïncide avec le polynôme de BERNOULLI $B_m(z)$.

Cela posé, l'égalité précédente nous donne ¹

$$(14) \quad \left\{ \begin{aligned} \sum_{\nu_1=0, \nu_2=0}^{n_1-1, n_2-1} f(\nu_1, \nu_2) &= \sum_{i_1=0, i_2=0}^{m_1, m_2} \frac{B_{i_1}}{i_1!} \frac{B_{i_2}}{i_2!} \int_0^1 \int_0^1 \frac{\partial^{i_1+i_2} f(t_1, t_2)}{\partial t_1^{i_1} \partial t_2^{i_2}} dt_1 dt_2 \\ &+ (-1)^{m_1+1} \sum_{i_2=0}^{m_2} \frac{B_{i_2}}{i_2!} \int_0^1 \int_0^1 \frac{\overline{B}_{m_1}(t_1)}{m_1!} \frac{\partial^{m_1+i_2} f(t_1, t_2)}{\partial t_1^{m_1} \partial t_2^{i_2}} dt_1 dt_2 \\ &+ (-1)^{m_2+1} \sum_{i_1=0}^{m_1} \frac{B_{i_1}}{i_1!} \int_0^1 \int_0^1 \frac{\overline{B}_{m_2}(t_2)}{m_2!} \frac{\partial^{i_1+m_2} f(t_1, t_2)}{\partial t_1^{i_1} \partial t_2^{m_2}} dt_1 dt_2 \\ &+ (-1)^{m_1+m_2} \int_0^1 \int_0^1 \frac{\overline{B}_{m_1}(t_1)}{m_1!} \frac{\overline{B}_{m_2}(t_2)}{m_2!} \frac{\partial^{m_1+m_2} f(t_1, t_2)}{\partial t_1^{m_1} \partial t_2^{m_2}} dt_1 dt_2. \end{aligned} \right.$$

¹ Pour les formules (10)–(14) cf. aussi les formules (15), (16) et (18) de M. LANDAU, *Nover*

Faisons maintenant tendre n_1 et n_2 vers l'infini. Le premier terme de la somme double du second membre de (14) devient, en effet,

$$\int_0^\infty \int_0^\infty f(t_1, t_2) dt_1 dt_2.$$

Les termes de la somme double correspondant à $i_\alpha = 0$, $i_\beta \neq 0$, $\alpha, \beta = 1, 2$, $\alpha \neq \beta$, sont convergents; car

$$\int_0^\infty \int_0^\infty \frac{\partial^{i_\beta} f(t_1, t_2)}{\partial t_\beta^{i_\beta}} dt_1 dt_2 \rightarrow \int_0^\infty \frac{\partial^{i_\beta-1} f(t_1, t_2)}{\partial t_\beta^{i_\beta-1}} dt_\alpha, \quad i_\beta = 1, 2, \dots, m_\beta,$$

qui se réduisent à l'hypothèse que l'intégrale

$$\int_0^\infty f(t_1, t_2) dt_\alpha, \quad \alpha = 1, 2,$$

soit convergente.

Les autres intégrales de la somme double existent toutes; car, suivant le théorème de M. LITTLEWOOD, on a

$$\frac{\partial^{i_1+i_2} f(t_1, t_2)}{\partial t_1^{i_1} \partial t_2^{i_2}} \rightarrow 0, \quad t_1 \rightarrow \infty \quad \text{ou} \quad t_2 \rightarrow \infty, \quad i_\alpha = 0, 1, \dots, m_\alpha - 1, \quad \alpha = 1, 2,$$

ce que nous verrons à la page suivante.

L'intégrale double

$$\iint \left| \frac{\partial^{m_1+m_2} f(t_1, t_2)}{\partial t_1^{m_1} \partial t_2^{m_2}} \right| dt_1 dt_2$$

est supposée convergente. Donc, il en est de même de l'intégrale

$$\iint \frac{\overline{B}_{m_1}(t_1)}{m_1!} \frac{\overline{B}_{m_2}(t_2)}{m_2!} \frac{\partial^{m_1+m_2} f(t_1, t_2)}{\partial t_1^{m_1} \partial t_2^{m_2}} dt_1 dt_2.$$

En même temps, les intégrales

$$\int_0^\infty \left| \frac{\partial^{m_\alpha+i_\beta} f(t_1, t_2)}{\partial t_\alpha^{m_\alpha} \partial t_\beta^{i_\beta}} \right| dt_\alpha, \quad i_\beta = 0, 1, \dots, m_\beta, \quad \alpha, \beta = 1, 2, \quad \alpha \neq \beta,$$

Beweis eines analytischen Satzes des Herrn de la Vallée Poussin (Jahresbericht der deutschen Mathematiker-Vereinigung, t. 24, 1915, p. 250—278).

M. KRAUSE aussi a donné des formules sommatoires Euler—MacLauriniennes pour les fonctions de deux variables. *Sur une formule sommatoire dans la théorie des fonctions à deux variables (Comptes rendus, t. 135, 1902, p. 1045—1048); Über Bernoullische Zahlen und Funktionen im Gebiete der Funktionen zweier veränderlichen Größen (Berichte über die Verhandlungen d. Ges. d. Wissenschaften zu Leipzig, Math. phys. Klasse, t. 55, 1903, p. 39—62); Zur Theorie der Funktionen zweier veränderlichen Größen (ibid., t. 57, 1905, p. 107—152).* Cependant, les formules y données ne sont pas des plus simples

convergent. Donc, les intégrales des sommes simples du second membre de (14) n'offrent aucune difficulté.

Il ne nous reste plus qu'à vérifier

$$\frac{\partial^{i_1+i_2} f(t_1, t_2)}{\partial t_1^{i_1} \partial t_2^{i_2}} \rightarrow 0, \quad i_\alpha = 0, 1, \dots, m_\alpha - 1, \quad \alpha = 1, 2.$$

En effet, la convergence de l'intégrale

$$\int \int \frac{\partial^{m_1+m_2} f(t_1, t_2)}{\partial t_1^{m_1} \partial t_2^{m_2}} dt_1 dt_2$$

entraîne

$$\frac{\partial^{m_1+m_2-2} f(t_1, t_2)}{\partial t_1^{m_1-1} \partial t_2^{m_2-1}} \rightarrow s, \quad t_1 \rightarrow \infty \text{ ou } t_2 \rightarrow \infty,$$

s étant une limite finie. Et des intégrales simples à la page précédente il résulte

$$\frac{\partial^{m_\alpha-1+i_\alpha} f(t_1, t_2)}{\partial t_\alpha^{m_\alpha-1} \partial t_\beta^{i_\beta}} \rightarrow s, \quad t_\alpha \rightarrow \infty.$$

En vertu du théorème de M. LITTLEWOOD, les relations

$$f(t_1, t_2) \rightarrow 0 \quad \text{et} \quad \frac{\partial^{m_\alpha-1} f}{\partial t_\alpha^{m_\alpha-1}} \rightarrow s, \quad t_\alpha \rightarrow \infty,$$

entraînent

$$\frac{\partial^{i_\alpha} f}{\partial t_\alpha^{i_\alpha}} \rightarrow 0, \quad i_\alpha = 0, 1, \dots, m_\alpha - 2.$$

Et, les intégrales

$$\int \frac{\partial^{i_\alpha} f(t_1, t_2)}{\partial t_\alpha^{i_\alpha}} dt_\beta, \quad i_\alpha = 0, 1, \dots, m_\alpha - 1$$

étant convergentes, le théorème nous donne maintenant tant

$$\frac{\partial^{m_\alpha-1+i_\alpha} f}{\partial t_\alpha^{m_\alpha-1} \partial t_\beta^{i_\beta}} \rightarrow 0, \quad t_\beta \rightarrow \infty, \quad i_\beta = 0, 1, \dots, m_\beta - 2,$$

que, plus généralement,

$$\frac{\partial^{i_1+i_2} f}{\partial t_1^{i_1} \partial t_2^{i_2}} \rightarrow 0, \quad t_1 \rightarrow \infty \text{ ou } t_2 \rightarrow \infty, \quad i_\alpha = 0, 1, \dots, m_{\alpha-1}, \quad \alpha = 1, 2.$$

L'énoncé est donc démontré.

Exemple. — Considérons la fonction

$$f(x, y) = \frac{e^{i_1 x^{a_1} + y^{b_1}}}{x^{b_1} y^{b_2}}, \quad 0 < a_i \leq 1, \quad b_i > 0, \quad i = 1, 2.$$

On trouve

$$\frac{\partial^{i_1+i_2} f}{\partial x^{i_1} \partial y^{i_2}} \sim \frac{e^{i(x^{a_1}+y^{a_2})}}{x^{b_1+i_1(1-a_1)} y^{b_2+i_2(1-a_2)}},$$

et l'on voit que la fonction satisfait aux conditions du théorème.

On pourrait énoncer un théorème analogue pour les séries et les intégrales ρ^{uples} . Cependant, le texte en deviendrait un peu long.

§ 15. Dans ce paragraphe et dans le suivant nous ne considérerons plus la fonction $f(t_1, t_2)$ et la série et l'intégrale doubles qui en dérivent, mais la fonction $f(z)$ et la série et l'intégrale doubles qu'on en déduit

$$\sum_{\omega_1, \omega_2} f(x + \nu_1 \omega_1 + \nu_2 \omega_2) \quad \text{et} \quad \int_{\omega_1}^{\infty} \int_{\omega_2}^{\infty} f(x + t_1 + t_2) dt_1 dt_2.$$

La formule fondamentale (22) de ce paragraphe est donnée originairement par M. NÖRLUND, qui exprime pourtant le terme reste sous une forme différente.

Partons de l'intégrale double

$$(15) \quad F_m(x) = \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} \frac{B_m^{(2)}(t_1 + t_2)}{m!} f^{(m)}(x + t_1 + t_2) dt_1 dt_2,$$

où $B_m^{(2)}(t_1 + t_2)$ est le polynôme de BERNOULLI à deux variables, défini dans le Chapitre I; ω_1, ω_2 sont les deux paramètres du polynôme de BERNOULLI.

Intégrons (15) m fois par parties par rapport à t_2 ; en observant la relation

$$D_z \frac{B_m^{(2)}(z)}{m!} = \frac{B_{m-1}^{(2)}(z)}{(m-1)!},$$

nous obtenons

$$F_m(x) = \int_0^{\omega_1} \left[\sum_{s=1}^m (-1)^{m-s} \int_0^{\omega_2} \frac{B_s^{(2)}(t_1 + t_2)}{s!} f^{(s-1)}(x + t_1 + t_2) + (-1)^m \int_0^{\omega_2} f(x + t_1 + t_2) dt_2 \right] dt_1,$$

où, comme à l'ordinaire, le symbole $\int_a^b f(z)$ désigne $f(b) - f(a)$.

Dans cette formule, substituons

$$\int_0^{\omega_1} \frac{B_s^{(2)}(t_1 + t_2)}{s!} f^{(s-1)}(x + t_1 + t_2) dt_1 = \sum_{i=2}^s (-1)^{s-i} \int_0^{\omega_1} \frac{B_i^{(2)}(t_1 + t_2)}{i!} f^{(i-2)}(x + t_1 + t_2) + (-1)^{s-1} \int_0^{\omega_1} B_1^{(2)}(t_1 + t_2) f(x + t_1 + t_2) dt_1,$$

expression obtenue par intégration par parties s fois itérée. On trouve

$$F_m(x) = \sum_{s=1}^m \sum_{i=2}^s (-1)^{m-i} \prod_{0 \ 0}^{\omega_1 \ \omega_2} \frac{B_i^{(2)}(t_1 + t_2)}{i!} f^{(i-2)}(x + t_1 + t_2) \\ + \sum_{s=1}^m (-1)^{m-1} \prod_{0 \ 0}^{\omega_2 \ \omega_1} B_i^{(2)}(t_1 + t_2) f(x + t_1 + t_2) dt_1 + (-1)^m \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} f(x + t_1 + t_2) dt_1 dt_2,$$

d'où

$$(16) \quad (-1)^m F_m(x) = \sum_{i=2}^m (-1)^i (m - i + 1) \prod_{0 \ 0}^{\omega_1 \ \omega_2} \frac{B_i^{(2)}(t_1 + t_2)}{i!} f^{(i-2)}(x + t_1 + t_2) \\ - m \int_0^{\omega_2} \int_0^{\omega_1} B_i^{(2)}(t_1 + t_2) f(x + t_1 + t_2) dt_1 + \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} f(x + t_1 + t_2) dt_1 dt_2.$$

Rappelons nous maintenant les équations (5) et (5') du § 2:

$$\left\{ \begin{array}{l} B_i^{(2)}(\omega_1) = B_i^{(2)} + \omega_1 \omega_2^{i-1} i B_{i-1} \\ B_i^{(2)}(\omega_2) = B_i^{(2)} + \omega_1^{i-1} \omega_2 i B_{i-1} \\ B_i^{(2)}(\omega_1 + \omega_2) = B_i^{(2)} + (\omega_1 \omega_2^{i-1} + \omega_1^{i-1} \omega_2) i B_{i-1}, \quad i \neq 2 \\ B_2^{(2)}(\omega_1 + \omega_2) = B_2^{(2)}. \end{array} \right.$$

En tenant compte de ces formules, nous voulons ramener le second membre de (16) à une somme d'intégrales. On a d'abord:

$$\prod_{0 \ 0}^{\omega_1 \ \omega_2} \frac{B_i^{(2)}(t_1 + t_2)}{i!} f^{(i-2)}(x + t_1 + t_2) = \frac{B_i^{(2)}(\omega_1 + \omega_2)}{i!} f^{(i-2)}(x + \omega_1 + \omega_2) \\ - \frac{B_i^{(2)}(\omega_1)}{i!} f^{(i-2)}(x + \omega_1) - \frac{B_i^{(2)}(\omega_2)}{i!} f^{(i-2)}(x + \omega_2) + \frac{B_i^{(2)}}{i!} f^{(i-2)}(x).$$

On en tire

$$\prod_{0 \ 0}^{\omega_1 \ \omega_2} \frac{B_i^{(2)}(t_1 + t_2)}{i!} f^{(i-2)}(x + t_1 + t_2) = \frac{B_i^{(2)}}{i!} \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} f^{(i)}(x + t_1 + t_2) dt_1 dt_2 \\ + \frac{\omega_1^{i-1} \omega_2 B_{i-1}}{(i-1)!} \int_0^{\omega_1} f^{(i-1)}(x + t_1 + \omega_2) dt_1 + \frac{\omega_1 \omega_2^{i-1} B_{i-1}}{(i-1)!} \int_0^{\omega_2} f^{(i-1)}(x + \omega_1 + t_2) dt_2,$$

ce qu'on peut encore écrire

$$(17) \quad \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} \frac{B_i^{(2)}(t_1 + t_2)}{i!} f^{(i-2)}(x + t_1 + t_2) = \frac{B_i^{(2)}(\omega_1 + \omega_2)}{i!} \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} f^{(i)}(x + t_1 + t_2) dt_1 dt_2 \\ + \frac{\omega_1^{i-1} \omega_2 B_{i-1}}{(i-1)!} \int_0^{\omega_1} f^{(i-1)}(x + t_1) dt_1 + \frac{\omega_1 \omega_2^{i-1} B_{i-1}}{(i-1)!} \int_0^{\omega_2} f^{(i-1)}(x + t_2) dt_2, \quad i \geq 2,$$

et

$$(18) \quad \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} \frac{B_2^{(2)}(t_1 + t_2)}{2!} f(x + t_1 + t_2) = \frac{B_2^{(2)}(\omega_1 + \omega_2)}{2!} \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} f''(x + t_1 + t_2) dt_1 dt_2 \\ - \omega_1 \omega_2 B_1 \int_0^{\omega_1} f'(x + t_1) dt_1 - \omega_1 \omega_2 B_1 \int_0^{\omega_2} f'(x + t_2) dt_2 + \omega_1 \omega_2 f(x).$$

De même, nous arrivons à

$$(19) \quad \int_0^{\omega_2} \int_0^{\omega_1} B_1^{(2)}(t_1 + t_2) f(x + t_1 + t_2) dt_1 = B_1^{(2)}(\omega_1 + \omega_2) \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} f''(x + t_1 + t_2) dt_1 dt_2 \\ - \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} f(x + t_1 + t_2) dt_1 dt_2 + \omega_2 \int_0^{\omega_1} f(x + t_1) dt_1 + \omega_1 \int_0^{\omega_2} f(x + t_2) dt_2.$$

Substituons les expressions (17), (18) et (19) dans le développement (16). En se rappelant les égalités

$$(6) \quad (-1)^i B_i^{(2)}(\omega_1 + \omega_2) = B_i^{(2)}, \quad i = 0, 1, 2, \dots,$$

et

$$(-1)^i B_{i-1} = -B_{i-1}, \quad i = 3, 4, 5, \dots,$$

on trouve

$$(-1)^m F_m(x) = \sum_{i=0}^m (m-i+1) \frac{B_i^{(2)}}{i!} \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} f^{(i)}(x + t_1 + t_2) dt_1 dt_2 \\ - \sum_{i=1}^m (m-i+1) \omega_1^{i-1} \omega_2 \frac{B_{i-1}}{(i-1)!} \int_0^{\omega_1} f^{(i-1)}(x + t_1) dt_1 \\ - \sum_{i=1}^m (m-i+1) \omega_1 \omega_2^{i-1} \frac{B_{i-1}}{(i-1)!} \int_0^{\omega_2} f^{(i-1)}(x + t_2) dt_2 + (m-1) \omega_1 \omega_2 f(x).$$

Cette relation peut s'écrire

$$(20) \quad (m-1)\omega_1\omega_2 f(x) = - \sum_{i=0}^m (m-i+1) \frac{B_i^{(2)}}{i!} \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} f^{(i)}(x+t_1+t_2) dt_1 dt_2 \\ + (-1)^m \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} \frac{B_m^{(2)}(t_1+t_2)}{m!} f^{(m)}(x+t_1+t_2) dt_1 dt_2 \\ + \sum_{i=0}^{m-1} (m-i)\omega_1^i \omega_2 \frac{B_i}{i!} \int_0^{\omega_1} f^{(i)}(x+t_1) dt_1 + \sum_{i=0}^{m-1} (m-i)\omega_1 \omega_2^i \frac{B_i}{i!} \int_0^{\omega_2} f^{(i)}(x+t_2) dt_2.$$

Remplaçons m par $m-1$ dans cette identité et tirons de la formule (20) cette nouvelle égalité. Il en résulte

$$(21) \quad -\omega_1\omega_2 f(x) = \sum_{i=0}^m \frac{B_i^{(2)}}{i!} \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} f^{(i)}(x+t_1+t_2) dt_1 dt_2 \\ + (-1)^{m+1} \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} \frac{B_m^{(2)}(t_1+t_2)}{m!} f^{(m)}(x+t_1+t_2) dt_1 dt_2 \\ - (-1)^m \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} \frac{B_{m-1}^{(2)}(t_1+t_2)}{(m-1)!} f^{(m-1)}(x+t_1+t_2) dt_1 dt_2 \\ - \sum_{i=0}^{m-1} \omega_1^i \omega_2 \frac{B_i}{i!} \int_0^{\omega_1} f^{(i)}(x+t_1) dt_1 - \sum_{i=0}^{m-1} \omega_1 \omega_2^i \frac{B_i}{i!} \int_0^{\omega_2} f^{(i)}(x+t_2) dt_2,$$

formule qu'on peut encore, en se rappelant l'identité (10), mettre sous cette forme définitive

$$(22) \quad \omega_1\omega_2 f(x) = \sum_{i=0}^m \frac{B_i^{(2)}}{i!} \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} f^{(i)}(x+t_1+t_2) dt_1 dt_2 \\ + (-1)^{m+1} \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} \frac{B_m^{(2)}(t_1+t_2)}{m!} f^{(m)}(x+t_1+t_2) dt_1 dt_2 \\ - (-1)^m \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} \frac{B_{m-1}^{(2)}(t_1+t_2)}{(m-1)!} f^{(m-1)}(x+t_1+t_2) dt_1 dt_2 \\ + (-1)^m \omega_2 \int_0^{\omega_1} \frac{B_{m-1}(t_1)}{(m-1)!} f^{(m-1)}(x+t_1) dt_1 + (-1)^m \omega_1 \int_0^{\omega_2} \frac{B_{m-1}(t_2)}{(m-1)!} f^{(m-1)}(x+t_2) dt_2, \quad m > 1.$$

C'est là le résultat que nous avons en vue préalablement.

Nous aurions, d'ailleurs, pu atteindre notre identité en effectuant sur $F_m^{(\nu)}$ ν intégrations doubles par parties, si $m = 2\nu$ ou $m = 2\nu + 1$. Cependant, dans ce cas, nous aurions eu à traiter m pair et m impair séparément.

Avant de passer à l'étude de la convergence ou divergence simultanée de la série double $\Sigma f(m+n)$ et de l'intégrale double $\int\int f(x+y) dx dy$, nous donnerons encore quelques autres formes du reste de la formule (22):

$$(23) \quad R_m^{(2)} = (-1)^{m+1} \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} \frac{B_m^{(2)}(t_1+t_2)}{m!} f^{(m)}(x+t_1+t_2) dt_1 dt_2 \\ - (-1)^m \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} \frac{B_{m-1}^{(2)}(t_1+t_2)}{(m-1)!} f^{(m-1)}(x+t_1+t_2) dt_1 dt_2 \\ + (-1)^m \omega_2 \int_0^{\omega_1} \frac{B_{m-1}(t_1)}{(m-1)!} f^{(m-1)}(x+t_1) dt_1 + (-1)^m \omega_1 \int_0^{\omega_2} \frac{B_{m-1}(t_2)}{(m-1)!} f^{(m-1)}(x+t_2) dt_2.$$

En vertu de la formule (8), on a

$$(23') \quad R_m^{(2)} = (-1)^{m+1} \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} \frac{B_m^{(2)}(t_1+t_2)}{m!} f^{(m)}(x+t_1+t_2) dt_1 dt_2 \\ - (-1)^m \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} \frac{B_{m-1}^{(2)}(t_1+t_2)}{(m-1)!} f^{(m-1)}(x+t_1+t_2) dt_1 dt_2 \\ + (-1)^m \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} \frac{B_{m-1}^{(2)}(t_1+t_2)}{(m-1)!} f^{(m-1)}(x+t_1) dt_1 dt_2 + (-1)^m \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} \frac{B_{m-1}^{(2)}(t_1+t_2)}{(m-1)!} f^{(m-1)}(x+t_2) dt_1 dt_2,$$

ce qu'on peut encore écrire sous la forme

$$(23'') \quad R_m^{(2)} = A (-1)^m \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} \frac{B_{m-1}^{(2)}(t_1+t_2)}{(m-1)!} f^{(m-1)}(x+t_1+t_2) dt_1 dt_2 \\ + \sum_{\alpha=1}^2 (-1)^m \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} \frac{B_{m-1}^{(2)}(t_1+t_2)}{(m-1)!} f^{(m-1)}(x+t_\alpha) dt_1 dt_2,$$

où le symbole A a rapport à m

$$A f(m) = f(m+1) - f(m).$$

La forme que nous venons de donner au reste $R_m^{(2)}$, nous la pouvons, en effet, généraliser immédiatement au cas de plusieurs variables.

Remarquons encore, en passant, qu'on peut tirer des formules (10) et (22) certaines valeurs moyennes, qui, dans certaines circonstances, peuvent être utiles.

Partons de

$$(10) \quad \omega f(x) = \sum_{i=0}^m \frac{\omega^i B_i}{i!} \int_0^{\omega} f^{(i)}(x+t) dt + (-1)^{m+1} \int_0^{\omega} \frac{B_m(t)}{m!} f^{(m)}(x+t) dt, \quad m > 0.$$

Formons la somme des deux membres en faisant prendre à m les valeurs 1, 2, 3, ... m . En rangeant autrement quelques termes, on trouve

$$m \omega f(x) = \sum_{i=0}^m (m-i+1) \frac{\omega^i B_i}{i!} \int_0^{\omega} f^{(i)}(x+t) dt + \sum_{i=0}^m (-1)^{i+1} \int_0^{\omega} \frac{B_i(t)}{i!} f^{(i)}(x+t) dt.$$

En répétant ce procédé p fois et en tenant compte de l'identité

$$(24) \quad \binom{p}{p} + \binom{p+1}{p} + \dots + \binom{m-1}{p} + \binom{m}{p} = \binom{m+1}{p+1},$$

on arrive à l'égalité

$$(25) \quad \binom{m-1+p}{p} \omega f(x) = \sum_{i=0}^m \binom{m-i+p}{p} \frac{\omega^i B_i}{i!} \int_0^{\omega} f^{(i)}(x+t) dt \\ + \sum_{i=0}^m (-1)^{i+1} \binom{m-i+p-1}{p-1} \int_0^{\omega} \frac{B_i(t)}{i!} f^{(i)}(x+t) dt,$$

qui peut encore s'écrire sous la forme d'une moyenne arithmétique, avec le facteur $\binom{m-1+p}{p}$ dans les dénominateurs du second membre. Ce ne sont, certes, que les cas $p=0, 1$ qui aient un intérêt considérable.

Partons de même de la formule (22), qui est valable pour $m > 1$. Nous pouvons procéder comme tout à l'heure, c'est à dire former la somme des deux membres pour $m=2, 3, 4, \dots, m$ et répéter ce procédé p fois. En effet, en tenant compte de l'égalité (24), on vérifie aisément, les identités suivantes

$$\sum_{i_1=2}^m \sum_{i_2=2}^{i_1} \dots \sum_{i_{p-1}=2}^{i_{p-2}} \sum_{i_p=2}^{i_{p-1}} a_i = \begin{cases} \sum_{i=v}^m \binom{m-i+p}{p} a_i, & v \geq 2 \\ \sum_{i=1}^m \binom{m-i+p}{p} a_i - \binom{m+p-2}{p-1} a_1, & v = 1 \\ \sum_{i=0}^m \binom{m-i+p}{p} a_i - \binom{m+p-2}{p-1} a_1 + \left[\binom{m+p-2}{p} - \binom{m+p}{p} \right] a_0, & v = 0. \end{cases}$$

Effectuons maintenant l'opération $\sum_{\mu_p=2}^m \sum_{\mu_{p-1}=2}^{\mu_p} \dots \sum_{\mu_1=2}^{\mu_2}$ sur les termes de la formule

(22). En faisant quelques réductions faciles, on trouve l'identité

$$\begin{aligned} \binom{m-2+p}{p} \omega_1 \omega_2 f(x) &= \sum_{i=0}^m \binom{m-i+p}{p} \frac{B_i^{(2)}}{i!} \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} f^{(i)}(x+t_1+t_2) dt_1 dt_2 \\ &+ \sum_{i=0}^m (-1)^{i+1} \binom{m-i+p-2}{p-2} \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} \frac{B_i^{(2)}(t_1+t_2)}{i!} f^{(i)}(x+t_1+t_2) dt_1 dt_2 \\ &+ \sum_{i=0}^{m-1} (-1)^{i+1} \binom{m-i+p-2}{p-1} \left[\omega_2 \int_0^{\omega_1} \frac{B_i(t_1)}{i!} f^{(i)}(x+t_1) dt_1 + \omega_1 \int_0^{\omega_2} \frac{B_i(t_2)}{i!} f^{(i)}(x+t_2) dt_2 \right]. \end{aligned}$$

§ 16. Moyennant la formule établie tout à l'heure, on peut démontrer le théorème suivant:

Théorème. — *La série double*

$$\sum_{x,y} f(x + \nu_1 \omega_1 + \nu_2 \omega_2)$$

et l'intégrale double

$$\int_0^\infty \int_0^\infty f(x+t_1+t_2) dt_1 dt_2$$

sont ou convergentes toutes les deux ou divergentes toutes les deux, si la fonction $f(z)$ tend vers zéro pour z grandissant indéfiniment

$$f(z) \rightarrow 0, \quad z \rightarrow \infty;$$

si $f(z)$ admet une dérivée continue de l'ordre m ($m \geq 2$);

si l'intégrale

$$\int f(z) dz$$

est convergente;

et si, enfin, l'intégrale double

$$\int_0^\infty \int_0^\infty f^{(m-1)}(x+t_1+t_2) dt_1 dt_2$$

est absolument convergente.

Considérons l'identité (22)

$$\begin{aligned}
 (22) \quad \omega_1 \omega_2 f(x) &= \sum_{i=0}^m \frac{B_i^{(2)}}{i!} \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} f^{(i)}(x+t_1+t_2) dt_1 dt_2 \\
 &+ (-1)^{m+1} \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} \frac{B_{m-1}^{(2)}(t_1+t_2)}{m!} f^{(m)}(x+t_1+t_2) dt_1 dt_2 \\
 &+ (-1)^{m+1} \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} \frac{B_{m-1}^{(2)}(t_1+t_2)}{(m-1)!} f^{(m-1)}(x+t_1+t_2) dt_1 dt_2 \\
 &+ (-1)^m \omega_2 \int_0^{\omega_1} \frac{B_{m-1}(t_1)}{(m-1)!} f^{(m-1)}(x+t_1) dt_1 + (-1)^m \omega_1 \int_0^{\omega_2} \frac{B_{m-1}(t_2)}{(m-1)!} f^{(m-1)}(x+t_2) dt_2.
 \end{aligned}$$

Posons $x + \nu_1 \omega_1 + \nu_2 \omega_2$ au lieu de x et formons la somme pour $\nu_\alpha = 0, 1, 2, \dots, n_\alpha - 1$, $\alpha = 1, 2$. On trouve

$$\begin{aligned}
 (26) \quad \omega_1 \omega_2 \sum_{\nu_1=0, \nu_2=0}^{n_1-1, n_2-1} f(x + \nu_1 \omega_1 + \nu_2 \omega_2) &= \\
 &= \sum_{i=0}^m \frac{B_i^{(2)}}{i!} \sum_{\nu_1=0, \nu_2=0}^{n_1-1, n_2-1} \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} f^{(i)}(x+t_1+t_2 + \nu_1 \omega_1 + \nu_2 \omega_2) dt_1 dt_2 + \sum_{\nu_1=0, \nu_2=0}^{n_1-1, n_2-1} \bar{R}_m^{(2)},
 \end{aligned}$$

$\bar{R}_m^{(2)}$ désignant l'expression (23), où x a été remplacé par $x + \nu_1 \omega_1 + \nu_2 \omega_2$.

Par un changement de variables, on a

$$\int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} f^{(i)}(x+t_1+t_2 + \nu_1 \omega_1 + \nu_2 \omega_2) dt_1 dt_2 = \int_{\nu_1 \omega_1}^{(\nu_1+1)\omega_1} \int_{\nu_2 \omega_2}^{(\nu_2+1)\omega_2} f^{(i)}(x+t_1+t_2) dt_1 dt_2;$$

par suite, on obtient

$$(27) \quad \sum_{\nu_1=0, \nu_2=0}^{n_1-1, n_2-1} \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} f^{(i)}(x+t_1+t_2 + \nu_1 \omega_1 + \nu_2 \omega_2) dt_1 dt_2 = \int_0^{n_1 \omega_1} \int_0^{n_2 \omega_2} f^{(i)}(x+t_1+t_2) dt_1 dt_2.$$

Le premier terme du reste $\sum \bar{R}_m^{(2)}$ peut s'écrire

$$\begin{aligned}
 (28) \quad (-1)^{m+1} \sum_{\nu_1=0, \nu_2=0}^{n_1-1, n_2-1} \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} \frac{B_m^{(2)}(t_1+t_2)}{m!} f^{(m)}(x+t_1+t_2 + \nu_1 \omega_1 + \nu_2 \omega_2) dt_1 dt_2 &= \\
 &= (-1)^{m+1} \int_0^{n_1 \omega_1} \int_0^{n_2 \omega_2} \frac{\bar{B}_m^{(2)}(t_1+t_2)}{m!} f^{(m)}(x+t_1+t_2) dt_1 dt_2;
 \end{aligned}$$

et, m remplacé par $m-1$, la même expression est valable pour le second terme du reste. Dans le second membre de l'égalité (28), la fonction périodique $\bar{B}_m^{(2)}(t_1+t_2)$ se définit par la fonction périodique $\bar{B}_i(t)$ du § 10 exactement comme le polynôme de BERNOULLI double $B_m^{(2)}(t_1+t_2)$ se définit par le polynôme simple $B_i(t)$, c'est à dire

$$\bar{B}_m^{(2)}(t_1+t_2) = \sum_{i=0}^m \binom{m}{i} \bar{B}_i(t_1 | \omega_1) \bar{B}_{m-i}(t_2 | \omega_2).$$

Quant au troisième terme du reste $\Sigma \bar{B}_m^{(2)}$, on a d'abord

$$\begin{aligned} \sum_{\nu_1=0}^{n_1-1} \sum_{\nu_2=0}^{n_2-1} \omega_2 \int_0^{\omega_1} \frac{B_{m-1}(t_1)}{(m-1)!} f^{(m-1)}(x+t_1+\nu_1\omega_1+\nu_2\omega_2) dt_1 = \\ = \omega_2 \sum_{\nu_2=0}^{n_2-1} \int_0^{n_1\omega_1} \frac{\bar{B}_{m-1}(t_1)}{(m-1)!} f^{(m-1)}(x+t_1+\nu_2\omega_2) dt_1. \end{aligned}$$

Or, de l'identité (10) on tire

$$\begin{aligned} \omega \sum_{\nu=0}^{n-1} f(x+\nu\omega) = \sum_{i=0}^p \int_0^{n\omega} \frac{\omega^i B_i}{i!} f^{(i)}(x+z) dz \\ + (-1)^{p+1} \int_0^{n\omega} \frac{\bar{B}_p(z)}{p!} f^{(p)}(x+z) dz, \quad p > 0. \end{aligned}$$

En appliquant cette égalité, en donnant à p la valeur 1, le troisième terme devient

$$\begin{aligned} (29) \quad \int_0^{n_1\omega_1} \int_0^{n_2\omega_2} \frac{\bar{B}_{m-1}(t_1)}{(m-1)!} f^{(m-1)}(x+t_1+t_2) dt_1 dt_2 \\ + \omega_2 B_1 \int_0^{n_1\omega_1} \int_0^{n_2\omega_2} \frac{B_{m-1}(t_1)}{(m-1)!} f^{(m)}(x+t_1+t_2) dt_1 dt_2 \\ + \int_0^{n_1\omega_1} \int_0^{n_2\omega_2} \frac{\bar{B}_{m-1}(t_1) \bar{B}_1(t_2)}{(m-1)!} f^{(m)}(x+t_1+t_2) dt_1 dt_2. \end{aligned}$$

Il en est de même, *mutatis mutandis*, pour le quatrième terme du reste.

Substituons maintenant les expressions (27), (28) et (29) dans l'égalité (26).

Il s'ensuivra

$$\begin{aligned}
(26') \quad \omega_1 \omega_2 \sum_{\nu_1=0}^{n_1-1} \sum_{\nu_2=0}^{n_2-1} f(x + \nu_1 \omega_1 + \nu_2 \omega_2) &= \sum_{i=0}^m \frac{B_i^{(2)}}{i!} \int_0^{n_1 \omega_1} \int_0^{n_2 \omega_2} f^{(i)}(x + t_1 + t_2) dt_1 dt_2 \\
&+ (-1)^{m+1} \int_0^{n_1 \omega_1} \int_0^{n_2 \omega_2} \frac{\bar{B}_m^{(2)}(t_1 + t_2)}{m!} f^{(m)}(x + t_1 + t_2) dt_1 dt_2 \\
&+ (-1)^{m+1} \int_0^{n_1 \omega_1} \int_0^{n_2 \omega_2} \frac{\bar{B}_{m-1}^{(2)}(t_1 + t_2)}{(m-1)!} f^{(m-1)}(x + t_1 + t_2) dt_1 dt_2 \\
&+ (-1)^m \sum_{\alpha=1}^2 \left\{ \int_0^{n_1 \omega_1} \int_0^{n_2 \omega_2} \frac{\bar{B}_{m-1}(t_\alpha)}{(m-1)!} f^{(m-1)}(x + t_1 + t_2) dt_1 dt_2 \right. \\
&+ \omega_2 B_1 \int_0^{n_1 \omega_1} \int_0^{n_2 \omega_2} \frac{\bar{B}_{m-1}(t_\alpha)}{(m-1)!} f^{(m)}(x + t_1 + t_2) dt_1 dt_2 \\
&\left. + \int_0^{n_1 \omega_1} \int_0^{n_2 \omega_2} \frac{\bar{B}_{m-1}(t_\alpha) \bar{B}_1(t_\beta)}{(m-1)!} f^{(m)}(x + t_1 + t_2) dt_1 dt_2 \right\}, \quad \beta = 1, 2, \quad \beta \neq \alpha.
\end{aligned}$$

Faisons maintenant tendre n_1 et n_2 vers l'infini. Le premier membre de (26') nous donne la série double

$$\sum_{x_1, x_2}^{\infty, \infty} f(x_1 + \nu_1 \omega_1 + \nu_2 \omega_2).$$

Le premier terme de la somme $\sum_{i=0}^m$ du second membre est précisément l'intégrale double

$$\int_0^\infty \int_0^\infty f(x + t_1 + t_2) dt_1 dt_2.$$

Le second terme de la même somme, ou l'intégrale

$$\int_0^\infty \int_0^\infty f'(x + t_1 + t_2) dt_1 dt_2,$$

est convergente en vertu de l'hypothèse concernant l'intégrale

$$\int_0^\infty f(z) dz.$$

Les autres intégrales de la somme,

$$\int_0^\infty \int_0^\infty f^{(i)}(x + t_1 + t_2) dt_1 dt_2, \quad i = 2, 3, \dots, m,$$

n'offrent pas de difficulté. Car, par hypothèse, on a

$$f(z) \rightarrow 0, \quad z \rightarrow \infty;$$

et l'intégrale

$$\int \int_{-\infty}^{\infty} |f^{(m)}(x + t_1 + t_2)| dt_1 dt_2$$

est convergente, d'où

$$f_{\dots}^{(m-2)}(z) \rightarrow s, \quad z \rightarrow \infty.$$

Par conséquent, suivant le théorème de M. LITTLEWOOD, on a

$$f^{(i)}(z) \rightarrow 0, \quad z \rightarrow \infty, \quad i = 0, 1, 2, \dots, m - 3.$$

Enfin, l'intégrale

$$\int \int_{-\infty}^{\infty} f^{(m-1)}(x + t_1 + t_2) dt_1 dt_2$$

est absolument convergente, et on en conclut, à l'aide de la formule de TAYLOR, sans difficulté, qu'il en est de même pour l'intégrale

$$\int \int_{-\infty}^{\infty} f^{(m)}(x + t_1 + t_2) dt_1 dt_2.$$

Donc, toutes les intégrales doubles dérivant du reste convergent aussi.

Le théorème énoncé est donc établi.

Exemple. — La fonction

$$f(z) = \frac{e^{iz^\alpha}}{z^\beta}, \quad 0 < \alpha \leq 1, \quad \alpha + \beta > 1,$$

satisfait aux conditions du théorème. Donc, la série et l'intégrale doubles

$$\sum_{-\infty}^{\infty} \frac{e^{i(am+bn+c)^\alpha}}{(am+bn+c)^\beta} \quad \text{et} \quad \int \int_{-\infty}^{\infty} \frac{e^{i(ax+by+c)^\alpha}}{(ax+by+c)^\beta} dx dy$$

convergent et divergent en même temps.

§ 17. Les méthodes et les résultats des §§ 15—16 peuvent être étendues à des séries et des intégrales multiples. En appliquant parfaitement le raisonnement du § 15, et en tenant compte des propriétés des polynômes de BERNOULLI multiples données dans le § 3, on trouvera, après des calculs très longs il est vrai, pour $m > p - 1$, l'identité suivante :

$$(22 \text{ a}) \quad \omega_1 \omega_2 \dots \omega_p f(x) = \sum_{i=0}^m \frac{B_i^{(p)}}{i!} \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} \dots \int_0^{\omega_p} f^{(i)}(x + t_1 + t_2 + \dots + t_p) dt_1 dt_2 \dots dt_p + R_m^{(p)},$$

où le terme reste $R_m^{(p)}$ a la forme

$$\sum_{i=1}^p \sum_i i^{p-i} (-1)^{m-p+2} \int_0^{\omega_1} \int_0^{\omega_2} \dots \int_0^{\omega_i} \frac{B_{m-p+1}^{(p)}(t_1 + t_2 + \dots + t_p)}{(m-p+1)!} f^{(m-p+1)}(x + t_{\alpha_1} + t_{\alpha_{i+1}} + \dots + t_{\alpha_p}) dt_1 dt_2 \dots dt_p,$$

$$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p = 1, 2, \dots, p; \quad \alpha_i \neq \alpha_{i+1} \neq \dots \neq \alpha_p;$$

le symbole A^i désignant l'opération

$$A^i \zeta(m) = \zeta(m+i) - \binom{i}{1} \zeta(m+i-1) + \dots + (-1)^i \zeta(m),$$

et le signe \sum_i se rapportant aux combinaisons, au nombre de $\frac{p!}{(i-1)! (p-i+1)!}$, des indices 1, 2, ..., p pris $p-i+1$ à la fois.

Ceci posé nous n'avons, pour établir l'analogie du théorème du § 16, qu'à procéder comme dans le paragraphe cité. Cela nécessiterait cependant d'assez longs raisonnements que nous nous dispenserons de développer ici.

CHAPITRE III.

Quelques théorèmes de transformation.

I. Séries simples.

§ 18. Dans son *Cours d'Analyse*, CAUCHY¹ a démontré un théorème, qu'on a souvent appelé *le théorème de condensation de CAUCHY*. Ordinairement, on lui a donné la forme suivante²:

Soit une série à termes positifs et décroissants

$$\sum f(n);$$

elle converge et diverge en même temps que la série

$$\sum a^n f(a^n),$$

si l'on a

$$a > 1.$$

Les démonstrations de ce théorème figurant dans la littérature n'étant pas parfaitement exactes, nous commencerons ce chapitre en donnant deux démonstrations tout à fait rigoureuses du théorème.

En désignant, suivant l'usage, par $E(x)$ le plus grand entier inférieur à x , l'on aura les inégalités

$$(30) [E(a^p) - E(a^{p-1})] f(E(a^p)) \leq f(E(a^{p-1}) + 1) + \dots + f(E(a^p)) \leq [E(a^p) - E(a^{p-1})] f(E(a^{p-1}) + 1).$$

En vertu des propriétés de la fonction $E(x)$, on a

$$E(x) \leq x \quad \text{pour } x \geq 0$$

et

$$E(x) \geq \frac{x}{2} \quad \text{pour } x \geq 1.$$

Il suit de là

$$(31) \quad E(a^p) - E(a^{p-1}) \geq E(a^p - a^{p-1}) \geq \frac{a^p - a^{p-1}}{2} = a^p \cdot \frac{a - 1}{2a}$$

et

$$(32) \quad E(a^p) - E(a^{p-1}) < E(a^p) \leq a^p = a \cdot a^{p-1}.$$

¹ *Œuvres complètes*, 2^e sér., t. 3, Paris, 1897, p. 123—124.

² Voir, par exemple, BOREL, *Leçons sur les séries à termes positifs*, Paris, 1902, p. 3—4.

En tenant compte de ces dernières inégalités, les relations (30) deviennent

$$\frac{a-1}{2a} \cdot a^p f(a^p) \leq f(E(a^{p-1}) + 1) + \dots + f(E(a^p)) < a \cdot a^{p-1} f(a^{p-1}).$$

Faisons varier p de 1 à ∞ , on trouve

$$\frac{a-1}{2a} \sum_{p=1}^{\infty} a^p f(a^p) \leq \sum_{p=2}^{\infty} f(p) < a \sum_{p=0}^{\infty} a^p f(a^p).$$

Le théorème de CAUCHY est prouvé.

A l'aide des théorèmes des § 4 et § 5, on peut encore donner cette démonstration simple:

Suivant le théorème de CAUCHY du § 4, la série et l'intégrale

$$\sum_{n=1}^{\infty} f(n) \quad \text{et} \quad \int_1^{\infty} f(x) dx$$

convergent et divergent en même temps.

En vertu du théorème du § 5, il en est de même pour la série et l'intégrale

$$\sum_{n=1}^{\infty} a^n f(a^n) \quad \text{et} \quad \int_1^{\infty} a^x f(a^x) dx.$$

Car on a

$$\frac{a^{x+b} f(a^{x+b})}{a^x f(a^x)} \leq a^b.$$

A l'aide de la substitution $x = a^z$, l'intégrale

$$\int_1^{\infty} f(x) dx$$

devient

$$\log a \int_1^{\infty} a^x f(a^x) dx,$$

d'où le théorème.

Ce théorème élégant est susceptible de généralisations dans plusieurs directions. En considérant toujours des séries à termes positifs et décroissants, M. GOUWENTAK¹, par exemple, a démontré que les séries

$$\sum_{n=1}^{\infty} f(n), \quad \sum_{n=1}^{\infty} a^n f(a^n), \quad \sum_{n=1}^{\infty} (a + bn)^{p-1} f((a + bn)^p)$$

convergent et divergent en même temps. Et M. KLUYVER² a immédiatement approfondi ce fait en démontrant que les séries

¹ *Eene uitbreiding van een tweetal convergentiekenmerken (Nieuw Archief voor Wiskunde, 2^e sér., t. 8, 1909, p. 370—372).*

² *Eene uitbreiding van het convergentiekenmerk van Cauchy (ibid., p. 373—374).*

$$\sum_{n=1}^{\infty} f(n), \quad \sum_{n=1}^{\infty} (a_{n+1} - a_n) f(a_n), \quad \sum_{n=1}^{\infty} (a_n - a_{n-1}) f(a_n), \quad \sum_{n=1}^{\infty} A_n f(a_n)$$

sont en même temps toutes convergentes ou toutes divergentes, a_n désignant une suite d'entiers positifs et croissants, et A_n désignant une suite de nombres positifs tels que les rapports

$$\frac{a_{n+1} - a_n}{A_n} \quad \text{et} \quad \frac{A_{n+1}}{A_n}$$

restent, tous les deux, pour des valeurs suffisamment grandes de n , compris entre deux limites finies.

Cette dernière série $\sum A_n f(a_n)$ nous donne, pour des nombres a_n et A_n convenablement choisis, tant la série de CAUCHY que les séries de M. GOUWENTAK et d'autres semblables.

Mais plus profondes et plus importantes sont les généralisations que nous avons indiquées dans l'introduction. Nous les étudierons dans les paragraphes qui suivent immédiatement.

§ 19. En observant que a^x est essentiellement la dérivée de a^x , le théorème de condensation se ramène à un changement de variables. En tenant compte de ce fait et en employant le théorème de CAUCHY cité dans le § 4, on déduit immédiatement ce théorème:

Théorème. — Soit $f(x)$ une fonction positive et décroissante

$$f(x) \rightarrow 0, \quad x \rightarrow \infty;$$

soit $\varphi(x)$ une fonction positive et croissante

$$\varphi(x) \rightarrow \infty, \quad x \rightarrow \infty,$$

admettant une dérivée décroissante $\varphi'(x)$

$$\varphi'(x) \rightarrow 0, \quad x \rightarrow \infty.$$

Alors les séries

$$\sum_{n=1}^{\infty} f(n) \quad \text{et} \quad \sum_{n=1}^{\infty} f(\varphi(n)) \varphi'(n)$$

sont ou toutes les deux convergentes ou toutes les deux divergentes.

En effet, la série et l'intégrale

$$\sum_{n=1}^{\infty} f(n) \quad \text{et} \quad \int_1^{\infty} f(x) dx$$

convergent et divergent en même temps, en vertu du théorème de CAUCHY. Et il en est de même pour la série et l'intégrale

$$\sum_{n=1}^{\infty} f(\varphi(n)) \varphi'(n) \quad \text{et} \quad \int_1^{\infty} f(\varphi(x)) \varphi'(x) dx,$$

la dérivée $\varphi'(x)$ étant, évidemment, positive.

Donc, un changement de variables

$$\int_1^{\infty} f(x) dx = \int_1^{\infty} f(\varphi(x)) \varphi'(x) dx$$

entraîne le théorème.

Certes, en raison de la condition concernant la dérivée $\varphi'(x)$, la portée de ce théorème n'est pas très grande. Si, par exemple, nous choisissons pour $\varphi(x)$ des fonctions logarithmico-exponentielles, il faut borner le choix à des fonctions telles que

$$x^{\alpha}, \quad 0 < \alpha \leq 1; \quad \log_r x, \quad r = 1, 2, 3, \dots$$

et d'autres semblables. L'exponentielle e^x ne satisfait pas à nos conditions et, par conséquent, le théorème ne renferme pas le théorème de condensation de CAUCHY.

§ 20. On peut remplacer la condition concernant $\varphi'(x)$ par une autre moins restrictive. Et nous aurons le théorème suivant qui renferme comme cas particuliers non seulement le théorème précédent mais aussi le théorème de condensation de CAUCHY. De plus, les généralisations de M. GOUWENTAK et de M. KLUYVER se ramènent à ce théorème.

Théorème. — Soit $f(x)$ une fonction positive et décroissante

$$f(x) \rightarrow 0, \quad x \rightarrow \infty;$$

soit $\varphi(x)$ une fonction positive et croissante

$$\varphi(x) \rightarrow \infty, \quad x \rightarrow \infty,$$

admettant une dérivée continue et positive $\varphi'(x)$ satisfaisant à la condition qu'il y ait, correspondant à tout nombre positif θ , une constante positive c telle que

$$\frac{\varphi(x + \theta)}{\varphi'(x)} < c, \quad \theta > 0,$$

Alors, les séries

$$\sum_{n=1}^{\infty} f(n) \quad \text{et} \quad \sum_{n=1}^{\infty} f(\varphi(n)) \varphi'(n)$$

convergent et divergent en même temps.

La démonstration repose sur les théorèmes sur la relation entre séries et intégrales du § 4 et du § 5. Nous nous contentons de ces indications, la démonstration coïncidant presque mot pour mot avec celle du théorème précédent.

Exemples. — En considérant encore les fonctions logarithmico-exponentielles, nous verrons qu'on peut choisir pour $\varphi(x)$ les fonctions

$$x^{\alpha}; \quad x^{\alpha}, \quad \alpha \text{ arbitraire}; \quad \log_r x, \quad r = 1, 2, 3, \dots$$

et d'autres semblables. Par suite, les séries

$$\sum_{n=1}^{\infty} f(a^n) a^n, \quad \sum_{n=1}^{\infty} f(n^{\alpha}) n^{\alpha-1}, \quad \sum_{n=1}^{\infty} \frac{f(\log_r n)}{n \log n \dots \log_{r-1} n}$$

convergent et divergent en même temps que la série $\sum_{n=1}^{\infty} f(n)$, $f(x)$ étant une fonction positive et décroissante.

Corollaire. — Une conséquence à tirer de ce théorème et qui mérite d'être remarquée est l'observation d'ABEL¹ et de CAUCHY², retrouvée plus tard par M. PRINGSHEIM³, à savoir:

La fonction $f(x)$ étant positive et décroissante, la convergence de la série $\sum_{n=1}^{\infty} f(n)$ entraîne la relation

$$x f(x) \rightarrow 0, \quad x \rightarrow \infty.$$

Si non seulement $f(x)$ mais aussi la fonction $x f(x)$ est une fonction décroissante, on peut appliquer le théorème encore une fois. Donc, la convergence de la série $\sum_{n=1}^{\infty} f(n)$ entraîne la convergence de la série

$$\sum_{n=1}^{\infty} f(e^n) e^n e^n,$$

et, par conséquent, on a

$$\log x \cdot x \cdot f(x) \rightarrow 0, \quad x \rightarrow \infty.$$

Plus généralement, si non seulement $f(x)$ mais aussi la fonction

$$|\log_r x \cdot \log_{r-1} x \dots \log x \cdot x \cdot f(x)|$$

est une fonction décroissante, la convergence de la série $\sum_{n=1}^{\infty} f(n)$ entraîne la relation

$$\log_{r+1} x \cdot \log_r x \dots \log x \cdot x \cdot f(x) \rightarrow 0, \quad x \rightarrow \infty.$$

Remarque. — A propos des théorèmes des §§ 18—20, il ne sera pas inutile de se rappeler les critères d'ERMAKOFF⁴, valables pour les séries à termes positifs et décroissants, à savoir

$$\lim \frac{\varphi'(x) f(\varphi(x))}{f(x)} \begin{cases} > 1 & \text{divergence} \\ < 1 & \text{convergence,} \end{cases}$$

où la fonction $\varphi(x)$ est supposée positive et croissante vers l'infini.

Remarquons surtout le cas particulier

$$\lim \frac{e^x f(e^x)}{f(x)} \begin{cases} > 1 & \text{divergence} \\ < 1 & \text{convergence.} \end{cases}$$

§ 21. Les théorèmes de condensation considérés jusqu'ici n'ont eu pour objet que des fonctions $f(x)$ positives et décroissantes. Cette dernière condition, la décroissance de $f(x)$, n'est pas une restriction essentielle. Car une série à termes positifs convergente est *absolument* convergente. Par suite, l'ordre des termes de la série n'a aucune influence sur la question de convergence ou de divergence de la série. On peut donc, en quelque façon, appliquer les théorèmes de condensation des paragraphes précédents à n'importe quelle série à termes positifs. Mais, en général, il

¹ *Œuvres complètes*, nouv. éd., t. 1, Christiania, 1881, p. 399.

² *Œuvres complètes*, 2^e sér., t. 7, Paris, 1889, p. 277—278.

³ *Allgemeine Theorie der Divergenz und Convergenz von Reihen mit positiven Gliedern* (*Mathematische Annalen*, t. 35, 1890, p. 297—394). Voir surtout p. 347, 356.

⁴ Voir, par exemple, BRÖMVICH, *An introduction to the theory of infinite series*, London, 1908, p. 37—38. Voir aussi PRINGSHEIM, loc. cit., p. 392—394.

faut se garder d'appliquer les théorèmes sans précautions. Avant de les employer, il est très souvent nécessaire d'arranger les termes de la série de sorte qu'ils forment une suite décroissante.

Considérons, cependant, la série à termes positifs et décroissants

$$\sum_{n=1}^{\infty} f(n).$$

Nous avons vu que, sous certaines conditions, la série converge et diverge en même temps que la série

$$\sum_{n=1}^{\infty} F(n) = \sum_{n=1}^{\infty} f(\varphi(n)) \varphi'(n).$$

Evidemment, il en est de même pour les séries

$$\sum f(n) = f(1) + f(2) + f(3) + \dots + f(n) + \dots$$

et

$$\sum \bar{f}(n) = f(1) + 2f(2) + f(3) + 2f(4) + \dots + f(n-1) + 2f(n) + f(n+1) + \dots,$$

les termes de la série $\sum f(n)$ étant positifs. De plus, les deux séries

$$\sum F(n) = F(1) + F(2) + F(3) + \dots + F(n) + \dots$$

et

$$\sum \bar{F}(n) = F(1) + 2F(2) + F(3) + 2F(4) + \dots + F(n-1) + 2F(n) + F(n+1) + \dots$$

convergent et divergent en même temps, si l'on a supposé la dérivée $\varphi'(x)$ positive.

Donc, les deux séries à termes positifs mais pas nécessairement *constamment* décroissants

$$\sum_{n=1}^{\infty} \bar{f}(n) \quad \text{et} \quad \sum_{n=1}^{\infty} \bar{F}(n) = \sum_{n=1}^{\infty} \bar{f}(\varphi(n)) \varphi'(n)$$

convergent et divergent en même temps, dans les conditions indiquées plus haut.

En réalité, nous pouvons démontrer le théorème suivant:

Théorème. — Soit $f(x)$ une fonction positive et tendant vers zéro

$$f(x) \rightarrow 0, \quad x \rightarrow \infty;$$

et admettons que

$$\frac{f(x+\theta)}{f(x)} < C, \quad 0 < \theta < 1,$$

pour des valeurs suffisamment grandes de x , C étant une constante positive;

soit $\varphi(x)$ une fonction positive et croissante

$$\varphi(x) \rightarrow \infty, \quad x \rightarrow \infty,$$

et supposons qu'elle admette une dérivée continue et positive $\varphi'(x)$ telle que

$$\frac{\varphi'(x+\theta)}{\varphi'(x)} < c, \quad 0 < \theta < 1,$$

pour des valeurs suffisamment grandes de x , c étant encore une constante positive.

Les séries

$$\sum_{n=1}^{\infty} f(n) \quad \text{et} \quad \sum_{n=1}^{\infty} f(\varphi(n))\varphi'(n)$$

convergeront et divergeront en même temps.

A l'aide du théorème du § 5 sur la relation entre séries et intégrales, le théorème se démontre parfaitement comme celui du § 19, la démonstration se ramenant au même changement de variables.

Exemple. — Considérons la fonction

$$f(x) = \frac{a + b \cos x}{x^\alpha}, \quad a > b.$$

On trouve

$$\frac{f(x + \theta)}{f(x)} < \frac{a + b}{a - b}.$$

Par suite, la série

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{a + b \cos(e^n)}{e^{\alpha n}}$$

est convergente pour $\alpha > 0$ et divergente pour $\alpha \leq 0$.

Corollaire. — Le corollaire du paragraphe précédent concernant les relations

$$x f(x) \rightarrow 0, \quad x \rightarrow \infty, \quad \text{etc.}$$

s'étend maintenant aux séries convergentes $\sum_{n=1}^{\infty} f(n)$, où $f(x)$ est une fonction positive et essentiellement décroissante¹.

Remarque. — Une fonction $f(x)$ tendant vers zéro et jouissant de la propriété

$$\frac{f(x + \theta)}{f(x)} < c, \quad 0 < \theta < 1,$$

c étant une constante positive et finie, s'appellerait bien *essentiellement décroissante*. Cf. la dénomination de M. PRINGSHEIM² »im wesentlichen monoton«.

L'oscillation des termes des séries de cette espèce est beaucoup plus faible que celle d'une série telle que $\sum_{n=1}^{\infty} f(n)$, où³

$$\begin{cases} f(n) = \frac{1}{n^2}, & n \text{ non carré,} \\ f(n^2) = \frac{1}{n^2}. \end{cases}$$

¹ Voir ci-dessous.

² Loc. cit., p. 357, 379.

³ Cf. NIELSEN, *Lærebog i elementær Funktionsteori*, København, 1909, p. 206.

Ici on a

$$\frac{f(n^2)}{f(n^2-1)} = \frac{(n^2-1)^2}{n^2} = \left(n - \frac{1}{n}\right)^2,$$

c'est à dire c infini.

Cette série convergente ne peut pas être condensée. Et on n'a pas non plus la relation

$$nf(n) \rightarrow 0, \quad n \rightarrow \infty.$$

§ 22. Nous ne nous arrêterons pas aux théorèmes de condensation qu'on pourrait établir, en tenant compte des théorèmes du § 6. Mais à l'aide du théorème de M. HARDY dans le § 7, nous pouvons donner un théorème de condensation très simple. Certes, il n'est qu'un cas particulier du théorème du paragraphe suivant; mais, en raison de sa simplicité, nous la traiterons séparément.

Théorème. — Soit $f(x)$ une fonction tendant vers zéro

$$f(x) \rightarrow 0, \quad x \rightarrow \infty,$$

admettant une dérivée continue $f'(x)$ telle que l'intégrale

$$\int_1^{\infty} |f'(x)| dx$$

soit convergente.

Soit $\varphi(x)$ une fonction tendant vers l'infini

$$\varphi(x) \rightarrow \infty, \quad x \rightarrow \infty,$$

et admettant des dérivées continues $\varphi(x)$ et $\varphi'(x)$ de signes constants; soit $\varphi'(x)$ bornée

$$|\varphi'(x)| < \text{const.}$$

Alors, les deux séries

$$\sum_{n=1}^{\infty} f(n) \quad \text{et} \quad \sum_{n=1}^{\infty} f(\varphi(n)) \varphi'(n)$$

convergent et divergent en même temps.

En vertu du théorème de M. HARDY, la série et l'intégrale

$$\sum_{n=1}^{\infty} f(n) \quad \text{et} \quad \int_1^{\infty} f(x) dx$$

convergent et divergent en même temps. Donc, le théorème se ramène à la transformation

$$\int_1^{\infty} f(x) dx = \int_1^{\infty} f(\varphi(x)) \varphi'(x) dx,$$

pourvu que la série et l'intégrale

$$\sum_{n=1}^{\infty} f(\varphi(n)) \varphi'(n) \quad \text{et} \quad \int_1^{\infty} f(\varphi(x)) \varphi'(x) dx$$

soient convergentes et divergentes en même temps. Mais c'est précisément ce qu'on voit en appliquant le théorème de M. HADAMARD. En effet,

$$\frac{d}{dx}(f(\varphi(x)) \varphi'(x)) = f'(\varphi(x)) \varphi'^2(x) + f(\varphi(x)) \varphi''(x),$$

fonctions qui sont absolument intégrables toutes les deux. Car on a

$$\int_1^{\infty} |f'(\varphi(x)) \varphi'^2(x)| dx < c \int_1^{\infty} |f'(\varphi(x)) \varphi'(x)| dx = c \int_1^{\infty} |f'(x)| dx,$$

qui est convergente, en vertu de l'hypothèse.

Et on a de même

$$\int_1^{\infty} |f(\varphi(x)) \varphi''(x)| dx < c \int_1^{\infty} |\varphi''(x)| dx,$$

intégrale qui est encore convergente, le signe de $\varphi''(x)$ étant constant, et la fonction bornée $\varphi'(x)$ tendant vers une limite finie, en vertu du même fait.

On a donc le théorème énoncé.

Exemples. — La fonction

$$f(x) = \frac{1}{x^{1+i\alpha} (\log x)^{\beta+i\gamma}}, \quad \beta > 0,$$

satisfait aux conditions du théorème; et la série $\sum f(n)$ est convergente. En posant, par exemple, $\varphi(x) = x + \log x$, il s'ensuit que la série

$$\sum \frac{1 + \frac{1}{n}}{(n + \log n)^{1+i\alpha} (\log(n + \log n))^{\beta+i\gamma}}$$

est convergente pour $\beta > 0$.

La fonction

$$f(x) = \frac{e^{ix^a}}{x^b}, \quad 0 < a < 1, \quad b > 0,$$

nous donne également, si l'on suppose $b > a$, un exemple de ce théorème.

§ 23. Comme nous l'avons déjà indiqué, on peut encore donner un théorème de condensation, ou plutôt un théorème de transformation, qui s'applique à des cas plus étendus. C'est là le théorème important de M. NÖRLUND, qui supprime la condition par rapport à $f(x)$ qu'elle soit positive et décroissante, mais qui, au lieu de cela, introduit des conditions plus restrictives par rapport à $\varphi(x)$. Ce théorème peut être appliqué non seulement à des fonctions positives mais aussi à des fonctions d'un caractère beaucoup plus général.

En vertu du théorème de M. LITTLEWOOD, cité dans le § 9, nous donnerons au théorème de M. NÖRLUND la forme suivante:

Théorème. — Soit $f(x)$ une fonction tendant vers zéro

$$f(x) \rightarrow 0, \quad x \rightarrow \infty,$$

et admettant une dérivée $p^{\text{ème}}$ continue ($p \geq 1$), telle que l'intégrale

$$\int_0^{\infty} |f^{(p)}(x)| dx$$

soit convergente;

soit $\varphi(x)$ une fonction croissante

$$\varphi(x) \rightarrow \infty, \quad x \rightarrow \infty,$$

admettant une dérivée continue de l'ordre $p+1$; soient les dérivées

$$\varphi^{(i)}(x), \quad i = 1, 2, 3, \dots, p+1,$$

de signes constants; et soient les dérivées $\varphi'(x)$ et $\varphi^{(p)}(x)$ bornées

$$|\varphi'(x)| < \text{const.}, \quad |\varphi^{(p)}(x)| < \text{const.}$$

Dans ces conditions, les deux séries

$$\sum_{n=0}^{\infty} f(n) \quad \text{et} \quad \sum_{n=0}^{\infty} f(\varphi(n)) \varphi'(n)$$

sont, en même temps, convergentes et divergentes.

Remarquons que les suppositions relativement à $f(x)$ sont précisément celles qu'exige le théorème du § 10 p. 24 pour affirmer la convergence et la divergence simultanées de la série et l'intégrale

$$\sum_{n=0}^{\infty} f(n) \quad \text{et} \quad \int_0^{\infty} f(x) dx.$$

La fonction $\varphi(x)$ est constamment croissante, la dérivée $\varphi'(x)$ étant de signe constant, c'est à dire positive. Donc, on a

$$\int_0^{\infty} f(x) dx = \int_0^{\infty} f(\varphi(x)) \varphi'(x) dx,$$

et de la démonstration, il ne reste qu'à établir la convergence et la divergence simultanées de la série et de l'intégrale

$$\sum_{n=0}^{\infty} f(\varphi(n)) \varphi'(n) \quad \text{et} \quad \int_0^{\infty} f(\varphi(x)) \varphi'(x) dx$$

La dérivée $\varphi'(x)$ a, évidemment, une limite finie, la dérivée $\varphi''(x)$ étant de signe constant. Il en est de même pour la dérivée $\varphi^{(p)}(x)$. En vertu du théorème de M. LITTLEWOOD, il viendra donc

$$\varphi^{(i)}(x) \rightarrow 0, \quad x \rightarrow \infty, \quad i = 2, 3, \dots, p-1.$$

Posons

$$f(\varphi(x)) \varphi'(x) = F(x).$$

Donc

$$F'(x) = f'(\varphi(x)) \varphi'^2(x) + f(\varphi(x)) \varphi''(x)$$

et, généralement,

$$F^{(i)}(x) = f^{(i)}(\varphi) (\varphi')^{i+1} + \sum c_r f^{(r)}(\varphi) (\varphi')^{r_i} (\varphi'')^{r_2} \dots (\varphi^{(i)})^{r_i} + f(\varphi) \varphi^{(i+1)},$$

la somme Σ renfermant tous les termes à dérivées $f^{(r)}(\varphi(x))$ des ordres inférieurs à i .

On voit aisément que l'intégrale

$$\int |F^{(p)}(x)| dx$$

est convergente. Considérons le premier terme de $F^{(p)}(x)$. On a

$$\int |f^{(p)}(\varphi(x)) (\varphi'(x))^{p+1}| dx < c \int |f^{(p)}(\varphi(x)) \varphi'(x)| dx = c \int |f^{(p)}(x)| dx$$

intégrale qui, par hypothèse, est convergente.

Quant aux termes de la somme Σ , on a évidemment

$$\int |f^{(i)}(\varphi) (\varphi')^{r_1} \dots (\varphi^{(p)})^{r_p}| dx < c \int |\varphi^{(i)}(x)| dx, \quad i > 1,$$

intégrale, qui est convergente, $\varphi^{(i)}(x)$ étant de signe constant et $\varphi^{(i-1)}(x)$ ayant une limite finie.

De même, l'intégrale

$$\int |f(\varphi(x)) \varphi^{(p+1)}(x)| dx < c \int |\varphi^{(p+1)}(x)| dx$$

est convergente.

Le théorème est donc démontré.

Exemples. — En vertu de ce théorème, on peut «condenser» des séries telles que¹

$$\sum \frac{e^{i n^a}}{n^b}, \quad 0 < a \leq 1, \quad b > 0.$$

En posant $\varphi(x)$ égale à

$$x^\alpha, \quad 0 < \alpha \leq 1; \quad \log_r x, \quad r = 1, 2, 3, \dots; \quad x + \log_r x \quad \text{etc.},$$

on obtient des séries telles que

$$\sum \frac{e^{i(\log n)^a}}{n(\log n)^b}, \quad \sum \frac{e^{i(\log_r n)^a}}{n \log n \dots \log_{r-1} n (\log_r n)^b},$$

¹ HARDY, loc. cit., *Proceedings*, etc., 2^e sér., t. 9, 1910, p. 128.

elle converge et diverge en même temps que la série

$$\sum_{m, n}^{\infty, \infty} a^m b^n f(a^m, b^n),$$

si l'on a

$$a > 1, b > 1.$$

Le mode de démonstration étant tout à fait général, on peut aisément démontrer un théorème analogue pour les séries multiples à termes positifs et décroissants.

En tenant compte des théorèmes des §§ 11—12, nous donnerons une autre démonstration simple du théorème ci-dessus.

En effet, la série et l'intégrale doubles

$$\sum_{m, n}^{\infty, \infty} f(m, n) \quad \text{et} \quad \int \int_{\infty}^{\infty} f(x, y) dx dy$$

convergent et divergent en même temps, suivant le théorème du § 11. En vertu du théorème du § 12, il en est de même pour la série et l'intégrale

$$\sum_{m, n}^{\infty, \infty} a^m b^n f(a^m, b^n) \quad \text{et} \quad \int \int_{\infty}^{\infty} a^x b^y f(a^x, b^y) dx dy.$$

Donc, la transformation

$$\int \int_{\infty}^{\infty} f(x, y) dx dy = \log a \log b \int \int_{\infty}^{\infty} f(a^x, b^y) a^x b^y dx dy$$

entraîne le théorème.

§ 25. L'application des théorèmes établis dans le chapitre précédent va nous donner plusieurs analogies et généralisations du théorème de condensation de Cauchy pour des séries doubles et multiples. En voici la première:

Théorème. — Soit $f(x, y)$ une fonction positive et décroissante, tant pour x croissant que pour y croissant

$$f(x, y) \rightarrow 0, \quad x \rightarrow \infty \text{ ou } y \rightarrow \infty;$$

soient $\varphi(x)$ et $\psi(x)$ deux fonctions positives et croissantes

$$\varphi(x) \rightarrow \infty, \quad x \rightarrow \infty, \quad \text{et} \quad \psi(x) \rightarrow \infty, \quad x \rightarrow \infty,$$

admettant des dérivées décroissantes du premier ordre $\varphi'(x)$ et $\psi'(x)$.

Dans ces conditions, les deux séries à double entrée

$$\sum_{m, n}^{\infty, \infty} f(m, n) \quad \text{et} \quad \sum_{m, n}^{\infty, \infty} f(\varphi(m), \psi(n)) \varphi'(m) \psi'(n)$$

sont, en même temps, convergentes et divergentes.

A l'aide du théorème de Cauchy du § 11, on voit que la série et l'intégrale

$$\sum_{m, n}^{\infty, \infty} f(m, n) \quad \text{et} \quad \int \int_{\infty}^{\infty} f(x, y) dx dy$$

convergent et divergent simultanément.

En vertu des propriétés des fonctions $\varphi(x)$ et $\psi(x)$, il en est de même pour

$$\sum_{m, n}^{\infty, \infty} f(\varphi(m), \psi(n)) \varphi'(m) \psi'(n) \quad \text{et} \quad \int \int_{\infty}^{\infty} f(\varphi(x), \psi(y)) \varphi'(x) \psi'(y) dx dy.$$

Ajoutons que

$$\int \int_{\infty}^{\infty} f(x, y) dx dy = \int \int_{\infty}^{\infty} f(\varphi(x), \psi(y)) \varphi'(x) \psi'(y) dx dy.$$

On aura donc le théorème.

Ce théorème s'étend immédiatement à des séries multiples à termes positifs et décroissants.

§ 26. Plus généralement, considérons deux fonctions $\varphi(x)$ et $\psi(x)$ ayant les propriétés suivantes:

Soient $\varphi(x)$ et $\psi(x)$ des fonctions positives et croissantes

$$\varphi(x) \rightarrow \infty \quad \text{et} \quad \psi(x) \rightarrow \infty, \quad x \rightarrow \infty,$$

admettant des dérivées continues et positives $\varphi'(x)$ et $\psi'(x)$; et supposons qu'à tout nombre positif θ correspond une constante positive c telle qu'on a

$$\frac{\varphi'(x + \theta)}{\varphi'(x)} < c, \quad \frac{\psi'(x + \theta)}{\psi'(x)} < c, \quad \theta > 0.$$

Quant à la fonction $f(x, y)$, elle doit satisfaire aux conditions du théorème précédent.

Dans ce cas, en vertu du théorème du § 12, la série et l'intégrale doubles

$$\sum_{m, n}^{\infty, \infty} f(\varphi(m), \psi(n)) \varphi'(m) \psi'(n) \quad \text{et} \quad \int \int_{\infty}^{\infty} f(\varphi(x), \psi(y)) \varphi'(x) \psi'(y) dx dy$$

restent encore convergentes et divergentes en même temps.

En achevant la démonstration de la même manière que dans le théorème précédent, on aura le théorème:

Théorème. — Soit $f(x, y)$ une fonction positive et croissante; tant pour x croissant que pour y croissant

$$f(x, y) \rightarrow 0, \quad x \rightarrow \infty \quad \text{ou} \quad y \rightarrow \infty;$$

soient $\varphi(x)$ et $\psi(x)$ des fonctions positives et croissantes

$$\varphi(x) \rightarrow \infty, \quad x \rightarrow \infty, \quad \text{et} \quad \psi(x) \rightarrow \infty, \quad x \rightarrow \infty,$$

admettant des dérivées continues et positives $\varphi'(x)$ et $\psi'(x)$ telles que

$$\frac{\varphi'(x + \theta)}{\varphi'(x)} < c, \quad \frac{\psi'(x + \theta)}{\psi'(x)} < c, \quad \theta > 0,$$

c étant une constante positive.

Dans ces conditions, les séries

$$\sum_{m, n}^{\infty, \infty} f(m, n) \quad \text{et} \quad \sum_{m, n}^{\infty, \infty} f(\varphi(m), \psi(n)) \varphi'(m) \psi'(n)$$

sont ou convergentes toutes les deux ou divergentes toutes les deux.

On pourrait encore, d'une manière tout à fait générale, considérer des séries à entrée p^{me} . On démontrerait sans difficulté le théorème analogue.

Les deux théorèmes des §§ 24—25 sont des cas particuliers de ce théorème. Entre autres cas particuliers, remarquons les analogies des théorèmes de M. ГОУВЕНТАК et de M. КЛУВЕР. Le théorème de M. КЛУВЕР se présente sous la forme suivante :

Soit $f(x, y)$ une fonction positive et décroissante pour x croissant et pour y croissant; soient a_m et b_n deux suites d'entiers positifs et croissants; soit $A_{m,n}$ une suite double de nombres positifs telle que les rapports

$$\frac{(a_{m+1} - a_m)(b_{n+1} - b_n)}{A_{m,n}}, \quad \frac{A_{m+1,n}}{A_{m,n}}, \quad \frac{A_{m,n+1}}{A_{m,n}}$$

restent entre des limites finies, pour des valeurs suffisamment grandes de m et de n . Alors les deux séries doubles

$$\sum_{m,n}^{\infty, \infty} f(m, n) \quad \text{et} \quad \sum_{m,n}^{\infty, \infty} A_{m,n} f(a_m, b_n)$$

convergeront et divergeront en même temps.

Corollaire. — En vertu du théorème de ce paragraphe, on arrive aisément à des relations analogues à celles d'ABEL et de M. PEIRINGSHEIM.

En effet, si la fonction $f(x, y)$ est positive et décroissante pour x croissant ainsi que pour y croissant, et si la série double $\sum f(m, n)$ est convergente, on a toujours la limite

$$x y f(x, y) \rightarrow 0, \quad x \rightarrow \infty \quad \text{ou} \quad y \rightarrow \infty.$$

Et, généralement, si non seulement $f(x, y)$ mais aussi la fonction

$$f(x, y) \cdot x \log x \dots \log x \cdot y \log y \dots \log y$$

est décroissante pour x croissant ainsi que pour y croissant, la convergence de la série double $\sum f(m, n)$ entraîne la relation

$$f(x, y) \cdot x \log x \dots \log_{i+1} x \cdot y \log y \dots \log_{s+1} y \rightarrow 0$$

pour $x \rightarrow \infty$ ainsi que pour $y \rightarrow \infty$.

§ 27. Nous donnerons encore l'énoncé analogue du théorème du § 21 des séries simples.

Théorème. — Soit $f(x, y)$ une fonction positive qui décroît indéfiniment pour $x \rightarrow \infty$ ainsi que pour $y \rightarrow \infty$

$$f(x, y) \rightarrow 0, \quad x \rightarrow \infty \quad \text{ou} \quad y \rightarrow \infty;$$

et admettons que

$$\frac{f(x + \theta_1, y + \theta_2)}{f(x, y)} < c, \quad 0 \leq \theta_i \leq 1, \quad i = 1, 2,$$

c étant une constante positive finie;

soient $\varphi(x)$ et $\psi(x)$ des fonctions positives et croissantes

$$\varphi(x) \rightarrow \infty, \quad x \rightarrow \infty, \quad \text{et} \quad \psi(x) \rightarrow \infty, \quad x \rightarrow \infty,$$

admettant des dérivées continues et positives $\varphi'(x)$ et $\psi'(x)$ telles que les rapports

$$\frac{\varphi'(x+\theta)}{\varphi'(x)} \quad \text{et} \quad \frac{\psi'(x+\theta)}{\psi'(x)}, \quad 0 < \theta < 1,$$

restent inférieurs à des constantes positives finies.

Dans ces conditions, les séries doubles

$$\sum_{m,n}^{\infty, \infty} f(m, n) \quad \text{et} \quad \sum_{m,n}^{\infty, \infty} f(\varphi(m), \psi(n)) \varphi'(m) \psi'(n)$$

convergent et divergent en même temps.

Comme auparavant, la démonstration se ramène à un changement de variables

$$\int \int_{\infty}^{\infty} f(x, y) \, dx \, dy = \int \int_{\infty}^{\infty} f(\varphi(x), \psi(y)) \varphi'(x) \psi'(y) \, dx \, dy,$$

la première série étant convergente et divergente en même temps que l'intégrale

$$\int \int_{\infty}^{\infty} f(x, y) \, dx \, dy,$$

et la série transformée étant convergente et divergente en même temps que l'intégrale du second membre, en appliquant le théorème du § 12.

Corollaire. — Les conclusions du paragraphe précédent quant aux fonctions $xy f(x, y)$ etc.

restent encore valables pour les fonctions $f(x, y)$ que nous venons de considérer.

Remarque. — Si, pour x croissant vers l'infini ainsi que pour y augmentant indéfiniment, on a

$$\lim \frac{\varphi'(x) \psi'(y) f(\varphi(x), \psi(y))}{f(x, y)} < 1,$$

$\varphi(x)$ et $\psi(x)$ étant des fonctions positives et croissantes, les séries doubles

$$\sum_{m,n}^{\infty, \infty} f(m, n) \quad \text{et} \quad \sum_{m,n}^{\infty, \infty} f(\varphi(m), \psi(n)) \varphi'(m) \psi'(n)$$

sont convergentes, tandis qu'elles sont divergentes dans le cas contraire.

En particulier, la relation

$$\lim \frac{e^{x+y} f(e^x, e^y)}{f(x, y)} < 1, \quad \text{pour } x \rightarrow \infty \text{ et pour } y \rightarrow \infty,$$

entraîne la convergence de la série double $\sum f(m, n)$, tandis que la série diverge dans le cas contraire, et cette règle sera d'une application facile.

Cette extension des critères d'ERMAKOFF se démontre sans difficulté.

La généralisation du théorème de ce paragraphe à des séries multiples se fait d'elle-même.

§ 28. Maintenant, nous supprimons les conditions, par rapport à la fonction $f(x, y)$, qu'elle soit positive et qu'elle décroisse, lorsque x ou y croissent. A l'aide des théorèmes des derniers paragraphes du chapitre précédent, nous allons rechercher les conditions pour que les séries doubles

$$\sum_{m, n}^{\infty, \infty} f(m, n) \quad \text{et} \quad \sum_{m, n}^{\infty, \infty} f(\varphi(m), \psi(n)) \varphi'(m) \psi'(n)$$

convergent et divergent en même temps.

Dans le cas général, c'est à dire le cas correspondant au théorème du § 14, les recherches deviennent très compliquées et les résultats obtenus nous semblent d'assez peu d'utilité. Voilà pourquoi nous nous bornerons à l'étude de quelques cas spéciaux.

En tenant compte du théorème du § 13, nous démontrerons d'abord ce théorème:

Théorème. — Soit $f(x, y)$ une fonction tendant vers zéro pour x et pour y grandissant indéfiniment

$$f(x, y) \rightarrow 0, \quad x \rightarrow \infty \quad \text{ou} \quad y \rightarrow \infty,$$

et admettant des dérivées continues et absolument intégrables (intégrations doubles)

$$\frac{\partial f}{\partial x}, \quad \frac{\partial f}{\partial y} \quad \text{et} \quad \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y};$$

soient $\varphi(x)$ et $\psi(x)$ des fonctions tendant vers l'infini

$$\varphi(x) \rightarrow \infty, \quad x \rightarrow \infty, \quad \text{et} \quad \psi(x) \rightarrow \infty, \quad x \rightarrow \infty,$$

et admettant des dérivées continues $\varphi'(x)$ et $\varphi''(x)$, resp. $\psi'(x)$ et $\psi''(x)$, de signes constants; soient $\varphi'(x)$ et $\psi'(x)$ bornées

$$|\varphi'(x)| < \text{const.}, \quad |\psi'(x)| < \text{const.}$$

Alors, les séries doubles

$$\sum_{m, n}^{\infty, \infty} f(m, n) \quad \text{et} \quad \sum_{m, n}^{\infty, \infty} f(\varphi(m), \psi(n)) \varphi'(m) \psi'(n)$$

convergent et divergent en même temps.

Comme auparavant, la démonstration se ramène à un changement de variables

$$\int_0^{\infty} \int_0^{\infty} f(x, y) dx dy = \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} f(\varphi(x), \psi(y)) \varphi'(x) \psi'(y) dx dy.$$

On a donc à démontrer que la série et l'intégrale

$$\sum_{m, n}^{\infty, \infty} f(\varphi(m), \psi(n)) \varphi'(m) \psi'(n) \quad \text{et} \quad \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} f(\varphi(x), \psi(y)) \varphi'(x) \psi'(y) dx dy$$

convergent et divergent en même temps, la série et l'intégrale

$$\sum_{m, n}^{\infty, \infty} f(m, n) \quad \text{et} \quad \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} f(x, y) dx dy$$

satisfaisant à cette condition, en vertu du théorème du § 13.

Posons

$$f(\varphi(x), \psi(y)) \varphi'(x) \psi'(y) = F(x, y).$$

On a donc

$$\frac{\partial F}{\partial x} = \frac{\partial f(\varphi, \psi)}{\partial \varphi} \varphi'^2(x) \psi'(y) + f(\varphi, \psi) \varphi''(x) \psi'(y),$$

$$\frac{\partial F}{\partial y} = \frac{\partial f(\varphi, \psi)}{\partial \psi} \varphi'(x) \psi'^2(y) + f(\varphi, \psi) \varphi'(x) \psi''(y),$$

$$\frac{\partial^2 F}{\partial x \partial y} = \frac{\partial^2 f(\varphi, \psi)}{\partial \varphi \partial \psi} \varphi'^2(x) \psi'^2(y) + \frac{\partial f(\varphi, \psi)}{\partial \varphi} \varphi'^2(x) \psi''(y) + \frac{\partial f(\varphi, \psi)}{\partial \psi} \varphi''(x) \psi'^2(y) + f(\varphi, \psi) \varphi''(x) \psi''(y).$$

La dérivée $\varphi'(x)$ a évidemment une limite finie, le signe de la dérivée $\varphi''(x)$ étant constant et $\varphi(x)$ étant bornée. Et il en est de même pour la dérivée $\psi'(y)$. Par suite, les intégrales

$$\int_0^{\infty} \varphi''(x) dx \quad \text{et} \quad \int_0^{\infty} \psi''(y) dy$$

sont absolument convergentes.

Les intégrales

$$\int_0^{\infty} \int_0^{\infty} \frac{\partial f}{\partial x} dx dy, \quad \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} \frac{\partial f}{\partial y} dx dy \quad \text{et} \quad \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} dx dy$$

étant supposées absolument intégrables, on voit aisément qu'il en est de même pour les intégrales

$$\int_0^{\infty} \int_0^{\infty} \frac{\partial F}{\partial x} dx dy, \quad \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} \frac{\partial F}{\partial y} dx dy \quad \text{et} \quad \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} \frac{\partial^2 F}{\partial x \partial y} dx dy,$$

et le théorème est prouvé.

Exemple. — En se rappelant l'exemple du § 13 (p. 29), on voit que la convergence de la série double

$$\sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{e^{i(m^a + n^b)}}{m^b + n^b}, \quad 0 < a \leq 1, \quad b > a + 1 \quad \text{et} \quad b > 2(1 - a),$$

entraîne, par exemple, celle de la série

$$\sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{e^{i(m + \log m)^a + n^{\frac{a}{2} \log^a n}}}{(m + \log m)^b + n^{\frac{b}{2} \log^b n}} \left(1 + \frac{1}{m}\right) \frac{2 + \log n}{2\sqrt{n}}.$$

§ 29. On rencontre souvent des séries doubles ayant la forme

$$\sum_{a=1}^{\infty} \sum_{b=1}^{\infty} f(am + bn + c).$$

Dans ce paragraphe, nous transformerons une série de cette espèce, en remplaçant m et n par $\varphi(m)$ et $\psi(n)$ et en multipliant le terme général par les dérivées $\varphi'(m)$ et $\psi'(n)$. Voici ce théorème :

Théorème. — Soit $f(z)$ une fonction tendant vers zéro

$$f(z) \rightarrow 0, \quad z \rightarrow \infty,$$

et admettant une dérivée continue de l'ordre $m_1 + m_2$ ($m_1 + m_2 \geq 2$), et soient les intégrales

$$\int_0^\infty f(z) dz \quad \text{et} \quad \int_0^\infty \int_0^\infty |f^{(m_1+m_2)}(t_1 + t_2)| dt_1 dt_2$$

convergentes ;

soient $\varphi_\alpha(z)$, $\alpha = 1, 2$, des fonctions croissantes

$$\varphi_\alpha(z) \rightarrow \infty, \quad z \rightarrow \infty,$$

admettant des dérivées continues de l'ordre $m_\alpha + 1$; soient les dérivées

$$\varphi_\alpha^{(i)}(z), \quad i = 1, 2, 3, \dots, m_\alpha + 1,$$

de signes constants ; et soient les dérivées d'ordres 1 et m_α bornées

$$|\varphi_\alpha'(z)| < \text{const.}, \quad |\varphi_\alpha^{(m_\alpha)}(z)| < \text{const.}$$

Alors les deux séries doubles

$$\sum_{\alpha, \infty} f(x + \varphi_1 \omega_1 + \varphi_2 \omega_2) \quad \text{et} \quad \sum_{\alpha, \infty} f(x + \varphi_1(\nu_1) \omega_1 + \varphi_2(\nu_2) \omega_2) \varphi_1'(\nu_1) \varphi_2'(\nu_2)$$

convergent et divergent en même temps.

L'hypothèse par rapport à la fonction $f(z)$ est précisément celle du théorème du § 16. Par suite, la série et l'intégrale doubles

$$\sum_{\alpha, \infty} f(x + \varphi_1 \omega_1 + \varphi_2 \omega_2) \quad \text{et} \quad \int_0^\infty \int_0^\infty f(x + t_1 + t_2) dt_1 dt_2$$

sont, en même temps, convergentes et divergentes.

Quant à la fonction $\varphi_\alpha(z)$, nous avons supposé qu'elle tend vers l'infini, si l'on fait croître z à l'infini. Or, le signe de $\varphi_\alpha'(z)$ étant constant, la dérivée $\varphi_\alpha'(z)$ est toujours positive. Donc, la fonction $\varphi_\alpha(z)$ croît constamment vers l'infini.

Quant à la dérivée $\varphi_\alpha'(z)$, elle tend vers une limite. Car, par hypothèse, toutes les dérivées sont de signes constants, d'où il s'ensuit qu'elles croissent ou décroissent constamment. Et $\varphi_\alpha'(z)$ étant supposée bornée, elle tendra vers une limite déterminée positive.

Il suffit alors de poser

$$t_\alpha = \varphi_\alpha(\tau_\alpha), \quad \alpha = 1, 2,$$

pour établir l'égalité

$$\int_0^\infty \int_0^\infty f(x + t_1 + t_2) dt_1 dt_2 = \int_0^\infty \int_0^\infty f(x + \varphi_1(t_1) + \varphi_2(t_2)) \varphi_1'(t_1) \varphi_2'(t_2) dt_1 dt_2.$$

Il nous reste à étudier la relation entre la série et l'intégrale doubles

$$\sum_{-\infty}^{+\infty} f(x + \varphi_1(v_1)\omega_1 + \varphi_2(v_2)\omega_2) \varphi_1'(v_1) \varphi_2'(v_2) \text{ et } \int \int_{-\infty}^{+\infty} f(x + \varphi_1(t_1) + \varphi_2(t_2)) \varphi_1'(t_1) \varphi_2'(t_2) dt_1 dt_2.$$

Dès que nous aurons démontré qu'elles convergent et divergent en même temps, la démonstration de notre théorème sera achevée.

Posons, pour abrégé,

$$f(x + \varphi_1(t_1) + \varphi_2(t_2)) \varphi_1'(t_1) \varphi_2'(t_2) = F(t_1, t_2).$$

$F(t_1, t_2)$ doit donc satisfaire aux conditions du théorème du § 14.

A cet effet, formons les dérivées partielles de $F(t_1, t_2)$. En se rappelant la structure de f , on a

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{\partial f}{\partial \varphi_1} = \frac{\partial f}{\partial \varphi_2} = f',$$

ce qui simplifie essentiellement les formules.

Donc,

$$\begin{aligned} \frac{1}{\varphi_2'} \frac{\partial F}{\partial t_1} &= f'(\varphi_1')^2 + f \varphi_1''; \\ \frac{1}{\varphi_2'} \frac{\partial^2 F}{\partial t_1^2} &= f''(\varphi_1')^3 + 3f' \varphi_1' \varphi_1'' + f \varphi_1'''; \\ (33) \quad \frac{1}{\varphi_2'} \frac{\partial^i F}{\partial t_1^i} &= f^{(i)}(\varphi_1')^{i+1} + \sum_{(r)} c_r f^{(r)} (\varphi_1')^{r_1} (\varphi_1'')^{r_2} \dots (\varphi_1^{(i+1)})^{r_{i+1}}, \end{aligned}$$

$\sum_{(r)}$ renfermant tous les termes à dérivées $f^{(r)}$ des ordres inférieurs à i_1 . En général, la dérivée partielle de l'ordre $i_1 + i_2$ devient

$$\begin{aligned} (34) \quad \frac{\partial^{i_1+i_2} F}{\partial t_1^{i_1} \partial t_2^{i_2}} &= f^{(i_1+i_2)} (\varphi_1')^{i_1+1} (\varphi_2')^{i_2+1} \\ &+ \sum_{(r)} c_r f^{(r+i_2)} (\varphi_1')^{r_1} (\varphi_1'')^{r_2} \dots (\varphi_1^{(i_1+1)})^{r_{i_1+1}} (\varphi_2')^{i_2+1} \\ &+ \sum_{(s)} c_s f^{(i_1+s)} (\varphi_1')^{i_1+1} (\varphi_2')^{s_1} (\varphi_2'')^{s_2} \dots (\varphi_2^{(i_2+1)})^{s_{i_2+1}} \\ &+ \sum_{(r,s)} c_{r,s} f^{(r+s)} (\varphi_1')^{r_1} \dots (\varphi_1^{(i_1+1)})^{r_{i_1+1}} (\varphi_2')^{s_1} \dots (\varphi_2^{(i_2+1)})^{s_{i_2+1}}, \end{aligned}$$

où $\sum_{(r)}$ renferme tous les termes à dérivées partielles de l'ordre i_2 par rapport à t_2 et d'ordre inférieur à i_1 par rapport à t_1 ; $\sum_{(s)}$ a, *mutatis mutandis*, une signification analogue; et $\sum_{(r,s)}$ renferme tous les termes à dérivées partielles des ordres inférieurs aussi bien à i_1 par rapport à t_1 qu'à i_2 par rapport à t_2 .

Cela posé, on voit sans difficulté que la fonction $F(t_1, t_2)$ satisfait aux conditions du théorème du § 14. De son mode de formation et des hypothèses

$$f(z) \rightarrow 0, z \rightarrow \infty, \quad \text{et} \quad |\varphi'_\alpha(z)| < \text{const.},$$

il suit d'abord

$$F(t_1, t_2) \rightarrow 0, \quad t_1 \text{ ou } t_2 \rightarrow \infty.$$

Le théorème exige que l'intégrale

$$\int_{-\infty}^{\infty} F(t_1, t_2) dt_\alpha, \quad \alpha = 1, 2,$$

soit convergente. Mais cette intégrale n'est qu'une transformation de l'intégrale

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x + t_1 + t_2) dt_2,$$

qui est, par hypothèse, convergente.

Il faut encore démontrer que l'intégrale

$$\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{c^{m_1+m_2} F(t_1, t_2)}{\partial t_1^{m_1} \partial t_2^{m_2}} dt_1 dt_2$$

est absolument convergente. La formule (34) nous donne l'expression de la dérivée partielle de l'ordre $m_1 + m_2$. Du premier terme de ce développement vient une intégrale absolument convergente, puisque

$$\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} |f^{(m_1+m_2)}(x + \varphi_1(t_1) + \varphi_2(t_2)) (\varphi_1')^{m_1+1} (\varphi_2')^{m_2+1}| dt_1 dt_2 < C \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} |f^{(m_1+m_2)}(x + \varphi_1 + \varphi_2) \varphi_1' \varphi_2'| dt_1 dt_2;$$

et l'on a supposé

$$\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f^{(m_1+m_2)}(x + t_1 + t_2) dt_1 dt_2$$

absolument convergente.

Considérons les intégrales dérivant de la somme double $\sum_{(r,s)}$ de la formule (34)

$$\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} |f^{(r+s)}(\varphi_1')^{r_1} \dots (\varphi_1^{(m_1+1)})^{r_{m_1+1}} (\varphi_2')^{s_1} \dots (\varphi_2^{(m_2+1)})^{s_{m_2+1}}| dt_1 dt_2$$

$$r = 0, 1, \dots, m_1 - 1; \quad s = 0, 1, \dots, m_2 - 1.$$

En observant qu'au moins un des nombres $r_2, r_3, \dots, r_{m_1+1}$ resp. $s_2, s_3, \dots, s_{m_2+1}$ est plus grand que zéro, on obtient, pour cette intégrale, une intégrale majorante

$$\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} |\varphi_1^{(\mu)} \varphi_2^{(\nu)}| dt_1 dt_2, \quad \begin{array}{l} 2 \leq \mu \leq m_1 + 1 \\ 2 \leq \nu \leq m_2 + 1 \end{array}$$

qui converge, puisque les dérivées $\varphi_\alpha^{(i)}(z)$ sont de signes constants et les dérivées $\varphi_\alpha^{(i-1)}(z)$ tendent vers zéro pour $z \rightarrow \infty$. Ce dernier fait est une conséquence

du théorème de M. LITTLEWOOD, les fonctions $\varphi'_\alpha(z)$ et $\varphi^{(m\alpha)}_\alpha(z)$ admettant des limites.

Quant aux intégrales dérivant des sommes simples $\sum_{(v)}$ et $\sum_{(s)}$ de la formule (34), on constate de même, sans difficulté, qu'elles sont absolument convergentes.

Exemple. — La fonction

$$f(z) = \frac{e^{iz^a}}{z^b}, \quad 0 < a \leq 1, \quad b > 0.$$

nous donne les séries doubles

$$\sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{e^{i(m+n)^a}}{(m+n)^b},$$

$$\sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \left(1 + \frac{1}{m \log m \dots \log_{r-1} m}\right) \left(1 + \frac{1}{n \log n \dots \log_{s-1} n}\right) \frac{e^{i(m + \log_r m + n + \log_s n)^a}}{(m + \log_r m + n + \log_s n)^b},$$

convergentes pour $a + b > 1$, divergentes pour $a + b \leq 1$.

On peut donner un théorème de transformation analogue pour des séries multiples.

§ 30. Pour l'application tant de ce théorème que du théorème des paragraphes précédents, il n'est pas sans importance d'indiquer des fonctions présentant les propriétés que nous avons attribuées aux fonctions $\varphi_\alpha(z)$. La fonction exponentielle a déjà été introduite dans le théorème de condensation de CAUCHY. La fonction inverse, le logarithme, admet évidemment les propriétés en question. Nous pouvons, en effet, indiquer toute une classe de fonctions élémentaires satisfaisant à la condition concernant les signes des dérivées, à savoir les fonctions logarithmico-exponentielles.

Ces fonctions, on les obtient par un nombre limité d'opérations algébriques ordinaires combiné avec un nombre limité d'opérations logarithmiques et exponentielles. Une de leurs propriétés fondamentales, c'est qu'elles sont, pour $z > z_0$, de signes constants. Les dérivées d'une fonction logarithmico-exponentielle étant encore des fonctions logarithmico-exponentielles, elles sont également de signes constants.

Quant aux signes des dérivées, on peut dire encore quelques mots. M. HARDY¹ a défini le type $t(z)$ d'une fonction $f(z)$ comme le rapport

$$t(z) \asymp \frac{f'(z)}{f(z)}.$$

Et il a remarqué², en outre, que, $f(z)$ étant une fonction positive et croissante, toutes les dérivées sont, pour $z > z_0$, positives si le type est

$$t(z) > \frac{1}{z};$$

¹ *Orders of infinity*, Cambridge, 1910, p. 38—39.

² *Loc. cit.*, p. 41.

si le type est

$$t(z) > \frac{1}{z},$$

les dérivées sont, pour $z > z_0$, alternativement positives et négatives. On peut ajouter qu'en examinant le cas intermédiaire

$$t(z) \cong \frac{1}{z},$$

on reconnaitra que, pour $z > z_0$, un certain nombre des premières dérivées sont positives, tandis que les suivantes sont alternativement positives et négatives.



LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Avd. 2. Bd 15. Nr 5.
KUNGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 30. Nr 5.

OM HÄSTENS ILEO-CEKO-KOLISKA TARMOMRÅDE

AV

ARON WESTERLUND

MED 32 TEXTFIGURER OCH 10 TAVLOR JÄMTE FRANSK RESUMÉ



LUND
C. W. K. GLERUP

LEIPZIG
OTTO HARRASSOWITZ

Föredragen i K. Fysiografiska Sällskapet den 11 September 1918.

LUND 1918
HÅKAN OHLSSONS BOKTRYCKERI

MIN FADERLIGE VÄN OCH GYNNARE

DIREKTÖR ARON ANDERSSON

ÄGNAS DENNA SKRIFT

Till professor *A. F. Fölger*, genom vilken jag fått uppslaget till denna undersökning, samt till professor *I. Broman* framför jag härmed mitt förbindligaste tack för att de tillåtit mig arbeta på sina institutioner och försett mig med värdefullt, sällsynt studiematerial, samt desslikes för alla de lärariska utredningar och personliga samtal, av vilka jag haft ovärderligt gagn för mitt arbete. — Det är mig dessutom en kär plikt att offentligen få framföra min tacksägelse till mina lärare, professorerna *H. Wallengren* och *T. Thunberg*, vilka inriktat min häg på biologisk forskning och vilka understött mig i mina langvariga studier med uppmuntrande och aldrig slappnande intresse. — Också till Kongl. Veterinär- og Landbohöjskoles i Köpenhamns bibliotekarie, cand. mag. *R. Meyer*, av vilkens filologiska lärdom jag profiterat, står jag i stor tacksamhetsskuld.

Aron Westerlund.

Med tarmkanalens ileo-ceko-koliska område (*regio ileo-coeco-colica*) förstår jag den del av tarmkanalen, som utgöres av ileums terminaldel, blindtarmen och kolons begynnelseparti. De i denna region ingående tarmdelarna avgränsas inom veterinärmedicinen på ett annat sätt än inom zoologien och människoanatomien. Man låter nämligen blindtarmen intaga en betydligt större del av den nämnda regionen, än som synes vara berättigat från komparativt-anatomiska förutsättningar. Den veterinärmedicinska terminologien överensstämmer således icke med den zoologiska. Av studier i den veterinärvetenskapliga litteratur, som behandlar hästens tarmanatomi, får man emellertid den uppfattningen, att denna terminologiska olikhet beror på, att hästtarmens ileo-ceko-koliska område icke blivit nöjaktigt undersökt. Från praktisk synpunkt är det av ringa vikt, vilka benämningar man ger åt olika organsystem, om man blott i varje särskilt fall vet vad som menas med desamma, och det ligger i sakens natur, att ett avgränsande av vicina tarmdelar måste bli konventionellt. Från teoretisk synpunkt åter har det stor betydelse, att de organ eller organdelar, som överensstämna i läge, anordning och förhållande till angränsande bildningar, och som på embryologiska grunder äro att anse som homologa, också tilldelas hos olika djur samma benämningar. En överensstämmelse i terminologi mellan den jämförande anatomien och den speciella human-anatomien är nu på de flesta punkter genomförd. Också för veterinäranatomiens vidkommande torde det vara skäl att söka åvägbringa en liknande uniformitet.

Från terminologisk synpunkt är således en förnyad anatomisk undersökning av hästens ileo-ceko-koliska tarmområde önskvärd. Också från fysiologisk synpunkt förefinnes denna önskvärdhet. Litteraturstudier visa nämligen, att kännedomen om den ifrågasvarande regionens mekaniska livsföreteelser (t. ex. blindtarmens tömning) är synnerligen bristfälligt. Denna brist kan naturligtvis afhjälpas endast genom direkta experiment i detta syfte. Utan en grundlig kännedom om regionens anatomiska byggnad kunna emellertid sådana experiment varken anställas eller tolkas riktigt: kännedomen om strukturen går före kännedomen om funktionen. Experiment för utrönande av regionens mekaniska livsföreteelser hava naturligtvis värde i och för sig; de kunna emellertid tänkas få rent praktisk nytta för veterinärmedicinen, alldenstund de torde kasta ljus över

de specifika och synnerligen vanliga sjukdomsföreteelser, som hos hästen äro lokaliserade till den nämnda regionen.

En detaljerad kännedom om den ileo-ceko-koliska regionens anatomi och en riktig tolkning av de i densamma ingående delarna förutsätter, att också regionens embryologiska utveckling göres till föremål för en särskild undersökning. Någon sådan har icke blivit utförd med moderna hjälpmedel, varföre detta grundläggande område är så gott som obekant.

En undersökning, som sysselsätter sig med ett komparativt-anatomiskt avgränsande av vicina tarmdelar, kommer att till stor del bestå av beskrivningar av desammans form. Det är därför nyttigt att klargöra för sig, vad begreppet *enteral morfologi* innebär. Man kan inte vänta att ett organ, som i likhet med tarmen till största delen är uppbyggt av muskulatur, kan ega en permanent och definierbar form. Den levande muskelcellen, i intakt förbindelse med sina egna nervösa apparater, eger nämligen en förmåga att inställa sig till olika längd, och levande hålorgan, som äro uppbyggda av sådana celler, måste fördenskull vara underkastade stor formvariabilitet. Den nämnda livsföreteelsen hos den levande nerv-muskelapparaten är att betrakta som den effektoriska komponenten i densammans proprioceptiva reflexverksamhet. För denna komponent har i litteraturen ännu icke bildats en kort benämning. De ursprungliga »lengthening reaction» och »shortening reaction» (*Sherrington*) äro språkligt obehändiga, och sådana namn som elasticitet eller plasticitet äro reserverade för andra fysikaliska begrepp. Jag föreslår preliminärt ett nytt namn för denna företeelse, nämligen *plasticens*. Härmed förstås således muskelcellens reflektoriska svar på den retning, som upptages av muskelcellens proprioceptiva receptor och som för sin tillblivelse erfordrar en intakt proprioceptiv reflexbåge. Skäl finnas, som tala för att denna reflexbåges efferenta gren åtminstone för skelettmuskulaturen utgöres av en sympatikustråd. Från den enskilda muskelcellen kan man överföra detta begrepp på hela det av muskelceller uppbyggda organet, så att man kan tala om ett plasticent hålorgan. Härmed förstås således ett hålorgan, vars muskulära element utvisar plasticens. För skelettmuskulaturens vidkommande deltagar plasticensen i den muskulära verksamhet, varigenom kroppsdelarnas hållning (»posture») upprätthålles. Hållningens vidmakthållande får anses vara en lika viktig livsföreteelse som framkallande av rörelse. Också beträffande viskera kan man tala om hållning. En levande magsäck äger i motsats till en död sådan eller en gummiבלasa, förmåga att avpassa sin volym efter innehållts olika mängd, så att den sluter sig om innehållet med samma lätta grepp, vare sig detta är litet eller stort, på alldeles sanna sätt som när handen griper om en boll. Greppet kan vara lika lätt både för en stor och en liten boll. På samma sätt som man beträffande handen kan tala om en efter det fattade föremålets storlek avpassad hållning, så kan man beträffande viskera också tala om olika *volumhållningar*: med en liters innehåll intager t. ex. magsäcken *enlitorsvolumhållningen*, med två liters innehåll *tvålitorsvolumhållningen* o. s. v. Volumhållning är ett obehändigt ord, som icke tillåter sammansättningar

eller avledningar. Jag föreslår istället ordet *hexi* som åtminstone preliminärt lämpligt. Med ett hålorgans hexi förstås således dess av plasticens belingade kapacitet. — Beträffande denna hexi kan man fixera två gränssfall, det ena, då kapaciteten är maximal, det andra, då den är minimal. Maximikapaciteten kan lämpligen betecknas som en *evryhexi*, minimikapaciteten som en *stenohexi*, och stadierna mellan dessa gränssfall som *mesohektiska*.

Man har anledning att förmoda, att den nämnda plasticensen helt plötsligt kan upphöra och övergå i ett »spärrat» (*Uexküll* t. ex. 1905) tillstånd, uti vilket muskelcellen åtminstone skenbart utan energiförlust utövar ett kraftigt motstånd mot tånjning. Detta tillstånd torde ega olika styrkegrader: spärren synes kunna vara olika hård. Ej heller för detta tillstånd finns i literaturen en språkligt behändig *terminus technicus*. *Uexküll* kallar det *Sperrung*, till engelska översattes det med ordet *catch* (*Bailyss* 1915); begreppet rigiditet har redan sin specialbetydelse och kan därför icke användas. Jag föreslår för det nämnda tillståndet benämningen *rigidens* och menar därmed den livsföreteelse hos muskelcellen, att i ett givet ögonblick kunna avkoppla sin plasticens och därigenom förvandla sig till ett i fysikalisk mening elastiskt föremål. Såväl plasticens som rigidens torde ingå i det dunkla och svärdefinierbara ordet *tonus*.

Till den ovan framställda uppfattningen om *plasticens-rigidens* som en av ihåliga organs karakteristiska livsföreteelser har jag kommit genom studier av *Sherrington's* (t. ex. 1915) och *Uexküll's* (t. ex. 1905) skrifter. *Sherrington's* utredningar gälla i första hand urinblåsan och av tarmkanalen endast magsäcken, d. v. s. organ, som äro att betrakta som reservoier med tömningsmöjlighet. Enligt min mening torde man dock ha skäl att förmoda, att praktiskt taget hela tarmkanalen utvisar dessa samma livsföreteelser. Beträffande tunntarmen är det emellertid möjligt, att de på grund av densammes i högre grad utvecklade motilitet skulle vara maskerade och svåra att påvisa, men beträffande blindtarmen och kolon, som hos de flesta *manmalia* just ega denna reservoirkaraktär, förefaller det mig ligga nära till hands att tillskriva dem de omtalade livsföreteelserna.

I sammanhang med levande hålorgans förmåga att avpassa sin volum efter innehållets volum framställa sig några frågor till besvarande, vilka visserligen icke — för så vitt jag vet — blivit direkt diskuterade i literaturen; ej heller ha några försök blivit anställda för desammes besvarande. Då de emellertid för den kommande undersökningen äro av en viss betydelse, kunna de icke utan vidare förbigås. Man är därvid tvungen att tillgripa hypoteser, som emellertid enligt mitt förmenande ha stor sannolikhet för sig, därför att de nära nog ha karakteren av korollarier till de ovan beskrivna livsföreteelserna. Den första frågan gäller ett hålorgans lumen, då detsamma befinner sig i *stenohexi*. Det förefaller mig klart, att, eftersom voluminställningen är betingad av innehållet, lumen skulle kunna reduceras till noll, om detta innehåll försvinner. I sådant fall blir tarmens submukosa-mukosa det tarminnehåll, efter vilket muskularis avpassar sig: en tom

tarm måste koncentriskt sammandraga sig runt submukosa-mukosan, vilken således starkt veckad kommer att fullständigt utfylla muskularisrörets lumen. I stenohexi kan tarmlumen således sägas ha antagit sitt nollvärde eller ha blivit potentiellt. För stora delar av tunntarmen är detta förhållande särdeles iögonfallande, åtminstone i kadaver. Att också i avsevärda delar av cekum-kolon lumen i verkligheten skulle kunna bli helt potentiellt, kan icke med bestämdhet påstås. Det bör emellertid framhållas, att för de stora tarmarnas vidkommande stenohexien knappast någonsin kan förverkligas i sådan grad, att lumen blir potentiellt, därför att tarminnehållet aldrig försvinner. Det bör särskilt påpekas, att detta innehåll särdeles ofta kan utgöras av gas. — Den andra frågan, som framställer sig till besvarande, är, huruvida någonsin under livet en tarmdel kan antagas vara slappt sammanfallen, i likhet med en tom säck. Erfarenheten från magsäcken och urinblåsan talar emot ett sådant antagande. Vid eviskerationer finner man visserligen ofta sådana slappt sammanfallna döda eller döende tarmavsnitt, men detta förhållande kan förklaras med att dessa tarmdelars innehåll — vätska eller gas — efter nedsättandet av tarmens vitalitet passivt förflyttats till andra tarmdelar, som i sin ordning därav blivit elastiskt uttänjda. Jag är av den uppfattningen, att slappt sammanfallna tarmar icke förekomma intravitalt, om icke omedelbart efter ett operativt ingrepp, t. ex. en punktur, innan ännu stenohexien hunnit utveckla sig.

För dessa av fysiologien tämligen föga beaktade livsföreteelser hos tarmkanalen får naturligtvis densamma sedan länge välkända och omsorgsfullt studerade förhållanden av kontraktion icke glömmas. Det ligger emellertid i öppen dag, att dessa båda företeelser till arten äro olika och att fördenskull karakterisera »tonus» som en »Dauerkontraktion» av lättare grad torde vara oriktigt. Här kan icke närmare ingås på alla kända olikheter emellan plasticens och kontraktion; det får emellertid vara nog att framhålla tvänne av dem, nämligen de båda företeelsernas förhållande till det intraviskerala trycket och till tidsförloppet. I ett plasticent hålorgan är det inre trycket fullständigt oberoende av organets volum. De olika delarna av tarmkanalen kunna såväl fyllas som tömmas utan att det intraviskerala trycket stiger. För tömmandet erfordras naturligtvis öppet avlopp. Ett sig kontraherande hålorgan åter måste alltid arbeta mot ett tryck, som är större än det ursprungliga. Beträffande de båda företeelsernas *tidsförlopp* vet man, att kontraktionen alltid är övergående, i motsats till plasticens, som är permanent. — Också kontraktionen synes emellertid kunna hejdas och övergå i ett tillstånd av »Sperning»; en »Dauerkontraktion» d. v. s. en *tetanus* i vanlig mening torde emellertid vara utesluten.

Förutom dessa egenskaper eger tarmkanalen, en utomordentligt stor känslighet för förändringar i miljön. Så utgöra tänjning, avkylning, kvävning genom anemi, närvaron av vissa kemiska ämnen, bland vilka det särskilt för anatomen viktiga fixeringsmedlet formaldehyd nämnes (*Waterston* 1911), och t. o. m. blotta inverkan av den atmosfäriska luften ett kraftigt irritament för tarmens glatta musku-

latur, som därav retas till en intens sammandragning, vilken kan övergå i en spärrad kortinställning. Med kännedom om dessa förhållanden förstås, att man aldrig utan vidare av en tarms utseende hos ett dött djur kan draga några slutsatser angående tarmens intravitale gestalt och att t. o. m. på ett levande narkotiserat djur efter laparotomi enteralbildan blir karrikerad.

Efter den ovan lämnade utredningen kan man med skäl fråga sig, huruvida en morfologisk och alltså komparativt-anatomisk enterologi överhuvudtaget är möjlig. Svaret härpå blir, att fullt invändningsfria resultat av undersökningar angående tarmars form kunna vinnas endast vid intakt bukhåla på det levande djuret, för vilka undersökningar man har Roentgenoskopien till enda hjälpmedel. Det framgår dock av den lämnade utredningen, att man, alldenstund man i stort sett kan anse tarmarnes form som en funktion av deras muskulära elements förhållande, likväl kan förvärva sig en viss, åtminstone tillnärmelsevis riktig uppfattning om en levande tarms gestalt genom omsorgsfulla studier av densamma muskulära arkitektur i postmortalt tillstånd.

Ett beaktansvärt bidrag till dess överläggningar angående enteral morfologi kan hämtas från *Cruveilhier* (1843), som beskrivit några experiment, vilka utvisa, att man trots de ovan anförda invändningarna kan tillskriva åtminstone *homo*-magsäcken en definierbar form. *Cruveilhier* har påvisat, att det i ventrikelväggen finnes en verkligt formgivande bildning (»le charpente de l'organ») och att denna utgöres av magsäckens submokosa. Han bortdissekerar på en magsäck såväl serosamuskularis som mukosan, så att endast den av sub-mokosan bildade bindvävs-säcken återstår. En så behandlad ventrikel antager — måttligt utspänd med luft — en typisk och för alla magsäckar konstant form. *Cruveilhier* betonar uttryckligen, att den till en submokosasäck reducerade ventrikeln kan uthärda en betydlig uttänjning, om innertrycket ytterligare ökas. Härvid deformeras emellertid enligt *Forssell* (1913), som gjort om *Cruveilhier's* experiment, magsäckens typiska gestalt. — Av dessa försök kunna enligt min mening vittgående slutsatser dragas angående enteral morfologi. Det förefaller mig ligga i sakens natur, att den nämnda deformerande uttänjningen av magsäcken intravitalt — om den förekommer — icke kan ske utan en motsvarande ökning av det endostomakala trycket. Nu är det just från magsäcken bekant, att den under livet eger förmåga att fyllas utan tryckökning i sitt inre, något som sker tack vare dess muskulatur plasticens. Den nämnda, av innertrycket icke påverkade volumökningen kan naturligtvis icke försiggå längre än till en viss gräns, och denna gräns är — om jag förstätt *Cruveilhier-Forssell* riktigt — uppnådd, i samma ögonblick submokosans element bli distenderade. Dessa element ega ingen plasticens, och fördenskull måste för deras tänjning det endostomakala trycket stiga. Är denna uppfattning riktig, har man just i den med ringa övertryck uppblåsta submokosasäckens gestalt den eftersträfvade definierbara formen för en enteral region, som således enligt den angivna terminologien kommer att befinna sig i evryhexi.

En annan metod, som i detta sammanhang torde böra påpekas, och som jag förmodar skulle ge gott utbyte, bygger på försök att *återuppliva* från kroppen isolerade tarmavsnitt genom att intravasalt spisa dem med kroppsvarm, syrgasmättad, gummiförsatt Ringerlösnig; tarmdelarna måste därvid vara nedsänkta i ett bad av kroppsvarm och framför allt indifferent vätska t. ex. en nyss framställd rörsockerlösnig. Kunde man så ställa om, att man till *Ringerlösnigen* kunde administrera ett ämne, som åstadkom kortinställning respektive långinställning av den glatta muskulaturen samtidigt med ett narkotikum för densamma, så att tarmen efter bedövningen läte sig fixeras i sin dåvarande gestalt, skulle förvisso många ouppklarade anatomiska detaljer få en åtminstone approximativt riktig beskrivning.

En sammanfattning av de ovan framförda riktlinjerna för en förnyad undersökning av morfologien av en så ofta förut beskriven tarmregion som den ileoceko-koliska kommer att förtäta sig till en kritik av den traditionella, åtminstone kvinna tarmanatomiens hela metod, som icke tager hänsyn till att den kadaverösa enteralbilden i allmänhet är att betrakta som fullständigt missvisande, då det gäller att få någon uppfattning om tarmkanalens utseende under livet.

Frågeställning.

De i den veterinäranatomiska literaturen föreliggande beskrivningarna av den ileo-ceko-koliska tarmregionens anatomi hos hästen äro i allmänhet föga pregnant, saknande komparativa hänvisningar och därför uti för den komparativa anatomien kardinala punkter varandra motsägande. Regionen beskrives ungefär på följande sätt: Ileum inplanterar sig hos hästen icke i gränsen mellan tjocktarm och blindtarm utan mynnar endast i blindtarmen. Efter mottagandet av ileum fortsätter sig blindtarmen ett gott stycke i antiapikal, d. v. s. åt motsatt håll mot spetsen vänd, riktning med ytterligare en blind ände, som är kraftigt dilaterad och avrundad. Denna antiapikala del går i allmänhet under namn av blindtarmens huvud eller botten (*caput s. fundus caeci*), genom vilket således densamma karakter av blindtarmdel fastslås. Alldenstund det just är denna tarmdels komparativt-anatomiska tolkning, som skall bli föremål för behandling i denna undersökning och eftersom man har grundade skäl att förmoda, att den veterinäranatomiska tolkningen är oriktig, väljer jag ett annat i den veterinärmedicinska literaturen förekommande namn på den ifrågavarande tarmdelen, nämligen *saccus ventriculiformis*, som har den fördelen, att det icke i sig sjelvt utsäger något om den så benämnda tarmdelens komparativt-anatomiska karakter. Från denna *saccus ventriculiformis*' s. k. *curvatura minor* utgår kolon, vilkens initialparti är starkt förträngt och förselt med en till detta ställd lokaliserad förstärkning av det cirkulära muskellagret, vilken t. o. m. uppfattas som en särskilt differentierad slutmuskel, kallad *sphincter coecocolicus*. Att döma av den fysiologiska och patologiskt-anatomiska literaturen på detta område tilltros denna sfinkter en mycket ringa förmåga att vidga sig, något som t. o. m. göres ansvarigt för cecal obstipation (*Pilvat* 1910).

Beträffande det inbördes läget av ileums inmyning i och kolons utträde ur »blindtarmen» förekomma icke mindre än tre olika uppfattningar. För lättare förståelse av dem meddelas först några förklaringar. De nämnda tarmmyningarnas läge karakteriseras bäst av det tarmtvärsnitt, i vilka de ligga. Med tvärsnitt av en tarm menas i detta sammanhang den skärning av tarmen, som utföres av en rumsvinkel på nittio grader, lagd mot densamma axel vid tänkt rektifiering. I parentes anmärkes, att inom projektionsläran en sådan skär-

ning går under namn av horizontalprojektion; om i detta fall t. ex. blindtarmen, rektifierad, vore en s. k. rät kon, blev skärningen en cirkelring. Läger man ett sådant tvärnitt genom ileums inmyrningsställe, kan man fråga sig, hur kolons utträde ligger i förhållande till detta snittplan. Denna fråga har icke blivit i denna skärpta form direkt diskuterad i den veterinär-anatomiska literaturen, men ett studium av böckernas illustrationsmaterial ger vid handen, att den framställda frågan besvarats på tre olika sätt. En uppfattning, till vilken särskilt franska hästanatomer ansluta sig, säger, att ileumplanet ligger apikalt om kolonplanet; en annan, som framför allt hyllas av *Giessenskolan's* anatomiska författare, menar, att ileum- och kolonmyningarna ligga i samma plan och slutligen utsäger den tredje uppfattningen, förfäktad av *Dresdenskolan*, att ileuminmyrningen ligger i ett tvär-snittplan, som är antiapikalt i förhållande till kolonutträdet plan.

För att göra sig klart betydelsen av olikheterna i dessa uppfattningar torde en definition av blindtarmen (*coecum*) från komparativt-anatomisk synpunkt här vara på sin plats. Komparativt-anatomiskt definieras blindtarmen som den del av den ileo-ceko-koliska tarmregionen, vilken sträcker sig från ileums inmyrningsställe i denna region till den ifrågavarande tarmdelens blinda ände — eller med andra ord det tarmstycke, som ligger apikalt om *orificium ilei*. Ileums inmyrningsställe är således det enda avgörande kriteriet för ett komparativt-anatomiskt avgränsande av blindtarmen; den tarmdel, som ligger antiapikalt om detta ställe är kolon. Härav framgår, att ileum mynnar just i gränsen mellan cekum och kolon.

Av det sagda följer, att frågan om, hur kolonutträdet ligger i förhållande till ileuminmyrningen, är att betrakta som *punctum saliens* för hela den komparativt-anatomiska tolkningen av den ojämförligt största delen av hästens s. k. blindtarm. Om den uppfattningen är riktig, som anser, att kolonutträdet ligger apikalt om tunntarminmyrningen, så skulle hästens blindtarm utgöras enbart av den s. k. *saccus ventriculiformis* och hela den s. k. *corpus coeci* med *apex* vore då att betrakta som en accessorisk utväxt från tjocktarmen, utan motsvarighet hos andra däggdjur. Är åter den meningen riktig, att ileum och kolon förena sig med cekum i samma tvärssnittplan, så måste man tillskriva hästen tvänne anatomiskt likvärdiga blindtarmar i likhet med förhållandet hos de flesta fåglar. Det är just beträffande den nämnde *punctum saliens*, som de veterinär-anatomiska åsikterna differera och densamma kan därför synas vara väl värd en förnyad, mera ingående undersökning. I koncis form blir således densamma mest framträdande frågeställning denna: *vilken är den komparativt anatomiska tolkningen av den tarmdel, som i den veterinärmedicinska literaturen går under benämningen intestinum coecum?*

I.

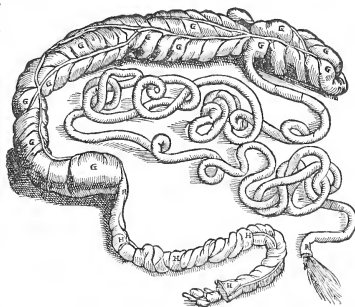
Det ileo-ceko-koliska tarmområdets morfologi.

Historik.

I. Handböcker och läroböcker.

Den vetenskapliga literaturen öfver *regio ileo-coeco-colica's* anatomi är mycket mager och någon på detaljerade anatomiska och histologiska undersökningar byggd framställning i monografiform av denna region föreligger icke, om man undantager *Ellenberger's* snart fyrtio år gamla försök härtill. Det mesta, som skrivits i detta ämne, träffar man i mer eller mindre utförliga hand- eller läroböcker för veterinärstudierande. På sådana böcker kan man naturligtvis icke i allmänhet lägga samma fordran som på en vetenskaplig monografi, men beträffande veterinäranatomien torde förhållandet vara sådant, att bristen på goda läroböcker i alla tider varit kännbar, och fördenskull har varje veterinäranatom framför allt känt plikten att avhjälpa denna brist. I detta syfte har han i sin lärobok nedlagt ett flertal av de nya rön, vilka under andra omständigheter skulle ha inflytt i specialavhandlingar, och härav följer i sin ordning, att de veterinäranatomiska läroböckerna i själva verket kunna betraktas med till dels andra ögon än läroböcker i allmänhet: de representera i vissa fall hela det veterinäranatomiska kunskapsinnehållet. Vid en historisk framställning av vår kunskap om ifrågavarande område är man därför nödsakad att framför allt taga hänsyn till de veterinäranatomiska läroböckernas framställning.

Den första samlade framställningen av hästens anatomi finner man i det för sin tid verkligt storslagna arbete, som gått till eftervärlden såsom varande författat av den rättslärdede ädlingen och mecenaten *Carlo Ruini* (1618). Beträffande *regio ileo-coeco-colica* äro emellertid de textala meddelandena mycket kortfattade,



Textfig. 1. Carlo Ruini 1618.

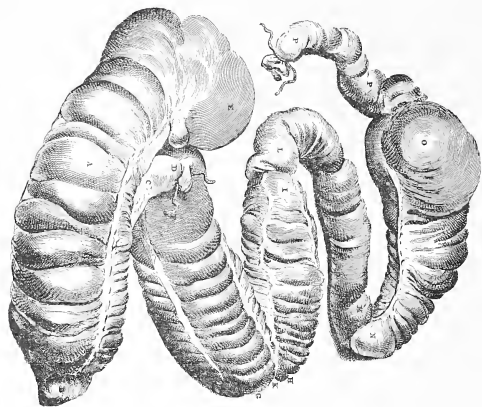
och utan intresse, nämligen, förutom några ord om i vilken sida av djurkroppen man oftast finner blindtarmen, endast följande: »il cieco, che volgarmente si dice la cea et il monoculo, ha un sol buco». Däremot är allt vad som kan avläsas ur det särdeles tydliga träsnitt, som avser att illustrera hästens tarmkanal, betydligt mer omfattande och värdefullt. På bilden (textfig. 1) äro mesenterierna bortpreparerade, varigenom *regio ileo-coeco-colica* kunnat sträckas på sådant sätt, att cecum kommer att ligga i kolons förlängning. Tarmen har förmodligen icke blivit uppblåst, på grund varav *saccus ventriculiformis* undgått tecknarens uppmärksamhet eller tolkats såsom ett stort haustrum. Såväl *haustra-plicae* som *taeniae* äro temligen korrekt återgivna.

Av hemlandets hippologer torde detta imponerande verk icke blivit uppskattat (jmf. *Postolka*, 1887) men i England, där det veterinära intresset under 1600-talets senare del var i starkt stigande, fick boken ett ganska egendomligt erkännande därigenom, att den blev så gott som plagierad av en engelsk hippolog, »*maréchal vétérinaire*» vid konung Charles II's hov i London, *Adrew Snape* (1683), som i denna egenskap bedrev veterinärt skriftställarskap. Emellertid är *Snape's* framställning på vissa punkter betydligt fylligare än *Ruin's*; man är dock icke övertygad om, att *Snape's* tillägg till den *Ruin's*ka beskrivningen verkligen bygga på egna observationer av de ifrågakommande organsystemen hos hästen; man misstänker fastmer, att de flesta av dem äro kompilat från läroböcker i människoanatomi. — *Snape's* originalarbete har icke varit mig tillgängligt, utan istället en översättning av detsamma till franska språket, som med förtigande av källan, dock med angivande av översättningsnaturen, utförts av den framför allt genom sin misslyckade veterinära farmakopé bekante *A. de Garsault* (1734). I denna översättning heter det om hästens stora tarmar (*gros boyaux*) följande: »Le premier est appellé *coecum* ou le boyau aveugle, parce qu'il n'a qu'un passage pour laisser entrer et sortir les excréments. Ils y entrent en venant du petit boyau et ils en sortent pour passer dans le boyau suivant. Le deuxième gros boyau est appellé dans l'homme le *colon*; ce boyau paroit etre séparé dans un cheval en trois parties. La première (d'elles) se joint par sa partie supérieure avec le boyau *coecum*; à cette jonction on remarque une valvule qui est une membrane mobile. Laquelle se ferme en rond à son embouchure et est disposée de facon qu'elle laisse entrer dans le *colon* ce qui sort du *coecum* ou du petit boyau; mais s'il voloit passer quelque chose du *colon* dans le boyau que nous venons de nommer, alors les bords de cette valvule s'approchent l'un de l'autre et y mettent empêchement. C'est par ce moyen que la nature a prévenu le retour des excréments du *colon* dans le petit boyau». — Det betydliga tillägg till den *Ruin's*ka framställningen, som föreligger hos *Snape*, gäller som synes *regio ileo-coeco-colica's* inre yta och alldeles särskilt en denna region tillhörig klaff. Denna klaffs läge anges vid försä påseende särdeles entydigt till föreningen mellan cecum och kolon. Då man emellertid icke får reda på, hur stor del av den ifrågavarande tarmregionen författaren räknar till cecum, svävar man vid närmare eftertanke i villrå-

dighet om just detta läge. Av hela den *Snape'ska* skildringen torde framgå, att det är ett helt annat klaffarrangement i tarmväggen, som åsyftas, nämligen den s. k. *Bauhin'ska* klaffen (*valvula Bauhini*) hos människan, belägen i den ileo-ceko-koliska regionens inre vägg runt om *ileum's* inmynningsöppning. *Caspar Bauhin* (?) beskriver hos *homo* denna klaffs förmåga att på *döda* taruar utöva motstånd mot vätska, som söker sig väg från kolon-cekum in i ileum. På grund av denna sin iakttagelse deducerar han en rent mekanisk regulation av tarminnehållets rörelseriktning i den ifrågakvarande regionen och denna deduktion accepteras av *Snape*. Också hos hunden menar sig *Bauhin* kunna påvisa den nämnda klaffen men han framhåller uttryckligen, att den icke liknar homoklaffen, »sed circulo similis erat». Nyare undersökningar av ileums termination i *regio ileo-coeco-colica* torde vara den, att också hos homo verksamheten av ileums ringmuskellager torde vara det avgörande för denna förbindelsens klaffkarakter och att den rent mekaniska anordningen här icke ensam kan göras ansvarig för regurgiteringens förhindrande. För ett äldre fysiologiskt tänkesätt torde emellertid människoklaffen uppfattats allenast som en rent passivt verkande inrättning: ju mer cekum-kolon distenderades, dess fastare slöt sig klaffens båda läppar till varandra. Hundens cirkelringformiga bildning kunde däremot endast anses som ett supplement till den muskulära, aktivt verkande ileum-sfinktern. *Snape* sammanblandar dessa båda troligen enligt den gamla uppfattningen olikartade klaffformer och anser, att hos hästen den ifrågakvarande klaffen sluter sig både »en rond à son embouchure» (som hos hunden) och därigenom att »les bords s'approchent l'un de l'autre» (som hos människan). Denna sammanblandning liksom den svävande uppgiften om klaffens läge torde rättfärdiga misstanken, att knappast några egna självständiga iakttagelser ligga till grund för *Snape's* skildringar. — Den figur över hästens tarmkanal, som *Snape* meddelar, liknar påfallande *Carlo Ruini's* figur över samma organsystem. — *Snape's* anatomiska författarskap karakteriseras av *Ercolani* (1851) på följande sätt: »Come le tavole sono copiate da *Ruini* e malemente eseguite, così non è felice anche a copiare il detto autore, a cui aggiunge delle descrizioni tolte dall' anatomia dell' uomo».

Den kronologiskt nästkommande skildringen av den ileo-ceko-koliska regionens anatomi har givits av de utomordentligt skarpögde anatomerna *G. Buffon* och *L. Daubenton* (1766), vilka i sin imponerande »naturalhistoria» också behandlat hästens anatomi. Deras framställning av den ifrågakvarande tarmregionen utgöres huvudsakligen av en förklaring till tvänne underbart väl utförda kopparstick (textfig. 2 och 3) och är ganska nedtygd av detaljerade måttuppgifter. Följande citat är av stort intresse: »La première partie du *colon* forme un cul-de sac, qui est recourbé en forme de crosse et terminé par une pointe crochue». Detta citat visar, att författarne både iakttagit den bildning, som senare i literaturen kom att kallas »blindtarmhuvudet» och tydligt och klart angivit densamma som en del av *colon*, icke av *coecum*. Ännu tydligare framgår detta av fortsättningen av deras beskrivning, då de säga: »C'est pourquoi on pourroit prendre cette cavité pour un second *coecum*». Man skulle således vid första påseende kunna tala om två

blindtarmar hos hästen, och särdeles anmärkningsvärd är den deras iakttagelse, att dessa båda blindtarmar äro skilda åt genom en förträngning — »un étranglement» — som blott mäter tretton tum i omkrets, medan den falske blindtarmens omkrets (*saccus ventriculiformis*) uppgår till en fot och åtta tum och den verkliga *coecum*'s vid ileums inmyning är en fot och tio tum. *Saccus ventriculiformis*' såväl »grande courbure» som »concavité» omtalas. Vidare skildras tvne anmärkningsvärda formkarakterer på den kolondel, som följer på »la crosse», nämligen först en förträngning — »un étranglement. qui sépare de reste de l'intestin la partie du colon que nous venons de parler» och som blott mäter fyra tum i omkrets, därefter en ansvällning — »renflement» — (F på textfig. 3) — »a une pouce et demi plus loin — »plus petit, de forme arrondi» — qui sembloit être situé à coté



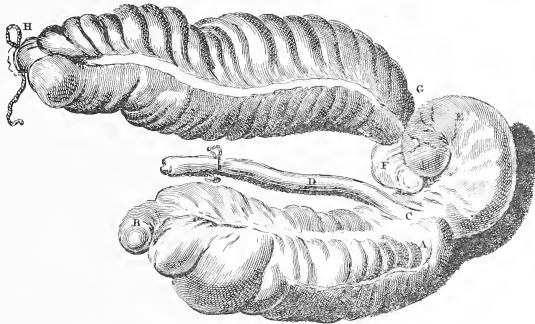
Textfig. 2. Buffon-Daubenton 1766.

de l'intestin» och till sist änyo en förträngning »qui sépare cette espèce de boule du reste du colon» — endast »trois pouces et demi» i omkrets och knappast förekommande hos alla hästar.

Endast tre år efter det nämnda *Buffon-Daubenton*'ska verket utkom en lärobok för veterinärstudierande, författad av den för sin stora lärdom bekante grundläggaren av veterinärskolan i *Lyon Claude Bourgelat* (1769). De i denna lärobok förekommande uppgifterna om tarmkanalen äro emellertid ytterligt summariska — för *regio ileo-coeco-colica*'s vidkommande inskränkande sig till att omtala att »le coecum. se termine en pointe», vilken bildar en »cul-de-sac ou un fond»; vidare säges cecum ega en »base» som övergår i en tarmdel av ungefär en fots längd och »du volume d'un intestin grêle», vilken tarmdel anges såsom kolons initialdel »le colon commencent par cette même base etc.». Av det anförda framgår, att med basen menas *saccus ventriculiformis*, vilken sålunda enligt *Bourgelat*'s mening utgör en del av *coecum*. — En liten detalj att fästa sig vid i den *Bourgelat*'ska skildringen är, att det är blindtarmsspetsen, som där kallas botten (fond, *fundus*) och icke *saccus ventriculiformis*, som får detta namn, vilket vi i det följande skola få se vara förhållandet i ett flertal veterinäranatomiska skrifter. —

Efter *Bourgelat* dröjde det över tre årtionden, innan någon ny skildring av hästens tarmkanal framkom i literaturen. Och det var en dansk forskare, den

store *Abildgaard's* lärjunge och arvtagare, läraren vid Köpenhamns »Kgl. Veterinaerskole», *Jens W. Neergaard* (1804), som i en brett anlagd undersökning uppkastar till besvarande frågan om, huruvida det finns påfallande anatomiska olikheter i tarmkanalen hos växt-, kött- och allätande djur. Hans uppgifter om hästens tarmkanal äro mycket detaljerade och röja forskareögat; de äro också signifikativa för den forskares tänkesätt, som går till verket utan komparativt anatomisk rustning, varigenom han naturligtvis kommit att räkna *saccus ventriculiformis* som en del av blindtarmen. Detta tänkesätt är så mycket anmärkningsvärdare, som av *Neergaard's* skildring tydligen framgår, att han känt *Buffon-Daubenton's* verk — han lånar t. ex. ur *Historie naturelle* en figur och anger varifrån länet gjorts. Eftersom *Neergaard* är den förste, som på ett i jämförelse med *Bourgelat* betydligt mera utförligt sätt framlagt och accepterat den sedermera traditionell vordna veterinära uppfattningen, kan läsaren göra räkning på ett mera ingående referat av denna *Neergaard's* avhandling, som av författaren försvarades för vinnande av tysk medicinska doktorsgrad.



Textfig. 3. Buffon-Daubenton 1766.

Under kapitelrubriken *Equi viscera digestionem adinvantia* omtalas blindtarmen med följande ord, som meddelas i fri översättning och med nutida anatomisk terminologi: Blindtarmen har följande utseende. Dess främre ända, utdragen i en spets och tillsluten, ligger ungefär vid *processus ensiformis*; den tyckes sakna maskformigt bihang. Från *sternum* går den kaudalt och dorsalt mot högra *os ileum*, ökar i omfång och bildar en mäktig båge med en bakre starkt konvex och en främre konkav kontur. Kranio-lateralt sammanlöpa dessa båda konturer bildande ytterligare en blind ända, som i likhet med den förut beskrivna är sluten, men i olikhet mot densamma avrundad. (Sedd från djurets högra sida) ligger blindtarmen med sin nedre del dold av tjocktarmen och dessutom fast förbunden med densamme genom ett mesenterium. I blindtarmens främre konkava kontur befinnes sig tunntarmens inmynningsställe. Denna tarms terminaldel dyker in i och förenar sig med blindtarmen på sådant sätt, att dess *tunica muscularis* och *tunica mucosa* så att säga tränga sig in genom blindtarmens väggar och komma att stå fram som en upphöjning i densamma inre. Dock bildas hos hästen icke någon verklig *valvula coli* som hos människan, ty tunntarmens öppning förblir rund. Däremot bilda såväl *muscularis* som *mucosa* (>tunicae>) ett flertal framskjutande

veck, som också funktionellt äro att uppfatta som ett slags klaffarrangement. — Bredvid tunntarmens inmyning, ungefär 2 tum åt höger och kaudalt, kommer blindtarmens övergång i tjocktarmen till synes. — Innehållet i hela blindtarmen befinnes alltid vara flytande.

Av *Neergaard's* framställning, präglad som den är av ypperlig iakttagelseförmåga och lust till detaljforskning och förvisso grundad på självsyn, framgår med all önskvärd tydlighet, att författaren räknar *saccus ventriculiformis* som en del av *coecum*; vid skildringen av de ifrågakommande klaffinrättningarna låder emellertid en viss dunkelhet.

Året efter *Neergaard's* avhandling utkom *Cuvier's* (1805) stora verk över komparativ anatomi, i vilket också hästens tarmkanal dock mera i förbigående tangeras. Den ytterst kortfattade notisen härom torde vara hämtad från *Buffon-Daubenton*. — Då arbetet i första hand torde vända sig till den zoologiska världen, är knappast en utförligare framställning att vänta.

Den nu inträdda tiden från sjuttonhundratalets senare årtionden karakteriseras av inrättandet av ett flertal veterinära utbildningsanstalter i alla Europas kulturländer. Genom inrättandet av dessa skolor ingick veterinärmedicinen i en ny period, som för densamma betydde begynnelsen till en systematiskt vetenskaplig gestaltning av hela facket, och de vid de nyinrättade veterinärskolorna anställda lärarnas första och viktigaste uppgift var att utfylla det oerhört stora antal luckor, som ännu funnos i det vetenskapliga materialet; man strävade med all kraft och med en brådska, som icke alltid var ändamålsenlig, att försöka höja djurmedicinen upp till homomedicinens redan nu mycket höga niveau. Den författare, som kanske i allra högsta grad vigt sitt liv åt denna strävan, var ledaren av den redan 1765 av *Bongelat* inrättade veterinärskolan på slottet *Alfort* och den där sammansätades som anatom och fysiolog under många år verksamme *Jean Girard*. Hans stora lärobok i veterinäranatomi (1807; sista editionen 1841) har varit mig tillgänglig endast i *Schwab's* översättning (av år 1811); den skiljer sig beträffande innehållet åtminstone för den ileo-ceko-koliska regionen icke från *Schwab's* senare under eget författarenamn utgivna lärobok. — Samma år som *Girard's* utkom ytterligare en stor lärobok i veterinärlära, författad av den från Frankrike inkallade homomedicinaren och reorganisatören efter franskt mönster av veterinärskolan i *Milano*, *Giovanni Pozzi* (1807). Den första volymen av denna bok ägnar sin senare del till beskrivningen av hästens och oxens anatomi. Beträffande blindtarmen och angränsande delar av *ileum* och *colon* är skildringen mycket kortfattad och innehåller ingenting nytt av värde: beskrivningen överensstämmer fullständigt med den vanliga veterinära. Detta kan dock synas anmärkningsvärt, eftersom tydligen *Buffon-Daubenton's* arbete varit författaren välkänt, något som man kan sluta därav, att han av detsamma lånat några figurer, likväl utan angivande av källan. Boken innehåller en mycket fullständig literaturlista.

Också England bidrog med läroböcker under denna tid. Redan 1802 hade nämligen den huvudsakligen som hundpatolog bekante, i London som såväl läkare

som veterinär verksamme *Dalabère Blaine* (1802, andra uppl. 1816; sista uppl. 1855) utgivit sitt sammanfattande arbete om djurläkekonsten, tillgängligt för mig i *Cerutti's* lyska översättning (1820) från originalets andra upplaga. I likhet med flertalet av de nämnda författarna anser *Blaine* blindtarmen ega tvenne blinda ändar, »deren eines die Basis bildet, in deren Nähe der gewundene Darm eintritt, das andere bildet die Spitze und erstreckt sich bis an das Zwerchfell». Särdeles intressant och något verkligt nytt till kännedom om hästens tarmkanal är *Blaine's* uppfattning, att den förträngning, som »kolon» visar vid sitt utträde ur blindtarmens »bas», kan tjänstgöra som hinder för att födan når direkt från *ileum* ut i *colon*. Något slags som klaff verkande inrättning mellan *saccus ventriculiformis* och kolons förträngda parti anmärker han uttryckligen som frånvarande och obehövlig, och han anser detta senare bero på, att kolon utspringer från *saccus'* sida, något som förefaller dunkelt. Däremot beskriver han mycket klart ileumändens terminaltapp in i cekum, vilken tapp han anser kunna motverka en regurgitering till ileum.

Från det år 1777 inrättade militärveterinära institutet i *Wien* utsände därvarande professorn i zootomi och fysiologi *Michael von Erdelyi* (1819) ungefär ett årtionde efter *Girard-Pozzi* en stor speciellärobok i husdjurens splanknologi. Beträffande blindtarmen talas här om densammas avrundade säck (= *saccus ventriculiformis*), på vilken man utskiljer en stor och en liten kurvatur. I denna sista inplanterar sig ileum och bildar »mittels seiner doppelfaltigen Schleimhaut die *Banhinische* oder Blinddarmklappe», som förhindrar fodermassornas tillbakaträde in i tunntarmen. Från den lilla kurvaturen utgå dessutom »mehr nach aussen der Grimmdarm» som är »innig» fästad vid densamma »mittelst kurzem Zellgewebe».

Blott två år efter *Erdelyi* utkom från den 1781 grundade »*Kgl. baierische Central-Thierarznei Schule*» i *München* änyo en lärobok i husdjurens anatomi, som till författare hade den också som djurpatolog bekante professorn i anatomi och fysiologi därstädes *Konrad Ludwig Schwab* (1821). Denna lärobok är beträffande *viscera* uppställd i överskådlig kompendieform. Att den, hyllande den numera fullständigt inrotade veterinära uppfattningen, räknar *saccus ventriculiformis* till *coecum*, behöver knappast särskilt påpekas. Av intresse är beskrivningen på ileumändens, vilken »ragt in Gestalt einer grossen, runden Warze hervor». Speciellt anmärkningsvärd är *Schwab's* iakttagelse, att öppningen mellan *saccus* och »kolon» »besitzt eine starke Lage von ringförmigen Fleischfasern.»

Huru goda än från didaktisk synpunkt såväl *Erdelyi's* som *Schwab's* läroböcker äro, ställas de dock i skuggan av en ungefär samtidigt utkommande lärobok i veterinäranatomi, som till författare hade den av *Breslau's* medicinska fakultet promoverade, sedermera till professor i anatomi vid den år 1790 instiftade Berlinveterinärskolan kallade *Ernst Friedrich Gurlt* (1822). Alldenstund *Gurlt's* bok kan sägas utgöra det vetenskapliga grundlaget för senare veterinäranatomers arbeten, skulle densammas framställning ansetts förtjäna ett mera utförligt referat. Anmärk-

ningsvärt är emellertid, att *Gurlt* trots sina stora kunskaper i såväl homo- som djuranatomi biträder den allmänna veterinära uppfattningen om *saccus ventriculiformis* som en del av *coecum*. Det är emellertid särskilt hans beskrivning av de i *regio ileo-coeco-colica* förekommande klaffbildningarna, som här kunna påräkna intresse, varför den återgives med författarens egna ord. Följande citat är hämtat ur lärobokens andra upplaga. »Es findet sich zwei Oeffnungen an dem kleinen Bogen (des Coecum), welche beide mit Klappen versehen sind, namentlich eine linke — obere — welche durch den Eintritt des Hüftdarmes erzeugt wird und mehr eine Spalte gleicht. An ihr liegt die Hüft-blinddarmklappe — *valvula Bauhinnii* s. *Fallopü* —, durch die Verdoppelung der Schleimhaut bei der Darmteile gebildet. Die rechte — untere — Oeffnung ist grösser und führt zum Grimmdarm: an ihr findet sich die Blind-grimmdarmklappe, welche weniger als die vorige in die Höhle hineinragt». — Som synes beskriver *Gurlt* både en ileo-cekal och en ceko-kolik klaff, av vilka den förra homologiseras med *Bauhinn's* klaff hos homo. Det som emellertid i denna skildring är av det ojämförligt största intresse är angivelsen av dessa klaffars läge: *ileum*klaffen och därmed *ileums* inmyning säges vara den övre i förhållande till klaffen vid »*kolons*» utträde, som således anses ligga lägre. Dessa lägeuppgifter synas mig kunna tolkas på två olika sätt. Om med »*untere*» menas »mer ventralt belägen», om lägeuppgiften således hänförs sig till ett totaltopografiskt förhållande, kan den möjligen vara riktig för åtminstone vissa individers vidkommande, men det ligger nästan närmare till hands att förmoda, att ordet »*övre*» just i detta sammanhang, där topografiska uppgifter förövrigt saknas, har betydelsen av »närmare *saccus ventriculiformis*' blinda ände». Denna dunkelhet i *Gurlt's* beskrivning har intresse, därför att — som vi i det följande skola se — samma dunkelhet går igen hos ett flertal senare veterinäranatomer. *Gurlt* utgav också ett storartat illustrationsmaterial (1824—1833) till sin lärobok jämte en beskrivande text (1829).

Också i Spanien hade under denna tid en veterinärskola inrättats i *Madrid* år 1793, såsom en dotter till Alfortskolan; av denna skolas lärare uppträdde åtminstone tvenne vid denna tid som veterinäranatomiska skriftställare, *Antonio Bobardilla* (1828) och *Guillermo Sampedro* (1832). De omtalas här för fullständighetens skull; deras läroböcker ha icke varit mig tillgängliga.

I England florerade vid denna tid en livlig veterinärforskning tack vare den ursprungligen på privat initiativ grundade *Royal veterinary College* i *London*. Också det då nyligen grundade Londonuniversitetet hade ansatt lärare i vissa grenar av veterinärvetenskapen. En veterinärmedicinsk tidskrift — *The Veterinarian* — utkom och ett icke ringa antal privatpraktiserande veterinärer uppträdde som vetenskapliga författare. Bland dessa bör först den framför allt som »hippopathologist» bekante *William Percival* (1832) nämnas, vilken också författade ett stort kanske mera encyklopediskt än didaktiskt arbete om hästens anatomi. I detta arbete finnes den tills vidare mest detaljerade framställningen av de organ, som i föreliggande fall intressera. Och vad som framför allt är anmärkningsvärt i

Percivall's skildring är det namn han ger den tarmdel, som här preliminärt kallats *saccus ventriculiformis*. Beträffande blindtarmen skriver han nämligen: »The *coecum* or blind gut, the first subdivision of the large intestines, originates in a bulky, capacious head or receptacle, called the *caput coecum coli* or blind head of the *colon*». Och beträffande kolon heter det: (Colon) »begins at the *coecum caput coli* — that voluminous dilatation of the gut between the termination of the *ileum* and the mouth of the *coecum*». Av dessa citat framgår, att *Percivall* för sin del visserligen räknar »the bulky capacious head» till blindtarmen. Men skildringen får en nästan polemisk färg genom påpekandet, att denna tarmdel kallades *caput coecum coli* och således möjligen av vissa forskare på *Percivall's* tid också ansågs vara en *colondel*, en uppfattning, som tydligen enligt *Percivall's* mening var oriktig, ehuru han upptager och använder det gamla namnet. — Också den ileo-ceko-koliska regionens klaffarrangement beskrivas av *Percivall*; han skriver härom: »The termination of the *ileum* projects for some way into the *caput coli*, and does so at right angles, both with it and with the *coecum*, so that the contents, having once passed the *ileum*, are not likely to return». Denna passus förefaller mig en smula dunkel; man har svårt att förstå, varföre den omständigheten, att *ileum* inmynnar i rätt vinkel med såväl *saccus* som med *coecum*, skulle kunna försvåra en regurgitation; och till och med »meningen med själva talet om rättvinklighet i inmynnandet är vanskligt att penetrera. — *Percivall* fortsätter: »Independantly of this preventive contrivance, however, there is a valve at this part very like that of the pylorus. This valve — the *valvula coli* — is formed of a doubling of the internal coat, within which is folded a circular band of muscular fibres; and in its shape resembles a halfmoon, so that it is not equally prominent at every part; its office is that of permitting certain alimentary matters and all fluids to pass from the *ileum*, but to oppose their return.» — Som synes av citatet, är lägeangivelsen för den omtalade halvmånformiga klaffen ganska svävande, inskränkande sig till ett »at this part»; på grund av beskrivningen av klaffens »office» torde det emellertid ligga närmast till hands att förmoda, att den ifrågasvarande klaffen buktar in i själva *ileums* lumen, och således får tänkas ligga i den »projection» varom *Percivall* strax i början talar.

En annan engelsk, också på kontinenten välkänd, veterinäranatomisk författare under denna tid var den vid Londonuniversitetet som »lecturer» i djurmedicin anställde *William Youatt* (1831), vilken på uppdrag av »the Society for the Diffusion of Useful Knowledge» och utan direkt angivande av författarenamnet, utgivit ett flertal encyclopediska verk, bl. a. om hästen. Beträffande hästens *coecum* säges, att »it is not a continuation of the *ileum*, but the *ileum* pierces the head of it, as it were, at right angles, and projects some way into it, and has a valve at its extremity, so that what has traversed the *ileum* and entered the head of the *colon* whence the *coecum* arises, cannot return into the *ileum*». Det ser av skildringen ut som om författaren ställde sig något tveksam, vart han skall räkna huvudet, som han ömsom kallar »the head of it» (*coecum*), ömsom »the head of the colon». Den

fortsatta skildringen av kolon ger vid handen, att till denna tarm räknar han det icke; det heter nämligen: »(Colon) is an intestine of exceedingly large dimensions; At its union with the *coecum*, and the *ileum* although larger than the latter intestine, it is of comparatively small bulk, but it soon swells up etc.» — Av detta citat torde framgå, att *Youatt* anser *colon* börja med ett förträngt halsparti, som han iakttagit i ett tillstånd av mesohexi att döma av uttrycket: »although larger than the *ileum*». — Skildringen illustreras med en figur, som utan angivande av källan lånats från *Gurl's* ovan omtalade atlas. — Av ett visst allmänt intresse och dessutom av betydelse för denna undersökning äro några av *Youatt's* spekulationer angående *coecum's* funktion hos hästen. Förutom en absorptiv förmåga för alla »nutriments» tillskriver *Youatt* blindtarmen framför allt förmåga att upptaga vatten. Han menar, att det huvudsakligen är den flytande delen av födan, som inträder i *coecum*; hästen dricker betydligt mer än hans ventrikelkapacitet tillåter, säger *Youatt*, och även om hästen skulle dricka mindre, så stannar vätskan icke kvar i magsäcken eller tunntarmarne, utan forsar snart ned i *coecum*, där den emellertid retineras. *Coecum* får härigenom karakteren av en reservoar, »*water stomach*», från vilken kroppens vattenbehov så småningom kan tillfredsställas — och hästen behöver, trots sin oftast torra föda, i allmänhet dricka påfallande sällan.

Under de nu följande bägge årtiondena, 1840- och 1850-talen, ha de omkring sekelskiftet instiftade talrika veterinärskolorna vuxit till i såväl vetenskaplig förmåga som organisatorisk fasthet, och detta tar sig uttryck i ett livligt läroboksförfattarskap. På grund av skolornas stora antal i de tysktalande länderna blir det framför allt tyska läroböcker, som karakterisera perioden. — Vi börja med en lärobok, författad av den på München-skolan utbildade, sedermera till *Wien*, som professor i zootomi och zoofysiologi efter *v. Erderly's* död kallade *Josef Hörman* (1840). Något speciellt av intresse för *regio ileo-coeco-colica's* vidkommande innehåller läroboken icke. Därefter nämna vi direktorn för veterinärskolan i *Schwerin Friedrich Steinhoff* (1840), *Wien*-professorerna *Leopold Graf* (1846) och *Franz Müller* (1853); deras tämligen små läroböcker innehålla emellertid intet nytt för *regio ileo-coeco-colica's* vidkommande utöver de föregående tyska framställningarna. *Müller's* lärobok har emellertid från en annan synpunkt ett visst intresse: han är nämligen den förste, som benämner hästkolons olika portioner med siffror. — Och slutligen komma vi till *Bauermeister's* efterträdare som anatom och patolog vid den württembergiska veterinärskolan i *Stuttgart Friedrich Leyh* (1850), vilkens lärobok, försedd med ett flertal utomordentligt väl utförda illustrationer, står på ett vida högre plan än de fyra förstnämndas. Såsom en liten detalj av ett visst intresse bör omtalas, att den andra upplagan av denna *Leyh's* lärobok är försedd med en mycket utförlig literaturförteckning. Några för denna översikt nya och värdefulla upplysningar lemnas emellertid icke; läroboken är att betrakta som en med mycket skicklig hand utförd omarbetning av *Schwab's* och *Gurl's* ovan omtalade verk.

Men icke blott de tysktalande länderna, också *Frankrike-Italien* uppvisa under denna tjuogoårsperiod åtskilliga veterinäranatomiska skriftställare. I *Italien* märka vi först *Turino*anatomen *Carlo Giorgio Mangosio's* (1843) värdefulla lärobok i deskriptiv veterinäranatomi. Också *Mangosio* räknar naturligtvis *saccus ventriculiformis* till blindtarmen, vilkens »cavità interna» ganska utförligt beskrives. I denna bas (»verso la base») ser han »due orifici — uno verso il lato destro, che si continua col colon — l'altro, che gli sta accanto, è il termine dell'intestino tenue. Tra questi due orifici vedesi un ripiego valvulare obliquo, che corrisponde alla valvula di *Bauhin* del'uomo» Beskrivningen väcker uppmärksamhet i första hand därför, att *Mangosio* — kanske utan avsikt — vänder sig mot den *Gurlf*'ska uppfattningen, att ileumnyningen ligger ovanför kolons utträde: enligt *Mangosio* ligga de båda öppningarna vid sidan av varandra. Och vidare är det att observera, att denne författare homologiserar en helt annan bildning med människans *valvula Bauhini* än det stora flertalet av ovan skildrade hästanatomer, nämligen ett snett, klaffliknande veck mellan ileuminnyningen och »kolon»-munnen.

Av franska läroböcker från denna tidsperiod märka vi i första hand det av *Alfort*-anatomen *Félix Rigot* (1847) planlagda, av *Toulouse*-anatomen *A. Lavocat* fullbordade, sex band starka verk om djurens anatomi. Beträffande *regio ileo-coecocolica* innehåller denna bok åtskilligt av intresse framför allt därför, att beskrivningen av denna regions klaffinrättningar tyckes polemisera mot *Mangosio*. I motsats mot denne anser nämligen *Lavocat*, att den av *Mangosio* omtalade »ripiego obliquo» fullkomligt saknas hos hästsläktet eller i varje fall alldeles icke har karakteren av en klaff: »Chez les monodactyles — entre ces deux orifices (d. v. s. mellan ileum- och »kolon»-öppningarna) — il n'y pas de valvule ileo-coecale, décrite chez l'homme et dans quelques animaux — sous le nom de valvule de *Bauhin*. Ce repli valvulaire était chez les monodactyles parfaitement inutile». Som synes av citatet, anser *Lavocat* i likhet med *Mangosio*, att ett veck — förmodligen i cekum-kolon-väggen — skulle vara homologt med *valvula Bauhini hominis*. Anledningen till att ett sådant, enligt *Lavocat's* mening extraordinärt, klaffarrangement skulle vara utan gagn hos monodaktylerna, utgöres av den anatomiska karakteren av *ileum's* innyning i *coecum-colon*. Ileum »constitue» nämhgen »un prolongement , qui s'avance de 2 ou 3 centimètres dans l'intérieur du viscère fortement contracté». Och denna inrättning »produit une disposition telle que — plus grandes seront la distension du *coecum* et la pression des liquides sur cet orifice — plus ses parois, appliquées et pressées l'une contre l'autre, mettront obstacle à toute espèce de reflux». Författarens mening är tydligen den, att *ileum's* ändtapp, som i allmänhet genom sitt kontraktionstillstånd har sitt lumen kanske rent av occluderat, skulle av en inifrån skeende uttänjning av *colun-coecum* bli ännu säkrare tillslutet, därigenom att ett möjligen remanerande rundt lumen genom tänjningen skulle antaga formen av en springa med två läppar (»parois»), vilka skulle pressas mot varandra (Jmf. *Bauhin*). — Om »kolon»-öpp-

ningen, som *Lavocat* naturligtvis anser vara *colons* utmyning, säges, att den står öppen (»béant») och att dess rand »peu résistant, est légèrement froncé».

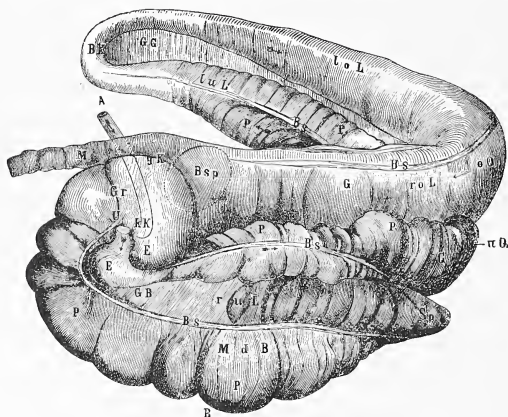
Den mest betydande läroboken från denna tid är emellertid utan gensägelse den, som författats av den då vid *Lyon*-skolan verksamme, erkände fysiologen *A. Chauveau* (död 1917) (1855—1857.) Genom sin författares också ur den vetenskapliga literaturen inhämtade stora kunskaper, genom ett sällsynt kultiverat språk och genom sina sköna illustrationer står den på ett avgjort högre plan än de allra flesta veterinäranatomiska verk. Också genom sitt prononcerade framhållande av komparativa synpunkter är den enastående. Vid bedömandet av boken från just dessa synpunkter måste man emellertid fasthålla att begreppet »komparativ anatomi» i våra dagar har en delvis annan betydelse än på författarens tid. I företalet förklarar *Chauveau*, att det är den *Cuvier*'ska och den *Saint-Hilaire*'ska komparativiteten, som åsyftas, och även om man kan säga, att åtminstone den senare — »le principe des connexions» — ingår som en integrerande del i vår definition av begreppet, så har dock detta begrepp för den närvarande tiden en annan och fyllicare mening. Komparativ i ordets nuvarande betydelse är *Chauveau*'s lärobok icke. Och ett av bevisen härför är hans beskrivningar av de olika husdjurens *coecum*. Medan hos hästen blindtarmen är försedd med en stor dorsal blindsäck (»la crosse»), som är tydligt avgränsad från *colon*, så är hos kaninen »cette crosse n'est pas très nettement séparée du colon, et se continue avec lui sans présenter d'étranglement». Och om *coecum* hos idisslare heter det: »à son extrémité (antipapale), le *coecum* se continue directement avec le *colou*, sans former de crosse, après avoir reçu l'insertion de l'intestin grêle». Vår nuvarande komparativt anatomiska definition av *coecum* såsom den kolondel, som befinner sig apikalt om *ileum*inmyningen finnes tydligen icke för *Chauveau*. — Beträffande *regio ileo-coecocolica* innehåller boken ett flertal värdefulla anatomiska detaljer. Om *ileum*'s myning säges det, att *ileum* »communique avec la surface intérieure du *coecum* au moyen d'une ouverture qui fait saillie à l'intérieur de ce réservoir, comme un robinet dans un tonneau». Denna tapp, som är ganska ringa markerad, är uppbyggd av ett cirkulärt mukosaveck (un repli muqueux), förstärkt »extérieurement» av muskelstråk. Han kallar detta cirkulära veck eller denna tapp: »La valvule ileo-coecale ou de *Bauhin*», och säger längre fram att man har velat förneka närvaron av denna klaff hos husdjuren »par une fausse appréciation des analogies», vändande sig tydligen med dessa ord direkt mot *Lavocat*. Värt att ihågkomma är också denna författares beskrivning av de båda i »la crosse» befintliga öppningarnas läge i förhållande till varandra. Av dessa öppningar säges *ileum*'s vara den längst neråt befintliga: »le plus inférieur représente l'ouverture de l'intestin grêle». »Le deuxième trou, placé à 4 ou 5 centimètres environ au-dessus du précédent fait communiquer le *coecum* avec le *colon*». Som synes gå dessa lägeuppgifter stick i stäv mot den *Gurlt*'ska uppfattningen och låta icke heller förena sig med den *Mangosio*'ska.

Samma år som *Chauveau* utsände en italiensk anatom, professorn vid Turino-skolan *Felice Perosino* (1855) ånyo en lärobok i djuranatomi, som emellertid icke varit mig lillgänglig.

Under de nu följande hägge årtiondena började antalet av originala läroböcker att avtaga: anatomerna vid de olika veterinärskolorna använde i stället sina krafter till att omarbota och utvidga de redan förefintliga läroböckerna, vilka utkomma i nya upplagor. Periodens mest betydande nya läroboksarbete kan dansken *H. C. Bang Bendz'* sägas vara (1869). *Bendz* var i egenskap av gammal homokirurg och doctor medicinæ från Köpenhamns universitet en lärd man, och hans lärdom lyser också fram i hans lärobok. Den torde i första hand vara avsedd för de studerande vid Köpenhamns Veterinærhögskole, där *Bendz* fick anställning som anatomiens målsman. Den är den första på danska språket skrivna större lärobok i djuranatomi. — I boken beskrivas de här behandlade tarmdelarna på det i veterinäranatomin vedertagna viset: *saccus ventriculiformis* kallas »Grundens», *fundus intestini coeci* och omtalas såsom bildande blindtarmens »bageste Ende». Om de båda öppningarna i »Grundens» golv säges följande: »i det Indsnit, som dens (Grundens) blinde Ende danner fortil, inunder den bageste del av Tyndtarmen nærved den överste Flade af Grundens; i samme Indsnit udspringer Stortarmen tæt nedenfor og noget udenfor Tyndtarmen nærmere Grundens nederste Flade». Av detta citat framgår, att *Bendz* delar *Gurll's* uppfattning om de båda öppningarnas läge, nämligen att »kolon»-munnen ligger lägre än ileuminmyningen; om lägeuppgiften hänför sig till totaltopografien eller till blindtarmens specialtopografi förblir emellertid ovisst. — I denna större lärobok finnas inga figurer, men i ett senare mindre arbete av samma författare, avsett för lantbruksstuderande, finnas ett flertal förträffliga träsnitt. Den bild, som föreställer blindtarmen, är emellertid i sin skematiska gestalt föga illustrativ. — Året efter *Bendz* stora handbok utkom i *Skottland* en liten, ytterst kortfattad lärobok i hästanatomi, författad av tvänne vid den av staten understödda veterinärskolan i *Edinburgh* anställda anatomer, *Strangeway* och *Goodsir*. (1870). Det intressantaste i denna lärobok — för den här ifrågavarande tarmregionens vidkommande — är det namn, som författarne giva dens. k. blindtarmen. Hela blindtarmen alltså både *coecum* och *saccus* kallas med det latinska namnet *caput coecum colli* (halsens blinda huvud). Om de båda öppningarna i *saccus'* konkava kurvatur skrives: »the inferior opening is the terminal of the ileum; the superior one communicates with the colon» — en uppfattning, som således överensstämmer med *Chauveau's*.

Från *München* utkommer under denna tjugooårsperiod en ny lärobok i husedjursanatomi, författad av den också som parasitolog och obstetiker bekante *Ludwig Franck* (1871). Om blindtarmen heter det i denna bok, att den har formen av en kägla och *fördenskull* kan man på densamma särskilja »einen Grund, das Mittelstück oder den Körper und die Spitze». Det är således enligt *Franck* blindtarmens kägelform, som har varit anledningen till ått den i hästkroppen högst belägna delen av »blindtarmen» fått den på grund härav något irrationella be-

nämningen »bottnen». Av mycket stort intresse är den vidare beskrivningen av blindtarmens tre regioner och särskilt anmärkningsvärt är det latinska namn, som författaren ger åt vad han själv kallar »der Grund». Den benämnes nämligen *fundus vel basis coli*, något som förvisso tyder på att *Franck* ställt sig tveksam inför den nu hos veterinäranatomerna fullt inrotade uppfattningen, att den ifrågasvarande tarmdelen verkligen tillhör *coecum*. Direkt diskuteras detta problem icke, men man tycker, att, hade författaren varit fullt övertygad om, att den vanliga veterinära uppfattningen vore den riktiga, så skulle han nog ha kallat den nämnda tarmdelen *fundus coeci*. — Beträffande de båda öppningarna skriver *Franck*: Die Häftdarmöffnung liegt oben und besitzt die ovale Bauhini'sche Klappe.



Textfig. 4. C. F. Müller-G. Schwartznecker 1879.

därvid ihågkomma *Percivall's* uppfattning, att det i stället är *Bauhin's* klaff, av honom kallad *valvula coli* som är halvmånformig.

Under tjuogoårsperiodens sista år utkomma de båda Berlin-lärarnes *C. F. Müllers* och *G. Schwartznecker's* lärobok i hästavel (1879), vilkens första band innehåller hästens anatomi, författad av *Müller* ensam. Det för oss viktigaste i denna bok är författarens uppgifter om ileummynningens och kolonmunkens inbördes läge. Här om skrives: »Die beiden Öffnungen liegen nahe benachbart an der kleine Krümmung: links und oben die nach dem Dünndarme — rechts und weiter nach unten die nach dem Grimmdarme führende». I och för sig äro dessa lägeuppgifter behållade med samma ofullständighet som de föregående, men de vinna i tydlighet genom en god figur över hästens stora tarmar, som förekommer i boken (textfig. 4). Ett betraktande av denna figur möjliggör en säker tolkning av vad författaren menar med »oben» och »weiter nach unten»: med »oben» menas »närmare *saccus ventriculiformis*». *C. F. Müller's* uppfattning är så-

Die Grimmdarmöffnung liegt nach abwärts, führt in das Colon, ist grösser als vorige und hat ebenfalls eine weniger deutlich ausgeprägte halbmondförmig gestaltete Klappe, die Blindgrimmdarmklappe (*valvula coeco-colica*). Vad som i detta citat — förutom öppningarnas läge — framför allt faller i ögonen är uppgiften om, att *Bauhin's* klaff är till sin form oval och den andra klaffen svagt halvmånformig; man tvingas

ledes den, att ileum inmyunnar icke blott dorsalt om utan också *kranialt* om »kolon»-munnen. Författaren förbiser därvid, att, ifall förhållandena verkligen skulle gestalta sig enligt beskrivningen, så skulle från komparativt anatomisk synpunkt endast »*saccus ventriculiformis*» representera den egentliga blindtarmen, och blindtarmens »kropp» och »spets» utgöra en accessorisk cecalutväxt från *colon*.

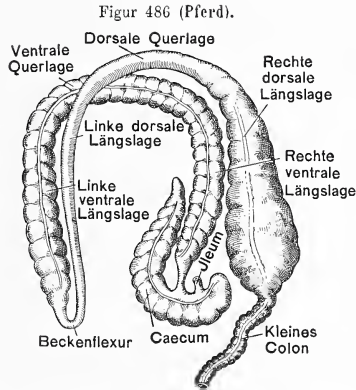
Under perioden inträffar också utgivandet av ett stort zoologiskt verk, nämligen *Richard Owen's vertebratanatomi* (1868). Beträffande hästens enterologi är framställningen anmärkningsvärt fyllig och illustrerad med en figur. Densamma igenkännes såsom varande kopierad efter *Buffon-Daubentou* och utgives också som sådan. Det är under sådana omständigheter särdeles anmärkningsvärt, att den verbala skildringen avviker högst avsevärt från *Buffon-Daubentou's*, i det den fullständigt accepterar den veterinära uppfattningen. Detta framgår av följande citat:

»The *ileum* terminates in a *coecum* of enormous bulk, which is separated from the commencement of the *colon* by a deep constriction»; och genom hänvisning till figuren förstår man, att med denna »constriction» menas *Buffon-Daubentou's* första¹ förträngning. Enligt *Owen* är *saccus ventriculiformis* således att räkna som en del av *coecum*.

Den lämnade skildringen av den anatomiska läroboksliteraturen kunna vi nu anse avslutad, alldenstund några fullt nya, på egna undersökningar över ifrågavarande tarmområde grundade läroböcker icke efter denna tid sett dagen.

Istället hava ett flertal av de nämnda upplevat många nya upplagor och ha blivit allt fullständigare. Det är bland dem några, som i detta sammanhang böra omtalas, eftersom de bevarat sig ända in i våra dagar och användas just nu på de veterinära utbildningsskolorna. Vi börja med *Gurl's* ovan omtalade lärobok. Under *Gurl's* professorstid nådde boken sin fjärde upplaga, utförd av författarens egen hand. Redan två år efter *Gurl's* frånträdande utkom bokens femte upplaga (1872), bearbetad av Berlineranatommerna *C. Müller* och *Leisering*. Efter *Leisering's* flyttning till *Dresden* inträdde också *Ellenberger* i bearbetarekomitén: bokens sjuende och sjunde upplagor äro ombesörjda av de nämnda tre forskarna. Från och med bokens åttonde upplaga (1896) ha *Ellenberger* och *Baum* övertagit utgivandet, och boken föreligger nu i en fjortonde upplaga (1915), vilken framträder i så förstorad och förändrad gestalt, att den gör anspråk på att bli betraktad som ett originalverk.

¹ koliska.



Textfig. 5. *Ellenberger Baum* 1915.

Beträffande *regio ileo-coeco-colica* innehåller den intet nytt eller anmärkningsvärt: skildringen, som är ganska kortfattad, illustreras av en figur, som lämligen nära överensstämmer med den *C. F. Müller'ska*. I likhet med den anger den *ileum* såsom inmynnande i *coecum* kranialt om kolons utträde. Någon tvekan om luruvärdade verkligen de båda författarna menat detta, torde icke råda, ty i inledningen till kapitlet om digestionsorganen meddelas en figur, som tydligare anger deras mening (textfig. 5). Detta anmärkningsvärda förhållande omtalas emellertid alldeles icke, varav man torde sluta, att detsamma komparativt anatomiska ytterligt stora vikt alldeles förbisetts: enligt figuren skulle hästens blindtarm alldeles icke vara homolog med de övriga djurens blindtarmar utan utgöra en speciell, fullständigt ny bildning av cecal natur i den ileo-ceko-koliska regionen. Den komparativt anatomiska blindtarmen skulle således hos hästen utgöras blott av den s. k. *saccus coecus*, som är detsamma som *saccus ventriculiformis*.

Den andra av de läroböcker, som bevarat sig in i nutiden, är *Leyh's* skickliga omarbetning av *Schwab's* och *Gurtl's* framställning, vilken till bearbetare och utgivare har Giessen-anatomen *Paul Martin* (1915). Bokens andra upplaga, varav tillsvidare den allmänna delen och delen om hästens anatomi utkommit, framträder i sådan form, att den till fullo må betraktas som en helt ny lärobok och stående på ett vetenskapligt sett högre plan än den föregående. Skildringen av *regio ileo-coeco-colica's* anatomi hos det vuxna djuret innehåller emellertid intet nytt av värde. Den illustreras av *Leyh's* välkända figur och ett från *Ellenberger-Baum* lånat skema, som något förändrats.

Den tredje av de läroböcker, som i ny och förnygrad gestalt bjudes de veterinära studerandena i våra dagar är *Toulouse* anatomen *L. Montaué's* och *Alfort* anatomen *E. Bourdelle's* (1913) imponerande verk om husdjurens topografiska anatomi, vilken i företalet uppges böra betraktas som en ersättning för *Chauveau's* nämnda klassiska lärobok, vilken upplevde en femte upplaga ur *Chauveau's* egen hand med biträde av *Arloing* och *Lesbre* år 1905. Beträffande *regio ileo-coeco-colica* innehåller detsamma åtminstone text intet nytt utöver *Chauveau's* skildring, men anmärkningsvärda och nya äro tvenne sällsynta illustrativa figurer, som förtydliga beskrivningen av den nämnda regionen. Beträffande kolon skrives: »L'origine du colon constitue une ouverture qui paraît étroite si on la compare au volume de l'organe qui lui fait suite; elle est arrondie et surmontée, à gauche, par une valvule en forme de capuchon».

Och slutligen nämnes den skotska ursprungligen av *Strangeway* och *Goodsir* författade läroboken, som sett sin nionde upplaga (1915). Beträffande den ileo-ceko-koliska regionen överensstämmer den emellertid nära nog fullständigt med lärobokens första upplaga.

II. Den vetenskapliga specialliteraturen.

Medan som synes den didaktiska literaturen för den i denna översikt förekommande tarmregionen är ganska fyllig, så är åter den i verklig mening vetenskapliga behandlingen av densamma påfallande sparsam. Det enda av mig kända större arbete häröver är *Ellenberger's* redan nämnda monografi (1879) om hästblindtarmen, som emellertid till allra största delen är av fysiologiskt innehåll. Eftersom den vänder sig till en större vetenskapligt intresserad och bildad, och därigenom också vetenskapligt kritisk allmänhet, kan den sägas komma med vetenskapliga anspråk. Härigenom blir den av allra största betydelse för denna undersökning, och den kan således göra räkning på ett utförligt referat, som härmed följer.

Avhandlingen börjar med en kortfattad framställning av blindtarmens embryologi, som här citeras med författarens egna ord: »Das Coecum entsteht während der fötalen Entwicklung des Pferdes am Ende des Ileum ganz ähnlich wie der Magen am Oesophagus. Ungefähr in der fünften Woche nach der Conception bildet sich am Ende des Ileum, oder wenn man will, am Anfangstheile des Colon, an der einen Wand eine gleichweite, sackartige, mit dem blinden Ende nach hinten gerichtete Ausbuchtung. Schon gegen die elfte Woche wendet sich das geschlossene Ende noch vorn, der hintere Abschnitt nimmt gleichmässig an Weite zu, während der vordere, blinde Theil enger bleibt, und so ein konischer Sack gebildet wird. An diesem erweitert sich sodann der hinterste dem Ileum und Colon anliegende weitere Theil, die Basis des Sackes, nun noch in der Weise, dass die den genannten Darmabschnitten abgekehrte Wand schneller wächst als die ihnen zugekehrte. Hierdurch bildet sich ein neuer Abschnitt am Coecum, der sich in Folge der genannten Wachstumsverhältnisse eigenthümlich gegen das Ileum und Colon abkrümmt und so eine magenähnliche Gestalt annimmt, Den neugebildeten Abschnitt möchte ich zur Erleichterung der weiteren Betrachtung als *Saccus ventriculiformis* s. *ventriculosus* bezeichnen».

Dessa embryologiska notiser äro av den allra största betydelse, ty de förmenas lämna ett bevis för att *saccus ventriculiformis* verkligen bör räknas såsom en del av *coecum* och att således den veterinära uppfattningen är den riktiga. En närmare granskning av *Ellenberger's* redogörelse ger emellertid vid handen, att detta bevis icke är bindande, något som frångår av den kritik, som längre fram i denna skrift ägnas densamma.

I den fortsatta skildringen av cekums anatomi behandlas muskulaturen mycket utförligt. Taeniernas läge längs blindtarmen beskrives och deras karakter av långmuskelstråk framhålles. Mellan taenierna uppgives långsmuskellagret också sträcka sig, ehuru »nur mikroskopisch sichtbar». Även ringmuskellagret får en ganska utförlig behandling. Muskelstråkens gång omkring ileuminmynningen och konoträdet beskrivas därefter. Runt om den förra bildas av cecal-muskulaturen ingen

egentlig muskelring, utan muskelstråken nå den ifrågavarande öppningen tangentiellt, oregelbundet korsande varandra. Och dessutom är själva övergångsstället mellan de båda tarmdelarna understött av starka bindvävsflätor. Runt om den andra öppningen åter — kolonutträdet — »verlaufen die Muskelfasern circulär und bildet eine Art *Orbicularis (sphincter coeci)*». — Också de i den ifrågavarande regionen befintliga klaffarrangementen få en ganska utförlig beskrivning. Vid kolonutträdet bildar slemhinnan flera kretsformigt gående höga veck, under vilka submukosan är kraftigt utvecklad. Några av muskulatur förorsakade veckbildningar omtalas emellertid icke. Av dessa veck tilldrager sig särskilt ett *Ellenberger's* uppmärksamhet. Detta går från *saccus ventriculiformis'* »proximaler Rand» och skjuter som en halvmåne in i densamma lumen. Försåvitt jag uppfattat skildringen rätt, eger detta veck sin bakre distala rand fri och rörlig, och härigenom skulle kanske kolonöppningen kunna tillslutas. Detta veck uppfattar *Ellenberger* såsom ett »Analogon der *valvula coeco-colica*». Fysiologiskt sett anses denna klaffbildning vara tämligen betydelslös på grund av sin allt för stora rörlighet: »Die Falte ist jedoch so mobil, dass ich dieselbe nicht als eine eigentliche Klappe bezeichnen kann». Hos det nyfödda fölet är det emellertid mindre rörligt och »anscheinend halbmondförmig». — Därefter beskrives ileummyningen, som författaren anser påminna om *orificium externum uteri*. Han har sökt efter en klaff på detta ställe och fördenskull blåst upp och frusit blindtarmen från vuxna djur utan att kunna iakttaga någon. Endast på nyfödda föl förmenar han sig hava konstaterat ett halvmånformigt, fixt slemhinneveck, »deren freier Rand in das Lumen des *Ileum* sieht und die als Klappe bezeichnet werden kann». Själva inmynningsstället beskrives såsom en »vorgetriebener», med längsveck försedd slemhinnetapp, och tillslutningen av ileumlumen sker genom ileummuskulaturens egen verksamhet. Kapitlet avslutas med ett mera i förbigående fällt meddelande, att mellan de båda öppningarna befinner sig »eine deutliche, beide scheidende Falte».

Den i kronologien nästa avhandlingen om coecum, eventuellt hos hästen, är författad av *Peurose* (?). Avhandlingen har icke varit mig tillgänglig, men i betraktande av den korthet med vilken avhandlingen avfärdas av *Ellenberger* i ett senare arbete, torde densamma icke innehålla något nytt, som är av betydelse för denna skildring. — *Oscar Burgi's* (1905) avhandling om blindtarmen utgöres av ett föredrag och är att betrakta som ett samlingsreferat av de föreliggande undersökningarna över vertebraternas blindtarm. Författaren uppehåller sig speciellt vid hästens blindtarm och till grund för hans framställning såväl från embryologisk som från komparativt anatomisk synpunkt ligger *Ellenberger's* ovan refererade avhandling.

Den nästa avhandling, som berör vårt ämne, är författad av *Ellenberger* (1906). I densamma lämnas en liten orienterande översikt över hästblindtarmens anatomi, som förtjänar omnämnande. Beträffande den embryonala utvecklingen anmärkes, att blindtarmen från början anlägges på det för alla däggdjur gemensamma viset, som *Ellenberger* förutsätter vara bekant. Dessutom beskrives

hästcekums yttre närmare: dess storlek, topografi och allmänna utseende omtalas; också dess rymliga magsäckliknande del *saccus ventriculiformis* antydes. Mera anmärkningsvärd är den korta översikten av klaffarrangementen, »die klaffenartige Faltenbildungen der Schleimhaut», vilka göras ansvariga för omöjligheten av, att tarminnehåll direkt kan övergå från ileum i kolon. Vidare förekomma några hypotetiska spekulationer om, huru det går till vid blindtarmens tömmande, och det bör här kraftigt betonas, att dessa icke *uppgivas* stödja sig på några direkta iakttagelser. Förutsättningarna för tömmandet anses vara en viss grad av fyllnad, och att tarminnehållet är flytande. Genom en energisk kontraktion, så stark t. o. m. att den helt förändrar cekums form — den uppges bli nästan klotformig — drives tarminnehållet över i *saccus ventriculiformis*, vilkens väggar anses vara så tänjbara, att de kunna mottaga en stor del av detta innehåll. Blindtarmens kontraktion utföres såväl av ringmuskellagret som de enligt *Ellenberger's* mening starkt muskulära tenierna. När därefter huvudet kontraherar sig, drives innehållet ut i »kolon» och att det icke därvid också banar sig väg in i ileum, förhindras av ileums starka ringmuskulatur, som tydligen verkar som sänker, och av »die eigenartigen Verhältnisse des der Cardia des Pferdemagens entsprechenden *Ostium ileo-coecale*».

En av *Ellenberger's* läroböcker — den i fysiologi — bär också författarnamnet *Schennert*. Det kan ha ett visst intresse att erfaras denna *Ellenberger's* medhjälparens uppfattning av hästblindtarmens anatomi och mekaniska fysiologi. I en avhandling om den cekala digestionen beröras också dessa förhållanden. *Schennert* (1909) skriver ungefär följande: Hästens *coecum* har konisk form och ligger uppfifrån nedåt i sternal riktning. Det från *ileum* kommande tarminnehållet måste »dem Gesetz der Schwere folgend in das weite offene *coecum* hineinfallen». I *coecum* stannar detsamma i allmänhet över 24 timmar. *Colon*öppningen ligger direkt ovanför *ileum*inmynningen (»direkt über der Mündung des Ileum») och är dessutom skild från densamma genom ett slemhinneveck, så att ett direkt övergående av tarminnehållet från *ileum* i *colon* med förbigående av *coecum* »vollkommen ausgeschlossen ist». En för tidigt skeende övergång anses till och med »undenkbar», men dock med det ytterst viktiga förbehållet, att för att detta skall kunna tänkas, måste *coecum* redan förut vara starkt fylld. Vidare kan *coecum* fullständigt avstängas såväl åt *ileum* som åt *colon* till genom speciella klaffarrangement, respective den öppningarna omgivande cirkulära muskulaturen. För cekums tömmande behöves mycket energiska kontraktioner genom vilka innehållet lyftes i höjden och inpressas i den *mycket trånga kolon*öppningen, vilken än en gång framhålles ligga »direkt über der Mündung des Ileum». Svaga kontraktioner av blindtarmens vägg kunna blott åstadkomma en blandning av tarmens innehåll. — Sådan är den korta framställning som en av *Ellenberger's* medarbetare, består en på detta speciella område icke orienterad, vetenskaplig allmänhet. Det måste strax sägas ifrån, att framställningen synes mig svårbegriplig och långt ifrån invändningsfri. Det första som faller i ögonen, är uppgiften, att *orificium ilei* ligger direkt över kolonultrådet. Här^o begär *Schennert*

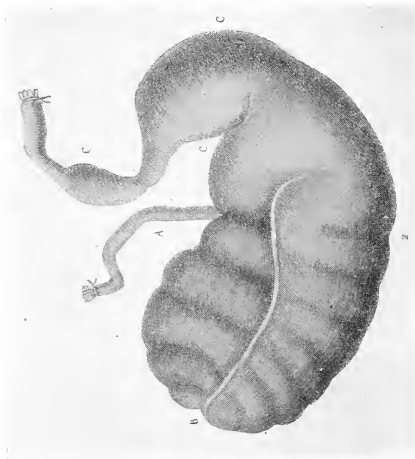
samma fel, som vi sett mången veterinärförfattare göra före honom, nämligen att icke precisera, vad ordet *över* betyder. Om det nämligen skulle betyda »ett från topografisk synpunkt högre plan i djurkroppen, då djuret är stående», så finnes intet att anmärka mot detsamma, men man har då mycket svårt att förstå ordet »direkt». Man får emellertid av skildringen den uppfattningen, att med uttrycket »direkt över» menas topografiskt dorsalt och i samma sagittalplan, och om så är meningen, kunna vi alltså anteckna ytterligare en uppfattning av lägeförhållandena av ileummynningen och kolonöppningen till de många olika, som skildrats i denna historiska översikt. — Lika anmärkningsvärt är meddelandet, att blindtarmen har tyndkraften att tacka för sitt fyllande. Man tvingas vid läsningen att undra över, hur det skulle gå med blindtarmens funktion, ifall hästen låge på ryggen. Man torde kunna förutsätta, att *Scheunert* i sin skildring utgår från det tänkta fallet, att cekum är tom d. v. s. utan tarminnehåll. Att den likväl enligt *Scheunert*'s mening icke är slappt sammanfallen eller starkt förträngd utan fortfarande står med vidöppet lumen, torde böra särskilt registreras. Som förklaring härtill ligger det väl närmast till hands att förmoda, att cekum är gasfyllt och således dess väggar ega en viss grad av rigiditet. — Upplysningen om att ett direkt tillträde av tarminnehållet in i den förträngda kolondelen från *ileum* skulle hos hästen vara ytterligt försvårat, torde vara ägnat att väcka förvåning. För så vitt författaren till denna skrift är riktigt underrättad, torde väl ett sådant tillträde vara ganska plausibelt under vissa former av den s. k. blindtarmförstoppningen, som i vissa fall anses bestå i en på grund av till *coecum* begränsad motilitetsinsufficiens uppkommen stagnation och inspissering av cecal-innehållet. Dessa obstipationsformer behandlas — kanske mera förr — med laxativ och de därav följande långvariga diarrhoeerna kunna väl endast förklaras av ett direkt övergående av tarminnehåll från *ileum* i *colon*. — *Scheunert*'s underförstådda mening, att blindtarmens lömningskontraktioner måste vara ytterligt energiska för att kunna driva tarminnehållet in i kolonöppningens påfallande trånga lumen, är likaledes anmärkningsvärd, då han således icke tilltror öppningen någon avsevärd förmåga av utvidgning. — För en rätt förståelse av den *Scheunert*'ska framställningen måste man noga komma ihåg, att densamma — för så vitt jag kunnat finna — icke stöder sig på några direkta försök, vilka företagits med den speciella uppgiften att undersöka förhållandena. Den torde fördenskull enbart bygga på otillförlitliga observationer av mer eller mindre flyktig och ytlig natur, utgöra ett kompilat av vad man med visshet känner från andra djur med stor blindtarm, såsom kanin, råtta och marsvin (jmf. *Elliot* och *Barclay-Smith* 1904), och till allra största delen vara en ren spekulering. Det kan ju vara möjligt, att den *Scheunert*'ska uppfattningen är den riktiga, men bevisad genom direkta försök torde den knappast kunna sägas vara.

En för denna historiska översikt särdeles viktig skildring av den ileo-cekoliska regionens morfologi har lämnats av *Arthur Keith* (1904), som i ett föredrag inför »Anatomiska sällskapet för Storbritannien och Irland» den 23 nov. 1903 framlade några synpunkter, som här icke kunna förbigås. Enligt *Keith* bör man noga

hålla isär å ena sidan, vad man skulle kunna kalla den *fysiologiska cecalapparaten*, och å andra sidan den anatomiska *coecum*. Han skriver: »In order to leave undisturbed our present definition of *coecum*, as» that part of the colon below the ileo-coecal orifice», or, in an embryologic sense, »that part of the colon which is developed as a coecal outgrowth», and yet to indicate clearly that the coecum with its appendix is united in *function* with that part of the colon which lies below the coeco-colic sphincter, I propose that the term *caput coli* be given to that part of the colon which extends from the coecal apex to the coeco-colic sphincter». Denna »coeco-colic sphincter» utgöres av ett visst ställe på *colon*, tämligen nära utgångsstället från *coecum*, där det cirkulära muskelskiktet är särskilt väl utvecklat. Enligt *Keith* består *caput coli* således av två komponenter: 1) av *colon*'s initialdel och 2) av den anatomiske *coecum* plus appendix. Beträffande den s. k. ceko-koliska sfinktern omtalar *Keith* vidare, att han letts till uppställandet av densamma genom undersökningar på möss, hos vilka han alltid fann ett visst segment av kolons kranialt gående gren i ett tillstånd av stark »kontraktion» med förträngt lumen och tjocka väggar. Detta segment »relaxerades aldrig utom vid det aktiva tömmandet av den fysiologiska cecalapparaten». — Efter föredraget riktade den närvarande fysiologen dr. *Barclay-Smith* en för denna undersökning ganska viktig kritik av föredragshållarens resultat, vilken kritik, redan antydd i vår inledning, sammanfördes till följande punkter: 1) de företeelser, som kunna iakttagas på en tarm, vilken befinner sig i ett avdöende tillstånd eller under djurets *agone*, äro fullkomligt olika dem, som kunna betraktas som normala under det intakta livet, samt 2) en tarms förhållande efter döden är fullständigt missvisande (»an absolutely fallacious criterion»), då det gäller att få någon uppfattning om detsamma under livet. Och till denna kritik torde ytterligare kunna fogas en uppmaning till försiktighet vid fastställande av ett visst enteralt muskelsystems sfinkteregenskaper. Man börjar nämligen i det fysiologiska lägret reservera sfinkternamnet till cirkulära muskelstråk av en alldeles speciell innervatorisk karakter, som består däri, att en verklig tarmsfinkter tvingas i funktion, »kontraheras», »slutes», »aktiveras» d. v. s. intager spärrad stenohexi av det nervsystem, som eljes har den karakteristiska funktionen att *hämna* tarmarnas rörelse nämligen *sympathicus*. Av enteralsfinkter i inskränkt mening känner man med visshet endast följande: *sph. ilei*, *sph. vesicae internus*, *sph. urethralis* och *sph. ani internus* (Jmf. *W. H. Gaskell* 1916). Innan den av *Keith* föreslagna »*sphincter coeco-colicus*» innervation är närmare känd, har man rättighet att misstänka den endast vara ett starkt markerat »staltiskt» avsnöringssegment, vilkets »kontraktion» utlöses icke av *sympathicus*, utan såsom i allmänhet t. ex. vid peristaltiken av antingen *vagus* eller möjligen självständigt av det *Auerbach*'ska nervsystemet.

I en allmän översikt öfver blindtarmens morfologi genom hela däggdjursserien, i vilken även förhållandena hos hästen tangeras, lämnar *Muthmann* (1913) några reflektioner beträffande den ileo-ceko-koliska regionen hos *Kaninen*, vilka för denna undersökning äro av viss betydelse, emedan de nästan paradigmiskt visa, hur

man icke får tänka, då man arbetar med komparativ anatomi. Om kaninen skrives bl. a.: »Der Dickdarm beginnt nicht an der Mündung des ileum, sondern etwas davon entfehrt mit scharfer Knickung. Während meist die Einmündungsstelle des Dünndarms als Grenze zwischen Blinddarm und Dickdarm anzusprechen ist, okkupiert hier gewissermassen das *coecum* den Anfangsteil des *colon*». I dessa rader finnes i korthet uttryckt just den enligt min mening felaktiga tankegång, som torde vara utmärkande också för många hästanatomiska författare. Från komparativt anatomisk ståndpunkt är det alldeles icke kraftiga flexurer på tarmen eller olikheter i lumen som avgränsa *coecum* från *colon* — från denna synpunkt är definitionen på begreppet *coecum* en gång för alla fastslagen och den lyder: »*coecum* är den tarmdel, som befinner sig apikalt om *ileum*'s inmynningsställe». Det är just *ileum*'s inmynningsställe, som är det enda kriteriet på var kolons »Anfangsteil» begynner; och talet om, att *coecum* skulle kunna ockupera en del av *colon*, är fördens skull missvisande. Till stöd för sin uppfattning anför *Muthmann Keith*'s nyss omtalade föredrag och refererar detsa huvudmoment med följande ord: »Beim Beginn des eigentlichen *colon ascendens* soll stets eine kräftige Ringmuskulatur als »Coeco-colic sphincter» einen Verschluss zwischen »*caput coeci*» und *colou* bewerkstelligen». Som synes härav har *Muthmann* missförstått *Keith*'s mening. *Keith* gör nämligen en skarp distinktion emellan *coecum anatomicum* och *coecum physiologicum*, vilken förra han uppfattar riktigt. Och dessutom kallar *Keith* den fysiologiska cecalapparaten alldeles icke »*caput coeci*» som *Muthmann* skriver, utan »*caput coli*», vilket möjligen från fysiologisk synpunkt kan ha fog för sig.



Textfig. 6. Tapir; Poelman 1853.

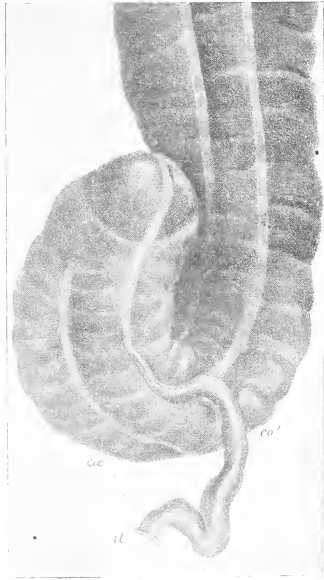
—

Blindtarmen hos övriga perissodaktyler.

Som en avslutning på denna historiska översikt av de olika åsikterna om den ileo-ceko-koliska regionen hos hästen torde en kort framställning av densamma regionen hos de övriga tvenne perissodaktyla släktena vara lämplig. Hos tapiren — den indiska arten — beskriver *Poelman* (1853) blindtarmen på följande sätt.

Caecum utgöres av en voluminös säck, som har rundad form och är försedd med haustrala utbuktningar. Dess längd är icke imponerande, men dess anmärkningsvärt stora diameter ger den en avsevärd tjocklek. Dess rynd går knappast upp mot ventrikeln, men dess väggar äro betydligt tjockare. — Tvenne muskulära tenier, en på den laterala, en på den mediala ytan, åstadkomma haustrala utbuktningar. Dessa tenier förlora sig omärkligt strax bortom ileuminmynningen. En tredje tenie, som är mindre framträdande, följer organets övre rand och fortsätter sig ut på colon. Inne i caecum bildar mukosan flera vertikalt riktade veck, genom vilka blindtarmens inre delas i en serie kryptor, belägna vid sidan av varandra. Colon är vid sitt utträde från caecum nästan lika dilaterat som denne, men efter en skarp krök förtränges den högst avsevärt. Dess kaliber fortsätter att förminsкас och på ett visst ställe icke långt från ileuminmynningen befinner sig »un véritable étranglement, où le diamètre ne mesure plus que 0^m, 04». — *Poelman's* framställning illustreras av en mycket tydlig figur, reproducerad på omstående textfigur 6. I en not uppgives längden av caecum d. v. s. avståndet från ileuminmynningen till den blinda änden vara 3 1/2 dm. Till jämförelse kan nämnas, att djurets total längd från snabelspetsen till anus var 2,2 meter; detsamma vikt uppges emellertid icke.

För beskrivningen av en noshörningsarts tarmkanal ha vi *Owen* att tacka (1852). Han skriver härom ungefär följande. *Ileum's* slemhinna skjuter in i caecum kaviteten såsom en ringformig vall; som klaff är den emellertid troligen insufficiens till att hindra regurgitation. *Caecum's* längd d. v. s. avståndet från denna vall till den blinda änden var för den undersökte hanens vidkommande 3 fot; i betraktande av det ifrågavarande djurets dimension — det var 13 1/2 fot långt från nosen ned till svansroten och vägde ung. 2 ton — är således blindtarmen proportionsvis avsevärt mycket mindre än hos hästen. *Caecum* är på sin »främre» yta försedd med ett fibröst längsband, på sidorna om vilket den är obetydligt hastrerad. Ytterligare ett band förekommer närmare colon. Den härför följande beskrivningen av kolon är svårbegriplig, men så mycket tydligare än en figur över de stora tarmarna, av vilken en del reproduceras på vidstående textfigur 7. Av densamma ser man, att också hos noshörningen caecum är något framåtriktad beroende på den vida kurvatur, som colons initial-



Textfig. 7. Noshörning; Owen 1852.

parti beskriver. Något genom en avsnöring från den övriga tjocktarmen avgränsat huvud tyckes emellertid icke förekomma. För övrigt erbjuder *hela* bilden en överraskande likhet mod hästens tjocktarm: man återfinner *colons* olika delar, bäckenflexuren o. s. v. — Av ett visst intresse för denna översikt äro några reflektioner av fysiologisk natur, som *Owen* meddelar såsom en avslutning på kapitlet om noshörningens tar kanal. Alldenstund dessa *Owen's* tankar vunnit många efter-sägare, bland vilka de finnas, som tro sig uttrycka originella tankar, torde det vara på sin plats att här närmare referera dem. Reflektionerna hänföra sig till den inbördes korrelationen mellan magsäcken och blindtarmen hos växtätande djur. I och för sig disponerar icke ytoflagan till utbildningen av någon stor *coecum* eller *colon*. En sådan utpräglad växtätare som sengångaren saknar fullkomligt *coecum*, och *colon* är föga utvecklad, men detta djur äger däremot en magsäck, som genom sina många avdelningar, sina glandulära bihang och sin ökade secernerande yta kan sägas vara vida mer komplicerad än motsvarande organ hos idisslare. Det råder således en viss kompensatorisk korrelation mellan magsäck och *coecum-colon*, något som i nästan lika hög grad framgår av en jämförelse mellan dessa båda organgrupper hos våra husdjur av artjodaktylernas och perissodaktylernas stam. Medan det hos de förra är magsäcken, som komplicerats för att övertinna svårigheterna vid födans utnyttjande, och *coecum-colon* däremot förhållandevis förblivit rätt utvecklad, så har hos de senare den enkle, föga rymlige magsäcken kompenserats av en ökad kapacitet och komplexitet av de stora tarmarna. »These facts», säger *Owen*, »should be kept in mind by the Physiologist when he draws from Comparative Anatomy in support of interference as to the special function of the *coecum* in completing the digestion of vegetable food».

Egna undersökningar.

I det följande skall redogöras för några undersökningar över det ileo-ceko-koliska tarmområdet hos hästen, vilka utförts i Köpenhamn på den Kongl. Veterinär- og Landbohöjskoles avdelning för patologisk anatomi (chef: professor A. F. *Fölger*). Uppslaget till desamma fick jag genom professor *Fölger's* demonstrationer av den ileo-ceko-koliska regionens utseende hos hästar, som dött i tarmsjukdomar, samt hans utredningar angående olikheter i områdets gestalt i jämförelse med förhållandet hos friska djur. Undersökningens uppgift var ursprungligen den, att ur den mångfald olika bilder av detta område, som är känd från sektioner, söka rekonstruera förloppet av områdets mekaniska livsföreteelser. Det visade sig därvid snart, att områdets utseende hos friska djur icke var tillräckligt känt för detta syfte och fördens skull måste undersökningen i första hand inrikta sig på detsamma normal-anatomiska förhållanden. Det är den delen av undersökningen, vilkens resultat i det följande skola beskrivas. Professor *Fölger* ställde ett rikligt material av hästkadaver till mitt förfogande samt gav mig arbetsplats på sitt laboratorium.

KAP. I.

Den s. k. *saccus ventriculiformis'* morfologiska karakter.

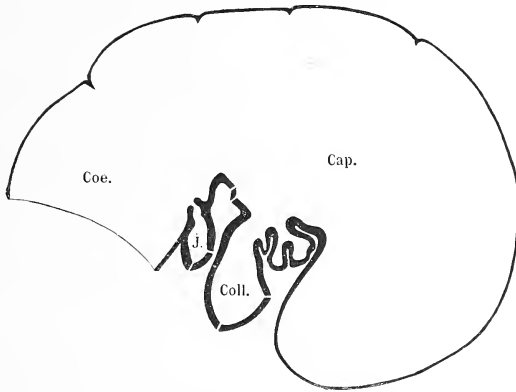
(Härtill fig. 1—4 på tavla I.)

Den första fråga, som upptogs till besvarande, var den ovan angivna, nämligen i vilket *tvärsnittspan* kolonutträdet ligger i förhållande till ileuminmynnningen. Den därvid använda tekniken var följande. Först eviskerades hela grovtarmen med ett meterlångt vidhängande stycke av ileum på det för Köpenhamnskolans karakteristiska viset, beträffande vilket blott det anmärkes, att de till den ileo-ceko-koliska regionen gående artererna grovdissekerades åt det perifera hållet, varigenom den artererna omgivande mesenteriala bindväven revs sönder, samt överskuros ett gott stycke från förgreningsstället från *arteria mesenterica anterior*, så nära tarmväggarna som möjligt. I parentes anmärkes, att tarmen var levande och utförde långsamma och kraftiga sammandragningar, följda av ännu långsammare relaxationer,

något som var att vänta med kännedom om förhållandena hos andra, nyss döda djur. Anmärkningsvärt beträffande hästtarmar var emellertid den särdeles långa överlevningstiden. På den isolerade grovtarmen överskars förbindelsen mellan den s. k. dorsala tvärskolon (»den maveagtige Udvidning») och *saccus ventriculiformis*. »Kolons» initialdel avskars ungefär en meter från »*orificium coeco-colicum*», så att den på högra sidan förlöpande mesenterialförbindelsen mellan densamma och cekum skonades i hela sin längd. Det erhållna preparatet renspolades från tarm-innehåll. Därvid visade det sig, att, om spolvattnet pressades in genom ileum, densamma stannade kvar i »cekum» utan att kunna fortsätta ut i »kolon». Tillträdet till »kolon» var således blockerat på grund av den s. k. *sphincter coeco-colicus*' verksamhet. För att få denna blockad hävd gick jag med handen och armen in genom initialkolon och försökte manuellt vidga den nämnda »sfinktern». Därvid gjordes den iakttagelsen, som kanske är ny — den har, för så vitt jag kunnat finna, åtminstone icke beskrivits — att en sådan dilatation mycket väl lät sig åstadkommas. Endast i början gjorde sfinktern rätt kraftigt motstånd; sedan lumen väl blivit öppnat, gick dilaterandet avsevärt lättare, så att utan svårighet t. o. m. en glasburk av ända till 2 dm's diameter kunde passera. Om glasburken sedermera uttogs, drog sig sfinktern åter långsamt tillsammans. Det råder således intet tvivel om, att det ifrågakvarande tarmpartiet var levande och att det åtminstone med konst kunde fås att i allra högsta grad vidga sitt lumen. — En annan iakttagelse, som gjordes i detta sammanhang, förtjänar omtalas. Om handen via kolon och »*sphincter coeco-colicus*» någon tid hölls införd i *saccus ventriculiformis*, så att »sfinktern» kom att ligga runt handloven, kände man, hur densamma kraftigt sammandrog sig, så att den ånyo måste vidgas, för att man kunde få handen fri. — För att få passage från *saccus ventriculiformis* till »kolon» uttänjdes alltså den nämnda »sfinktern» och in i dess lumen praktiserades ett kort glaströr av i allmänhet 1 dm's diameter och i föga markerad timglasform. Då »sfinktern» efter tänjningen åter sammandrog sig, låg glaströret fixerat. Efter spolningen kunde det uttagas eller fick sitta kvar, beroende på i vilket tillstånd man önskade tarmen fixerad. I den fria kolon-änden inbragtes en trissa av ungefär tarmens diameter, i mitten genomborrad av ett stadigt fäst glaströr och i periferien försedd med ett djupt spår för ligering. Hela tarmdelen nedlades i ett rymligt kärl med 10-procentig formaldehydlösning och en lika stark lösning insprutades genom det i trissan fästa glaströret, till dess tarmen var väl fylld. Till sist injicerades en kvantitet formalin också från ileum, som därefter ligerades. Så behandlad fick tarmen ligga en veckas tid för fixering. Den vidare behandlingen bestod i, att tarmen, befriad från ligaturerna, och sedan det nämnda timglasformade glaströret med försiktighet borttagits, spolades någon timme från ileum med vatten, varefter den, sedan vattnet fått avrinna, överfördes i 97-procentig alkohol för ytterligare vattenutdraging. Efter en veckas spritbehandling infästes ånyo den nämnda trissan, och tarmen uppblåstes, varefter den fick lufttorka ett dygn eller två i rumstemperatur för att slutligen fernissas och därigenom rigidifieras. Under lufttorkningen brukade i allmänhet mesenterierna,

överflödigt fett och lymfkörtlar bortdissekeras. Beträffande *mesenterium cocco-colicum* sörjdes för, att ett stycke av desamma perifert bevarades, så att cokums och kolons ursprungliga inbördes läge lätt kunde reproduceras. Till fernissa använde jag ett slags segt lack, som fanns på laboratoriel, med låg smältpunkt, vilket sammansättning jag icke känner. Det adhererade med stor kraft till den sprit-behandlade tarmen. Lufttorkningen påverkade huvudsakligen blott serosan och var av så kort varaktighet, att tarmen föga deformerades. Deformationen träffade endast den tunnväggiga *saccus ventriculiformis* och särskilt på det område, där den saknar serosabeklädnad.

På det fixerade och rigidifierade preparatet lades först ett snitt runt om *saccus ventriculiformis* ungefär i det totaltopografiska transversalplanet, vilket



Textfig. 8. Schematiskt tvärsnitt av *Caput coli* med angränsande del af blindtarmen och kolonhalsen i mesohexi.

Coe. = cekum; Cap. = caput coli; Coll. = collum coli; I. = ileum.

snitt lämpligen betecknas som kalottnitt, och därefter ett längssnitt genom hela det återstående preparatet genom ett topografiskt sagittalplan, varigenom tarmen halverades på längs. Den vänstra av de erhållna hälfterna, sedd från högra sidan, illustreras av figurerna 3 och 4 på taylor 1. På fig. 4 är ytterligare ett längssnitt lagt parallellt med och några centimeter till vänster om det förra, så att det kom att gå genom ileumminnynningen. Dessutom är ett stycke av kolonväggen bortskuren, så att ileums terminalparti blivit synligt. — Sammanställas de bada nämnda figurerna och länkes kalotten bibehållen och snittad på samma sätt som det övriga preparatet, fås en figur som den ovanstående (textfig. 8). — Ett flertal sådana preparat ha framställts och de överensstämma alla i stora drag; blott detaljerna vid det s. k. *orificium cocco-colicum* variera med den där belägna »sfincterns» hållning. På figuren tänkes den befinna sig i mesohexi.

Alla de framställda preparaten ge otvetydigt vid handen, att det s. k. *orificium coeco-colicum* är beläget i ett tvärsnittspan, som ligger antiapikalt om ileums inmyning. Konstaterandet av detta förhållande sätter oss i stånd att komparativ-anatomiskt riktigt avgränsa blindtarmen. Från komparativt-anatomisk synpunkt utgöres blindtarmen hos hästen endast av den del, som veterinäranatomerna kalla blindtarmenes kropp (*corpus caeci*), medan den tarmavdelning, som de kalla blindtarmens huvud, bas, grund o. s. v. (*caput s. basis s. fundus et c. caeci*) (= *saccus ventriculiformis*) alldeles icke tillhör blindtarmen, utan är en del av kolon. Fördenskull är den av *Percival* och *Franck* angivna benämningen tjocktarmens huvud (*caput coli*) fullt riktig och synes mig också träffande, varföre den i det följande kommer att användas. Beteckningarna *orificium coeco-colicum* och *sphincter coeco-colicus* äro följaktligen att anse som missvisande och böra övergivas. För den på *caput coli* följande tarmdelen, som ofta visar sig vara starkt förträngd, föreslår jag namnet tjocktarmens hals (*collum coli*) och för öppningen från *caput* till densamma *aditus colli*. — Det bör framhållas, att den nämnda förträngningen icke kan förutsättas vara permanent hos det levande djuret. Ätminstone vid tarminnehållets utdrivning från *caput* torde väl detta halssegment äga ett avsevärt förstorat lumen på grund av dess muskulära elements länginställning. Graden av förträngningens permanens *in vivo* kan för närvarande emellertid icke avgöras, då inga som helst undersökningar häröver föreligga. Den möjligheten torde emellertid icke vara utesluten, att den så iögonfallande excessiva förträngningen av *collum* med fullständigt potentiellt lumen, som man vanligen ser på friska tarmar efter döden, är under livet av snabbt övergående karakter, eller t. o. m. i sin postmortala form kanske en agonal artefakt. — Ytterligare några iakttagelser beträffande *caput coli* förtjäna i detta sammanhang att omtalas. Några fysiologiska konsekvenser kan man naturligtvis icke våga draga ur dem, men de företeelser, om vilka de röra sig, äro genom sin konstans anmärkningsvärda. Den ena av dem gäller *caput coli*'s innehåll. Detta utgöres nämligen hos friska tarmar sällan av tarminnehåll i vanlig mening, utan i de flesta av mig undersökta fall endast av gas. Den andra iakttagelsen hänför sig till de olika *caput*-väggarnes olika förmåga av uttänjning d. v. s. de muskulära elementens plasticens. Blåser man upp ett nyss eviskerat överlevande tarmpreparat, finner man, att det så gott som enbart är cekum som tenderar åt evryhexi-inställning, medan huvudet blott obetydligt påverkas. Detta är anmärkningsvärt, alldenstund av vägg-tjockleken att döma de muskulära elementen i den del av *caput*-väggen, som omgiver *aditus colli*, äro kortinställda och således genom ökat inmertryck borde ha lätt att intaga en plasticent länginställning. Så sker emellertid icke utan *caput*'s dorsala och kraniala väggar rumpera, innan de nämnda muskelementen förlänga sig. Dissekerar man emellertid lös den nämnda, *aditus colli* omgivande väggen och försöker tänja densamma i ringmuskelstråkens längsriktning, så lyckas detta lätt. Redan nu torde man av denna sista iakttagelse våga sluta, att *caput*'s form hos det döda djuret icke är den enda under livet möjliga.

KAP. II.

Eger *Saccus ventriculiformis* cecal karakter?

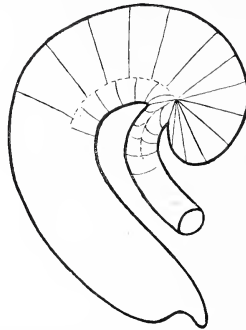
I det föregående kapitlet klargjordes av *caput coli's* morfologi så mycket, att det påvisades vara en del av kolon och icke av cekum. I detta kapitel skall jag försöka bestämma huruvida det eger cecal karakter eller icke. Av den föregående figuren (textfig. 8) framgår nämligen, att *caput* i själva verket ter sig som en liten extra blindtarm, vilken accessoriskt utvecklats från kolon. Det gäller nu att undersöka denna extra blindtarms byggnad för att avgöra, huruvida den äger *äkta* cecal-karakter eller icke. Enligt mitt förmenande kan man nämligen särskilja två olika slag av blinda utbuktningar av en tarm, nämligen äkta och oäkta, vilka äro åtskilda genom specifika strukturegenskaper. Dessa egenskaper hänföra sig till utbuktningarnas ringmuskellager. För att en tarmprotuberans skall kunna anses vara av äkta cecal-karakter, erfordras — synes det mig —, att densamma ringmuskellager skall förtränga sig mot organdelens blinda ände i allt mindre ungefär koncentriska ringar för att slutligen bilda, vad man skulle kunna kalla en *vertex*. Det förefaller mig klart, att en tarmutbuktning med *vertex* i spetsen icke kan vara likvärdig med en, som saknar sådan. I den verkliga hästblindtarmens *apex* finnes den¹, och av övriga enteraldelar frambyder magsäckens s. k. *foenic*-del enligt *Gösta Forssell* (1913) hos de varelser, som blivit undersökta med hänsyn till muskel-lagrens arkitektur i magsäcken, ävenledes en sådan, ehuru den kanske icke är bildad av magens verkliga ringmuskellager. Däremot saknas den i den andra magsäcksutbuktningen, *sinus*. Enligt min mening bör man således tillskriva magsäckens *foenic*-del äkta cecal-karakter.

Överflyttas detta betraktelsesätt på *caput coli* hos hästen, blir den fråga, som i detta kapitel framställes till besvarande i skärpt form denna: utbildar *caput coli's* ringmuskellager på något ställe uti organdelens blinda ände någon *vertex* eller icke? — För besvarande av denna fråga har jag använt findissektion av väggen på både överlevande och formalinhärdade tarmar, i allmänhet uppblåsta, men stundom kollaberade. I vissa fall utfördes dissektionen först sedan tarmen fyllts med gips. Den gav i allmänhet bäst resultat på formalinhärdat, lämpligen torrt material, på vilket längsmuskulaturen lättast kunde bortprepareras och de underliggande ringmuskellagret tydligast framträdde.

Dissektionen gav vid handen, att ringmuskellagret i *caput coli* utstrålar sina element ungefär radiärt från ett område på varje sida om detsamma. Detta område består av ett tämligen väl avgränsat parti i tarmväggen, i vilket längsmuskel-elementen, blandade med kraftiga bindvävsstråk, som gå på djupet in i submu-

¹ Blindtarmspetsens *vertex* påvisas lättast på formalinhärdat material efter långvarig urvattning, om man inifrån försiktigt preparerar bort mukosan. Dess form är elliptisk och dess mittpunkt sammanfaller icke fullständigt med *apex coeci*.

kosan, äro särdeles kraftigt utvecklade. Området har jag preliminärt kallat skölden (*scutum*); i det följande skall det ytterligare behandlas. De radiärt gående muskelstråken från den ena sidan sammanhånga med den andra sidans. Deras riktning såväl i själva *caput coli* som i angränsande delar av *coecum* och *collum* framgår av nedanstående skematiska figur (textfig. 9), som föreställer den ileo-ceko-koliska regionen, sådan man oftast ser den i kadaver utan patologiska förändringar i tarmarna. Av densamma framgår, att någon *vertex* alldeles icke förekommer, utan ringmuskellagret fortsätter sig kontinuerligt från *coecum* över *caput* i *collum*. Just i övergången mellan de båda sistnämnda partierna äro muskelstråkens riktningar devierade; stråkens sammanhang med de övriga är emellertid påtagligt och framgår ännu tydligare av det följande, där muskelarkitekturen just i den nämnda övergången ytterligare skall behandlas.



Textfig. 9. Skematisk bild av hästens ileo-ceko koliska tarmområde * med de cirkulära muskelementens riktningar antydda. Bilden avser att illustrera ringmuskellagrets kontinuitet över *caput* och *collum coli*.

Svaret på den i detta kapitel framställda frågan blir, att *caput coli* — av dess mikrostruktur att döma — alldeles icke är någon äkta cecal bildning, utan är att uppfatta som en kraftig utvidgning av en till sin ringmuskelarkitektur enhellig kolon.

KAP. III.

Den ileo-ceko-koliska tarmregionens allmänna utseende.

Härtill figg. 5—7 (tavla II—IV).

Sedan frågan om den s. k. *saccus ventriculiformis*' morfologiska karakter besvarats, och därvid en äldré och enligt min mening lämpligare terminologi be-

funnits vara den riktiga och således böra användas, kan nu en närmare beskrivning på den ileo-ceko-koliska tarmregionen lämnas. Beträffande densammans yltre framhålles, att beskrivningen hänför sig till vad jag sett vara ungefär likartat på ett flertal av mig undersökta kadaver utan tarmaffektioner. I någon mån ha dessa iakttagelser senare kompletterats dels på en fullt frisk häst, som jag för undervisningsändamål monterat enligt *Paulli* (1909) (på Alnarps lantbruks- och mejeristörelse), dels på slakthusmaterial.

Den ileo-ceko-koliska tarmregionen hos hästen har formen av en dubbelspiral med en inåtgående och en utåtgående gren. Den inåtgående grenen representeras av *coecum* och *caput coli*, den utåtgående av *collum coli* och begynnelsen av högra ventralkolon. Topografiskt sett ligga de båda grenarne icke i samma, ungefärligen sagittala plan, utan den utåtgående ligger något till höger om den inåtgående. Beträffande de olika tarmdelarnas begränsning anmärkes, att det inhördes läget av ileumnyrnningens *totaltopografiska* tvärsnittsplan och *aditus colli's* kan variera i hög grad. Ett fullt exakt fastställande av dessa lägen har icke kunnat utföras. Att de båda mynningarne möjligen skulle kunna ligga i samma totaltopografiska transversala *kroppspan* kan emellertid icke uteslutas. — Ileumnyrnningen företer den bekanta tappliknande protrusionen in i cekum-kolons kavitet. Dess lumen är praktiskt taget alltid potentiellt på grund av *sphincter ilei's* excessiva kortinställning. Denna företeelse är så konstant och så välbekant i Veterinär- og Landbohögskolens sektionssal, att ileum *lege artis sectionis* före avskärandet förses blott med en ligatur, ceckalt om vilket snittet lägges. Från den avskurna ileum kommer intet innehåll. I detta sammanhang bör betonas, att den bild, som ileums terminalparti antager efter den ovan beskrivna formolinjektionen fullkomligt avviker från den nu skildrade. Avvikelserna bestå i en aktualisering av lumen, vilken strax intill inmyrningen kan blåsformigt utlänjas till en »ampouille terminale» (*Bourdelle-Montané*) (se fig. 4), samt däri, att själva inmyrningen genom cekum-kolonväggens tånjning antager springform med springans längaxel ställd tangentiellt mot cekum-kolons tvärsnittsyta. Den tappformiga protrusionen utbildar härigenom två läppar, en apikal och en antiapikal, som rent mekaniskt förhindra regurgitation från cekum-kolon till ileum. Huruvida denna företeelse på med konst deformerade, döende tarmdelar också förekommer normalt under livet, kan för närvarande icke avgöras. Denna regurgitationsförhindrande egenskap hos »valvula ileo-coecalis» intager en mycket viktig plats i den veterinära litteraturen. Härtill bör sägas, att de undersökningar, som i detta syfte företagits på ett flertal djur, gett vid handen, att tarminnehållets definitiva rörelseriktning regleras av andra och verksammare faktorer än mekaniska ventiler (*Elliot* 1904) nämligen ringmuskel-förtjockningar och att regurgiteringar (antiperistalser) (*Cannon* 1902) äro normala företeelser, som ingå som integrerande delar i tarmkanalens rörelsefysiologi. Vid närmare eftertanke kan man heller icke inse, att ett tillfälligt återförande av tarminnehåll från cekum-kolon in i ileum skulle innebära någon allvarsammare skada för ileum. Cecalinnehållet är ju alkaliskt, och att tillskriva den nämnda klaffen

egenskap av barriär mot mikroorganismer torde icke kunna försvaras. Tvärtom synes från ändamålsenlighetens synpunkt en sådan regurgitation snarare böra främjas, då den ju skulle tillåta en snabb resorption av t. ex. cellulösans dekompositionsprodukter. — *Collum* saknar i allmänhet på det intakta preparatet aktuellt lumen; den kan dock understundom äga tarminnehål i form av rundade, inspisserade fekalklumpar. I sådant fall är det försett med ett flertal utbuktningar och förträngningar. I detta sammanhang erinrar man sig *Buffon-Daubenton's* beskrivning. De särskilda formkarakterer, som betinga den postmortala ocklusionen av *additus colli*, skola i det följande beskrivas.

Beträffande det ileo-ceko-koliska tarmområdet exteriör tilldrager sig genast densamma mesenterier uppmärksamhet. Dels på grund av att dessa i allmänhet mera i förbigående omtalas i veterinäranatomiska läro- och handböcker, dels även på grund därav, att de enligt mitt förmenande utgöra en särdeles viktig del av den ileo-ceko-koliska regionens suspensoriemekanism, ägnas dem här en mer ingående beskrivning. — Mesenteriernas stomme, *mebrana propria* enligt *Toldt* (1879) utgöres av de särdeles tjockväggiga enterala arterernas cirkumvaskulära väv, uti vilken stora mängder fett äro inlagrade. De följa således kärlen, varföre en beskrivning av dessas förlöpp här förutskickas. — Den ileo-ceko-koliska regionens arterer utgå med en gemensam, längre eller kortare rot från *arteria mesenterica anterior*, kallad *ileo-coeco-colica* och känd såsom säte för ett nästan konstant förekommande *Sclerostomum*-anevrysma (se fig. 5). Från denna gemensamma rot, som är belägen intill *caput coli's* vänstra sida, utgå fyra stammar. Den mest kraniala av dem, som kallas *arteria colica dextra s. ventralis s. directa*, vinner förbindelse med höger ventral-kolon strax nedanför *collum coli* på den vänstra sidan och följer densamma ända till bäckenflexuren (*flexura pelvina*). Den totaltopografiskt sett mest kaudala av dem (*arteria ilea*) förlöper i mesileum parallellt med och ett stycke från ileum. Mellan dessa ligga två kraftiga stammar de s. k. *arteriae coecales*. Den vänstra av dem, *arteria coecalis interna* löper ned längs cekums vänstra sida, avsändande ungefär rätvinkligt grenar till cekalväggen, och näende nästan ända ned till cekalspetsen, där den ofta anastomoserar med den följande. Beträffande dennas (*arteria coecalis externa*) initialförlöpp förekomma i veterinäranatomiska läroböcker två olika uppfattningar. Enligt de franska veterinäranatomerna [*Chauveau, Arloing* och *Lesbre* (1905) samt *Montané* och *Bourdelle* (1913)] förlöper den mellan cekum och »l'origine de colon» i tarmens konkavitet och korsar således tarmen på ventrala sidan för att åter komma till synes på densamma högra laterala sida. *Martin* (1915) menar — åtminstone att döma av hans figurer (fig. 121 och 122) — att kärlet korsar *caput* i dess *konvexitet* och förlöper således dorsalt om *caput coli* och blindtarmen. Och enligt *Ellenberger-Baum* (1915) kan den (jmf. deras skematiska figurer 858 och 880) ha båda de skildrade förlöppen. Mina egna iakttagelser (se fig. 6 och 7), som utförts på hundratals hästkadaver, giva vid handen, att den förlöper konstant på sådant sätt, som de franska anatomerna beskrivit det, och det bör särskilt framhållas, att just denna detalj

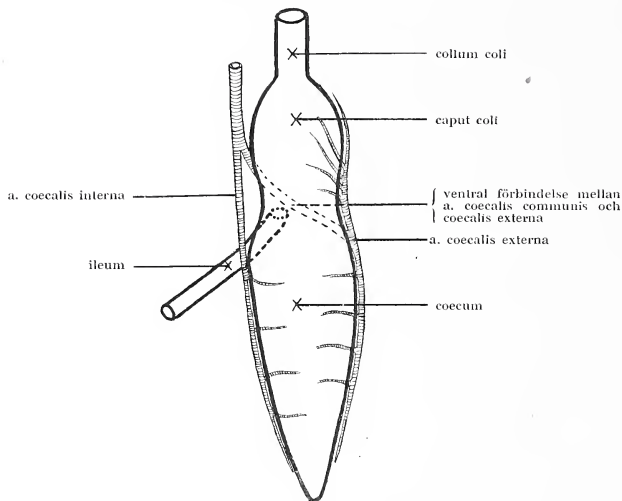
enligt Köpenhamns-kolans sektionsteknik undersökes särdeles noggrannt, eftersom alla *arteria ileo-coeco-colica*'s grenar uppklippas. Enligt mitt förmenande är den högersidiga cekalarterens initialförlöpp ett särdeles anmärkningsvärt förhållande, varur en viktig slutsats med stor sannolikhet kan dragas, vilket senare kommer att behandlas. Utkommen på blindtarmens högra sida delar sig den nämnda arten i en apikal gren, som fortsätter ända till *apex* och där har förbindelse med det föregående kärlet, samt en antiapikal gren, som följer *caput coli*'s högra sida och som kallas *l'artère de l'arc du coecum*. Båda dessa kärl, som ligga i varandras förlängning, utsända även de rätvinkliga grenar till blindtarmens och kolonhuvudets vägg.

Det kärlet omgivande mesenteriet har vid kolon-huvudet formen av ett brett blad, som delar sig på samma sätt som *arteria ileo-coeco-colica* i fyra grenar. Det *arteria coecalis interna* följande mesenteriet förtjockas märkligt och bildar en kraftig, starkt fettinlagrad sträng av ungefär triangulärt tvärsnitt, som följer blindtarmens vänstra sida strax utanför den här belägna tenien. För detta mesenterieband föreslår jag benämningen *mesenterium coeci sinistrum*. Den mesenteriegren, som följer *arteria coecalis externa* är i början mycket tunn och har formen av en hinna, som förbinder kärlet med kolonväggen. På cekums högra sida tilltager det kraftigt i volum och breder ut sig till ett brett band, starkt fettinlagrat och försett med kraftigt utvecklad glatt muskulatur. Ungefär vid blindtarmens mitt är dess tvärsnitt triangulärt; såväl apikalt som antiapikalt därom blir det tunnare. Apikalt slutar det i en skarp rand. Bandets kaudala rand sammanväxer med cekum, dess kraniala yta med kolon. Emot kolonhuvudet till förtunnas det så småningom och övergår utan skarp gräns i tarmens serosa. På detta ställe är det särdeles rikt på lymfkörtlar. Veterinäranatomerna beskriva det under namn av *mesenterium coeco-colicum*.

Det enligt min mening mest påfallande i denna beskrivning av den ileo-ceko-koliska regionens mesenterier är det egendomliga förloppet av *arteria coecalis externa* och initialdelen av *mesenterium coeco-colicum*. Det egendomliga ligger däri, att den nämnda arten icke följer den väg, som *Martin* (1915) menar d. v. s. korsande cekum-kolons dorsala yta. En sådan väg förefaller nämligen naturligare, därför att den är den kortaste. I stället tar kärlet en längre omväg ventralt om *caput coli*. Detta förlöpp ger en antydning om, att cekum och kolonhuvudet utfört en torsion omkring sin längsaxel och att denna torsions riktning varit i s. k. högergång, d. v. s. gängriktningen i en korkskruv, som skruvas i genom högra handens supination. Tänker man sig den ileo-ceko-koliska regionen med tillhörande arterer rektifierad, får man en klar föreställning om torsionens riktning, som synes av omstående skematiska textfigur (textfig. 10) av den nämnda regionen, sedd från dorsalsidan. Av densamma framgår också, att vridningen utförts ungefär i 180 grader. Att exakt angiva det område av kolon, som varit intresserat i denna torsion, har icke lyckats mig. De koliska tenierna ge intet vittnesbörd härom, vilket endast behöver betyda, att torsionen skett före längsmuskellagrets embryonala utdifferen-

tiering. Ett definitivt svar på den framkastade frågan kan naturligtvis endast vinnas genom en embryologisk undersökning.

En annan fråga, som på tal om den ileo-ceko-koliska tarmregionens allmänna utseende förtjänar att upptagas till diskussion, är densammans kapacitet. I de flesta veterinäranatomiska läro- och handböcker finnas utförliga måltuppgifter härför. Redan av utredningarna i inledningen framgår, att sådana måste upptagas med skepsis. För att ega något värde måste de hänföra sig till något av de båda gränsfallen: utpräglad *stenohexi* eller utpräglad *evryhexi*, och dessa gränsfall ha ännu



Textfig. 10. Schematisk bild av hästens ileo-ceko-koliska tarmområde vid tänkt rektifiering, sett från dorsalsidan. Bilden avser att illustrera cekararterernas förlöpp. Man observerar, att den högersidiga cekararteren förlöper ventralt om eekum-kolon.

icke kunnat åstadkommas. Ytterligare ett bevis på viskerala måltuppgifters otillförlitlighet visas av följande exempel. På sektionssalen vid Veterinär- och Landbohögskolan obducerades en gång en tetanushäst, som dött i s. k. aspirationspneumoni, efter en långvarig svältperiod. Det var en särdeles stor häst, men det oaktat visade sig den s. k. blindtarmen mycket liten såväl i längd som omkrets. Muskularis var betydligt tjockare än vanligt. Tarmnehållet, ytterst sparsamt, bestod huvudsakligen av vätska, men tarmen var icke sammanfallen utan hade tämligen spända väggar och aktuellt lumen. Spänningen åstadkoms därav, att tarmen var gasfylld. Tarmen spolades som vanligt från vattenledningen — med en gummislang inpraktiserad i *collum coli*. Under spolningen, som skedde med långsamt

ökande tryck, förlängde och yidgade sig tarmen kolossalt och anlog slutligen de dimensioner, som man kunnat vänta på grund av hästens storlek.

KAP. IV.

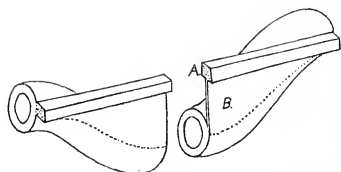
Vidare studier av muskelarkitekturen i *caput et collum coli*.

(Härtill figg. 8—12; tavla IV och V)

Som ovan framhållits, är det utseende, som en döende eller död tarmregion eger, att betrakta som fullständigt vanställt i jämförelse med tarmregionens utseende hos det levande djuret. Denna karrikatur förutsätter jag till stor del vara förorsakad av, att tarmens glatta muskulatur sammandragit sig till en överdriven kortinställning, vilken uppkommit på grund av den utomordentligt starka reining, som avdöendet innebär. Ett studium av tarmens glatta muskulatur och därpå grundade överläggningar angående de formförändringar, som kunnat tänkas uppstå genom denna muskulaturs kortinställning resp. långinställning, torde kunna giva fingervisningar för en approximativ rekonstruktion av tarmregionens gestalter *intra vitam*. På redogörelsen för de ileo-ceko-koliska tarmregionens allmänna utseende, som på grund av densamma stora formvariabilitet blott kan bli mycket summarisk, följer nu en mer utförlig beskrivning av densamma muskulära byggnad, vilken i sina huvuddrag visar sig tämligen konstant. Beskrivningen hänför sig endast till sådana element, vilkas betydelse för formbildningen ligger klar. En minutiös undersökning av alla muskulära detaljer i den nämnda regionen får anstå till ett senare tillfälle.

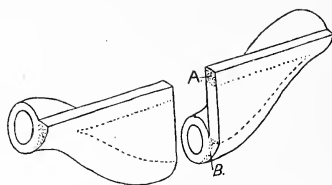
Den ileo-ceko-koliska regionens longitudinella muskulatur är koncentrerad till långsgående muskelband, s. k. tenier, mellan vilka den övriga longitudinella muskulaturen är mer eller mindre reducerad. De bäst utvecklade av dessa tenier äro de, som löpa längs regionens mediala och laterala ytor innanför de ovan beskrivna långsgående mesenteriestråken: *mesenterium coeci sinistrum* och *mesenterium coeco-colicum*. På större delen av regionens blindtarmdel äro dessa tenier att betrakta som bindvävsstråk med sparsamt inlagrade muskeleller, vilka i hela sin bredd adherera till tarmväggen. Ett stycke apikalt om ileums inmyning börja emellertid de muskulära elementen bli talrikare och samtidigt lösgör sig teniens ena rand från tarmväggen (se fig. 8; tavla IV). Muskelcellerna samlas i denna fria rand, som vetter åt kolonhuvudets konkava sida (veterinäranatomernas *curvatura minor*), till en veritabel muskelbunt, förbunden med tarmväggen endast genom en bindvävshinna med inlagrade fåtaliga tvärgående muskelstråk, vilka förlora sig i tarmens eirkulära muskellager (se fig. 9; tavla IV). Bindvävslinnan skulle lämpligen kunna kallas ett *mesomygium*, eftersom den uppbär den nämnda muskelbunten ungefär på samma sätt som ett mesenterium uppbär en tarm. Sin största höjd når mesomyriet ett stycke antiapikalt om ileuminmyningen, där det vänstersidiga hos en medelstor häst kan bli uppemot en decimeter högt. Det högersidiga (se

fig. 2; tavla I) är lägre. Längre antiapikalt avtager det så småningom i höjd och försvinner slutligen fullständigt ungefär där, varest på den döda tarmen huvudet övergår i halsen. Här kommer tenien således att ånyo i hela sin bredd adherera till tarmväggen, tilltager avsevärt i bredd och övergår utan gräns i det öviga längsmuskellagret, som på *caput coli's* ventrala och laterala sidor är ganska väl utvecklat och som fortsätter sig ut på *collum* (se figg. 2 och 8; tavla I och IV). Tarmväggen är här på ett oregelbundet format, långsträckt, föga avgränsat område lämpligen rigid, på grund av den stora förekomsten av bindvävsstråk, som tillsammans med muskelcellerna bilda ett nätverk med stor hållfasthet. Också den innanför liggande submukosan är, som nämnt, fast förbunden med det nämnda området. Det är just detta område, som jag givit namnet *sköld*, ifrån vilket *caput coli's* cirkulära muskelstråk synas radiärt utstråla, och som kan sägas utgöra den fria teniedelens insertionsställe. För denna fria teniedel föreslår jag beteckningen *caputtenie*. — Sköldens muskulära element förena sig åter till en ny tenie som



Textfig. 11. Tarmflexur med *caput-tenie* (skema).

A: muskelbunt. B: mesonygium.



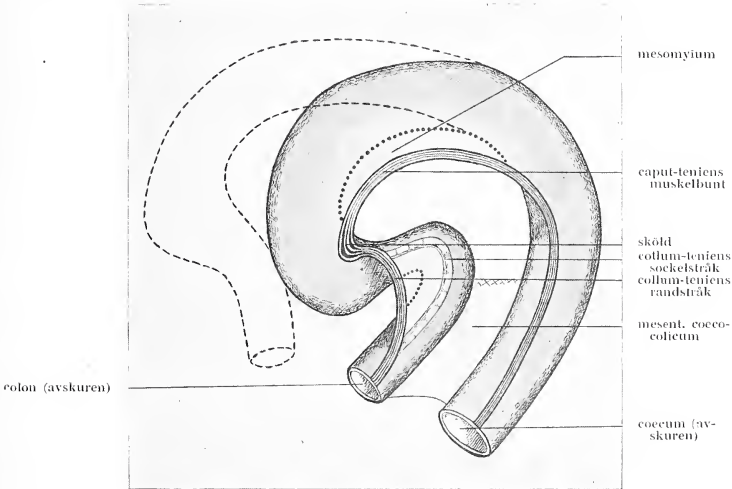
Textfig. 12. Tarmflexur med *collum-tenie* (skema).

A: randstråk. B: sockelstråk.

fortsätter sig längs halsen, en på varje sida. Denna fortsättning, *collumtenien*, betar sig på ett från den föregående teniesträckningen avvikande sätt (se fig. 10; tavla V). Den är att betrakta som en lämpligen enhetlig längsmuskelbunt, ställd på högkant och med ett triangulärt eller nära nog rektangulärt tvärsnitt, som således i hela sin bredd adhererar till tarmväggen. I adhesionsytan har den ett kraftigt utvecklat muskelstråk, som skulle kunna betecknas som sockelstråk, och i den fria kanten ett »randstråk». Just vid utgångsstället från »skölden» når sockelstråket en imponerande mäktighet. Randstråket är förbundet med sockelstråket genom bindväv, uti vilket finnes ett flertal inlagrade längsgående muskelstråk. Tvärgående muskelcellförband, som gå vinkelrätt mot de nämnda stråken, tyckas emellertid saknas. Sockelstråket fortsätter sig med så småningom avtagande tjocklek längs halsen konvexa yta, bildande ett väl utvecklat längsmuskellager, medan på halsens konkava yta längsmuskulaturen strax intill sockelstråket är starkt reducerad. — Längs halsen avtager tenien så småningom i höjd och ett stycke ner på halsen har den åter antagit vanlig teniegestalt. Den lämnade beskrivningen hänför sig till den vänstersidiga tenien, som ett stycke ner på halsen

grenar sig i tvenne. Den högersidiga halstenien är betydligt kortare och lägre och eger de båda stråken icke tydligt skilda. — Den fjärde kolonterien börjar på *collum's* konvexa yta i närheten av övergången till *caput* som ett enhetligt längsmuskellager, vilket element sammanstråla och bilda tenien. — De båda förstnämnda olika tenieslagens allmänna form och förhållande till tarmväggen illustreras av ovanstående två skematiska figurer (textfig. 11 och 12).

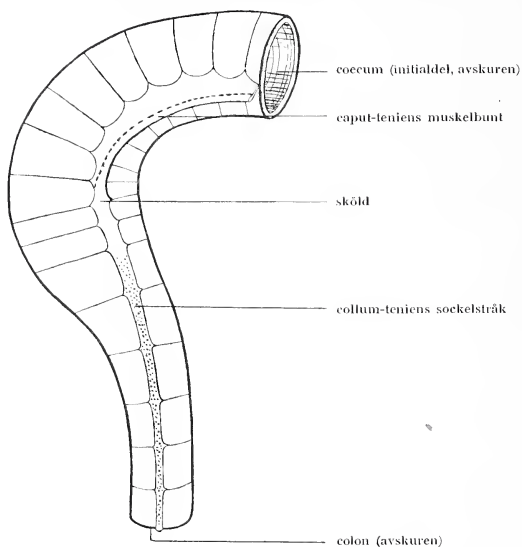
Till mitt försök att ur den ileo-ceko-koliska tarmregionens postmortala och således mer eller mindre karrikerade utseende rekonstruera åtminstone *en* definier-



Textfig. 13. Schematisk bild av blindtarmens övergång i ljoctarmen hos hästen, med tillhörande tenier och mesomyier. Den streckade konturen anger områdets ungefärliga utseende efter teniernas överskärning. Den uppkomna partiella rektifieringen är för tydlighetens skull avsevärt överdriven.

bar form för densamma lämna enligt mitt förmenande de nyss beskrivna teniedelarnas förhållande till tarmväggen ett särdeles viktigt bidrag. Av utredningarna i inledningen framgår, att de beskrivna teniedelarna kunna anses vara abnormt förkortade. Man frågar sig då, huru denna abnormt starka kortinställning kan påverka den ileo-ceko-koliska regionens form. Svaret härpå giver sig omedelbart efter det teniernas förhållande till tarmväggen blivit utrett, och det är, att denna teniernas kortinställning kommer att göra krökningsradierna i *caput's* och *collum's* flexurer abnormt små d. v. s. flexurerna överdrivet markerade. Teniernas fria rand kan liknas vid strängen i en pillåge, som antager mindre krökningsradie, om

strängen »spännes» eller förkortas, och som blir mer eller mindre rak, om strängen överskäres. Är detta betraktelsesätt riktigt, kan man åstadkomma, att de nämnda flexurerna bli mindre skarpa, om tenierna bortprepareras. Så är också förhållandet. Bortdissekeras på en icke fixerad uppblåst tarm de ifrågavarande fyra nämnda teniesträckningarna, så rita de båda flexurerna ut sig betydligt, och denna partiella rektifiering blir ännu mer uttalad, om det s. k. *mesenterium coeco-colicum* överskäres. Förhållandet illustreras av omstående skematiska figur (textfig. 13).

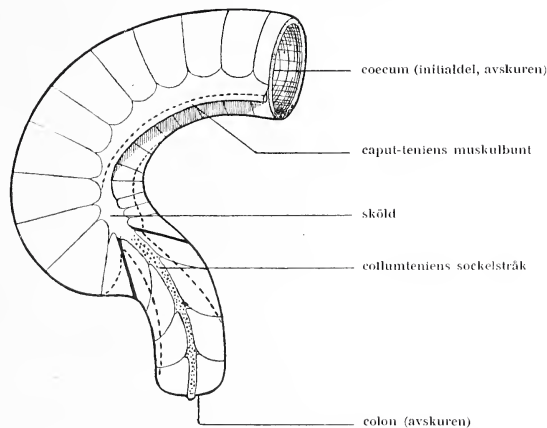


Textfig. 14. Schematisk bild av blindtarmens övergång i tjocktarmen hos hästen. Tarmarna tänkas i evryhexi, som här framställles i överdrivet skick.

Collumteniens randstråk bortdissekerat.

Förmågan att vid kortinställning minska krökningsradierna i *caput's* och *collum's* flexurer, vilka lämpligen kunna benämnas första och andra kolonflexuren, är bunden huvudsakligen vid teniernas randstråk. För besvarandet av frågan, vilken betydelse halsteniernas sockelstråk kan ha för den ifrågavarande tarmregionens form, användes samma tillvägagångssätt som i förra fallet, nämligen överskärning. Denna utfördes på ett flertal ställen, så att skölden och halsteniens sockelstråk delades i en serie korta stycken, som fingo förbliva i sammanhang med den underliggande submukosan. Om man på ett sådant preparat utövar en länjning i sockelstråkets längsriktning, göres den iakttagelsen, att samtidigt med att hela halsen förlänger sig, riktningen av densammes ringmuskelstråk förändras.

Från att förut ha bildat spetsig vinkel mot sockelstråket med vinkelpetsen riktad mot »skölden», komma de efter tillräcklig länjning att gå t. o. m. vinkelrätt mot detsamma och samtidigt kommer den radiella anordningen av ringmuskelstråken i *caput* att förändras. Förhållandet illustreras av omstående skematiska figur (textfig. 14), av vilken med tydlighet framgår ringmuskulaturens kontinuitet över hela kolons initialparti. En likartad bild menar jag också kunna uppstå intravitallt vid sockelstråkets långinställning, och, ifall denna uppfattning är riktig, är härigenom sockelstråkets betydelse utan vidare klar: sockelstråket drar vid sin agonala, överdrivna kortinställning halsens sidodelar med sig, varigenom ringmuskelstråkens



Textfig. 15. Detsamma som textfig. 14. *Collumteniens* randstråk bortdissekerat. Dess sockelstråk kortinställt. Ringmuskellagret långinställt. De ringmuskelstråk, som vid sin kortinställning huvudsakligen betinga *caput's* säckform äro tecknade tjocka; säckformen anges av den streckade konturen.

vinkel med teniens anföringsyta ändras och samtidigt komma de mot tarmdelens längsaxel vinkelrätt förlöpande ringmuskelstråken i *caput* att ordna sig på det ovan beskrivna radiella viset.

Genom dessa försök har *caput's* karakter av *flexur* ännu tydligare framträtt, och den nästa fråga, som i detta sammanhang uppställdes till besvarande var, hurvida man ur muskelarkitekturens förhållande skulle kunna förklara *caput coli's* karakteristiska säcklika form och diskontinuerliga övergång i *collum coli*. Jag har försökt en tolkning härav genom att hänskjuta uppkomsten av dessa former till en överdrivet kraftig kortinställning av vissa starkare utvecklade muskelstråk, som tillhöra denna regions cirkulära lager och vilka genom den ovan antagna kortinställningen av sköldens och sockelstråkets muskulära element fått

radiell riktning. Om detta ringmuskellager tänkes i fullständig länginställning, torde den ileo-ceko-koliska regionen ha det utseende, som omstående skematiska figur (textfig. 15) utvisar, på vilken ringmuskelstråkens riktning anges. Om de båda på figuren kraftigare markerade stråken inställa sig kortare än de övriga, kommer *collum* att ytterligare dragas upp mot *caput* och samtidigt kommer detta att bukta ut till en väl markerad blindsäck. I allmänhet torde denna elektiva kortinställning icke drabba ensamt de båda på figuren angivna muskelknippena utan också träffa andra, skilda emellertid från dessa och sinsemellan av områden, där länginställningen mera bevarat sig. Resultatet härav blir uppkomsten av flera rynkformiga biutbuktningar, vilka i regel ligga dolda under den stora säcklika huvudutbuktningen, men som särdeles tydligt framkomma på tvärssnitt av rigidifierade preparat. Avskäras på en icke fixerad tarm dessa kraftigare utvecklade muskelbuntar på ett flertal ställen och en länjning utövas i deras längsriktning, försvinna mer eller mindre fullständigt den säcklika större utbuktningen såväl som de mindre rynkformiga, och man får en nära nog kontinuerlig övergång av *caput* i *collum*. Ett på sådant sätt framställt preparat med både längs- och ringmuskulatur överskuren, men med bibehållen submukosa är i själva verket ingenting annat än ett *Cruveilhier*'skt tarmpreparat, varom jag i inledningen talade. Den innanför submukosan varande mukosan är nämligen så flexibel, att den knappast torde ha något inflytande på regionens form. Det framhålls såsom något särskilt anmärkningsvärt, att ett enligt *Cruveilhier* framställt preparat av det ileo-ceko-koliska tarmområdet hos hästen till sin form erinrar om samma region hos noshörningen.

Kortinställningen av de förutnämnda, på figuren markerade muskelstråken påverkar också *collum*'s lumen. Från att i en utpräglat evryhettisk tarm ha varit mer eller mindre runt, blir det genom stråkens kortinställning elliptiskt eller springformigt (se fig. 11; tavla V), med springan ställd på tvärs i förhållande till tarmens sagittalplan. Om man på ett härdat och rigidifierat preparat inifrån bortdissekerar mukosan och submukosan, finner man de nämnda muskelknippena som tvenne vallar eller läppar, som begränsa den nämnda springan, för vilken benämningen *aditus colli* föreslagits. Muskelknipporna sammanlöpa vid springans båda gipor och kunna följas åt sidorna till teniernas insertionssköldar. Detta ringmuskelsystem, som är att uppfatta som en *orbicularis*, är det väl, som i den veterinär-anatomiska litteraturen fått namnet *sphincter coeco-colicus* och som åtminstone efter döden kan åstadkomma en fullständig avstängning av passagen mellan *caput* och *collum*. Förtskrider de nämnda muskelstråkens kortinställning ännu längre, kan springan avsevärt förkortas, så att lumen åter blir mer eller mindre runt och *aditus*-okklusionen än mer accentuerad (se fig. 12, tavla V). Ett understödjande moment härvid utgöres av en excessiv kortinställning av *collum*'s hela ringmuskellager, varigenom densammans lumen blir fullständigt potentiellt. Huruvida hela detta muskulära system någonsin under livet kan åstadkomma den kända postmortala *aditus*-blockaden och uppehålla denna blockad någon längre tid, är fullständigt obekant. Det är emellertid utan vidare ingalunda givet att så sker, om man besin-

nar de så att säga rastlösa formförändringar, som tarmkanalen under digestionsarbetet är underkastad. Ock särskilt hos hästen är kanske detta digestionsarbete åtminstone för den ileo-ceko-koliska regionens vidkommande praktiskt taget permanent.

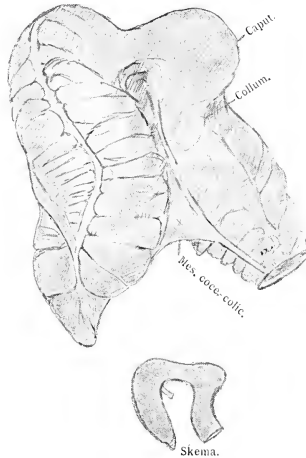
Av det sagda framgår, att *caput coli* är att betrakta som en skenbar tarmutbuktning, som förorsakats av en excessiv kortinställning av några av den ileo-ceko-koliska regionen ringmuskelstråk. Generellt sett blir resultatet av en sådan lokal kortinställning av en muskelbunt, som sträcker sig från tenie till tenie, i första hand ett halvmånformigt veck, en s. k. *plicae semilunaris*. De ovan omtalade läpparna, som begränsa *aditus colli* torde just ha uppkommit genom en sådan kortinställning och äro att betrakta som *plicae semilunares*, vilka här under vissa förutsättningar på grund av sitt läge nä intill varandra med sina räuder. Är denna tolkning riktig, så ligger också tolkningen av *caput coli*'s säckliknande utbuktning i öppen dag; den är ett *hastrum*. Genom undersökningar av I. Broman (1914) och Th. E. Hess Thaysen (1916) har visats, att den gestalt som *hastra coli* och de mellan dem liggande *plicae semilunares* postmortalt äga, avsevärt skiljer sig från den intravitata gestalten, samt de nämnda vecken icke äro stationära, permanenta anatomiska bildningar, utan intravitalt alltid ambulatoriska och variabla. De äro att betrakta som kontraktionsringar, vilka på den levande tarmen alltid gå runt omkring densamme och icke blott från tenie till tenie som på en död eller döende tarm. Anledningen till, att vecken uppkomma på tämligen konstanta ställen av tarmen, anses av Bronau (1914) vara den, att det finns strukturellt preformerade områden, vilka utgöra predilektionslokaler för dessa veck. — Är den framställda tolkningen av *caput coli*'s starka ventrala utbuktning som ett *hastrum* riktig, kommer också den sista formkaraktären i det ileo-ceko-koliska tarmområdets egendomlighet att åtminstone approximativt kunna förklaras. Enligt de ovan framställda iakttagelserna och utredningarna är *caput coli* en agonalt förstärkt, *hastrerad kolonflexur*, vilkens diskontinuerliga övergång i *collum coli* icke kan vara permanent bildning.

KAP. V.

Några iakttagelser på djur, som dött i tarmsjukdomar.

Om den i det föregående förfäktade uppfattningen är riktig, nämligen att den diskontinuerliga övergången mellan *caput coli* och *collum coli* intravitalt icke är en permanent formkaraktär, utan blott av övergående art, tycker man, att man understundom vid sektion av i tarmsjukdomar döda hästar skulle finna den intravitalt mer permanenta formen fixerad. Det lyckades mig också vid flera tillfällen att påvisa en sådan ovanlig form på den ifrågakvarande regionen. Ett av dem utgjordes av en häst med s. k. blindtarmsförstoppning, där *causa mortis* torde varit

intoxikation efter en ruptur av »blindtarmen» med åtföljande »gödsellegmon» i den mesenterala bindväven i pankreasstrakten. Denna hästs ileo-ceko-koliska tarmregion visade en nära nog fullständig kontinuitet av övergången från *caput* i *collum*, således utan någon utpräglad halsförträngning. Utseendet av densamma illustreras av nedanstående skiss (textfig. 16), av vilken framgår den stora krökningsradien av kolons initialflexur, vilkens lumen var betydligt mindre än *collum*'s. Hela *colon* i regionen — således även den *caput* motsvarande delen — var fylld med tarm innehåll. — En sådan fullständig »förslappning» av den första *colon-*



Textfig. 16. Den ileo-ceko-koliska tarmregionens utseende hos en häst, som dött i blindtarmsförstoppning med ruptur och gödsellegmon». Blyertsskiss fr. Kongl. Veterinär- och Landbohöjskoles sektionssal. *Caput* = caput coli. *Collum* = collum coli. *Mes. coec.-colic* (skall vara *coec.-colic*) = mesenterium coeco-colicum. Skemat anger regionens ungefärliga utseende efter tänkt bortpreparering av *mes. coec.-colic*.

flexurens ringmuskellager lyckades jag påvisa blott i detta enda fall. Däremot iakttog jag ofta partiella sådana på tarmar från djur, som dött med volvulära tarm-lägen. Ett flertal preparat av dylika tarmar ha framställts. Alla preparaten ha det gemensamt, att diskontinuiteten mellan huvudet och halsen är betydligt mindre uttalad än i vanliga fall, och att *collums* lumen är avsevärt förstorat. (Se fig. 13, tavla V).

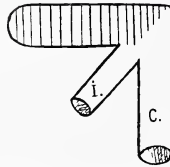
II.

Det ileo-ceko-koliska tarmområdets embryologi.

Historik och speciell frågeställning.

Om den embryonala utvecklingen av hästens tarmkanal förekommer så gott som ingenting i literaturen. Det som finns, inskränker sig huvudsakligen till korta läroboksnöiser, i vilka man i allmänhet utan förbehåll överflyttar på den ekvina embryologien de resultat, till vilka man kommit vid studium av *homo*-foster. *Ellenberger* skisserar i sin och *Scheunert's* lärobok (1910) hästens enterogenes ungefär som följer. Samtidigt med sin avsnöring från gulsäcken antager embryot formen av en ihålig cylinder med dubbla väggar, som längs ett dorsalt långsträckt område sammanhånga med varandra. Den inre väggen, den primitiva tarmväggen, blir till ett rör med blinda ändar, vilket på ett ställe på ventralsidan har en öppning »Nabelöfning», varigenom tarmväggen övergår i gulblåstjälken och gulblåsan. Tarmkanalen blir således »gewissermassen am Nabel fixiert». Med tiden försvinner emellertid tarmkanalens förbindelse med gulblåsan och ventrala kroppsväggen, men i kroppsväggens navelöppning ligger ännu den s. k. primitiva tarmslyngans omböjningsställe. Denna slynga består av en nedåtgående och en uppåtgående gren. Från denna senare utknoppar en tapp, cekumanlaget, som avdelar slyngan i en tunntarmdel och en tjocktarmdel. När tarmarna sedermera tillväxa i längd, rullar tarmslyngan ihop sig i spiral, och skulle nu till följd av utrymnesbrist, som påstås förorsakas av leverns kraftiga volumökning, pressa sig ut i navelsträngens celom. Härigenom uppkommer det s. k. embryonala navelbräcket. Tarmspiralen blir allt tätare, men då på grund av bukväggens tillväxt utrymmet inne i bukhålan blir bättre, intager tarmslyngan åter sin ursprungliga plats. Hitills torde utvecklingen förlöpa ungefär likartat genom hela däggdjursserien. Men den vidare omformningen av tarmkanalen och de därvid inträdande lägeförändringarna anses emellertid vara »ganz verschieden nach der Tierart und noch nicht zweifelsfrei festgestellt». Av de båda figurer, som äro fogade till skildringen, synes framgå, att den omtalade spiralformiga inrullningen av primitivslyngan kan drabba både jejunum-ileum som hos en katt, och kolon som hos svin. — De mest anmärkningsvärda

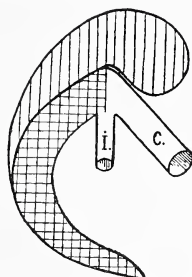
momenten i denna korta läroboksframställning torde vara, att förekomsten av fysiologiskt navelbräck förutsattes hos alla mammalia, samt att före detta bräcks reposition den tidiga enterala utvecklingens totalbild förlöper efter ett tämligen likartat skema i hela däggdjursserien. I ännu högre grad anses denna uniformitet i utvecklingen gälla för ett särskilt tarmavsnitts vidkommande nämligen blindtarmens. Härom skriver t. ex. *Ellenberger* (1906): »Bezüglich der *Genesis* des Coecums ist zu bemerken, dass aus den bis jetzt bekannten ontogenetischen Tatsachen folgt, dass die Anlage dieses Darmteiles bei allen Säugetieren in derselben Art — stattfindet.» Utan att därmed laga ställning till frågan om, huruvida dessa ontogenetiska fakta äro tillräckligt många för att kunna ge stöd åt *Ellenbergers* mening, lämnar jag här en kort framställning av den tidiga tyflogenese hos homo enligt *Broman* (1911). Det första tecknet på denna genes är en spolförmig utvidgning av det ännu odifferenterade ileum-kolonröret. Från ett visst cirkumskript parti av intumeskensen vägg utvecklar sig en från början solid knopp, som består enbart



Textfig. 17. Primitiv ileo-ceko-kolik tarmregion hos häst enligt *Ellenbergers* beskrivning. I = ileum; C = colon. Det streckade området = coecum.

av mesodermala element. Senare kanaliseras knoppen och uttappetseras på insidan med entodermala vävnad. — I ett tidigare arbete (1879) har *Ellenberger* som förut nämnts försökt lämna en något utförligare framställning av den embryonala blindtarmsutvecklingen än han sedermera ansett sig kunna göra i läroböcker. Då det arbetet utfördes, hade emellertid åsikten om det fysiologiska navelbräckets ubikvitet i hela däggdjursserien tydligen ännu icke slagit igenom, ty av framställningen får man det intrycket, att hela tyflogenese utföres inne i bukhålan. Blindtarmens första anläggning beskrives som nämnt sålunda, att ungefärligen i femte fosterveckan uppkommer en säcklik utbuktning av tarmväggen. Den omständigheten att det icke kan avgöras, antingen utbuktningen kommer från ileum eller kolon, tyder på, att dessa båda tarmdelar ännu utan gräns övergå i varandra. Förmodligen ligga de också — i denna övergång — i ungefär samma räta linje. För att öka sannolikheten för *Ellenbergers* tolkning tillåter jag mig förutsätta, att *Ellenbergers* mening är den, att denna räta linje under cekalanlagets vidare tillväxt kommer att brytas, så att ileum, cekum och kolon bilda vinkel med varandra. Skulle man vilja på en skematisk figur fixera ett visst tidigt stadium av blindtarmens utveckling strax efter det cekum-kolonvinkel utbildat sig, blev figuren som den

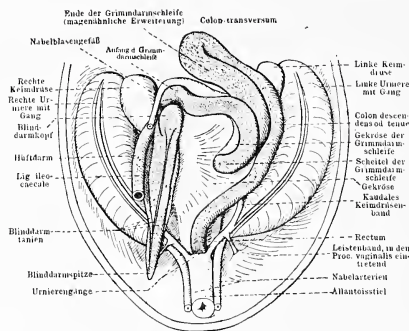
ovanstående. (Se textfig. 17.) Med ett invändningsfritt vetenskapligt avgränsande av de i denna embryonala *regio ileo-coeco-colica* ingående tarmdelarna utgöres naturligtvis cecum blott av det på figuren streckade området. Stadiet karakteriseras enligt *Ellenberger* därav, att cekalspetsen är riktad kaudalt. Efter ungefär ytterligare sex veckor riktar sig spetsen sternalt, och samtidigt tillväxer hela blindtarmen i vidd, dock framför allt densammes numera »hintere Abschnitt». Den främre delen förblir smalare, så att totalformen blir konisk. Det är utan vidare klart, att blindtarmen under denna period tillväxer också i längd, ehuru det icke särskilt påpekas. Ett visst område av denna dittills enkla blindtarm börjar nu tillväxa på ett egendomligt sätt. Detta område angives vara blindtarmens bakre vidare parti, som gränsar till ileum och kolon. Det är emellertid endast ett cirkumskript avsnitt därav, som är intresserat i denna nybildning, nämligen den del av cekalväggen, som är vänd bort från ileums och kolons mynningar, och det bör särskilt



Textfig. 18. Utvecklingen av *sacculus ventriculiformis* enligt *Ellenberger's* beskrivning. *Sacculus* skulle vara en utbuktning av *coecum*. I = ileum; C = colon. Det dubbelstreckade området = den ursprungliga *coecum*. Det enkelstreckade = den definitiva *coecum*.

understrykas, att *Ellenberger* distinkt begränsar tillväxtzonen till cekalväggen; om den tänkes gripa över också på den angränsande kolonväggen, skulle den förlora sin karakter av ren cekalzon. Denna zon börjar tillväxa med större hastighet än den del av tarmväggen, som befinner sig på den motsatta sidan. »Hierdurch bildet sich ein neuer Abschnitt am Coecum»: och detta avsnitt, som väl får förutsättas så småningom antaga karaktären av en utbuktning, kröker sig »in Folge der genannten Wachstumsverhältnisse — eigentümlich gegen das Ileum und Colon ab und nimmt so ein magenähnliches Gestalt an». Jag försöker illustrera denna nytillväxande del med vidsående figur (textfig. 18), på vilken »cecum» utgöres av det streckade området. Denna *sacculus* intager som bekant en dominerande del av hästens ileo-ceko-koliska region och tolkas såsom av den historiska översikten i denna skrifts förra del framgått av det övervägande antalet veterinäranatomiska författare utan ringaste tvekan som en del av cecum. Denna inom veterinärmedicinen all-

mänt rådande uppfattning har ovan visats vara felaktig, då det gäller det fullvuxna djuret. En kritisk granskning av *Ellenberger's* undersökning ger också vid handen, att det däri framförda embryologiska beviset för riktigheten av den veterinära tolkningen alldeles icke är bindande. *Ellenberger's* uppfattning står och faller nämligen med möjligheten att skarpt avgränsa den ovan omtalade nytillväxtzonen åt kolonhållet till. En sådan möjlighet torde dock — med tanke på de tekniska hjälpmedel, som den tiden stodo till buds, — starkt kunna ifrågasättas. Det ligger i själva verket närmare till hands att antaga, att den nya tillväxtzonen till allra största delen är belägen i kolonväggen och endast en del av densamma griper över på cecum. Detta antagande förefaller rimligare, i synnerhet om man besinnar de svårigheter, som alltid vidlada ett försök att skarpt avgränsa ett snabbt tillväxande embryonalt parti av samma histologiska byggnad som omgivningen.



Textfig. 19. Ur *Martin's* lärobok (1915).

Det skall emellertid medgivas, att det avgörande beviset för det framställda antagandet endast kan vinnas genom detaljerade undersökningar av den intresserade tarmregionen på ett flertal fosterstadier. Men samtidigt måste det fasthållas, att *Ellenberger's* embryologiska undersökning alldeles icke lämnat något bevis för den motsatta uppfattningen.

Av stort intresse för denna undersökning är en halvschematisk bild över stortarmarna från ett hästfoster av något över 3 cm's längd, vilken bild förekommer i professor *Paul Martin's* ovan citerade lärobok (1915). Se ovanstående figur (textfig. 19). En utförlig beskrivning av densamma saknas emellertid tyvärr, och i betraktande av preparatets litenhet och teckningens skematiska form kan den icke göra anspråk på att återgiva *situs*förhållandena. Det säges också uttryckligen, att *situs* blivit förändrat: »auf der Abbildung ist der Blinddarm zur besseren Uebersicht etwas nach rechts verschoben.» Vad som på figuren genast faller i ögonen, är att ileum inmynnar i cecumkolon från lateralsidan och icke kranio-medialt ifrån som

hos det fullgångna djuret, samt att anlaget till *saccus ventriculiformis* ter sig som en utbuktning åt fostrets ventrala sida. Det ser på bilden ut som om blindtarmen med tillhörande initialdel av kolon torkverats omkring sin längsaxel ungefär 180 grader.

Av det anförda framgår, att vår kännedom om hästens enterala embryologi är särdeles bristfällig. Även om för den ileo-ceko-koliska regionens vidkommande den redan framställda tolkningen av *saccus ventriculiformis* som en kolondel har synnerligen starka skäl för sig, så kan dock det avgörande beviset härför vinnas endast genom en undersökning av den nämnda regionens embryonala utveckling. För en sådan undersökning skall i det följande redogöras. Den har utförts på Lunds Universitets Anatomiska Institution, vilken tack vare professor *Ivar Bromans* aldrig vilande samlarintresse eger en ganska rikhaltig kollektion av hästfoster i tidiga utvecklingsstadier. Det är just sådana tidiga stadier av häst, som äro särdeles sällsynta, medan sådana t. ex. av idisslarna äro vanligare. Så förekommer t. ex. i den stora hästfostersamlingen i *Giessen* (prof. *Paul Martin*) intet foster av mindre längd än 3 cm från pannan till *tuber ischii*. (*Schauder* 1917). Anledningen till denna sällsynthet är väl att söka framför allt däri, att stonas impregnering omsorgsfullt protokolleras, och att gravida ston sällan nedslaktas.

Professor *Bromans* samling, av vilken de tidigare stadierna äro seriesnidade och färgade, har ställts till mitt förfogande. De foster, som lämpat sig för denna undersökning har varit följande:

Embryo eller stadium	I	av	1,6	cm:s	längd,
»	»	»	II	»	1,9
»	»	»	III	»	2,3
»	»	»	IV	»	3,7
»	»	»	V	»	9
»	»	»	VI	»	20

Längduppgiften hänför sig till avståndet från pannan till *tuber ischii* och mätningen har utförts *efter* fixeringen. Decimalens säkerhet är fördenskull naturligtvis mycket ringa. — Av de nämnda stadierna äro embryo I och III icke fullt oskadda, men lesionerna äro icke så djupgående, att de omöjliggöra stadiernas användning för undersökningen.

¹ På etiketten: 18,5 mm.

KAP. I.

Embryo II (1,0 cm).

(Härtill figg. 14—18, tavl. VI—VIII.)

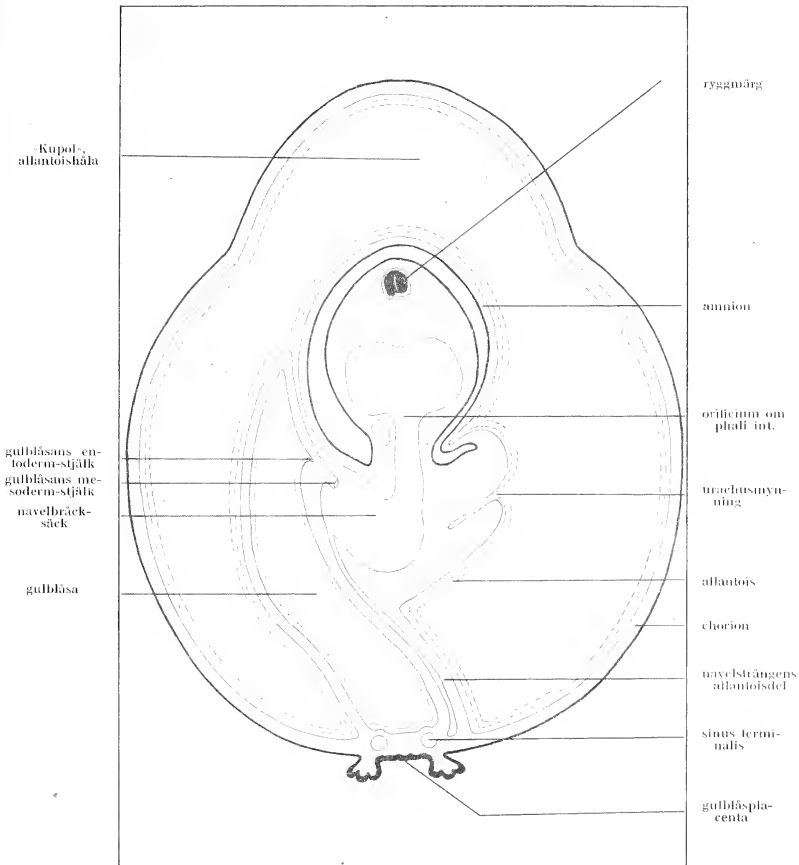
15 μ ; hematoxylin-eosin.**Navelsträngen.**

Vad som framför allt karakteriserar detta stadium är, att det äger fysiologiskt navelbräck. Härmed förstås, som bekant, det förhållandet, att en del av tarmkanalen befinner sig utanför bukhålan i dennas förlängning, navelsträngen, vilken således fungerar som s. k. bräcksäck. Ehuru presumerat, har ett sådant förhållande icke förut beskrivits hos hästen. Det kan därför anses lämpligt att börja skildringen av detta stadiums tarmkanal med en beskrivning av den nämnda bräcksäcken.

På såväl tidigare stadier (1,0 cm.) (*Bonnet* 1889) som senare (4,0 cm.) (*Schauder* 1912 och andra) har navelsträngens yttre gestalt förut beskrivits. Medan man enligt *Schauder* och andra veterinärförfattare på äldre stadiers navelsträng kan särskilja två delar, en amnioidel och en allantoisdel, kan denna indelning icke upprätthållas på yngre stadier (*Bonnet* 1889). Så är förhållandet med navelsträngen på det här ifrågakommande stadiet, men förmodligen ger detta stadium möjlighet att tolka den s. k. allantoisdelens uppkomst, därför att det ser ut som man här skulle kunna påvisa anlaget till denna del. Också av denna anledning förtjänar stadium II's navelsträng en mera detaljerad beskrivning.

Navelsträngen utgår från den ventrala kroppsväggen rätt långt kaudalt och sträcker sig ett stycke i kranial riktning. För detta stycke, som på navelsträngens *exteriör* är utomordentligt kort, föreslås benämningen *manubrium*. Det övergår så småningom uti ett något tjockare terminalparti, som jag kallar *caput*. Ventrall utlöper *caput* i en spets, som plattar ut sig till en med fostrets sagittalplan parallel, fämligen tunn vägg, vilken förmodligen når ända till äggperiferien. Denna vägg, som kranialt och kaudalt är sammanvuxen med amnion, torde utgöra anlaget till navelsträngens allantoisdel. *Caput* är för övrigt av oregelbunden, avrundad form och äger på sin högra sida en kraftig ansvällning samt på sin vänstra, något mera ventralt, en stor hästlörönformig utväxt. Amnions insertionsränder avgränsa på dessa sidoutväxter två fämligen plana ytor. Den högra av dem är perforerad av en långsträckt, med fosterkroppens längsaxel parallel springa, som är *urachus*myningen, från vilkens omkrets allantois utgår. Den vänstra ytan som utgör den örönformiga utväxtens laterala sida, är genomborrad av en stor, njurformig öppning, som utgör navelsträngscelomets periferia mynning, alltså *orificum omphali externum*. Till denna yta ligger gullblasans proximala blad fäml tryckt, här och där sammanvuxet med densamma, och täckande som ett lock det nämnda orificiet. *Caput*'s ventro-kaudala yta är nästan plan; perifert inneslutes den av insertionslin-

jerna till amnions bakre del, uti vilken fostres kaudalända ligger. Den kraniala ytan är oregelbundet konvex, liksom den föregående begränsad av den främre



Textfig. 20. Schematiskt tvärsnitt genom ett hästlåg från slutet av första embryonal månaden. Snittet tänkes ha träffat fosterkroppen på tvärs och navelsträngen på längs. Ektoderm: svart. Mesoderm: grått. Navelsträngens allantoisdel för tydlighets skull tecknad för läng. Schemat imiterat efter *Broman* (1914), med hänsyn till speciella ekvina förhållanden, hämtade från *Bonnet* (1907) och *Schauder* (1917).

amnionsdelens insertionslinjer, uti vilken fostrets huvud befinner sig. Insertionslinjerna ha på dessa ytor formen av ett V med spetsen riktad ventralt. Denna

spets utlöper i den nämnda väggen, varigenom navelsträngen fixeras till äggperiferien.

Navelsträngen är kanaliserad av navelsträngcelomet, som mycket tydligare än *exteriören* sönderfaller i två delar, *manubrium* och *caput*. Manubriecelomet är tämligen långt, i sin proximala initialdel — *orificium omphali internum* — kranio-kaudalt tillplattat. Längre distalt antar tvärsnittet mera rundad form och förstoras något. Nere i navelsträngens huvud, nära spetsen, gör navelsträngcelomet en skarp krök åt vänster och vidgar sig samtidigt utan övergång till en stor, äggformig hålighet, som mynnar med den stora njurformiga öppningen på den öronliknande utväxtens vänstra sida. Ett skema av navelsträngen med tillhörande fosterhöljen framställs på omstående figur (textfig. 20). (Se dessutom fig. 14 o. 15 på tavla VI).

Tarmkanalens exocelomatiska del.

Navelsträngcelomet är utfyllt av den embryonala tarmkanalens exocelomatiska del. Liksom hos övriga varelser, som blivit undersökta i detta stycke, består den av en utåtgående jejun-ileumslynga, cecum och en inåtgående kolonslynga.

Ileum och kolon äro förenade med varandra genom ett gemensamt krös, *mesenterium commune*, som utgår från den inre kroppsväggens dorsala del och sträcker sig ned genom hela navelsträngscelomet. I mitten är detta krös armerat av tvenne särdeles blodrika och tjockväggiga kärl, vilkas cirkumvaskulära vävnad utan gräns övergår i detsamma. Det kraftigare av de båda kärlen är *arteria omphalomesenterica*, det svagare är en gren från detsamma, som emellertid avgår redan långt dorsal, inne i bukhålan. De båda kärlen stiga parallelt med varandra ned i navelsträngen. Nedkomna i *caput* avlägsna de sig från varandra, men sammanhånga dock allt framgent genom mesenteriets *membrana propria*. *Arteria omphalomesenterica* beskriver här en vid båge åt vänster och något kaudalt, fortsätter i denna riktning genom navelsträngscelomets *caputdel*, passerar *orificium omphali externum* och dyker in i gulblåsans proximala blad, där den grenar sig. Det andra kärlet delar sig i två parallela grenar, vilka också beskriva en båge åt vänster med större krökningsradie än det föregående. Den kärlen förbindande väven bildar mellan bågarne en ganska djup kapuchon. Det ifrågakvarande svagare kärlet avsänder under hela sitt lopp grenar till ileum, och kan i sina distala delar följäs till blindtarmen och kolon. Det är således att betrakta som en fetal *arteria ileo-coeco-colica*.

Det nämnda gemensamma kröset kan för enkelhetens skull delas i två partialkrös, vilka inserera i *arteria omphalomesenterica's* vägg. Dessa partialkrös hava mycket ringa *höjd*, om med höjd menas avståndet från tarmväggen till insertionen.

Jejuno-ileum.

Jejunum befinner sig i navelsträngscelomets *manubrium* på *arteria omphalomesenterica's* högra sida och förlöper tämligen rätlinjigt; vid arterens omböjning

in i navelsträngeelomets huvud utför den nu som ileum betecknade¹ tarmdelen en serie skarpa flexurer, belägna intill kärlobböjningens konvexa yta. Flexurerna äro till antalet åtta, av vilka den sjunde och åttonde, som ligga mest perifert, utan markerad gräns övergå i varandra. De nå så langt ut i *orificium omphali externum*, att de torde tangera gulsäcken. Den tredje flexuren, som är riktad kranialt, ligger intill kärlobböjningens kluven och ungefär i medianplanet; de därefter följande flexurerna äro således belägna på arterens vänstra sida, med undantag för den åttonde som, passerande kaudalt om kärlet, ater kommer att ligga till höger om detsamma. Medan ileums partialkrös i allmänhet förlöper parallellt med kärlets längsriktning, passerar det i denna åttonde flexur vinkelrätt mot densamma, och kärlets fortsättning blir således utan krös. Detta krösfria stycke är det, för vilket *Broman* (1914) reserverat namnet *arteria vitellina*; det framgår av det sagda att det i detta stadium är utomordentligt kort. — Tämlichen snart efter utförandet av åttonde flexuren mynnar ileum i cecum och inmynningsstället ligger i denna tarmdels dorsala yta.

Colon.

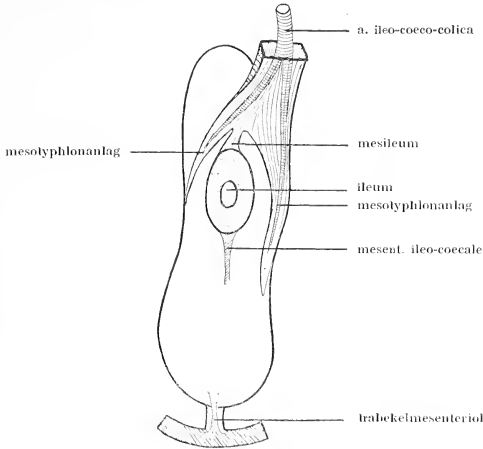
Den andra, vid *arteria omphalo-mesenterica* fästade tarmslungan är, som nämnt, den inåtgående kolon. För överskådlighetens skull beskriver jag den i detta stadium på samma sätt som beträffande jejuno-ileumslungan d. v. s. följer den inifrån och utåt. I *orificium omphali internum* ligger kolon på kärlets vänstra sida och med bibehållande av detta läge stiger den ned i navelsträngeelomet. Vid kärlets förut omtalade omböjning böjer också kolon om åt vänster och något kaudalt. Denna flexur (kapuchonflexuren) är särdeles skarp och ligger i kärlobböjningens konkavitet, uti den förut beskrivna kapuchonliknande förbindelsen mellan det ifrågavarande kärlet och *arteria ileo-cocco-colica*. Flexurens krös utgår från *arteria ileo-cocco-colica*'s vägg och förbinder sig med colon icke längs flexurens konvexa kontur, utan närmare den konkava på kolons dorsalt vända yta. På grund av detta förhållande kommer flexuren att till synes ligga fritt, utan krös, i kapuchonen. Längre perifert slår sig kröset änyo över på *arteria omphalo-mesenterica* och ansluter sig utan gräns i den åttonde ileumflexurens krös, *mesileum terminale*. — Kolon fortsätter ett kort stycke parallellt med kärlet och i det den så småningom tilltager i vidd övergår den efter mottagandet av ileum i blindtarmen.

Caecum.

Blindtarmen, som ligger i kolons förlängning, divergerar mer och mer från *arteria omphalo-mesenterica*'s längsriktning, så att den kommer att rikta sig mera kaudalt. Dess allmänna form är säcklik med avrundad ände; den är ungefär dubbelt så lång som sin tvärsnittsdiаметer och utvisar en svag krökning mot ileum,

¹ Jmf. *Broman* 1918.

ileum-impressionen. Denna kröslignande fortsättning, synes ligga i *mesenterium ileo-coecale's* förlängning. Trabekeln har av *Broman* (1918) utförligt beskrivits och tolkats som en sekundär sammanväxningsprodukt uppkommen i enlighet med en av honom förut uppställd regel (*Broman* 1904), enligt vilken orörliga embryonala vävnader alltid tendera till sammanväxning, om de med en viss intensitet pressas mot varandra. Förutsättningen för en sådan pressions av cekalspetsen mot bråcksäckens innervägg är här att söka i läget av navelsträngens perifera parti (den öronformiga utväxten) i förhållande till vänstra bakbenanlaget.



Textfig. 22. Samma som textfig. 21. Regionen ses från den yta, i vilken ileum inmyunnar. Ileum tänkes avskuren tätt intill inmyuningen.

Entodermet.

Den ileo-ceko-koliska regionens entoderm är starkt macererat, så att en fullt korrekt bild av detsamma icke kunnat erhållas. Mesodermetts inre gränsmembran är dock i större delen av regionen så pass bevarad, att en uppfattning av entodermrörets yttre gestalt möjliggöres. Entodermröret, som är fullständigt glatt, överensstämmer till sin form med den ifrågakommande tarmregionens *exteriör*. Ileums entodermrör inmyunnar med nära nog cirkelformigt tvärsnitt under rätt vinkel i cekumkolons, vilket senare just vid inmyuningen äger en svag, spöformig utvidgning, som sträcker sig ett stycke såväl apikalt som antiapikalt om densamma. Särskilt bör framhållas, att initialkolons entodermrör ligger i cekumrörets nästan rätlinjiga förlängning; den nämnda i mesenterialkapuchonen belägna kolonflexuren befinner sig ett gott stycke från ileummyuningen. Man jämföre i detta sammanhang referatet av *Ellenberger's* embryologiska undersökning i inledningen. Dessutom är

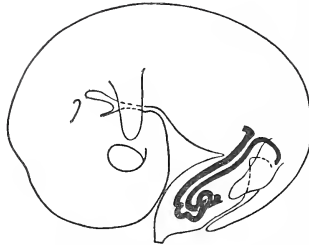
att märka beträffande ileuminmyningen, att mesodermets lumen där ansluter sig direkt till cekum-kolonlumen, så att någon tapplik inskjutning av ileumändan in i detta lumen ännu icke kommit till stånd. — I övrigt förlöpa både cekums och kolons entodermrör tämligen parallellt med de nämnda tarmdelarnas yttre konturer. Endast mot cekalspetsen vänder sig entodermröret något mera lateralt, så att ifrågavarande områdes mediala vägg är tjockare än den laterala, och i själva spetsen utvidgar det sig till en svagt uttalad, blåsformig ansvällning (se fig. 18, tavla VIII).

Histologisk byggnad.

Huvudmassan av de ifrågavarande tarmdelarnas vägg består av ett tämligen tätt maskverk av storkärniga, stjärnformiga bindvävsceller. Inåt begränsas detta mäktiga mesoderm lager av en tunn gränsmembran, vilken, som sagt, på sina ställen utvisar oregelbundna macerationsdefekter. Utåt visar mesodermet en betydande utdifferentiering av ett ännu tämligen tunnt barks kitt, av tydligt lättare liggande celler, vilka i övrigt till sin form och sina kärnors utseende överensstämma med de föregående. Allra ytterst befinner sig ett enkelt lager av i allmänhet låga, skivformiga celler med tämligen långsträckt kärna: den embryonal serosan.

Kolons celomatiska del.

Inne i bukhålan stiger kolon upp i dorsal riktning och fäster sig under ryggen, strax kaudalt om *omentum maius* och till vänster om pankreas med ett särdeles lågt krös. På detta ställe gör den en tydlig krök i kaudal riktning och fortsätter ut i kloaken. Kröset till denna kaudalt om kröken belägna del är vid tarmdelens mittparti något högre än såväl framtill som baktill, varigenom det kommer att något likna en skära. — Att döma av såväl de topografiska som de mesenteriala förhållandena påminner den nämnda tarmkröken om *flezura coli sinistra* hos människa, varför den preliminärt ges denna benämning. Den kaudalt om densamma belägna kolondelen torde således vara att uppfatta som homolog med människans *colon descendens*. — En skematisk bild av den del av stadium II's tarmkanal, som omtalats i ovanstående kapitel lämnas på nedanstående figur (textfig. 23).



Textfig. 23. Skema av ett 1,9 cm:s hästfoster med intecknade jejunum-ileum, coecum och colon.

KAP. II.

Embryo I (1,6 cm).

(10 μ ; hematoxylin-eosin).

Detta foster är det minsta i samlingen. Tyvärr har det skadats vid preparationen, men skadorna äro icke så djupgående, att de, sedan det närmast större fostrets anatomi blivit bekant, omöjliggöra en undersökning av detsamma. I allmänhet äro olikheterna mellan detta och det föregående stadiet icke avsevärda, och eftersom det är betydligt bättre fixerat och således mera lämpat för histologiska studier, komplettera de båda stadierna varandra.

Den genom preparationen åstadkomna lesionen har bestått däri, att en del av det proximala gullbläsladet slitits bort från *orificium omphali externum*. Detta har medfört, att ett stycke av ileum, som genom *arteria vitellina* är förbundet med detta blad, också gatt förlorat. Alldenstund detta stycke just är ileums mest terminala parti, har ävenledes gränsområdet mellan cekum och kolon molesterats. På grund av den genom gullblåsans avslitning åstadkomna tånjningen av *orificium omphali externum*'s ränder har cekum blivit avsliten ungefär på mitten och den avslitna delen dislocerad.

På det ifrågavarande embryot har kunnat konstaterats, att tarmkanalens allmänna utscende endast föga divergerar från förhållandena i stadium II. Också detta stadium äger fysiologiskt navelbräck. Den viktigaste olikheten hänför sig till cekumspetsens sammanväxning med navelbräckssäckens inre vägg. Medan denna hos embryo II förmedlas av en visserligen kort, men dock tydligt strängformig bildning, varigenom cekalspetsen kommer att ligga ett stycke ifrån sammanväxningens bräcksäcksyta, så är förhållandet i stadium I sådant, att *apex coeci* ligger direkt fastlödd till bräcksäcksväggen och denna fastlödning sträcker sig över ett område, som är större än i stadium II. Denna omständighet torde ge en fingervisning till tolkningen av trabekelns uppkomst: den primära sammanväxningssytan håller förmodligen på att genom tånjning utveckla sig till en sträng. En annan olikhet är, att vinkeln mellan navelsträngcelomets *manubrium* och *caput* här är större, så att cekum får mera rent lateral riktning. Samtidigt härmed har den omtalade omböjningen av *arteria omphalo-mesenterica* större krökningsradie, något som också gäller den intill kärlomböjningen liggande kolonflexuren. Dessutom är den i stadium II beskrivna kapuchonliknande mesenterialfallen, i vilken kolonflexuren ligger, här betydligt grundare. — De i embryo II funna ileumflexurerna återfinnas, med undantag för den sjunde och åttonde, också här och kunna identifieras med varandra; de äro i allmänhet i detta stadium mindre markerade.

Också beträffande den ileo-ceko-koliska regionens histologiska byggnad torde en nära överenskommelse råda mellan de båda stadierna. På grund av stadium

Is bättre fixering och mindre snittjocklek manifesteras sig de mikroskopiska detaljerna emellertid tydligare.

För jejunio-ileums vidkommande lämpar sig området i navelsträngens manubriecelom d. v. s. jejunum bäst för histologisk undersökning. Huvudmassan av denna tarmdels tvärsnittsytta utgöres av embryonalt mesoderm av karakteristisk byggnad: ett maskverk av stjärnformiga celler med tämligen små runda kärnor, inåt mot entodermet begränsat av en ganska tydlig *tunica propria* och utåt av den peritoneala beklädnaden. Ungefär mitt emellan dessa gränsskikt finnes ett ganska smalt område med tätare liggande celler, vilkas kärnor äro något större och i allmänhet transparentare och vilkas form är mera långsträckt än de övriga mesodermcellernas. De äro med sin längsaxel lagrade mer eller mindre rätvinkligt mot tvärsnittets radie och äro väl att uppfatta som modercellerna till den blivande cirkulära muskularis' glatta muskeceller. — Beträffande den ifrågavarande tarmdelens entoderm är att omtala det anmärkningsvärda förhållandet, att de tämligen stora cellkärnorna i detsamma ligga lagrade i flera skikt. Cellkärnorna äro emellertid så föga manifesta, att det icke med full säkerhet kan avgöras, om också cellerna själva utvisa samma förhållande, ehuru man är mest böjd för ett sådant antagande. Inåt äro cellerna icke skarpt avgränsade, utan fortsätta in i lumen såsom trådformiga, mer eller mindre buktiga utskott. Denna egendomliga tvärsnittsbild torde man böra sätta i samband med dålig fixering.

Beträffande cekum-kolon är att märka, att det hos stadium II påpekade cellrikare mesodermala barklagret framträder med större skärpa. I denna tarmregion är det emellertid framför allt entodermet som genom den bättre fixeringen kompletterar de på stadium II vunna resultaten. Detsamma består av ett tydligt enskiktat lager av ömsom cylindriska, ömsom mer päronformiga celler med rätt stora kärnor, vilka i och i närheten av kapuchonflexuren torde ligga ordnade i flera lager, men som längre cekalt och i själva cekum utvisa avgjort enkel lagring. Inåt mot lumen äro de avgränsade med ett till synes strukturlöst, svagare färgat skikt, vilketets inre kontur åtminstone i cekum är fullt tydlig, i kolon åter mera diffus.

KAP. III.

Embryo III (2,3 cm).

(15 μ ; hematoxylin-eosin)

(Härtill figg. 19 och 20 på tavla VIII).

Också detta foster är lederat. Skadan, som skett innan embryot kom i Institutionens ego, består i, att navelsträngen och en del av bukväggen saknas. Förmodligen har den tillgätt så, att fosterhöljerna med våld ryckts bort från fosterkroppen. Eftersom såväl äggperiferien genom navelsträngens s. k. allantoisdel som övriga fosterhöljerna stå i förbindelse med navelsträngen, så har också hela

navelsträngen och — att döma av det stora hålet i fostrets bukvägg — även en del av denna följt med vid avslutningen. Endast hålets kaudala begränsning är naturlig; *urachus*, som ett stycke perifert är bibehållen, torde genom sin större hållfasthet ha förhindrat ödeläggelsen också av hålets bakre kontur.

Detta våldsamma ingrepp har naturligtvis medfört en serie svåra skador för fostrets abdominala organ, och det är framför allt, *arteria omphalo-mesenterica* och *vena vitellina*, som härvid kunna väntas vara värst medfarna. De visa sig också vara avslitna; artären har brustit ganska långt perifert, så att dess nu fria ända hänger ut ett stycke genom det nämnda förstörade navelhålet; venens bristning har skett betydlig thögare dorsalt, inne i bukhålan; densammas centrala stump har icke påvisats. — Kärlen äro emellertid icke de enda organ, som påverkats av navelsträngens avslutning. Också hela den del av tarmkanalen, som genom mesenterier är förbunden med *arteria omphalo-mesenterica*, har säkerligen genom den starka tånjning av densamma, som föregick bristningen, blivit utsatt för svåra rubbningar med hänsyn såväl till de allmänna topografiska förhållandena som till de olika tarmavsnittens formkaraktär. Ett förhållande, på vilket professor *Broman* gjort mig uppmärksam, förtjänar i detta sammanhang att omtalas. Då kärlet efter bristningen strävade att återtaga sin ursprungliga längd, är det möjligt, att detta strävande förverkligats på ett överdrivet sätt, så att kärlet slungats längre in i bukhålan än vitalt. Detta kan ha haft till följd, att normalt extra-abdominala tarmdelar efter kärlets och navelsträngens bristning rejicerats in i bukhålan genom det förstörade navelhålet och att således en prematur reposition av fysiologiskt herniala tarmdelar kommit till stånd. Dessutom har man rätt att misstänka, att tarmflexurer, som icke funnits normalt, utbildat sig genom denna rejektion eller åtminstone blivit mera utfalade, om de funnits. Att verkligen en total dislokation av hela bukhålans innehåll ägt rum, bestyrkes därav, att ner i det nämnda navelhålet ha flikar av levern neddragits, vilka vid rejektionen icke hunnit undvika nog hastigt in i bukhålan igen, utan kilats fast i hålet genom blindtarmen och ileum. — Icke enbart totalbilden av de abdominala viskera har genom den oförsiktiga preparationen påverkats, också speciella delar av tarmkanalen äro lederade. Så äro både större delen av blindtarmen och ett stycke av ileum avslitna och ha gått förlorade. För cekums vidkommande får detta förhållande sin förklaring av, att cekalspetsen — som framgår av det närmast större stadiet — fortfarande står i förbindelse med delar, som införlivats med navelsträngen; vad ileum beträffar märkes, att dess terminalaste portion fortfarande finnes kvar, så att immynningen i cekum-kolon är bevarad.

Av det sagda framgår, att det ifrågavarande embryot är avsevärt molesterat, och att de skador, för vilka det utsatts, drabba områden, som äro kardinala för denna undersökning. Det kan fördenskull synas gagnlöst att offra en detaljerad beskrivning på ett så illa medfaret material. Hade detta embryot varit det enda, som stått mig till buds, hade en sådan invändning med fog kunnat framställas. Det visar sig emellertid, att det närmast större stadiet i min samling (3,7 cm) ut-

visar så karakteristiska likheter med det här omtalade, att — också med hänsyn till hästembryoners stora sällsynthet — det icke skulle kunnat försvaras att helt utdöma detsamma. Det måste dock erkännas, att den följande beskrivningen icke kan tillmätas lika stort värde som ifall den byggt på oklanderligt material.

Blodkärl.

I det ifrågavarande fostrets bukhåla intager den tjockväggiga *arteria omphalo-mesenterica* med tillhörande krös ett påfallande stort utrymme. Den utgår från *aorta* ganska långt kaudalt och har i sin begynnelse kranial riktning. Den gör emellertid snart en skarp böjning i ventral riktning. Det är möjligt, att denna böjning är överdriven på grund av den förut omtalade elastiska rejktionen. Dess lumen är på ett stort mittområde avsevärt förminskat; i sin längst perifera del är det fortfarande stort, men sammanfallet, medan det ett stycke efter utträdet från *aorta* äger ett imponerande tvärsnitt. På detta område utgå — förmodligen med en gemensam kort rot — ett flertal stammar till tarmarna. En av dem — *arteria ileo-coeco-colica* — tilldrager sig uppmärksamhet genom sin blodrikedom. Den stiger ned i ventral riktning till höger och parallellt med *arteria omphalo-mesenterica*. Dessa båda kärls väggar ha i stor utsträckning lösdisskerat sig från varandra, så att de numera sammanhånga blott med sina kaudala ytor. På ett ställe av deras kraniala ytor ega de emellertid fortfarande en tämligen kraftig förbindelse av mesenterial natur.

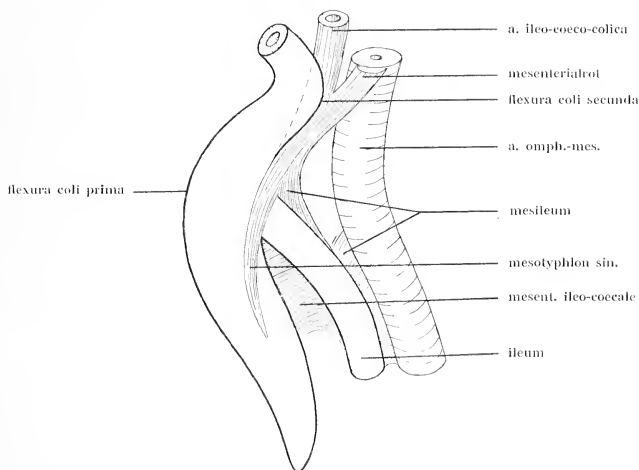
Ileum-cekum-kolons allmänna utseende.

Den kvarsittande ileumstumpen förlöper parallellt med *arteria omphalo-mesenterica*, således i dorsal riktning, är belägen på dess högra sida och förbunden med densamma genom ett högt och mycket tunnt krös. Kröset får snart förbindelse med *arteria ileo-coeco-colica*'s cirkumvaskulära väv och tilltager betydligt i tjocklek. Efter mottagandet av denna tjockare krösförbindelse inmynnar ileum i cekum-kolon på den kaudalt vända ytan, under med cekum spetsig vinkel och förbunden med densamma genom ett *mesenterium ileo-coecale*, varav dock endast rester återstå. — Den del av cekum, som finns kvar, är belägen kranialt om ileum, lätt tryckt till levern, jämte ileum utanför kroppshålan i den ganska stora öppning i bukväggen, som uppstått genom navelsträngens avslitning. Den har formen av en kort från sidorna något hoptryckt tapp med sin längsaxel riktad ventralt och snett åt höger. Dess antagliga utseende illustreras på omstående figur (textfig. 24).

Efter mottagandet av ileum beskriver kolon en svag båge med konvexiteten riktad kranialt och vänder sig därigenom något i kaudal riktning. För att vid kommande jämförelser kunna hänvisa till de olika kolonflexurena benämnas de redan nu. Den första svagt uttalade kolonflexuren, varigenom kolons längsaxel böjes kaudalt, ges namnet *flexura prima*. Den kaudala riktningen bibehålles blott

ett mycket kort stycke. Kolon vänder sig nämligen snart med en ganska skarp flexur, *flexura coli secunda*, åter kranialt och åt höger med svagt dorsal riktning. Genom denna flexur har kolon kommit över ett stycke åt vänster; flexuren är belägen rakt kranialt om *arteria omphalo-mesenterica's* cirkumvaskulära döck, som mottager densamma i en svagt markerad exkavation, med vilken kolon dock icke är sammanvuxen. *Flexura secunda's* konvexitet ligger således fritt.

Genom den i densamma meddelade högerriktningen når kolon *arteria ileo-coeco-colica* och gör här en tämligen tvär omböjning åt vänster. Det är icke uteslutet, att denna flexur är avsevärt överdriven, en uppfattning, som möjligen kan stödjas därav, att densammes mesen-



Textfig. 24. Schematisk bild av den ileo-ceko-koliska tarmregionen hos ett 2,3 cm långt hästfoster sedd från vänster. Större delen av *caecum* hypotetiskt kompletterad.

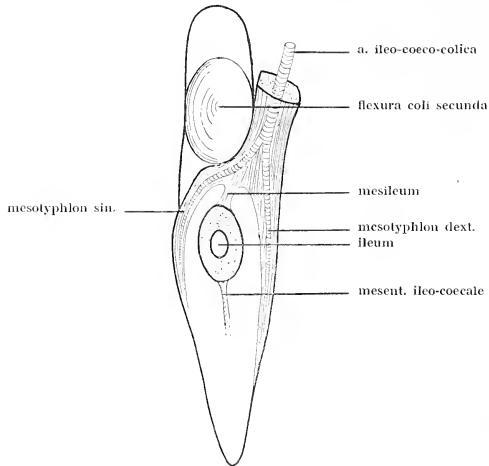
Luckan mellan »mesenterialnot» och »mesileum» är möjligen en artefakt.

terium, som utgår från flexurens konkavitet och som har formen av en kraftig sträng, också är flekterat. Det är just detta mesenterium, som representerar *arteria omphalo-mesenterica's* och *arteria ileo-coeco-colica's* kraniala förbindelse. Åt den nämnda tarmkröken ger jag namnet *flexura anonyma*. Den åt vänster gående kolongrenen svänger runt *arteria omphalo-mesenterica's* vänstra sida med rent kaudal riktning. I kärlets kaudala rand beskriver den en tämligen vid bäge dorsal och därefter något kranialt. Denna flexur benämner jag *flexura tertia*, med tillägget *pelvina*, emedan den — som av det följande blir klart — med stor sannolikhet är förelöpare till den flexur, som hos det fullgångna djuret fått detta namn. Den dorsala riktningen återtages så småningom, och kolon når slutligen så högt, att den nästan tangerar magsäckens fundusdel, kaudalt om omentet och strax till vänster om pankreas och duodenum. Kröset, som i *flexura tertia* är särdeles högt, har här blivit synnerligen lågt. På detta ställe gör kolon en mycket skarp krök (*flexura coli sinistra*) i ventral riktning, vilken så småningom blir mera kaudal, och sam-

tidigt blir kröset kontinuerligt högre. Längre kaudalt förminskas åter krösets höjd kontinuerligt, så att den kaudalt om *flexura sinistra* befintliga kolondelen (*colon descendens*) antager en lämpligen typisk kedjelinjeform.

Krösförhållandena.

Den ileo-ceko-koliska regionen är upphängd i mesenterier, som utvisa en karakteristisk anordning, vilken endast med obetydliga förändringar igenkännes hos det fullvuxna djuret. *Arteria ileo-coeco-colica's* vägg fortsätter sig perifert i en kraftig mesenterierot. Denna rot delar sig ett stycke ventralt om *flexura ano-*



Textfig. 25. Samma som textfig. 24 sedd från kaudalytan.
Ileum tänkes avskuren tätt intill inmyningen.

nyma i tre grenar, en medial och två laterala. Den mediala som tillika ligger mest kaudalt, har formen av ett ganska tjockt, i kroppens sagittalplan förlöpande blad, vilket går till ileum och utgör dennes terminala upphängningsband: *mesileum terminale*. Av de båda övriga grenarna, som kranialt äro skilda åt redan ett stycke dorsalt om *mesileum's* avgång förlöper den högersidiga som ett brett band i ventral riktning ned längs initialkolons och cekums högra sida. Den vänstersidiga grenen stiger nedåt kaudalt om initialkolon längs *flexura secunda's* högra yta. Här avger den en stark gren i dorsal riktning och fortsätter själv, ännu ett stycke i förbindelse med *mesileum*, som ett band, betydligt smalare än på högra sidan i en bäge med kranial riktning längs kolons och cekums vänstra

sida. Det framhålles särskilt, att den ifrågakarande krösgrenen icke ansluter sig till *flexura secunda*'s konvexitet. Flexuren kommer således att till synes ligga fri utan mesenterieförbindelse. Denna omständighet såväl som den, att kröset går till höger om flexuren, ger oss möjlighet att i ett senare stadium identifiera denna kolonkrök. — De laterala krösgrenarnas anslutning till initialkolon och cecum försiggår så, att deras kraniodorsala rand sammanväxer med tarmväggen, medan den kaudo-ventrala är fri. (Se textfigg. 24 och 25 och fig. 19 på tavla VIII.)

Dessa båda, kraftigt utvecklade och i ögonen fallande laterala krös äro att uppfatta som i första hand blindtarmens egna upphängningsband, åt vilka förden skull ges benämningen *mesotyphla propria*. Det närmare till hands liggande, ehuru språkligt mer misslyckade namnet *mesocoecum* har av veterinäranatomerna reserverats för en annan bildning hos det utvecklade djuret.

Mesodermet.

En histologisk undersökning av den ileo-ceko-koliska regionens mesoderm är på grund av materialets dåliga fixering föga givande. Blott det har konstaterats, att en utdifferentiering av det cirkulära muskellagret i cecum-kolon tydligen endast håller på att utbildas, medan densamma i ileum kommit längre. Det förtjänar påpekas, att denna utdifferentiering uppträder betydligt närmare lumen än det i stadium I och II omnämnda avskiljandet av ett celltätare barkskikt. Vid jämförelse mellan tarmmesodermetis histologi hos dessa båda stadier med förhållandet hos det nu ifrågakarande kan den förmodan uppstå, att utdifferentieringen av de myogena elementen i hästtarmen ursprungligen sker i ett yttligt barklager, utanför vilket ännu odifferentierad celler fortsätta att utveckla sig. På grund av att mellanliggande stadier icke äro tillgängliga, kan denna förmodan icke värderas.

Alldenstund *tunica propria* är väl bibehållen, har regionens mesoderm-lumen kunnat göras till föremål för särskilda studier. I alla i regionen ingående tarmdelarna utvisar detta lumen en slät yta.

Hæmmynningen i cecum-kolon försiggår på sådant sätt, att de laterala och apikala delarna av ileumänden bukta sig in i cecum-kolons lumen så att *orificium ilei* kommer att apikalt begränsas av en tydlig svulst. Den torde vara att betrakta som en artefakt.

Efter mottagandet av ileum vidgar sig kolonlumen avsevärt, så att en rymlig, från sidorna tillplattad hålighet bildas. Densammias tvärsnitt blir således elliptiskt med sin största kranio-kaudalt riktade längsaxel belägen ungefär i *flexura coli prima*. Denna flexurs kraniala vägg är betydligt tjockare än den kaudala. Omedelbar apikalt förträngens lumen på ett kort område för att ungefär i *flexura secunda* åter vidga sig. I förträngningen antager tarmen runt tvärsnitt, som i fortsättningen bevaras.

Entodermet. (Se fig. 20 på tavla VIII.)

Ej heller den ifrågavarande regionens entoderm befinner sig i sådant skick, att det lämpar sig för histologiska studier. Före eller vid fixeringen har entodermet skrumpnat och lossnat från *tunica propria*, så att det ligger som ett löst rör inne i mesoderm-lumen. Blott formen av entodermröret har kunnat studeras. Av blindtarmsentodermet finnes ett något längre stycke kvar än mesodermet; det utvisar en svag krökning i kaudal riktning. — Också entodermröret har antiapikalt om *flexura prima* en förträngning.

Reflektioner.

Av den lämnade beskrivningen kunna naturligtvis inga vittgående slutsatser dragas. Särskilt gäller detta kolons gestalt. Men den omsfändigheten, att kolon



Textfig. 26. Schematiskt bild av ett 23 cm långt hästfoster med in-tecknade terminal-ileum, caecum och större delen av colon.

redan i detta stadium utvisar flexurer, vilka alla — med undantag för *flexura anomyma* — på senare stadier kunna igenkännas både med hänsyn till sina riktningar, sina topografiska lägeförhållanden och dessutom till sina krösförbindelser, tyder dock på, att de icke uppstått fullständigt regelöst. Därmed är icke sagt, att dessa flexurer verkligen hade förekommit, om det ifrågavarande embryot behandlats med så stor skonsamhet, att *orificium omphali internum* bevarats i sitt naturliga skick. Att de likväl äro tillfinnandes på de ställen, där man — sedan man tagit del av det följande embryots anatomi — så att säga hade väntat dem, tyder dock på, att de förefunnits i latent tillstånd, som säkerligen är bundet vid preformerade egen-domligheter i såväl själva tarmens eller kanske i högre grad i mesenteriernas byggnad. Dessa stuktoregenomligheter torde ha utövat en kraftig dragning inåt buk-hålan, och de äro kanske skuld till att tarmkanalen vid det plötsligt åstadkomna vidgandet av kroppsnaveln dragits in i buk-hålan och detta på ett stadium, som

kan betraktas som för tidigt. Den omständigheten, att kolonflexurerna redan nu förekomma åtminstone i latent tillstånd, synes tyda på — för så vitt jag kan döma —, att repositionen av det fysiologiska navelbräcket, om den icke i detta stadium just är i sitt skeende, dock är nära förestående. Den allmänna uppfattningen (Mall 1897, Broman 1911) är, att repositionen av det fysiologiska navelbräcket utspelar sig — i en eller två repriser — inom en mycket kort tidrymd, varför det är föga antagligt, att det ifrågavarande fostret skulle befinna sig just i repositionsstadiet. Vid första påseende förefaller också det andra alternativet lika oantagligt, då man besinnar, att hos en i förhållande till hästen så liten varelse som människan, den nämnda repositionen försiggår först vid en embryolängd av 4—5 cm. Det bör emellertid framhållas, att *Schauder* (1917) beskrivit ett hästembryo av 3,2 cm's längd med fullständigt reponerat bräck och med — att döma av hans teckning — särdeles väl slutet kroppsnavel, och när härtill kommer, att *Broman* (muntligt meddelande) iakttagit en sådan reposition på ett 3,3 cm's homofoster, blir kanske det ovan framställda antagandet möjligare. — De i ovanstående kapitel beskrivna tarmdelarna illustreras av vidstående figur (textfig. 26).

KAP. IV.

Embryo IV (3,7 cm).

(15 μ ; hematoxylin-eosin).

(Härtill figg. 21—23 på tavla IX och X).

I detta stadium är *orificium omphali internum* nästan fullständigt slutet och det fysiologiska navelbräcket reponerat. Tarmarna ha dock ännu icke intagit sina slutgiltiga topografiska situs i bukhålan och ej heller äro deras krösförhållanden eller deras gestalt ännu definitiva. Vad som genast tilldrager sig uppmärksamhet i fostrets bukhåla är den mäktiga utvecklingen av cekum och kolon.

Cekum-kolons allmänna utseende.

Cekum ligger i kroppens medianplan, med sin längsaxel i dorsoventral riktning och med spetsen pekande umbilikalt. Tätt tryckt till dess högra sida ligger ileum i en S-formig krök; den inmynnar i cekum-kolons kaudala yta. Ett kort stycke dorsalt om ileummynningen gör den hittills dorsalt förlöpande initialkolon en rätvinklig krök i kaudal riktning och avsmalnar hastigt. Denna krök anser jag hava utvecklats ur *flexura prima* i stadium II. Bibehållande den kaudala riktningen endast ett kort stycke gör kolon ännu en särdeles skarp flexur mot sig själv, så att fortsättningen kommer att antaga rent kranial riktning och belägen till

vänster om den föregående tarmdelen. Det framgår av det följande, att denna flexur är identisk med *flexura secunda* i stadium III.

Så småningom vänder sig kolon i en vid bäge ventralt och kaudalt, så att den kommer att tangera blindtarmen på densamma vänstra sida ungefär halvvägs mellan ileummynningen och spetsen. Den nämnda bågens krösförhållande tyder på att de torde ha framgått ur *flexura anonyma* i stadium III, utan att dock vara fullt identisk med denna. Ett gott stycke kaudalt om blindtarmen böjer kolon åter om i en ej allt för trång bäge och fortsätter nära nog parallellt med och till vänster om den föregående tarmportionen, liksom den utförande en vid bäge, först i kranial, därefter så småningom i dorsal och kaudal riktning, till dess den når omentet på pankreas' vänstra sida, fäst vid ryggen i ett särdeles lågt krös. Den nämnda flexuren kaudalt om blindtarmen torde ha utvecklats sig ur *flexura tertia (pelvina)* i stadium III, varför den också här benämnes så. Uppe vid omentet, kaudalt om magsäckens fundusdel vänder sig kolon i en särdeles skarp krök — *flexura coli sinistra* — först kranialt, därefter mera ventralt för att så småningom antaga kaudal riktning. Denna del hänger i ett på mitten särdeles högt, halvmånformigt krös.

För att vid följande jämförelser med senare stadier bekvämt kunna angivas läter jag de nämnda fyra flexurerna avgränsa på kolon följande delar:

kolon 1 från ileummynningen till *flexura prima*,

kolon 2 från *flexura prima* till *flexura secunda*,

kolon 3 från *flexura secunda* till *flexura pelvina*,

kolon 4 från *flexura pelvina* till *flexura coli sinistra*,

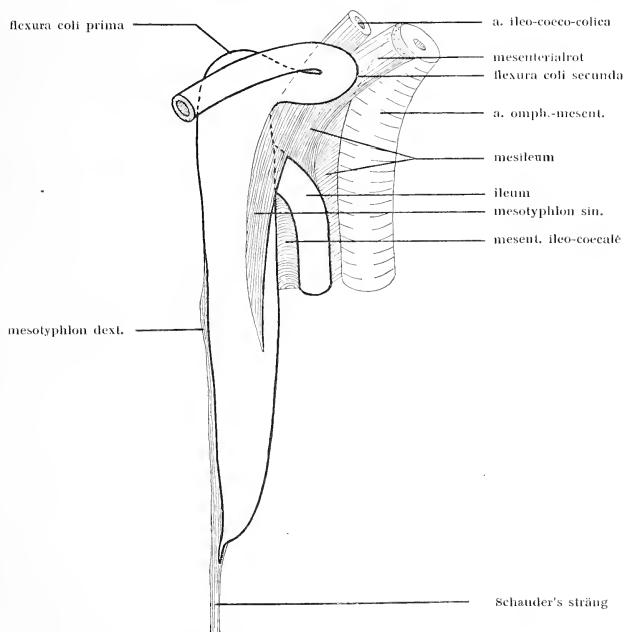
kolon 5 (*colon descendens*) kaudalt om denna sista flexur.

Beträffande läget av blindtarmen märkes, att den kommit betydligt högre upp dorsalt än i stadium III; den första kolonflexuren ligger ungefär på samma höjd som pankreas. Denna lägeförändring av den ileo-ceko-koliska regionen har naturligtvis i högsta grad påverkat densamma krösförhållande.

Krösförhållanden.

Den ileo-ceko-koliska regionens mesenterier utgå med en gemensam rot från bukhålans dorsala vägg och *arteria omphalo-mesenterica* ungefär på det ställe, där artären gör en tydlig krök i ventral riktning tämligen nära dess utflöde ur aorta. Denna gemensamma rot är kort. Den grenar sig nämligen ett stycke ventralt om sin insertion i två kraftiga huvudgrenar, en kranial och en kaudal. Den kraniala grenen uppbär större delen av kolon, delande sig i olika blad, vilkas beskrivning icke medtages i denna undersökning. För den kaudala huvudgrenens vidkommande åter, som uppbär den ileo-ceko-koliska regionen, kan man göra anspråk på en utförligare redogörelse. Den stiger enhetlig ned i ventral riktning, kranialt om *arteria omphalo-mesenterica* och *vena vitellina* och sammanväxer med kolons båda första avdelningar på deras högra sida. Själva *flexura secunda* ligger utan sammanväxning i en tydlig ekskavation i densamma vänstra sida. Strax ventralt om denna flexur delar den sig i tre grenar, en mittgren och två sidogrenar. Mittgrenen, som icke lösgör sig från *arteria omphalo-mesenterica*'s kraniala rand, förbinder sig med ileums kaudala yta och representerar således ett tämligen lågt *nuesileum*.

De båda sidogrenarna utgöra de båda *mesotyphla propria*, som här äro bättre utvecklade än på föregående stadier och fullt oskadade. På samma sätt som i stadium III stiga de ned som två band på båda sidor om cekum. Det framhålls särskilt, att det vänstersidiga bandet vid sin lösgörelse från den gemensamma huvudgrenen är betydligt svagare än det högersidiga. Banden övergå i sin kraniala rand utan skarp gräns i cekums yttliga lager, medan deras kaudala rand är fri. Det högersidiga bandet förlöper i bäge så småningom över på cekums kraniala rand

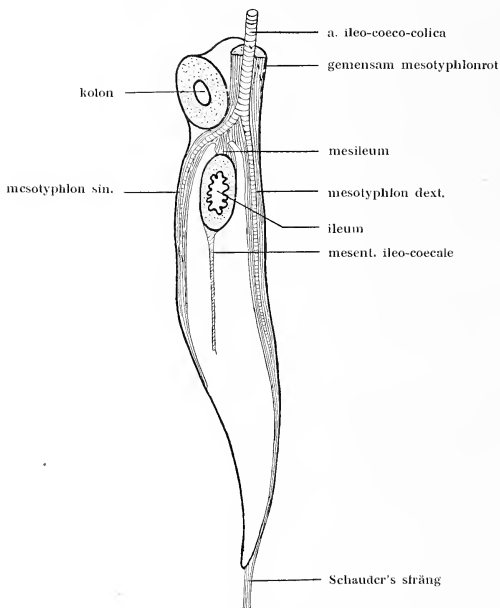


Textfig. 27. Schematisk bild av den ileo-ceko-koliska tarmregionen hos ett 3,7 långt hästfoster, sedd från vänster.

och fortsätter sig ända ut på cekums spets, där det övergår i en lång tunn sträng, som kan följas ned till *umbilicus* och vidare ut i navelsträngcelomet. Denna sträng, som först beskrivits av *Schauder* (1917) och av honom tolkats såsom ett *vas vitellinum*, utgör den uttänjda resten av den i stadium I och II beskrivna sammanväxningen mellan *apex coeci* och navelbräckssäckens innervägg (*Broman* 1918). I den nämnda mesenteriala huvudgrenen förlöper *arteria ileo-cecco-colica*, som också delar sig i tre grenar, en till *mesileum* och en till vardera av de båda *mesotyphla* (se textfig. 27 och 28) samt fig. 21 och 22 på tavla IX).

Cekums exteriör.

Blindtarmen imponerar genom sin längd, som uppgår till hälften av bukhälans dorsoventrala maximidiameter. Dess tvärsnitt är elliptiskt, med ellipsens långaxel parallel med kroppens längsaxel. Ventralt utlöper den i en spets, som utan gräns övergår i den nämnda strängen. Den är svagt S-formigt krökt i lateral riktning, med den ventrala svängens konvexitet riktad åt vänster. I svängens kon-



Textfig. 28. Samma som textfig. 27 sedd från kandalytan. Kolon tänkes avskuren strax kaudalt om flexura prima.

kavitet ligger en slynga av terminalileum. Tätt tryckt till den dorsala svängens konkavitet, således på cekums vänstra sida, är ett stycke av kolon 3 belägen.

Ytan är slät. Förutom de båda *mesotyphla* kan på blindtarmens yta påvisas en smal strängformig ås, som börjar diffust på den första kolonflexurens konvexitet, blir längre apikalt högre avsatt från väggen och sammansmälter ungefär vid blindtarmens mitt med den högra sidans *mesotyphlon*. Denna sträng är allt uppfatta som anlag till en tenie. — På den kaudala randen förlöper ileums krösförbindelse med cekum, det s. k. *mesenterium ileo-coecale*.

Mesodermlumen.

Beträffande formen på den ileo-ceko-koliska regionens mesodermlumens rörlumen anmärkes, att densamma är fullständigt glatt och att den lämpligen troget följer regionens exteriör. Cekums lumentvärnsnitt är på blindtarmens mitt uttalat elliptiskt, medan det både apikalt och antiapikalt därom är mera cirkelrunt. Apikalt utflöper det i en skarp spets; den på exteriören påvisbara svaga vänsterflexuren, som upptager en ileumslynga, är här tydligare. Inmynnandet av ileum i cekumkolon sker på samma sätt som i stadium II utan någon protrusion av ileumänden in i cekumkolons lumen. Efter mottagandet av ileum, som mynnar med mot cekum spetsig vinkel, utvidgar sig kolons mesodermlumen, som ligger i cekallumens rätlinjiga förlängning, högst betydligt i kranio-kaudal riktning; så att detsammas tvärsnitt nu är uttalat elliptiskt med ellipsens långaxel ungefär dubbelt så lång som kortaxeln och kranio-kaudalt riktad. Tvärsnittsarean är störst strax antiapikalt om ileum-mynningen; längre dorsalt förminskas den obetydligt för att i eller omedelbart kaudalt om *flexura prima* bliva avsevärt mycket mindre och samtidigt cirkelrunt till formen. Denna tvärsnittsarea bevaras åtminstone till *flexura pelvina*, varför man således icke kan tala om någon ringformig avsnöring av kolons lumen i den nämnda *flexura prima*.

Entodermet.

Den ifrågakvarande regionens entoderm har nått en anmärkningsvärd utveckling. Medan det i alla de föregående stadierna slätt uttapetserade mesodermlumen och således dess tvärsnitt hade en ytterdiameter, som på grund av skrumpning var något mindre än mesodermlumens, så har i detta stadium entodermet i vissa tarmdelar tilltagit mäktigt i vidd. Det uttapetserar fördenskull nu ej längre slätt mesodermlumen utan har i ileum och kolon I lagt sig i särdeles djupa men korta, långsgående veck. Veeken upphöra åt *flexura prima* till så småningom, medan de åt blindtarmen till försvinna ganska plötsligt. För så vitt man kan döma av det ganska illa fixerade preparatet äro dessa veck ingenstädes i den ileo-ceko-koliska regionen stödda av mesodermlumens element, något som emellertid är förhållandet i den angränsande duodenum. (Se fig. 23 på tavla X.)

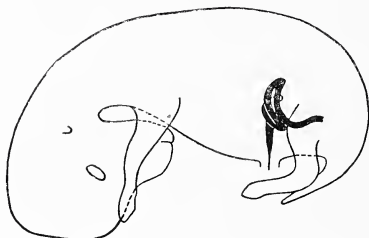
Histologisk byggnad.

Preparatet är, som nämnt, dåligt fixerat, varföre närmare studier av dess histologiska byggnad icke kunna ge säkra resultat. Så mycket kan konstateras, att den i föregående stadium iakttagna begynnande utdifferentieringen i mesodermet av myogen vävnad här gått betydligt längre. Denna differentiering hänföres sig emellertid, som är att vänta, blott till det blivande cirkulära muskelskiktet, utanför vilket

fortfarande befinner sig ett tunnt område av troligen odifferentierat embryonalt mesoderm. Av särskilt intresse är att studera de båda mesotylfernas övergång i cekalväggen, därför att man här skulle vänta en begynnande utdifferentiering av längsriktade myogena celler såsom förelöpare till de blivande muskulära tenierna. En sådan har ännu icke kommit till stand. Också den ovan omtalade åsliknande upphöjningen längs cekums kraniala yta består enbart av odifferentierad bindväv.

Sammanfattning och reflektioner.

En sammanfattning av den i detta kapitel utförda analysen ger vid handen följande. Det undersökta fostrets grovtarmpaket har vandrat betydligt mera dorsalt än i föregående stadium. Blindtarmen har också tilltagit i längd och dess egen suspensoriemekanism (mesotylferna) har utvecklats vidare.



Textfig. 29. Skematisk bild av ett 3,7 cm långt hästfoster med in-tecknat grovtarmpaket.

De olika kolonflexurerna ha skarpere markerats. Detta gäller isynnerhet de tre första flexurerna. Den flexur, som i stadium III benämndes flexura anonyma, har genom den dorsala dislokationen förmodligen utträtats och de båda tarmavsnitt, som bildat densamma, torde nu ingå i den tredje kolonavdelningens båge.

Redan i detta sammanhang torde det icke vara ur vägen, att än en gång rikta uppmärksamheten på den ileo-ceko-koliska regionens topografi. Som av det följande kapitlet framgår, kommer nämligen i ett mellanstadium mellan det nu beskrivna och det följande en torsion kring längsaxeln att ega rum för cekums och den första kolonportionens vidkommande. Det kan därför vara nyttigt att redan nu klargöra för sig, vilken torsionsriktning på grund av de topografiska förhållandena skulle vara den lättvindigaste och desslikes förorsaka minst dislokationer av angränsande kolonavsnitt. Den nämnda torsionen måste försiggå i den ileo-ceko-koliska regionens speciella mesenteriegren, och om man erinrar sig, att densamma förlöper på kolon 2's högra sida, samt att kolon 3's initialdel ligger på kolon 2's vänstra sida och i ungefär samma frontalplan i fosterkroppen, finner man utan vidare överläggning, i vilken riktning denna torsion skulle erbjudas

minsta hinder: *torsionen har lättast att ske i höbergånga d. v. s. skruvlinjefåran i krösgrenen efter torsionen kommer att gå på samma sätt som i en korkskruv, som skruvas i genom högra handens supination. Tänker man sig fostrets cekalspets pekande mot åskådaren, skulle alltså en axelvridning mot visargången på ett ur (höbergånga) kunna utföras mot betydligt mindre motstånd och åstadkomma betydligt ringare omlagring av hela kolon än en vridning i visargångens riktning (vänstergånga) — En totalbild av de ovan omtalade tarmdelarna visas på textfig. 29.*

KAP. V.

Embryo V och VI (9 och 20 cm).

(Härtill figg. 24—26 på tavla X.)

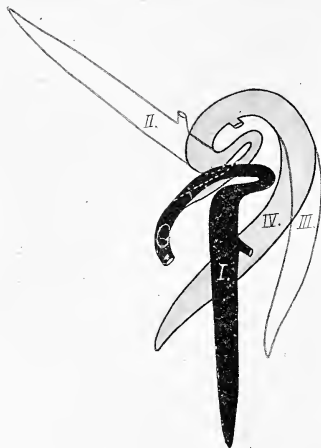
Embryo V.

Av dessa båda foster tillhör det förstnämnda Lunds Universitets Zoologiska Institution. Det utgöres av ett gammalt, daligt fixerat, sprillagt exemplar, med symmerligen sköra tarmar. Ur densamma har preparerats cekum med tillhörande terminala ileumstump och större delen av kolon t. o. m. *flexura coli sinistra*. Vid preparationen har den proximala delen av den ileo-ceko-koliska regionens mesenterieanordning ledererats. Genom jämförelse med förhållandena hos embryo VI har densamma dock kunnat rekonstrueras. — Preparatet har paraffininjicéddats, serieskurits i 15 μ -tjocka snitt och färgats med hematoxylin-eosin.

Den ileo-ceko-koliska regionens exteriör.

I detta fosters bukhåla ha försiggått genomgripande förändringar för den ileo-ceko-koliska regionens vidkommande, vilka förändringar hänföra sig bade till regionens gestalt och topografi och genom vilka densamma nära nog kommer att fullständigt överensstämma med förhållandet hos det fullgångna djuret. Det är framför allt cekum och kolon I, som drabbats av dessa förändringar, varigenom deras läge i förhållande till övriga kolonavsnitt och till duodenum blivit helt annorlunda än i det föregående stadiet. Oavsett deras längd- och tjocklekstillväxter, vilka även de äro avsevärda, är den utan gensägelse mest genomgripande förändringen den, att cekum jämte ett avsevärt stycke av kolons initialdel torckerats runt sin längsaxel i ungefär 180°, så att den cekumyta, som i stadium IV var riktad kaudalt, nu blivit kranial; den förutvarande högern sidan har nu blivit vänstersida och samtidigt har den ileo-ceko-koliska regionen förskjutits något åt höger, dorsalt och möjligen kranialt (se textfig. 30). Dessutom har cekum och kolon I antagit formen av en båge. Den cekala delen av denna båge, som har relativ stor krökningsradie, har sin konvexitet riktad kaudalt, medan den koliska delen med kontinuerligt sig min-

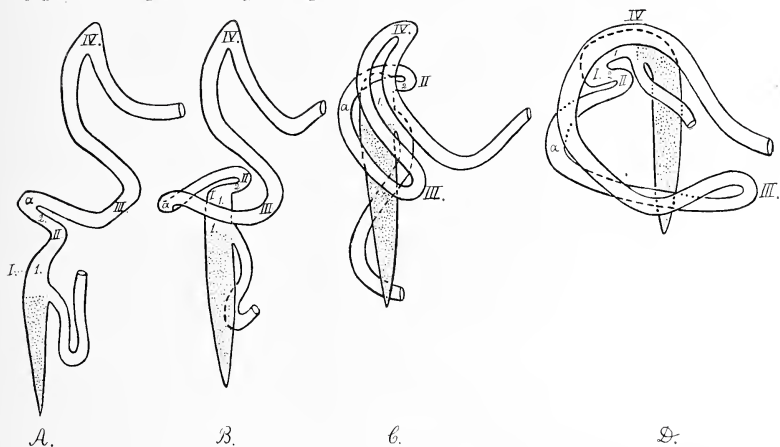
skande krökningsradie kommer att vända sin konvexitet dorsalt, kranialt och slutligen ventralt. Sedd som enhet har således cekum och kolon 1 ungefärligen antagit formen av en spiral med stor vidgning. Alldenstund den ileo-ceko-koliska regionens flexurer äro särdeles viktiga för homologiseringen med krökarna i föregående stadium, beskrivas de närmare. Den nya krökning som utvecklats sig i detta stadium, faller i övervägande grad på regionens cekala område, och flexuren har minst krökningsradie d. v. s. är mest uttalad i blindtarmens initialparti, strax apikalt om



Textfig. 30. Hypotetisk framställning av den ceko-koliska torsionens förlopp. I. representerar stadium IV. Kolon 2' längd är överdriven. II. representerar ett tänkt fall, som aldrig förverkligas. III. representerar stadium V. IV. representerar stadium VI.

ileummynningen, där cekum äger en nästan rätvinklig böjning samt ett tydligt inskjutande veck från böjningens konkava sida. Efter mottagandet av ileum, som när cekum-kolon i en vid bäge på cekums numera vänstra sida, försätter sig kolon 1 ett gott stycke tämligen rak och i kranial riktning med svagt ventral deviation. Detta stycke begränsas kranialt av en skarp flexur, varigenom tarmen vänder sig ventralt och kaudalt och förtränges tydligt. Denna flexur torde, om icke fullständigt vara identisk med, så dock hava utvecklats sig ur *flexura prima*, och det nämnda kolonavsnittet torde sålunda motsvara kolon 1. Detta avsnitt är det, som *velerinaratomerna* hos det fullgångna djuret kalla **basis s. fundus s. caput coeci** (*Ellenberger's saccus ventriculiformis*) och för vilket jag själv med upptagande av

Percival's och *Franck's* äldre terminologi förslagit benämningen **caput coli**. Att det tillhör kolon, är således höjt över varje tvivel. — Den ventrokaudalt gående kolondelen, vilkens tillväxt icke hållit steg med de övrigas, vänder sig mycket snart ater ventrokranialt i en skarp flexur, som identifieras som *flexura secunda*, och tarmavsnittet mellan den föregående och denna flexur motsvarar således kolon 2. Om denna identifiering är riktig, har den nämnda torsionen skett anallt om *flexura secunda*, troligen i kolon 3's initialdel. — Vidstående figur (textfig. 31) anger, hur jag tänker mig utvecklingen av grovtarmen från stadium III till stadium V.



Textfig. 31. Schematisk framställning av den ilco-ceko-koliska tarmregionens utveckling.

A: 2,5 cm långt foster. B: tänkt mellanform. C: 3,7 cm långt foster. D: 9 cm långt foster. I. flexura prima. II. flexura secunda. III. flexura pelvina. IV. flexura coli sinistra. 1: kolon 1. 2: kolon 2. α: »flexura anonyma» och dess resultantflexurer. Det prickade området: coecum.

Colon (forts.).

Den nämnda på *flexura secunda* följande i kranioventral riktning gående kolonslyngan fortsätter i kranial riktning och utlöer en vid båge med konvexiteten framåt, vänder sig därigenom i kaudal riktning, böjer rätt långt kaudalt om blindtarmen om i en granska skarp flexur, som utan tvekan identifieras med *flexura pelvina* såväl i det föregående stadiet som hos det fullgångna djuret, och fortsätter därefter i en vid båge, belägen till vänster om den förra och parallel med denna. Anmärkas bör, att dessa båda parallela slyngors kranialt riktade bågar, som tydligen hos det fullgångna djuret motsvara de tyska veterinäranatomernas *flexura diaphragmatica ventralis et dorsalis*, här ligga vid sidan av varandra, således i samma topografiska transversalplan. *Flexura coli sinistra* återfinnes också i detta stadium, även här karakteriserat av sitt låga krös. (Se fig. 24 på tavla X.)

Mesenterier.

Beträffande den ileo-ceko-koliska regionens mesenterier anmärkes till en början, att de vid utprepareringen av regionen blivit skadade. Kompletterande studier på det närmaste större fostret samt de observationer, som gjordes vid denna preparation, ge emellertid vid handen, att också krösförhållandena tämligen nära överensstämna med det fullgångna djurets.

Det har utvecklats sig en gemensam krösrot, som omger *arteria mesenterica anterior* och vid vilkens utlöpare större delen av hela tarmkanalen fäster sig. Denna krösrot avskiljer en ganska stark huvudgren, armerad av *arteria ileo-coecocolica*. Den stiger ned ventralt på vänstra sidan av kolon 1 och delar sig vid dennes ventrala rand i fyra grenar. Den mest kraniala av dem vinner med sin kaudala rand förbindelse med den tredje kolonavdelningens initialdel på vänstra sidan; dess kraniala rand, som är mycket tunn, förblir fri och spänner mellan *flexura prima* och kolon 3's initialdel; hela mesenteriet har formen av en skära med konvexiteten kaudalt. Den mest kaudala av grenarna riktar sig rent kaudalt och förbinder sig med ileum längs dennes vänstra sida. Det är *mesileum*. Av de båda mellersta grenarna dyker den ene in mellan den förstnämnda grenen och ileum med riktning rent å höger. Den kommer således att ligga ventralt om kolon 1, som den korsar, för att åter komma till synes på cekums högra sida. Den är i sin begynnelse särdeles försvagad och är endast att betrakta som en tämligen tunn hinna, i vars fria ventrala rand löper ett blodkärl; den dorsala randen är sammanvuxen med kolonväggen. På cekums högra sida förtjockas den kraftigt till en hög ås, som med sin kaudala rand sammanväxer med cecalväggen och följer den nedåt mot spetsen; den upphör dock innan denna uppnåtts. Dess kraniala rand är fri. Dorsalt fortsätter den sig längs kolon 1's högra sida, böjer skarpt om i ventral riktning och blir bredare, samt förlorar sig så småningom längs samma sida av kolon 3's initialdel. Den kommer således att förbinda kolon 2 och 3 med varandra. Denna förbindelse skrider med tiden längre ventralt, så att slutligen den ifrågakvarande grenen kommer att utveckla sig till ett blad, sträckande sig mellan cecum och kolon: veterinäranatomernas *mesenterium coeco-colicum*. Den skildrade krösgrenen är ingenting annat än det ursprungliga vänstersidiga mesotyplet, som nu efter torsionen kommer att förlöpa på cecum-kolonens högra sida. Den andra av de båda mellersta grenarna, som är det ursprungliga *mesotyphlon dextrum*, stiger ned kaudalt om *terminalileum* och förtjockas till en hög ås, som följer cekums vänstra yta, med vilken den sammanväxer. Den svänger så småningom över på cekums kaudalyta och kan följas ända ut till *apex caeci*. (Se fig. 26 på tavla X.)

Cekum-kolons närmare beskrivning.

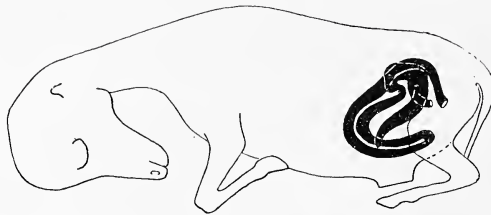
Cekum-kolons form närmar sig förhållandet hos det fullvuxna djuret. *Aper cœci* är riktad något kranialt och ger intryck av att vara betydligt trubbigare än i det föregående stadiet. Emellertid har densamma vid preparationen blivit skadad, varför den förut omtalade umbilikalaförbindelsesträngen icke med säkerhet kunna påvisas. Dock förekommer på cekums ventralyta nära spetsen en kort protuberans, som påminner om en av *Schauder's* (1917) figurer. Cekums yta är slät. Dess tvärsnittsarea, sedan mesotylferna bortpreparerats i allmänhet rund, är störst ungefär vid tarmdelens mitt och föminskas långsamt i apikal riktning. Strax apikalt om ileummyningen minskas den tämligen plötsligt genom det förut omtalade ventrala vecket, men förstoras åter och har ungefär samma storlek och runda form genom hela kolon I. Kolon 2's d. v. s. det blivande *collum colli lumen* är praktiskt taget fullständigt utfyllt av entodermet. Såväl kolon 2's som 3's tvärsnittsarea är något mindre än kolon 1's och blindtarmens.

Hela den ileo-ceko-koliska regionens mesodermlumen har i detta stadium utvecklats i längsgående veck, som är djupast i ileum. Terminalileums mesodermlumen är avsevärt förträngd och mesodermväggen utvisar just vid övergången i cekum-kolon en tappliknande inbuktning in i cekum-kolons lumen. På grund av, att ileum's tvärsnittsarea är endast obetydligt mindre än cekum-kolons intager denna fetala protusion ett avsevärt mycket större utrymme än hos det fullvuxna djuret.

Histologisk byggnad.

En histologisk undersökning av den ileo-ceko-koliska regionen ger vid handen, att många av de detaljer som äro bekanta från den fullvuxna hästen, också i detta stadium kunna påvisas. Entodermröret ligger i djupa längsgående veck, som äro stödda av listformiga utväxter från mesodermet. Det är uppbyggt av höga celler, vilkas kärnor ligga i flera rader, och som vila på en tydligt framträdande *membrana propria*. Utanför denna och skild från densamma genom oregelbundna skrumpningshåligheter ligger en utdifferentierad submukosa, som utfyller större delen av tarmens tvärsnittsarea. I densamma kan särskiljas två lager, ett inre cellrikare, och ett yttre cellfattigare, bestående av stjärnformiga embryonala bindvävs-celler. Utanför submukosan befinner sig muskellagret, i förhållande till denna särdeles tunnt, i vilket differentieringen i två skikt blivit fullt tydlig. Det inre av dessa består av ett sammanhängande tunnt lager av cirkulärt gående muskelceller, medan det yttre — för så vitt man kan döma av det dåligt fixerade materialet — fortfarande till allra största delen består av bindvävs-celler. Endast på bestämda ställen har detta lager utdifferentierat sig i längsgående stråk av muskulära element. Av sådana kunna fyra stycken påvisas och de äro naturligtvis intet annat än de blivande tenierna. Av dessa äro de, som ligga innanför de båda mesotylfernas sam-

manväxning med cecalväggen de kraftigaste. Dessa båda, den mediala och den laterala tenien, (*tenia interna et externa*) utvisa i sin fortsättning längs kolon 1 tydliga anlag att tilltaga i höjd och bilda den muskulära anordning, som beskrivits hos det fullvuxna djuret i denna undersöknings förra del. Det stråk som ligger innanför *mesenterium ileo-coecale*'s insertion på blindtarmsväggen, visar sig också i större delen av sin utsträckning bestå av muskelceller, medan det, som man skulle kunna kalla *taenia dorso-caudalis*, tillsvidare blivit tydligt muskulär blott i sin koliska och i sin mest dorsala cekaldel. Den är dock på exteriören i hela sin längd fullt tydlig som en listformig upphöjning, vilken nedåt mot eekalspetsen sammansmälter med det vänstersidiga mesotyfflet. — Dessa långsgående muskelstråk tyckas således åtminstone i cekum vara avbrutna av mellanliggande odifferentierad bindväv. Enligt den veterinära uppfattningen är emellertid hos det vuxna djuret också det långsgående muskellagret enheligt över hela eekalytan, ehuru det mellan tenierna är utomordentligt tunnt. Om denna uppfattning är riktig, skulle således detta mellanliggande tunna muskellager utdifferentiera sig senare än tenierna. — De ovan omtalade tarmdelarnas topografi framgår av vidstående figur (textfig. 32).



Textfig. 32. Schematisk bild av ett 9 cm. långt hästfoster med in-tecknat stortarmpaket.

Embryo VI.

Det närmast större stadiet (20 cm. långt), vilket blott blivit makroskopiskt undersökt, skiljer sig endast obetydligt från det nyss skildrade. Blott den ökade längd- och tjocklekstillväxten av den ileo-ceko-koliska regionen framträder tydligt. Längdtillväxten har framför allt drabbat kolon 3's initialparti och kolon 4's terminalparti. Den har åstadkommit, att dessa kolondelars kranialt riktade bågar förskjutits i kranio-ventral riktning och förändrat läge, så att kolon 4 på detta område kommer att ligga dorsalt om kolon 3, varigenom de topografiska förhållandena ännu mer närmat sig det fullvuxna djurets. En svag spolförmig utvidgning av kolon 4, anlaget till den blivande »magformiga utvidgningen» kan också konstateras. — Den mest i ögonen fallande olikheten mellan detta stadium och det närmast mindre är, att eekum ungefär på mitten utvisar en utomordentligt skarp flexur kaudalt och dorsalt, så att det flekterade avsnittet förlöper parallellt med och tätt tryckt till den övriga cekaldelen. Också på ännu senare fosterstadier kan

den iakttagas; den torde emellertid i vanligaste fall åter försvinna, ehuru också på fullvuxna djur man rätt ofta kan konstatera densamma. Hos dessa torde den med säkerhet icke vara att hänföra till anatomiskt preformerade formkarakterer; vad anledning till densamma hos foster kan vara, har icke speciellt undersökts.

Sammanfattning.

Vid läsningen av detta kapitel koncentreras intresset kring den beskrivna torsionen av den ileo-ceko-koliska regionen. Vilka krafter, som härvid varit verk-samma har jag icke spekulerat över. Däremot har torsionens riktning med till visshet gränsande sannolikhet kunnat avgöras. Det är framför allt mesotyflernas och de i dem förlöpande blodkärlens förlopp, som lämna avgörande vittnesbörd. På grund av att det är det definitiva högermesotyflets initialdel som från den gemensamma roten på regionens vänstra sida vänder sig i dextrolateral riktning och passerar ventralt om den första kolonavdelningen, måste torsionen ha skett i *högergånga*, vilken vridningsriktning förut framstälts som den mest facila.

Dessutom har av detta kapitel framgått, att den gamla *Percival'ska* och *Franck'ska* benämningen *caput coli* är riktig, därför att den så benämnda tarm-portionen utan ringaste tvekan är att anse som en del av kolon. Den av det stora flertalet veterinäranatomer hyllade åsikten, att den skulle vara en cekumdel, är således fullständigt oriktig.

RESUMÉ.

Sur la région intestinale iléo-céco-colique du cheval.

Avant-propos.

Par région intestinale iléo-céco-colique, j'entends la fraction du canal intestinal qui se compose du cécum, de l'iléon terminal et de la fraction initiale du colon.

Étant un organe cavitaire, constitué principalement de tissu musculaire et manquant de squelette rigide, la région iléo-céco-colique n'a pas de forme permanente ou définissable. La forme dépend de la «volumetric posture», au sens donné par M. *Sherrington*, et celle-ci est, à son tour, une fonction du volume du contenu. Ce contenu n'est pas nécessairement solide ou liquide; il peut aussi être gazeux. Les différentes «volumetric postures» s'établissent par l'action des cellules musculaires lisses de la paroi intestinale, qui ont la propriété de s'ajuster à des longueurs différentes. Cet ajustement, je le comprends comme étant le composant effecteur de l'action réflexe proprioceptive des cellules musculaires, et j'ai, pour cette action, proposé le nom de *plasticense*.

Pour les «volumetric postures», il faut distinguer deux cas extrêmes: l'un, quand les cellules musculaires se sont ajustées à leur longueur la plus grande et que, par conséquent, la capacité de l'organe ou d'une partie de l'organe est aussi la plus grande; l'autre, quand les cellules se sont ajustées à leur longueur la plus petite, avec une influence sur la capacité de l'organe ou d'une partie de l'organe opposée à la première. Le premier cas, je l'appelle *curi-hexie* et le second *sténo-hexie*. Entre ces deux cas extrêmes, qui ne se sont probablement jamais produits, pendant la vie, simultanément sur une fraction considérable du canal intestinal, un organe cavitaire peut prendre n'importe quelle «volumetric posture» et, par conséquent, aussi presque toutes les formes possibles avec des bosselures et des étranglements locaux.

Un organe cavitaire, ayant la nature de réservoir et la possibilité de s'évacuer, a — grâce à la plasticense des fibres musculaires de la paroi — la propriété de se combler sans augmentation de la pression interne. Cette propriété a atteint

à sa limite supérieure, lorsque les éléments conjonctifs de la membrane submuqueuse commencent à se dilater. Ces éléments n'ont pas de plasticité; il faut donc, pour qu'ils se dilatent, que la pression endo-entérale augmente. Réduit à l'état d'un sac submuqueux et gonflé par une surpression légère (*Cruveilhier*), un viscère donne donc la forme d'une région intestinale en euri-hexie. Sur cette forme, une anatomie entérale comparée pourrait être basée.

La forme d'un boyau mort ou mourant doit être considérée comme la caricature de la forme d'une boyau vivant (*Barclay-Smith*). L'apparence vitale d'une portion entérale ne peut être étudiée, sans crainte de mésinterprétation, qu'à l'aide des rayons X dans une cavité abdominale intacte. Puisqu'on doit considérer la forme d'une portion entérale comme une fonction de l'ajustement des éléments musculaires de la portion, on arrive tout de même à une conception approximativement exacte de sa forme en étudiant la texture musculaire à l'état de mort. Par une reconstruction hypothétique de la forme, les fibres musculaires supposées en long-ajustement maximal, on obtient une image approximative de la portion entérale en euri-hexi.

Le problème.

Au point de vue d'anatomie comparée, on définit le boyau aveugle (*caecum*) comme la fraction de la région intestinale iléo-ceko-colique qui s'étend de l'orifice de l'iléon à la pointe aveugle de cette même fraction. L'iléon débouche, par conséquent, dans la limite même entre le cécum et le colon. Dans la littérature vétérinaire, on ne borne pas le cécum de cette manière. Les anatomistes vétérinaires décrivent le cécum équin comme étant une portion entérale intercalée entre l'iléon et le colon et se terminant par deux extrémités aveugles, l'une inférieure et plus pointue, l'autre supérieure et plus arrondie. Cette dernière est appelée la base, l'arc ou la crosse du boyau aveugle (aussi *caput coeci*). Dans cette portion entérale amphitèle, l'iléon et le colon débouchent tous les deux. Quant à la position réciproque des deux orifices, on trouve dans la littérature vétérinaire trois opinions différentes. Les anatomistes français prétendent que l'orifice du colon est situé anti-apicalement à l'orifice de l'iléon. Quelques auteurs allemands (l'École de *Dresde*) sont d'avis que l'orifice du colon a une position apicale à l'orifice de l'iléon; d'autres (l'École de *Giessen*) placent les deux orifices sur le même plan transversal de l'intestin. A l'encontre des auteurs vétérinaires, *Buffon* et *Daubenton* ont décrit la crosse comme une partie du colon et non pas du cécum.

Afin de constater laquelle de ces opinions est la bonne, j'ai soumis cette matière à un examen renouvelé, au point de vue morphologique aussi bien qu'embryologique. Les résultats de mes recherches sont les suivants.

La morphologie de la région iléo-céco-colique.

1° L'ouverture que les anatomistes vétérinaires appellent l'orifice céco-colique est constamment située anti-apicalement à l'orifice de l'iléon. La zone intestinale qui s'étend entre ces deux ouvertures et qui, par les vétérinaires français, est appelée la crosse du cécum n'est pas une portion cécale, mais constitue le colon initial réel. La dénomination que donna à cette zone le vétérinaire anglais, W. Percivall (1832) est la plus correcte et doit être maintenue aussi en raison de sa priorité. Cette dénomination est: *caput coecum coli* (tête aveugle du colon). Pour la partie suivante du colon, qui se présente souvent extrêmement étranglée dans les cadavres mais qui est excessivement dilatable dans des boyaux survivants, j'ai proposé le nom de *collum coli* (cou du colon). J'ai remplacé la dénomination *orificium coeco-colicum* de la littérature vétérinaire par celle de *aditus colli* (entrée du cou).

2° Selon mon opinion, il y a deux formations intestinales de nature cécale, l'une vraie, l'autre fausse, qui se distinguent par la texture de leurs fibres musculaires circulaires. Dans une formation intestinale cécale vraie, les anneaux musculaires de la couche profonde se rétrécissent de plus en plus vers l'extrémité de l'organe pour former ce qu'on pourrait appeler un *vertex*. La tête du colon manque de *vertex*. Les fibres musculaires circulaires de la tête sortent radiairement d'une partie musculuse épaisse située de chaque côté de la tête. Les fibres d'un côté se rattachent à celles de l'autre. Cette partie musculuse épaisse, je l'ai appelée *scutum* (bouclier). — *Caput coli* n'est donc pas une formation cécale vraie, mais doit être considéré comme une courbure d'un boyau qui est, quant à sa micro-texture, uniformément constituée (*courbure de la tête*).

3° Le rayon de fléchissement de la courbure mentionnée est anormalement court dans les boyaux morts. Ce fait dépend d'un court-ajustement agonialement exagéré de deux bandes charnues longitudinales, qui s'étendent le long des côtés de la courbure (*taenia interna et externa*). Elles n'adhèrent pas à la paroi intestinale de la même manière qu'une ténie ordinaire; elles ne sont reliées à cette paroi que par une mince membrane, un *mésomygium*, de sorte qu'elles agissent comme la corde d'un arc. Les bandes charnues s'insèrent dans les boucliers déjà mentionnés.

4° Le cou du colon présente aussi une courbure fortement prononcée (*courbure du cou*), dont la direction de fléchissement est opposée à celle de la précédente. *Caput* et *collum coli* prennent ainsi la forme d'une S. De chaque côté du cou, il y a une ténie d'une hauteur considérable et le plus développée du côté gauche. Elle porte à son bord libre un faisceau musculaire *bordant* et à sa surface adhérente un faisceau musculaire *basal*. Ces ténies s'insèrent aussi dans le bouclier du côté correspondant et forment ainsi la continuation des ténies de la tête. Par le court-ajustement agonialement excessif des faisceaux bordants de ces ténies, le rayon de fléchissement de la courbure collaire devient aussi anormalement court. Les faisceaux basaux — le plus fortement développés dans la région du bouclier — sont

supposés avoir une fonction différente. A leur court-ajustement ils tirent les parties latérales du cou, auxquelles elles son attachées, dans la direction de la tête. De la sorte, le plan, dans lequel se trouve un élément musculaire circulaire, se plie en deux moitiés, la crête du pli étant dirigée vers les boucliers.

5° Pour démontrer la forme en euri-hexi de la partie qui relie la tête et le cou du colon, il suffit 1° d'enlever les bandes charnues longitudinales latérales et de tirer sur la paroi intestinale dans la direction de ces bandes et 2° de couper certaines fibres circulaires, sortant radiairement des boucliers, dans plusieurs endroits voisins et de tirer sur la paroi dans la direction de ces fibres, tout en ménageant autant que possible, la membrane submuqueuse. La forme ainsi produite présente une continuité presque complète de la tête au cou du colon, les fibres radiaires s'étant arrangées maintenant plus parallèlement.

6° Ces fibres, parallèles quand les boucliers sont long-ajustés et radiaires quand ils sont court-ajustés, s'étendent d'une ténie à l'autre. De par leur court-ajustement, elles forment des sillons semi-lunaires dans la paroi intestinale (*plicae semilunares*). Certaines de ces fibres paraissent souvent plus développées que les autres. Ce sont celles qui bordent l'entrée du cou. Elles peuvent avoir la forme de deux lèvres dont les bords se touchent, ce qui leur donne une certaine ressemblance avec une valvule qui peut — avec l'aide accessoire des fibres circulaires du cou — dans les cadavres, obstruer complètement l'entrée du cou. On ignore encore si cette obstruction peut durer un laps de temps considérable pendant la vie. Dans la littérature vétérinaire, on s'imagine que cette valvule est une formation anatomique permanente et on l'y appelle *valvula coeco-colica*. Pour ma part, j'incline à croire que cet arrangement »valvulaire« est, dans sa forme cadavérique du moins, un artifice agonial.

7° Si on veut réellement expliquer les sillons semi-lunaires, mentionnés ci-dessus, comme des *plicae semilunares*, la bosselure sacciforme ventro-caudale de la tête du colon (la pointe crochue de *Buffon* et *Daubenon*) doit être interprétée comme un *haustum* (bosselure intestinale).

Le développemunt embryonale de la région iléo-céco-colique.

8° Dans le plus petit des embryons équins examinés (d'une longueur de 1,9 cm), le cæcum et la plus grande partie du jéjuno-iléon, aussi bien que du colon, sont placés au dehors de la cavité abdominale dans le sac ombilical. Le colon initial constitue la continuation en ligne droite du cæcum. A quelque distance de l'orifice de l'iléon, le colon décrit une flexure bien marquée, que j'ai appelée *flexure de capuchon*, parce qu'elle est située dans une membrane à forme de capuchon, qui relie l'artère omphalo-mésenterique à l'artère iléo-céco-colique fœtale. Je n'ai pas pu identifier avec certitude cette flexure dans les états suivants.

9° Chez un autre embryon (d'une longueur de 2,3 cm), qui représente probablement un état immédiatement antérieur à la réposition de la hernie ombilicale, le colon initial est situé dans la continuation en ligne droite du cécum. L'iléon s'implante dans le cécum-colon du côté caudal. Un peu anti-apicalement à l'orifice de l'iléon, le colon présente une courbure faiblement prononcée, dont la convexité est dirigée cranialement. J'ai appelé cette courbure *flexure première du colon*. A quelque distance anti-apicale encore, le colon décrit une seconde flexure plus fortement marquée et allant dans une direction opposée à celle de la première. Je l'ai appelée *flexure seconde du colon*. Dans cette région, le colon prend la forme d'une S, forme qu'il garde pendant tout le développement suivant, et qui se retrouve, comme nous l'avons déjà vu, chez le cheval adulte.

10° Dans un embryon d'une longueur de 3,7 cm, on trouve la hernie ombilicale repoussée et l'orifice ombilical interne presque fermé. Mais la région iléo-céco-colique n'a pris ni sa forme ni sa position définitive. Le cécum prend une position dorso-ventrale, la pointe dirigée ombilicalement. L'iléon s'implante continuellement dans le côté caudal du cécum-colon. Les deux flexures déjà mentionnées sont beaucoup plus prononcées que dans l'état précédent. A la flexure première, l'axe longitudinal du colon est fléchi à 90° environ; à la flexure seconde, presque à 180°, la branche afférente étant à peu près parallèle à la branche efférente.

11° Dans les états suivants — un embryon d'une longueur de 9 cm a été examiné — la cavité abdominale a subi un changement entérale fort considérable: **Le cécum et une partie du colon initial sont devenus tordus autour de l'axe longitudinal**, à 180° environ. La surface céco-colique, dans laquelle l'iléon s'implante, est maintenant devenu dirigée cranialement. En outre, la pointe du cécum présente la tendance à prendre une situation plus sternale. Apicalement à l'orifice même de l'iléon, l'axe longitudinal du cécum est fléchi de sorte que la partie initiale proximale du colon a pris une direction cranio-caudale. Cette partie est un peu courbée dans toute sa longueur, la convexité dirigée dorsalement. Et la flexure première du colon et la flexure seconde peuvent être reconnues. L'accroissement longitudinal de la partie intestinale entre ces deux flexures n'a pas eu lieu parallèlement à celui des autres, ce qui explique que cette partie est très courte.

12° L'entérologie des états suivants — un embryon de 20 cm à été examiné — présente une conformité presque absolue avec celle de l'animal adulte. La courbure du colon initial, mentionnée au sujet de l'état précédent, est devenue beaucoup plus marquée et passe continuellement dans la flexure première. Ces deux courbures réunies constituent la courbure de la tête du colon chez le cheval adulte dont nous avons déjà parlé. La flexure seconde du colon est identifiée ici comme la flexure que je viens d'appeler, chez l'animal adulte, la courbure du cou.

13° La partie embryologique de cette recherche confirme le résultat obtenu morphologiquement, que la portion entérale que les anatomistes vétérinaires appellent **la crasse du cécum n'est pas une partie cécale, mais appartient au colon.**

Litteraturförteckning.

- Bauhin, C.*, (1579) Institutiones anatomicae: citerat efter *Elliot*; i mig tillgänglig uppl. (Frankfurt, 1616) finns citatet icke.
- Bayliss, W. M.*, (1915) Principles of general physiology. London.
- Bendz, H. C. B.*, (1869) Haandbog i den physiologiske Anatomie af de almindeligste danske Huspattedyr D. 3. Kbhvn.
- Blaine, D.*, (1802) The outlines of the veterinary art. London; 2 uppl. 1816; sista uppl. 1855.
- Bobardilla, A.*, (1828) Tratado de anatomia veterinaria. Madrid.
- Bonnet, R.*, (1889) Die Eihäute des Pferdes: Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft auf der dritten Versammlung. Berlin.
- , (1907) Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte. Berlin.
- Bourgelat, C.*, (1769) Eléments de l'art vétérinaire. Paris.
- Broman, I.*, (1904) Die Entwicklungsgeschichte der Bursa omentalis und ähnlicher Rezessbildungen bei den Wirbeltieren. Wiesbaden.
- , (1911) Normale und abnorme Entwicklung des Menschen. Wiesbaden.
- , (1913) Untersuchungen über die Embryonalentwicklung der Pinnipedia III: Drygalskij's Sydpolarexpedition 1901—1903 Bd 14, Zoologie 6. Berlin.
- , (1914, 1) Über das Schicksal der Vasa vitellina bei den Säugetieren: Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte von *Merckel* und *Bonnet* Bd 21. Wiesbaden.
- , (1914, 2) Anatomie des Bauchfelles: *Bardelchens's* Handbuch der Anatomie des Menschen Bd 6 (Lief. 27). Jena.
- , (1918) Über die Vasa vitellina beim Pferde: Anatomischer Anzeiger Bd 51. Jena.
- Buffon, G. L. L.* & *Daubenton, L. J. M.*, (1766) Histoire naturelle générale et particulière. T. 5. Amsterdam.
- Burgi, O.*, (1905) Blinddarm und Wurmfortsatz bei den Wirbeltieren: Schweizer Archiv für Tierheilkunde Bd 47. Zürich.
- Cannon, W. B.*, (1902) The movements of the intestines, studied by means of the Röntgen rays: American journal of physiology Vol. 6. Boston.
- Cerutti*, (1820) Handbuch der Tierheilkunde. Leipzig.
- Chauveau, A.*, (1855) Traité d'anatomie comparée des animaux domestiques. Paris 1855—1857; sista uppl. tills. med *S. Arloing* och *F.-X. Lesbre*; Paris.
- Cruveilhier, J.*, (1843) Traité d'anatomie descriptive. T. 3. 2 éd. Paris.
- Cuvier, G. L.*, (1805) Leçons d'anatomie comparée T. 3. Paris.
- Ellenberger, W.*, (1879) Die physiologische Bedeutung des Blinddarmes des Pferdes: Roloff's Archiv für wissenschaftliche und praktische Tierheilkunde Bd 5. Berlin.
- , (1906) Beiträge zur Frage des Vorkommens, der anatomischen Verhältnisse und der physiologischen Bedeutung des Caecums, des Processus vermiformis und des cytotblastischen Gewebes in der Darmschleimhaut: Archiv für Anatomie und Physiologie, Physiologische Abteilung, Jahrg. 1906. Leipzig.
- & *Baum, H.*, (1905) Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. 14. Aufl. Berlin.

- Elliot, T. R.*, (1904) On the ileo-colic sphincter: *Journal of physiology* Vol. 31. London.
- , & *Barclay-Smith, E.*, (1904) Antiperistalsis and other muscular activities of the colon: *Journal of physiology* Vol. 31. London.
- Ercolani, G. B.*, (1851) *Ricerche storico-analitiche sugli scrittori di veterinaria* Vol. 1. Turin.
- v. Erdelyi, M.*, (1819) Grundlinien der Eingeweidelehre der Haussäugetiere. Wien.
- Forssell, G.*, (1913) Über die Beziehung der Röntgenbilder des menschlichen Magens zu seinem anatomischen Bau: *Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen Erg.-Bd* 30. Hamburg.
- Franck, L.*, (1871) *Handbuch der Anatomie der Haustiere*. Stuttgart.
- Gaskell, W. H.*, (1916) *The involuntary nervous system: Starling's monographs of physiology*. London.
- Girard, J.*, (1807) *Traité d'anatomie vétérinaire*. Paris; sista uppl. 1841.
- Graf, L.*, (1846) *Handbuch der Zootomie des Pferdes*. Wien.
- Garlt, E. F.*, (1822) *Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haussäugetiere*. Berlin.
- , (1824) *Anatomische Abbildungen der Haussäugetiere*. Berlin 1824—33.
- , (1829) *Text zu den anatomischen Abbildungen*. Berlin.
- Hörman, J.*, (1840) *Zootomische Darstellung des Pferdes*. Wien.
- Keith, A.*, (1904) Anatomical evidence as to the nature of the caecum and appendix: *Journal of anatomy and physiology* Vol. 38 (18). London.
- Leyh, F.*, (1850) *Handbuch der Anatomie der Haustiere*. Stuttgart.
- Mall, F. P.*, (1897) *Entwicklung des menschlichen Darmes: (Festschrift für Wilhelm His sen.)* Archiv für Anatomie und Physiologie; Anatomische Abteilung Jahrg. 1897 Suppl.-Bd. Leipzig.
- Martin, P.*, (1915) *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere* Bd 2; Zweite Hälfte. Stuttgart.
- Mangosto, C. G.*, (1843) *Trattato di anatomia descrittiva e fisiologia veterinaria* P. 3 Splanchnologia. Turin.
- Montané, L. & Bourdelle, E.*, (1913) *Anatomie régionale des animaux domestiques* T. 1. Cheval. Paris.
- Muthmann, E.*, (1913) Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Blinddarmes etc. bei Säugetieren und Vögeln: *Anatomische Hefte*, Abteilung I Bd 48. Wiesbaden.
- Müller, C. F. & Schwartznecker, G.*, (1879) *Die Pferdesucht nach ihrem jetzigen rationellen Standpunkt* Bd I (av Müller ensam). Berlin.
- Müller, F.*, (1853) *Lehrbuch der Anatomie des Pferdes*. Wien.
- Neergaard, J. W.*, (1804) *Commentatio anatomico-physiologica sistens disquisitionem an verum organorum digestioni inservientium discrimen inter animalia herbivora, carnivora, omnivora reperitur*. Gottingae.
- Owen, R.*, (1852) On the anatomy of the Indian Rhinoceros (*Rh. unicornis* L.): *Transactions of the Zoological society of London* Vol. 4, part 2. London.
- , (1868) On the anatomy of vertebrates Vol. 3. Mammals. London.
- Paulli, S.*, (1909) Formalinjektion zur Demonstration des Situs viscerum bei den Haussäugetieren: *Anatomischer Anzeiger* Bd 34. Jena.
- Penrose, C. P.*, (?) Considerations on the anatomy, physiology and pathology of the coecum and the appendix: *Journal of the American Veterinary association* Vol. 10, part 2; citatet efter *Ellenberger* (1906).
- Percivall, W.*, (1832) *The anatomy of the horse*. London.
- Perosino, F.*, (1855) *Manuale di anatomia e fisiologia degli animali domestici*. Turin.
- Pilwatt, F.*, (1910) *Die pathologische Anatomie der Kolik des Pferdes: (Festschrift für Wilhelm Schütz.)* Roloff's Archiv für wissenschaftliche und praktische Tierheilkunde Bd 36 Suppl.-Bd. Berlin.
- Poelman, C.*, (1835) *Recherches d'anatomie comparée sur le tapir indien (Tapirus indicus Frkh): Mémoires de l'Académie royale de Belgique* T. 27. Bruxelles.
- Postolka, A.*, (1887) *Geschichte der Tierheilkunde*. Wien.
- Pozzi, G.*, (1807) *La zootomia (Anatomia del cavallo e del toro)*. Milano.
- Rigot, F. & Lavocat, A.*, (1847) *Traité complet de l'anatomie des animaux domestiques*, 6-te livr. Splanchnologie. Paris.
- Ruini, C.*, (1618) *Anatomia de cavallo, infermità e suoi rimedii*. Venedig.

- Sampedro, G.*, (1832 ?) *Elementos de anatomia veterinaria*. Madrid.
- Schauder, W.*, (1912) Untersuchungen über die Eihäute und Embryotrophe des Pferdes: Archiv für Anatomie und Physiologie, Anatomische Abteilung Jahrg. 1912. Leipzig.
- , (1917) Über den intra-abdominalen Abschnitt der Vasa omphalo-mesenterica des Pferdes: Anatomischer Anzeiger Bd 50. Jena.
- Scheunert, A.*, (1909) (Verdauungs-) Vorgänge im Enddarm (Dickdarm): *Oppenheimer's Handbuch der Biochemie des Menschen und der Tiere* Bd 3; Zweite Hälfte. Jena.
- Schwab, K. L.*, (1811) Anatomie der Haustiere, bearbeitet von *J. Girard*, aus dem Französischen frei übersetzt. Bd 2, Splanchnologie und Dermatologie. München.
- , (1821) Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. München.
- Sherrington, C. S.*, (1915) The postural function of muscle and nerve. *Brain* Vol. 38. London.
- Snape, A.*, (1863) Anatomy of an horse. London.
- Steinhoff, F.*, (1840) Handbuch der praktischen Anatomie der Haustiere. Hamburg.
- Strangeways & Goodsir*, (1870) Descriptive anatomy of the horse. Edinburg 1870; 9. ed., betitlad: *Strangeways' Veterinary anatomy*, utan författarenamn: Edinburg & London.
- Thaysen, Hess Th. E.*, (1916) Über den Bau und die Entstehung der Haustra coli: Anatomische Hefte, Abteilung I Bd 54. Wiesbaden.
- Toldt, C.*, (1879) Bau und Wachstumsveränderungen der Gekröse des menschlichen Darmkanales: Denkschriften der Kais. Akademie der Wissenschaften (in Wien), Matem.-naturwiss. Klasse, Bd 41. Wien.
- v. Uexküll, J.*, Leitfaden in das Studium der experimentellen Biologie der Wassertiere. Wiesbaden.
- Waterston, D.*, (1911) The effects of formalin hardening and the persistence of irritability in the muscular coats of the instestin: *Journal of anatomy and physiology* Vol. 45 (6). London.
- Youatt, W.*, (1831) The horse etc.: Library of useful knowledge. London.

Förklaring till tavlorna.

Fig. 1. Hästens ileo-ceko-koliska tarmregion, sedd från höger, med bevarat *mesenterium-coeco-colicum*.

Fig. 2. Detsamma som fig. 1; *mesenterium-coeco-colicum* bortdissekerat.

Fig. 3. Föreningen mellan cekum, ileum och kolon. Den vänstra halvan av ett enligt beskrivningarna i texten behandlat preparat, sett från höger.

Fig. 4. Detsamma som fig. 3; ileummynningen frampreparerad. Den ampull-liknande utvidgningen av ileum strax före inmynningen i cekum-kolon torde vara en artefakt.

Fig. 5. Hästens ileo-ceko-koliska tarmområde, sett från vänster, med bibehållen suspensorie-mekanism. Mesileum skuren lös från det övriga tunntarmsmesenteriet.

Fig. 6. Detsamma som fig. 5. *Mesenterium coeci sinistrum* lösskuret från blindtarmen och upplyftat, så att initialdelen av *mesenterium coeco-colicum* blir synlig.

Fig. 7. Snitt av det ileo-ceko-koliska tarmområdet hos hästen. Snittet lagt i totaltopografiskt sett frontal riktning. Preparatet fyllt med och inbäddat i gips och därefter sågat; snittyorna tuschade.

Fig. 8. Detsamma som figg. 5 och 6; alla mesenterier bortdissekerade. *Caput coli* vid fixeringen deformerat. Den streckade linjen anger huvudets ungefärliga kontur, som man vanligen ser det i kadaver.

Fig. 9. Vänstersidig *collum-tenie*, från närheten av ileuminmynningen. Tvärsnitt, fryssnitt efter formolfixering. Järnhematoxylin-van Gieson; tre gångers förstoring. Mukosan och submukosan bortpreparerade.

Fig. 10. Vänstersidig *collum-tenie*; teknik som i fig. 9.

Fig. 11. Samma tarm som i figg. 3 och 4; föreningen mellan cekum, ileum och kolon; sedd från dorsalsidan efter kalottens avskäring; *aditus colli* springformig.

Fig. 12. Samma tarm som i figg. 1 och 2; i övrigt som fig. 11; *aditus colli* mera rundat. Ett glasrör är infört genom ileum in i cekum-kolon.

Fig. 13. Preparat från en häst, som dött med volvulärt tarmläge; *collum coli* starkt utvidgat; preparatet fyllt med gips.

Fig. 14. Sektion av kroppsväggen av ett 1,9 cm långt hästfoster med tillhörande navelbräcksäek, sedd från vänstra sidan. Rekonstruktionsmodell i vax.

Fig. 15. En del av kroppscelomet och navelsträngelomet av samma foster som på fig. 14; rekonstruktionsmodell i vax, sedd snett bakifrån och från vänster.

Fig. 16. Ileo-ceko-kolisk tarmregion av ett 1,9 cm långt hästfoster, sedd från den mediala sidan. Rekonstruktionsmodell i vax.

Fig. 17. Samma som fig. 16; sedd från den laterala sidan.

Fig. 18. Samma som fig. 16. Vaxmodellen halverad; den mediala hälften borttagen; modellen ses från vänster.

Fig. 19. Ileo-ceko-kolisk tarmregion av ett 2,3 cm långt hästfoster, sedd från vänster; rekonstruktionsmodell i vax. Den streckade konturen anger blindtarmens ungefärliga utseende.

Fig. 20. Den ileo-ceko-koliska tarmregionens entoderm av ett 2,3 cm långt hästfoster, sett från höger. Rekonstruktionsmodell i vax.

Fig. 21. Ileo-ceko-kolisk tarmregion av ett 3,7 cm långt hästfoster, sedd från vänster; rekonstruktionsmodell i vax.

Fig. 22. Samma som fig. 21; sedd från höger.

Fig. 23. Den ileo-ceko-koliska tarmregionens entoderm av ett 3,7 cm långt hästfoster; sett från höger. Rekonstruktionsmodell i vax.

Fig. 24. Terminalileum och stortarmpaketen hos ett 9 cm långt hästfoster, sedda från vänster. Fotografi i fem gångers förstoring. Tarmdelarnas inbördes inbördes läge representerar icke situs.

Fig. 25. Terminalileum, ett stycke av coecum och initialkolon av samma foster som på fig. 24. Rekonstruktionsmodell i vax av ringmuskellagrets yttre; sedd från höger.

Fig. 26. Snitt genom den ileo-ceko-koliska tarmregionen av ett 9 cm långt hästfoster. Snittet har träffat regionen i det totaltopografiska transversalplanet, ett stycke kranialt om *flexura coli secunda*. Halvskematisk teckning, utförd med tillhjälp av *Edinger's* projektiionsmikroskop, i 12 1/2 gångers förstoring.



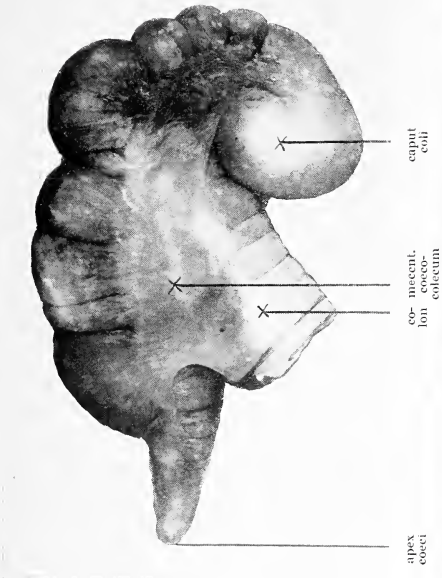


Fig. 1.

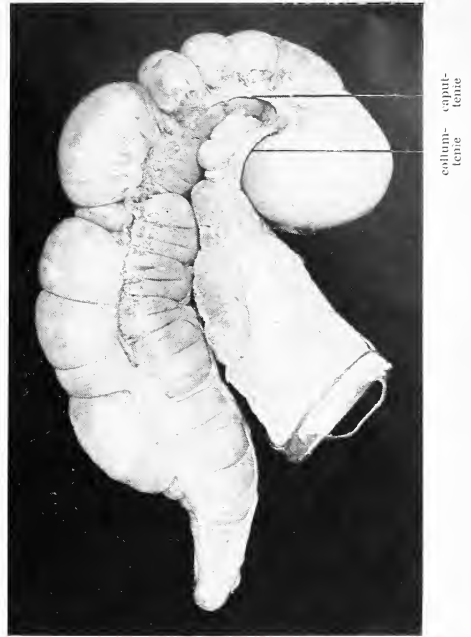


Fig. 2.

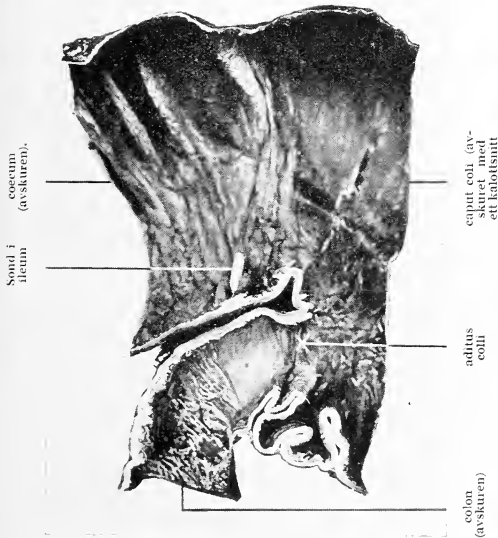


Fig. 3.

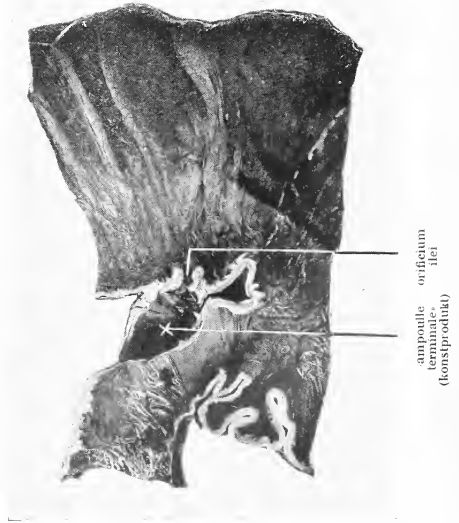


Fig. 4.

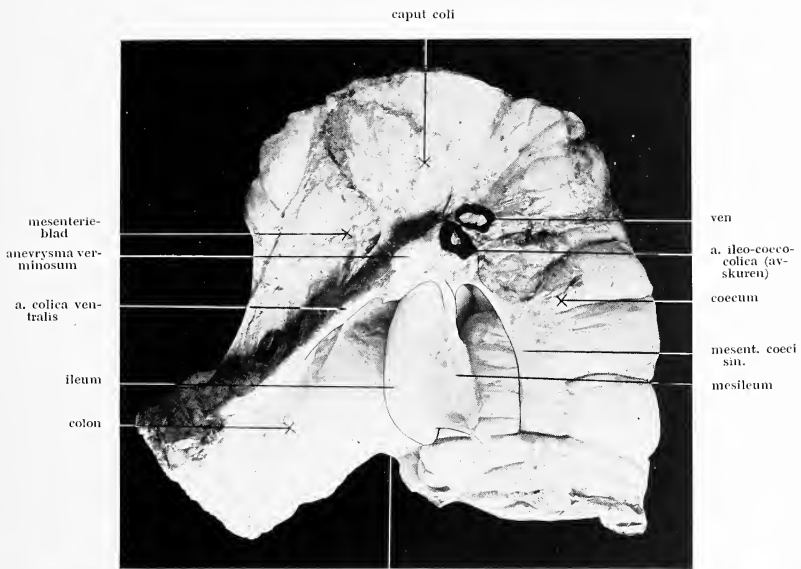


Fig. 5.

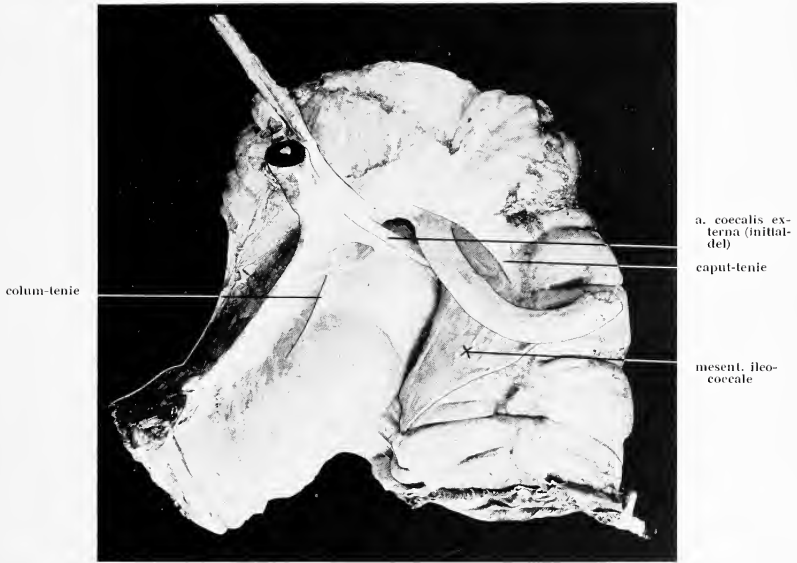
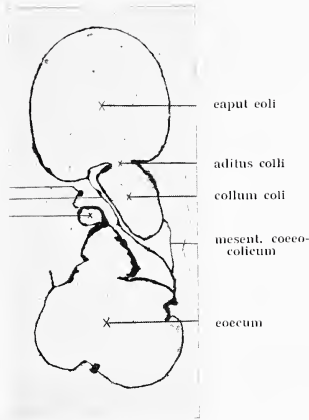


Fig. 6.



ms. = mesent. coeco-colicum's ventrala förbindelse med den gemensamma kröstoten.

Fig. 7.

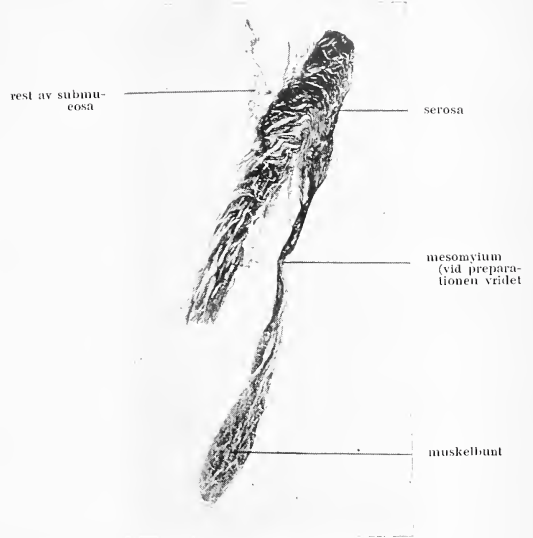


Fig. 8.

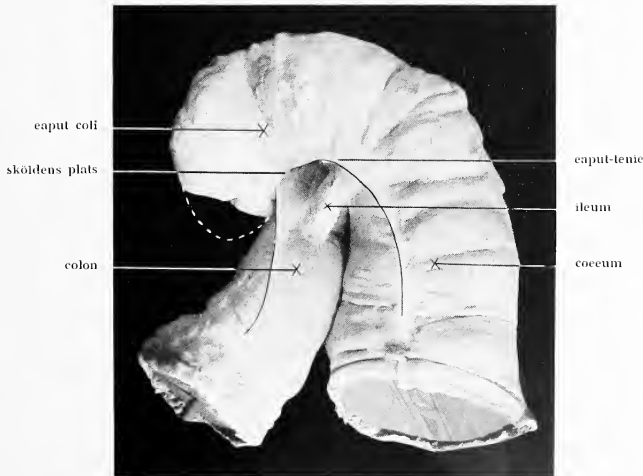


Fig. 9.

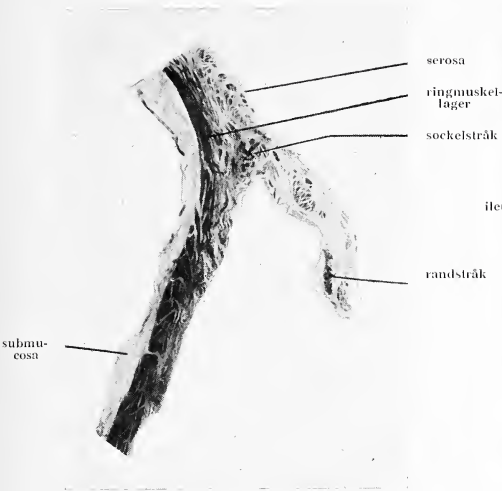


Fig. 10.

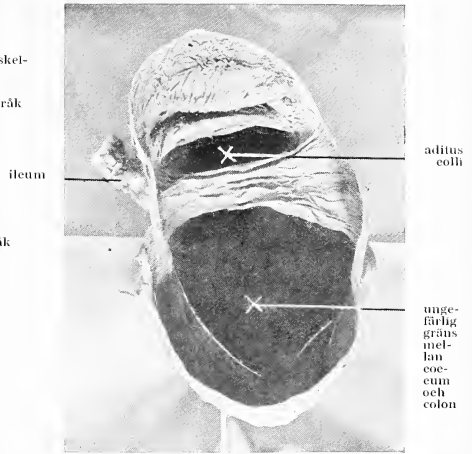


Fig. 11.

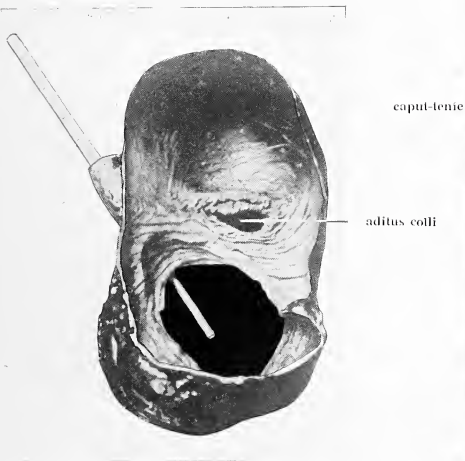


Fig. 12.

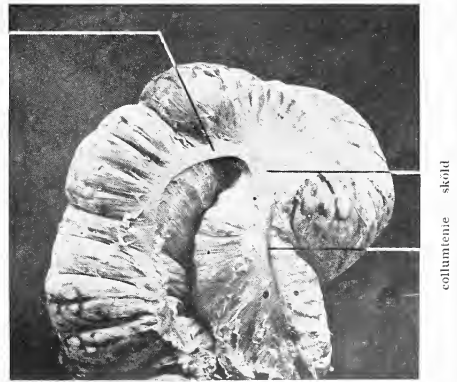


Fig. 13.

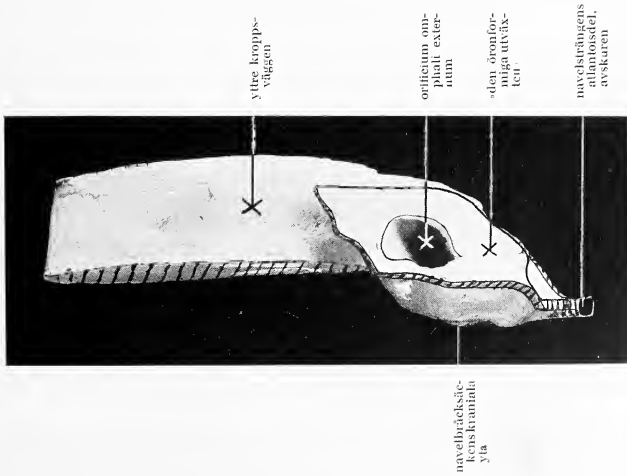


Fig. 14.

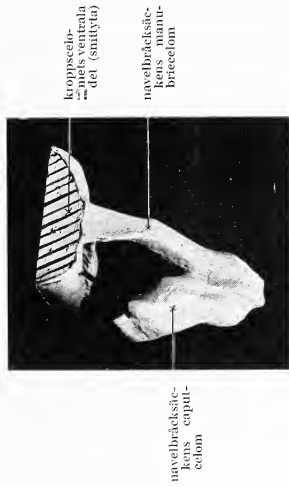


Fig. 15.

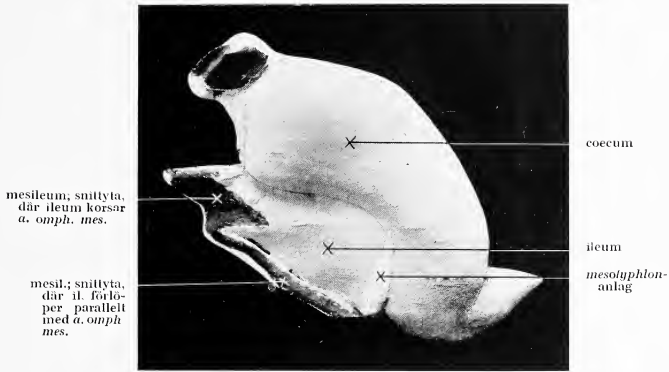


Fig. 16.

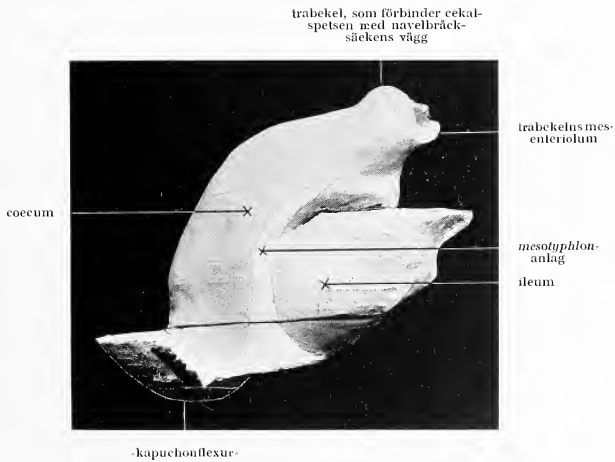


Fig. 17.

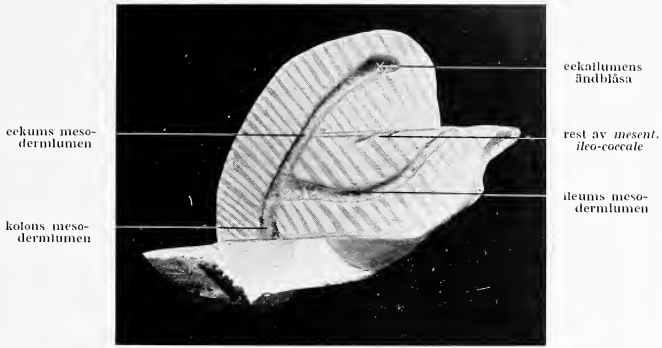


Fig. 18.

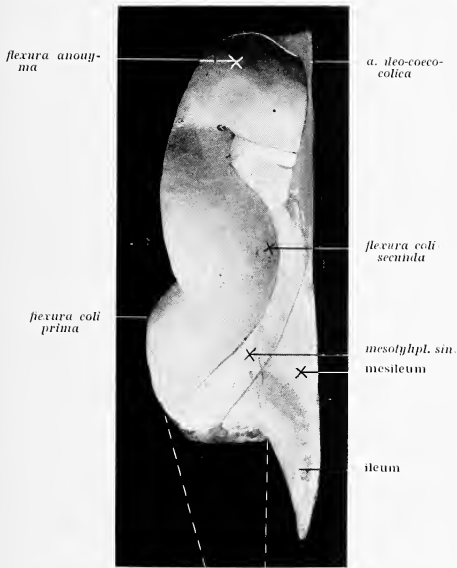


Fig. 19.

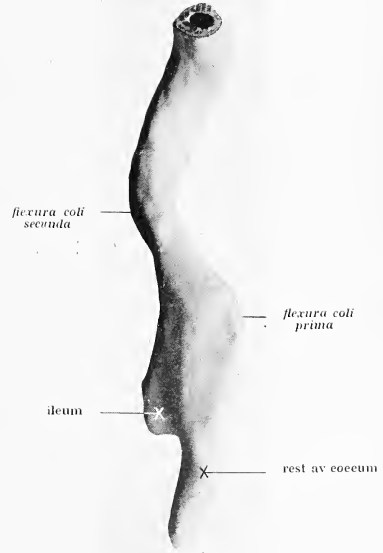


Fig. 20.

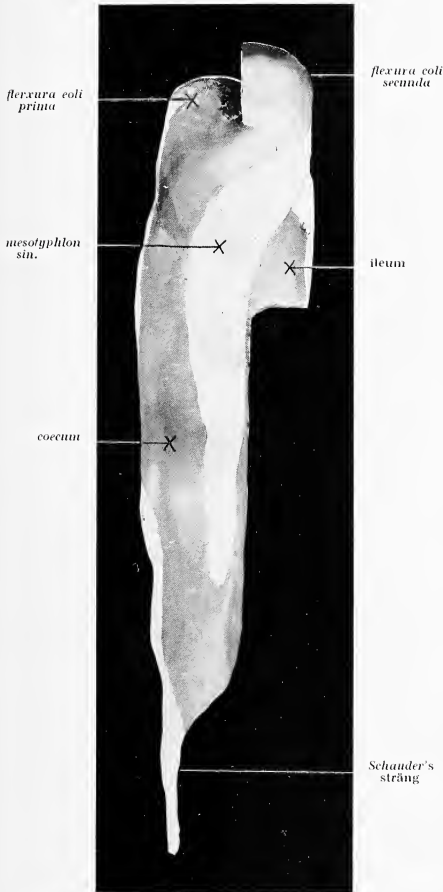


Fig. 21.

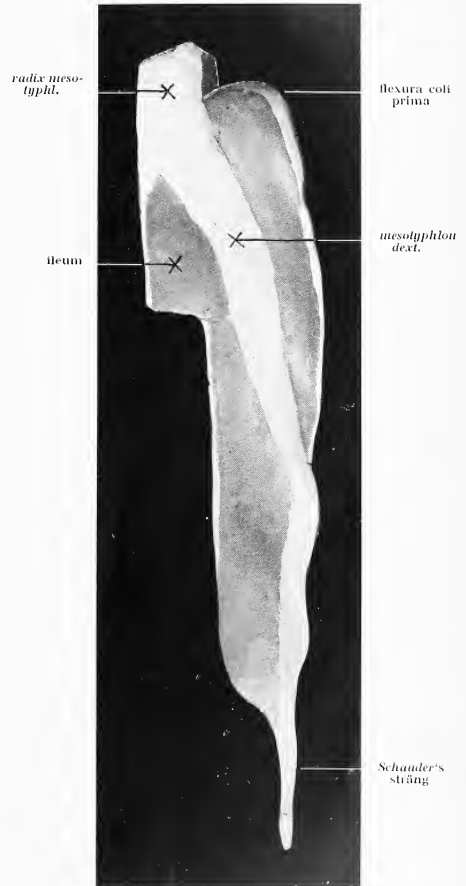


Fig. 22.

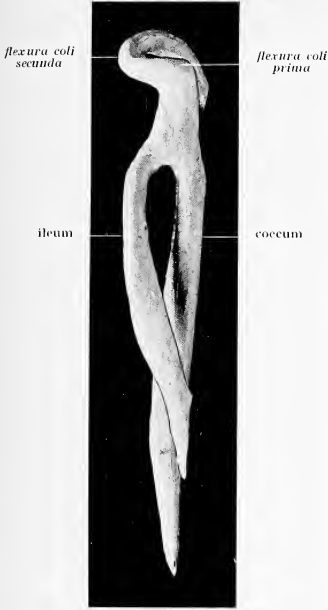


Fig. 23.

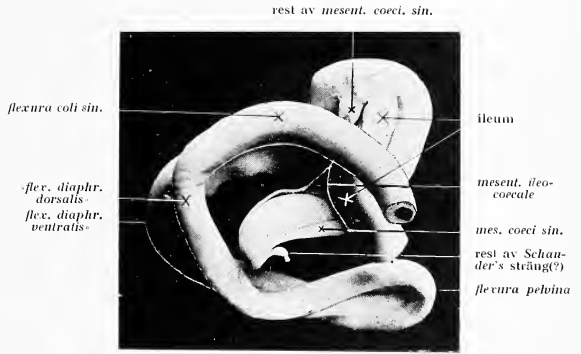


Fig. 24.

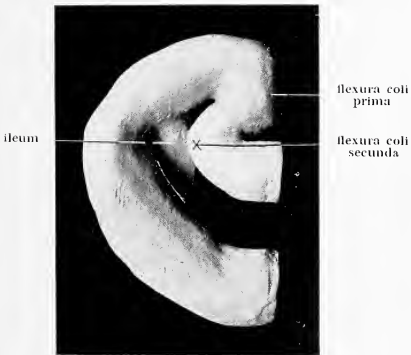


Fig. 25.

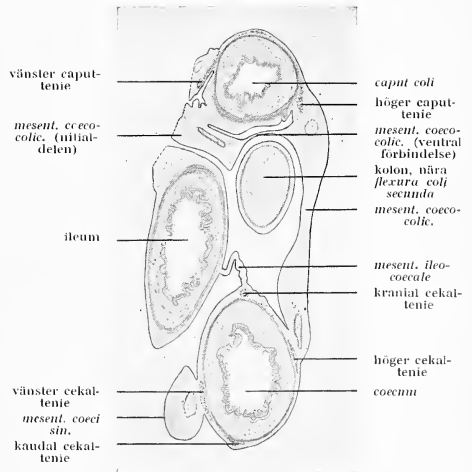


Fig. 26.

LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Avd. 2. Bd 15. Nr 6.
KUNGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR N. F. Bd 30. Nr 6.

OPTISKT AKTIVA $\alpha\alpha_1$ -DIMETYLGLUTARSYROR

AV

ELOF MÖLLER



LUND
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG
OTTO HARRASSOWITZ

Föredragen i K. Fysiografiska Sällskapet den 9 oktober 1918.

LUND 1918
HÅKAN OHLSSONS BOKTRYCKERI

Innehåll.

	sid.
I. Inledning	5
II. Över α, γ -dimetyl- α -karboxylglutarsyra ($\text{HOCO}_2\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COOH}$)	15
1. Framställning av den motsvarande inaktiva trietylestern	15
2. Den inaktiva trikarbonsyran	16
3. De optiskt aktiva trikarbonsyrorna	20
A. Negativa försök att uppdelas syran med α -fenetylamin, kinin och cinkonin ...	20
B. Uppdelning med hjälp av de primära strykninsalterna ..	21
III. Separation av den vid inaktiva trikarbonsyrans upphettning erhållna blandningen av racem- och meso-dimetylglutarsyra med hjälp av de sura kalciumsalterna	24
IV. Uppdelning av den högre smältande α, γ -dimetylglutarsyran i optiskt aktiva komponenter	26
1. Partiell uppdelning med hjälp av de sura strykninsalterna	26
2. Negativa försök med cinkonin, cinkonidin och morfin	28
3. Negativt försök även med kinin	28
4. Uppdelning med hjälp av de sura brucinsalterna	29
5. Uppdelning med hjälp av de sura α -fenetylaminsalterna	32
6. Ytterligare försök att erhålla fullt rena optiska antipoder. Dessas smältpunkt och spec. vridning (Tabell)	36
A. Överföring av d-syra från surt brucinsalt till surt strykninsalt	36
B. Överföring av d-syra från surt l-fenetylaminsalt till surt brucinsalt	36
C. Försök att höja de aktiva syrnas smältpunkt genom omkristallisation ur benzol-petroleumeter	36
D. De rena aktiva syrnas smältpunkt och spec. vridning (Tabell)	37
V. Negativa försök att uppdelas den lägre smältande α, γ -dimetylglutarsyran	39
VI. Ytterligare diskussion av försöken att uppdelas de båda α, γ -dimetylglutarsyrorna (Tabell över de använda salternas ungefärliga löslighet)	42
VII. De optiskt aktiva α, γ -dimetylglutarsyrorna. Syntes av racemisyran ur antipoderna ...	44
VIII. Avspjälkning av kolsyra ur aktiva α, γ -dimetyl- α -karboxylglutarsyror	47
IX. Framställning av aktiva α, γ -dimetylglutarsyreanhydrider	49
Zusammenfassung	52

I. Inledning.

Sedan sambandet mellan de 4 vinsyrorna blivit experimentellt utrett av PASTEUR under åren 1848—1860 och detta första noggrant studerade fall av sterisk isomeri år 1874 av VAN'T HOFF och LE BEL erhållit sin kända teoretiska förklaring, skulle man av det livliga intresse, som alljämt ägnades åt vinsyrorna och deras derivat, kunnat vänta, att inom kort ett ganska stort antal analogt sammansatta substanser skulle blivit stereokemiskt utredda. Och i själva verket brukade man vid framställning av dylika föreningar med 2 asymmetriska, strukturellt likställda kolatomer erhålla de båda optiskt inaktiva isomerer, som man enligt teorien hade att vänta. Men vilken av dessa isomerer, som i varje särskilt fall motsvarade druvsyran och alltså borde kunna uppdelas i optiskt aktiva komponenter, eller vilken som utgjordes av ospjälkbar mesoform, blev under en lång följd av år icke i ett enda fall med säkerhet avgjort. — Stundom trodde man sig visserligen på grund av särskilda kemiska reaktioner kunna bedöma, vilken av de båda inaktiva formerna som förelåg. Så må särskilt erinras om de åsikter i denna fråga, som J. WISLICENUS år 1887 framställde i sin mycket uppmärksammade skrift »Über die räumliche Anordnung der Atome in organischen Molekülen und ihre Bestimmung in geometrisch-isomeren ungesättigten Verbindungen». Emellertid uppvisades snart, i synnerhet genom A. MICHAELS ingående kritik, till vilka minst sagt osäkra resultat VAN'T HOFFS och WISLICENUS' antagande av fixa, bestämt riktade valenser ledde, då det t. ex. som här gällde övergångar från omättade föreningar till mättade eller tvärtom¹. Däremot måste man anse, att ganska goda möjligheter att skilja mellan racem- och mesoform erhöles vid vissa ämnen genom den av A. VON BAEYER sedan år 1888 utvecklade teorien om cis-transisomeri vid cykliska föreningar. Så borde man ju t. ex. vid sådana ringslutna dikarbonsyror av vinsyretyp, där frågan om cis- och transform ansågs avgjord genom isomerernas olika lätthet att bilda inre

¹ Som exempel på metodens bristande tillförlitlighet vid konfigurationsbestämningar må blott anföras, att — i enlighet med WISLICENUS' teori — fumarsyra genom oxidation med permanganat omvandlas till druvsyra och maleinsyra genom samma behandling till mesovinsyra, men att — tvärt emot samma teori — fumarsyra vid addition av brom ger (huvudsakligen) mesoformen av dibrombernstensyra och att bromaddition till maleinsyra leder till motsvarande racemform, såsom visats för åtskilliga år sedan genom direkt uppdelning av denna i optiskt aktiva komponenter (se Tabell I).

anhydrid, även utan uppdelning kunna påstå, att transformen måste vara racemisk, cisformen däremot en mesoförening. Men fränsett att denna metod att à priori bestämma konfigurationen enligt sakens natur icke kunde komma i fråga vid alifatiska föreningar och vid de cykliska var användbar endast vid enstaka ämnesgrupper, kunde naturligtvis själva teorien om cis-transisomeri särskilt i början vara i starkt behov av det stöd, den skulle erhållit, om man också verkligen lyckats uppdelade en transform men icke motsvarande cisform. En sådan bekräftelse kunde vara så mycket mera behöfvlig, som man genom t. ex. A. MICHAELS nämnda kritik blivit varnad för att i konfigurationsfrågor göra sig alltför schematiska föreställningar om de kemiska reaktionerna.

Att den fullständiga saknaden av andra uppdelade racemformer av druvsyrans typ vid denna tid kändes ganska besvärande, framgår av ett föredrag¹ över »Ergebnisse und Ziele der stereochemischen Forschung», som VICTOR MEYER år 1890 höll i Chemische Gesellschaft, där han betecknade den nämnda bristen som en »svag punkt» i den stereokemiska uppfattningen och framhöll, att så länge den fullständiga överensstämmelse mellan experiment och teori, som ernåtts vid de 4 vinsyrorna, icke blivit konstaterad även vid andra isomerer med 2 asymmetriska kolatomer, »bleibt eine Lücke, welche wir nicht verhüllen wollen».

VICTOR MEYERS förhoppningar att denna lucka snart skulle fyllas, särskilt genom de experimentella arbeten, som C. A. BISCHOFF redan påbörjat i detta syfte, slogo emellertid fel², och åter förgingo åtskilliga år, innan denna uppgift bragtes närmare sin lösning. Detta dröjsmål kan förefalla litet egendomligt, då intresset för stereokemiska frågor efter uppställandet av »BAEYERSKA spänningsteorien» (1885) och särskilt genom WISLICENUS och även BAEYERS förut nämnda arbeten (från 1887 och 1888) blivit synnerligen livligt och vid denna tid ytterligare ökades genom HANTZSCHS och WERNERS teori år 1890 över stereoisomera kväveföreningar. Det förtjänar emellertid att anmärkas, att just genom dessa arbeten kommo de experimentella undersökningarna på detta område av den organiska kemien att riktas åt väsentligen annat håll än förut, då de nästan uteslutande avsett de optiskt aktiva föreningarna och påvisandet, att dessa innehölo en eller flera asymmetriska kolatomer samt att andra föreningar ej kunde uppdelas, men nu däremot hufvudsakligen ägnades åt den geometriska isomerien. I sammanhang härmed bör man icke heller alldeles förbise, att åtskilliga organici vid denna tid lutade åt den åsikten, att sådan isomeri kunde existera icke blott vid föreningar med dubbelbindning eller ringstruktur utan även vid mångahanda etanderivat, där den i så fall skulle bero på ett upphävande av den fria vridbarheten mellan de enkelbundna kolatomerna, så att två eller flera relativt stabila jämviktslägen kunde bildas under inflytande av inom molekylen verkande krafter³. Denna grunduppfattning, som hos olika an-

¹ Ber. d. d. chem. Ges. 23, 567 (sid. 576—578).

² Ber. d. d. chem. Ges. 22, 1812 (1889); 24, 1068—1072 (1891).

³ Se t. ex. K. AUWERS och V. MEYER, Ber. d. d. chem. Ges. 21, 3510 (1888); 22, 537 (1889).

— C. A. BISCHOFF, Ber. d. d. chem. Ges. 23, 623 (1890); 24, 1085 (1891). — A. VON BAEYER

hängare utformades på olika sätt, innebar tydligen i stort sett en utvidgning av WISLICENUS' antagande av en »begünstigte Konfiguration» vid etanföreningar, varigenom man vid dessa skulle få ett slags analogi med etylénisomerien, och gjordes också gällande av bland andra WISLICENUS' lärjunge BISCHOFF, som med ett egenomligt namn betecknade sin modifikation av densamma som en hypotes om »dynamisk isomeri». Bland dem, som åtminstone för en tid anslöto sig till denna strömning inom stereokemien, befann sig även K. AUWERS. Anmärkningsvärt nog hörde denne liksom BISCHOFF till de kemister, som vid tiden omkring 1890 inlade den största förtjänsten vid det ivriga arbetet på framställning och undersökning av särskilt de alkylerade bernsten- och glutarsyrorna, där man vid en mängd symmetriskt disubstituerade föreningar av typen $\text{HOCOCHR}(\text{CH}_2)_n\text{CHRCOOH}$ ($n = 0, 1, 2$ etc.; $\text{R} = \text{kolväteradikal}$) genomgående erhöll två inaktiva former men där intresset för nära till hands liggande uppdelningsförsök tydligen trängdes åtskilligt i bakgrunden för strävan att utreda »dynamisk isomeri» och för de studier över sterisk hindring, till vilka denna för BISCHOFFS del snart föranledde. Ja, man framkastade till och med den tanken, att t. ex. vid symm. dietylbernstensyra båda de inaktiva formerna kunde motsvara mesovinsyra, i det att isomerien vid sådana föreningar icke skulle betingas av olika serieföljd hos molekylernas radikaler utan blott av dessas olika lägen i rummet. Härigenom skulle visserligen dylika stereoisomera syror omlagringar i varandra få en enklare förklaring än t. ex. genom WISLICENUS' antagande av en platsväxling av radikalerna, ty blott en enkel vridning av kol-systemen mot varandra skulle ju räcka till för att överföra den ena konfigurationen i den andra. Men då man vid vinsyrorna faktiskt redan kände optiskt aktiva former, tyckes tilliten till dessa spekulationer icke ens hos hypotesernas uppställare ha blivit så nära, att man direkt velat förneka möjligheten att uppdelna andra substanser av liknande slag. Och sedan en del förmodade fall av »dynamisk isomeri» visat sig kunna förklaras på annat sätt, torde hela teorien efter några år ha blivit tämligen övergiven.

Samtidigt började emellertid arbetet på de alkylerade dikarbonsyrorna avmattas, och dessutom tyckes man under 1890-talet på det hela taget ha slagit sig till ro med att helt enkelt antaga, att liksom druvsyran hade högre smältpunkt och mindre löslighet än mesovinsyran, så skulle t. ex. vid stereoisomera syror av typen $\text{HOCOCHR}(\text{CH}_2)_n\text{CHRCOOH}$ den högre smältande (och i allmänhet svårösligare) alltid vara racemform, den lägre däremot mesoform. Mot denna uppfattning svarar i stort sett de av BISCHOFF föreslagna och mycket använda beteckningarna para- och anti-form. På det hela taget blev nomenklaturen vid dessa föreningar grundad på mångahanda tillfälliga analogier och lösa hypoteser och därigenom ofta i hög grad misslyckad, för att icke säga vilseledande. Så erhöles t. ex. de båda symm. dimetylbernstensyrorna namnen para = fumaroid = trans och anti = maleinoid = cis,

LIEBIGS Ann. 258, 180 (1890). — K. AUWERS, Die Entwicklung der Stereochemie (1890), III:dje avd. sid. 134—157. — C. A. BISCHOFF, Handbuch der Stereochemie (1894), sid. 115, 119, 140 m. f. — Jämför även namnen cis och trans för t. ex. dimetylbernstensyrorna.

varemot den hypotesfria och verkligt rationella utvägen att helt enkelt beteckna isomererna efter den högre och lägre smältpunkten (t. ex. på tyska *h*- och *n*-Form) ytterst sällan användes. Nu däremot inbillade man sig på många håll, att uppdelningsförsök för att avgöra mellan racemisk och intramolekylär-inaktiv form åtminstone i en mängd fall voro skäligen överflödiga.

År 1894 kom emellertid ett kort meddelande av W. F. PROOST, att han lyckats erhålla trans-dihydroftalsyra (se Tabell II) i aktiv form, och 1897 uppdelades isohydrobenzoin¹, som i motsats till den nämnda syran innehöll de båda asymmetriska kolatomerna i öppen förkedjning och alltså odisputabelt var av ren vinsyretyyp. (Redan vid denna förening visade det sig, att racemformen kan ha lägre smältpunkt än motsvarande mesoförening.) Sedermera ha särskilt J. M. LOVÉN och hans lärjungar lämnat ett betydande bidrag på detta område², varvid racemformen i somliga fall framställts genom sammanblandning av lika mängder av de optiska antipoderna, vilka i sin tur framställts ur aktivt material, i andra direkt uppdelats särskilt med de aktiva α -fenetylaminerna (α -amino-etylbenzol), framställda enligt av LOVÉN angiven metod³. — Efter B. HOLMBERGS⁴ ingående studier över dibrom- och diklorbernstensyrorna blev frågan om uppdelningen av dessa syror, genetiskt sammanhörande med de i stereokemiens historia klassiska vinsyrorna samt fumar- och maleinsyrorna, särdeles brännande och snart även verkställd. Andra exempel på syror, som blivit framställda i aktiv form i samband med studier över konfigurationsändringar vid addition till etylénföreningar eller den med detta fenomen besläktade WALDENska omlagringen, äro dimetyl- och disulfid-bernstensyrorna samt $\beta\beta_1$ -iminodismörsyra (se Tabell I).

De viktigaste och bäst studerade av de i aktiv form kända föreningarna med 2 likställda asymmetriska kolatomer utgöras avgjort av syror, och jag har i nedanstående tabeller velat sammanföra de hithörande substanser av nämnda ämnesklass, som jag lyckats finna i litteraturen⁵.

¹ E. EBLENMEYER JUN., Ber. d. d. chem. Ges. **30**, 1531.

² Utom Tabell I se även gradualavhandlingar av L. G. THOMÉ, Lund 1906, sid. 36 och 39 (ditiokarbamid och dikarbamid av sek. butylamin), G. A. STENBERG, Lund 1916, sid. 25 och 42 (ditiokarbamid av *p*-metyl- och *p*-etyl- α -fenetylamin, där mesoformerna dock ej erhöållits) och E. OHLSSON, Lund 1917, sid. 17 (hydrazoditiokarbofenetylamid); vidare J. M. LOVÉN och E. OHLSSON, Ber. d. d. chem. Ges. **47**, 1534 (1914) (ditiokarbamid av α -fenetylamin) och E. OHLSSON, Ber. d. d. chem. Ges. **49**, 1341 (1916) (dikarbamid av α -fenetylamin).

³ Journ. f. prakt. Chemie [2] **72**, 307 (1905).

⁴ Journ. f. prakt. Chemie [2] **84**, 145 (1911).

⁵ Medtagna äro ej sådana direkt ur vinsyra deriverande syror som diacetyl- och dibenzoyl-vinsyra och dimetoxibernstensyra. Ej heller dioxiglutarsyra, där ingen av de inaktiva formerna är med säkerhet känd och antipodernas smältpunkter uppgivits mycket olika; eller så föga undersökta fall, att t. ex. icke ens optisk aktivitet blivit konstaterad (dimetyldioxiglutarsyra).

TABELL I.

De båda asymmetriska kolatomerna ingående i öppen förkedjning.

	Smältpunkt		Aktiv form melolat	Litteratur
	racem	meso aktiv		
1) Vinsyra (HOOCCHOH) ₂	206°	140°	(Olika metoder.)	(Se läroböcker.)
2) α -Tiodilaktyleyra [HOOCCH(CH ₂) ₂ S]	125°	109°	Aktivationsjöksyror och brompropionsyror	J. M. LOVÉN, Journ. f. prakt. Chemie [2] 78 , 63 (1908).
3) α -Diodilaktyleyra [HOOCCH(CH ₂) ₂ S] ₂	142°	—	Fenetylamin	„ „ „ „ „ „ „
4) $\alpha\alpha_1$ -Dimetyladipinsyra [HOOCCH(CH ₃)CH ₂] ₂	76°	143°	Bruicin	W. A. NOYES och L. P. KYRIAKIDES, Journ. americ. chem. soc. 32 , 1057; Chem. Centralbl. 1910 II, 1208.
5) $\alpha\alpha_1$ -Dimetylglutarsyra [HOOCCH(CH ₃)CH ₂ CH ₂] ₂	142,5—143,5°	128°	Strykinin, brucin, fenetylamin, upphettning av aktiv $\alpha\alpha_1$ -dimetylglutarsyra	E. MÖLLER, Ber. d. d. chem. Ges. 43 , 3250 (1910); denna avhandling.
6) $\alpha\alpha_1$ -Dibrombernstensyra (HOOCCHBr) ₂	167°	256°	Morfin, cinkinin, (kinin)	A. MC KENZIE, Proceedings chem. soc. 37 , 150 (1911); Journ. chem. soc. 101 , 1196 (1912). — B. HOLMBERG, Svensk kem. tidskrift 23 , 128 (1911).
7) $\beta\beta_1$ -Iminodisomörsyra [HOOCCH ₂ CH(CH ₂) ₂ NH]	—	158—160°	Bruicin	H. SCHEIBLER, Ber. d. d. chem. Ges. 45 , 2272 (1912).
8) $\alpha\alpha_1$ -Dibrombernstensyra (HOOCCH) ₂	173°	215°	Fenetylamin	B. HOLMBERG, Svensk kem. tidskrift 24 , 105 (1912).
9) $\alpha\alpha_1$ -Dimetylbernstensyra [HOOCCH(CH ₃) ₂]	129°	195°	Trietylämliaminkoboltibromid	A. WERNER och M. EASTRIN, Ber. d. d. chem. Ges., 46 , 3229 (1913).
10) Etylöntiojöksyra [HOOCCH(CH ₂) ₂ S] ₂ C ₂ H ₄	87°	117°	Aktiva tionjöksyror	J. M. LOVÉN, Svensk kem. tidskrift 25 , 3 (1915).
11) Disulfidbernstensyra [HOOCCH ₂ CH(COOH)S] ₂	172—173°	ca 160°	Aktiva tioappelsyror	B. HOLMBERG, Arkiv för kemi, min. och geol. 6 , nr 1, 17 (1915).
12) $\alpha\alpha_1$ -Difenylbernstensyra [HOOCCH(C ₆ H ₅) ₂]	188°	229—230°	Bruicin	H. WRES och C. J. STRILL, Journ. chem. soc. 107 , 444 (1915).
13) β -Sulfonidomörsyra [HOOCCH ₂ CH(CH ₂) ₂ SO ₂]	169,5—171°	143—145°	Fenetylamin	H. JOHANSSON, Svensk kem. tidskrift 29 , Festskrift sid. 85 (1917).
14) β -bisulfididomörsyra [HOOCCH ₂ CH(CH ₂) ₂ S] ₂	117°	117—119°	Cinkinin	H. JOHANSSON, publiceras i Kem.-mineral. föreningens festskrift, C. W. K. Gleerup, Lund 1918.
15) α -Tiodisomörsyra [HOOCCH(C ₂ H ₄) ₂ S]	82°	109°	Fenetylamin	R. AHLBERG, föregående publikation.

TABELL II.
De båda asymmetriska kolatomerna ingående i sluten förkedning.

	Smältpunkt			Aktiv form medelst	Litteratur
	racem	meso	aktiv		
1) Trans- $\Delta^3,5$ -Dihydrofalsyra $\begin{array}{c} \text{HOOCCH} - \text{CH} = \text{CH} \\ \\ \text{HOOCCH} - \text{CH} = \text{CH} \end{array}$	210°	173—175°	122°	Strykinin	W. F. PROOST, Ber. d. d. chem. Ges. 27 , 3185 (1804). — A. NEVILLE, Proceedings chem. soc. 22 , 274 (1906); Journ. chem. soc. 89 , 1744 (1906).
2) Trans-Hexahydrofalsyra $\begin{array}{c} \text{HOOCCH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{HOOCCH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \end{array}$	215°	192°	177—185°	Kinin	A. WENKER och E. COSEMAN, Ber. d. d. chem. Ges. 32 , 3046 (1899).
3) Trans-Dihydrofurfurol-2,4-dikarbonsyra $\begin{array}{c} \text{HOOC} \text{CH} = \text{CH} \\ \quad \\ \text{HOOC} \text{CH} = \text{CH} \\ \quad \\ \text{O} \quad \text{O} \\ \diagdown \quad / \\ \text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{O} \quad \text{O} \end{array}$	179°	150°	144°	Cinkonin	H. B. HILL, Amer. chem. Journ. 25 , 439 (1901).
4) Trans-Trimetylén-1,2-dikarbonsyra $\begin{array}{c} \text{HOOCCH} \\ \\ \text{HOOCCH} - \text{CH}_2 \\ \\ \text{HOOCCH} - \text{CH}_2 \end{array}$	175°	138°	175°	Brucin, kinin, cinchonidin	E. BRUCHER och R. HERPE, Ber. d. d. chem. Ges. 38 , 3112 (1905).
5) Trans-Pentametylén-1,2-dikarbonsyra $\begin{array}{c} \text{HOOCCH} - \text{CH}_2 \\ \\ \text{HOOCCH} - \text{CH}_2 \\ \\ \text{HOOCCH} - \text{CH}_2 \\ \\ \text{HOOCCH} - \text{CH}_2 \end{array}$	160°	140°	131°	Brucin	L. J. GOLDSWORTHY och W. H. PERKIN jun., Journ. chem. soc. 105 , 2659 (1914).

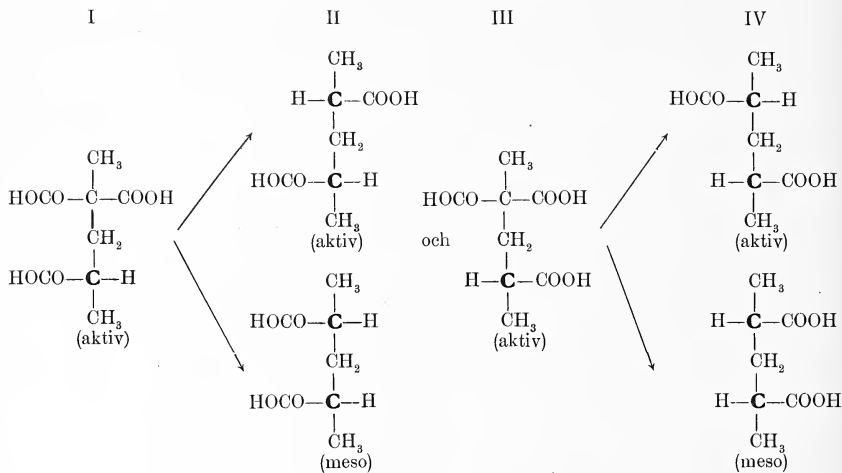
Någon avgjord regelbundenhet beträffande smältpunkterna för de sammanörande isomererna i dessa tabeller står knappast att finna. Visserligen smälta samtliga *racemsubstanser* (= transformer) i Tabell II högre än motsvarande *mesoföreningar* (= cisformer), vilket dock antagligen sammanhänger därmed, att cis-transisomerer med ytterst få kända undantag bruka visa detta förhållande, ty av racemformerna i Tabell I ha icke ens hälften högre smältpunkt än mesoformerna (och av de 5 symm. substituerade bernstensyrorna t. o. m. blott en enda, nämligen vinsyran). — *Racemformerna* ha i allmänhet högre smältpunkt än motsvarande optiska *antipoder*, dock bilda n:r 4, 9 och 10 i Tabell I, n:r 5 i Tabell II undantag, varjämte de nämnda isomererna i Tabell II, n:r 4 ha samma smältpunkt. — *Mesoföreningarna* visa än högre, än lägre smältpunkt än *antipoderna*. — Anmärkas må ytterligare, att vid dimetylbernstensyra racemformen smälter lägre, vid dimetylglutarsyra högre, men vid dimetyl-adipinsyra återigen lägre än mesoformen¹.

Av de i tabellerna upptagna syrorna äro naturligtvis även en del symmetriska derivat, såsom salter, estrar och anhydrider utredda med avseende på racem- och mesoform, och då därjämte åtskilliga andra hithörande fall äro kända, t. ex. den nämnda isohydrobenzoinen, erytrit och de i not 2 (och 5) på sid. 8 angivna ämnena, så kan den lucka, som V. MEYER 1890 anmärkte på och som A. WERNER ännu 1913 vid publicerandet av dimetylbernstensyrans uppdelning ansåg förefinnas², numera anses vara väl fylld. Något tvivel på riktigheten av van't HOFFS och LE BELS förklaringar över orsaken till isomerien vid dessa substanser kan därför icke längre råda, även om de i aktiva former bekanta föreningarna av denna typ utgöra blott en liten del av samtliga kända hithörande ämnen och i jämförelse med antalet uppdelade substanser med 1 asymmetrisk kolatom fortfarande äro anmärkningsvärt fåtaliga.

¹ I sin Lehrbuch der Stereochemie, sid. 85 (1904), skriver A. WERNER: »In Bezug auf die Schmelzpunkte ist aber das Merkwürdige zu konstatieren, dass in den Fällen, in denen die optische Aktivität klein ist, zwischen den Schmelzpunkten der Anti- und Paraformen und denjenigen der aktiven Komponenten und der Antiformen nur kleine Unterschiede bestehen. — Es scheint dies darauf hinzudeuten, dass die Grösse des optischen Gegensatzes gewissermassen auch in bestimmtem Grade als Mass des chemischen Gegensatzes gelten kann, welche letzterer sich in der Fähigkeit zur Bildung wohlcharakterisierter racemischer Verbindungen ausdrückt. — Då den spec. vridningen ofta är i mycket hög grad beroende av lösningsmedlet, koncentrationen m. m. — varför den icke heller medtagits i tabellerna —, är det vanskligt att yttra sig om detta påstående. Anmärkas må dock, att för dimetylbernstensyra erhållits $[\alpha] =$ blott ca 8° och för dimetyl-adipinsyra ca 30°, medan å andra sidan tioidlaktysyra givit $[\alpha] =$ ca 190° och disulfidbernstensyra ca 290°.

² Omdömet grundades visserligen på en något mager statistik, i det att WERNER som dittills uppdelade substanser endast anförde isohydrobenzoin, dimetyl-adipinsyra och dibrombernstensyra.

Föreliggande avhandling över optiskt aktiva $\alpha\alpha$ -dimetylglutarsyror¹ behandlar alltså ett led i serien av uppräknade ämnen. Vid arbetets påbörjande hade ännu ingen av de symmetriskt dialkylerade syror av den förut nämnda typen $\text{HOCOCHR}(\text{CH}_3)_n\text{CHR}(\text{COOH})_2$ blivit uppdelad, och försöket att erhålla dimetylglutarsyra i aktiv form erbjöd alltså ett synnerligt intresse. Ursprungliga avsikten var att först framställa den motsvarande trebasiska syran $(\text{HOCO})_2\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ och, om denna vid frigörandet icke visade sig avge kolsyra redan vid vanlig temperatur utan var tillräckligt beständig, uppdelas den med aktiva baser. Genom kolsyreavspjälkning ur de aktiva trikarbonsyror vid eventuellt förhöjd temperatur borde därefter, om icke andra intramolekylära omlagringar såsom racemisering tillstötte, ur vardera antipoden sannolikt erhållas en blandning av dimetylglutarsyrans mesoförening jämte enbart höger- eller vänsterformen av samma syra enligt t. ex. följande schema:



Detta arbetsprogram blev också genomfört men fullföljdes icke som framställningsmetod för rena aktiva dimetylglutarsyror. Under väntan på att trikarbonsyrans primära strykninsalt skulle kristallisera, isolerade jag nämligen de båda inaktiva dimetylglutarsyror och lyckades att med hjälp av sura strykninsaltet direkt

¹ En omfattande litteraturförteckning över de inaktiva $\alpha\alpha$ -dimetylglutarsyror finns i V. MEYER och P. JACOBSON, Lehrbuch der organischen Chemie, — Särskilt må observeras historiken av W. A. BONE och W. H. PERKIN jun. i Journ. chem. soc. **67**, 416 (1895) över dessa syror och trimetylbernstensyra, vilka i början ofta förväxlades, samt K. AUWERS' samtida uppsats i LIEBIGS Ann. **285**, 241 (1895).

aktivera den högre smältande av dessa omedelbart efter uppdelningen av den nämnda trikarbonsyran ¹.

Sedermera har jag tyvärr knappast mer än de sista somrarna haft tillfälle att fortsätta arbetet, vars ytterligare resultat huvudsakligen varit, att jag genom systematisk uppdelning med brucin och fenetylamin erhållit även vänsterformen av dimetylglutatsyran i rent tillstånd, varjämte en enkel behandling av antipoderna med acetylklorid vid jämförelsevis låg temperatur visat sig räcka till för att överföra dessa i aktiva anhydrider, vilket var så mycket mera överraskande, som acetylklorid under samma betingelser väl omvandlar mesosyran till en sedan länge känd anhydrid men däremot icke märkbart inverkar på racemformen ². De aktiva anhydriderna tänkte jag använda dels preparativt, dels och framför allt till att polarimetriskt studera den hastighet, med vilken den dimetylsubstituerade glutatsyreringen uppspjälkas av olika substanser. Men då en mera ingående undersökning fordrar framställning av nytt material, och särskilt en kinetisk studie kan anses ligga utom ramen för detta arbete, vars egentliga syfte varit att framställa och något karaktärisera de aktiva dimetylglutatsyrorna, har jag emellertid icke velat ytterligare fördroja publicerandet av denna undersökning.

Beträffande det experimentella arbetet må här nämnas, att bestämningarna av α_D äro utförda medelst en »Halbschattenapparat» från SCHMIDT und HAENSCH, Berlin. I varje avläsningsserie gjordes i allmänhet 6 à 8 inställningar. För att ge en föreställning om den erhållna noggrannheten anföras följande bestämningar.

	Medium									
Med rör (1-dm.)	+ 2°30',	+ 2°31',	+ 2°30'	+ 2°33',	+ 2°31',	+ 2°29',	+ 2°30'	+ 2°31'	+ 2°31'	
Utan rör	- 49',	- 46',	- 47',	- 51',	- 46',	- 48',	- 49'			- 48'
Med rör (1-dm.)	- 4°14',	- 4°12',	- 4°13',	- 4°14',	- 4°13',	- 4°14'				- 4°13'
Utan rör	- 40',	- 42',	- 40',	- 40',	- 39',	- 39'				- 40'
Med rör (1,894-dm.)...	+ 5°42',	+ 5°43',	+ 5°44',	+ 5°44',	+ 5°40',	+ 5°43',	+ 5°43'	+ 5°43'	+ 5°43'	
Utan rör	- 37',	- 39',	- 41',	- 38',	- 40',	- 39',	- 40'			- 39'

Felen i de uppgivna värdena på α_D torde alltså i allmänhet kunna uppskattas till högst $\pm 2'$. — För smältpunktsbestämningarna har jag använt ROTHS apparat. Lågan inställdes så, att termometern visade ungefär 1 grads stigning i minuten. Substansen infördes c:a 10^0 före smältpunkten, som vid behov bestämts approximativt genom ett försök. Enär svavelsyran i apparaten stod ungefär i jämnhöjd med 100^0 -strecket på termometern, kunna alla anförda smältpunkter, som

¹ E. MÖLLER, Ber. d. d. chem. Ges. 43, 3250 (1910). Aktivering av racem-dimetylglutatsyran konstaterade jag första gången polarimetriskt den 16 augusti 1910. I mitten av september s. å. insändes ett kort meddelande om de båda uppdelade syrorna till Berichte, men detta blev av obekant anledning refuserat. Sedan jag emellertid i början av november i Chem. Centralblatt funnit en uppgift om uppdelning av α_1 -dimetylglutatsyran, insände jag med hänvisning härtill ett nytt, något tillökadt meddelande, som då intogs i tidskriften (se ovan).

² Dittills kände man icke heller vid något annat par stereoisomera α_1 -dialkylglutatsyror lika litet som vid fumar- och maleinsyrorerna mera än 1 anhydrid, men genom blandning av de båda optiska antipoderna i lika mängder kunde naturligtvis nu även den andra inaktiva anhydriden av dimetylglutatsyrorna erhållas.

ligga under denna temperatur, anses som praktiskt taget korrigerade. — Kol och väte ha bestämts på vanligt sätt, kväve enligt DUMAS' metod. Vid beräkning av analyserna ha alltid använts de internationella atomvikterna efter 1918 års tabell, vid preparativt arbete däremot vanligen avrundade tal ($C = 12$, $H = 1$ etc.).

Till min lärare i kemi, Professor J. M. LOVÉN, som givit uppslaget till denna undersökning och alltjämt med intresse följt mitt arbete, ber jag att få framföra mitt värdsamma tack.

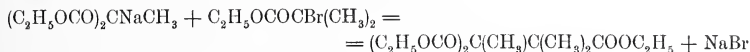
Ävenledes önskar jag här betyga Professor L. RAMBERG min varma tacksamhet för de mångahanda kunskaper i kemi, jag haft förmånen att av honom mottaga under den följd av år, han varit min närmaste förman å laboratoriet.

II. Över α , α -dimetyl- α -karboxylglutarsyra



1. Framställning av den motsvarande inaktiva trietylestern.

Genom omsättning av natrium-metyl-malonsyreester med α -bromisomörsyreester i absolut alkohollösning och sönderdelning av den bildade estern med svavelsyra erhöles C. A. BISCHOFF och N. MINTZ¹ en syra av smpt 105°, som de enligt den väntade reaktionsformeln



ansågo vara trimetylbernstensyra men som av K. AUWERS och L. L. JACKSON uppvisades vara α , α -dimetylglutarsyra². Den bildade trietylestern hade alltså icke ovanstående formel utan $(\text{C}_2\text{H}_5\text{OCO})_2\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COOC}_2\text{H}_5$, vilket ytterligare styrktes genom jämförelse med kokpunkterna för en del redan kända isomera trietylestrar³. Enligt en något senare uppgift av K. AUWERS och E. KÖBNER⁴ ökas utbytet åtskilligt genom blandning av ingredienserna i värme. Med iakttagande av denna modifikation framställde jag den nämnda trietylestern ur metylmalonsyreestern, erhållen på vanligt sätt ur malonsyreester och metyljodid och av kpt 92—94° vid 18, 87—88° vid 16 mm. Hg, jämte från KAHLBAUM inköpt α -bromisomörsyreester. Denna sattes i 3 eller 4 omgångar med knappt en halv minuts mellaurum till den i kolv med återloppskylare befintliga, c:a 50° förvärmde lösningen av natrium-metyl-malonsyreester i absolut alkohol, varvid rätt betydlig självuppvärmning iaktogs. Blandningen upphettades därpå omedelbart i kokande vatten-

¹ Ber. d. d. chem. Ges. **23**, 649 (1890).

² Ber. d. d. chem. Ges. **23**, 1599 (1890). — De skäl, som anfördes av AUWERS och JACKSON, voro huvudsakligen följande. Syran ger vid bromering efter HELL-VOLHARD-ZELINSKYS metod ett dibromderivat, medan trimetylbernstensyra med blott 1 väteatom i α -ställning borde lämna endast ett monoderivat. Vidare ägde syran (ungefär) samma smältpunkt och framför allt samma dissociationskonstant som en av ZELINSKY (Ber. d. d. chem. Ges. **22**, 2823 (1889)) på annat sätt förut framställd dimetylglutarsyra, och denna dissociationskonstant var lägre än för bernstensyra, medan den för trimetylbernstensyra kunde väntas vara ända till fyra gånger större, att döma av de kända konstanterna för mono-, di- och tetrametylbernstensyrorna.

³ Loc. cit., 1604—5.

⁴ Ber. d. d. chem. Ges. **24**, 1929—30 (1891).

bad, och neutral reaktion inträdde vanligen efter 3 å 4 timmar. Alkoholen avdrevs genom upphettning i glycerinbad till högst 140°, varigenom den ursprungliga mängden lösningsmedel nästan kvantitativt återvanns. Estern tvättades ett par gånger i skiljetratt med ungefär dubbla volymen vatten, torkades med klorkalcium och vacuumdestillerades. I utbyte erhöles vid arbete med $\frac{1}{2}$ grammolekyl utgångsmaterial (11,5 gr. Na, 115 gr. C_2H_5OH etc.) åt gången vid flera olika tillfällen något öfver 25 % fördroppar av kpt 50—156° (mest vid 85—95°, obetydligt mellan 100—156°) samt 62—64 % av kpt 156—158° vid 15 mm. — K. AUWERS och J. F. THORPE¹ erhöles 57 och 50 % ester av kpt 270—290° (mest vid 281°) vid atmosfärstryck, medan tidigare framställningar av C. A. BRSCHOFF och N. MINTZ² samt K. AUWERS och E. KÖBNER³ givit långt mindre tillfredsställande resultat. För att skilja estern från lägre kokande produkter tycks alltså vacuumdestillation avgjort vara att rekommendera.

(Estern var, såsom man kunde vänta, optiskt inaktiv: i 1-dm. rör vid 20° och natriumljus visade den ej spår till vridning.)

2. Den inaktiva trikarbonsyran.

Framställning och analys. — Den erhållna trietylestern omskakades i kolv med återloppskylare med ca 75 % överskott av 40-procentig natronlut, förvärd till 50 å 60°. Efter några minuter inträdde en häftig kokning, under vilken skakningen försiktigt fortsattes, varpå den åter kraftigt ökades, tills efter ytterligare 1 å 2 min. natriumsaltet plötsligt utkristalliserade ur den då vanligen fullt klara lösningen i form av stora, täta klumpar. Massan försattes med litet vatten, tills saltet nätt och jämt blivit löst, och eventuella spår av oförtvålade ester avlägsnades i skiljetratt. Därpå frigjordes syran under kylning med isvatten genom försiktig tillsats av svavelsyra i överskott, det utfällda natriumsaltet avsögs, och syran utskakades 3 gånger med eter av ungefär $\frac{2}{3}$ av lösningens volym åt gången. Etern avdestillerades, varvid badets temperatur höjdes till högst 80°. Ur resten avskildes vid avsvulning en vit, mycket finkristallinisk fällning, som emellertid ej bestod af fullt ren syra $C_8H_{12}O_6$, enär ekvivalentvikten alltid befanns vara något högre, nämligen 69—69,5, än den beräknade 68,0 — så t. ex. förbrukade vid en titrering 0,0861 gr. syra 10,78 ccm av en 0,1154-n barytlösning (fenoltalein), vilket motsvarar ekvivalentvikten 69,2. Genom 2 eller högst 3 successiva indunstningar till högst 80° och utkristalliseringar vid avkylning erhöles ur moderluten ytterligare betydliga mängder syra, som emellertid var ännu något mindre ren (ekv. vikt 70—71. Enär syran sönderdelas vid upphettning och icke visar skarp smältpunkt, har jag för avgörande av dess renhetsgrad alltid använt mig av ekvivalentviktsbestämning). Den efter 3:dje eller 4:de utkristalliseringen erhållna återstoden stelnade ej fullständigt utan

¹ LIEBIGS Ann. 285, 310 och 315 (1895).

² Ber. d. d. chem. Ges. 23, 649 (1890).

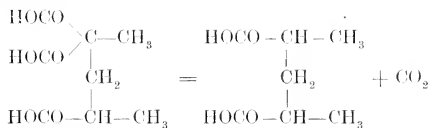
³ Ber. d. d. chem. Ges. 24, 1930 (1890).

bildade en halvfäst, något klabbig massa med inbäddade kristaller, alltsamman i vikt utgörande högst 5 % av den beräknade mängden syra. Genom 1 eller (för de sista portionerna) 2 omkristalliseringar — varvid i allmänhet 1 del syra löstes i 1 del vatten genom upphettning till högst 70° — erhöles syra av den teoretiska ekvivalentvikten 68,0.

Analys å lufttorr syra:

0,2026 gr. substans gävo	0,3478 gr. CO ₂ och	0,1121 gr. H ₂ O.
0,1924 » » »	0,3312 » » »	0,1070 » »
0,0915 » » »	förbrukade 11,66 ccm	0,1154-n baryt (fenolftalein, skarpt omslag).
0,1022 » » »	13,02 ccm	0,1154-n baryt.
	Ber. för C ₈ H ₁₂ O ₆ = 204,1	Funnet
C	47,1	46,8; 47,0 %
H	5,93	6,19; 6,22 »
Ekv.-vikt	68,0	68,0; 68,0.

Syrans förhållande vid upphettning och längre förvaring. — Vid upphettning av syran avgav denna kolsyra med märkbar hastighet redan vid 135°. (Infördes den i smältpunktsapparaten vid 145° och temperaturen höjdes med 1° i min., mjuknade den vid ungefär 150° och smälte skarpt under livlig gasutveckling vid 153—156°.) För kvantitativ bestämning av kolsyran användes samma anordning som vid vanlig förbränning på kol och väte med den skillnaden, att förbränningsröret utbyttes mot en liten fraktionskolv, nederst hållande syran och uppvärmd i ett oljebad av ca 150°. Kolsyran undanträngdes av gasometergasen, som genom ett nedtill uppåtböjt glaströr leddes nästan till kärlets botten.



0,4443 gr. lufttorr syra gävo vid upphettning 0,0953 gr. CO₂.

	Ber. för C ₈ H ₁₂ O ₆ = 204,1	Funnet
CO ₂	21,6	21,5 %

Syran förändras ej märkbart genom längre förvaring, såsom framgår av följande ekvivalentviktsbestämning på ett prov, som legat 4 års tid i luften, blott täckt av ett urglas.

0,0859 gr. syra förbrukade 11,16 ccm 0,1130-n baryt.

	Ber. för C ₈ H ₁₂ O ₆ = 204,1	Funnet
Ekv.-vikt	68,0	68,1

Löslighet m. m. — Av en vid 20,0° mättad vattenlösning förbrukade 1,972 cem a) 52,65, b) 52,51 cem 0,0879-n baryt. Normaliteten beräknas härav i a) till 2,347, i b) till 2,340, medium = 2,34, och den mättade lösningen håller därför 0,159 gr. per cem. Syran är lättlöslig i alkohol, eter, aceton, ättiketer och ättiksyra, ytterst svår-löslig i benzol och ligroin. Den erhålles i allmänhet i pulverform, men vid ett par månaders frivillig avdunstning av dess vattenlösning i nedre delen av ett provrör avskildes den i form av stora klarar av hopvxna, för blotta ögat fullt tydliga kristallindivider. — (Liksom motsvarande ester borde den erhållna syran naturligtvis vara optiskt inaktiv, vilket också konstaterades i 1 dm.-rör med 0,36 gr. syra, löst i vatten till 8,00 cem.)

Dissociationskonstant vid 25,0°. — Mätningarna utfördes enligt KOHLRAUSCH-OSTWALD metod. Av de båda använda »Bredigspipetterna» lämnade den ena vid utblåsning lika mycket som den andra tog vid insugning, nämligen $9,985 \pm 0,005$ cem. I tabellerna betyder v utspädningen i liter, μ molekylära ledningsförmågan i reciproka ohm, $\alpha = \frac{\mu}{\mu_{\infty}}$ dissociationsgraden och $k = \frac{\alpha^2}{v(1-\alpha)}$ dissociationskonstanten. Enligt den av OSTWALD angivna regeln har för syran med dess 26 atomer antagits $\mu_{\infty} = 368^1$.

Elektrodkärlets kapacitet bestämdes med $1/50$ -n klorkaliumlösning, för vilken antogs $\kappa_{25} = 0,002768$. För vattnets ledningsförmåga, $2 \cdot 10^{-6}$, har icke korrigerats. Mätningarna i tabell 2 ha utförts på ännu en gång omkristalliserad syra.

TABELL 1.

v	μ	100 α	100 k
16,0	62,91	17,09	0,220
32,00	85,79	23,31	0,221
64,00	114,8	31,20	0,221
128,0	150,0	40,76	0,219
256,0	191,1	51,93	0,219
512,0	235,0	63,56	0,220

100 k = 0,220.

TABELL 2.

v	μ	100 α	100 k
16,00	62,86	17,09	0,220
32,00	85,64	23,27	0,221
64,00	114,8	31,20	0,221
128,0	149,5	40,73	0,219
256,0	191,3	51,96	0,220
512,0	235,1	63,90	0,221

100 k = 0,223.

För jämförelse kan nämnas, att malonsyra, den enklaste föreningen med 2 karboxyler vid samma kolatom, enligt OSTWALD² äger affinitetskoefficienten 100 k = 0,168. Ovannämnda trikarbonsyra visade sig alltså, såsom man kunde vänta, vara åtskilligt starkare än denna.

Molekylvikt. — Bestämningarna utfördes kryoskopiskt i vatten enligt BECKMANN'S metod. I tabellen betecknar α syrans dissociationsgrad enligt formeln $\frac{\alpha^2}{v(1-\alpha)} = k$ (= 0,00220 enligt föregående), som antagits gälla även under ifrågasvarande

¹ OSTWALD-LUTHER, Physiko-chemische Messungen, 3dje uppl., sid. 482.² Zeitschrift f. physik. Chemie 3, 272 (1889).

förhållanden; beräknad molekylvikt = $\frac{M}{1 + \alpha}$, där M är den teoretiska mol.-vikten (204,1). Konstanten för vatten = 18,5.

Lösnings- medel i gram	Substans i gram	Frys- punkts- sänkning	α	Molekylvikt	
				Funnen	Beräknad
16,25	0,1854	0,129°	0,1797	171,5	172,9
»	0,3392	0,207°	0,1374	183,1	179,4
»	0,5217	0,316°	0,1113	187,8	183,6

Kaliumsalter. — Dessa framställdes ur karbonat och syra i beräknade mängder. — *Primära kaliumsaltet* $\text{KC}_8\text{H}_{11}\text{O}_6$ utfaller, då koncentrerade lösningar av syra och pottaska blandas. Det erhålles lätt vid frivillig avdunstning av dess lösning i form av genomskinliga, några mm. långa, strålförmigt hopvuxna kristaller, hårt fästade vid kärlets väggar.

Analys å lufttorrt salt:

0,2396 gr. substans gävo 0,0865 gr. K_2SO_4 .
 0,1601 » » » 0,0576 » »
 0,1896 » » förbrukade 13,50 ccm. 0,1154-n baryt (fenoltalein).
 0,3551 » » » 25,18 » » »

Ber. för $\text{KC}_8\text{H}_{11}\text{O}_6 = 242,2$ Funnet
 K 16,14 16,20; 16,14 %
 ekv.-vikt 121,1 121,7; 122,2

— *Sekundära kaliumsaltet har ej erhållits.* Ur lösningar av ekvimolekylära mängder syra och pottaska erhölls i exsiccator över svavelsyra blott en gummiartad massa, men vid frivillig avdunstning i luft avskildes så småningom ur mycket koncentrerade lösningar små kristaller, som till utseendet liknade det primära saltet och vid analys även visade sig utgöras av något orent sådant:

0,1273 gr. substans gävo 0,0467 gr. K_2SO_4 .
 0,1264 » » förbrukade 8,68 ccm 0,1154 n baryt.

Ber. för $\text{KC}_8\text{H}_{11}\text{O}_6 = 242,2$ (Ber. för $\text{K}_2\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}_6 = 280,3$) Funnet
 K 16,14 (27,90) 16,46 %
 Ekv.-vikt 121,1 (280,3) 126,2

Vid en ny avsgugning befriades de erhållna kristallerna bättre från moderlutten genom lindrig tvättning med vatten och visade sig då utgöras av ganska rent salt $\text{KC}_8\text{H}_{11}\text{O}_6$.

Analys å lufttorrt salt:

0,1811 gr. substans gävo 0,0656 gr. K_2SO_4 .
 0,0666 » » förbrukade 4,29 ccm 0,1154-n baryt.

Ber. för $\text{KC}_8\text{H}_{11}\text{O}_6 = 242,2$ Funnet
 K 16,14 16,25 %
 Ekv.-vikt 121,1 122,4.

Ur ekvimolekylära mängder syra och pottaska erhålles alltså icke det sekundära utan primära kaliumsaltet. (Utom genom detta förhållande karakteriseras syran väl av de längre fram beskrivna, lätt igenkännliga primära strykniusalterna.)

— *Det neutrala kaliumsaltet* erhöles vid lösningens avdunstning i exsiccator som små klara, hopgyttrade, deliquescenta kristaller. Även vid pressning mellan filterpapper flöt saltet ganska hastigt sönder, och försök att på detta sätt få det i definierbart skick visade sig fäflänga. Så erhöles vid olika avrykningar med svavelsyra så olika värden som 31,9; 34,0 och 33,3 % K. Efter torkning i exsiccator visade sig saltet innehålla 1 molekyl kristallvatten.

Analys å salt, torkat över svavelsyra i 24 timmar:

0,2020 gr. substans gävo 0,1565 gr. K_2SO_4 .

	Ber. för $K_2C_8H_6O_6 + H_2O = 336,4$	Fannet
K	34,9	34,8 %

Även vid längre upphettning ändrades ej sammansättningen: 0,2946 gr. i exsiccator torkat salt förlorade under 20 timmars upphettning till 145° blött 0,0006 gr.

Analys å resterande salt:

0,2940 gr. substans gävo 0,2284 gr. K_2SO_4 .

	Ber. för $K_2C_8H_6O_6 + H_2O = 336,4$	Fannet
K	34,9	34,9 %

3. De optiskt aktiva trikarbonsyrorna.

A. Negativa försök att uppdelat syran med α -fenetylamin¹, kinin och einkonin.

Första försöket att spjälka ovanstående syra gjordes med α -fenetylamin, som vid uppdelning av racemysyror äger den stora fördelen framför alkaloiderna att kunna erhållas i båda antipoderna, varigenom de aktiva syror, om uppdelningen lyckas, båda kunna framställas i lika rent tillstånd, vilket jämförelsevis sällan inträffar vid arbete med en alkaloid.

Av ekvimolekylära mängder d-fenetylamin och trikarbonsyran i helt litet vatten erhöles efter ett par veckor vita, några mm. långa, hopvuxna, hårflna kristaller. Med dessa ympades en vid rumstemperatur beredd lösning av 9,23 gr. d-fenetylamin (0,0763 mol) och 15,56 gr. syra (0,0763 mol) i 15,5 gr. vatten. Efter några timmar avsögs 4,2 gr. substans, som ännu efter flera dagars lufttorkning kändes något klubbig och därför icke kunde väntas vara (fullt) analysren. Emellertid utfördes en kvävebestämning, som avgjort tydde på, att i huvudsak primärt salt verkligen förelåg, enär kvävehalten i ett kristallvattenfritt dylikt salt beräknas till 4,31 % och analysen gav 4,71 % (0,2035 gr. substans gävo 8,50 ccm N_2 vid 15° och 736 mm.). En koncentrerad vattenlösning av den ur detta salt erhållna syran visade i 2,2-dm.-rör icke spår till vridning. Sedan ytterligare ca 12 gr. fast salt erhållits ur filtratet, framställdes ur den återstående lösningen en syra, som också i koncentrerad vattenlösning visade sig vara fullkomligt inaktiv.

Även vid blandning av ekvimolekylära mängder syra och kinin ($1/100$ mol av vardera) i vatten-alkohollösning erhöles så småningom flua, hårflna kristaller. Vid företagen avsugning befanns nära hälften av beräknad mängd substans ha utfallit. Syran ur såväl fällning som filtrat visade sig både i vatten- och etterlösning vara fullständigt inaktiv.

¹ Framställning av optiskt aktiva fenetylaminer (α -aminoetylbenzoler): J. M. LOVÉN, Journ. f. prakt. Chemie [2], 72, 307 (1905).

Försök att erhålla det primära cinkoninsaltet i kristalliserande tillstånd lyckades ej. Vid tillsats av cinkonin till en vattenlösning av syran erhöles två skikt, av vilka det understa var ganska segt och ytterst svårösligt i vatten. Med litet alkohol erhöles visserligen en lösning, men denna gav vid intorkning endast en gummiliknande, pösigt massa.

B. Uppdelning med hjälp av de primära strykninsalterna.

Förförsök: Till en lösning av 2,04 gr. trikarbonsyra ($1/100$ mol) i 8 gr. vatten sattes vid vanlig temperatur 3,20 gr. stryknin ($1/104$ mol, ty på grund av en felskrivning råkade formeln för stryknin här antagas vara $C_{21}H_{22}NO_2$ i stället för $C_{21}H_{22}N_2O_2$). Denna gick raskt i lösning, men kristallisation inträdde trots skrapning och dylikt först efter flera veckor, då den intorkade sega återstoden plötsligen av sig själv raskt stelnade till en mycket hård massa¹. Denna löstes vid 50° i 13 gr. vatten, och efter ympning och avsväning tycktes hela lösningen fyllas med vita bollar, vardera bestående av en mängd glänsande, från en gemensam punkt på kärlets väggar utsträlade, mjuka nålar eller hår. Efter 18 timmar erhöles vid avsvugning en asbestliknande fällning, som lufttork vägde 1,9 gr. Den löstes vid 50° i 20 gånger dess vikt vatten och ur lösningen erhöles en liten fällning av nålar med samma utseende som förut. — I det första filtratet fortsatte bildningen av nålar, men dessutom uppstodo rosetter av klara, ganska breda kristaller. Dessa skildes lätt på rent mekanisk väg från nålarna och löstes i litet 50-gradigt vatten. Vid avsvugning erhöles åter rosetter av genomskinliga, några millimeter breda blad med rektangulär begränsning.

Då bildningen av två så olika slags kristaller gjorde det troligt, att trikarbonsyran låter uppdelas sig med hjälp av stryknin, bereddes större portioner salt. Härvid löstes syran i 6 à 7 gånger sin vikt vatten, och stryknin i (ung.) ekvimolekylär mängd tillfördes vid ca 40°. Vid avsvugning efter 2 dygn visade sig den av nålar bestående bildningen uppgå till nära hälften av den avvägda basens och syrans sammanlagda vikter. Den omkristalliserades 2 gånger efter att vid 60—70° ha lösts i 5 à 6 gånger vikten vatten. Härvid erhöles ofta mer än 4 cm. långa, vita nålar, vilkas löslighet vid rumtemperatur på grund av de bearbetade viktmängderna uppskattades till högst 2,5 på 100.

Analys å lufttorkt salt:

0,3356 gr. substans gävo 15,04 ccm N_2 vid 16° och 754 mm.

0,1899 gr. förbrukade 9,09 ccm 0,1154-*n* baryt (fenoltalein, något oskarpt omslag).

	Ber. för $C_{21}H_{22}N_2O_2$, $C_8H_{12}O_6 = 538,4$	Funnet
N	5,21	5,16 0/0
Ekv. vikt	179,5	181.

Saltet försattes med överskott av 2,5-*n* svavelsyra², och med eter utskakades därpå ca 95 % av beräknad mängd syra, som började mjukna vid ungefär 140°

¹ Denna svårighet att få kristaller av saltet var möjligen rent tillfällig eller beroende på det nämnda lilla överskottet av syra, ty vid ett senare försök kristalliserade en blandning av jämnt ekvimolekylära mängder ren *d*-trikarbonsyra och stryknin i 5 gånger saltets vikt vatten spontant och omedelbart. Dock förvarades vid detta tillfälle kristaller av saltet i samma rum, där försökets företogs.

² Då de svavelsyrade salterna av både stryknin och brucin äro svårösliga, har jag vid extraktion av aktiva syror ur en ringa mängd fällning i allmänhet försatt denna med svavelsyra i

och smälte oskarpt och under livlig gasutveckling vid 144—148°, alltså ca 10° lägre än den inaktiva syran.

0,0906 gr. syra förbrukade 11,51 ccm 0,1154-*n* baryt.

	Ber. för $C_6H_{12}O_6 = 204,1$	Funnat
Ekv. vikt	68,0	68,2.

0,3600 gr. syra, lösta i vatten till 8,00 ccm, visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{20} = + 0^\circ 44'$; $[\alpha]_D^{20} = + 16,3^\circ$; $[M]_D^{20} = + 33,3^\circ$. — 0,840 gr. syra, lösta i vatten till 4,20 ccm, visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{15} = + 2^\circ 54'$; $[\alpha]_D^{15} = + 14,5^\circ$; $[M]_D^{15} = + 29,6^\circ$. — 0,576 gr. syra, lösta i ättiketer till 4,20 ccm, visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{15} = + 2^\circ 20'$; $[\alpha]_D^{15} = + 17,0^\circ$; $[M]_D^{15} = + 34,7^\circ$.

Filtratet efter den första avsugningen upphettades en kort stund till ca 70° för att lösa eventuella spår av det högersyrade saltet och ympades sedan efter avsvälning med vid förförsöket erhållna prismatiska kristaller. På detta sätt erhöles en fällning, vars vikt efter ca 1 dygn uppgick till över 45 % av det ursprungligen beredda saltet och som omkristalliserades 2 gånger ur ungefär dubbla vikten vatten, uppvärmt till högst 65°. Substansen visade sig särskilt vid högre temperatur betydligt lösligare än det förut beskrivna högersyrade saltet.

Analys å lufttorrt salt:

0,4423 gr. substans gävo 17,79 ccm N_2 vid 16° och 757 mm.

0,4899 gr. förlorade i exsiccator över svavelsyra 0,0570 gr. H_2O .

0,2636 gr. förbrukade 11,25 ccm 0,1154-*n* baryt.

	Ber. för $C_{21}H_{22}N_2O_2$, $C_6H_{12}O_6 + 4H_2O = 610,5$	Funnat
N	4,59	4,65 %
H_2O	11,80	11,64 »
Ekv. vikt	203,5	203.

Saltet försattes med överskott av 2,5-*n* svavelsyra och lämnade efter extraktion med eter över 95 % av beräknad mängd syra.

0,0925 gr. syra förbrukade 11,70 ccm 0,1154-*n* baryt.

	Ber. för $C_6H_{12}O_6 = 204,1$	Funnat
Ekv. vikt	68,0	68,5.

0,3600 gr. syra, lösta i vatten till 8,00 ccm, visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{20} = - 0^\circ 42'$; $[\alpha]_D^{20} = - 15,6^\circ$; $[M]_D^{20} = - 31,7^\circ$.

Då det kunde tänkas, att den i strykninsalterna ingående syran möjligen kunnat delvis racemiserats under saltarnas upphettning vid omkristallisationerna, gjordes följande försök att åtminstone i någon mån pröva de aktiva syrornas renhet: 1,021 gr. av ovanstående l-syra ($1/200$ mol) blaudades med 1,671 gr. stryknin ($1/200$ mol) vid rumstemperatur i 10 gr. vatten, och ett litet korn d-syrat salt tillsattes, som dock omedelbart

en liten och smalhalsad bägarkolv, svängt om den gröliga massan kraftigt med litet eter, som efter en stund avhållits försiktigt från den vita, något trögflytande bottenmassan, vilket alltid kunnat göras ganska skarpt. Vid filtraten eller större mängd fällning har det (eventuellt) utfallda svavelsyrade saltet först avsugs, varefter lösningen på vanligt sätt extraherats med eter i skiljetratt.

gick i lösning. Däremot lyckades genast ympning med l-syrat salt, och sedan en del vackra kristaller av detta uppkommit, avhålldes moderluten, som fick indunsta till fullständig torrhet. Härvid erhöles fortfarande endast väl utbildade kristaller av samma utseende som förut. Några asbestliknande nålar kunde ej upptäckas, ehuru sådana under intorkningen tillfördes åtskilliga gånger — naturligtvis i mycket små mängder. Då någon upphettning av saltet vid detta försök ej förekommit och alla avskilda kristaller varit av en enhetlig och väl karakteriserad typ, torde den använda syran kunna anses vara praktiskt ren vänsterform. Likaså tyda de misslyckade försöken att ympa med d-syrat salt på att detta var fullt fritt från inblandning av l-syrat stryknin.

De aktiva syrorna lösas lätt i vatten (av vilket de vid rumstemperatur upp- tagas raskare och i större mängd än racemisyran), alkohol och eter men äro ytterst svårlösliga i benzol och petroleumeter. Till skillnad från racemisyran kunna de lätt erhållas ur vattenlösning i stora, väl utbildade kristaller. — För att erhålla *det primära kaliumsaltet* löstes beräknade mängder d-syra och pottaska i syrans vikt vatten. Efter några dagar erhöles några små klara kristaller, som emellertid voro ytterst lättlösliga och verkade något klubbiga på ytan, varför någon analys ej utfördes. — *Molekylvikten* på l-syran bestämdes kryoskopiskt i vatten. Beteckningarna äro desamma, som använts vid den inaktiva syran.

Lösnings- medel i gram	Substans i gram	Frys- punkts- sänkning	α	Molekylvikt	
				Funnen	Beräknad
15,54	0,1628	0,111 ^o	0,1867	174,6	172,0
"	0,3302	0,221 ^o	0,1352	177,9	179,8
"	0,4783	0,308 ^o	0,1137	184,9	183,2

De aktiva syrornas vridning ändras ej märkbart genom längre förvaring: 0,3600 gr. l-syra, som legat 4 år i luften, löstes i vatten till 8,00 ccm och visade oförändrat $\alpha_D^{20} = -0^{\circ} 42'$.

III. Separation av den vid trikarbonsyrans upphettning erhållna blandningen av racem- och meso-dimetylglutarsyra med hjälp av de sura kalciumsalterna.

Vid upphettning av den trebasiska syran i ett bad av ca 145° upphörde gasutvecklingen efter ungefär 3 timmar (vid ca 140° först efter ungefär 12 timmar). Den stelnade, mycket svagt gulfärgade produkten smälte oskarpt vid 102°.

0,0679 gr. substans förbrukade 7,43 cem 0,1184-*n* baryt (fenoltalein).

	Ber. för $C_8H_{12}O_4 = 160,1$	Funnet
Ekv. vikt	80,1	79,2.

Den erhållna smältpunkten på något över 100° var väntad. Enligt tidigare erfarenheter tillkommer den nämligen den blandning av racem- och mesoform, som man funnit uppkomma vid flera olika framställningar av dimetylglutarsyra — däribland även hydrolys av den förut omnämnda trietylestern av α, γ -dimetyl- α -karboxylglutarsyra — och vilken på grund av sitt egendomliga förhållande att utan ändring i smältpunkt kristallisera praktiskt taget enhetligt ur olika lösningsmedel ganska länge ansågs vara en kemisk individ. Enligt K. AUWERS¹ och K. AUWERS och J. F. THORPE² kan blandningen sönderdelas i dimetylglutarsyror av smältpunkterna 128° och 141° dels med användning av acetylklorid, då endast den lägre smältande syran bildar anhydrid, dels med de neutrala eller sura kalciumsalterna. Senare åstadkommo J. F. THORPE och W. J. YOUNG³ separation genom att begagna sig av syroras olika förmåga att bilda imid. De upphettade blandningen av ammoniumsalterna i slutet kärl till 160° under 4 timmar, varvid 128°-syrens salt gav eterlöslig imid men saltet av 141°-syran blev i det närmaste oförändrat. För framställning av syror till uppdelning i optiskt aktiva komponenter valde jag sättet att skilja dem med hjälp av de sura kalciumsalterna, då detta borde utesluta varje möjlighet till omlagring, varjämte jag med användning av större mängd syra ville undersöka metodens användbarhet något närmare än AUWERS och THORPE. Dessa försatte en lösning av syran med kalciumkarbonat, så länge mängden av det utfallande sura kalciumsaltet föreföll att ökas. Fällningen innehöll huvudsakligen den högre, filtratet den lägre smältande syran.

Vid ett försök löstes 40 gr. av syreblandningen i 200 gr. vatten, och av den till bildning av surt kalciumsalt behöfviga mängden kalciumkarbonat, 12,5 gr., tillsattes vid rumstemperatur först 6,5 gr., då en stark fällning erhöles, därpå 3,5 gr., som också gävo en ganska stor mängd svårslösligt salt, och slutligen resterande 2,5 gr., som åstadkommo blott en minimal utfällning. Både fällning och filtrat försattes med överskott av 5-*n*

¹ Ber. d. d. chem. Ges. 28, 263 (1895).

² LIEBIGS Ann. 285, 310 (1895).

³ Proceedings chem. soc. 18, 247 (1903); Journ. chem. soc. 83, 351 (1903).

saltsyra, varpå syrorna upptogos med eter, som avdestillerades. Härvid erhöles betydligt mera syra ur fällningen än ur filtratet. De sålunda erhållna syrorerna smälte båda vid ungefär 120°. Genom 2 omkristalliseringar ur ca 1,5-dubbla vikten vatten gav syran ur filtratet 13 gr. substans av smpt 127°. Ur fällningen erhöles efter 3 dylika omkristalliseringar 8 gr. syra av smpt 139—140°. Denna senare var ganska kornig och i motsats till isomeren svår att packa vid avsugningarna, vilket i någon mån kan ha bidragit till det förhållandevis ringa utbytet. Men framför allt måste fällningen ha innehållit betydliga mängder av den lägre smältande syran — dessutom torde enligt senare försök (se sid. 48) 127°-syran förekomma i betydligt överskott i syreblandningen. Vid ett försök i liten skala att lösa blandningen av syror i 9-dubbla vikten vatten i stället för såsom ovan i 5-dubbla erhöles emellertid så liten utfällning av surt kalciumsalt, att utbytet på den högre smältande syran blev ännu mindre. Huruvida ett väsentligen bättre resultat skulle kunna erhållas genom att lösa i en viktsmängd vatten, som ligger mellan de nyss nämnda, har jag icke undersökt. Däremot har jag senare varierat temperaturen vid utfällning av kalciumsaltet och dessutom vid omkristalliseringar av syror vidtagit åtskilliga modifieringar, utan att utbytet nämnvärt avvikit från det förut angivna.

IV. Uppdelning av den högre smältande $\alpha\alpha_1$ -dimetylglytarsyran i optiskt aktiva komponenter.

Enär den förut beskrivna trikarbonsyran visat sig kunna aktiveras med stryknin, använde jag helt naturligt i första hand samma bas för att söka uppdelna någon av de båda motsvarande dimetylglytarsyrorna.

1. Partiell uppdelning med hjälp av de sura strykninsalterna.

Vid ett förförsök i mycket liten skala visade det sig, att en kristalliserande substans lätt erhöles i vattenlösning vid sammanblandning av den vid 140° smältande dimetylglytarsyran med ekvimolekylära mängden stryknin. Sedan härigenom även erhöles någon föreställning om produktens löslighet, bereddades en större portion salt sålunda, att 6,20 gram syra löstes i 18 gr. varmt vatten, varefter 12,94 gr. stryknin raskt och under omrörning sattes till den då c:a 50° varma lösningen. Efter ett par minuter, då ännu en ringa mängd av strykninen återstod, började kristallisationen, som fortskred synnerligen raskt under den alltjämt pågående omrörningen. Efter ungefär en halv timme avsögs saltet, som vägde c:a 10,5 gr.

Fällningen löstes lätt i 70 gr. kokande vatten. Ur lösningen avskildes vid rumstemperatur så småningom ganska smala (1 à 2 mm.), men rätt långa (10 à 12 mm.), genomskinliga blad med rektangulär begränsning. Efter 2 dygn avsögs fällningen, 7,76 gr., som omkristalliserades ur 65 gr. vatten, varvid erhöles 6,22 gr. salt av samma utseende som förut. (Under förutsättning att lösningen var mättad beräknas härav saltets löslighet till c:a $\frac{7,76 - 6,22}{65} = \frac{2,4}{100}$.)

Analys å lufttorrt salt:

0,3525 gr. substans gävo 16,33 ccm N_2 vid 15° och 760 mm.

0,4574 » förlorade i exsiccator över svavelsyra 0,0302 gr. H_2O .

0,2853 » förbrukade 9,29 ccm 0,1154-n baryt (fenoltalein, oskarpt omslag).

	Ber. för $C_{21}H_{22}N_2O_2$, $C_7H_{12}O_4 + 2H_2O = 530,5$	Funnet
N	5,28	5,40 %
H_2O	6,79	6,60 »
Ekv. vikt	265,2	266.

Av resterande salt försattes största delen, nämligen 4,2 gr., med överskott av 2,5-*n* svavelsyra¹. Den frigjorda syran extraherades med eter, efter vars avdunstning återstodo 1,20 gr., ber. 1,27 gr., syra av smpt 77—79°.

0,0833 gr. syra förbrukade 9,01 ccm 0,1154-*n* baryt.

	Ber. för $C_7H_{12}O_4 = 160,1$	Funnet
Ekv. vikt	80,1	80,3.

0,2800 gr. syra, lösta i vatten till 8,00 ccm, visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{20} = +1^\circ 28'$;
 $[\alpha]_D^{20} = +41,9^\circ$.

Filtratet efter det först avsguna strykninsaltet fick frivilligt indunsta, varvid så småningom avskilde sig rätt hårda, ogenomskinliga små (2 à 3 mm. diameter) bollar av korta, hopvuxna hår jämte klara kristaller av det för högersyrans strykninsalt karaktäristiska utseendet. Sedan största delen av dessa inbäddade klara kristaller mekaniskt avlägsnats från den övriga, nästan intorkade, lättlösliga massan, gjordes försök att omkristallisera återstoden i litet vatten. Förhållandet mellan de båda substansernas löslighet låg emellertid här såsom ofta vid försök att uppdelna en syra med en naturlig bas så ogynnsamt, att det icke lyckades att erhålla det vänstersyrade saltet i ens tillnärmelsevis rent tillstånd. Av följande titreringar på generalprov framgår emellertid, att även detta med all säkerhet utgjordes av *sart* strykninsalt, med eller utan kristallvatten.

0,2135 gr. förbrukade 7,47 ccm 0,1154-*n* baryt.

0,3340 » » 11,19 » » »

	Ber. för $C_{21}H_{22}N_2O_{13}$, $C_7H_{12}O_4 = 494,4$	Funnet
Ekv. vikt	247,2	248; 259.

Syran, som frigjordes med svavelsyra och extraherades med eter, smälte mycket oskarpt, fullständigt först vid 110°.

0,0871 gr. syra förbrukade 9,39 ccm 0,1154-*n* baryt.

	Ber. för $C_7H_{12}O_4 = 160,1$	Funnet
Ekv. vikt	80,1	80,4.

0,2800 gr. syra, lösta i vatten till 8,00 ccm, visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{20} = -0^\circ 51'$;
 $[\alpha]_D^{20} = -24,3^\circ$, alltså en vridning av ej fullt 60 % av högerformen.

Dessa försök med stryknin visa, att *av dimetylglutarsyrorna är den högre smältande racemform, den lägre smältande alltså mesoform.*

¹ *Aktiva syrans vridning förändras ej under längre behandling vid rumstemperatur med 2,5-*n* svavelsyra.* En lösning av 0,3 gr. högersyra, lösta i 4 ccm 2,5-*n* svavelsyra, förvarades i 1-dm. rör först under 2 dygn vid ca 20° och därefter i ytterligare 2 dygn i termostat vid 25,0°, utan att den minsta förändring av lösningens vridning kunde iakttagas.

2. Negativa försök med cinkonin, cinkonidin och morfin.

Då det sålunda icke lyckades att erhålla en fullständig uppdelning av racem-dimetylglutarsyran med hjälp av stryknin, gällde det att finna en bas, som i motsats till stryknin gav det svårösligare saltet med vänstersyran. Nu är det ett sedan länge känt faktum — som för övrikt lätt kan iakttagas vid granskning av en tabell över med baser uppdelade syror —, att de mest användbara alkaloiderna i sitt förhållande till racem-syror kunna delas i två klasser, av vilka den ena (I) omfattar kinin, stryknin och brucin, den andra (II) cinkonin, cinkonidin och morfin. I regel bruka de till klass I hörande baserna ge svårösligt salt med en och samma antipod av en syra, medan alkaloiderna av klass II ge svårösligt salt med den andra antipoden, varigenom även denna ofta kan erhållas i rent tillstånd. Enär jag vid det nyss beskrivna arbetet med stryknin funnit det svårösligaste saltet innehålla högersyran, gjordes därför nu uppdelningsförsök med de till klass II hörande alkaloiderna. Härvid blandades alltid liksom i avd. 1 bas och syra i ekvimolekylära mängder, varigenom alltså sura salter borde bildas.

Försök med cinkonin: 0,800 gr. syra ($\frac{1}{200}$ mol) löstes i litet vatten, varpå tillsattes 1,470 gr. cinkonin ($\frac{1}{200}$ mol) och därpå alkohol, tills lösning erhöles. Efter ett par dagar uppstodo två skikt, och efter hand övergick alltsammans till en ljusbrun, gummiartad massa. Någon kristallisation inträdde icke trots skrapningar, behandling med olika lösningsmedel, temperaturförändringar o. s. v.

Försök med cinkonidin: 0,400 gr. syra ($\frac{1}{400}$ mol) löstes genom lindrig uppvärmning i 4 gr. vatten, varpå 0,735 gr. cinkonidin ($\frac{1}{400}$ mol) tillsattes. Då denna icke föreföll att märkbart påverkas, bereddes en lösning genom tillsats av 2 gr. alkohol. Vid frivillig indunstning erhöles även här en gummiartad rest. I denna uppträdde visserligen efter ett par dagar några få små här- eller nålformiga kristaller, men olika försök att väsentligen öka dessas mängd på bekostnad av den övriga massan visade sig fåfänga.

Försök med morfin: 0,400 gr. syra ($\frac{1}{400}$ mol) försattes med 2 gr. vatten och 0,758 gr. morfin ($\frac{1}{400}$ mol), varvid lösning erhöles. Då denna frivilligt avdunstat nästan till torrhet, uppkommo en del strållformigt anordnade små klara kristaller, inbäddade i en seg massa. Sedan denna genom tillsats av litet vatten blivit mera lättflytande, avsågos 0,35 gr., ur vilka syran på vanligt sätt erhöles genom tillsats av svavelsyra och utskakning med eter. Av syran löstes 0,08 gr. i 4 cem vatten. Lösningen visade i 1-dm. rör icke spår till vridning, och i varje fall kristalliserade substansen så dåligt, att vidare uppdelningsförsök med denna bas uppgåvos såsom lönlösa.

3. Negativt försök även med kinin.

Enär det sålunda ej lyckats att uppdelna syran med de till klass II hörande alkaloiderna, upptogos åter försöken med baserna av klass I i den (visserligen svaga) förhoppningen, att vid någon av dessa löslighetsförhållandena vid syraus salter skulle ligga så gynnsamt, att även det vänstersyrade saltet, eluru förmodligen liksom vid stryknin det lättösligare, möjligen skulle kunna erhållas i rent tillstånd. Såsom framgår av avd. 4, lyckades detta i själva verket vid brucin.

Först må emellertid omnämnas ett uppdelningsförsök med kinin: 0,400 gr. syra ($1/100$ mol) löstes genom uppvärmning i 2,5 gr. vatten, varpå 0,810 gr. kinin ($1/100$ mol) och därefter 0,5 gr. alkohol tillsattes. En svagt ljusgul olja bildades då som undre skikt. Vid indunstning till torrhet erhöles blott svampliknande bollar av radialet ställda här, s. k. sfärokrystaller, av vilka somliga hade en diameter på nära 1 cm.

4. Uppdelning med hjälp av de sura brucinsalterna¹.

Förförsök. 0,800 gr. racemisyra ($1/200$ mol) löstes i 60 gr. vatten, varpå 1,97 gr. brucin ($1/200$ mol) tillsattes. Nästan omedelbart uppkom en förhållandevis stark fällning, som efter ett par timmar vägsögs, och ur vilken syran frigjordes genom tillsats av utspädd svavelsyra och utskakning med eter. En vattenlösning av denna syra visade sig vara optiskt aktiv och höjgervridande, såsom man i analogi med förhållandena vid stryknin kunde vänta. Ur en del av filtratet frigjordes på liknande sätt en syra, vars vattenlösning var vänsterridande. Återstoden av filtratet fick indunsta frivilligt till fullständig torrhet. Därvid avsatte sig dels vita (ej klara), strållformigt hopvuxna, 2 å 4 mm. långa, nålformiga kristaller, som lätt häftade vid kärlets väggar, dels några väl utbildade, genomskinliga, 3 å 4 mm. långa, förmodligen monoklina prismor. Då dessa senare sannolikt utgjordes av det vänstersyrade saltet, bereddes enligt följande en större portion.

Av racemisyran, smpt 139—140°, löstes 12,00 gr. ($3/40$ mol) i 415 gr. 50-gradigt vatten (10 gånger den beräknade mängden vattenfritt salt), varpå 29,55 gr. brucin ($3/40$ mol) på en gång tillsattes. Vid omrörning löstes basen mycket snabbt, och då blott en ringa rest av denna återstod, uppkom en ganska tung, vit, finkristallinisk fällning, vars mängd raskt ökades. Sedan massan fått stå vid rumstemperatur i

¹ För att vid omkristalliseringarna i detta och andra komplicerade fall lätt kunna skilja de många olika fällningarna och lösningarna använde jag följande princip vid etikettering och anteckningar i laborationshäfte: En lösning betecknas på samma sätt som den där i upplösta substansen; ursprungliga lösningen av en substans A betecknas alltså likaledes med A.

Den 1:sta ur lösningen A avsugna fällningen betecknas A 1 med filtratet A F 1
 » 2:dra » » » » » » » A 2 » » A F 2
 » 3:dje » » » » » » » A 3 » » A F 3
 (Ur A F 1 avsuges alltså A 2 o. s. v.)

(En lösning av A 1 betecknas som A 1.)

Den 1:sta ur lösningen A 1 avsugna fällningen betecknas A 1,1 med filtratet A 1, F 1
 » 2:dra » » » » » » » A 1,2 » » A 1, F 2
 » 3:dje » » » » » » » A 1,3 » » A 1, F 3
 (Ur A 1, F 1 avsuges alltså A 1,2 o. s. v.)

(En lösning av A 2 betecknas som A 2.)

Den 1:sta ur lösningen A 2 avsugna fällningen betecknas A 2,1 med filtratet A 2, F 1
 » 2:dra » » » » » » » A 2,2 » » A 2, F 2
 » 3:dje » » » » » » » A 2,3 » » A 2, F 3
 (Ur A 2, F 1 avsuges alltså A 2,2 o. s. v.)

Den 1:sta ur lösningen A 1,1 avsugna fällningen betecknas A 1,1,1 med filtratet A 1,1, F 1
 o. s. v.

15 timmar, avsögs fällningen, som lufttorr vägde 20,0 gr. och alltså utgjorde nästan hälften av beräknad mängd salt (tillsvidare tänkt som vattenfritt).

Av fällningen försattes 0,74 gr. med 2,5 *n* svavelsyra, och därpå extraherades med eter 0,185 gr. syra, som smälte ner vid 72° men blev klar först vid 100°.

0,1801 gr. syra, lösta i vatten till 4,20 ccm, visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{19} = + 1^\circ 29'$; $[\alpha]_D^{19} = + 34,6^\circ$.

Återstoden av fällningen, 19,2 gr., försattes med ca 20-dubbla vikten vatten, 380 gr., bägaren nedsattes i kokande vattenbad, då lösning erhöles inom 8 à 10 min., varefter bägaren ställdes till frivillig avsvälning. Redan efter några min., då lösningens temp. ej sjunkit mera än till ca 70°, började små tunga, vita kristallgrupper av förut beskrivet utseende uppkomma. Efter att ha stått vid rumstemperatur i 18 timmar avsögs fällningen, som hade ett gråaktigt utseende. Den vägde lufttorr 15,30 gr. Härav försattes 1,35 gr. med 2,5-*n* svavelsyra, och därpå extraherades med eter 0,358 gr. syra, som smälte ganska skarpt vid 75–76,5°.

0,3575 gr. syra, lösta i vatten till 4,20 ccm visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{19} = + 3^\circ 19'$; $[\alpha]_D^{19} = + 39,0^\circ$.

Den resterande mängden salt, 13,94 gr., löstes i kokande vattenbad med svårighet (15 à 20 min.) i 165 gr. vatten, alltså i ca 12-dubbla saltets vikt. Lösningen avkyldes genast med kallt vatten, och kristallisationen stördes genom omrörning. Efter 18 timmar avsögs fällningen, som lufttorr vägde 12,60 gr. (Härav kan saltets löslighet skattas till ca $\frac{13,94 - 12,60}{165} = \frac{0,8}{100}$.) Filtratet försattes med 5-*n* svavelsyra, och syran utskakades fyra gånger med ungefär lösningens volym eter varje gång. Sedan denna avdestillerats vid lindrig värme, erhöles 0,373 gr. syra av smpt 74–77°, fullt klar vid 85°, och $[\alpha]_D^{19} = + 37,2^\circ$ (0,3555 gr. syra, lösta i vatten till 4,20 ccm, visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{19} = + 3^\circ 9'$). Då det sålunda icke var troligt, att syrans vridning skulle nämnvärt kunna ökas genom förnyad omkristallisation av saltet, togs 1,50 gr. av detta undan till analys, och hela återstoden, alltså 11,10 gr., försattes med 2,5-*n* svavelsyra. Därpå extraherades med eter 2,91 gr. syra av skarp smpt 79,0–80,0°.

1,3947 gr. syra, lösta i vatten till 16,50 ccm, visade i 1,894-dm. rör $\alpha_D^{19} = + 6^\circ 22'$; $[\alpha]_D^{19} = + 39,8^\circ$.

Genom den sista omkristallisationen hade alltså syrans smältpunkt och vridning undergått blott en obetydlig ökning.

Analys å det lufttorra saltet:

0,4160 gr. substans gåvo 17,11 ccm N₂ vid 17° och 762 mm.

0,4025 gr. förlorade i exsiccator över svavelsyra 0,0244 gr. H₂O.

	Ber. för C ₂₀ H ₂₀ N ₂ O ₄ , C ₇ H ₁₂ O ₄ + 2H ₂ O = 590,5	Funnet
N	4,75	4,76 %
H ₂ O	6,10	6,06 »

Filtratet efter det först avsugna brucinsaltet fick stå vid rumstemperatur nära 10 timmar, innan kristaller började avskilja sig. Så länge massan ännu var orörd,

tillväxte dessa så långsamt, att fällningen efter ytterligare 15 timmar uppgick till blott c:a 1 gr. Den utgjordes av klara prismor med det förut (se förförsöket) beskrivna utseendet, av vilka en del dock hade små vita insprängningar. Sedan några av prismorna krossats sönder och i små partiklar fått sprida sig i lösningen, gick kristallisationen betydligt fortare. Efter ytterligare 1 dygn, då den tycktes ha avstannat, avsögs fällningen, som lufttorrt vägde 12,15 gr. Härav försattes 0,43 gr. med 2,5-*n* svavelsyra, och därpå extraherades med eter 0,11 gr. syra, som smälte oskarpt vid 74—76°.

0,1030 gr. syra, lösta i vatten till 4,20 ccm, visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{19} = -0^{\circ} 52'$; $[\alpha]_D^{19} = -35,3^{\circ}$.

Den resterande mängden salt, 11,72 gr., löstes i kokande vattenbad på 7 à 8 min. i 100 gr. vatten. Vid avkylning och omrörning gick kristallisationen ganska raskt, och efter ett dygn avsögs 9,94 gr. torrt salt. (Härav kan saltets löslighet skattas till c:a $\frac{11,72 - 9,94}{100} = \frac{1,8}{100}$.) Ur 1,44 gr. av detta frigjordes på vanligt sätt 0,37 gr. syra av skarpt smpt 77,0—78,5°.

0,3540 gr. av denna syra, lösta i vatten till 4,20 ccm, visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{22} = -3^{\circ} 20'$; $[\alpha]_D^{22} = -39,5^{\circ}$.

Resterande mängden salt, 8,50 gr., löstes i kokande vattenbad på c:a 5 min. i 10-dubbla vikten vatten, alltså 85 gr. Sedan massan fått stå vid rumstemperatur i ett dygn, avsögs saltet, som lufttorrt vägde 6,98 gr. (Härav kan dess löslighet skattas till c:a $\frac{8,50 - 6,98}{85} = \frac{1,8}{100}$.) — Filtratet försattes med 5-*n* svavelsyra och utskakades 3 gånger med eter, c:a 1 1/2 gånger lösningens volym varje gång. Sedan etern avdestillerats vid lågtryg värme, erhöles 0,40 gr. syra av smpt 74,5—76,5° och $[\alpha]_D^{19} = -38,7^{\circ}$ (0,3550 gr. syra, lösta i vatten till 4,20 ccm, visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{19} = -3^{\circ} 16'$). Då sålunda vidare omkristallisation av saltet icke tycktes löna sig, togs 1,50 gr. av detta undan till analys, och återstoden, 5,48 gr., försattes med 2,5-*n* svavelsyra. Därpå extraherades med eter 1,36 gr. syra av skarp smpt 78,0—79,0°.

1,3354 gr. syra, lösta i vatten till 16,50 ccm, visade i 1,894-dm. rör $\alpha_D^{19} = -6^{\circ} 7'$; $[\alpha]_D^{19} = -39,0^{\circ}$.

Analys å det lufttorra saltet:

0,4393 gr. substans gävo 17,85 ccm N₂ vid 15° och 758 mm.

0,4213 gr. förlorade i exciccator öfver svavelsyra 0,0316 gr. H₂O.

Ber. för C ₂₂ H ₂₆ N ₂ O ₄ , C ₇ H ₁₂ O ₄ + 2 1/2 H ₂ O = 599,5	Funnet
N	4,67
H ₂ O	7,51
	4,72 %
	7,50 »

Ehuru skillnaden i de sura brucinsalternas löslighet är ganska obetydlig (enligt ovanstående skattad till c:a 0,8/100 och 1,8/100), har alltså uppdelningen av racemisyran i det nu beskrivna fallet kunnat verkställas relativt lätt, tydligen beroende därpå, att det vänstersyrade saltet utfallit betydligt långsammare ur den första blandningen än det högersyrade. Den sålunda iaktagna väsentliga olikheten i sal-

ternas kristallisationshastighet skulle visserligen kunna vara mera tillfällig — förhållandena vid det vänstersyrade saltets omkristallisering tyda möjligen härpå — och därför vid likartade försök kunna tänkas mer eller mindre variera i för uppdelningen ogynnsam riktning. Denna eventuella osäkerhet i den angivna metoden torde emellertid med all säkerhet kunna avhjälpas därigenom, att den första fällningen får bildas ostörd och avsgues redan efter ett par timmar, då det mesta av det högersyrade saltet fallit ut, varefter man på grund av salternas betydligt olika utseende lätt kan avgöra, när det andra saltet börjar utfalla i nämnvärd mängd och förnyad avsgugning alltså bör ske. Ännu säkrare torde detta förfaringsätt leda till målet, om man från början icke försätter syran med hela dess ekvimolekylära mängd brucin, utan med t. ex. blott hälften därav, då större delen av det raskt kristalliserande högersyrade saltet torde utfalla. — Följande utdrag ur ett försök i denna riktning må anföras: 38,07 gr. syra och halva den för bildning av surt salt beräknade mängden brucin, 46,9 gr., blandades i 545 gr. 50-gradigt vatten, alltså i c:a 4-dubbla vikten av den mot syran svarande mängden salt. Kristallisationen började genast, och sedan blandningen fått stå 2 timmar vid rumstemperatur, avsgös en fällning, som lufttorr vägde 51,0 gr. och efter 2 omkristalliseringar ur c:a 10 gånger dess vikt vatten gav 43,2 gr. salt. Den härur frigjorda syran smälte vid 78—79° och visade i c:a 8-procentig vattenlösning $[\alpha]_D^{20} = +40,0$. — Uppdelningen av syran med brucin torde sålunda icke stöta på några större principiella svårigheter. Vid arbete i större skala bli emellertid filtraten på grund av salternas ringa löslighet så stora, att regenereringen av syran ställer sig ganska besvärlig, helst som arbete med så giftiga substanser naturligtvis måste utföras med stor försiktighet.

5. Uppdelning med hjälp av de sura α -fenetylaminsalterna¹.

Enär uppdelningsförsök med fenetylamin givit negativt resultat vid den förut beskrivna trikarbonsyran, dröjde det länge, innan jag sökte begagna mig av samma bas vid dimetylglytursyrorna. Sedan emellertid professor B. HOLMBERG välvilligt ställt de till nedanstående förförsök använda aktiva fenetylaminerna till mitt förfogande och det framgått, att aktivering verkligen inträdde, ville jag naturligtvis göra en närmare undersökning även med denna bas, som av LOVÉN och lärjungar begagnats i stor utsträckning för uppdelning av syror och därvid visat sig vara särdeles användbar, och som i detta speciella fall från början erbjöd den fördelen framför de använda alkaloiderna att vara ofarlig vid arbete och ge lättlösliga salter med svavelsyra.

Försök med syra, framställd ur de sura strykninsalterna. a. Salt av l-bas med d-syra.
Ur en liten pyknometer avtappades 0,360 gr. l-fenetylamin, som försattes med 8 cm vatten (ungefär 10 gånger vikten salt, beräknat kristallvattenfritt) och därpå med ekvi-

¹ Framställning av optiskt aktiva fenetylaminer: J. M. LOVÉN, Journ. f. prakt. Chemie [2] 72, 307 (1905).

molekylära mängden, 0,476 gr., d-syra ur sura strykninsaltet (avd. 1). Någon fällning uppkom icke strax, men vid lindrig avdunstning av en droppe av lösningen på uryglas erhöles små vita, korta nålar. Vid ympning med dessa i den återstående lösningen uppkom en mycket obetydlig fällning, varför saltets löslighet, under förutsättning att detta är kristallvattenfritt, kan skattas till ungefär 10 på 100. Vid frivillig avdunstning erhöles nära 10 mm. långa, strålförmigt hopvuxna, klara, långdragna kristaller av tydlig trådlig struktur. Av dessa avsågos 0,66 gr. av smpt 157—158°, och filtratet fick indunsta till fullständig torrhet, varvid avskildes kristaller av samma utseende som förut och av samma smpt 157—158°. För att vinna en föreställning om saltets löslighet vid högre temperatur och därjämte avgöra, om det tål omkristallisation ur varmt vatten, försattes de nämnda 0,66 gr. salt med 2,5 gr. vatten, och blandningen hölls i 2 timmar vid 50°, varvid icke ens hälften av saltet tycktes lösas, därpå i 2 timmar vid 70°, då lösning med svårighet erhöles, och slutligen i timme i kokande vattenbad, varunder det avdunstade vattnet ersattes. Efter avsvälning tillsattes 5-n svavelsyra i överskott. Syran extraherades med eter och visade smältpunkten 77—78°.

0,3257 gr. syra, lösta i vatten till 8,00 cem, visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{20} = + 1^{\circ} 37'$;

$[\alpha]_D^{20} = + 39,7^{\circ}$.

Då dessa resultat stämde ganska väl med de högsta förut erhållna värdena på syrans smpt och vridning, tycktes det icke vara någon risk att omkristallisera saltet ens ur kokhett vatten.

b. *Salt av d-bas med d-syra.* På liknande sätt som i a bereddes en lösning i 8 gr. vatten av 0,360 gr. d-bas och 0,476 gr. d-syra. Små kristaller av saltet erhöles lätt på ett uryglas, och dessa voro betydligt lättlösligare än av nyssnämnda salt. Först då lösningens vikt uppgick till blott 4,2 gr., lyckades det att ympa denna. Om saltet antages kristallvattenfritt, kan dess löslighet vid rumstemperatur härav skattas till ca: 25 på 100. Kristallerna voro i yttre hänseende påfallande lika de föregående, men löstes fortare och smälte åtskilligt lägre, nämligen vid 144—145°.

c. *Salt av d-bas med l-syra.* I 8 gr. vatten blandades 0,346 gr. d-bas med 0,457 gr. syra av $[\alpha]_D^{20} = - 24,3^{\circ}$ (framställd ur det sura strykninsaltet). Vid avdunstning avsatte sig kristaller av i a nämnt utseende. Då blott en ringa mängd lösning återstod, tillsattes ett par cem vatten, varpå de olösta kristallerna avsågos efter ett par minuter. Dessa vägde 0,40 gr. och smälte vid 157—158°, alltså vid samma temperatur som den optiska antipoden i a. Den på vanligt sätt frigjorda syran smälte något oskarpt vid 75—76°.

0,2077 gr. syra, lösta i vatten till 8,00 cem, visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{20} = - 1^{\circ} 2'$;

$[\alpha]_D^{20} = - 39,8^{\circ}$.

Då syrans spec. vridning alltså ökats från $- 24,3^{\circ}$ till $- 39,8^{\circ}$, visade detta försök, att fenetylamin kan användas för uppdelning av syran.

Vid rumstemperatur blandades 8,97 gr. d-fenetylamin med ekvimolekylära mängden syra, 11,86 gr., av smpt 139—140° i 43 gr. vatten, d. v. s. något över dubbla vikten mot beräknad mängd surt salt (vattenfritt), då det d-syrade saltet nätt och jämt borde stanna i lösningen. Härvid uppvärmdes massan av sig själv ett par 10-tal grader, och redan efter några minuter, innan all syra ännu lösts, avskildes små bollar av hopvuxna, nålformiga kristaller. Efter 18 timmar avsågos fällningen, som lufttorr vägde 6,45 gr. och alltså utgjorde nära $\frac{2}{3}$ av beräknad mängd salt, förutsatt att detta kristalliserar utan vatten.

En del av fällningen, 0,54 gr., försattes med överskott av 2,5-n svavelsyra, och lösningen utskakades 3 gånger med ungefär dubbla volymen eter. Härvid erhöles 0,306 gr. syra (ber. 0,307) gr. ur kristallvattenfritt salt), som smälte ner vid ca 73° men blev klar först vid 97°.

0,3055 gr. syra, lösta i vatten till 4,20 ccm, visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{21} = -2^\circ 39'$; $[\alpha]_D^{21} = -36,4^\circ$.

Resten av fällningen, 5,91 gr., löstes inom några minuter på kokande vattenbad i 15,0 gr. vatten, alltså i ca 2,5-dubbla vikten. Vid avsvälning till rumstemperatur kristalliserade saltet raskt, och efter 12 timmar avsågs ånyo, varvid erhöles 4,55 gr. torrt salt. Ur 0,55 gr. av detta frigjordes syran på vanligt sätt, varvid erhöles 0,303 gr. (ber. 0,313 gr.) av smpt $75-77^\circ$.

0,3017 gr. syra, lösta i vatten till 4,20 ccm, visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{19} = -2^\circ 52'$; $[\alpha]_D^{19} = -39,9^\circ$.

Den resterande fällningen, 4,00 gr., löstes på ca 1 minut i 13,0 gr. kokhett vatten, varpå kristallisationen stördes genom rask avkylning och omrörning. Den efter 18 timmar avsugna fällningen vägde lufttorrt 2,86 gr. Saltets löslighet kan sålunda uppskattas till ungefär $\frac{4,00 - 2,86}{13,0} = \frac{9}{100}$.

Ur filtratet frigjordes 0,60 gr. syra av oskarp smpt $75-78^\circ$ och $[\alpha]_D^{20} = -37,8^\circ$ (0,3773 gr. syra, lösta i vatten till 4,20 ccm, visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{20} = -3^\circ 24'$). Ehuru denna alltså icke gav fullt så stor vridning, som man av ovanstående kunnat vänta — den var ju framställd ur ett salt, vars ingående syra visade $[\alpha]_D^{19} = -39,9^\circ$ —, ansåg jag dock ej, att vidare omkristalliseringar av saltet kunde löna sig. Ur 0,68 gr. av den sist erhållna fällningen frigjordes 0,378 gr. (ber. 0,387 gr.) syra av något oskarp smpt $76-78^\circ$.

0,3770 gr. syra, lösta i vatten till 4,20 ccm, visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{19} = -3^\circ 33'$; $[\alpha]_D^{19} = -39,6^\circ$.

Analys å lufttorrt salt:

Substansen förlorade ej i vikt i exsiccator över svavelsyra.

0,3602 gr. substans gävo 15,02 ccm N_2 vid 16° och 762 mm.

0,3832 » » förbrukade 15,68 ccm 0,0878-*n* baryt (fenoltalein, titrering till ytterst svag rödfärgning; för 15,63 ccm mycket tydlig sådan).

	Ber. för $C_6H_{11}N$, $C_7H_{12}O_4 = 281,3$	Funnet
N	4,98	4,99 %
Ekv. vikt	281,3	280.

Filtratet efter det först avsugna fenetylaminsaltet ställdes till frivillig avdunstning. Efter några dagar, då hela massan vägde 38,56 gr., avsågs ånyo, varvid erhöles 0,73 gr. lufttorrt salt, vars ingående syra visade smpten $65-90^\circ$ och $[\alpha]_D^{20} = -36,9^\circ$ (0,4168 gr., lösta i vatten till 4,20 ccm., visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{20} = -3^\circ 40'$). Även detta salt utgjordes alltså till största delen av 1-syrad *d*-fenetylamin. — Filtratet, som borde innehålla ca 13,65 gr. salt (8,97 + 11,86 — 6,45 — 0,73), försattes med överskott av 5-*n* svavelsyra, och lösningen utskakades 3 gånger med dubbla volymen eter varje gång. Härvid erhöles 7,68 gr. (ber. 7,77 gr.) syra, varav 0,09 gr. vid tredje utskakningen, av $[\alpha]_D^{20} = +20,1^\circ$ (0,2723 gr., lösta i vatten till 4,20 ccm, visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{20} = +1^\circ 18'$).

Då den rena högersyrans spec. vridning enligt föregående undersökningar tycktes uppgå till ca 40°, borde den nu erhållna syran alltså till hälften utgöras av racemformen. Enär de aktiva komponenterna förefallit att vara mycket lättlösligare än denna¹, gjordes följande försök att genom behandling av blandningen med en ringa mängd vatten lösa ut en syra av större aktivitet. De nämnda 7,68 gr. syra omrördes med 15,0 gr. vatten. Sedan blandningen fått stå 4 timmar vid 20°, avsågs en syra, som lufttorrt vägde 3,78 gr. och smälte oskarpt vid 128—137°. Vid filtratets indunstning erhöles resterande 3,90 gr. av smpt 60—90°. 0,3194 gr. av denna, lösta i vatten till 4,20 ccm, visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{21} = + 2^\circ 7'$; $[\alpha]_D^{21} = + 27,8^\circ$. Genom behandlingen med vatten hade alltså verkligen en betydligt starkare aktiv syra erhållits. Visserligen kunde man på grund av racemsyrans ringa löslighet ha väntat sig en ännu större vridning, men därvid är att märka, att den mesosyra, som eventuellt förorenade den för uppdelningsförsöket ursprungligen använda racemformen, troligen till hela sin mängd måste uppträda just här.

De ovannämnda 3,90 gr. syra av $[\alpha]_D^{21} = + 27,8^\circ$ löstes i 15,0 gr. vatten, varpå ekvimolekylära mängden, 2,95 gr., l-fenetylamin tillsattes. Härvid iaktogs en lindrig uppvärmning, och efter ett par minuter erhöles en tjock gröt av kristaller. Efter 18 timmar avsågs saltet, som lufttorrt vägde 4,19 gr. och smälte vid 153—155°. Vid omkristallisation i 15,0 gr. vatten erhöles 2,78 gr. torrt salt av smpt 156—158°. Ur 2,00 gr. av dessa framställdes 1,14 gr. syra av smpt 75—77°.

0,3553 gr., lösta i vatten till 4,20 ccm, visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{18} = + 3^\circ 18'$; $[\alpha]_D^{18} = + 39,0^\circ$.

Analys å lufttorrt salt:

Substansen förlorade ej i vikt i exsiccator över svavelsyra.

0,2465 gr. substans gävo 10,68 ccm N₂ vid 15° och 759 mm.

0,2562 » » förbrukade 10,46 ccm 0,0878-n baryt.

	Ber. för C ₈ H ₁₁ N, C ₇ H ₁₂ O ₄ = 281,3	Funnet
N	4,98	5,04 %
Ekv. vikt	281,3	279.

Med hjälp av fenetylamin har sålunda erhållits aktiv syra av åtminstone i det närmaste samma specifika vridning (39,6 och 39,0°) som de ur brucinsalterna framställda syror visat (39,8 och 39,0°). Däremot är smältpunkten åtskilligt lägre och ej så skarp samt tyckes, då den nått ca 77°, icke nämnvärt kunna höjas genom omkristalliseringar av saltet. För att ytterligare bekräfta detta sakförhållande kan anföras några siffror från ett annat försök: av ett d-fenetylaminsalt, vars ingående syra var vänstervridande och visade oskarp smpt 76—78°, löstes ca 22 gr. i 2,5 gånger dess vikt vatten på 2 å 3 min. vid 100°, varpå lösningen genast avkyldes

¹ Racemsyrens löslighet uppgives av K. AUWERS och J. F. THORPE, LIEBIGS ANN., 285, 324 (1895) till 4,4 på 100 vid 17°, 5,6 på 100 vid 25° (medelvärden).

till rumtemperatur. Efter 24 timmar avsögs ett salt, som lufttorrt vägde ca 18 gr., och av vilket 15,05 gr. gävo 8,56 gr. syra (ber. 8,57 gr.) av oförändrad smpt 76—78°. Huru denna syra renades genom omkristallisering ur en blandning av benzol och petroleumeter, skall beskrivas i nästa avdelning, mom. C.

6. Ytterligare försök att erhålla fullt rena optiska antipoder.

Dessas smältpunkt och spec. vridning (Tabell).

A. Överföring av d-syra från surt brucinsalt till surt strykninsalt.

Av en förut omnämnd syra, framställd ur ett surt brucinsalt samt av smpt 78—79° och $[\alpha]_D^{20} = +40,0^{\circ}$ (se slutet av avd. 4), löstes 4,00 gr. ($^{2}/_{10}$ mol) i 37 gr. vatten, varpå 8,36 gr. stryknin ($^{1}/_{10}$ mol) på en gång tillsattes under omrörning. Saltet utkristalliserade omedelbart, och efter 18 timmar avsögs fällningen, som vid grundlig extraktion lämnade en syra av skarp smältpunkt 79,5—80,2°.

0,3550 gr. syra, lösta i vatten till 4,20 ccm, visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{15} = +3^{\circ} 23'$; $[\alpha]_D^{15} = +40,0^{\circ}$. Vridningen befanns alltså vara oförändrad, och att syran ur brucinsaltet trots dess obetydligt lägre smältpunkt dock var praktiskt taget ren, framgår även däraf, att filtratet efter strykninsaltets avsgning vid fullständig intorkning avsatte blott de förut beskrivna, karaktäristiska kristallerna av d-syrad stryknin. Några små hår av det l-syrade saltet kunde ej upptäckas. — Försöket visar också, att det icke är någon risk att omkristallisera brucinsalterna ur kokande vatten, ty här har ju upphettning ej förekommit.

B. Överföring av d-syra från surt l-fenetylaminsalt till surt brucinsalt

Av den omedelbart före sista analysen i avd. 5 nämnda, ur sur d-syrad l-fenetylamin framställda syran med smältpunkt 75—77° och $[\alpha]_D^{18} = +39,0^{\circ}$, löstes alltsammans, 1,14 gr., i 50,8 gr. vatten, varpå 2,80 gr. brucin tillsattes. Saltet utkristalliserade genast, och efter 12 timmar avsögs fällningen, som lämnade en syra av ganska skarp smältpunkt 79—80°.

0,3551 gr., lösta i vatten till 4,20 ccm, visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{19} = +3^{\circ} 22'$; $[\alpha]_D^{19} = +39,8^{\circ}$.

C. Försök att höja de aktiva syrornas smältpunkt genom omkristallisation ur benzol-petroleumeter.

Då det visade sig, att aktiv dimetylglutarsyra är lättlöslig i benzol, men däremot så svåröslig i petroleumeter, att flera hundra viktsdelar erfordras för att upptaga 1 viktsdel syra, gjordes några försök att rena denna genom kristallisation ur en blandning av de båda lösningsmedlen.

Försök I. 0,546 gr. d-syra, framställd ur surt brucinsalt och av $[\alpha]_D^{19} = +39,8^{\circ}$ och smpt 79—80°, löstes i 3,00 ccm benzol, varpå 15,0 ccm petroleumeter tillsattes under omrörning. Fällningen var i början lätt och lucker, men omvandlades snart till små, tunga, klara kristaller med utpräglad tendens till tvillingbildning. Efter 1 timme erhöles vid dekantering och tvättning med litet petroleumeter 0,462 gr. syra av smpt 79,8—80,2°. (Ett generalprov av det till torrhet indunstade filtratet smälte mindre skarpt vid 79—80°.) Genom detta försök har alltså syrans smpt (79—80°) blott obetydligt ökats, men väl blivit åtskilligt skarpare.

Försök II. De i slutet av avd. 5 nämnda 8,56 gr. l-syra, framställda ur surt *d*-fenetylaminsalt och av smpt 76—78°, löstes i 43 ccm benzol (d. v. s. 5 gånger så många kbcm som vikten syra i gr.), varpå lika volym, alltså 43 ccm, petroleumeter tillsattes. Redan efter en kvarts timme erhöles vid avsugning 5,56 gr. syra av ganska skarp smpt 79—80°. Vid frivillig indunstning av filtratet erhöles 2,65 gr. relativt stora (2 å 3 mm. diameter), klara kristaller, vilka ytterst lätt kunde mekaniskt hopamlas och skiljas från den övriga formlösa och något efflorescerande massan, och av vilka flera prov visade en överensstämmande, ganska skarp smältpunkt 79—80°. Av återstoden erhöles 0,17 g. torr syra av oskarp smpt 77—78°; den ytterst obetydliga resten var något klubbig och luktade starkt av benzol. Genom denna behandling av l-syran ha alltså 8,21 gr., d. v. s. 96 %/o, fått smpten höjd från 76—78° till 79—80°. (Av återstoden smälte 0,17 gr., alltså 2 %/o, vid 77—78°, och av de felande 2 procenten tappades naturligtvis något vid avsugningen.)

Försök III. 6,01 gr. av en ur ett surt brucinsalt framställd *d*-syra av oskarp smpt 75—77° löstes i 18 ccm. benzol (d. v. s. 3 gånger så många ccm som vikten syra i gr.), och fälles därpå under rask omrörning med dubbla volymen, alltså 36 ccm, petroleumeter. Efter 24 timmar erhöles vid avsugning 5,60 gr. (93 %/o) syra av ganska skarp smpt 79,5—80,2°. Vid frivillig indunstning av filtratet erhöles 0,35 gr. (6 %/o) klara kristaller samt en rest av 0,05 grams vikt.

D. De rena aktiva syroras smältpunkt och spec. vridning (Tabell).

För överskådlighetens skull meddelas följande tabell över smältpunkt och spec. vridning på de syror, som erhållits vid de viktigaste förut anförda uppdelnings- och reningsförsöken.

	Ur motsvarande substans erhållen syras	
	smpt	$[\alpha]_D$
Det först avsugna och 2 gånger omkrist. strykninsaltet	77—79°	+ 41,5°
Salt, krist. ur filtratet efter det först avsugna strykninsaltet (efter omkrist.)	110°	— 24,3°
Det först avsugna brucinsaltet	72—100°	+ 34,6°
Samma salt efter 1sta omkrist.	75—76,5°	+ 39,0°
» » » 2dra »	79,0—80,0°	+ 39,5°
Salt i filtratet efter 2dra omkrist.	74—77°	+ 37,2°
Salt, krist. ur filtratet efter det först avsugna brucinsaltet	74—76°	— 35,3°
Samma salt efter 1sta omkrist.	77,0—78,5°	— 39,5°
» » » 2dra »	78,0—79,0°	— 39,5°
Salt i filtratet efter 2dra omkrist.	74,5—76,5°	— 38,7°
Det först avsugna <i>d</i> -fenetylaminsaltet	73—97°	— 36,4°
Samma salt efter 1sta omkrist.	75—77°	— 39,5°
» » » 2dra »	76—78°	— 39,5°
Salt i filtratet efter 2dra omkrist.	75—78°	— 37,8°

	Ur motsvarande substans erhållen syras	
	smpt	$[\alpha]_D$
Det först avsguna och 1 gång omkrist. <i>saltet av l-fenetylamín</i> med en syra av smpt 60—90° och $[\alpha]_D = +27,8^\circ$	75—77°	+ 39,0°
Det (först) avsguna <i>stryknínsaltet</i> med en ur d-syrat brucínsalt erhållen syra av smpt 78—79° och $[\alpha]_D = +40,0^\circ$	79,5—80,2°	+ 40,0°
Det (först) avsguna <i>brucínsaltet</i> med en ur d-syrat l-fenetylamínsalt erhållen syra av smpt 75—77° och $[\alpha]_D = +39,0^\circ$	79—80°	+ 39,8°
En ur fenetylamínsalt framstálld l-syra av smpt 76—78° visade efter omkrist. ur <i>benzol-petroleometer</i> smpten	79—80°	
En ur brucínsalt framstálld d-syra av smpt 75—77° visade efter omkrist. ur <i>benzol-petroleometer</i> smpten	79,5—80,2°	

Då sálunda enligt flera olika metoder nära överensstämmande gränsvärden för de aktiva syroras smálpunkt och spec. vridning erhållits, är det tydligt, att en fullständig uppdelning av racemysyran verkligen blivit ernádd. Den högsta erhållna smálpunkten är 79,5—80,2°, eller, om denna icke angives nármare än på 1/2°, 79,5—80,0°. Medelvárdet av de i tabellen kursiverade värdena på spec. vridningen är + 39,8°. *Ren aktiv α_1 -dímetylglutarsyra* har alltså visat sig äga smpten 79,5—80,0° och $[\alpha]_D = \pm 39,8^\circ$ i en vattenlösning, som håller c:a 0,08 gr. per ccm (vid rumstemperatur). — Av tabellen framgår, att smálpunkten tydligen utgör ett säkrare kriterium på syrans grad av renhet än den spec. vridningen, som praktiskt taget kan ha uppnátt gränsvárdet, även om smálpunkten med átskilliga grader understiger den maximala. Resultaten vid försök att uppdelat racemysyran följas alltså säkrast med hjälp av smálpunkten, som ju dessutom erbjuder fördelen att vara bekvámare i utförandet och erforder lángt mindre material än en bestämning av spec. vridningen.

V. Negativa försök att uppdelas den lägre smältande α_1 -dimetylglutarsyran.

Enligt föregående har alltså den högre smältande α_1 -dimetylglutarsyran visat sig kunna uppdelas i optiskt aktiva komponenter, och den lägre smältande bör sålunda utgöras av ospjälkbar mesoform. För fullständighetens skull gjordes emellertid en del försök att uppdelas även denna med hjälp av de baser, som visat sig användbara vid racemisyran, isynnerhet som det var av intresse att med avseende på kristallisationsförmåga och löslighet kunna jämföra de förut beskrivna aktiva syrnans sura salter med motsvarande föreningar av mesosyran.

a. *Surt strykninsalt.* Vid sammanblandning av ekvimolekylära mängder mesosyra och stryknin ($1/200$ mol av vardera) i 10 gånger syrans vikt vatten började kristallisationen nästan omedelbart, och efter frivillig avdunstning till torrhet voro kärlets väggar betäckta med ett taggigt lager av en mängd utåtstående och vid glaset mycket hårt fästade, glänsande, blott 1 å 2 mm. långa, styva hår. Några kristaller av annat utseende kunde ej upptäckas. — En lösning av saltet i ca 3-dubbla vikten vatten bereddes därefter på det sätt, att 1,601 gr. syra ($1/100$ mol) av smpt 127—128° löstes i 14,2 gr. vatten, varpå 3,343 gr. stryknin ($1/100$ mol) tillsattes vid ca 45°. Denna löstes under ständig omrörning vid nämnda temperatur på 20 min. Vid avsvälning uppkom raskt en fällning av flockigt utseende, vilken synnerligen lätt löstes vid förnyad upphettning till 45°. Saltets löslighet ökas alltså med temperaturen. Sedan massan stått vid ca 16° i 18 timmar, erhöles efter avsgning 3,57 gr. lufttorrt salt.

Analys å saltet:

0,8326 gr. substans gävo 15,41 ccm N_2 vid 14° och 754 mm.

0,4401 gr. förlorade i exsiccator över svavelsyra 0,0293 gr. H_2O .

	Ber. för $C_{21}H_{22}N_2O_3, C_7H_{12}O_4 + 2H_2O = 530,5$	Funnet
N	5,28	5,38 %
H_2O	6,79	6,66 »

Ur 2,44 gr. av det återstående saltet erhöles efter tillsats av svavelsyra och utskakning med eter 0,70 gr. syra (ber. 0,74 gr.) av smpt 127—128°. 0,1496 gr. av denna syra, lösta i vatten till 4,20 ccm, visade i 1-dm. rör vid 17° icke spår till vridning. Vidare neutraliserades 0,2818 gr. av syran med 3,83 ccm 0,920-*n* kalilut, varpå volymen genom tillsats av vatten ökades till 4,20 ccm. Även denna lösning visade sig i 1-dm. rör vid 18° vara fullkomligt inaktiv.

Det vid avsgningen erhållna filtratet, som borde innehålla ungefär $1/3$ av hela den beredda saltmängden, försattes med överskott av svavelsyra och därpå utskakades med eter 0,52 gr. syra (ber. 0,52 gr.) av smpt 126—127°. (Den obetydliga sänkningen i

smältpunkten torde väl bero därpå, att den ursprungliga mesosyran på grund av framställningssättet varit förenad av ett spår racemisyra.) Av denna syra neutraliserades 0,5106 gr. till hälften genom tillsats av 3,47 ccm 0,920-*n* kalilut, varpå volymen såsom ovan ökades till 4,20 ccm genom tillförande av vatten. Lösningen visade sig i 1-dm. rör vid 16° fullkomligt inaktiv. — (Det sura mesosyrade saltets löslighet kan av den utfälda mängden skattas till c:a 12 på 100.)

b. *Surt brucinsalt.* Analogt med försöket i a. löstes först $\frac{1}{200}$ mol syra i 10 gånger dess vikt vatten, varefter $\frac{1}{200}$ mol brucin sattes till den något uppvärmda lösningen. Redan innan all brucinen omsatt sig, började saltet utfalla i form av vita fjäll, där de rektangulära ytornas sidor uppgingo till blott 1 à 2 mm. På alldeles samma sätt kristalliserade det efter fällningens avsgning intorkade filtratet. — Därefter bereddes en lösning i nära 4-dubbla vikten vatten genom att lösa 1,601 gr. syra ($\frac{1}{100}$ mol) av smpt 127—128° i 20 gr. 40 à 50-gradigt vatten och därpå tillsätta 3,943 gr. brucin ($\frac{1}{100}$ mol). Vid avsvälningen uppkom en ganska tung fällning, som efter 12 timmar avsågs och lufttorr vägde 2,21 gr.

Analys å saltet:

0,8535 gr. substans gävo 14,80 ccm N₂ vid 16° och 760 mm.

0,4127 gr. förlorade i exsiccator över svavelsyra 0,0248 gr. H₂O.

	Ber. för C ₂₃ H ₂₀ N ₂ O ₄ , C ₇ H ₁₂ O ₄ + 2H ₂ O = 590,5	Funnet
N	4,75	4,86 %
H ₂ O	6,10	6,01 »

I detta fall överfördes den ingående syran till neutralt kaliumsalt direkt ur den avsgna, torkade fällningen genom att försätta 1,288 gr. av denna med 5,70 ccm 0,920-*n* kalilut (ber. 4,74, alltså ca 20 % överskott). Efter 15 min. avsågs brucinen, varefter vattenlösningen utfylldes till 16,5 ccm. Den visade en ytterst svag brucinreaktion men hade icke någon bitter smak. I 2,2-dm. rör vid 18° visade den sig vara fullkomligt inaktiv.

Filtratet, som enligt ovanstående kunde beräknas innehålla något över 60 % av brucinsaltet, gav vid tillsats av svavelsyra och utskakning med eter 0,93 gr. syra (ber. 1,00 gr.) av smpt 126—127°. En lösning av 0,1509 gr. av denna till 4,20 ccm vatten visade i 1-dm. rör vid 16° ej spår till vridning. — (Det sura mesosyrade saltets löslighet kan av den utfälda mängden skattas till c:a 18 på 100.)

c. *Försök med d-fenetylam.* En lösning av 1,118 gr. d-fenetylam (0,00923 mol) och 1,478 gr. mesosyra (0,00923 mol) av smpt 127—128° i litet vatten indunstade i luften påfallande långsamt till en nästan gummiartad, något klabbig massa, i vilken efter några veckor spontant uppkom en liten vit fläck, bestående av härfina kristaller, utstrålande från ett gemensamt centrum. Fläckens diameter ökades med ca 1 mm. pr dygn. Då omsider alltsammans kristalliserat, uppgick vikten till 2,59 gr., d. v. s. jämt summan av basens och syrans vikter, och torde alltså ha utgjorts av kristallvattenfritt surt salt. (Substansen smälte mycket oskarpt vid ca 55—65° under lindrig gasutveckling.) Lösligheten är synnerligen stor, över 2 på 1, ty vid tillsats av 1,0 gr. vatten övergick alltsammans på ett par timmar till en tjockflytande massa. Under sådana förhållanden utfördes naturligtvis ingen analys på substansen.

d. *Försök med l-fenetylam.* 0,6985 gr. l-fenetylam (0,00577 mol) och 0,9236 gr. mesosyra (0,00577 mol) av smpt 127—128° blandades i 6,5 gr. vatten. Vid avdunstning på ett uryglas av en droppe av lösningen erhöles ganska lätt en kristallinisk massa. Huvudportionen övergick emellertid i fast form först vid nästan fullständig intorkning. Produkten liknade för övrigt i hög grad d-fenetylamins förening med syran, ehuru kristallisationen i detta fall fortskred betydligt raskare. Liksom vid d-basen tyckes här uppkomma kristallvattenfritt surt salt, ty vikten minskades så småningom ända till

1,63 gr., d. v. s. till summan av basens och syrans vikter. (Mycket oskarp smältning vid ca 65—75° under lindrig gasutveckling.) Liksom den nämnda substansen var också denna synnerligen löslig, ty ovanstående 1,63 gr. löstes på ca 10 min. i 0,30 gr. vatten.

För de nu beskrivna försöken att uppdelna den lägre smältande $\alpha\alpha_1$ -dimetylglutarsyran ha sålunda de båda fenetylaminerna på grund av de erhållna produkternas utomordentliga löslighet visat sig vara värdelösa. Med stryknin och brucin ha visserligen väl kristalliserade sura salter erhållits. Men då såväl de ur fällningar och filtrat framställda syrorna som även de ur dessa syror eller direkt ur alkaloidsaltet erhållna sura och neutrala kaliumsalterna samtliga visat sig vara fullkomligt inaktiva, är det tydligt, att någon uppdelning av syran i optiskt aktiva komponenter icke uppnåtts, vilket ju à priori icke heller var att vänta.

VI. Ytterligare diskussion av försöken att uppdelade de båda α_1 -dimetylglutarsyrorna.

(Tabell över de använda salternas ungefärliga löslighet.)

Sedan även mesosyrans sura salter med stryknin, brucin och fenetylamin blivit framställda enligt föregående kapitel, återstå av dimetylglutarsyrornas sura salter med de nämnda baserna blott l-syrad stryknin och l-syrad l-fenetylamin, av vilka den sistnämndas optiska antipod dock blivit beskriven i kap. IV, avd. 5, förförsök b.

l-syrad stryknin. 0,8007 gr. l-syra ($1/200$ mol.) av smpt $79-80^\circ$ löstes tillsammans med 1,672 gr. stryknin ($1/200$ mol.) i 5,0 gr. vatten, d. v. s. i c:a dubbla vikten mot beräknad mängd vattenfritt salt. Vid försök att ympa med förut erhållna kristaller av samma salt gingo dessa i lösning. Då vattenmängden efter några dagars frivillig avdunstning nedgått till blott 2 gr., kunde de avskilda härkristallerna skattas till högst ett par centigram. Saltet är alltså mycket lättlösligt. Vid indunstning till torrhet erhöles en rest på 2,51 gr., vilket snarast tyder på att saltet saknar kristallvatten ($0,80 + 1,67 = 2,47$, jmf. ovan).

l-syrad l-fenetylamin. 0,810 gr. l-fenetylamin (0,00669 mol.) och 1,071 gr. l-syra (0,00669 mol.) av smpt $79-80^\circ$ löstes i 4,70 gr. vatten, alltså i 2,5-dubbla vikten mot beräknad mängd vattenfritt salt. Efter 24 timmar erhöles vid avsugning 0,62 gr. lufttorrt salt av smpt $144-145^\circ$.

Analys å saltet:

Substansen förlorade ej i vikt i exiccator över svavelsyra.

0,2940 gr. substans gävo 12,63 ccm N_2 vid 14° och 757 mm.

	Ber. för $C_8H_{11}N$, $C_7H_{12}O_4 = 281,3$	Funnet
N	4,98	5,01 %.

Saltets löslighet kan enligt ovanstående skattas till 27 på 100, alltså i runt tal densamma — 25 på 100 —, som erhållits för d-syrad d-fenetylamin.

De olika basernas användbarhet för uppdelning kan nu något bättre bedömas på grundval av nedanstående tabell över de erhållna salternas löslighet vid rumstemperatur. Beräkningarna äro utförda under förutsättning att filtraten efter avsugning av salterna varit mättade, och de anförda talen äro alltså att anse blott som approximativa och möjligen på grund av övermätning något för höga värden.

Salt	Sammansättning	Ungefärlig löslighet
d-syrad stryknin	$C_{21}H_{22}N_2O_7, C_7H_{12}O_4 + 2H_2O$	2,4 på 100
l- » » »	$C_{21}H_{22}N_2O_7, C_7H_{12}O_4(?)$	Mycket lösligt
meso-syrad stryknin	» + $2H_2O$	12 på 100
d-syrad brucin	$C_{28}H_{26}N_2O_4, C_7H_{12}O_4 + 2H_2O$	0,8 på 100
l- » » »	» + $2\frac{1}{2}H_2O$	1,8 » »
meso-syrad brucin	» + $2H_2O$	18 » »
d-syrad l-fenetylamin	$C_8H_{11}N, C_7H_{12}O_4$	9 på 100
l- » » »	»	25 » »
meso-syrad l-fenetylamin	» (?)	Mycket lösligt
meso-syrad d-fenetylamin	$C_8H_{11}N, C_7H_{12}O_4(?)$	Mycket lösligt

Av tabellen synes, att skillnaden i löslighet hos de aktiva syrnas salter är störst vid stryknin. Snabbaste sättet att ur en viss kvantitet racem-syra få största möjliga mängd av en antipod (d-form) bör alltså vara att använda denna bas. Beredes en koncentrerad lösning av strykninsaltet, torde efter avsugning blott en helt ringa mängd d-syra förekomma i filtratet. Syran i detta kan lämpligen regenereras och därefter kombineras med brucin. — Att uppdelna racemformen med de båda aktiva fenetylaminerna torde icke lämna lika gott utbyte på antipoderna, vilka enligt kap. IV då ej heller erhållas i fullt så rent tillstånd som med stryknin eller brucin. Men då de erhållna syrorna lätt kunna renas genom omkristallisering ur benzol-petroleum-eter, torde fenetylaminerna dock, särskilt på grund av sin ofarlighet vid arbete, vara att föredraga framför alkaloiderna. — Att döma av salternas löslighetsförhållanden skulle man emellertid helt enkelt kunna sätta aktiv fenetylamin till den blandning av racem- och mesosyra, som erhålles vid framställning av dimetylglutarsyra, och sålunda icke ens behöva först skilja dessa isomerer från varandra.

VII. De optiskt aktiva $\alpha\alpha_1$ -dimetylglutarsyrorna. Syntes av racemisyran ur antipoderna.

Löslighet och kristallisation. Antipoderna äro mycket lättlösliga i vatten, eter, alkohol, aceton och ättiketer. Såsom förut nämnts äro syrorna lättlösliga även i benzol men nästan olösliga i petroleumeter. Ur vatten samt eter-vatten bruka de kristallisera i fina nålar; dock har jag vid hög rumstemperatur ofta erhållit dem ur dessa lösningsmedel i form av 6-sidiga tunna prismor av 2 à 3 millimeters genomskärning och även stundom iakttagit en snabb omvandling av nålarna till prismor. Ur alkohol kristalliserade aktiv syra i ett par centimeter långa nålar, ur aceton och ättiketer erhöles blott vita efflorescenser. Ur benzol avskildes ett par millimeter tjocka, klara och väl utbildade kristaller med utpräglad tendens till tvillingbildning.

Vridningsförmåga. I en *vattenlösning*, som håller c:a 0,08 gr. per ccm, har vid rumstemperatur enligt föregående (se sid. 38) erhållits $[\alpha]_D = \pm 39,8^\circ$; $[M]_D = \pm 63,7^\circ$. Vridningen ändrades ej märkbart vid avkyllning till c:a 10° . Däremot har vattenlösningens koncentration en avgjord inverkan på *spec. vridningen*, som växer med utspädningen:

1,490 gr. l-syra, lösta till 4,20 ccm, visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{19} = -12^\circ 20'$; $[\alpha]_D^{19} = -34,8^\circ$.

0,7450 gr. d-syra, lösta till 4,20 ccm, visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{20} = +6^\circ 45'$; $[\alpha]_D^{20} = +38,1^\circ$.

0,2800 gr. d-syra, lösta till 8,00 ccm, visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{20} = +1^\circ 28'$; $[\alpha]_D^{20} = +41,9^\circ$ (se sid. 27).

Lösta i nedanstående olika lösningsmedel till 4,20 ccm, visade de aktiva syrorna i 1-dm. rör följande vridning.

I abs. alkohol: 0,4266 gr. d-syra $\alpha_D^{21} = +3^\circ 47'$; $[\alpha]_D^{21} = +37,3^\circ$; $[M]_D^{21} = +59,6^\circ$ och 0,4223 gr. l-syra $\alpha_D^{20} = -3^\circ 44'$; $[\alpha]_D^{20} = -37,1^\circ$; $[M]_D^{20} = -59,4^\circ$.

I aceton: 0,4244 gr. d-syra $\alpha_D^{20} = +3^\circ 56'$; $[\alpha]_D^{20} = +38,9^\circ$; $[M]_D^{20} = +62,8^\circ$ och 0,4238 gr. l-syra $\alpha_D^{20} = -3^\circ 56'$; $[\alpha]_D^{20} = -39,0^\circ$; $[M]_D^{20} = -62,4^\circ$.

I ättiketer: 0,4234 gr. d-syra $\alpha_D^{19} = +4^\circ 27'$; $[\alpha]_D^{19} = +44,1^\circ$; $[M]_D^{19} = +70,7^\circ$ och 0,4201 gr. l-syra $\alpha_D^{18} = -4^\circ 22'$; $[\alpha]_D^{18} = -43,6^\circ$; $[M]_D^{18} = -69,9^\circ$.

I *benzol*: 0,4214 gr. d-syra $\alpha_D^{19} = + 8^\circ 55'$; $[\alpha]_D^{19} = + 88,9^\circ$; $[M]_D^{19} = + 142,3^\circ$ och 0,4221 gr. l-syra $\alpha_D^{20} = - 8^\circ 53'$; $[\alpha]_D^{20} = - 88,4^\circ$; $[M]_D^{20} = - 141,5^\circ$. I *benzol* är den spec. vridningen alltså c:a dubbelt så stor som i ättiketer och betydligt mer än dubbelt så stor som i de övriga använda lösningsmedlen.

Förhållande vid upphettning: Ren aktiv syra, som hållits smält vid 100° i 5 timmar, stelnade genast vid avsvälning och visade oförändrad smältpunkt $79-80^\circ$. Efter 20 timmars upphettning vid samma temperatur sjönk smältpunkten obetydligt, nämligen till $78-79^\circ$. — Litet d-syra, upphettad i bad av c:a 155° under 20 min., stelnade också omedelbart vid avsvälning och smälte vid $78-79^\circ$. 0,4065 gr. av produkten, lösta i vatten till 4,20 ccm, visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{20} = + 3^\circ 40'$ (\pm c:a $6'$); $[\alpha]_D^{20} = + 37,9^\circ$, som med några få procent understiger den rena syrans spec. vridning. — Ett annat prov, som under 1 timme hållits vid $175-180^\circ$, smälte oskarpt redan vid $68-72^\circ$, och en ganska betydlig omvandling hade alltså ägt rum.

Molekylvikten på d-syra bestämdes först kryoskopiskt i *vatten*¹. Då syrans dissociation enligt beräkning icke ens vid lägsta koncentrationen uppgår till fullt 3 %, har jag som beräknad molekylvikt upptagit den teoretiska 160,1. Konstanten för vatten = 18,5.

Lösningsmedel i gram	Substans i gr.	Frys-punkts-sänkning	Molekylvikt	
			Funnen	Beräknad
16,53	0,1754	0,124 ^o	158,8	160,1
,	0,3350	0,236 ^o	158,9	,
,	0,5049	0,345 ^o	163,8	,

Då den förut omnämnda, påfallande höga spec. vridningen i *benzol* kunde förmodas stå i samband med en association av syrans molekyler, utfördes en kryoskopisk bestämning (på d-syra) även i detta lösningsmedel. Såsom framgår av nedanstående tabell, visade sig syran vid ifrågakvarande låga koncentrationer uppträda i form av dubbelmolekyler ($2 \cdot 160,1 = 320,2$). Konstanten för *benzol* = 50.

Lösningsmedel i gram	Substans i gram	Frys-punkts-sänkning	Molekylvikt	
			Funnen	Beräknad
13,55	0,1403	0,160 ^o	324	320,2
,	0,2820	0,273 ^o	327	,

Salter. Något ur vattenlösning väl kristalliserande salt har jag icke erhållit. — *Neutrala kaliumsaltet*. 0,710 gr. pottaska och 0,823 gr. syra (0,00514 mol av vardera) blandades i 4 ccm vatten. Först vid lösningens fullständiga indunstning erhölls ett vitt pulver, som under varma, fuktiga dagar t. o. m. deliquescerade. — *Sura kaliumsaltet* framställdes på analogt sätt ur kalciumkarbonat och syra i vatten

¹ För racemisyran funno K. AUWERS och J. F. THORPE normal mol.-vikt i vatten (LIEBIGS Ann. 285, 325 (1895)). Syrans affinitetskoefficient befauns vara $100 k = 0,00583$ (Loc. cit., sid. 324).

och erhöles likaledes först vid indunstning till torrhet som ett vitt, ytterst lättlösligt pulver. — *Neutrala bariumsaltet*, erhållet vid flera titreringar på aktiv syra, kristalliserar också först vid intorkning och då vanligen som solfjäderformigt anordnade, sidenglitransande nålar. — *Sura bariumsaltet*, som framställdes i vattenlösning av syra och titrerad baryt i beräknad mängd, intorkade till en hård, gummiliknande massa.

Vridningsbestämning på surt bariumsalt. 0,2319 gr. d-syra försattes med beräknad mängd, 16,50 ccm, 0,0878-*n* baryt, och volymen utfylldes med vatten till 18,00 ccm. Lösningen visade i 2,2-dm. rör $\alpha_D^{18} = + 0^{\circ}50'$. Vridningen ändrades ej under 16 timmar vid rumstemperatur. — Till 10 ccm av lösningen sattes 10 ccm vatten. Den nya lösningen visade $\alpha_D^{18} = + 0^{\circ}26'$, alltså inom felgränserna hälften mot den dubbelt så starka lösningen.

Vridningsbestämning på neutralt bariumsalt. 0,1160 gr. d-syra försattes med beräknad mängd, 16,50 ccm, 0,0878-*n* baryt, och volymen utfylldes med vatten till 18,00 ccm. Lösningen visade i 2,2-dm. rör vid 18° icke någon märkbar vridning. Efter några dagar frigjordes syran ur lösningen genom tillsats av svavelsyra och utskakning med eter. Den föreföll icke att ha förändrats, och smältpunkten befanns vara 79°. Någon racemisering eller omvandling till mesosyra hade alltså icke ägt rum, och *syrans tvåvärda anion är alltså praktiskt taget inaktiv*. — 0,145 gr. torrt bariumsalt, erhållet vid titreringar på den högervridande syran, löstes i vatten till 4,20 ccm. Även denna lösning, som undersöktes i 1-dm. rör vid 18°, befanns inaktiv, möjligen dock högst 2' vänstervridande. — Om saltet varit lösligt i något icke ioniserande lösningsmedel, kunde man väntat en vridning, som på grund av ringslutningen kanske skulle varit ganska betydande och möjligen motsatt den i i saltet ingående syran. Emellertid visade sig saltet vara så gott som olösligt i metyl- och etylalkohol, aceton, ättiketer m. fl. organiska lösningsmedel.

Racemisyra ur antipoderna. Till en lösning av 0,1021 gr. ren d-syra i 1,00 gr. vatten sattes vid 18° 0,1021 gr. ren l-syra, löst och utspolat med inalles 1,00 gr. vatten. Då racemisyrans löslighet vid rumstemperatur är c:a 5 på 100¹, borde alltså ungefär hälften falla ut. Små vita kristaller uppkommo omedelbart, och efter 4 timmar erhöles vid avsugning 0,115 gr. syra av smpt 142,5—143,5°.

0,0734 gr. syra förbrukade 10,42 ccm. 0,0878-*n* baryt (fenoltalein).

	Ber. för C ₇ H ₁₂ O ₄ = 160,1	Funnet
Ekv.-vikt	80,1	80,2

Ur filtratet avskildes racemisyran vid indunstning till torrhet i klara kristaller av känd typ. Även dessa visade *smpten* 142,5—143,5°, som med ett par grader överstiger den högsta (140—141°) som förut erhållits för *racem-dimetylglutarsyra*, vilken därför troligen alltid innehållit ett spår av mesoformen.

¹ K. AUWERS och J. F. THORPE, LIEBIGS ANN. 285, 324 (1895).

VIII. Avspjälkning av kolsyra ur aktiva $\alpha\alpha_1$ -dimetyl- α -karboxylglutarsyror.

Såsom omnämnt i inledningen, sid. 12, kunde man vid kolsyreavspjälkning ur vardera av de i kap. II, mom. 3 beskrivna aktiva trikarbonsyror vänta sig en blandning av dimetylglutarsyrans mesoförening jämte uteslutande den ena antipoden av samma syra. Analogt med förhållandena vid en »asymmetrisk syntés», med vilken en sådan reaktion i princip kan jämföras, skulle de isomera produkterna därvid kunna uppkomma i olika mängd.

Försök I. Ungefär 1 gr. av vardera av de aktiva trikarbonsyror upphettades i 2 små kolvar i samma bad vid ca 140°, tills gasutvecklingen upphörde (ca 4 tim.). *Högersyran* gav därvid en rest, av vilken 0,2800 gr., lösta i vatten till 8,00 ccm, i 1-dm. rör visade en vridning av $\alpha_D^{20} = +0^{\circ}34'$; $[\alpha]_D^{20} = +16,2^{\circ}$, *vänstersyran* en rest, som vid samma koncentration och i samma rör gav $\alpha_D^{20} = -0^{\circ}33'$; $[\alpha]_D^{20} = -15,7^{\circ}$. Båda produkterna smälte ner vid 93—94° och voro praktiskt taget klara vid 103°.

Ett par decigram av den vänstervridande återstoden pulvriserades och omskakades med några kubikcentimeter benzol, vari båda de inaktiva dimetylglutarsyror i motsats till antipoderna äro svårslösliga. Den olösta resten smälte vid 122—124°, vilket tydde på att den i huvudsak bestod av meso-dimetylglutarsyra (smpt 127—128°). Den löstes i litet varmt vatten, vid vars frivilliga avdunstning nästan uteslutande erhöles strålförmigt hopvuxna kristaller av mesosyrans karakteristiska utseende och av smpt 127—127,5°.

Försök II. Ungefär 1 gr. l-trikarbonsyra upphettades i 20 min. vid ca 155°, under vilka förhållanden aktiv dimetylglutarsyra ju visat sig vara ganska beständig. (sid. 45). Redan efter 10 min. syntes icke längre någon gasutveckling. Återstoden, som stötte mycket obetydligt i gult, stelnade genast efter avsvulning. Vid omedelbart företagen titrering förbrukade 0,0725 gr. substans 10,31 ccm av en 0,0879-*N* barytlösning (fenolfalein).

	Ber. för $C_7H_{12}O_4 = 160,1$	Funnet
Ekv.-vikt	80,1	80,0

0,1961 gr. syra, lösta i vatten till 4,20 ccm, visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{19} = -0^{\circ}47'$; $[\alpha]_D^{19} = -16,9^{\circ}$.

Substansen flöt samman vid 95°. Vid 101° syntes blott en obetydlig fast rest, som försvann vid 104°.

Då de sura strykninsalterna av meso- och l-dimetylglutarsyra visat sig avskiljas ur vattenlösning som vita, fina nålar eller hår men sur d-syrad stryknin däremot i form av rektangulärt begränsade, klara kristaller, vilka därför lätt borde kunna upptäckas i blandning med de andra salterna, löstes 0,4364 gr. av den vid detta försök erhållna produkten i 7 gr. vatten, varpå beräknad mängd stryknin, 0,9112 gr., tillfördes. Efter lösningens fullständiga indunstning kunde några klara kristaller av högersyrans salt emellertid icke iakttas. —

De enligt försök I erhållna produkterna visade alltså en spec. vridning av c:a 16° vid en koncentration, där ren aktiv dimetylglutarsyras $[\alpha]_D$ enligt föregående kap. kan uppskattas till något över 40°. Blandningen kan härav beräknas innehålla nära $100 \cdot \frac{16}{40} = 40\%$ aktiv syra och alltså något mer än 60% mesoform. Någon avsevärd ändring av utbytet på aktiv syra ägde icke rum genom att utföra sönderdelningen vid högre temperatur (jfr försök II).

Av försöken framgår slutligen, att om d-trikarbonsyran antages äga t. ex konfigurationsformeln I (sid. 12), bör konfigurationen II alltså tillkomma den höger- vridande dimetylglutarsyran. *De båda former av de tre- och tvåbasiska syvorna, som vrida polarisationsplanet åt samma håll, äro alltså konfigurativt sammanhörande.*

IX. Framställning av aktiva α , α -dimetylglutarsyreanhydrider.

Förförsök I. 0,02 gr. ren d-dimetylglutarsyra försattes i ett litet rör med 2 droppar acetylklorid, varvid syran löstes. En kork med en liten skåra sattes i, och nedre delen av röret upphettades 1 timme i ett bad av 48—54°, varefter ytterligare 2 droppar acetylklorid åt gången tillsattes med 1 timmes mellanrum. Efter inalles 3 timmars upphettning vid nämnda temperatur sprängdes röret av nedtill över en kristallisations-skål, i vilken lösningen hälldes ut, varpå skålen omedelbart insattes i en vacuumexsicator över natronkalk och konc. svavelsyra. Efter ett dygn återstod en fast, vit massa, som icke luktade av acetylföreningar eller fälldes av silvernitrat i salpetersyrad lösning. Smältpunkten befanns ha ändrats från 79—80° till 40—41,5°, och då anhydrider dessutom bruka smälta lägre än motsvarande syror, var det alltså sannolikt, att en omvandling till anhydrid ägt rum.

Förförsök II. Utfördes som I med den skillnaden, att upphettningen utsträcktes till blott 10 min. Den vita återstoden visade smältpunkten 41—43°.

Vänstervridande anhydrid ur d-syra. — Till 2,10 gr. ren d-syra i ett provrör sattes ca 2 ccm acetylklorid, i vilken syran löstes på ett par minuter under avsevärd temperatursänkning och ringa gasutveckling, som starkt ökades under några minuters uppvärmning i handen. Lösningen nedsattes därefter i ett bad av 50°, som under 45 min. successivt ökades till 60°, varunder litet acetylklorid ytterligare tillsattes ett par gånger. Redan efter 10 minuters upphettning kunde någon gasutveckling icke längre iakttagas. Lösningen behandlades som i förförsöken. Efter ca 10 timmar började långa, fina nålar avskiljas, och efter ytterligare 10 timmar hade alltsamman stelnat och luktade ej nämnvärt av acetylföreningar. Vikten uppgick till 1,84 gr. (ber. 1,86 gr. anhydrid). Substansen smälte vid 41,5—42,5°.

0,4374 gr., lösta i benzol till 4,20 ccm, visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{18} = -7^{\circ} 15'$; $[\alpha]_D^{18} = -69,6^{\circ}$; $[M]_D^{18} = -98,9^{\circ}$.

0,1143 gr. förbrukade 18,26 ccm 0,0878-n baryt, därav 18,24 ccm vid rask titrerings, och sedan efter 5 minuters uppvärmning till 50° och avkylning till rumstemperatur ytterligare 0,02 ccm; förnyad uppvärmning i 5 min. till 50—80° medförde ej avfärgning. Indikator: fenoltalein.

	Ber. för $C_7H_{10}O_5 = 142,1$	Funnet
Ekv. vikt	71,1	71,3.

(d-anhydriden är vänstervridande även i ättiketer, ty ett prov, som upptagit fuktighet i luften, och vars halt av anhydrid genom titrering beräknades till 53 %, gav i c:a 4-procentig ättiketerlösning $[\alpha]_D^{17} = -17,4^\circ$.)

Av de nämnda 1,84 gr. d-anhydrid löstes 0,97 gr. med lätthet vid rumstemperatur i 2,00 ccm benzol. Därpå tillfördes efter hand 10 ccm petroleumeter, varvid alltmer anhydrid utföll i form av en olja, som vid ympning så småningom fullständigt övergick till små klara, koksaltliknande kristaller. Efter några timmar avsågos 0,61 gr. av smpt 42—43,5°.

0,4238 gr., lösta i benzol till 4,20 ccm, visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{19} = -7^\circ 6'$; $[\alpha]_D^{19} = -70,3^\circ$; $[M]_D^{19} = -100,0^\circ$.

Filtratet avskilde i vacuumexsiccator långa, asbestliknande nålar av smpt 41—43°.

Återbildning av d-syra ur motsvarande anhydrid. 0,3045 gr. d-anhydrid uppvärmdes i en skål på vattenbad med litet vatten, efter vars avdunstning återstodo 0,340 gr. syra (ber. 0,343 gr.) av skarp smpt 78—79°.

0,3113 gr. syra, lösta i benzol till 4,20 ccm, visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{20} = +6^\circ 29'$; $[\alpha]_D^{20} = +87,4^\circ$.

Högervridande anhydrid ur l-syra. Framställdes analogt med d-anhydrid. Den över natronkalk och svavelsyra erhållna substansen smälte vid 40—42°.

0,1093 gr. substans förbrukade 17,45 ccm 0,0878-n baryt.

	Ber. för $C_4H_6O_3 = 142,1$	Funnet
Ekv. vikt	71,1	71,3.

Av samma substans löstes 1,20 gr. vid c:a 60° i 50 ccm petroleumeter, ur vilken mera lättflyktiga beståndsdelar kokats bort. Vid avsvälning erhöles efter 18 timmar 0,73 gr. mjuka, fina nålar, ofta i bladformiga gytringar. Smpt 42—43,5°.

0,4218 gr. av denna anhydrid, lösta i benzol till 4,20 ccm, visade i 1-dm. rör $\alpha_D^{19} = +7^\circ 1'$; $[\alpha]_D^{19} = +69,9^\circ$; $[M]_D^{19} = +99,3^\circ$.

Den med vatten regenerade l-syran smälte skarpt vid 78—79°.

Anhydriderna äro ytterst lättlösliga i vanliga organiska lösningsmedel utom petroleumeter. På vatten flyta kristallerna omkring med en egendomlig sprittande rörelse och lösas helt långsamt vid rumstemperatur. I fria luften ökas smältpunkten efter hand och brukar efter c:a 1 vecka ha uppnått 79—80°, d. v. s. den samma som för motsvarande aktiv syra. Anhydriderna äro något flyktiga redan vid vanlig temperatur: av ett prov, som förvarades i exsiccator i 1 års tid, erhöles runtom på väggarna och trådnätet lätta fjn. av motsvarande syra.

Racem-anhydrid ur antipoderna. 0,1611 gr. d-anhydrid löstes tillsammans med 0,1611 gr. l-anhydrid i 2,00 ccm benzol. Då ett litet prov av lösningen ej fälldes med petroleumeter, fick benzolen avdunsta i vacuumexsiccator. Den resterande oljan rördes om med 5 à 6 ccm petroleumeter, varvid den hastigt bildade en lätt, kristal-

linisk fällning, som efter avsugning och torkning i exsiccator visade smpten 33—34°. Substansen var ytterst löslig i metyl- och etylalkohol, acetone, ättiketer, koltetra-
klorid och kolsvavla.

0,997 gr. substans förbrukade 15,92 ccm 0,0878-*n* baryt.

	Ber. för $C_7H_{10}O_5 = 142,1$	Funnet
Ekv. vikt	71,1	71,3.

För att erhålla den motsvarande racem-dimetylglutarsyran löstes en del av an-
hydriden i litet varmt vatten. Vid dettas avdunstning erhöles en rest, som visade
den väntade smältpunkten 142—143,5°. Denna ändrades icke genom en halv tim-
mes upphettning av syran med acetylklorid vid 50°.

Zusammenfassung.

(Titel der Arbeit: Optisch-aktive α,α -Dimethylglutarsäuren)

Bei der Darstellung von Verbindungen mit zwei asymm., strukturell gleichgestellten Kohlenstoffatomen erhielt man zwar gewöhnlich die beiden optisch-inaktiven Isomeren, die man in Analogie mit PASTEURS experimentellen Untersuchungen über die 4 Weinsäuren und in Übereinstimmung mit den von VAN'T HOFF und LE BEL gegebenen Erklärungen zu erwarten hatte. Aber welche von diesen paarweise auftretenden Isomeren, die der Traubensäure oder der Mesoweinsäure entsprach, wurde während mehreren Jahren in keinem einzigen Falle mit Sicherheit dargelegt. — Unterdessen wurden Versuche gemacht, in speziellen Fällen die Konfigurationen der betreffenden inaktiven Formen ohne Spaltung zu bestimmen (z. B. auf Grund der Theorien von J. WISLIZENUS oder A. VON BAEYER). — Einige Chemiker, die eine Aufhebung der freien Drehbarkeit auch bei einfach gebundenen Kohlenstoffatomen annahmen, vermuteten sogar, dass die Stereoisomerie dieser Verbindungen völlig analog mit der Ethylénisomerie zu erklären wäre. — Erwähnt sei auch, dass in Zusammenhang mit der oft irreführenden Nomenklatur (para = fumaroid = trans für die Racemform und anti = maleinoid = cis für die Mesoform) bisweilen die fehlerhafte Meinung gehegt wurde, dass von den beiden Isomeren die höher schmelzende immer die Racemform sei.

Erst gegen Mitte und Ende der neunziger Jahre wurden ein paar Substanzen von demselben Typus wie die Traubensäure gespalten. Später haben besonders J. M. LOVÉN und seine Schüler auf diesem Gebiete einen bedeutenden Beitrag geliefert. Einige Säuren dieser Klasse sind in Zusammenhang mit Arbeiten über Konfigurationsänderungen bei Addition an Ethylénverbindungen und mit Studien über die WALDENSCHE Umkehrung zerlegt worden. — Die wichtigsten und am besten studierten von den in aktiven Formen bekannten Verbindungen mit zwei gleichgestellten, asymm. Kohlenstoffatomen sind entschieden die zweibasischen Säuren. Zwei Tabellen über solche Säuren werden gegeben. Die erste (I) umfasst 15 Säuren mit den beiden asymm. Kohlenstoffatomen in offener, die zweite (II) 5 Säuren mit denselben in geschlossener Verkettung. Die zusammengehörenden Isomeren in diesen Tabellen weisen keine entschiedenen Regelmässigkeiten der Schmelzpunkte auf.

Zwar schmelzen sämtliche Racemsubstanzen (= Transformen) der Tabelle II höher als die entsprechenden Mesoverbindungen (= Cisformen), was doch wahrscheinlich damit zusammenhängt, das cis-trans-Isomere mit sehr wenigen Ausnahmen dies Verhältnis zu zeigen pflegen, denn von den Racemformen der Tabelle I haben nicht einmal die Hälfte höhere Schmelzpunkte als die Mesoformen. Die Racemformen schmelzen gewöhnlich höher als die entsprechenden optischen Antipoden, während die Mesoformen ungefähr ebenso oft einen tieferen als einen höheren Schmelzpunkt als die Antipoden zeigen. Erwähnt sei auch, dass bei Dimethyl-bernsteinsäure die Racemform tiefer, bei Dimethyl-glutarsäure höher, bei Dimethyl-adipinsäure wiederum niedriger als die Mesoformen schmilzt. Ein bestimmter Zusammenhang zwischen den Schmelzpunktdifferenzen der Isomeren und der Grösse der optischen Aktivität scheint auch nicht zu existieren (vergl. A. WERNER, Lehrbuch der Stereochemie, Seite 85 (1904)).

Beim Anfang dieser Arbeit war noch keine der symm. disubstituierten Säuren vom Typus $\text{HOCOCHR}(\text{CH}_2)_n\text{CHR}'\text{COOH}$ ($n = 0, 1, 2$ etc.; R = Kohlenwasserstoffradikal) gespalten worden. (Jetzt sind die $\alpha\alpha_1$ -Dimethyladipin-, $\alpha\alpha_1$ -Dimethylglutar-, $\alpha\alpha_1$ -Dimethylbernstein- und $\alpha\alpha_1$ -Diphenylbernsteinsäuren in optisch-aktiven Formen bekannt.) Schon früher ist berichtet worden (E. MÖLLER, Ber. d. d. chem. Ges. 43, 2250), wie die dreibasische Dimethyl-propenyl-tricarbonsäure ($\alpha\alpha_1$ -Dimethyl- α -karboxylglutarsäure) $(\text{HOCO})_2\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COOH}$, die den $\alpha\alpha_1$ -Dimethylglutarsäuren entspricht, dargestellt und in optisch-aktive Komponenten zerlegt wurde. Durch Abspaltung von Kohlendioxid entstand aus jedem Antipoden ein aktives Produkt, das offenbar ein Gemisch von der Mesoverbindung der Dimethylglutarsäure mit der d-, resp. l-Form derselben Säure enthält. Auch wurden aus der höher schmelzenden $\alpha\alpha_1$ -Dimethylglutarsäure optisch-aktive Formen mittelst der primären Strykninsalze direkt erhalten; doch war die linksdrehende Säure nicht rein. Nunmehr ist durch systematische Spaltung mittelst Brucin und der beiden α -Phenethylamine auch diese Säure in reinem Zustand dargestellt worden. Ausserdem mag besonders erwähnt werden, dass die Antipoden ziemlich leicht mittelst Acetylchlorid in aktive Anhydride überführt werden können, was ganz auffallend ist, weil die d,l-Säure unter denselben Bedingungen von Acetylchlorid kaum merkbar angegriffen wird. Die Anhydride zeigen in Benzol eine recht erhebliche spec. Drehung, die derjenigen der entsprechenden Säuren entgegengesetzt ist.

Experimentelles. — Die oben erwähnte racemische $\alpha\alpha_1$ -Dimethyl- α -karboxylglutarsäure $(\text{HOCO})_2\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ schmolz, als die Temperatur um 1° pro Minute gesteigert wurde, bei c:a $153-156^\circ$. Die bei $20,0^\circ$ gesättigte wässrige Lösung war 2,34-n, enthielt also 0,159 gr. per cem. Die Säure ist auch in Alkohol, Äther, Aceton, Essigester und Essigsäure leichtlöslich, in Benzol und Ligroin aber äusserst schwerlöslich. Das Molekulargewicht in Wasser stimmt mit dem aus dem Dissoziationsgrad der Säure (100 $k = 0,220$) berechneten gut überein. Die entsprechenden Antipoden wurden aus der Säure durch äquimolekulare Mengen α -Phenethylamin,

Chinin und Cinchonin nicht erhalten, wohl aber mittelst den primären Strykninsalzen: $C_{21}H_{22}N_2O_2$, $C_8H_{12}O_6$, weisse, asbestähnliche Nadeln, die zuerst auskristallisierten und d-Säure enthielten; und $C_{21}H_{22}N_2O_2$, $C_8H_{12}O_6 + 4H_2O$, durchsichtige, prismatische Kristalle mit darin enthaltene l-Säure. Die Antipoden schmolzen etwas niedriger als die Racemform (bei 144—148°) und zeigten sich in Wasser beträchtlich löslicher als diese. Für die l-Säure wurde das Molekulargewicht in Wasser wie bei der inaktiven Form normal gefunden. Lösungen, die 0,360 gr. in 8,00 ccm Wasser enthielten, gaben $[\alpha]_D^{20} = +16,3^{\circ}$ und $-15,6^{\circ}$; von der d-Säure gaben 0,840 gr. in 4,20 ccm Wasser $[\alpha]_D^{15} = +14,5^{\circ}$ und 0,576 gr. in 4,20 ccm Essigester $[\alpha]_D^{15} = +17,0^{\circ}$.

Die höher schmelzende, racemische α , γ -Dimethylglutarsäure wurde partiell mittelst Stryknin, vollständig — oder wenigsten beinahe vollständig — mittelst Brucin und den beiden α -Phenethylaminen in ihre optischen Antipoden aufgespalten, während Versuche, die Alkaloiden Cinchonin, Cinchonidin, Morphin und Chinin zum Spalten zu benutzen, ohne Erfolg waren. (Die Mesosäure liess sich mittelst Stryknin, Brucin und den Phenethylaminen in optische Antipoden nicht zerlegen, was ja auch nicht zu erwarten war.) Bei allen diesen Spaltungsversuchen wurden äquimolekulare Mengen von Base und Säure in Wasser vermischt. Bei der Benutzung von Stryknin und Brucin schieden sich zuerst die d-sauren Salze aus. Bei Phenethylamin wurde dasjenige Salz, in welchem Base und Säure entgegengesetzte Drehungen haben, zuerst erhalten; nach dem Absaugen dieses Salzes wurde die Säure aus dem Filtrat in Freiheit gesetzt und mit dem anderen Antipoden des Phenethylamins kombiniert. Der bei den Umkristallisierungen der verschiedenen Salze (aus geeigneten Mengen heissen Wassers) erreichte Grad der Spaltung wurde durch Bestimmung von Schmelzpunkt und spec. Drehung der in den Salzen enthaltenen Säuren systematisch verfolgt, wobei es sich zeigte, dass nach zwei Umkristallisierungen praktisch dieselben maximalen Werte erhalten wurden. Nur aus l-saures Stryknin war reiner l-Antipode nicht zu isolieren. Die unten angegebenen Löslichkeiten der Salze sind nur approximativ und unter der Voraussetzung berechnet, dass die Filtrate nach dem Absaugen der Salze gesättigt sind. — *d-saures Stryknin*, $C_{21}H_{22}N_2O_2$, $C_7H_{12}O_4 + 2H_2O$, dünne, durchsichtige Kristalle mit rektangulärem Umriss; Löslichkeit 2,4 pro 100. — *l-saures Stryknin*, wahrscheinlich ohne Kristallwasser, kurze, weisse, sehr leichtlösliche Haare. — *d-saures Brucin*, $C_{23}H_{26}N_2O_4$, $C_7H_{12}O_4 + 2H_2O$; weisse, strahlenförmig zusammengewachsene Nadeln; Löslichkeit 0,8 pro 100. — *l-saures Brucin*, $C_{23}H_{26}N_2O_4$, $C_7H_{12}O_4 + 2\frac{1}{2}H_2O$, durchsichtige, wahrscheinlich monokline Prismen; Löslichkeit 1,8 pro 100. — *d-saures l-Phenethylamin* und *l-saures d-Phenethylamin*, $C_8H_{11}N$, $C_7H_{12}O_4$, Schmelzpunkte 157—158°, klare, nadelförmige Kristalle, Löslichkeit 9 pro 100. — *d-saures d-Phenethylamin* und *l-saures l-Phenethylamin*, $C_8H_{11}N$, $C_7H_{12}O_4$, Schmelzpunkte 144—145°, gleichen den stereoisomeren Salzen, haben aber eine grössere Löslichkeit, nämlich 25 pro 100. Die aus den Phenethylaminsalzen zuletzt dargestellten Säuren zeigten ungefähr spec. Drehung wie die aus den Brucinsalzen erhaltenen, während der Schmelzpunkt ein paar Grad niedriger war. Aber durch Lösen in Benzol und Ausfällen mit Petroleumäther erreichte auch dieser den maximalen Wert (79—80°).

Meso-saures Stryknin, $C_{21}H_{22}N_2O_2$, $C_7H_{12}O_4 + 2H_2O$, kurze, steife Haare; Löslichkeit 12 pro 100. — *Meso-saures Brucin*, $C_{23}H_{26}N_2O_4$, $C_7H_{12}O_4 + 2H_2O$, weisse Schuppen mit rektangulärem Umriss; Löslichkeit 18 pro 100. — *Meso-saures d- und l-Phenethylamin*, wahrscheinlich ohne Kristallwasser, sehr leichtlöslich.

Die aktiven α_1 -Dimethyl-glutarsäuren wurden aus den Salzen durch Zusatz von Schwefelsäure isoliert und konnten dann ohne Schwierigkeit mit Äther aufgenommen werden. Sie schmelzen bei 79,5–80° und lösen sich sehr leicht in Wasser, Äther, Alkohol, Aceton und Essigester; sie sind auch in Benzol ziemlich leichtlöslich, in Petroleumäther aber beinahe unlöslich. Sie kristallisieren gewöhnlich aus Wasser sowie aus Äther-Wasser als feine Nadeln; bei hoher Zimmertemperatur wurde eine schnelle Umwandlung der Nadeln in 6-seitige, dünne Prismen oft beobachtet. Nadeln aus Alkohol, Efflorescensen aus Aceton und Essigester; aus Benzol kleine, dicke, klare Kristalle mit ausgeprägter Tendenz zu Zwillingbildung. — Nach mehreren verschiedenen Methoden dargestellte Antipoden zeigten in Wasser bei einer Konzentration von ca 0,08 gr. per ccm und bei Zimmertemperatur $[\alpha]_D = \pm 39,8^\circ$. Die spec. Drehung wird mit der Temperatur nicht merkbar geändert, wächst aber mit der Verdünnung. — Für Lösungen, die ca 0,10 gr. Säure per ccm enthielten, wurden die folgenden Drehungen gefunden: in abs. Alkohol $[\alpha]_D^{21} = + 37,2^\circ$, $[\alpha]_D^{20} = - 37,1^\circ$; in Aceton $[\alpha]_D^{20} = + 38,9^\circ$, $[\alpha]_D^{20} = - 39,0^\circ$; in Essigester $[\alpha]_D^{19} = + 44,1^\circ$, $[\alpha]_D^{18} = - 43,6^\circ$; und in Benzol eine auffallend grosse, nämlich $[\alpha]_D^{19} = + 88,9^\circ$ und $[\alpha]_D^{20} = - 88,4^\circ$. Nach kryoskopischen Bestimmungen ist das Molekulargewicht in Wasser normal (wie für die d,l-Säure), aber in Benzol bei 1 à 2-prozentigen Lösungen verdoppelt. — Die neutralen K-, sauren Ca- und neutralen sowie sauren Ba-Salze sind sämtlich sehr leichtlöslich. — Bei dem sauren Ba-salz wurde konstatiert, dass das einwertige Anion dieselbe Drehungsrichtung als die entsprechende Säure hat; das zweiwertige Anion der neutralen Salze war dagegen optisch inaktiv.

Aus gleichen Mengen d- und l-Säure wurde *racem-Dimethylglutarsäure* vom Schmelzpunkte 142–142,5° erhalten, der mit ein paar Graden den höchsten (140–141°) übersteigt, der früher bei dieser Säure (die also wahrscheinlich noch Spuren der Mesosäure enthielt) erreicht worden ist.

Durch Abspaltung von Kohlendioxid aus aktiven α_1 -Dimethyl- α -karboxylglutarsäuren bei ca 140° und 155° (4 Stunden, resp. 20 Minuten) wurden Produkte erhalten, die das Aequivalentgewicht der Dimethylglutarsäure zeigten und aus deren spec. Drehungen die Bildung von ca 40% aktiver und also ca 60% meso-Dimethylglutarsäure sich berechnen liess. Da das gebildete Säuregemisch dieselbe Drehungsrichtung als das Ausgangsmaterial hatte, sind also die Formen der drei- und zweibasischen Säuren, welche die Polarisationsebene nach derselben Seite drehen, konfiguratив zusammengehörig.

Anhydride der α_1 -Dimethylglutarsäuren. — Linksdrehendes Anhydrid $C_7H_{10}O_3$ aus der Rechtssäure mittelst Acetylchlorid bei 50–60°. Nach 10 Minuten keine merkbare Gasentwicklung. Schmelzpunkt 41,5–42,5°. Eine Lösung, die ca 0,10 gr. per ccm enthielt, gab in Benzol $[\alpha]_D^{18} = - 69,6^\circ$; auch in Essigester linksdrehend.

Aus der Lösung in Benzol wurde mit Petroleumäther das Anhydrid als Öl gefällt, das in kleine, kochsalzähnliche Kristalle langsam überging; Schmelzpunkt 42—43,5° und $[\alpha]_D^{19} = -70,3^{\circ}$. Mit Wasser wurde die d-Säure regeneriert. — *Rechtsdrehendes Anhydrid* $C_7 H_{10} O_3$ aus der *Linkssäure*. Weiche, feine Nadeln aus Petroleumäther. Schmelzpunkt 42—43,5°, $[\alpha]_D^{19} = +69,9^{\circ}$ wie oben in Benzol. — *Racem-Anhydrid* durch Mischung beider Antipoden. Schmelzpunkt 33—34°. Mit Wasser wurde die entsprechende racem-Säure von Schmelzpunkt 142—143,5° erhalten.

LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Avd. 2. Bd 15. Nr 7.
KUNGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 30. Nr 7.

BIOLOGISKT-BOTANISKA UNDERSÖKNINGAR
AF ÖRESUND

I

STUDIER ÖFVER SVENSK TÄNG, FÖRETRÄDESVIS FRAN ÖRESUND

AF

MATS WEIBULL

MED 8 TEXTFIGURER

(WITH A SUMMARY IN ENGLISH)

LUND
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG
OTTO HARRASSOWITZ

Föredragen i K. Fysiografiska Sällskapet den 15 januari 1919.

LUND 1919
HÅKAN ÖHLSSENS BOKTRYCKERI

I. Inledning.

Med hafstång förstår man ett antal i saltvatten lefvande växter som blifva strandägarne tillgängliga, då de af hafsströmmar och vågor ryckas upp från sitt fäste på hafsbotten och kastas upp på land¹. Från urminnes tid har den ilandflutna tången af kustbefolkningen fått användning till foder och gödselmedel, men ännu flere äro de förslag som framkommit under tidernas lopp till tångens tillgodogörande. En engelsk författare från midten af förra århundradet yttrar härom: Det är hundra eller ännu flere ting, hvartill tång kan brukas, men det är mycket få af dessa förslag som kunnat realiserast².

Redan i gamla tider omtalas tång såsom djurfoder, företrädesvis under nödlår och under vartiden, då den ymnigt uppkastas på stranden och då foderbristen oftast är mest kännbar, och ett visst slag däraf³ har i Norge, liksom ännu är fallet

Skottland och Japan, brukats till människoföda. Såväl hos LINNÉ som hans lärjunge P. KALM finnas uppgifter om tång till foder. En fullständig öfversikt härom är år 1901 lämnad af P. R. SOLLIED⁴. År 1917 har prof. N. ISAACHSEN offentliggjort några moderna utfodringsförsök vid Aas öfver tångarternas fodervärde för mjölkkor⁵.

Äldst är dock bruket af tång som gödselmedel. »Dess förträfflighet till detta ändamål torde vara salt utom allt tvifvel, såväl genom det urgamla bruk däraf som gjorts i åtskilliga till hafsstranden gränsande svenska och utländska provinser som genom de försök i nyare tider kunnige landthushållare isynnerhet i Danmark därmed anställt», säger vår bekante nationalekonom C. A. AGARDEH redan för hundra år sedan⁶. Bruket af tång som gödsel angifves redan från 1600-talets början. I Sverige var det hufvudsakligen på Gotthland och Öland, i Skåne och Bohuslän som

¹ Denna definition på tångväxter torde icke fullt gillas från botanisk synpunkt, där tång närmast motsvarar hafsalg.

² P. R. SOLLIED i Tidskr. f. Kemi, Pharm. och Ter. 1911 s. 273.

³ Fingertång *Laminaria digitata* samt *L. hyperborea*. W. A. SETCHELL i Fertilizer Resources of the U. S. Washington 1912.

⁴ Tidskrift for det Norske Landbrug 1901 s. 13.

⁵ 10de Beretn. fra foringsforsökene v. Norges Landbruksbøjskole. Kristiania 1917.

⁶ Ut i en prisskrift benämnd: »Beskrifning på de tångarter som finnas vid stränderna af Göteborg och Bohuslän samt om sättet och värdet af dess användning i landthushållningen» i Göteborgs och Bohusläns Hush.-Sällskaps Handl. år 1816, 1 Häft.

landtmännen och än mera fiskarbefolkningen tillgodogjorde sig dylika hafsväxter. Enligt LINNÉ särskilde man på Gottland flera olika sorter af tång med olika värde: *hauter* (blåstång) som var synnerligen god och lätt multnad, *tang* (bandtång) som är sämst, vidare *kräkel* (*Furcellaria?*) och *gille* (tråd- och rödalger). I grannländerna Danmark och Norge var dock bruket af tång, att döma af dessa länders landbrukslitteratur, långt mer vanlig än hos oss. Så anför öfverste FALKENSKÖLD på Sofienborg, Själland, uti Olufsons Annaler så tidigt som år 1805 försök, som visa att den »riktigt behandlad i fruktbarhet och varaktighet öfvergår all annan gödning»¹.

Men äfven inom tekniken tilldrog sig tången tidigt uppmärksamhet. LINNÉ berättar i sin Skånska Resa hurusom de fattiga i trakten af Trelleborg samlade den torra tången och brände den i stället för ved, fast »den osade värre än kodynga». Som emellertid tången vid bränningen är rätt odryg och svårhandterlig, plögade man i Danmark låta den ligga på stranden vintern öfver för att regnet måtte utlösa salterna samt därefter blanda med $\frac{1}{3}$ torfjord (eller lera), hvarpå blandningen med hästar eller oxar åltades ihop liksom då man gör brännorf, hvarefter den formades som denna¹.

Den vid tångbränningen bildade askan fann man hålla salt samt lutartade ämnen. För fabrikation af koksalt har den mesta tången näppeligen spelat någon större roll vid sidan af hafsvattnet, men väl för fabrikation af soda och pottaska. Att askan efter tångväxter, hvilken går under benämningen *kelp*, är synnerligen rik på alkaliska ämnen, natrium- och kaliumkarbonat, är en urgammal iakttagelse. Systematisk blef produktionen af dessa ämnen, särskildt soda, först i England och Frankrike under det 17:de århundradet. Till Norden kom kunskapen härom vid nämnda århundrades midt, då man dels började använda sodan för glasfabrikation dels för export, särskildt blef detta fallet i Norge. Här i Sverige har kelpfabrikation lifligt förordats redan af C. A. AGARDH i hans förut kända prisskrift om tång, men sedan af hans son J. AGARDH². Någon praktisk betydelse torde denna handtering icke fått hos oss.

Nytt intresse fick tången och särskildt tångaskan, sedan Courtoi år 1811 i dylik aska från Cherbourg upptäckt jod. I Norge, där de för jodfabrikation lämpliga tångarterna af släktet *Laminaria* rikligare förekomma än i vårt land, grundades den första jodfabriken för 50 år sedan. Nu framställes där af tång omkring 2.500 ton aska med en jodhalt af omkring 2 %, hvilken säljes till en skottsk-chilensisk trust, som behärskar jodhandeln. Af i Sverige förefintliga tångarter torde, som vi skola se, endast den nämnda *Laminaria* ägna sig för denna fabrikation. Som jag å annat ställe visat kan den hålla ända till $\frac{1}{2}$ % jod, medan de andra här växande tångarterna hålla högst 0,03, men vanligen blott omkring 0,01 % jod³.

Om tångens tekniska förarbetande på alkalisalt, jod, algin m. m. må här efter

¹ C. A. AGARDH, l. c.

² Göteborgs och Bohusläns Hush. Sällskaps Berättelse för år 1837 s. 16.

³ Sv. Kem. Tidskrift 1917 s. 79.

STANFORD¹ lämnas några uppgifter. Dessa gälla uteslutande algång. Tången samlas antingen vid stranden eller uppfiskas från botten vid ebbtiden och torkas därefter i solen. Den torkade massan lägges i högar och antingen (1) brännes eller (2) underkastas destillation eller (3) behandlas de torra plantorna med vatten, hvarvid de lösliga ämnena utdragas. I första fallet erhålles en återstod, »kelp», på omkring 18 %, som förarbetas på alkalisalt och på jod. I det andra fallet erhållas, förutom en kolrik aska, diverse destillationsprodukter såsom ammoniak, aceton, träsprit, paraffin m. m. samt brännbara gaser. Kolet (21 %) och gaserna kunna användas till bränsle vid destillationer o. a. processer, medan de öfriga produkterna hvar för sig förarbetas. Den härvid erhållna rena askan utgör 15 %. Vid urlakningsmetoden med vatten erhållas en mängd tekniskt användbara produkter, det angifves tillsammans 70 %, nämligen a) lösta: kali- och natronsalter samt jod; b) olösta: algin-cellulosa. Däraf framställes cellulosa och algin. Denna senare är kalksaltet af flera organiska syror, hvilka angifvas hafva stor teknisk betydelse näml. som betnedel för textilvaror, som foder och möjligen ock människoföda, som ersättning för gummi och dextrin till appetur, som antipannstensmedel, till emulsionsmedel m. m. — En fabrik för dylik appetur lär enligt tidningarne länge ha arbetat i Böhmen och en annan i Bretagne. Enligt uppgift i dagspressen har i Varberg grundats ett bolag »Fucus» med uppgift att ur blåstång framställa gas, kol samt vissa värdefulla produkter såsom jod och alkalisalter; framställningen torde sålunda ske enligt förut omnämnda destillationsmetod (2).

I skoglösa trakter, såsom på Skånes västkust, har tången utom till bränsle af ålder äfven brukats till hägnader, s. k. tånggårdsgårdar. I trakten af Skanör finnas dylika hägnader ännu allmänt kvar; sparsamt anträffas sådana äfven på andra håll, t. ex. längs den postglaciala vallen (Jära-vallen) strax NV om Alnarp mot Lomma by.

Vidare har tång i forna dagar användts till tak-täckning eller närmare bestämdt till »ryggning» af de halmtäckta husen. Öfverst på ryggåsen lades nämligen enligt LINNÉ »stentång (*Fucus*), som lades rå för att bättre foga sig efter taket». Enligt samma förf. brukades ock tång (här säkerligen grästång, *Zostera*) i vaggorna i stället för halm. Tvättad och torkad bandtång torde ej sällan ingå i stoppningen af madrasser, sadlar och möbler. Förf. begagnar dagligen en stol från förra århundradets början, där stoppningen är bandtång.

Bland de olikartade ändamål, hvartill tång användes, är det till foder och gödselmedel samt till jordförbättring mest betydelsefullt. Då utöfver det värdefulla bidrag, som C. A. AGARDH för mer än 100 år sedan härom i vår litteratur lämnat, endast spridda smärre uppgifter häröfver föreligga, har jag ansett ett inlägg i denna fråga nu under kristiden vara värdt att göras. Dock har denna utredning från början icke tillkommit i detta syfte utan mera af en tillfällighet.

¹ Se J. W. TURRENTINE: Fertilizer Resources of the U. S. Washington 1912.

I Lommabukten, där Aharp äger strand på 3 km:s längd, uppkastas de i vårt land vanligaste tångarterna blåstång, bandtång, sågtång m. fl. samt nu på senaste åren sallattång. Denna tångart finnes icke angifven i de äldre undersökningarne öfver Öresunds flora¹ (ej håller Vestkustens) och var icke af mig observerad förrän år 1909, då några exemplar insamlades, men har förekomsten däraf efter hand allt mer ökat, så att den i vissa delar af Lommabukten förhärskar. Denna iakttagelse och försök att utreda anledningen till dels detta plötsliga uppträdande dels den växlande färgen och sammansättningen blefvo orsaken till dessa studier, hvilka senare, då sallattången visade sig vara en förträfflig foder- och gödselväxt samt företedde egendomsliga variationer i sammansättning, i och för jämförelse utsträcktes till öfriga i Öresund förekommande större tångarter samt, i den mån tillfälle gifvits, till andra vid svenska kusten växande.

Däraf den centrala plats, som denna tångart fått vid arbetet, och som ock i någon mån beror på att så litet om densamma föreligger i den mig tillgängliga litteraturen². Under gången af arbetet har det visat sig att sammansättningen af hvar och en af dessa tångväxter synnerligen anmärkningsvärdt växlar bl. a. beroende på ålder, årstid, omgivning, hvilken del af växten som undersökts samt om den förelegat i friskt eller lagradt tillstånd, förhållanden, hvaråt man förut ej ägnat tillbörlig uppmärksamhet³. Detta är anledningen till att undersökningar utan sådana närmare uppgifter äga ett mindre värde samt att öfverensstämmande siffror så ofta möta den som arbetar med dessa växter.

Som exempel härpå må här anföras de viktigaste växtnäringsämnen i de allmännaste slagen af tång enligt våra mest använda moderna handböcker: Landmandsbogen⁴ och Landtbrukets bok⁵; båda uppgifterna ha reducerats till samma vattenhalt hos tång som i det följande användes eller 15 %.

Desamma utgöra då i procent:

	kväfve:	fosforsyra:	kali:	
vid blåstång	1,13	0,41	0,24	% enligt Landmandsbogen
»	1,33—1,60	0,11—0,34	3,17—6,22	» » Landtbrukets bok
vid bandtång	1,05	0,41	2,69	» » Landmandsbogen
»	0,91	0,23	4,19	» » Landtbrukets bok.

De vid kväfvat angifna talen afvika omkring 20—50 %, medan de vid fosforsyran och kalit kunna öfverstiga 100 %.

¹ T. ex. Prof. E. LÖNNBERGS: Undersökningar rörande Öresunds djurlif, Sthlm 1898, och Fortsatta undersökningar rörande Öresunds djurlif, Sthlm 1899. Lönnberg nämner som en kuriositet fyndet af ett enda exemplar af en stor *Uleacé*, som väl kan ha varit *U. lactuca*. AGARDEH om nämner icke *Uleacé* bland ett mycket stort antal uppräknade tångarter.

² E. WÄRMING nämner därom i *Plantevaekst*, Kphmn 1906.

³ I det förut citerade arbetet af P. R. SOLLIED, i »Fertilizer resources of t. U. S.» samt i senare anförda arbeten af N. WILLE och K. RÖRDAM förekomma några spridda uppgifter om halt af kväfve och några askbeständsdelar i vissa brunalger vid olika tid.

⁴ Landmandsbogen B. I. Kphmn 1895, s. 509.

⁵ Landtbrukets bok. Jordbrukslära B. I. Sthlm 1915, s. 496.

Så vidt möjligt hafva för undersökningen användts friska ur vattnet upptagna exemplar. Tyvärr äro dessa emellertid i regeln ilanddrifna, icke tagna på naturlig växtplats. Där exemplaren legat så att man kunnat befara uttvättning af nederbörd, angifves detta.

Vid insamlingen liksom ock vid bestämningarna af de olika tångväxterna har jag erhållit välvillig hjälp af kolleger och andra vänner, för hvilket jag här be-tygar min tacksamhet.

II. Kemiska analysmetoder.

De insamlade exemplaren hafva, då de af mig tagits i friskt tillstånd, afsköljts med destilleradt vatten för aflägsnande af saltvatten, sand äfvensom musslor m. m.¹⁾ Därefter ha de torkats och pulvriserats samt i vattenfritt tillstånd analyserats. Där icke annorledes angifvits, äro samtliga analyser beräknade på en vattenhalt af 15 %, hvilken procenthalt valts, därför att den närmast öfverensstämmer med de naturliga förhållandena, då tången en längre tid lufttorkats. Ut i lufttork tång fann jag nämligen sommaren 1917 följande halt af vatten:

Bandtång, ex. från år 1899, Öresund, förv. å laboratoriet	14,5 % vatten
Sallattång » » » 1909 » »	12,6 »
» » » » 1915 » från stranden	14,0 »
Blåstång » » » 1899 » förv. å laboratoriet	14,6 »
» » » » 1915 Visby »	15,2 »
Gristång » » » 1917 Fiskebäckskil »	14,6 »
Trådtång » » » 1917 Öresund »	15,2 »

Man erhåller på detta sätt äfven uppgifter som äro jämförbara med analys-talen vid de vanliga torra kulturväxterna (hög, halm etc.), hvilkas vattenhalt i medeltal ligger omkring 15 %. Gifvetvis kunna dessa siffror lätt omräknas dels på naturlig vattenhalt i friskt tillstånd dels på torrsubstans.

De organiska ämnena äro bestämda enligt vanliga metoder: Växtråden enligt Henneberg, de olika formerna af kvävföreningar enligt Kjeldahl och Stutzer. För öfverförande af dessa siffror i en praktiskt mera fatbar form har kväfvehalten multiplicerats med faktorn 6,25, hvarigenom erhållits halt af råprotein, renprotein, icke-protein (»amider») och smältbar protein.

De kvävfria extraktämnena erhållas som bekant vid Weender-metoden som förlust. Jag har hittills icke gjort några närmare bestämningar af dessa äfven från

¹⁾ I flertalet äldre tånganalyser (med hög ask- resp. klorhalt) torde en dylik aftvättning icke ha skett. Vid bestämning af tångarternas vattenhalt i levande tillstånd har efter afsköljningen vattnet hastigt fått afdrypa, hvarefter växten försiktigt torkats mellan filtrerpapper till dess ytan kännits torr.

praktisk synpunkt icke oviktiga ämnen, utan anför här i korthet några uppgifter från K. RÖRDAM¹ och H. KYLIN². Rördam har visat att i bandtång ingår såväl invertsocker som en saccharid, hvilken är inverterbar (troligen rörsocker) samt pentosaner. Halten af dessa ämnen är i lufttorr tång: 3 1/2—6 1/2 % socker och omkr. 5 % pentosaner. Kylin har påvisat följande kolhydrater och närstående ämnen i gröna och bruna alger: 1:o mannit till 5—6 % i blåstång, gristång, sockertång m. fl. brunalger, 2:o drufsocker till 0,1—0,2 % i blå- och sockertång, 3:o laminaros, antagligen en ny disaccharid, som vrider polarisationsplanet till venster men som vid hydralys ger en högvridande monosaccharidblandning; samma kropp kondenseras ock uti växten till en dextrinliknande polysaccharid, 4:o laminarin, som i ansenlig mängd finnes i alla dessa brunalger, t. ex. i sockertång till 34 %, i sågtång till 19 %, i blåstång till 7 %; den är liksom stärkelsen ett reservnäringsämne, som icke synes äga någon konstant sammansättning utan bestå af flera närstående kroppar, 5:o pektinartade i membranen befutliga ämnen, hvilka delvis lösas i vatten, nämligen fucoidin, algin och fucin, hvilka äro kalksalter af motsvarande syror. Dessutom ingår 6:o uti brunalgerna ett tanninartadt ämne, fucosan.

Rå- och renaskan hafva erhållits på följande sätt: 2 gr eller mera föraskades vid jämförelsevis låg temperatur. Återstoden behandlades med vatten, hvarefter i regeln förfarits så att det vattenlösliga affiltrerats från kol, sand och olösliga salter. Filtrum jämte innehåll har föraskats, och den sålunda erhållna återstoden har förenats med vattenlösningen. Efter indunstning, upphettning och svag glödning framkom råaskan. Hvad som af denna stannade olöst, efter lösning i minsta mängd salpetersyra, indrifning till torrhet och förnyad lösning, betecknas som sand och differensen mellan råaska och sand kallas renaska. Lösningen i utspädd salpetersyra har delats i olika portioner för bestämning af fosforsyra, svafvelsyra, kali, natron, kalk och magnesia enligt bekanta metoder. För bestämning af klor, jod och järn ha särskilda prof inaskats; järnet har därefter bestämts kolorimetriskt, klore titrimetriskt och joden titrimetriskt-kolorimetriskt enligt det förfaringssätt jag nyligen beskrivit³. Då i regeln icke mer än högst 10 gr substans, motsvarande 1,5 gr aska, härför tagits i bruk, har jodhalter under 0,001 % icke kunnat med någon säkerhet bestämmas.

Råaskan kommer vid detta förfaringssätt att innehålla all kiselsyra, ej blott sandens, silikaternas och kiselalgernas utan ock de små mängder som växten själf innehåller. En exakt bestämning af denna senare är överhufvudtaget icke möjlig, dels emedan kiselalgerna envist hafva vid tången dels emedan vid inaskningen uppstå alkali- och kalksilikater, hvilka kiselsyra icke kan skiljas från växtens. Å andra sidan kommer renaskan att innehålla en del i syror lösliga ämnen, som rätteligen borde räknas till »sanden», främst kalk. Detta ämne förekommer nämligen utom såsom normal beståndsdel i växten äfven i olika föroreningar, nämligen så-

¹ K. Veter. och Landbohöjskolens årsskrift 1917, s. 109.

² Zeitschr. f. physiol. Chem. 1913 s. 171; 1915 s. 338; 1918 s. 246.

³ Sv. kem. Tidskrift 1917, s. 79.

som kritkalk, ännu oftare såsom vidhängande organismer, bryozoer, alger, musslor m. m. Helt ha dessa icke kunnat aflägsnas före analysen. En ringa del af fosforsyran, magnesian och järnet kan ock härstamma från samma håll. Aluminium, som ock i ringa mängd ingår i växterna, har icke särskildt bestämts, mest därför att halten är så ringa att den icke kan öfverstiga hvad som kan härleda sig af vidhängande lerslamm. De ringa mängderna af detta ämne finnas i analysen bland magnesian. Att exakt bestämma askhalten, särskildt klore, vid dessa vattenväxter erbjuder öfverstigliga svårigheter, då detta ämne, som vi af uttvättningsförsöken skola se, vid tvättning af växten i någon mån utlöses, medan där dylik uttvättning icke sker, halten af klor, på grund af vidhängande saltvatten, måste bli för hög. I någon mån gäller detsamma om natron, kali och svafvelsyra, mindre om de öfriga askbeståndsdelarne.

III. De olika slagen af hafstång.

Af de många tångarterna, som uppträda vid vårt lands kuster, redogöres här blott för sådana, hvilka äga någon större utbredning. De böra samtliga utom bandtången till algerna och det stora flertalet äro brunalger. Endast undantagsvis har jag, såsom vid Vestkusten, kunnat insamla exemplaren på deras naturliga växtplats utan ha de antingen upptagits ur hafvet vid själfva stranden, dit de af vågorna eller strömmen ilanddrifvits eller från den uppkastade tångvallen. Såvidt möjligt ha därvid utsökts friska, lefvande exemplar. Döda exemplar få nämligen på grund af uttvättning efter hand en annan sammansättning.

A. Bandtång, *Zostera marina* L. (inkl. varieteten *Z. angustifolia*).

Denna till vattenaxfamiljen hörande växt är Sundets allmännaste tångart. Den här förekommande formen har vanligen 5-nerviga blad och bör därför närmast hänföras till lufvudformen *Z. marina*. Ej sällan anträffas ock 3-nerviga exemplar, som då äro smalbladiga och kortare, *Z. angustifolia*. I regeln äro de vid Vestkusten och N. delen af Sundet förekommande exemplaren bredbladiga (3–6 mm) och längre än de från södra (2–4 mm breda). Ibland växa de emellertid ganska nära hvarandra. Så fann jag vid Saltholmen utanför Göteborg uti en långgrund vik smalbladiga 3-nerviga exemplar å den naturliga växtplatsen, medan ett par hundra meter därifrån å öppen plats mot hafvet anträffades bredbladiga och flernerviga exemplar. Enligt E. WARMING är den smalbladiga formen typisk för grundt vatten, medan den bredbladiga förekommer å djupare, saltrikt sådant¹.

¹ E. WARMING: Dansk Plantevækst, Kphmn 1906 och C. N. OSTENFELD i Aalegrietses vækstforhold i Beretn. f. d. danske biol. Station, Kphmn 1908. E. LÖNNBERG: Undersökn. rörande Öresunds djurlif. Meddel. fr. K. Lantbruksstyrelsen år 1898 och 1899.

Bandtång, också kallad bändling eller grästång, har sitt namn af de långa om gräs påminnande bladen, som friska äro gröna men vid torkning uti ljuset efterhand bli högrå och vid förmultning i vatten bli brungrå. Denna tångart växer från 0,6—15 m.s djup¹ öfverallt där sand och lerbotten råder, i hvilken de krypande rotstockarne utsända långa fina rottrådar, med hvilka växten fasthålls, samt vidare stjälk med blad och blommor. Bäst trives den å skyddade växtplatser, i vikar och bukter, man finner den därför som ett bräm längs kusten, där botten långsamt sluttar ut mot hafvet. C. G. J. PETERSEN² uppskattar den årliga produktionen omkring Danmarks kuster till c:a 8 mill. ton torr tång eller 4 gånger landets höproduktion. Detta sammanhänger med att denna växt, i motsats mot landväxterna, håller sig grön och i viss mån vegeterar hela året om.

Den på land uppkastade bandtången (driftföran³) utgöres hufvudsakligen af bladen, särskilt består hösttången så godt som uteslutande däraf, ty bladen falla vid början af denna tid i riklig mängd. Af de starka höststormarne kunna dock äfven rotstockar med vidhängande rottrådar uppräckas, så att hösttången äfven kan innehålla rötter. Under andra årstider är det ännu vanligare att bandtång konstant äfven håller rotstockar och rötter. Tånghögarna, som från Falsterbo upp mot Kullen alltså längs Sundets kust uppkastas, utgöras i stort taget till åtminstone $\frac{3}{4}$ af bandtång. Två typiska sådana vallar från hösten 1916 synes å fotot sid. 11. Professor C. KULLGREN uppskattar enligt meddelade uppgifter från strandägarna vid Alharp, Lomma och Landskrona den årliga mängden däraf till ett halft parlass pr meter strand eller längst hela den skånska Vestkusten till omkring 18,000 ton årligen⁴. Äfven längs den nordliga Vestkusten finnes den rikligt i sund och fjärdar, men däremot icke nämnvärdt i yttre skären, där brunalgerna öfverväga, och här uppkastas på hösten afsevärda massor af död bandtång, medan däremot växten själf på grund af sitt skyddade växtsätt blir rätt oberörd (Hj. ÖSTERGREN).

Sin största användning har bandtången, som förut nämnts, haft till stoppning af möbler och till förpackning, till strömedel och gödselmedel. Att den kan användas till foder är särskildt under foderbristen åren 1865—66 påvisadt i Danmark⁵, och senast har K. RÖRDAM i dessa dagar framhållit detta, liksom dess lämplighet till nitrocellulosa m. m.⁶ Den ovanligt höga halten af natrium och klor observerades tidigt och på grund häraf har af askan beredts ett särskildt salt s. k. tångsalt. Enligt J. AGARDH skall det förr ha varit vanligt i Skottland och Jutland.

¹ Djupet betingas af ljusförhållandena: I Kattegatt går den ned till 15 m., i Sundet knappt öfver 10.

² Mindeskrift t. Jap. Steenstrups födsel. Kphmn 1914.

³ R. SERNANDER, Geol. Fören. Förh. 1918, s. 645.

⁴ P. M. till Fodermedelkommissionen år 1917.

⁵ Ugeskrift f. Landmænd 1866 innehåller flera uppsatser.

⁶ Kem. Undersøgelse af Bændeltang. K. Veter. & Landbohøjsk. Aarskrift 1917, s. 109.

Liksom vid andra vattenväxter är det svårt att exakt afgöra den lefvande bandtångens halt af torrsbstans resp. vatten, då detta senare omedelbart efter växtens upptagande i luften börjar afdunsta¹. Hastigt torkad mellan filterpapper visar bandtången en mycket växlande halt af vatten eller vid bladen 73—89 %, stjälken 83—87 % och rötterna 82—86 %. Växlingen står vid de friska bladen i sammanhang med deras storlek och anatom. struktur, ity att de smala och korta ha den minsta eller omkring 79 %, de breda och långa en större eller omkring 85 %. Bruna



Tångvallar vid Alnarps strand senhösten 1916. Öfvervägande *Zostera*.

och äldre, delvis humifierade blad ha en ännu högre vattenhalt. Årstiden, då bladen insamlas, inverkar endast så till vida på vattenhalten som bladens storlek under året växlar: de äro minst under vintern och tillväxa mot hösten, då de bli störst och alltså vattenrikast. Stänglar och rötter äro mer vattenhaltiga än de friska bladen.

¹ Den totala vattenhalten var sålunda omedelbart efter torkning:

	vid smala blad (2—3 mm)	vid breda blad (4—6 mm)
% vatten	79,4 %	83,8 %
daraf bortgick på 1/2 timma	5,1 %	5,6 %
» » » 1 timma » »	11,1 %	10,4 %

Omkring 0,27 % vatten bortgår i minuten.

TABELL I.

Vattenhalt i % hos bandtång af olika storlek och olika delar.

Årstid	Smalbladig 2—4 mm.				Bredbladig > 4 mm.		
	Blad		Stänglar	Rötter	Blad		Rötter
	Friska	Bruna			Friska	Bruna	
Maj	78,6	—	84,0	—	—	—	
»	80,4	85,2	85,4	83,8	—	—	
Juni	73,5	—	—	81,5	—	—	
Juli	70,7	—	82,0	85,6	81,8	—	
Nov.	81,2	85,2	85,4	83,5	83,8	—	
»	80,7	86,4	86,4	83,8	—	—	
Dec.	81,7	87,1	87,1	—	88,8	87,1	
»	73,4	—	—	—	83,8	—	
Medeltal	79,4	86,0	84,5	83,7	84,8	—	

Vid tång, som drivits i land, beror gifvetvis vattenhalten mest på friskhet och hur afdunstningen fortgått. Är det emellertid fråga om frisk, nyss från vatt-
net upptagen och sedan aftorkad tång, spelar mängden af rötter en viss roll, ity
att dessa, som vi sett, ha en högre vattenhalt. I det hela är emellertid band-
tången — på grund af bladens storlek och den vid den tiden redan i hafvet på-
började förmultningen — under hösten vattenrikare än vinter- och vårtång, trots
denna ofta då har något mer rötter¹.

En jämförande undersökning av askhalten visar, som man på förhand kan vänta,
att denna följer halten av torrsbans och alltså är högre i smalbladig (2,0—3,0 %)
än i bredbladig (1,5—2,3 %). Detsamma gäller kvävehalten. Räkna man däremot
på lufttork tång med 85 % torrsbans, uppkommer ingen genomgående olikhet
vid de båda tångslagen, ty uti samtidigt tagen tång fanns:

TABELL II.

Dag och ort:	Aska %		Kväve %	
	Smalbladig	Bredbladig	Smalbladig	Bredbladig
Göteborg ³ / ₆ 1918.....	13,2	13,1	3,16	2,50 % ²
Alnarps ²⁰ / ₈ 1917	10,8	10,4	0,72	0,70 %
» ⁰ / ₁₂ »	15,9	16,4	2,99	2,70 %
» ²⁵ / ₁₂ »	14,8	16,4	1,94	2,38 %

¹ Prof. RÖRDAM uppgifver äfven (l. c.) att vattenhalten är högre i landdrifven sommar-
och hösttång än i vintertång, men anger orsaken vara att den förra nästan helt består af blad
(hvilka skulle vara vattenrikare än rötter), medan vintertången innehåller mycket rötter och stjälkar
(som i sin ordning angifes vara mindre vattenhaltiga). Analyser som stöd därför meddelas ej.

² Den smalbladiga vuxen vid bebyggd strand, de bredbladiga vid obebyggd, hvilket kan
vara anledning till olikheten i kväve.

Det har under arbetets gång visat sig att denna tångart har en mycket växlande sammansättning beträffande vissa af de ingående beståndsdelarne. Ett ganska stort analysmaterial har måst samlas för att om möjligt klarlägga de moment som orsaka denna växling. Därvid framgick det dels att årstiden och i mindre grad växtplatsen voro af betydelse dels att vissa beståndsdelar nämligen kväfve, fosforsyra och järn, fett och växttråd voro utsatta för sådana växlingar, medan öfriga beståndsdelar i mindre grad variera.

Här följa först ett antal analyser å frisk bandtång från Alnarps strand (tab. III), foderanalys och askanalys å prof, tagna vid olika tider. Vidare analyser å bandtång från andra ställen med olika salthalt (tab. IV), en sammanställning å de bestämningar å kväfve, fosforsyra, järn och aska, som verkstälts å prof tagna dels vid Alnarp 1917, jämte uppgift å vindriktning då tången landdrifvits (tab. V), dels i Göteborgstrakten (Saltholmen, Styrös, tab. VI), samt slutligen en grafisk tabell, afsedd att åskådliggöra, huru kväfve och fosforsyra växla under olika tider. Vid sammanställningen hafva analyserna sammanförts i tre grupper, vårtång, från mars till maj, sommartång, från juni t. o. m. sept. samt vintertång från okt. t. o. m. december. Analyserna gälla i regeln växten, sådan den landdrifvits, utom där blad och rötter någon gång skilts åt.

Ur dessa siffror kunna följande slutsatser dragas: Någon konstant sammanräkning finnes ej utan en stor växling, som försiggår på följande sätt:

1:o. Halten av kväfvehaltig substans såväl i blad, stjälk som rötter varierade allt efter årstiden från 4 till 20 % motsvarande en kväfvehalt från 0,7—3 %. Densamma är lägst under aug.—sept. eller den tid då de utvuxna bladen börja affalla och ökas därefter i de nya bladen till fram på våren, då växten börjar kraftigt vegetera. Detta gäller såväl ägghvita som andra kväfvehaltiga ämnen. Anmärkningsvärd är den mycket låga »amid»-halten under sommaren. Halten af smältbar ägghvita är ganska hög eller 40 % af ägghvitan, alltså samma tal som i våra vanliga gräs. Bäst framgår denna variation vid kväfve och fosforsyra af ofvanstående grafiska tabell, som innehåller observationerna å dessa ämnen samt tiden då analysen utförts. Då den uppritade kurvan för halt af kväfve och fosforsyra rätt mycket afviker från några af de inritade observationspunkterna, betyder detta att olika individer och bestånd ha en rätt växlande halt af dessa ämnen, beroende på individuella egenskaper, beståndets täthet, vattnets sammansättning, temperatur m. m.

2:o. Af andra organiska ämnen följer råfettet — från 0,8—2,0 % — ganska nära kväfvehalten, så att äfven detta ämne anhopas under vintern fram mot våren.

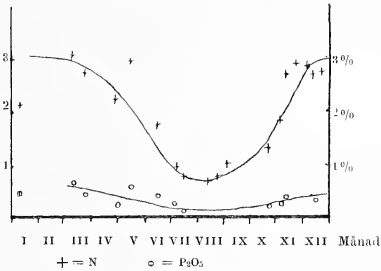
Kväfve och fosforsyra i *Zostera*.

Fig. 1.

TABELL IV.
Bandtång från andra håll.

fyndort:	Visby	Landskrona	Styrsö Gtbg	Sahlholmen Gtbg	
Dag:	1/7 15	27/7 17	18/7 17	2/8 18	
				smalbladig	bredbladig
<i>Foderanalys</i>					
Äggghvita	—	—	7.4	19,7	15,6
Amider	—	—	2.1		
Fett	—	—	1.2	2.6	2.0
N-fria extr.-ämnen	—	—	45,5	36,1	38,9
Växtråd	—	—	12,2	13,1	13,9
Renaska	—	—	15,8	13,2	13,1
Sand	—	—	0,9	0,2	1,5
<i>N och aska.</i>					
Total-N	1,26	1,29	1,52	3,16	2,50
Äggghv.-N	—	0,93	—	—	—
Amid-N	—	0,36	—	—	—
Renaska	13,0	13,7	15,75	13,25	13,05
Sand	1,03	1,30	0,85	0,18	1,50
P ₂ O ₅	0,33	0,29	0,33	0,47	0,40
SO ₃	1,6	1,23	1,70	—	—
Cl	1,4	2,18	3,70	3,00	2,45
K ₂ O	2,4	2,49	2,88	—	—
Na ₂ O	2,2	2,85	3,11	—	—
CaO	3,6	1,76	1,56	—	—
MgO	1,8	1,67	1,69	—	—
Fe ₂ O ₃	—	0,94	—	—	—

TABELL V.

Uppgift på N, P₂O₅, Fe och aska i blad, stjälkar och rötter i bandtång, samt vind. Alnarp 1917—18.

Vind:		10/1	10/8	21/2	NV	NV	NNV	NNV	NNV	SV	V	V	NNV	V	SSV	VSV	SV	V	SV
Dag:		10/1	10/8	21/2	30/4	17/5	16/6	11/7	15/7	16/8	20/8	6/9	21/10	4/11	11/11	25/11	9/12	16/12	23/12
Blad	Aska %	—	13,2	—	12,0	—	—	12,6	10,8	10,4	14,9	14,6	12,1	11,7	12,7	—	—	16,4	15,1
	N %	2,22	3,12	2,75	2,25	2,98	1,75	0,99	0,81	0,72	0,79	1,05	1,24	1,85	2,72	2,52	2,85	2,10	2,75
	P ₂ O ₅ %	0,32	0,67	0,45	0,25	0,58	0,40	0,33	0,12	—	—	—	0,23	0,23	0,34	—	—	0,30	—
Stjälk	Fe ₂ O ₃ %	—	—	—	—	—	—	0,025	—	—	0,02	—	—	0,035	—	—	—	—	—
	N %	—	—	—	—	—	—	0,80	—	—	—	—	—	—	—	—	2,76	—	—
	P ₂ O ₅ %	—	—	—	—	—	—	0,75	—	—	0,72	—	—	—	—	—	2,70	—	—
Rötter	N %	—	2,76	—	2,03	—	1,55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	P ₂ O ₅ %	—	0,40	—	0,67	—	0,40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rötter	Fe ₂ O ₃ %	—	—	—	—	—	—	0,01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	N %	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

TABELL VI.

N och P₂O₅ i bandtång från Göteborg.

Dag:		2/8 18	2/8 18	18/7 17
		smalbladig	bredbladig	
Blad	N %	3,15	2,50	1,53
	P ₂ O ₅ %	0,45	0,40	0,33
Rötter	N %	2,05	—	—
	P ₂ O ₅ %	0,60	—	—

Fettet är gulgrönt, af smörjig konsistens samt sp. v. 1.04 och torde till hufvudsaklig del bestå af andra ämnen än rent fett.

3.o. Växtråden förhåller sig motsatt mot de nämnda organiska ämnena. Den är nämligen störst under sommaren, börjar aftaga mot vintern och är allra minst på våren, och äro växlingar från 10 till 19 % iakttagna.

4.o. De kvävfvefria extraktämnena äro något rikligare under tiden för den lifligaste assimilationen än eljes, men skillnaden är obetydlig.

5.o. Den totala askhalten är hög eller omkring 13 %; densamma växlar relativt litet och någon relation till årstiden torde icke förefinnas, utan torde växlingen i ofvanstående analyser bero dels på omgifvande vattens salthalt dels på växtens ursprungliga vattenhalt; så nämligen att en hög vattenhalt hos växten åtföljes af en hög salthalt hos dess torrsubstans.

6.o. Beträffande de olika askbeståndsdelarne är att anmärka: Fosforsyrehalten, som är låg, följer kvävet, d. v. s. har sitt minimum c:a 0,2 % under den kraftiga vegetationstiden och sitt maximum, c:a 0,6 %, innan den egentliga vegetationens början; huruvida detsamma gäller järnet är icke säkert konstateradt.

Vid öfriga askbeståndsdelar äro observationerna för få och växlingarne alltför ringa för att några säkra slutsatser därur kunna dragas. Dock antyda analyserna att de lättlösligaste saltbeståndsdelarne klor, kalium och natrium, hvilka öfverväga i askan, anrikas under sommaren, medan de mindre lättlösliga, svavelsyra och kalcium, synas öfverväga under vinter och vår. Magnesiumhalten håller sig däremot konstant.

Hvad här ofvan anförts om bladen synes ock gälla stjälk och rot, hvilkas kväfvehalt normalt är något lägre än bladens.

Vindriktning och växtplats resp. salthalt i vattnet inverka obetydligt på sammansättningen. Dock synas de sydliga vindarne från Malmö i regeln medföra en något kväfverikare tång än de nord- och vestliga¹. Den totala askhalten i bandtång från Östersjön (Visby) var vidare i ett undersökt fall densamma som i Sundet vid motsvarande tid, medan den dock vid Vestkusten var något litet högre, klorhalten var högst i bandtång från Vestkusten, därefter från Öresund, minst i tång från Östersjön. Om man frånser dessa smärre variationer, lämnar alltså bandtång från Östersjön och Vestkusten i stort taget samma bild som den från Öresund: det är främst af årstiden som ändringen i sammansättning beror.

De här anförda uppgifterna gälla frisk tång. Vid äldre, döda växter uttvättas de lösliga beståndsdelarne, särskilt klor och alkalierna, på sätt som senare skall anges. Äfven vid tångens ilandflytning torde såsom förut antydts genom beröring med mindre salt vatten en uttvättning kunnat ske.

Till jämförelse följer här en uppgift öfver sammansättningen å frisk bandtång, befriad från mekaniskt vidhängande vatten, medeltal för olika årstider och med en beräknad vattenhalt af 82 %².

¹ Jämför hafssaltat sid. 20.

² I verkligheten växlar äfven denna något efter årstid, storlek m. m.; se sid. 12.

TABELL VII.

Sammansättning å frisk bandtång vid olika årstid, 82 % vatten.

	Vår	Sommar	Vinter		Vår	Sommar	Vinter
Äggghvita	2,00 (1,04 ¹)	1,14 (0,45 ¹)	1,77 (0,71 ¹)	<i>I askan:</i>			
»Amider»	1,34	0,25	0,83	P ₂ O ₅	0,10	0,04	0,05
Fett	0,42	0,29	0,26	SO ₂	0,20	0,14	0,20
N-fria extr.-ämnen	8,55	8,85	8,17	Cl	0,39	0,69	0,67
Växttråd	2,28	4,04	3,94	K ₂ O	0,36	0,54	0,47
Renaska	2,31	3,33	2,50	Na ₂ O	—	0,56	0,54
Sand	0,50	0,10	0,13	CaO	0,12	0,29	0,45
				MgO	0,26	0,25	0,30
				Fe ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00
				saamt N	0,59	0,23	0,48

¹ Anm. Talen inom parentes äro smältbar äggghvita.B. Hafssallat, *Ulva lactuca* L.

Denna till grönalgerna hörande växt har fått sitt namn af att den i form och färg mycket påminner om vanlig sallat. Den består nämligen af stora, tunna bladskifvor af oregelbunden form, hvilka mest ligga lösa på botten, men någon gång äfven sitta fast på stenar. Hafssallat är ettårig, vegeterar lifligt under sommaren och hösten, större delen af bålen dör därefter, men delar lefva kvar under vintern och ge upphof till nya individer under försommaren. Någon annan form af fortplantning än med lösliggande bålbitar har sannolikt icke denna algtång¹. Den frodas utanför Malmö, Köpenhamn, Göteborg o. a. städer, hvilkas kloakvatten lämnar den näring.

Öfverhufvudtaget synes hafssallat på senare tid fått en större utbredning längs vårt lands kuster. C. A. AGARDH, som dock angifver flera sällsynta tångarter i sin förteckning på Vestkustens tångflora², nämner icke denna växt, och hit till Lomma-bukten har den åtminstone i någon afsevärd mängd först i allra senaste tid inkommit. E. LÖNNBERG² observerade den icke med säkerhet vid sina undersökningar af Sundet åren 1898 och 1899, men förmodar dock att han möjligen sett ett exemplar vid Limhamn som kan höra hit. Själaf har jag först omkring år 1909 iakttagit densamma bland den ilanddrifna tången på Alnarps strand. På senare år har den mycket tilltagit och i trakten närmast N. om Malmö dominerar densamma. Denna spridning beror på att Malmö kloakvatten strax före det nämnda året började ledas ut i Öresund. Denna växt torde f. n. för den biologiska reningen af Öresundsvattnet i dessa trakter spela en betydande roll. Enligt min erfarenhet, vunnit vid så godt som dagliga besök vid stranden under sommaren, har vattnet här, allt efter som hafssallaten tillkommit, blifvit betydligt friskare och är nu icke längre här vid Alnarps illaluktande, som förr alltid var fallet vid sydlig vind.

Däriegenom att hafssallat ligger lös på botten och har sin egentliga utveckling

¹ Privat meddelande af doc. H. KYLIN och prof. N. WILLE.² l. c.

under sommar och höst, uppträder den som tångbildare först i midten af juni, men från denna tid anträffas den i stor mängd i Lommabukten och landdrifves redan af svaga vindar. Af stormarne kastas den först af alla växter upp på land (mest jämte bandtång) och ingår i den första (öfversta) tångvallen (se härom närmare vid blåstång). Foto 2 visar en sådan *Ulv*-vall, nedåt begränsad af band- och blåstång (aug. 1915).

Då denna växt icke veterligen blifvit föremål för någon närmare kemisk undersökning samt visat sig äga ett stort värde som foder- och gödselmedel, har jag



Alnarps strand aug. 1915.

Foto. Bydén.

Tångvall af *Ulv*, mörkt bräm af *Zostera* och *Fucus*.

ägnat densamma en särskild uppmärksamhet samt nyligen däröfver lämnat en beskrifning, till hvilken jag hänvisar¹. Här meddelas några utdrag därur jämte ett par nya observationer.

Vattenhalten är i friskt tillstånd mellan 72—79 % och ligger i medeltal vid 75 %. Liksom öfriga vattenväxter förlorar den lätt vatten i luften, och beräknas här i regel sammansättningen i lufttorrt tillstånd d. v. s. med 15 % vatten. De här anförda analyserna äro mest generalprof å flera exemplar näml. I a—III a från medio af månaden maj 1917 (vår-), från början af aug. 1909 (sommar-) och från midten af dec. 1914 (vintertång). I b—III b samma tång i färskt vattenhaltigt till-

¹ Kem. Mineral. Föreningens i Lund Festskrift. Lund 1918, s. 103.

stånd, samtliga prof från Alnarps strand; IV är från Saltholmen vid Göteborg $\frac{5}{8}$ 1918, V från Fiskebäckskil $\frac{1}{8}$ 1917 och VI från Limhamn $\frac{18}{8}$ 1917.

TABELL VIII.
Analyser å hafssallat.

	Från Alnarp						Från andra ställen		
	Lufttorr m. 15 % vatten			Frisk m. 75 % vatten			Lufttorr m. 15 % vatten		
	I a vår maj 1917	II a sommar aug. 1917	III a vinter dec. 1914	I b vår	II b sommar	III b vinter	IV vår $\frac{5}{8}$ 1918	V sommar $\frac{1}{8}$ 1917	VI sommar $\frac{18}{8}$ 1917
Ägghvita	18,7	6,1	23,0	5,51	1,50	6,77	14,1	8,7	12,8
Amider	3,9	0,8	6,4	1,16	0,24	1,90	10,7	1,4	
Fett	1,7	0,5	2,7	0,51	0,16	0,80	3,4	0,8	—
N-fria extr.äm- nen	40,2	57,8	34,3	11,84	17,00	10,08	36,1	47,1	—
Växtråd	5,9	4,9	4,3	1,74	1,43	1,25	4,3	5,2	—
Renaska	11,2	14,4	12,3	3,25	4,24	3,60	12,2	19,8	12,9
Sand	3,4	0,5	2,0	0,98	0,15	0,60	1,2	1,9	—
<i>I askan:</i>									
P ₂ O ₅	0,79	0,48	1,02	0,24	0,15	0,30	0,48	0,23	0,45
SO ₃	4,08	6,59	2,95	1,32	1,94	0,69	4,06	7,74	—
Cl	0,15	1,09	0,42	0,05	0,33	0,13	1,31	1,82	1,33
J	<0,001	<0,001	<0,001	—	—	—	—	—	—
K ₂ O	2,69	2,13	2,24	0,70	0,61	0,66	—	2,90	—
N ₂ O	1,93	2,21	2,15	0,57	0,65	0,62	—	2,00	—
CaO	1,55	1,62	2,32	0,45	0,46	0,69	1,48	1,76	—
MgO	1,70	3,49	2,53	0,50	1,03	0,74	2,32	3,50	—
Fe ₂ O ₃	0,13	0,04	0,20	0,04	0,01	0,07	—	0,05	—
samt N	3,90	0,98	3,69	0,88	0,29	1,09	4,45	1,40	2,05

Då sammansättningen alltså betydligt afviker från landväxternas och särskildt växlingarne i kväfve, fosforsyra och järn äro i ögonen fallande, har anledningen här till blifvit föremål för utredning. Det visade sig härvid att färgen, som växlar från mörkgrön till gulgrön, ja, någon gång hvit, samtidigt följer dessa förändringar; så att de mörkgröna exemplaren hålla mest kväfve eller till $3\frac{1}{2}$ %, de gräsgröna 2—3 % och de ljusgult gröna 1—2 %, samt hvita ända ned till 0,2 % kväfve. Samtidigt varierade fosforsyran mellan 1 % till knappast bestämbara spår och järnhalten från 0,2 till spår.

Beträffande anledningen till dessa variationer i färg och sammansättning för-
tjänar nämnas att vattnets salthalt icke spelar någon rol härvid. Analyser å hafssallat från Limhamn, Alnarp, Barsebäck, Kullen, Göteborg och Fiskebäckskil, eller från trakter med stigande salthalt i vattnet visa ingen motsvarande ändring i kväfvehalten. Jag iakttog däremot, hurusom vindriktningen hade ett afgörande inflytande så väl på mängden af uppkastad hafssallat som på dennas beskaffenhet. Vid SV-vind, eller vind från Malmö mot Alnarp, komma alltid en riklig mängd mörka kväfverika exemplar, vid vestlig vind är antalet exemplar färre och färgen blir ljusare, medan vid ny-vind hafssallaten antingen försvinner eller blir sällsynt. Den



Fig. 2.

rikligaste och kväverikaste hafssallaten bör alltså växa utanför Malmö, där kloakvattnet utmynnar. Beviset att så är fallet fann jag genom att undersöka generalprof af ett stort antal exemplar, som efter ett par dagars vest-nordvestlig storm landdrifvits på olika ställen af stranden, därvid fyndplatsernas läge framgår af vidstående kartskiss af trakten, där mellan hvarje observationsplats är omkring 1 km. Färgen på samtliga generalprof var gulgrön med olika nyans, medan dock hvarje prof höll enstaka individer af olika färg.

TABELL IX.

Generalprof af hafssallat efter vestnordveststorm den 22/7 1917.

Fyndort: Färgnyans:	1 Mörkast	2 Medel	3 Medel	4 Ljusast
N %/o	1,03	1,36	1,24	0,98
P ₂ O ₅ %/o	0,70	0,68	0,57	0,36
Fe ₂ O ₃ %/o	0,09	0,06	0,06	0,04

Ett par af I. WENDT ¹²/₈ 1918 tagna prof vid själfva kloakrörets utlopp visade en halt af 4,27 % kväfve och 0,75 % fosforsyra.

En annan faktor som inverkar på färgen resp. halten af de nämnda ämnena är vegetationstiden. Jag har under år 1917 vid olika tider tagit prof å ilandfluten hafssallat (generalprof, ej enstaka ex.) och i dem bestämt kväfve, aska och några af dennas beståndsdelar. Dessa bestämningar upptagas i följande tabell liksom vindriktningen, där denna en eller annan dag före ilandflytningen varit konstant. Ett ? anger en vexlande vind under närmast föregående tid.

TABELL X.

Hafssallats sammansättning vid olika tid och vind Alnarp 1917.

Vind: Tid:	? 10/1	VNV 14/4 7/6		NV 17/5	VSV 19/6	? 20/6	SV 17/7	VNV 14/7	VN 22/7	VNV 23/7	? 16/8	NV 6/9	VNV 30/9	? 21/10	V 4/11	SV 11/11
N %/o	4,15	3,57	3,00	2,84	2,11	1,06	2,36	1,32	1,50	1,36	1,41	1,82	3,33	3,42	3,72	3,12
Aska %/o	—	—	11,15	11,16	—	15,90	—	16,4	—	—	13,10	17,16	13,14	12,75	12,92	13,85
K ₂ O %/o	—	—	2,69	—	3,00	—	—	—	—	3,03	—	—	1,23	2,17	—	2,90
Cl %/o	—	—	0,15	—	0,85	—	—	—	—	1,68	—	—	0,90	0,24	—	0,30

Efterföljande grafiska tabell anger såväl halt af kväfve och fosforsyra som tid för analysen, liksom en kurva uppritats, som anger medeltalen för denna växling.

Äfven om vindriktningen liksom vattenströmmarna i Sundet i någon mån här inverkat, framgår dock med tydlighet, hurusom kväfvehalten i hafssallat mest påverkas af årstiden och att den rör sig mellan 1 till 4 % under året. Maximum inträffar under tiden nov. till maj, då den ligger öfver 3 %, medan en minskning redan börjar i slutet af maj och själfva minimum inträder i augusti. Af förut anförda undersökning jämte ett antal andra analyser kan med säkerhet angifvas ett analogt förhållande för fosforsyran och troligen ock för järnet. Däremot visar askhalten liksom de särskildt anförda beståndsdelarne däruhi, kali och klor, ingen dylik lagbundenhet.

Ur dessa liksom ur de föregående analyserna framgå följande mera allmänna synpunkter:

1:o. Hvad som är mest framträdande vid hafssallaten är den oerhördt stora växlingen uti kväfvehaltiga ämnen och står detta i direkt sammanhang med vattnets halt häraf liksom med årstiden. Under vintern och våren samla de kvarlevande delarne af växten ur vattnet förråd af detta ämne, som alltid finnes i minimum och hvilket senare tjänar som reserv vid vegetationen under sommaren¹. Växlingen gäller såväl ägghvita som amidartade ämnen, af hvilka under sommaren endast minimala mängder finnas. Växlingen i kväfvehalt är iakttagen från 4,45 % (Göteborg i maj) till 0,24 % (Alnarp i juli). Ägghvitans smältbarhetskoefficient fanns i torrt prof = 55 och i vått = 57 %, alltså afsevärdt högre än i de vanliga foderväxterna. Detta jämte den öfverhufvudtaget höga halten af kväfvehaltiga ämnen gör hafssallaten till en af våra allra bästa foderväxter, liksom den dels på grund af kväfvehalten dels på grund af hög halt af mineralämnena är ett förträffligt gödselmedel.

2:o. Nästan lika stora förändringar förefinnas ock vid fettets, och äro närapå 3 % observerade under vintern samt $\frac{1}{2}$ % under sommaren. Råfettet, som har en sp. v. af 1,01, är smörjigt och grönt till färgen samt torde i ringa mängd bestå av rent fett utan jämte klorofyll af olika nedbrytningsprodukter.

¹ Huru stor mängden af bundet kväfve är i hafsvatten, därom finnas i litteraturen några sparsamma uppgifter. Att salpetersyra och ammoniak däri ingå, om och i ytterst ringa mängder, är otvifvelaktigt. BRANDT anger (enligt OLTMANN'S) att inne i Kielerbukten skulle finnas 0,2—0,8 mgr salpeterkväfve pr l, men i öppna sjön däremot afsevärdt mindre, samt att i Nordsjön halten af ammoniakkväfve utgör 0,1 %. Salpetersyra har jag icke under normala omständigheter kunnat påvisa, men däremot fann jag 0,1 mgr ammoniakkväfve pr liter här utanför Alnarps strand. Giftvetvis är halten af ammoniak mycket högre i närheten af Malmö kloakmyrning. *Uleas* sammanställning visar detta.

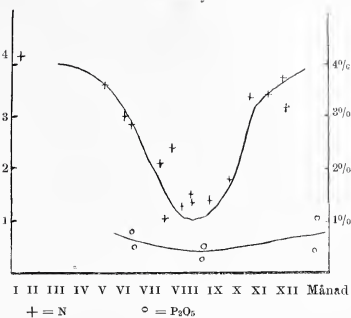
Kväfve och fosforsyra i *Ulva*.

Fig. 3.

3:o. Växtrådshalten, som är låg, synes icke undergå någon anmärkningsvärd förändring under året. Däremot variera de kvävfria extraktämnen (kolhydraten) på ett motsatt sätt mot de kväfvhaltiga ämnena: de växa från 35 % på vintern till 57 % på sommaren.

4:o. Askhalten, som i likhet med hvad fallet är vid andra hafsväxter är hög eller omkr. 12 % i exemplar från Sundet och något mer från Vestkusten, företer inga större växlingar men torde vara något högre under sommaren (vid låg kväfvhalt) än under vinter och vår.

5:o. Bland de särskilda beståndsdelarne i askan förtjänar antecknas att fosforsyran är mycket hög och kan uppgå till 1 %, samt att den växlar efter samma lag som kväfv, likaså torde fallet vara med järnet, där en så hög halt som 0,2 % är iakttagen. Af syror är särskildt svafvelsyran anmärkningsvärd, då den ingår i askan i så hög halt som ända till 8 % eller högre än andra såväl land- som hafsväxter. I växten finnes svafvel till icke ringa mängd i organisk form, ty endast en del låter uttvätta sig med vatten. Detta står f. ö. i nära sammanhang med att torkade exemplar snart nog lukta af vätesvafva (»tånglukta»). Klorhalten är visserligen växlande, men jämförelsevis låg samt genomgående högre vid Vestkusten än vid Öresund. Af jod finnas endast minimala spår. Metallerna kalium och natrium ingå i ungefär samma mängd eller 2 %. Kalcium liksom magnesium växla mer, särskildt denna senare finnes i ovanligt hög halt, isynnerhet under sommaren. Då hafssallat skall användas som foder är detta att beakta: en så hög halt som öfver 10 % magnesiumsulfat är nämligen ibland observerad. Halten af mineralbeståndsdelar, särskildt kali och fosforsyra, jämte rikedomen på kväve gör hafssallaten till ett betydelsefullt gödselmedel. Den kan sägas innehålla kloakvatten i koncentrerad form. Därtill kommer att den lätt förmultnar och ger upphof till en gödselvatten liknande vätska. Vid Ahnarp's strand kallas nykomlingen därför med fullt fog för mög-tång (gödseltång).

C. Blåstång, *Fucus vesiculosus* L.

Af brunalgerna är blåstången den vanligast förekommande, särskildt i littoral regionen. Densamma trifves nämligen öfverallt på klippig och stenig botten, ända från själfva hafsbrynet ned till 10 m:s djup, medan de andra brunalgerna knappast börja förekomma förr än på några decimeters djup och i Sundet samt Östersjön stå mycket tillbaka för denna. Vid Vestkusten, särskildt i trakten af Göteborg, är förhållandet något annorlunda. Här finner man visserligen blåstången i själfva hafsbrynet, men därefter följa sågtång samt kanske något längre ut gristång och i sund och vikar på sandbotten bandtång.

Den uppkastade tångmassan (driftörnan SERNANDE) består här i Lomma-bukten blott till 10 högst 20 % af blåstång, medan denna i hafvet dock torde förekomma till en större procent af växtbeståndet. Mera allmänt landdrifves den på

senhösten med de då rådande starka vestanstormarna, som då kunna upprycka och medtaga de på smärre stenar fästade exemplaren.

I regeln kan man säga, att här dominerar bandtången i tångvallarne, som synes af fotot sid. 11, där två dylika vallar af *Zostera* ligga efter hvarandra längs stranden. Men ibland aflagras jämte denna äfven de andra hufvudslagen af tång, sallattång och blåstång, i tydliga, delvis från hvarandra skilda vallar, hvarpå vidstående fig. 4 från $\frac{1}{3}$ 1917 är ett ganska typiskt exempel, där *F* = blåstång, *Z* = nästan ren bandtång och *Z* + *U* en blandning af omkr. $\frac{1}{3}$ sallattång och $\frac{2}{3}$ bandtång. Hvar och en af de båda vallarna äro uppkastade af två stormfloder af olika styrka, hvaraf den ena först vräkt upp den öfre vällen af bandtång med sallattång, af ren bandtång och af ren blåstång och den andra en ny vall af samma beståndsdelar. Att blåstången i hvarje vall afsatt sig sist (nederst) beror på att denna växt genom sitt fäste på stenar erbjuder största motståndet mot vågorna samt långsammare landdrifves än de mera lätta tångarterna. Af dessa föres den löst liggande breda sallattången fortast i land. Ibland kan man se helt skilda vallar af hvar och en af dessa och då alltid i samma ordning: sallattång, bandtång och blåstång.

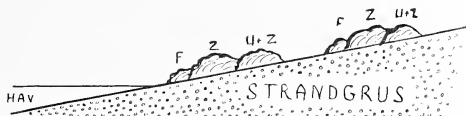


Fig. 4.

På våren är vällen mindre och har vanligen ett annat utseende. På den tidiga våren består den så godt som uteslutande af bandtång med rikligt vidhängande rotstockar och rötter, samt mycket sparsamt af blåstång. Efter hand inkomma ett fåtal exemplar af mörk sallattång samt något *Enteromorpha*. Äfven på sommaren är tångmängden ganska ringa och kan redan då vid sydlig vind så godt som helt bestå af hafssallattång. Ett typiskt exempel på en dylik vall visar fotot sid. 18.

Ju mer man aflägsnar sig från Mahnö—Alnarp, desto talrikare blir blåstången. Vid Östersjöns kust dominerar densamma. I de prof som jag tagit eller fått från Ystad, Kalmar, Öland och Gottland utgör den hufvudparten af vallarne. Jag uppskattar den sålunda till $\frac{3}{4}$ N. om Visby, och prof. FUNEQUIST anser att blåstången på Ölands kust utgör 90 % af tångmassan. Vid Kullen och Skelderviken fann jag den utgöra $\frac{1}{2}$ af tångmassan. Vid Vestkusten synes den landdrifna tången, just på grund af att brunalgerna här äro fästade på klippor, liksom i Sundet, mest bestå af bandtång.

Den ojämnna förekomsten af blåstång i hafvet liksom i den där af bildade tångmassan på stränderna beror alltså närmast på hafsbottnens beskaffenhet. Där denna utgöres af fint slam, har blåstången liksom andra brunalger ingen möjlighet att finna fäste. Äfven där den har gynnsamma växtbetingelser och sålunda trivfes i

hafvet, ingår den ändock endast då i större mängd i tångvallen, om den har sitt fäste på en stenig botten. Vid stormar antingen afslitas stjätkar eller ryckas plantorna med vidhängande sten af vågorna mot land. Särskildt i Sundet fattas klippor helt och äfven stenar förekomma i afsevärd mängd endast i den littoral regionen, där ock blåstången trives.

Den allra vanligaste brunalgen i Sundet är egentlig blåstång, *Fucus vesiculosus*; därjämte anträffas på större djup — 1 m. under hafsytan och därunder — *F. serratus*, sågtång, samt mera sällsynt *Halidrys siliquosa*, *Furcellaria fastigiata*, *Chorda filum* o. a. *Ascophyllum nodosum*, gristång, som vid Vestkusten är så vanlig, har jag aldrig anträffat. Därmot förekommer *Laminaria*, om ock sällsynt på de större djupen längs hela Sundets kust¹; i uppkastad tång är den däremot sällsynt.

Liksom andra perennerande växter har blåstång en rätt växlande beskaffenhet i olika delar. Vid en ytlig mönstring kan man skilja mellan det smala svarta fästet, som kvarhåller växten vid stenen, och den mera utbredda läderartade skifvan, som visar en upprepad tvådelning. Fästet är ofta mycket långt, beroende på att det delvis utgöres af medelnerven af en äldre bladskifva, som i öfrigt afslitits. Den närmast fästet sittande delen af skifvan, som är äldre, har en mera mörkbrun färg och större fasthet än de öfversta delarne af skifvan, som visar alla nyanser från gult till olivbrunt och som ofta kännas något lösare. De gula delarne af bladskifvan, »spetsarne», äro de under sommaren bildade och sedan fullt utvecklade årsskotten.

Äfven vattenhalten hos den lefvande växten svarar liksom färgen mot denna olikhet i ålder, och är densamma minst i fästet och störst i de unga ljusa delarne, hvilket framgår af följande bestämningar å direkt ur vattnet tagna 3—4-åriga exemplar, I a och b ¹⁶/₅ 1918, II ¹⁹/₁₁ 1917.

TABELL XI.
Vattenhalt i blåstångens olika delar.

	I a	I b	II	Medeltal	Hela växten
Bladskifva: gula spetsar.....	81.2	82.5	79.7	81.1	} 74 %
» bruna delar.....	68.2	71.2	72.7	70.7	
Svart fäste.....	64.3	—	70.4	66.9	

Då i de föreliggande fallen omkring 20 % af växten utgjordes af fäste och återstoden till lika delar af bruna och gula delar, höll växten i sin helhet 74 % vatten. Samma förhållande är i hufvudsak det vanliga vid äldre exemplar i Sundet, vid yngre exemplar och fram på hösten öfverväga vanligen de gula spetsarne. Hos dem är alltså vattenhalten högre. Vid växtens förvaring på land bortgår vattnet, fast icke fullt så hastigt som vid bandtång, och innehåller äfven blåstång i lufttorrt tillstånd omkring 15 % vatten.

¹ LÖNNBERG, loc. cit.

I den utländska litteraturen föreligga flera analyser å blåstång, i den svenska däremot sparsamt. Då emellertid i regeln inga uppgifter lämnats öfver lokalen, tiden då profvet togs, öfver dess närmare behandling sedan det kommit på land, ej häller angifves om undersökningen gäller hela växten eller delar däraf, hvilka alla omständigheter, som vi skola se, ha inverkan på sammansättningen, har jag icke kunnat bruka dem¹. För kuriositetens skull anför jag de enda någorlunda fullständiga svenska analyser, som varit mig tillgängliga. Den ena anföres af H. v. POST (efter ANDERSON)², den andra är utförd af C. E. BERGSTRAND³. Vattenhalten hos växten angifves af den förre = 76.7 och af den senare = 70.6 %. Omräknas sammansättningen, som här öfverallt skett på 85 % torrsubstans, innehöll blåstång

	Enligt BERGSTRAND:	v. POST:
Kväfve	1.3—1.8	0.59 %
Aska	16.0	21.0 »
Däri K ₂ O.....	1.23	2.55 »
CaO.....	2.11	2.65 »
MgO.....	1.47	2.20 »
P ₂ O ₅	0.30	1.77 »
SO ₃	4.61	5.55 »

Växlingarne å så godt som alla beståndsdelar äro anmärkningsvärdt stora, men ligga, utom vid fosforsyran, inom de af mig funna talen⁴. Uppenbarligen har BERGSTRAND undersökt en vintertång, medan v. Posts analyser torde hänföra sig till de gula skotten hos en sensommartång.

Följande mera fullständiga analyser föreligga, hvilka alla, där ej annat uppgifves, äro på blåstång vid Alnarps strand. De äro ordnade efter dagen, men ej året, då profvet togs.

1. ³⁰/₄ 1917 generalprof af hela växten; 2. ⁷/₅ 1917 d:o; 3. ¹⁶/₅ 1917 d:o;
4. ²⁰/₇ 1916 hela växten; 5. ¹⁰/₈ 1916 Kalmar d:o; 6—8. ¹⁰/₉ 1915: 6. gula spetsar, 7. bruna d:o, 8. fäste; 9. ²⁶/₁₁ 1915 hel växt (ej tvättad!).

¹ Endast i »Fertilizer Resources» Washington 1912 har jag funnit några uppgifter å sid. 230 om blåstångs sammansättning på olika årstider. Dessa uppgifter låta helt inpassa sig under de af mig gjorda allmänna iakttagelserna.

² Grundlinjer till Åkerbrukskemien, Ups. 1877, II. 176.

³ K. Landtbr.-Ak. Handl. o. Tidskr. 1871. 65.

⁴ Antagligen måste här ett tryckfel föreligga beträffande decimalkommat. Mot en så låg kväfvehalt som 0.59 svarar en fosforsyrehalt af 0.17 i st. för 1.7 %.

TABELL XII.

Blåstång vid olika tid med 15 % vatten.

Exemplar Dag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Medeltal	
	^{30/4}	^{7/5}	^{16/5}	^{20/7}	^{10/8}	^{10/9}	^{10/9}	^{10/9}	^{20/11}	vår	sommar o. höst
											1—3
Ägghvita.....	7.4	13.2	7.2	—	—	5.5	7.0	—	—	9.2 ¹	6.5 ¹
Amider.....	5.2	4.7	2.7	—	—	1.7	0.6	—	—	4.3	1.4
Fett.....	—	—	3.7	—	—	1.9	0.7	—	—	2.7	1.3
N-fria extr. ämnen ...	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50.9	53.8
Växtråd.....	—	—	2.5	—	—	5.40	—	—	—	4.25	4.8
Renaska.....	14.7	11.9	12.2	—	—	16.7	16.5	9.4	19.6!	12.9	16.7
Sand.....	1.1	0.8	2.6	—	—	0.7	0.7	2.3	1.6	1.5	1.2
I askan: P ₂ O ₅	0.31	0.28	—	0.28	0.14	0.30	0.24	0.16	0.21	0.30	0.28
SO ₂	—	3.81	—	5.19	5.56	2.95	4.64	4.74	3.65	3.81	4.48
Cl.....	0.90	1.20	1.90	0.84	1.33	3.03	1.03	0.45	3.07!	1.33	1.86
J.....	0.015	—	0.01	0.004	0.003	0.02	0.014	—	—	0.01	0.01
K ₂ O.....	2.05	2.75	—	2.72	2.19	3.01	2.46	0.85	4.52	2.40	2.98
Na ₂ O.....	—	—	1.09	3.52	3.81	2.70	1.63	0.47	2.16!	1.09	2.76
CaO.....	—	2.48	2.30	1.79	2.22	2.32	2.74	2.07	2.20	2.37	2.24
MgO.....	—	1.20	1.11	1.30	1.19	1.29	1.59	0.94	1.07	1.16	1.19
Fe ₂ O ₃	0.04	0.04	—	—	0.04	0.04	0.04	0.015	0.04	0.04	0.04
samt N.....	2.01	2.86	1.59	1.42	1.09	1.19	1.21	1.33	1.00	2.15	1.18

Utmärkande för blåstången är: en medelmättig halt af kväfvehaltiga ämnen, hvilka växla efter årstiden, en ringa halt af växtråd samt en rätt hög af kväfvefria extraktämnen och aska. Framträdande är vid denna växt motsatsen mellan vinter-vår- och sommar-hösttång. Den förra har en hög halt af kväfve i dess olika former, likaså råfett, däremot är växtråden låg. Hösttången utmärkes för en hög halt af växtråd, kväfvefria extraktämnen och aska. Vid de olika askbeståndsdelarne är att anteckna, att i vårtången endast fosforsyrehalten är hög, medan samtliga öfriga beståndsdelar äro lägre än i hösttång. Det synes som detta särskildt gällde kali, natron, klor och svafvelsyra.

Någon afsevärdare inverkan synes växtplatsen icke utöfva, endast är askhalten lägre i exemplar från Östersjön än från Sundet. Däremot växlar, som af analyserna 6, 7 och 8 framgår, sammansättningen i tångens olika delar. En närmare granskning af detta förhållande gaf vid handen, att denna växling starkast framträder uti de gula spetsarne, mindre i den mörka bladskifvan (tallus) och allra minst i fästet. Vid en jämförande undersökning af kväfvehalten i spetsarne, blåsorna och bladen funnos stora växlingar och motsatta talserier, först med kändedom om växtens utveckling under olika tider ha dessa emellertid fått sin förklaring.

Blåstång är flerårig: nya gula skott framkomma på sommaren och utveckla sig under denna årstid och hösten till en bladskifva, som genom ljusare färg och

¹ Vid behandling med pepsinsaltsyra erhöles ingen smältbar ägghvita. Samma iakttagelse gjord af F. H. WEREENSKILD, Tidskr. f. det Norske Landbrug, 1899, s. 85.

mindre fasthet skiljer sig från den nedanför sittande äldre bladskifvan. På äldre exemplar kan man, där icke allt för mycket af själfva skifvan afslitits, af antalet bifurkationer och parställda blåsor ungefärligen bedöma växtens ålder. Vidstående skematiskt tecknade exemplar är sålunda 4-årigt (fig. 5).

Jag har här nedan utfört ett antal bestämningar på kväfve (tab. XIII) samt i vissa fall å fosforsyra och järn (tab. XIV) samt slutligen å salthalt (tab. XV) å växtens olika delar från de under året bildade gula spetsarne och bladen, den äldre bruna bladskifvan af olika ålder och ned till stjälken. I några fall har sålunda växtens olika delar allt från spetsen till fästet efter hvarandra fullständigt blifvit undersökta. Resultatet af dessa undersökningar med profven ordnade efter datum (i vertikalkolumner) och efter växtens delar resp. ålder (horizontalkolumner) framgår af tabell XIII. Analyserna ha ordnats efter tiden, då de nya skotten först framkommo.

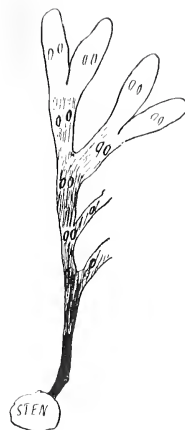


Fig. 5.

TABELL XIII.

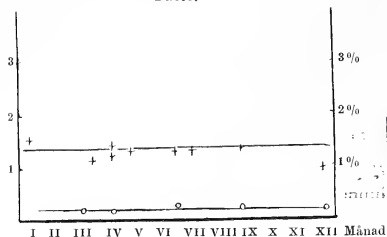
Kväfvehalt i blåstång under olika årstid och i olika delar af växten.

Exemplar Dag	1 28/6	2 15/7	3 10/9 15	4 27/9 15	5 10/11	6 25/11	7 16/12	8 10/1	9 10/3	10 21/3	11 14/4	12 14/4	13 3/5 Gtbg
Gula årsskott (1-åriga)	—	—	—	0.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	0.42	1.84	1.64	1.74 (1.16)	2.22	2.56 (1.55)	3.68	3.67	3.65	2.32
	0.54	1.45	1.19	0.57	—	—	—	—	—	—	3.02	—	2.42
	—	0.90	—	0.50	—	—	—	—	—	—	1.38	2.10	2.05
Fjölårsskott (2-åriga)	2.61	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.98	1.22	—
	—	1.08	1.21	0.96	0.91	0.81	0.95 (0.88)	1.15	1.43 (1.37)	1.00	1.04	—	1.52
	2.60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.78	1.00	—
3-åriga skott	1.29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.02	—	—
	—	1.32	—	—	—	—	—	—	—	—	0.86	1.65	—
	1.51	—	—	—	—	—	—	—	—	1.45	0.80	—	—
4-åriga skott	1.51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.01	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.93	—	—
	2.08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.11	—	—
Fäste (äldst)	1.09	1.35	1.33	—	—	—	0.98	1.55	—	1.08	1.25	1.18	1.27
	1.54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.53	—	—

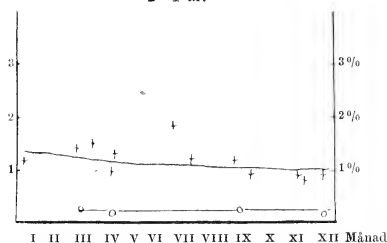
Talen inom parentes = ägghvitekväfve.

Exemplaren äro (utom ett eller nr 12) från Alnarp samt från åren 1917—18 (utom 3 och 4). Där flere analyser å samma årsskott angifvas, äro profven successivt tagna från yngre till äldre del.

Kväfve och fosforsyra i *Fucus v.*
Fäste.



2—4 år.



1 år.

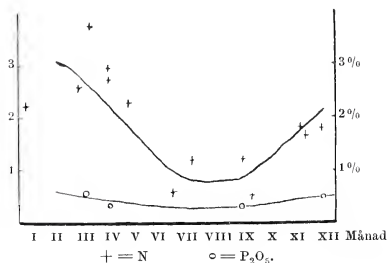


Fig. 6.

4:o. Denna växling gäller såväl totalkvävet som kväfvets olika former.

5:o. Liksom vid *Zostera* och *Ulva* förekomma gifvetvis rätt så stora individuella olikheter vid samma tid.

Vid några analyser är generalprof å hela årsskottet undersökt (3, 5 och 6). Vid prof 1 ha uppenbarligen de sista årsskotten (med 0.54 % N) helt nyss utvecklats å de ännu gula skotten från fjoråret, hvadan här fjorårsskotten rik- tigtast böra jämföras med de gula årsskotten vid andra exemplar.

Af tabellen liksom af fig. 6, hvil- ken grafiskt åskådliggör samma förhål- landen, framgår hvilken stark växling i kväfvehalt, som finnes inom samma individ:

1:o. Mest konstant är fästet i detta afseende. Kväfvehalten är alltid låg eller 1—1 1/2 %. Någon egentlig förskjutning af denna beroende på års- tiden förekommer ej.

2:o. Detsamma gäller i hufvud- sak ock om den äldre delen af blad- skifvan, där dock något större varia- tioner observerats eller 0.8—2 %.

3:o. Mycket känsliga för års- tiden äro i detta fall de gula årss- kotten, i så måtto som kväfvehalten ökas från skottens första framträdande i juni allt fram mot hösten och när den sitt maximum på våren. Väx- lingen befanns vara från 1/2 till mer än 3 1/2 %. Af särskildt intresse är analys 1, som anger hur de nyaste skotten ännu äro mycket kväfvfattiga, medan de 1-åriga ännu hålla en stor mängd kväfve.

TABELL XIV.

Kväfve, fosforsyra och järn i blåstång under olika tider och i olika delar.

Exemplar Dag	1 28/6	2 10/8	3 10/12	4 30/3	5 14/4
Gula årsskott: N	—	1.19	1.74	2.56	3.65
P ₂ O ₅	—	0.30	0.46	0.52	0.33
Fe ₂ O ₃	—	0.02	0.03	0.02	—
Äldre bladskifva: N	(2.61 ¹)	1.21	0.95	1.43	1.22
P ₂ O ₅	(0.35 ¹)	0.24	0.17	0.23	0.18
Fe ₂ O ₃	—	0.03	0.04	0.025	—
Fäste: N	1.54	1.33	0.98	1.10	1.18
P ₂ O ₅	0.24	0.24	0.20	0.19	0.12
Fe ₂ O ₃	—	0.02	—	0.01	—

Som synes såväl af tab. XIV som af fig. 6 följer fosforsyran i samma exemplar utan undantag kväfvat, så att vid en hög kväfvehalt är fosforsyran hög och omvändt; och i stort sedt återfinnas samma variationer såväl beträffande växtens delar som årstiden. Någon bestämd relation mellan de nämnda ämnena finnes ej. Växlingar i fosforsyra ha observerats mellan 0.12 och 0.52 %, mot 0.5 till 3.7 % vid kväfvat. Vid järnhalten är ingen sådan lagbundenhet observerad; men afvikelserna här kunna förorsakas af närvarande mek. föreningar; kanske beror den något högre halten uti den äldre bladskifvan härpå.

Af tab. XV framgår:

1:o. Att bladskifvan genomgående har högre askhalt än fästet och att växlingen i samtliga mineralbeståndsdelar är relativt ringa i det förra.

2:o. Anmärkningsvärdt är, att de lösliga salterna eller klorider af alkalier och magnesia finnas i ringa mängd i fästet, medan de svårslösliga (kalk, svafvelsyra) förekomma i samma mängd som i bladskifvan.

3:o. Askhalten synes i bladskifvan vara något högre under sommar och höst än under våren.

Sammanställer man dessa detaljuppgifter, kan man bilda sig följande föreställning om blåstångs allmänna kemiska beskaffenhet. Växten har i sin helhet en rätt växlande sammansättning, ej så framträdande å olika lokaler, men mera efter årstidens växling, och detta framkommer på olika vis i dess olika delar, nämligen så, att de under sommaren utbildade gula spetsarne mycket ändra sammansättning, medan fästet är helt oberoende af årstidernas växling, hvilket och i hufvudsak är fallet med den äldre bruna bladskifvan. Under vinter och vår upptages i dessa spetsar kväfve i stor mängd och förarbetas både till amidartade ämnen och ägghvita — därför stiger kväfvehalten liksom ägghvitelalten oafbrutet från hösten till våren och

¹ Se individ 1 å föregående tabell!

TABELL XV.

Aska och askbeståndsdelar vid blästång i olika ålder och årstider.

Exemplar Dag	1 ¹⁰ / ₆	2 ¹⁰ / ₁₂	3 ¹⁰ / ₅	4 ³⁰ / ₄	Medeltal
<i>Gula spetsar:</i>					
Aska	17.4	15.4	12.6	14.7	15.0
Cl	2.03	1.65	0.67	0.60	1.35
SO ₂	3.43	—	2.25	—	2.84
K ₂ O	3.01	2.88	1.65	1.81	2.33
MgO	1.28	—	0.77	—	1.02
CaO	2.52	—	1.80	—	2.16
<i>Mörk bladskifea:</i>					
Aska	17.4	17.4	12.6	14.9	15.0
Cl	1.28	1.94	0.76	1.25	1.02
SO ₂	5.75	—	4.64	—	5.17
K ₂ O	2.46	3.50	1.75	2.19	2.10
MgO	1.53	—	0.97	—	1.30
CaO	2.74	—	1.50	—	2.12
<i>Fäste:</i>					
Aska	9.7	—	11.8	—	10.5
Cl	0.45	—	0.47	—	0.46
SO ₂	4.74	—	4.96	—	4.85
K ₂ O	0.93	—	1.55	—	1.24
MgO	0.94	—	0.70	—	0.82
CaO	2.07	—	1.30	—	1.68

är under denna sista årstid mycket hög. Alldeles detsamma gäller om fosforsyra. Äfven fettet, som har en sp. v. af 1.07 och är mycket orent, ökas vid denna tid ansevärt. Däremot uppbyggas nu inga cellulosa-artade ämnen utan snarast hydrolyseras de, hvaraf följden blir en minskning af växtråden. Under sommar och höst bildas kolhydrater lifigt, hvilket framgår af den höga halten af kväfvofria extraktämnen. Det synes vidare som stode mängden af aska i ett omvänt förhållande till halten af kväfve, fett och fosforsyra, i ty att densamma minskas under vinter och vår, för att sedan tilltaga under den lifigare assimilationstiden.

Då växten såsom helhet kan anses bestå af dessa tre delar, kommer dess sammansättning mest att bero på mängdförhållanderna mellan dessa och af årstiden. Vid flertalet exemplar i Sundet utgör den gula bladskifvan 40—50 och den bruna lika mycket samt fästet 10 % eller något däröfver; medan i de exemplar jag funnit eller fått från Vestkusten den gula bladskifvan mera öfverväger. Då nu fästet icke påverkas af årstid, den mörka bladskifvan något växlar uti askhalt, medan därimot den gula bladskifvans sammansättning är underkastad stora förändringar, kan man om hela växten säga, att den undergår samma förändringar som de gula spetsarne, fast i mycket mindre grad och mer allt efter som denna del öfverväger.

Hvad som här anförts om lufttörr blästång, kan i viss mån äfven tillämpas på den friska. Någon konstant sammansättning är gifvetvis ej håller här tillfin-

nandes, utan den växlar efter förut funna lagar. Under förutsättning, att det gäller blåstång från Öresund och att växten alltså håller omkring 40 % af den gula och lika mycket af den bruna bladskifvan och resten är fäste, samt att vattenhalten alltså blir 74 %, angifvas här för öfversikt medeltalen för vår- (och vinter-) samt för sommar- (och höst-) tång:

TABELL XVI.

Medeltal för frisk blåstång med 74 % vatten.

	Vår	Sommar, höst		Vår	Sommar, höst
			<i>I askan:</i>		
Vatten	74.0	74.0	P ₂ O ₅	0.08	0.06
Ägghvita	2.81	1.98	SO ₃	1.16	1.37
Amider	1.30	0.42	Cl	0.41	0.57
Fett	1.14	0.41	K ₂ O	0.73	0.91
N-fria extr.ämnen	15.60	16.26	Na ₂ O	0.32	0.82
Växtråd	0.75	1.48	CaO	0.72	0.68
Aska	3.93	5.09	MgO	0.35	0.35
Sand	0.47	0.36	Fe ₂ O ₃	0.01	0.01
			samt N	0.66	0.36

D. Sågtång, *Fucus serratus* L.

Vid Öresund påträffas denna brunalg, af fiskare kallad skräppetång, i betydligt mindre mängd än blåstång. Däremot är den allmännare såväl i Östersjön som vid Vestkusten, och här är den, enligt meddelande af H. KYLIN och HJ. ÖSTERGREN, den ymnigast förekommande af alla brunalger. Den anträffas där på något större djup än blåstång, eller från omkr. 1/2 m. till 10 m. och mer, och går sålunda ej så högt upp att den torrlägges i sina öfversta delar. Då den vid Vestkusten så godt som uteslutande är fästad vid klippor, drifver den emellertid sällan i land. I sin utveckling företer den ungefär liknande förhållanden som blåstången, och kan jag hänvisa till denna.

Vattenhalten uppgick i friska prof från Alnarp från 10/5 1917 till 78.6 % i de gula spetsarne, till 72.3 % i de bruna mellandelarne af bladskifvan samt 72.0 % i fästet.

Analyserna äro utförda å tång, utom från Alnarp, från Visby och från Vestkusten, näml. Saltholmen vid Göteborg och från Fiskebäckskil. Samtliga prof utom 2 voro fullständiga exemplar. 1. och 2. från Limhamn 5/5 1917, 1. hela växten, 2. stjälken; 3. Saltholmen 3/5 1918; 4. Alnarp aug. 1915; 5. Fiskebäckskil, a och b. olika exemplar; 6. Visby nov. 1898 (ej tvättad).

TABELL XVII.

Sågtång vid olika tid med 15 % vatten.

Exemplar Dag och växtort	1	2	3	4	5		6	Medeltal	
	^{9/5} Limhamn	D:o stjälk	^{9/5} Salt- holmen	Aug. Alnarp	^{1/8} Fiskebäckskil		Nov. Visby	Vår 1—3	Sommar, höst 4—6
Ägghvita	7.9	} 9.5	16.5	6.8	} 6.7	4.6	4.5	7.9	5.6
Anider	5.7			0.9			0.1	5.7	
Fett	3.1	—	—	1.4	—	—	—	3.1	1.4
N-fria extr.-ämnen	47.6	—	—	56.7	—	—	—	47.6	56.7
Växtråd	7.4	—	—	7.5	—	—	—	7.4	7.5
Renaska	10.5	(12.1)	13.2	14.5	12.5	10.4	18.7	11.9	13.8
Sand	0.5	(0.7)	2.1	0.5	0.4	0.4	1.0	1.3	0.5
<i>I askan:</i>									
P ₂ O ₅	0.16	(0.06)	0.31	0.31	0.15	0.10	0.17	0.24	0.18
SO ₃	1.91	—	4.01	3.24	2.19	1.46	—	2.96	2.30
Cl	0.82	—	1.75	1.65	2.17	1.09	1.72	1.27	1.66
J	—	—	0.015	0.03	0.03	0.015	—	0.015	0.02
K ₂ O	1.90	—	2.73	2.82	2.87	1.44	3.15	2.31	2.82
Na ₂ O	0.81	—	2.42	2.67	2.50	2.64	—	1.61	2.61
CaO	2.05	—	0.93	2.74	1.50	0.75	—	1.49	1.66
MgO	1.00	—	1.33	1.32	0.93	0.62	—	1.16	0.95
Fe ₂ O ₃	0.03	—	—	0.02	—	—	—	0.03	0.02
samt N	2.19	1.52	2.64	1.19	1.08	0.73	0.73	2.42	0.93

Därtill komma några bestämningar af kväfvä och fosforsyra uti växtens olika delar å exemplar tagna vid Vestkusten:

TABELL XVIII.

	Saltholmen ^{9/5} 1918	Fiskebäckskil ^{1/8} 1917
Gula spetsar	3.25	0.84 % N.
Brun bladskifva	1.82	1.15 » »
Svart stjälk	1.55	1.42 » »
Medeltal för växten	2.34	1.08 » »
» » »	0.31	0.10 % P ₂ O ₅ .

Analyserna visa, att sågtång i hög grad liknar blåstång. Liksom där finna vi att enskilda exemplar, som tagits samtidigt och på samma lokal, kunna växa mycket i sammansättning (se profven från Fiskebäckskil). I öfrigt upprepar sig samma lagbundenhet, som iakttagits vid blåstång, eller att lokalen spelar en ringa roll vid sidan af årstiden. Kväfvehalten ökas under vintern, särskildt i årsskotten, så ock fosforsyran och fettet, men dessa ämnen aftaga därefter i de nya under året utvuxna skotten. I den äldre bladskifvan iakttages samma förhållande, men betydligt mindre framträdande, medan stjälken har en mera konstant om ock ganska hög kväfvehalt. Dessa iakttagelser gälla både ägghvita och de andra kväfvehaltiga ämnena. Växtråden höll sig i de undersökta exemplaren konstant samt högre än i blåstång.

Askhalten tenderar äfven här att stiga då kväfvehalten faller, ett förhållande som här som vid blåstång tydligt framträder vid klorider och alkalier, men ej vid sulfater. Samtliga askbeståndsdelar hålla sig vid samma tal, som funnits hos blåstång; den enda observerade olikheten gäller svafvelsyran och joden, af hvilka den förra är afsevärdt lägre vid såg- än blåstång, medan motsatsen torde äga rum vid joden. Dock kunna äfven dessa förhållanden bero på tillfälliga variationer.

Sågtång innehåller i friskt tillstånd ungefär 75 % vatten, sålunda möjligen något mer än blåstång. Beräknad på denna vattenhalt (om hvilken äfven detsamma gäller som vid blåstång) har sågtång nedanstående sammansättning i friskt tillstånd.

Som synes blir äfven här öfverensstämmelsen synnerligen stor med blåstång, och endast den något högre halten af växtråd samt möjligen den lägre af svafvelsyra äro afvikelser som komma till synes.

TABELL. XIX.

Sågtång vid olika årstider med 75 % vatten.

	Vår	Sommar o. höst		Vår	Sommar o. höst
	<i>I askan:</i>				
Vatten.....	75.0	75.0	P ₂ O ₅	0.07	0.05
Ägghvita.....	2.34	1.65	SO ₃	0.87	0.68
Amider.....	1.69	0.06	Cl.....	0.37	0.49
Fett.....	0.92	0.42	K ₂ O.....	0.63	0.83
N-fria extr.ämnen.....	13.99	16.57	Na ₂ O.....	0.47	0.77
Växtråd.....	2.19	2.29	CaO.....	0.44	0.49
Aska.....	3.49	4.05	MgO.....	0.31	0.28
Sand.....	0.38	0.14	Fe ₂ O ₃	0.61	0.61
			samt N.....	0.71	0.27

E. Skidtång, *Halidrys*, och Gaffeltång, *Furcellaria*.

Dessa perenna brunalger förekomma längs Vestkusten och ned i Sundet på ett växlande djup, något nedanför men ock bland blåstång. Enligt LÖNNBERG har gaffeltång, *F. fastigiata*, en så stor utbredning i Öresund, att man där kan tala om en särskild *Furcellaria*-vegetation. Det djup, som den mest tycker om, synes vara 15—20 m. Botten är här lerhaltig med inblandade musselskal, och på dessa växer den så tätt, att den bildar en sammanhängande matta. Den är icke ovanlig bland den uppkastade blåstången, särskildt på hösten.

Ej fullt lika allmänt anträffar man skidtång, *H. siliquosa*. Liksom gaffeltång finnes äfven denna alg i Östersjön, särskildt längs skånska kusten förekommer den ej sällan.

Här meddelas ett par analyser å dessa båda alger, nämligen skidtång från Alnarp sept. 1915 och gaffeltång ⁴/₁₁ 1915 och ²⁶/₁₂ 1918, likaledes från Alnarp. Den i frisk tång förefintliga vattenhalten har endast kunnat bestämmas vid gaffeltång, som ²⁶/₁₂ 1918 visade 73.0 % vatten.

TABELL XX.

Skidtång och gaffeltång från Alnarp, 15 % vatten.

	Skidtång		Gaffeltång			Skidtång		Gaffeltång	
	Sept.	4/11	20/12			Sept.	4/11	20/12	
					<i>I askan:</i>				
Ägghvita	4.5	6.4	14.7		P ₂ O ₅	0.15	0.16	0.25	
Amider	1.2				SO ₃	2.29	3.39	—	
Fett	1.8	0.4	—		Cl	2.65	0.88	—	
N-fria extr.ämnen	58.4	63.4	—		J	0.01	0.007	—	
Växtråd	6.0	3.3	—		K ₂ O	3.15	2.24	—	
Renaska	12.5	11.1	10.3		Na ₂ O	1.67	1.38	—	
Sand	0.7	0.5	0.3		CaO	1.83	0.46	—	
					MgO	1.00	0.72	—	
					Fe ₂ O ₃	0.01	0.01	—	
					samt N	0.91	1.02	2.36	

Sammansättningen är vid skidtång så lik sägtången, att någon skillnad mot denna vid samma tidpunkt icke kan uppvisas. Gaffeltången överensstämmer på samma sätt mycket nära med blåstång under lika förhållanden.

F. Gristång, *Ascophyllum nodosum* L.

Denna olivbruna alg, äfven kallad knuttång, förekommer icke i Sundet (på grund af dess ringa salthalt?), men är mycket allmän vid Vestkusten, där den uppträder tämligen långt upp i vattenbrynet, dock icke så högt som blåstång. Den bildar där vanligen det närmaste bälet utanför denna, men båda tångarterna växa allmänt i sällskap. Af ålder har den rätt mycket i Bohus län användts till foder, särskildt för svin, däraf namnet, och som vi skola se är den bland alla mera bekanta brunalger den som härför på grund af sammansättningen lämpar sig bäst.

Jag har blott varit i tillfälle af denna tångart undersöka tvänne olika prof, ett par exemplar från Saltholmen vid Göteborg 3/5 1918 samt flere exemplar från Fiskebäckskil dels i juni 1918, dels 1/8 1917 (Hj. ÖSTERGREN), af hvilka 2 analyserades. Vid de förra voro de nya skotten orangegula samt de då ytterst rikt förekommande frukterna ganska mörka. Som exemplaren icke kunde undersökas i friskt tillstånd, kan den naturliga vattenhalten ej angifvas, men torde denna ligga vid ungefär samma tal som vid den mycket närstående sägtången eller 75 %. (Se tab. XXI)

Kväfvehalten (såväl i ägghvita som icke-ägghvita) följer i stort sedt samma lagar som vid de förut beskrifna brunalgerna, likaså fosforsyran. Af ägghviteämnena voro 26 % smältbara, hvilket för en brunalg är ett ovanligt högt tal, då *Fucus*-arterna sakna smältbar sådan. Anmärkningsvärdt är att — såvida de två anförda analyserna kunna anses beviskraftiga — halten af kväfve varierar så mycket ej blott i spetsarne utan ock i den öfriga bladskifvan samt i fästet under olika årstider. Växtråden är afsevärdt högre om sommar än om vinter. Därimot

TABELL XXI.

Gristång från Vestkusten, 15 % vatten; d:o 75 % (ber.).

	1.	2.	3.	4.	Medeltal	
	Saltholmen		Fiskebäckskil ¹ / _s		Salt- holmen ² / _s	Fiske- bäckskil ¹ / _s
	%	Juni	a.	b.		
Ägghvita.....	7.9	—	5.1	4.8	2.31	1.49
Amider.....	5.3	—	0.4	0.4	1.54	0.13
Fett.....	3.7	4.40	7.5	7.3	0.78	2.20
N-fria extr. ämnen.....	45.0	—	50.0	51.1	13.53	14.70
Växtråd.....	4.7	—	7.1	6.9	1.4	2.08
Renaska.....	18.2	—	14.7	14.6	5.37	4.33
Sand.....	0.2	—	0.3	0.5	0.08	0.08
<i>I askan:</i>						
P ₂ O ₅	0.31	—	0.14	0.16	0.09	0.04
SO ₂	1.71	—	4.35	—	0.50	1.47
Cl.....	3.82	—	1.19	—	1.12	0.35
J.....	0.01	—	0.01	—	0.003	0.003
K ₂ O.....	2.24	—	1.88	2.10	0.66	0.56
Na ₂ O.....	2.56	—	1.00	—	0.75	0.29
CaO.....	1.98	—	4.46	—	0.58	1.11
MgO.....	1.30	—	0.98	—	0.38	0.23
Fe ₂ O ₃	0.01	—	0.01	—	0.003	0.003
samt N.....	2.10	—	0.88	0.83	2.10	0.62

är fetthalten påfallande hög hela året samt i synnerhet om sommaren. Att den samma är lägre om våren torde få anses konstateradt, och torde väl ha sin grund i att fettets här spelar roll af reservnäring som vid landväxterna, icke blott som nedbrytningsprodukt, hvilket i hufvudsak synes vara fallet vid andra vattenväxter. En närmare undersökning af fettets natur har gifvit detta vid handen¹. I och med förefintligheten af smältbar ägghvita och stora mängder af fett torde gristångens i praktiken konstaterade värde som foder — i motsats till andra brun-
alger — finna sin förklaring. Askhalten är äfven hög, isynnerhet på våren. De undersökta (dock blott 2) exemplaren hade en mycket olika halt af mineralämnen: vårtången en hög kloratrium- och magnesiahalt, sommartången däremot visar mycket kalk och svafvelsyra.

TABELL XXII.

Bestämning af kväfve, aska och fett i växtens olika delar.

	Saltholmen %.		Fiskebäckskil ¹ / _s .	
Gula spetsar.....	2.34 % N	0.84 % N	14.94 % aska	7.86 % fett
Fruktar.....	2.15 » »	— » »	— » »	— » »
Äldre blads kifva.....	1.57 » »	0.87 » »	15.07 » »	6.02 » »
Stjälk.....	1.45 » »	0.96 » »	14.30 » »	— » »

¹ Sp. vikt = 0.935, lecitinhalt = 1.2 %, försåpningstal = 202.

G. Trådtång, *Chorda filum* L.

I hafsvikar samt på bankar i Östersjön, Öresund och Vesterhavet på ett djup mellan 1—5 m. förekommer under sommaren denna ettåriga brunalg, som har utseendet af en fiolsträng. Den bildar nämligen ett par till 4 m. långa, nedtill mycket smala, sedan något tjockare ihåliga stänglar af cylinderform. Till färgen är den i Sundet gulbrun af olika nyanser, någon gång hvit, men blir vid torkning svart. Den fäster sig vid stenar, pålar, snäckskal eller andra alger; om sommaren stiger den upp mot ytan, där den kan utbreda sig som långa pisksnärter öfver vattnet. I motsats till förut beskrifna arter är den kortlifvad: den börjar först utvecklas i maj, fruktifierar i aug.—sept., för att därefter dö¹. De sista exemplaren landdrefvos vid Alnarp i början af december.

Eburu den icke under vanliga år utgör någon mera afsevärd del af den ilandflutna tången, förtjänar den dock därför att studeras, emedan den i sammansättning erbjuder ett par egendomligheter, som möjligen kunna utnyttjas. Synnerligen allmän har den här vid Alnarp varit sommaren 1918 och bildade under augusti och september egna små tångvallar på stranden. Den förekommer dels enbart dels företrädesvis i sällskap med blåstång och sallattång.

I friskt tillstånd kännes den slipprig och meddelar detta åt handen. Vattenhalten befinns vara synnerligen hög eller i prof från sept. 89.0 och från nov. 87.8 % — hvilket till väsentlig del beror däraf, att stängeln, som är ihålig, till mesta delen var fylld med vätska; möjligen kan den i växande tillstånd vara lägre.

De mera fullständigt analyserade profven voro samtliga (utom 2) från Alnarp: 1. Alnarp ⁹/₆ 1918, 2. Anager ²⁰/₆ 1918, 3. Alnarp ¹³/₇ 1917, 4. d:o ¹⁹/₁₀ 1918, 5. d:o ³/₁₀, 6. d:o ¹¹/₁₁ 1917, 7. d:o ¹/₁₂ 1918, 8. Fiskebäckskil ¹/₈ 1917, en mindre stjäkl, fästad på en annan alg.

TABELL XXIII.
Trådtång vid olika tid med 15 % vatten;

87.8 %
vatten.

	1. Alnarp ⁹ / ₆	2. Anager ²⁰ / ₆	3. Alnarp ¹³ / ₇	4. Alnarp ¹³ / ₇	5. Alnarp ³ / ₁₀	6. Alnarp ¹¹ / ₁₁	7. Alnarp ¹ / ₁₂	8. Fiske- bäckskil ¹ / ₈	Alnarp ¹³ / ₇
Ägghvita	10.0	—	3.9	7.0	6.9	11.1	9.8	—	0.55
Amider		—	2.7				0.4	—	0.39
Fett	—	—	1.5	—	—	—	2.8	—	0.21
N-fria extr.ämnen	—	—	47.0	—	—	—	39.5	—	6.55
Växtråd	—	—	6.9	—	—	—	4.4	—	0.97
Renaska	25.6	23.9	22.3	24.9	26.3	32.8	27.8	—	3.15
Sand	1.1	2.6	0.7	0.9	1.1	1.0	0.3	—	0.1
<i>I askan:</i>									
P ₂ O ₅	—	—	0.19	0.31	—	—	0.40	—	0.03
SO ₂	—	—	3.26	—	—	—	5.09	—	0.46
Cl	5.31	—	4.85	6.40	—	—	6.50	—	0.70
J	—	—	0.01	—	—	—	0.02	—	0.001
K ₂ O	7.63	6.69	7.65	8.58	7.15	12.08	8.40	4.18	1.08
Na ₂ O	—	—	1.15	—	—	—	2.73	—	0.16
CaO	—	—	3.04	—	—	—	2.52	—	0.43
MgO	—	—	1.25	—	—	—	1.72	—	0.17
Fe ₂ O ₃	—	—	0.01	—	—	—	0.02	—	0.001
sumt N	1.60	—	1.06	1.13	1.11	1.78	1.61	—	0.15

¹ OLTSMANN I. 369, II. 202.

Ett par bestämningar utfördes ock å den undre delen (fästet) samt den öfriga delen Almarp ¹³/₇ 1917, oeh erhöills:

	Fästet.	Öfriga delen.
N	1.00	1.19 %
Aska	20.16	23.63 »
K ₂ O	6.15	7.31 »

Mest i ögonen fallande vid denna tångart är den höga askhalten, som ock är underkastad rätt stora variationer. Att denna askhalt i någon mån står i samband med växtens höga vattenhalt är gifvet, men beror icke direkt på vattnets salthalt, då ju de dominerande askbeståndsdelarne (kalium, klor oeh svafvelsyra) äro i andra proportioner. En så hög kalihalt torde icke förut vara observerad i någon växt: den uppgår i lufttorrt prof till omkr. 7 % , men i ett fall iaktogs ända till 12 % . Delta gör trådtången till en kaliväxt af rang. Af de gjorda undersökningarne att döma synes kalihalten vara något lägre i fästet än i den öfriga stjälken samt något högre under senare delen af året än på försommaren. Den låga halten vid det enda undersökta exemplaret från Vestkusten torde bero på att här fövelåg ett fäste, ej hela växten. Äfven klorhalten är långt högre än i någon annan hittills undersökt Öresundsväxt, dock äro högre halter observerade i tare från Atlanten. Anmärkningsvärd är likaledes den låga natriumhalten. Kväfvehalten är som man kunnat vänta uti en ettårig växt låg, den är på försommaren rätt hög, minskas under sommaren samt tilltager åter på senhösten. Fosforsyran synes följa denna växling i kväfvehalt; så oek fetthalten.

H. Tare, *Laminaria*.

Denna storväxta brunalg, af hvilken de vanligaste arterna äro *L. sacharina* oeh *digitata* L., soeker- och fingertång, har en mycket vidsträckt utbredning i de arktiska hafven, men förekommer äfven i de mera tempererade. Den växer på stort djup, 8—25 m., samt älskar en hög salthalt. I Östersjön förekommer den därför icke, men väl i Sundet, allmännare längs Vestkusten och mest efter den norska kusten, där denna alg under namnet *tare* i motsats till *tång*, hvarmed menas *Fucus* oeh *Ascophyllum* samt närstående, af ålder användts till foder och i stor mängd till kali-, soda- oeh jodfabrikation.

I Öresund efterträder taren band- och blåstångsvegetationen från den sublitorala regionen ned till de stora djupen. På land uppkastas den ytterst sparsamt, eller någon gång af höst- oeh vinterstormarne. Växten skall enligt OLTMANN'S bli ända till 5 årig oeh mera och kan få en längd af flere meter. Därvid affalla på senhösten och vintern de läderartade bladen oeh nya utvecklas under vintern oeh är vegetationen färdig innan sommaren¹.

¹ KYLIN, Bot. Notiser, 1906, s. 133.

Taren är med en tjock svart stjälk fästad vid stenar och klippor. De af mig undersökta exemplaren äro dels ilanddrifna hela växter från Sundet, dels sådana från Kullen oeh Skelderviken, dels uppfiskade exemplar från Fiskebäckskil. I några fall har det varit socker-, i andra fingertång.

I litteraturen, särskildt den norska, finnes ett rätt stort antal analyser å tare; af dem är de af prof. WILLE af särskildt intresse¹. Af dem framgår bl. a. att salthalten hos tare är beroende af växtplatsen, så att vid Jäderen — där vattnets salthalt öfverstiger 3% — blir halten af lösliga salter, räknadt på torrsubstans, 23.6%, medan i Kristianafjorden — salthalt 2—3% — densamma är 10% oeh i Skagerræck — med dess mera bräckta vatten — halten blott utgör 7.6%. De under vintern bildade nya bladen äro vidare något rikare på kväfve och fosforsyra än de äldre bladen, nämligen resp. 2.6 och 0.9% i de förra och 2.1 och 0.7 i de senare; medan vid de öfriga mineralbeståndsdelarne vanligen det motsatta förhållandet äger rum, d. v. s. de äldre bladen ha en högre halt häraf än de yngre. WILLE anger detta som exempel på hur växten ekonomiserar med de i vattnet sparsamt förekommande ämnena, hvilka vandra från de äldre till de yngre bladen. Enligt KYLIN håller denna växt stora mängder af polysacchariden laminarin, hvilken anhopas om sommaren och tjänar som reservnärning för de nya bladen.

Tyvårr har jag endast tillfälligtvis kommit öfver denna tångart, och trots dess tekniskt stora betydelse har undersökningen däraf blifvit rätt ofullständig, men jag har dock ansett mig böra anföra de observationer jag utfört. De af mig undersökta profven bestå dels af blad, n:r 1—6, dels af stjälkar, n:r 7—9. Profven äro i så måtto ej fullt jämförbara som blott 1, 4 och 6 upptagits direkt ur hafvet och därefter icke tvättade, medan de öfriga tagits på stranden oeh därför äro något oeh i olika grad uttvättade. (Se tab. XXIV).

Af dessa analyser att döma förefinnes ingen märkbar kemisk skillnad mellan de båda arterna. Detta stämmer med undersökningar från Rhode Island². Att sammansättningen i samma blad kan afsevärdt växla framgår af följande bestämningar å kväfve-, fosforsyre- och järnhalten i sockertång ¹⁴/₈ 1917:

TABELL XXV.

	Kväfve.	Fosforsyra.	Järnoxid.
Bladskifvans gröna del (yngre)	1.52	0.34	0.05 %
» gula » (äldre)	1.06	0.29	0.02 »

Under den korta tid, som undersökningen omfattar (Ex. ⁸/₈ från Alnarps strand var vid upphittandet mycket uttvättadt och därför icke vittnesgillt) eller tiden aug. — nov. månader, förefinnes icke några större olikheter. Kväfvehalten (uti de gamla bladen?) är jämförelsevis låg eller mellan 1—1 ¹/₂ %/o. På vintern torde den, af ett

¹ Ueber d. Wanderung d. anorg. Nährst. b. d. Laminaracéen. Festschr. f. Pr. Schwendener, Berlin.

² Fertilizer Resources, Washington 1912, s. 230.

TABELL XXIV.

	1.	2.	3.	4.	5	6.	7.	8.	9.
	Blad af finger-tång		Blad af sockertång				Stjälk af finger-tång		Stjälk af sockertg
	Fiske-bäckskil 1/s	Krappe-rup Nov.	Alnarp 8/s	Fiske-bäckskil 1/s	Skelder-viken 10/s	Alnarp 14/s	Fiske-bäckskil 1/s	Krappe-rup Nov.	Alnarp 14/s
Ägghvita	4.7 ¹	6.5 ²	6.5	5.8 ³	} 6.3	8.1	7.7	8.3	9.7
Amider	1.2	2.7	2.2	2.1		1.1	—	—	—
Fett	1.4	1.3	—	0.9	—	58.9	—	—	—
N-fria extr-ämnen	60.5	59.1	—	62.6	—	4.1	—	—	—
Växtråd	3.9	3.4	—	3.1	—	—	—	—	—
Renaska	13.0	11.9	9.9	10.2	10.8	13.0	20.3	16.4	17.0
Sand	0.2	0.2	0.7	0.3	0.3	0.5	0.2	0.4	0.2
<i>I askan:</i>									
P ₂ O ₅	0.20	0.37	0.29	0.28	0.23	0.32	0.30	0.30	—
SO ₂	1.37	1.57	2.47	1.80	1.53	1.53	0.88	—	—
Cl	2.45	0.71	0.61	2.42	1.50	2.10	4.89	—	3.85
J	0.24	0.53	0.06	0.34	0.53	0.26	0.42	—	—
K ₂ O	2.46	1.53	1.16	2.45	1.92	2.80	5.20	—	4.72
Na ₂ O	3.00	1.09	0.68	0.85	1.50	—	2.55	—	—
CaO	0.75	3.89	2.15	1.30	1.58	1.30	2.61	—	—
MgO	0.53	1.19	1.24	0.74	0.93	—	1.11	—	—
Fe ₂ O ₃	0.01	—	—	0.03	—	0.03	0.02	—	—
samt N	0.95	1.47	1.39	1.43	1.00	1.29	1.23	1.32	1.55

par norska och amerikanska analyser att döma, vara högre, näml. omkring 2⁰/₁₀₀. Fosforsyrehalten är äfven under hösten jämförelsevis konstant, men synes enligt amerikanska analyser ökas under vintern. Egendomlig är den i samtliga mina analyser förekommande låga askhalten i bladen; särskildt om man jämför med uppgifterna från Norge och Amerika. Där uppgifvas 20⁰/₁₀₀ och mera. Klor- liksom kalihalten är rätt låg, men synes stå i relation till vattnets salthalt och alltså vara högre på Vestkusten än uti Sundet, hvilket och öfverensstämmer med WILLES iakttagelser från Norge. Jodhalten är hög och i vissa fall lika stor som i norsk tare. Densamma bör efter de uttvättningsförsök, som jag utfört, till en väsentlig del utgöras af organiska föreningar, ty medan kloten lätt och fullständigt utdrages af vatten, stanna betydliga mängder af jod kvar. Anmärkas bör, att åsikterna i denna fråga äro rätt olika: KYLIN anser sålunda, att joden mest finnes som organiskt salt, medan ESCILÉ⁵ håller på dess organiska bindning. Stjälken är i denna växt afgjordt askrikare än bladet och synes innehålla samtliga ämnen (utom järn) i större mängd, åtminstone på sensommar och höst. Då samma förhållande framträder i den mörkare och friskare delen af bladskivan (som kvarlefvor?), torde detta väl bero på en ansamling af näringsämnen för de under vintern framkommande nya bladen.

¹ Smältbar ägghvita: 19⁰/₁₀₀.² Do 23⁰/₁₀₀.³ Do 23⁰/₁₀₀.⁴ Fertilizer Resources of the U. S., samt WILLES förut omnämnda uppgifter.⁵ Zeitschr. f. phys. Chemie 1897, sid. 23.

1. Trådformiga alger: *Enteromorpha*, *Pylaiella* m. fl.

Närmast stranden, som vid lågvatten torrlägges, uppträda i Öresund gräslänkande trådalger. På hvarje sten fästa sig dessa alger, och der stranden utgöres af klappersten, bilda de en sammanhängande matta flere meter ut i hafvet. Har stranden vid ostlig storm torrlagts, försvinner i solskenet den gröna färgen och vegetationen antager en pappersgrå färg. Enligt benäget meddelande af kand. G. SJÖSTEDT består den allra tidigaste vegetationen af *Ulotrix* och *Ulospora*, som emellertid redan i midten af maj efterträdes af *Enteromorpha*. I hufvudsak består vegetationen nu utaf *E. procera* b. *ramulifera* AHL., men efterhand infinna sig äfven andra arter, mest *E. intestinalis*. Under sommaren bli exemplaren af denna så stora, att de likna hafssallat. På senhösten och förvintern öfverväger en mörk form af *E. procera* b. *ramulifera*.

Ectocarpacéer, hufvudsakligen *Pylaiella littoralis* L., af fiskarne kallad »slick», förekomma flerstädes i Sundet på djupt vatten och bilda sammanhängande täcken öfver botten¹. Den är till stort men för fisket, emedan den täpper hålen i redskapen, så att de ej fungera som sig bör. Äfven denna alg är liksom de föregående efemär och synes rikligast förekomma eller åtminstone ilanddrivas på sensommaren och hösten.

Någon större betydelse för den ilanddrifna tången äger ingendera af dessa alger. *Enteromorpha* ingår dock ej sällan till ett par procent däri, ibland t. o. m. mera. Ingående undersökningar af dessa alger har jag icke utfört, men äga undersökningarna ett visst intresse på grund af dessa växters efemära natur. Alla profven af *Enteromorpha* äro från Alnarps strandstenar, profven af *Pylaiella* äro ilanddrifna samt samlade 1) vid Amager, 2) Alnarp, 3) Visby.

TABELL XXVI.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.
	<i>Enteromorpha</i> Alnarp 1918						<i>Pylaiella</i>		
	<i>E. procera</i>		<i>E. intestinalis</i> ?		<i>E. procera</i>		Amager	Alnarp	Visby
	²⁸ / ₅	²⁹ / ₆	¹⁵ / ₇	Okt.	¹ / ₁₂	²² / ₁₂	²⁰ / ₁₈	Juli 1918	⁷ / ₁₅
N	1.40	0.84	3.68	0.91	4.26	2.92	1.40	2.95	1.60
Aska	12.2	14.0	12.2	15.0	8.5	8.0	11.9	12.9	9.2
Sand	12.0	23.0	4.0	5.0	0.4	14.6	5.5	23.0	20.5
<i>I askan:</i>									
P ₂ O ₅	0.30	0.25	0.45	0.46	—	0.68	—	0.98	0.37
SO ₂	—	—	2.77	5.50	2.77	—	—	2.08	2.04
Cl	0.60	—	0.82	0.50	0.88	—	—	0.71	0.89
K ₂ O	1.81	—	2.87	2.17	2.30	—	—	1.74	1.63
Na ₂ O	—	—	—	1.78	—	—	—	1.34	—
CaO	—	—	0.93	3.83	0.92	—	—	3.94	2.42
MgO	—	—	1.54	1.68	0.85	—	—	0.83	0.98
Fe ₂ O ₃	—	0.04	—	—	0.09	—	—	1.04	2.08

¹ E. LÖNNBERG och E. WÄRMING loc. cit.

Vattenhalten är vid dessa alger mycket hög eller öfver 80 0/0. Jag fann sålunda i <i>Enteromorpha procera</i> ¹⁰ / ₅ 1918	81.0 0/0
» <i>intestinalis?</i> ²³ / ₅ 1918	80.0 »
<i>Pylaiella</i> ²³ / ₅ 1918	82.4 »

I sin sammansättning växlar *Enteromorpha* rätt så nyckfullt, om den ock i det hela påminner om *Ulva*. På våren förekomma mest ljusa, kväfvafattiga former, på sommaren börja mörka, kväfverika uppträda och på hösten antaga de allmänt en mörk färg. Dock anträffas ibland ljusa och mörka exemplar vid sidan af hvarandra. Närmare har jag icke utforskat dessa förhållanden, ej håller studerat andledningen härtill¹. Som man kan vänta vid en strandväxt är klorhalten låg, däremot äro svafvelsyra, kali och äfven magnesia rätt höga. Salthalten varierar synnerligen mycket. Sandmängden är hög, hvilket sammanhänger med växtens säckformiga byggnad.

Pylaiella har många likheter med *Enteromorpha*. Mest karaktäristisk är den höga järnhalten. Den bruna färgen hos växten står uppenbarligen i samband härmed. Vid behandling med syra utlöses järnsalt och växten blir nu ljust grön. Dylika inlagringar af järnhydrat synas vara mycket allmänna hos nästan alla hufvudgrupper af alger, och ibland angifves mer än hälften af askan bestå däraf².

IV. Tångens uttvättning och förmultning.

Då tång skall användas till foder- och gödselmedel begagnas den ofta icke i färskt tillstånd utan uttvättad och ibland äfven förmultnad. En dylik förändring påbörjas redan på stranden. Till foder är ock salthalten i frisk tång till men, hvar för en tvättning gerna bör föregå utfodringen, och vid användning till gödsel upplägges tången vanligen förut i högar, hvilka efter komposteringen d. v. s. efter uttvättning af nederbördens och förmultning sedan utspridas. För att i någon mån belysa de förändringar, som härvid inträda, meddelas dels ett par försök öfver tångarters uttvättning dels ock sammansättningen å lagrad tång. Dessa uppgifter äro visserligen allt för knapphändiga för utredandet af frågan, men torde dock i någon mån belysa densamma.

Såväl lefvande som ännu lättare döda tångväxter förlora vid behandling med vatten efterhand de lösliga beståndsdelarne, och särskildt försvinner därvid klorhalten mycket fort, och som förut nämnts kan vid tångens landdrifning, då den kommer i mindre salt vatten, en dylik uttvättning äga rum. Sålunda uttvättades ur friska blad af sallattång redan $\frac{1}{2}$ af klorhalten med rinnande vatten på $\frac{1}{2}$

¹ En studie öfver närings- och utvecklingsförhållandena hos *E.* är under arbete af kand. G. SJÖSTEDT.

² CZAPEK, Biochemie d. Pflanzen, II, s. 819.

timma, medan vid torkade blad under samma tid redan $\frac{4}{5}$ voro borta; vid blåstång gick uttvättningen något långsammare i friskt tillstånd, men lika fort i torkadt.

Hafssallat fick under flere veckor ligga i dest. vatten, och extraktet tillvaratogs, hvarefter sammansättningen jämfördes med den ursprungliga. Därvid uträknades förlusten af viktigare näringsämnen i % på ursprunglig substans.

TABELL XXVII.

Förlust å beståndsdelar vid *Ulva*, behandlad med dest. vatten.

	Uttvättadt.	Beräknadt i %.
100 delar torrsbstans	56	56
2.12 » kväfve	0.58	37
12.48 » aska	9.2	75
0.56 » fosforsyra	0.20	35
2.68 » kali...	1.93	75

En större mängd *Fucus vesiculosus* pulveriserades och behandlades med öfver-skott af destilleradt vatten under 10 dagar; hvad som utlöstes blef närmare bestämdt samt det hela beräknadt på 100 delar ursprunglig substans.

TABELL XXVIII.

Uttvättning af blåstång under 10 dagar med dest. vatten.

	Uttvättadt.	Beräknadt i %.
100 delar torrsbstans	16.7	16
81.8 » organ. ämnen.....	12.83	15
däraf 2.19 » kväfve	0.48	22
16.2 » aska	3.87	24
1.3 » sand.....	0	0
0.29 » P ₂ O ₅	0.01	3
2.63 » SO ₃	0.71	27
1.21 » Cl	1.11	92
0.011 » J	0.0004	3
2.01 » K ₂ O	1.19	60
1.26 » Na ₂ O.....	1.02	80
5.82 » CaO	0.35	6
0.83 » MgO	0.17	21
0.05 » Fe ₂ O ₃	0.003	6

Af bandstång uttvättades vid behandling med 200 ggr dess vikt dest. vatten under ett dygn 50 % af askan och 21 % af den organiska substansen.

Vidare angifves här sammansättningen å ett antal exemplar dels af bandstång dels å blåstång, hvilka legat som skydd för perenna växter i min trädgård från 2 dec. 1916 till den 1 april 1917, alltså jämnt 4 månader, och utsatts för nederbördens inverkan.

TABELL XXIX.

Tång uttvättad under 4 månader i luften. 15 % vatten.

	Blåstång.	Bandtång.
N (total).....	1.33	2.36
N (äggghvite-)	1.24	2.00
Aska	9.9	10.8
P ₂ O ₅	0.15	0.35
SO ₃	3.00	2.82
Cl	0.04	0.06
J	0.005	—
K ₂ O	0.53	0.41
Na ₂ O	0.43	0.62
CaO	3.90	3.75
MgO	1.11	0.95

De meddelade analyserna, jämförda med tab. III och XII, möjliggöra ett öfverslag af de förluster som tång undergår, då den utsättes för nederbördens inverkan under några månader. Såväl organiska som oorganiska ämnen uttvättas, de senare dock mer än de förra. Därigenom blir askhalten lägre än i frisk tång. Kväfvhalten försvinner i ungefär samma proportion som torrsubstansen, hvadan halten af kväfve i återstoden är ungefär som förut. Askbeständsdelarne uttvättas i mycket olika förhållanden: klor, kali och natron synnerligen lätt, hvadan gammal uttvättad tång är mycket fattig på dessa ämnen. Magnesia försvinner i samma proportion som torrsubstansen, svafvelsyran möjligen något fortare, hvilket orsakar ungefär samma magnesia- och något lägre svafvelsyrehalt än i frisk tång. Fosforsyra, kalk och järn uttvättas obetydligt, hvadan dessa anrikas vid tångens uttvättning. Så synes ock vara fallet med jod.

Följande analyser ha utförts å äldre tång: 1. Bandtång, som enligt uppgift minst under 25 år utgjort stängsel norr om Alnarps gräns mot Lomma; täckt med jordlager; 2. Bandtång, upptagen i nov. 1915 och lagd i hög, analyserades, då den utkörde den 1/8 1916 d. v. s. efter 8—9 månader. Profvet från midten af tånglagret. 3. Blandning af bandtång, c:a 20 % blåstång och något sallattång låg i hög från dec. 1915 till juli 1916; därvid analyserades såväl *a.* ytlagret på 10 cm. djup som bottenlagret *b.* Ytlagret innehöll rätt mycket rötter af *Chenopodium*.

TABELL XXX.

Gammal bandtång, 15 % vatten.

	1.	2.	3 a.	3 b.
Total N.....	0.71	} 1.52	1.10	1.81
Ägghv. N.....	0.50			
Fett.....	0.55			
Vaxträd.....	6.5	—	—	—
Aska.....	15.9	14.8	14.4	16.5
Sand.....	7.2	1	8.2	19.9
<i>I askan:</i>				
P ₂ O ₅	0.98	0.61	0.33	0.35
SO ₃	1.49	4.96	1.94	2.11
Cl.....	0.63	0.85	0.25	0.59
K ₂ O.....	0.98	0.61	0.75	1.75
Na ₂ O.....	0.58	1.56	2.15	4.20
CaO.....	5.97	6.10	5.11	5.77
MgO.....	2.29	2.28	1.08	0.98
Fe ₂ O ₃	—	—	0.5	0.8

En tånghög upplades vid Alnarps strand i nov. 1915 och kvarlåg till hösten 1916. Den bestod till omkr. 70 % af bandtång, 20 % af sallattång och resten hufvudsakligen blåstång. Efter regn i juli utsipprade (genom sallattångens sönderdelning) en fluorescent, gödselvatten liknande vätska, som hade följande sammansättning:

TABELL XXXI.

Torrsubstans.....	2.86 %	Cl.....	0.76 %
Däraf organ. ämnen.....	0.83 »	K ₂ O.....	0.37 »
Däri N.....	0.037 »	Na ₂ O.....	0.065 »
Aska.....	2.03 »	CaO.....	0.007 »
Däraf P ₂ O ₅	0.01 »	MgO.....	0.17 »
SO ₃	0.15 »		

De meddelade analyserna å tång visa samtliga:

De tånghögar som här undersökts (utom den sista) utgjordes helt eller mycket öfvervägande af bandtång. Den förändring, som denna vid uppläggning i hög och förvaring undergår, är icke synnerligen afvikande från hvad nederbörden enbart åstadkommer. T. o. m. efter 1/4 sekels förvaring som tånggårdesgård var bandtången lätt igenkännlig. Egendomlig är utom förut framhållna förändringar förlusten af vaxträd, antagligen ett verk af cellulosa förtärande bakterier.

Vid inblandning af sallattång i tånghögen sönderdelas densamma lättare och t. o. m. »gödelsaft» utpressas med en sammansättning, som rätt så mycket påminner om våra vanliga gödselvatten. Analysen därå bekräftar f. ö. den förut skildrade uttvättningen af tången: Saften är rik på klor och kali, därnäst på svafvel-

¹ Egentligen 32.1 % sand, men analysen beräknad å sandfritt prof.

syra, natron och magnesia, men däremot fattas så godt som helt fosforsyra och kalk. Kväfvhalten utgör $1\frac{1}{3}$ % af torrsubstansen eller ungefär samma halt som kan beräknas i den ursprungliga tångmassan.

I salt vatten vid högsommartemperatur bildas ibland på tångarter — mest dock sallattång — ett rödt färgämne, som sönderdelas af syra men som är mycket motståndskraftigt mot alkalier. Det är kväfverikt (4.6 % N) samt synes vara bildadt af bakterier. Detta förhållande iaktogs redan af LINNÉ i hans Ölandsresa: »På blåstång låg liksom blod eller röd färg, som var utdragen af denna tång med hafsvatten, solen och förruttelse». Närmare har jag icke haft tillfälle studera detsamma.

V. Om hafstångs användning till foder- och gödselmedel.

Då det föreliggande arbetet bör betraktas som en grundval för undersökningar om tångarternas praktiska användning, och några exakta försök öfver ofvanstående ämne af mig icke blifvit utförda, kan jag fatta mig kort.

Beträffande tångarternas fångst gäller denna vid Öresund endast bandtång, som mest direkt tages från stranden. En mindre del upptages ock från båt, men gäller fångsten äfven då uppluten tång, medan någon upphämtning från bottenbeståndet ej torde ifrågakomma. Vid Bohusläns kust, där den ilandflutna tången som vi sett är ringa, användes däremot fiske med skära eller raka. Dock har denna hittills skett i ganska ringa skala och gäller brunalger, mest gristång.

Priset å tång ställer sig gifvetvis något olika vid olika förhållanden. Vid Limhamn och vid Habo (strax N om Alnarp) såldes enligt C. KULLGREN år 1916 torr och balad bandtång för export till Tyskland till 80—90 kr. pr ton. I Bohuslän levererades algtång äfven för export vid samma tid uti balar och i torr form för omkr. 100 kr. pr ton. Våt tång, upptagen af egaren, torde i allmänhet kosta denne omkring 2 kr. pr ton¹.

Samtliga dessa växter äro för jordbruksändamål lämpligast under senhösten, vintern och våren på grund af att de då äro rikast på kväfve. Skada blott att de rikligast landdrifvas och lämpligast kunna utnyttjas under sommaren och den tidiga hösten. Gristången gör dock på grund af sin större fetthalt under sommaren härifrån ett undantag.

Vid användning till foder komma i första hand den sällsynta hafssallaten och därefter bandtången i fråga; först i andra hand kan man tänka på de olika brunalgerna. Sallattångens kemiska sammansättning, tab. VIII, anvisar den en rangplats bland fodermedlen. Dess höga halt af kväfve i form af ägghvita, hvaraf öfver hälften är smältbar i pepsin-saltsyra, samt dess ringa halt af växtråd ger densamma ett fodervärde, omkr. 45 f.-e. pr 100 kg., som öfverträffar de vanliga gräsen och ställer den vid sidan af baljväxterna. Den har endast en olägenhet,

¹ C. KULLGREN, P. M. till Folkhushållningskommissionen.

nämigen den mycket höga halten af mineralämnen, särskildt magnesiumsulfat. Vid Alnarp har man därför tvättat hafssallaten, innan den färsk användts till svinen eller innan den torkats för utfodring till kor. Äfven för aflägsnandet af sand är en dylik tvättning behöflig. En sådan behandling med sött vatten bör vid utfodring af all tång vara lämplig, då därmed de mesta alkalikloriderna och magnesiumsulfatet kunna aflägsnas. Både svinen och nötkreaturen här på Alnarp äto, om ej i början, så efterhand med stor begärlighet däraf. Under vintern och våren 1918, då stor foder- och isynnerhet ägghvitebrist rådde, utfodrades med 0.5 kg. däraf pr dag och djur till de högnjolkande korna med en utmärkt effekt. Äfven för svinen, som under den rikliga tillgången sommaren 1917 därmed utfodrades, visade den sig lämplig.

Bandtång liknar i sammansättning närmast timotej, tab. III. Den har icke så hög kväfvehalt som sallattång, ej heller är smältbarheten hos ägghvitan så stor (40 %); den innehåller dessutom en afsevärd mängd växttråd, nämligen omkring 20 % om sommaren och 10 % om vintern. Den kan därför icke mäta sig med sallattången och knappast ens med timotej. I lufttorr form torde den innehålla omkring 35 f.e. Till svinfoder är den på grund af växttrådhalten ej lämplig, men torde vid hö- och halmbrist med fördel kunna användas till hästar och nötkreatur¹.

Äfven brunalgerna hafva användts till foder. Af de vid Sveriges kust mera allmänt förekommande bör i första hand gristången härför lämpa sig, dels på grund af den höga fetthalten, dels på grund af att en del af ägghvitan vid denna brunalg torde vara smältbar. Detta är säkerligen anledningen till att gristång af ålder i Bohuslän brukats som svinfoder. De andra närstående brunalgerna, blåstång och sågtång, äro mindre lämpliga, säkerligen mest på grund af att ägghvitan är olöslig i pepsin-saltsyra. De försök som H. ISAACHSEN nyligen utfört vid Aas bestyrka detta²; som hjälpfodermedel i nödar torde dessa tångarter äga ett visst värde.

Såsom gödselmedel hafva samtliga tångarter ett obetingadt värde på grund af sin kväfvehalt (1—3 %) samt sin rikedom på mineralämnen. Af dessa står kali i detta afseende främst och uppgår i lufttorr tång åtminstone till 2 %. Särskildt *Chorda* är att betrakta som en verklig kaliväxt med samma halt af kali, eller omkring 8 %, som de lågprocentiga konstgödselmedlen. Tyvärr är den rätt sällsynt eller i hvarje fall rätt så nyckfull i uppträandet. Detta är har den utgjort en konstant beståndsdel i tången här vid Alnarp. Däremot är fosforsyrehalten i alla tångarter utom i kväfverik sallattång mycket låg: Därför kräfvä så godt som alla växter, som gödslas med tång, ett tillskott af fosforsyregödsel, något som, redan innan tångens sammansättning var närmare känd, var klart för praktiska landtmän i Danmark och England. Fast de öfriga mineralämnena i regeln icke behöfvä tillföras jorden och växterna, torde dock kalk, natron, magnesia och klor för vissa kulturer verka gynnsamt; detsamma gäller ock om de organiska ämnena, som särskildt i hafssallat mycket lätt förmultna och ge upphof till en gödsel resp. gödsel-

¹ Ugeskrift for Landmænd 1866, s. 47.

² Beretning fra Norges Landbruks-højskole 1916.

vatten liknande massa (sid. 44). Långsammast förmultnar bandtången, som just på grund af sin motståndsförmåga användts till stängsel. Redan LINNÉ säger i sin Gottländska resa år 1741 att »bland all tång är den till gödsel den sämsta».

Af nederbördens utlakad tång, antingen den legat på stranden eller senare upplagts i hög; har hufvudsakligen på grund af lägre kalihalt ett mindre värde än normal tång. Någon annan skillnad mellan frisk och lagrad tång, förutsatt att vattenhalten är densamma, än den som beror på utlösning af kali och i samband därmed någon anrikning af fosforsyrehalten, bör i allmänhet ej finnas. Om man afser från att sallattången är mest, därefter bandtången och minst blåstång o. a. brunalger äro känsliga för årstidens inverkan, kan man säga, att de olika tångslagen, i motsats till uppgifterna i litteraturen¹, tagna vid samma tid pläga äga en någorlunda likartad sammansättning beträffande kväfve, fosforsyra och kali, och att vattenhalten samt uttvättningen äro fullt lika så betydelsefulla som slaget. Praktisk användning har hafstången länge haft som gödselmedel i England, Skottland, Danmark, Frankrike, Amerika, Norge² samt vissa delar af vårt land. Och konstateradt är dess stora värde härvid bl. a. för potatis, som är en utpräglad kali- och kväfveväxt och f. ö. odlas på jord passande för utnyttjandet af detta gödselmedel, nämligen grus- och sandjord. Då de försök som utförts med tånggödsel äro från trakter med ett annat klimat och jordmån samt hufvudsakligen utförts med tare, vore rationella försök här af stort intresse.

¹ Se sid. 6.

² Se t. ex. Ugeskr. f. Landmænd år 1866; Fert. Res. of U. S., s. 168; Tidskr. f. d. norske Landbrug 1901, s. 13.

Summary.

If we go through what has been written of the common seaweeds in works bearing on this topic, we are struck by the discordancy of opinion as to their composition; there is no explanation of this fact, nor can anything be gathered from the data given. Shall these plants find a general practical application, and accordingly be scientifically utilized for agricultural and technical purposes, an investigation into these matters is necessary.

After giving an historical survey of the utilization of the seaweed and mentioning the analytical methods used the writer gives an account of the composition of the species of seaweed frequently occurring on the coasts of the Sound, viz. *Zostera*, *Ulva*, *Enteromorpha*, *Pylaiella*, *Fucus*, *Ascophyllum*, *Chorda*, *Halidrys*, *Fuwcclaria* and *Laminaria*. It was necessary to examine these plants during different seasons, at different localities with varying external conditions and to distinguish between the different parts of the plant. The perennials, annuals and ephemerals are different in these respects. Upon the whole, however, they have proved to be subject to the same conformity of law, but the mode of growth and individual qualities give rise to certain modifications.

It is decisive for the whole nature of the seaweed that it takes its matter from the surrounding water in contradistinction to the land-plants which take in most — but not all — matters with their roots. As is well known, some of these matters, viz. nitrogen and phosphoric acid, occur sparingly in sea-water, whereas the majority is to be found there in abundance i. e. all other inorganic mineral constituents, except iron. The former are absorbed by the plant during its whole lifetime, but as the plant has a time of relative rest in its assimilation in winter and spring, it takes advantage of this time to gather a large quantity of these as a reserve matter. During the following period of rapid assimilation, in summer, these stuffs are gradually diluted, and the weed even begins to suffer from the want of them. The seaweeds then react differently according to their different modes of growth.

The absorption of nitrogen is done most simply and typically in such a weed as *Ulva* which may partially live through the winter and attains to a rich development later on in the summer. As is shown in the tables VIII, IX, X the absorption of nitrogen follows the above-mentioned laws: there is a minimum in the height of summer and a maximum in spring before the assimilation quickens.

Zostera with perennial rhizomes economizes the small quantity of nitrogen to be found in the water in such a way that the roots and the tender autumnal leaves begin in November to take in stores of nitrogen, and the quantity of this substance increases in winter and spring in order to be able to supply the leaves and stalk with it during the rapid assimilation in summer. The quantity of nitrogen practically experiences the same changes as in *Ulva*, cf. table V, even though it never rises to such a height as in this specially nitrogenous plant. Judging from the few analyses made, cf. table XXIV, the conditions are the same in the case of *Laminaria*: its stipe and remaining part of thallus correspond to the roots and new leaves of *Zostera*. As to the perennial brown algae whose thallus wholly remains, the case is more complicated. The absorption of nitrogen has been most carefully examined in *Fucus vesiculosus*. The yellow annual shoots developed in summer have a notable capacity of gathering nitrogen from their surroundings, while the older thallus almost gets independent of the season, and there is no change at all in the composition of the stipe. As is more fully shown in table XIII, the new shoots get richer in nitrogen late in autumn, and then the quantity increases until late in spring when new shoots, poor in nitrogen, are again developed from the old ones. *Fucus serratus*, *Ascophyllum*, *Halidrys* and *Furcellaria* present a quite analogous state of things, as is seen by the analyses, cf. the tables XVIII, XX, XXII. The annual *Chorda* grows slowly in spring and then finds time to gather some store of nitrogen to last it for the summer; owing to the rapid assimilation, however, a dilution takes place during this time, whereas late in autumn a new store of nitrogen can be taken in before the plant dies. The ephemeral algae which have been examined, *Enteromorpha* and *Pylaiella*, are like the annuals, cf. table XXV.

The total variations of the quantity of nitrogen extend between 1 to 4.5 per cent., yet different in different plants. *Ulva* is richest and the annual *Chorda* poorest in nitrogen.

The quantity of phosphoric acid in these plants is throughout very small i. e. varying between 0.1 and 0.7 per cent. It varies in the same manner as nitrogen; still there is no definite relation. Here too *Ulva* stands foremost. Its comparatively high percentage of phosphoric acid is explained by the fact that it only occurs in water abundant in nutriment. While in the land-plants N : P₂O₅ is found in the proportion 2 : 1, the proportion is here 5 : 1.

The quantity of iron follows — in the chlorophyll-carrying seaweeds at least — that of nitrogen and phosphoric acid, the largest quantity in *Ulva* and *Zostera* being found in winter and in spring. In the brown algae the quantity of it is small and less varying.

The other mineral matters, viz. the salts of K, Na, Ca, Mg with Cl and H₂SO₄, that occur plentifully in seawater, are at the disposal of the plants in exceedingly large quantities, and therefore there is no need for them to gather more of these matters at a given time, than is necessary for producing an even osmotic pressure. The quantity of these substances is very large, i. e. about 15 per cent. There seems

to be no remarkable variation during the different seasons. However, the mineral matters in question seem to increase at the time when the quantities of nitrogen and phosphoric acid are at their smallest, i. e. in summer and autumn. In general the quantity of salt is somewhat larger in samples from the salty Kattegat than in those from the Sound, or from the Baltic, at the same time; cf. the tables III, IV, VIII, XII.

These plants have a fairly large quantity of water in a fresh condition: between 72—88 per cent.; in the brown algae it is about 75 per cent. It varies, however, in the different parts of the plant and in these too, during different seasons. The largest quantity of water is found in *Chorda* reaching to 88 per cent. In *Zostera* it is about 82 per cent. in the leaves, more in the large and old than in the young and tender ones. The roots and stalks, too, have a larger quantity of water; table I. The perennial brown algae, too, contain different quantities of water in different parts: it is smallest in the stipe, largest in the young shoots; table XI. In all the plants the composition has been calculated on a quantity of water of 15 per cent., which corresponds to the quantity of water of plants in an air-dried form (cf. p. 7).

The variation in nitrogenous matters has been indicated above, and also that it is dependant on the seasons and the composition of the surrounding water. The same variation is to be found in albumines as well as in »amides»; it is most prominent in a typical sewage-plant like *Ulva*, least in *Chorda*. The quantity of albumen soluble in pepsine and hydrochloric acid is largest in *Ulva* (55 per cent.) out of all seaweeds examined, moderate in *Zostera* (40 per cent.), and slight or none in the proper brown algae. *Ascophyllum*, however, is remarkable with 26 per cent. of albumen.

Just as the nitrogenous matters the crude fat also increases in winter and in early spring, and then decreases in summer. The quantity varies between $\frac{1}{2}$ and 3 per cent., except in *Ascophyllum* where it may attain to more than 8 per cent. In this plant, however, the quantity of fat is largest in summer and less in winter, which may be due to the fact that it is here secreted as real fat in order to serve as reserve matter, whereas the ether extract in other seaweeds mostly consists of dissolvant products.

All other nitrogen-free matters, the so-called extract-stuffs as well as the cellulose, are developed in great numbers in summer but decrease in winter and in spring. This is best seen in *Ulva* (table VIII), but the same rule is evidently applicable of all seaweeds. The amount of cellulose is small in all these plants, except in *Zostera* where it may reach to 20 per cent. in summer and about half the amount in spring.

The quantity of ash constituents is very large and approximately the same in all seaweeds. In the perennials, except *Laminaria* (table XXIV), it is usually less in the oldest stipe than in the young leaflike parts (table XV). In all seaweeds, except *Chorda*, it amounts to 10—17 per cent.; in the latter it amounts to 22—32 per cent. Of the ash constituents the quantities of potassium and sodium are about

equally large, the former predominating somewhat over the latter. Potassium always occurs in abundance where the quantity of chlorine is large. Especially *Chorda* stands out with an average of 7 per cent. of potash, and in one instance as much as 12 per cent., the chlorine at the same time exceeding above 6 per cent. The quantity of lime is highly varying, which may be due to adhering calciferous organisms. Magnesium is more constant and is low in all seaweeds, except in *Ulva*. The quantity of sulphuric acid in the ash of all seaweeds is large, except in *Zostera*; in *Ulva* and in the old parts of the brown algae it may reach to 6 per cent. and above that. Very likely, however, the sulphur to an essential degree is originally to be found in an organic form, as it is only partly washed out by treatment with water. The quantity of chlorine is very much varying, which to a certain degree is due to its being washed out in less salty water. The quantity is larger in seaweeds living in deep water than in those growing in the littoral regions. The quantity of iodine varies more than any other substance. While *Zostera*, *Ulva* and other green seaweeds scarcely contain any trace of it and the quantity of iodine in the brown algae of the Sound only is some hundredth part of per cent., *Laminaria* is characterized by a great capacity of taking in this matter, quantities of 0.5 per cent. being observed.

The writer has further shown the changes which are occasioned by the washing out of the seaweeds, by rainfall, and by preservation in piles. These changes are of importance for the utilization of the seaweed for practical purposes. By rainfall the inorganic matter in the first place is washed out, especially chlorine and potassium, and also sodium, magnesium, and sulphuric acid, but extremely little of phosphoric acid, lime, and iron. The organic matter, too, is exposed to such washing out, which is also the case with nitrogen that diminishes proportionally to the organic substance. The consequence of this is that a mass of seaweed is obtained poor in potassium and chlorine, but rich in phosphoric acid, lime, and iron. Putrefaction has no considerable influence on these conditions, especially not in the case of the here very common eelgrass; in *Ulva* the changes seem to be more radical.

Finally the writer has made some suggestions on the use of seaweed as fodder and manure. As fodder *Ulva* stands foremost, containing, as it does, a large quantity of soluble albumen and very little cellulose. Next comes *Zostera*. The brown algae, of frequent occurrence in the Sound, have no great value owing to their want of soluble albumen. *Ascophyllum*, very common on the Western coast, has been used of old for pig's food, which is due to its large quantity of fat and the occurrence of soluble albumen. All seaweeds, before being used for food, should be freed from salts through washing out.

As manure, too, *Ulva* stands first. In this respect the nitrogen and the potash are of the greatest importance in all seaweeds. The quantity of phosphoric acid, on the contrary, is uncommonly small in all of them, and for this reason an admixture of manure containing phosphoric acid generally is necessary. When seaweed is exposed to the air and is heaped up in piles, potash especially is washed

out Apart from *Ulva* which, as a rule, is rich in nitrogen and phosphoric acid and *Chorda*, rich in potash, the quantities of nitrogen and inorganic matters are not very diverging in different kinds of seaweeds taken out of the water at the same time.

Survey of the tables of analysis.

- Zostera*: Table I. Quantity of water in eelgrass of different size, and in different parts, viz. fresh and brown leaves, fresh stalks and roots.
 Table II. Ashes and N in broad and narrow-leaved eelgrass.
 Table III. Eelgrass in an air-dried form in different seasons arranged according to its being gathered in spring, in summer and in winter; all from the shore of Alnarp.
 Table IV. The same, from other places.
 Table V. Variation of N, P_2O_5 , Fe and ashes in leaves, stalks and roots at different times and different wind, from Alnarp.
 Table VI. The same, from Gothenburg.
 Table VII. Fresh eelgrass with 82 per cent. of water in different seasons.
The curve fig. 1, page 13. N and P_2O_5 , variation in different seasons.
- Ulva*: Table VIII. Air-dried and fresh sea-lettuce partly from Alnarp I—III, partly from other places IV—VI; in different seasons.
 Table IX and fig. 2. Quantity of N, P_2O_5 and Fe_2O_3 in *Ulva* drifted to shore at different places during a west-north-westerly storm.
 Table X. N, ashes, K_2O and Cl in *Ulva* in different seasons. Alnarp.
The curve fig. 3, page 21. N and P_2O_5 , variation in different seasons.
- Fucus vesiculosus*: Table XI. Quantity of water in different parts of fresh rockweed, viz. in yellow annual shoots, brown thallus, black stipe and in the whole plant.
 Table XII. Composition of the whole plant in an air-dried form at different times, and averages for spring and for summer-autumn.
 Table XIII. Quantity of N in different parts of 13 different samples of rockweed from the yellow annual shoots to the stipe.
 Table XIV. N, P_2O_5 and Fe_2O_3 in yellow annual shoots, brown old leaf and stipe.
 Table XV. Ash constituents in the same parts of the plant, at different times.
 Table XVI. Average composition of fresh rockweed, the whole plant, in spring and in summer-autumn.
The curve, page 28, indicates graphically the variation of N and P_2O_5 in stipe, brown leaf and in yellow annual shoots.
- Fucus serratus*: Table XVII. Composition of air-dried seaweed, the whole plant from different times and places.
 Table XVIII. The quantity of N and P_2O_5 in yellow annual shoots, brown leaf and stipe; and in the whole plant. Samples from Gothenburg.
 Table XIX. Composition of fresh seaweed with 75 per cent. of water in spring and in summer-autumn.
- Halidrys* and *Parcellaria*: Table XX. Analysis of air-dried samples from different times.
- Ascophyllum*: Table XXI. Samples from the neighbourhood of Gothenburg at different times, partly in an air-dried form, partly in a fresh condition.
 Table XXII. Quantities of N, of ashes, and of fat in yellow annual shoots, fruits, old leaf and stipe at different times.
- Chorda*: Table XXIII. Composition at different times, partly in an air-dried form, partly in a fresh condition.

Laminaria: Table XXIV. Leaf and stalk at different times in an air-dried condition.

Table XXV. Quantities of N, P_2O_5 and Fe_2O_3 in the green and yellow part of the leaf.

Enteromorpha and *Pyliella*: Table XXVI. Composition at different times, in an air-dried condition.

Washed out seaweed: Table XXVII. 100 parts of *Ulva* washed out with distilled water. Loss in percentage of N, ashes, P_2O_5 and K_2O .

Table XXVIII. *Fucus ves.* washed out during ten days with distilled water. Loss in percentage of dry substance, organic matter, N etc.

Table XXIX. Composition of *Fucus v.* and *Zostera*, washed out by rainfall during 4 months.

Table XXX. Analysis of old *Zostera*, 1 has been piled up 25 years at least, 2—3 for several months.

Table XXXI. Manure-water run off a pile of seaweed, rich in *Ulva*.



LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT, N. F. Avd. 2. Bd 15. Nr 8.
KUNGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 30. Nr 8.

STUDIER

ÖFVER

KLYFÖPPNINGARNAS MORFOLOGI

MED SÄRSKILD HÄNSYN TILL DERAS PATOLOGISKA
UTBILDNINGSFORMER

AF

OTTO GERTZ

MED 182 TEXTBILDER

(ZUSAMMENFASSUNG UND FIGURENERKLÄRUNG IN DEUTSCHER SPRACHE)

LUND
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG
OTTO HARRASSOWITZ

Föredragen i K. Fysiografiska Sällskapet den 12 december 1917.

LUND 1919
HÅKAN OHLSSONS BOKTRYCKERI

I inom växtanatomin torde få områden vara grundligare utforskade än genomluftningssystemet och särskildt de i dettas tjänst stående klyföppningarna. De senare ha detaljeradt undersökts från såväl deskriptivt anatomisk som fysiologiskt anatomisk och utvecklingshistorisk synpunkt. Man har vidare skänkt dessa bildningar uppmärksamhet i systematiskt hänseende (VAN TIEGHEM, RADLKOFER, SOLEREDER och lärjungar af dessa forskares skola), i det att dem tillkommande strukturförhållanden, deras uppträdande öfver hufvud å skilda växtdelar, lokalisation m. m. befunnits utgöra icke oväsentliga, i vissa fall till och med högst betydelsefulla moment vid familjers och släktens afgränsning. Och med den monografi, PORSCH år 1905 utgaf öfver klyföppningsapparaten, lades grunden till ännu en växtanatomisk disciplin, den fylogenetiska växthistologien. Ytterligare skall nämnas, att klyföppningarna blifvit föremål för undersökning äfven från paleontologisk synpunkt, en undersökning, som hufvudsakligen varit inriktad på karbontidens ormbunksflora och rhät-lias-tidens cykadéer (NATHORST¹, HALLE).

En allmän öfverblick öfver de konstruktionstyper, som realiserats vid klyföppningarnas byggnad, har lämnats i PORSCHS och HABERLANDTS sammanfattande arbeten, hvilka kunna sägas, i stort sedt, representera vår nuvarande kännedom på detta område. Sedan dessa utkommit (HABERLANDTS arbete i upplagan 1909), ha emellertid nya undersökningar publicerats, som innebära en i flera punkter vidgad kännedom om klyföppningsapparatus anatomi och fysiologi och som erbjuda intresse icke minst med hänsyn till de olika varianter, som byggnaden af stomata kan företa. Ut denna de sista årens litteratur på området skall erinras om undersökningarna af KARZEL, LINSBAUER, BOBISUT, FUCHSIG, RUDOLPH, WARNECKE, HAMORAK, POULSEN, NEUMANN-REICHARDT och andra forskare.

I det stora hela har man vid undersökning af klyföppningarna hållit sig utslutande till den byggnad, de visa under normala förhållanden. Åt deras ombildning under inflytande af ändrade yttre eller inre betingelser har man däremot skänkt endast ringa uppmärksamhet. Visserligen föreligga litteraturuppgifter angående

¹ NATHORSTS paleontologiska klyföppningsstudier — i en hel rad af arbeten och särskildt i serien »Paläontologische Mitteilungen» — innebära betydelsefulla uppslag, hvilka jämväl i fysiologiskt anatomiskt hänseende äga sitt stora värde. Genom undersökning af klyföppningsapparatus byggnad kunde KNOLL år 1904 identifiera en tertiär, tidigare som *Potamogeton* bestäm d växtart såsom tillhörande familjen *Loranthaceae*, *Viscophyllum Morloti*. Se ock PORSCH (III, 45).

klyföppningsanomalier, men de äro helt få. Sålunda omnämner PORSCH i sin monografi vissa fall af patologiskt förändrade klyföppningar, och under de senare åren ha på denna punkt inriktade undersökningar utförts af GUTTENBERG och KÜSTER. Men äfven dessa forskares uppgifter äro helt summariska och beröra i allmänhet blott några mera markanta slag af ombildning, som klyföppningarna äro underkastade, när en eller annan faktor ingriper mera tydligt bestämmande under deras utveckling.

Redan för mer än 10 år sedan gjorde jag bekantskap med åtskilliga fall af ombildade klyföppningar. Till en del voro dessa af samma slag som de PORSCH, KÜSTER och GUTTENBERG beskrifvit, till en del gingo förändringarna i andra riktningar. Mina särskildt under de tre sista åren fortsatta undersökningar öfver klyföppningarnas patologiska anatomi ha bragt i dagen ett stort antal nya fall af på olika sätt förändrad klyföppningsbyggnad. Följande meddelande, hvilket utgör en sammanfattande redogörelse för mina undersökningar i denna riktning, afser att lämna en öfversikt öfver de viktigaste typer af anomalier, som klyföppningsapparaten kan förete. Undersökningarna röra sig å flera, från hvarandra oberoende fält. De beröra sålunda stomatär hypertrofi resp. hyperplasi, därjämte vissa fall af hypertrofi och i allmänhet reduktion och obliteration af klyföppningar, äfvensom öfvergångsformer mellan typiska stomaceller och vanliga epidermisceller. Vidare har jag i föreliggande arbete sammanfört de ingalunda talrika och mestadels enstaka litteraturuppgifter, jag — bortsett från de redan nämnda undersökningarna af PORSCH, GUTTENBERG och KÜSTER — träffat angående abnormt byggda klyföppningar.

Då mina undersökningar, som nämndt, beröra skilda områden inom växtanatomin och det studerade materialet till följd däraf bär en heterogen prägel, har jag funnit lämpligt att fördela redogörelsen på följande hufvudafdelningar:

- 1) *experimentellt realiserade klyföppningsanomalier vid kultur i ångmättad atmosfär och vid maximala temperaturgrader;*
- 2) *abnorma klyföppningstyper hos olika organ under naturliga förhållanden, t. ex. å panacherade växtdeelar, foderblad, perikarpier och fröintegumenter;*
- 3) *bildningsafvikelser hos klyföppningar å myko- och zoococcidier.*

Till dessa hvar för sig fristående kapitel ansluter sig vidare en mera sammanfattande framställning jämte diskussion, där jag sökt sammanföra de beskrifna fallen till mera bestämda typer under gemensamma synpunkter.

En resumé af vissa delar ur föreliggande klyföppningsstudier har jag lämnat i ett föredrag i Lunds Botaniska Förening den 9 mars 1917, hvaraf ett kortfattadt referat tryckts i Botaniska Notiser 1917 (p. 137).

I.

Klyföppningarnas byggnad hos groddplantskulturer i ångmättad atmosfär vid maximala temperaturgrader.

Mina undersökningar häröfver gå tillbaka till år 1905. De utgöra ett led i en då påbörjad större undersökning öfver supraoptimala temperaturgraders inverkan på växters anatomiska byggnad och ansluta sig till i denna riktning anställda iakttagelser af PRILLIEUX. Denne forskare begagnade sig af följande försöksanordning. Frön af *Phaseolus* och *Cucurbita* lades till groningen i en större, med jord fylld kruka, som uppvärmdes medelst ett i densamma nedskjutet, vinkelböjdt järnbleck, hvars horisontala skänkel stack in i en gaslåga. Vid dessa försök, hvilka PRILLIEUX utförde i ett kallt, fuktigt laboratorierum, inträdde groningen på vanligt sätt, men groddplantorna föredde under sin utveckling snart anmärkningsvärda förändringar. Redan när de stueko upp ur jorden, visade deras stammar en helt obetydlig längdtillväxt, medan däremot en excessiv tillväxt i tjocklek gjorde sig gällande. Till följd häraf uppstod i de ytliga cellagren en stark väfnadsspänning, som ledde till uppkomsten af djupa remnor. Dessa, hvilka sträckte sig in i märgen och omöjliggjorde plantornas vidare utveckling, bildades i några fall på längden, i allmänhet gingo de dock i transversal riktning. Lades de förtjockade stammarna i vatten, uppstodo än kraftigare dylika väfnadsbristningar.

Till samma resultat ledde undersökningar af VESQUE. Denne fann emellertid en liknande suckulens eller karnositet inträda vid vissa andra experimentella anordningar, t. ex. när försöksväxterna fingo omväxlande vegetera i koncentrerade och starkt utspädda näringslösningar eller destilleradt vatten. Så antogo t. ex. unga hveteplantor, som hvar halftimme förflyttades från 5 % ig näringslösning till destilleradt vatten och sedan åter till näringslösningen, denna struktur (VESQUE, I, 261).

Äfven KÜSTER omnämmer (I, 89) kulturer af groddplantor i uppvärmd jord. I dennes försök ställdes krukorna med däri växande groddplantor å sandbad, så att substratets temperatur höll sig mellan 40–42° C., och öfver dem stälptes glaskupor för att skydda försöksväxterna för uttorkning. Det visade sig, att hos *Vicia*, hvars groddplantor KÜSTER fann bäst uthärda den beskrifna behandlingen, uppstodo å hypokotylen, till följd af barkparenkymets abnormt stegrade tillväxt, hvitaktiga knotur, hvilka till slut sprängde hudväfnaden.

Vid mina egna försök begagnade jag — till skillnad från PRILLIEUX, som, efter hvad det vill synas, låtit kulturerna utvecklas i förhållandevis torr luft, — den anordningen, att atmosfären hölls, liksom i KÜSTERS försök, starkt fuktig, nästan ångmättad. Kulturerna uppdrogos i en rymlig, med termoregulator försedd termostat, där temperaturen var i det närmaste konstant, i olika försök mellan 37—39 eller 40—42° C. På lämpligt underlag, hvilande å en skål med vatten, ställdes här krukningarna, och öfver dem stälptes en glaskupa för åstadkommande af ångmättad atmosfär. Som ljuskälla tjänade en glödlampa med i vissa försök 16, i andra 25 normalljus' styrka. En lämplig anordning var att införa lampan inom glaskupan och där till hälften nedsänka densamma i vatten, då afdustringen till följd däraf blef starkare och luftens fuktighetsgrad på detta sätt ökades.

Kontrollkulturer anställdes dels — under i öfrigt lika betingelser — i mörker (bakom svärtade pappeylindrar), dels — vid vanlig temperatur och lägre fuktighetsgrad — i ljus och i mörker.

Som försöksväxter tjänade groddplantor af *Secale cereale*, *Avena sativa*, *Phaseolus multiflorus*, *Pisum sativum*, *Cucurbita Pepo*, *Luffa cylindrica* och *Lepidium sativum*. Frön resp. frukter lades under ofvan beskrifna betingelser till groing i sand, i några försök å genomfuktadt filterpapper. Vissa andra växter, som syntes mig vid dessa försök lämpliga, såsom *Tropæolum majus* och andra, grodde ej.

De resultat, som framgingo, voro i korthet följande. Hos *Secale cereale* inträdde groingen vid 40° C. hastigare i ljus- än i mörkkulturerna. Hvad angår tillväxten, befanns den i samtliga mörk- såväl som ljuskulturer vid 40° långsammare än i parallellkulturer vid 12° C. och under i öfrigt normala betingelser. Vidare var längdtillväxten vid konstant belysning, normal luftfuktighet och 12° temperatur hastigare än i kulturer vid konstant belysning, ångmättad atmosfär och 40° temperatur. I värme försöken blef koleoptilen sålunda konstant kortare, och i än högre grad befanns detta vara förhållandet med det första örtbladet. Retarderingen af tillväxten i detta fall var ej att tillskrifva den kontinuerliga belysningen, oaktadt redan denna faktor i och för sig verkar tillväxthämmande, utan den supraoptimala temperaturen i kombination med luftens ökade fuktighetsgrad.

Ett genomgående drag hos samtliga *Secale*-kulturer vid 40° C. — såväl ljus- som mörkkulturerna — var groddplantornas gulbleka färg. Detta deras utseende förklaras, i öfverensstämmelse med vissa analogt, af WIESNER (II, 95) anställda iakttagelser, sannolikt därpå, att den i dessa kulturer rådande höga temperaturen (40° C.) ligger för *Secale cereale* ofvan den öfre kardinalpunkten (maximum) för klorofyllbildningen, åtminstone vid den för försöken angifna ljusstyrkan.

Hvad beträffar försöksväxterna i mörkkulturerna, visade dessa — bortsett från saknaden af klorofyll — inga drag af etiolering. De förhöll sig nämligen på alldeles samma sätt som ljuskulturerna och voro icke, som vid etiolering är fallet, öfverförlängda, utan snarare något kortare än de förra, hvilket synes mig tala för att den extremt höga temperaturen och icke belysningen här verkat tillväxthämmande.

Pisum sativum utvecklades endast obetydligt. Groddplantorna gingo inom kort under, hvilket inleddes med brunfärgning och förstöring af rotspetsarna, hvarifrån förändringarna hastigt spridde sig till växten i dess helhet.

Groddplantorna af *Luffa cylindrica* blefvo i ljuskulturerna, liksom under normala förhållanden, gröna. Detsamma var, ehuru ej fullt så utpräglat, fallet med groddplantor af *Cucurbita Pepo*.

I kulturer vid 37—39° C. inträdde hos *Phaseolus multiflorus* en helt svag, nästan omärklig grönfärgning. *Lepidium sativum* slutligen antog vid dessa temperaturgrader något starkare grön färg.

Hos *Phaseolus multiflorus* och *Cucurbita Pepo* fann jag å kulturerna vid 40° C. tydliga yttringar af morphästesi. Där hufvudroten under groningen, till följd af invers ställning hos fröet, utfört skarpa krökningar, utbildade den sidorötter blott på bågens konvexsida. Å en dylik båge med uppåtvänd konvexitet iakttog jag därjämte hos *Phaseolus multiflorus*, att sidorötterna växte rakt uppåt utan att visa geotropisk nedåtkrökning. Vid anatomisk undersökning af rotspetsarna befunnos dessa sakna statolithstärkelse, hvilket lämnar förklaringen till att rötternas geotropiska krökningar uteblifvit¹.

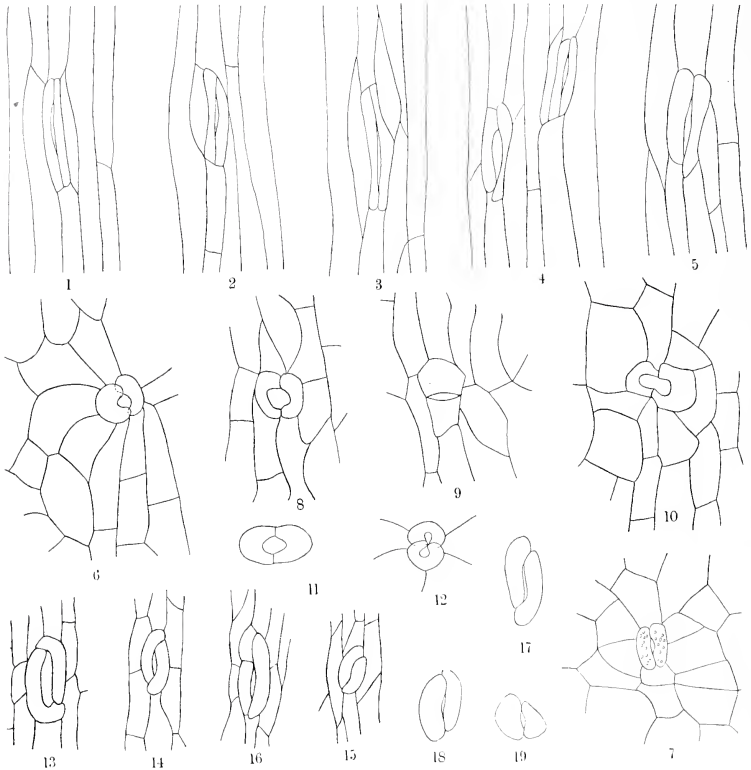
Hvad beträffar de i PRILLIEUX' försök inträdde ansvällningarna å hypokotylen stamledet, iakttog äfven jag i mina försök dylika deformationer, nämligen hos *Phaseolus multiflorus*, *Luffa cylindrica* och *Cucurbita Pepo*. De gjorde sig likväl mindre starkt gällande och voro öfver hufvud taget endast hos *Phaseolus* tydligare framträdande. Vid anatomisk undersökning af ifrågavarande, nästan suckulenta hypokotylor framträdde i det stora hela samma förändringar som hos PRILLIEUX' försöksplanter. Epidermiscellerna voro bredare — PRILLIEUX uppper ända till 3 gånger mot normalt — samt något kortare än hos normala parallellkulturer. Barkparenkymet hade större mäktighet — i PRILLIEUX' försök, där deformationen ifråga var starkare än i mina, 4 gånger mot normalt —, hvilket berodde på förstöring (hypertrofi) hos cellerna i radiär riktning; någon celldelning (hyperplasi) inträdde här icke, lika litet som i något af PRILLIEUX undersökt fall.

Beträffande klyföppningarna, meddelar PRILLIEUX om dessa endast i förbigående den uppgiften, att de å deformerade individ modifieras på samma sätt som epidermiscellerna, ehuru mindre starkt. De äro sålunda på ansvällda stamled något kortare och bredare. Såsom mina undersökningar gifvit vid handen, äro emellertid klyföppningarna i detta fall underkastade förändringar i flera riktningar. De anomalier, de härvid kunna förete, framgå af följande redogörelse.

Hos *Avena sativa* — äfvensom hos *Secale cereale*, hvilken i allt väsentligt synes öfverensstämma med *Avena* och därför här ej närmare beskrifves, — undersöktes hufvudsakligen koleoptilen. Såsom i regeln är fallet med detta för gräsen egenomliga blad, visar dess epidermis dimorfism, i det att ofvan de båda kärldrängarna uppträda klyföppningar, hvilka för öfrigt saknas å koleoptilen. Som redan

¹ Ur den rika litteraturen angående statolithypotesen skall här — i anslutning till ofvan anförda iakttagelse — endast erinras om undersökningarna af NEMEC och NYBERGH.

Porsch visat — hufvudsakligen med afseende på *Zea Mays* —, tillhöra dessa en annan typ än den för Graminé-blad i öfrigt utmärkande. Bicellerna saknas här eller ha en afvikande form, och stomacellerna själft visa den fylogenetiskt äldre organisation, som representeras af Liliacé-typens klyföppningar (Porsch, III, 125).



Figg. 1—19.

I mina värmekulturer visade koleoptilens klyföppningar flera anomalier (figg. 1—5). De voro sträckta abnormt på längden och deras slutceller långa och smala med starkt förträngd slutspringa. I några fall saknades klyföppningsspringa alldeles. Det eljest i stomaceller förekommande innehållet af kloroplaster och stärkelsekorn var ej förhanden. Därjämte var längdaxeln hos flera klyföppningar mer eller mindre krökt, veckad eller vinkelböjd (fig. 3). Till anomalier af detta slag slöto

sig flera andra. Sålunda iaktogs flerstädes en förskjutning af slutcellerna mot hvarandra i ena eller bägge polerna. Biceller förefunnos i flera fall (fig. 3); stundom var emellertid endast en sådan förhanden (figg. 1, 2, 4). I regeln voro de mer eller mindre förskjutna från klyföppningen. De öfriga epidermiscellerna hade långsträckt, parenkymatisk form och visade allmänt oregelmissiga, kallösa membranförtjockningar i form af lister eller knutor, hvilka vid behandling med kalihydrat färgades svafvelgula.

Hos *Phaseolus multijlorus* visade groddplantorna å hypokotylen knöliga, om intumescenser erinrande deformationer. Som en undersökning af tvärsnitt gaf vid hvarandra, voro dessa emergenser och genomdragna af rörformiga, nästan om körtelekanaler erinrande intercellulärer. Å emergensens spets befann sig städe en klyföppning, som sålunda förskjutits ut på en papill ofvan epidermis' yta. Bortsett från detta deras läge, gjorde sig hos klyföppningarna anomalier gällande äfven i andra hänseenden. Stomacellerna voro starkt hypertrofierade och slutspringan vidöppen, mestadels i så hög grad, att dess tvärxel hade samma längd som den morfologiska längdaxeln (fig. 8). I några fall var till och med tvärxeln längre, så att springan blef tvärställd och klyföppningen starkt utvidgad på bredden (figg. 10—12). En variant af denna typ representerar fig. 9, där klyföppningsspringan visserligen hade normal form, men slutcellerna antagit en oregelbundet kantig, polygonal gestalt. En annan abnorm utbildningsform föreställer fig. 12. Klyföppningen i sin helhet synes här föga förändrad, men till följd af det ökade turgortrycket ha slutcellernas ändar omböjts mot hvarandra, tills de träffats, hvarigenom den ursprungligen enhetliga stomaspringan uppdelats i två från hvarandra skilda intercellulärer. I detta fall ha därjämte spetsarna hos angränsande slutceller förskjutits öfver resp. under hvarandra.

Hos *Cucurbita Pepo* och *Luffa cylindrica* gingo förändringarna delvis i annan riktning. Klyföppningsspringan var äfven här mestadels vidöppen, dock ej så starkt, att dess tvärxel i något fall nådde längdaxelns dimensioner. Däremot befunnos slutcellerna ofta oregelbundet förskjutna mot hvarandra och i samband härmed skarpt omböjda i ena änden, så att klyföppningsapparaten blef asymmetrisk (figg. 13, 14, 17). I några fall saknades slutspringa (fig. 15). Den mest anmärkningsvärda ombildningen bestod dock däruti, att ena slutcellen — i ett af mig iakttaget fall till och med båda (*Luffa*) — delades genom en tvärvägg i två, hvarigenom trecelliga resp. fyrcelliga klyföppningar uppstodo (fig. 16). Den på detta sätt experimentellt realiserade anomala typen synes mig vara af ett stort intresse, emedan den utgör ett hos fanerogamerna påvisadt motstycke till den bekanta, af SCHIMPER, HABERLANDT och BÜNGER studerade *Polytrichum*-typen hos mossornas klyföppningar. Beträffande den trecelliga klyföppningsformen hos *Cucurbita* och *Luffa* skall vidare tilläggas, att i af mig undersökta fall förefanns slutspringa endast mellan den osepterade slutcellen och den septerades ena dottercell, medan den senares systercell var hermetiskt tryckt intill den odelade slutcellen. Mellan ifrågavarande tvänne systerceller synes sålunda en fysiologisk differentiering ha inträffat.

De i nu beskrifna kulturer realiserade klyföppningsanomalierna kunna sammanfattas till följande typer:

- 1) abnorm sträckning af slutcellerna, ledande till reduktion eller försvinnande af slutspringan (*Secale, Avena*);
- 2) abnorm utveckling af klyföppningsspringan på tvären (*Phaseolus*);
- 3) afdelande af slutspringan i två från hvarandra skilda intercellularrum till följd af slutcellernas starkt ökade turgortryck, så att deras öfre och undre ändar beröra hvarandra (*Phaseolus*);
- 4) asymmetri till följd af slutcellernas förskjutning mot hvarandra i sideoled (*Secale, Avena, Cucurbita*);
- 5) försvinnande af slutspringan (*Avena, Cucurbita*);
- 6) septering af ena eller bägge slutcellerna genom bildning af tvärvägg (*Cucurbita, Luffa*);
- 7) abnorm förstoring af den inre andhålan, hvilken på tvärsnitt antager formen af en körtelkanal (*Phaseolus*).

Anmärkningsvärdt nog, nämner hvarken PRILLIEUX, VESQUE eller KÜSTER — åtminstone i detta sammanhang — något om klyföppningsanomalier vid kultur å uppvärmdt substrat. Förhållandena äro emellertid — särskildt gäller detta beträffande PRILLIEUX' försök — icke fullt jämförbara med dem, som realiserats vid mina kulturer. I PRILLIEUX' var nämligen atmosfären mera torr, i mina så godt som ångmättad. Däremot föreligga andra litteraturuppgifter om fall, där klyföppningsdeformationer af vissa här beskrifna slag blifvit iaktagna. De viktigaste bland dessa ha lämnats af STAFF, LEITGEB och GRAVIS. STAFF lät potatisknölar utvecklas inom glasklockor, klädda med vattendränkt filterpapper. Å de här uppväxande plantorna, hvilka i anatomiskt hänseende visade stora olikheter från normala, ändrade klyföppningarna, liksom öfver hufvud epidermiscellerna, sin gestalt. Deras slutceller tillväxte nämligen starkt i längd och krökte sig med ändarna mot hvarandra, så att den yttre bågen blef mera konvex, den konkava krökningen skarpare. Klyföppningsapparaten utvecklades på detta sätt, i motsats till förhållandet i normala fall, starkare på bredden än i längd (STAFF, I, 239, 244). Krökningen hos slutcellerna medförde till slut, att deras ändar träffades och klyföppningsspringan afdelades i två skilda rum (Taf. III, fig. 1).

Ett liknande förhållande beskref LEITGEB (I, 125 ff.) år 1886 hos perigonbladen af *Galtonia candicans*. Om isolerade epidermishinnor lades i vatten, öppnade sig slutcellerna till följd af den höjda turgorn, men springans utvidgning upphörde i detta fall icke, när den normala öppningsställningen intagits, utan fortskred konstant under flera dagar och nådde först sitt slut, då hvar och en af de i krökning stadda stomacellerna sammanslutit sig till en cirkel (figg. 6, 7, 10). Enligt LEITGEB är denna förreteelse icke att tillskrifva slutcellernas tilltagande turgor enbart, utan

äfvén de angränsande epidermiscellernas aftagande sidotryck, i den mån dessa celler tidigare dö bort än slutcellerna¹.

Samma fenomen inträdde, när afskurna blommor höllos i fuktig atmosfär. Efter 3—4 dagar, då perigouspetsarna började brunfärgas och macereras, iakttog LEITGEB — i samband med epidermiscellernas fortskridande afdöende — alla stadier af klyföppningsapparaternas öppningsställning från den normala till ofvan beskrifna extrema (figg. 6—10).

Å ifrågavarande deformerade klyföppningar gjorde LEITGEB vidare (I, 144) en intressant iakttagelse. Medan det i regeln lyckades att vid inverkan af induktions-elektricitet bringa klyföppningsspringan att sluta sig, förblef denna i LEITGEBs försök öppen, om den varit abnormt starkt vidgad. Enligt LEITGEB torde detta bero därpå, att elasticitetsgränsen öfverskridits genom membranens allt för starka tämjning.

LEITGEBs afbildningar af de beskrifna klyföppningsanomalierna — särskildt figurerna 6 och 7 — erinra lifligt om motsvarande af STAFF öfver *Solanum tuberosum*, äfvensom om mina öfver *Phaseolus multiflorus*.

Ett tredje fall har beskrifvits af GRAVIS år 1898 i dennes monografi öfver anatomien hos *Tradescantia virginica*. Detta fall, hvilket blifvit totalt förbisedt i litteraturen — GRAVIS' iakttagelse nämnes t. ex. icke hos PORSCH, som i öfrigt synes med afsende på bibliografien å detta område vara tämligen fullständig, och år 1916 upptäcktes denna 18 år tidigare gjorda iakttagelse å *Tradescantia virginica* på nytt af HAGEN² —, hänför sig till ett blad af ifrågavarande växt, hvilket lämnats att under några veckor macerera på ett vattendränkt papper i ångmättad atmosfär. GRAVIS fann här samtliga mesofyll- och epidermisceller döda med undantag af stomacellerna. De senare hade emellertid en i hög grad förändrad form. De voro nämligen starkt båg böjda och stomaspringan vidöppen samt i vissa fall deformerad på samma sätt som i STAFFs kulturer. De på ömse sidor om klyföppningen ligande epidermiscellerna hade sammantryckts, på flera ställen så starkt, att de icke längre kunde iakttagas. I stomacellerna hade turgorn stigit till en abnorm höjd, i det att icke ens en mättad kalispeterlösning enligt GRAVIS var i stånd att hos dem framkalla plasmolys. En sådan erhöles först med 35 %-ig koksaltlösning. Förklaringen till denna slutcellernas abnorma storlek och formförändring finner GRAVIS i de angränsande epidermiscellernas minskade resistens i förening med stomacellernas ökade turgescens (GRAVIS, I, 188 ff.).

¹ Denna klyföppningarnas slutceller tillkommande större resistens mot skadliga inflytelser yttrar sig äfvén gent emot köld, värme, gifter och ultraviolett ljus, såsom undersökningar af MOLISCH (I, 30), KINDERMANN, KLUYVER (I, 1137) och andra forskare ådagalagt.

² Då en jämförelse mellan GRAVIS' och HAGENS iakttagelser icke saknar sitt intresse, anføres den senares uppgift här nedan (I, 271): »Einige . . . Blätter von *Tradescantia [virginica]* wurden in Petrischalen gebracht, wo sie auf Wasser schwammen. . . . Nach mehreren Wochen war das Blatt zum grössten Teil braunschwarz geworden und doch führten die Spaltöffnungen, die noch am Leben waren, reichlich Stärke; an den schwarzen, stark angefaulten Stellen waren die Spalten unnatürlich weit offen, die Spalte erschien meist kreisförmig. . . . Von LEITGEB sind ähnliche Verhältnisse an den Blütenblättern von *Galtonia*, die der Fäulnis überlassen worden waren, beschrieben worden.»

Det beskrifna förhållandet återgifves å flera figurer i GRAVIS' arbete¹.

Hos de af STAFF, LEITGEB och GRAVIS studerade klyföppningsanomalierna är det ett genomgående drag, att slutcellerna blifvit, liksom hos mina kulturer i ångmättad atmosfär, abnormt förstorade (hypertrofierade). Ifrågavarande celler öfverensstämma i detta hänseende med vattenklyföppningar (hydatoder), hos hvilka, som bekant, en hypertrofi af detta slag är helt vanlig. Öfver hufvud erinna hypertrofierade luftklyföppningar äfven i andra hänseenden lifligt om hydatoder med deras oftast vidöppna stomaspringa. Hos hydatoderna förskjutas ofta — särskildt tydligt t. ex., enligt afbildning i MINDENS arbete (Taf. III, fig. 9 e), hos *Thalictrum majus* — de båda stomacellerna på sidorna mot hvarandra. Ifrågavarande, starkt asymmetriska vattenklyföppning företer stor likhet med den af mig (fig. 13) afbildade luftklyföppningen från hypokotylen af *Cucurbita Pepo*.

Hvad beträffar orsaken till klyföppningarnas här beskrifna anomalier, får denna uppenbarligen sökas i slutcellernas abnormt ökade turgor, en uppfattning, som med afseende på dylika fall redan uttalats af STAFF, GRAVIS och KÜSTER. Denna turgorökning måste tydligen göra sig särskildt gällande i sådana fall, där atmosfären var ångmättad och transpirationen till följd däraf så godt som undertryckts, medan upptagandet af vatten ur substratet kunde obehindradt fortgå. Utan tvifvel föreliggande utpräglade ytringar af hvad KÜSTER (II, 356) kallat osmomorfos, sålunda verkningar af cellernas osmotiska tryck på gestaltningen och differentieringen af celler och väfnader. Härmed är emellertid ingenting sagdt med afseende på de faktorer, som ytterst framkallat förändringarna ifråga. Enligt KÜSTER är det fråga om en direkt, af den ångmättade atmosfären framkallad reaktion, i det att de supraoptimala vätskemängder, rötterna upptagit ur det vattendränkta substratet, hindrats att genom transpirationen åter aflägsnas. Enligt OSWALD RICHTER ligga emellertid förhållandena på annat sätt. RICHTER, som eftergjort de PRILLIEUX'ska försöken — han nämner dock ingenting om klyföppningarnas förhållande, utan berör endast de å groddplantornas hypokotyl uppträdande ansvallningarna jämte väfnadsbristningarna —, ser i de ändrade anatomiska förhållandena en effekt af narkotiska ämnens (laboratorieluft, lysgas) inverkan. Åtskilligt tyder på, att vid

¹ En viss yttre likhet med de beskrifna klyföppningsanomalierna företer ett af LLOYD hos *Verbena ciliata* och *Fouquieria splendens* beskrifvet förhållande. LLOYD iakttog (I, 29), att när stomata af *Verbena ciliata* behandlades med kokande vatten, förblefvo de öppna. Såsom LLOYD framhåller, beror detta på stärkelsekornens svällning, hvilken här har till en viss grad samma effekt som turgorn i den levande cellen. Ett liknande resultat erhöLL LLOYD med käll, som dock hade en betydligt mera iögonenfallande verkan. Slutspringan blef vidöppen och vidgad såsom i LEITGEB'S försök med stomaceller af *Galtonia candicans*. Förhållandet är emellertid i sistnämnda fall hastigt öfvergående, och springan sluter sig åter plötsligt.

Ett liknande, fast än mera markant resultat erhöLL LLOYD (I, 30) hos stomata af *Fouquieria splendens*. Slutspringan öppnade sig icke allenast vida, utan slutcellerna skilde sig ofta från hvarandra i ena eller båda ändarna, förstorades och krökte sig. I detta fallet verka — förutom svällning af stärkelsekornen — cellväggarnas förtjockningar, kanske uteslutande de senare, emedan förändringarna i flera fall visade sig vara lika stora, äfven om stärkelse fanns endast i ringa mängd förhanden eller saknades.

uppkomsten af de i mina försök erhållna klyföppningsanomalierna medverkat inflytelser af den art, RICHTER antagit. Försöken utfördes nämligen, som i det föregående beskrifvits, i en å laboratoriet stående, med gaslägor uppvärmd termostat, där möjlighet för en mångsidig verkan af laboratoriegaser, lysgas jämte andra narkotika företåg. För denna uppfattning, att, åtminstone till någon del, en retning genom narkotika föranledt klyföppningsanomalierna, talar också, att PURKVT erhållit liknande deformationer hos stomata genom att låta groddplantor utvecklas under inverkan af tobaksrök. Redan MOLISCH hade iakttagit, att vid kultur i tobaksröks-atmosfär sådana lida genomgripande morfologiska och fysiologiska förändringar. PURKVT visade, att hand i hand med dessa förändringar gå icke mindre framträdande anatomiska, hvilka med afseende på klyföppningarna yttrade sig i följande anomalier (I, 746). Slutcellerna hypertrofieras starkt och kröka sig, så att ändarna vändas mot hvarandra, hvarvid stomaspringan erfar förändringar på olika sätt. I andra fall förskjutus, till följd af omgifvande cellers tryck, de båda halfmånformiga slutcellerna mot hvarandra, så att slutspringan försvinner. Läppförtjockningarna antyas i senare fallet ofta genom solida, i cellernas lumen inspringande membranbalkar (Taf. I, figg. 8—14).

Förhåller det sig så, att de i det föregående diskuterade förändringarna i klyföppningarnas byggnad äro en följd af narkotiska ämnens inverkan, få de sin enkla förklaring. Undersökningar af RICHTER ha nämligen gifvit vid handen, att vissa i cellerna normalt försiggående kondensationer och synteser hämmas eller rent af undertryckas genom narkotika. Härigenom kommer tydligen turgortrycket i slutcellerna att ökas till en abnorm höjd¹, hvilket i sin tur leder till ändrade spänningsförhållanden. På detta sätt förklaras den starka förstoringen, äfvensom krökningen och förskjutningen af slutcellerna. Äfven septeringen kan i viss mån tillskrivas denna orsak, då celldelning, såsom undersökningar af KNY och andra forskare gjort sannolikt, genom starka spänningar befordras.

¹ I samband med dessa undersökningar nämner RICHTER en genom stegrad turgor hos potatis åstadkommen »künstliche Mazeration bei lebendem Leibe». Vid kultur i kamferatmosfär gingo nämligen här cellerna i en ungefär 3—5 mm. bred zon från kanten fullständigt ur sitt vafuadsförband, ungefär som cellerna i fruktköttet hos *Ligustrum* och *Symphoricarpos* vid mognaden. Ett liknande förhållande iakttog jag år 1909 å ett afskuret bladskärf af en rubescent *Begonia*, som under 12 timmar i mörker utsattes för en temperatur af 27° C. i ångmättad atmosfär. Genom barkparenkymcellernas volymförstoring sprängdes epidermis, och de underliggande cellerna utväxte till makroskopiskt skönjbara, vattenklara och från hvarandra isolerade blåsor. Försöket utfördes å botaniska laboratoriets i Leipzig konstanta värmerum. Huruvida någon verkan af narkotika äfven här förelåg, är osäkert.

Abnorma klyföppningsformer hos olika organ under naturliga betingelser.

Under denna rubrik redogöres för ett antal mera normalt uppträdande klyföppningsanomalier, som jag iakttagit hos skilda växter och växtdelar. Det undersökta, särdeles omfattande materialet fördelas på flera underafdelningar.

1. Panacherade växtdelar.

Beträffande klyföppningsanomalier hos alvikata blad föreligga i litteraturen — åtminstone om hänsyn toges till mera sammanfattande arbeten — knappast andra uppgifter än ESPE. Det mest anmärkningsvärda, i dennes undersökningar nämnda fallet utgör *Funcxia ovata* SPR. *albo-marginata* ROTH, hos hvilken ESPE helt allmänt träffade halfva klyföppningar. Ifrågasvarande konstruktionsanomali beror, såsom undersökningarna visat (ESPE, I, 13, 110), icke på tillbakabildning af ena sluteellen, utan här föreligga, hvilket också framgår af afbildningarna (ESPE, I, 110), typiskt halfva klyföppningar. Slutspringan begränsas nämligen på ena sidan af en normalt utbildad stomacell, på den andra af en vanlig epidermiscell, hvilken på den mot springan vända sidan var försedd med förtjockningslist.

Anomalier af denna art fann jag icke sällsynta hos panacherade blad. Följande växtformer undersöktes: *Mercurialis perennis*, *Ribes nigrum*, *Evonymus radicans* fol. *argenteo-varieg.*, *Fuchsia coccinea* fol. *varieg.*, *Richardia albo-maculata* och *Scirpus Tabernemontani*. Därjämte underkastade jag den redan af ESPE undersökta *Funcxia* en förnyad undersökning.

Mercurialis perennis L.

Materialet utgjordes af en i Torups bokskog (nära Bara järnvägsstation i Skåne) växande form med på olika sätt hvitbrokiga blad. Som jag på annat ställe visat (GERTZ, VI), förete de gröna och hvita bladfälten hos denna växt stora anatomiska olikheter. Hvad beträffar klyföppningarna, äro de i regeln normalt byggda äfven å klorofyllfria fält. Kromatoforena sakna emellertid här klorofyll; endast undantagsvis träffas hos dem svag grönfärgning. Följande konstruktionsvarianter och anomalier iakttogos i enstaka fall (figg. 20—24): 1) halfva klyföppningar med en

typisk stomacell, den andra rudimentär och representerad af en smal, med springformigt lumen försedd förtjockning; 2) typiskt halfva klyföppningar utan rudiment af den andra stomacellen, hvilken ersatts af en vanlig epidermiscell; i detta fall kan klyföppningsspringa vara förhanden, i regeln saknas dock sådan; 3) öfvergång mellan stomaceller och vanliga, med undulerande väggar försedda epidermisceller¹; 4) fusionerande klyföppning — med säkerhet iakttagen blott i ett enda fall —, där slutcellerna sammansmält i de hvarandra berörande spetsarna till en ringformig cell. Sistnämnda fall utgör en intressant parallell till de af HABERLANDT (I, 461) hos mossor påvisade klyföppningarna af *Fuaria*-typen.

Hos *Ribes nigrum* L. iakttog jag å klorofyllfria bladfält sparsamt klyföppningar, som till följd af ena slutcellens obliterering eller sammantryckning voro halfva.

Å stråna af zebrabandad *Scirpus Tabernemontani* Gmel. förefanns med afseende på klyföppningarnas byggnad ingen skillnad mellan gröna och hvita fält. Samma förhållande visade *Eronymus radicans* Sieb. & Zucc. (bladundersidans hvita fält med normalt byggda, ofvansidan utan stomata) och *Fuchsia coccinea* Curt. (i det stora hela öfverensstämmande med föregående; å undersidan en och annan tvillingklyföppning). Hos *Richardia albo-maculata* Hook. befunnos de hvita bladfälten sakna klyföppningar på såväl öfver- som undersidan.

Funckia undulata Otto & DiETR.

Af denna art undersöktes tvenne panacherade former: *argenteo-vittata*, med hvitt, af en grönfärgad kantzön ombrämadt midtfält, och *albo-variegata*, med klorofyllförande midtfält, kantadt af hvitt parenkym. Å bladöfversidan hos den förra formen saknades klyföppningar å de hvita fälten, men uppträdde å de klorofyllförande. Bladundersidan hos samma form förde däremot äfven å de förra rikligt stomata, hvilka, så vidt jag kunde finna, städse tillhörde normal typ. Kromatorerna innehöllo stärkelse, men saknade å hvita bladfält klorofyll. Hos den andra, genom grönfärgadt midtfält utmärkta *Funckia*-formen funnos normala stomata i riklig mängd på undersidan och på öfversidans gröna fält. Å de hvita fälten på öfversidan voro stomata mera sparsamma, och bland dem befunnos ett stort antal typiskt halfva (fig. 25). Där fullständiga klyföppningar här kommit till utveckling, visade de i flera fall den anomalien, att andhålan var tillstoppad genom thyllblåsor.

2. Bladlidor.

I en år 1912 utgifven sammanfattande undersökning öfver klyföppningarnas anatomi fäster Warkocke uppmärksamheten på dessa organs dimorfism, när de upp

¹ Denna anomali är öfver hafvud ej sällsynt. På detta sätt ombildade klyföppningar omnämnas för flera växter af Espe, och i ett tidigare arbete (GERTZ, II, 10, 12) har jag beskrifvit sådana hos ett acidiebärande blad af *Lappula minor*. Föreliggande afhandling meddelar i det följande ytterligare exempel härpå. Vid undersökning af ett större material af klyföppningar torde ifrågasvarande variant kunna påträffas hos, snart sagt, hvarje växt.

träda å olika delar af samma växt, t. ex. å bladskifva och rhizom, bladskifva och bladslida. Särskildt i senare fallet iakttog WARNCKE ofta olika organisation hos klyföppningarna och hänvisar (I, 47), bland andra exempel på detta förhållande, till *Zea Mays*, där klyföppningar af Liliacé-typ uppträda å slidans insida, liksom enligt PORSCH å groddplantans koleoptil, medan skifvans klyföppningar tillhöra den härifrån vidt skilda Graminé-typen. WARNCKE betraktar förhållandet i det förra fallet som en genom klyföppningarnas funktionsförlust utlöst återgång till en fylo-genetiskt äldre typ.

Enligt mina egna undersökningar träffas dimorfism af detta slag hos flera andra växtformer. Jag jämförde sålunda med hvarandra klyföppningarnas byggnad hos å ena sidan näringsberedande örtbladskifvor, å andra sidan hos bladslidor resp. bladskäft af följande arter: *Pennisetum typhoideum*, *Arundo Donax*, *Andropogon Sorghum*, *Typha latifolia*, *Canna hybrida*, *Iris sibirica*, *Rheum Rhaponticum* och *Heracleum emineus*. Ehuru skiljaktigheter otvivelaktigt förefunnos i samtliga dessa fall, voro de dock endast hos förstnämnda växt, *Pennisetum typhoideum*, så tydliga som hos *Zea Mays*.

Pennisetum typhoideum RICH.

Å bladslidans insida uppträda, jämte stomata af vanlig Graminé-typ (fig. 26), klyföppningar utan läppförtjockningar, tillhörande PORSCHS Liliacé-typ (fig. 27). Öfver hufvud taget äro klyföppningarna här sparsammare än på slidans utsida, där de äro kortare och smalare samt deras byggnad konstant den för gräsen typiska¹. På bladslidans insida har jag i ett fall träffat en klyföppning med dimorfa slutceller, i det att den ena utvecklats efter Liliacé-, den andra efter Graminé-typ, ett förhållande, som tidigare endast synes ha iakttagits af GUTTENBERG (I, 57, Taf. III, fig. 2), nämligen å *Zea Mays*, deformerad af *Ustilago Maydis*.

Hos *Arundo Donax* L. och *Andropogon Sorghum* BROT. visade klyföppningarna på bladslidans insida i det stora hela normal Graminé-typ².

Typha latifolia L.

De på bladslidans insida sparsamt förekommande stomata (figg. 31, 32) äro större och mera öppna än utsidans samt sakna innehåll af stärkelse. Tillbakabildade former äro bland dem ej sällsynta. Å bladskifvan finnas på såväl öfversom undersidan talrika, likformigt fördelade stomata (fig. 29); de saknas här endast ofvan nervfälten.

¹ Ej närmare i detalj undersökt är klyföppningarnas byggnad hos gräSENS paleæ och glumæ (blomfjäll och skärmfjäll). Enligt uppgifter af skilda forskare — anförda hos KÖNIG — uppträda klyföppningar på utsidan och äfven på insidan af dessa blad, men synas, att döma efter de få afbildningar, som meddelats, vara i det stora hela normalt byggda. Se härom närmare uppgifterna hos KÖNIG (I, 303 ff.; 378 ff.) angående *Triticum Spelta*, *Hordeum vulgare*, *Avena sativa*, *Andropogon Sorghum*, *Lolium temulentum*, *Bromus secalinus*, *Avena fatua* och *Triticum repens*.

² Klyföppningsanomalier äro öfver hufvud hos *Gramineæ* förhållandevis sällsynta. GROB (I, 83) uppper, att han här och där träffat hos skilda gräsarter abnormt eller ofullständigt utvecklade klyföppningar, och beskriver närmare tvenne dylika fall, *Uniola latifolia* och *Olyra latifolia* (Taf. II, figg. 21, 22). Någon gång blir hos gräsen enligt GROB klyföppningsmodercellens stadium persisterande.

Hos *Canna hybrida* HORT. (fig. 30) och *Iris sibirica* L. visa stomata å bladslidans insida i allmänhet samma byggnad som å bladskifvan. Dock förekomma de, särskildt hos förstnämnda art, mera sparsamt.

Heracleum eminens LANGE.

Bladslidan för stomata såväl på in- som utsidan (= bladundersidan); talrikast uppträda de på utsidan. I allmänhet normalt byggda, äro de ej sällan funktionslösa, i saknad af innehåll och mer eller mindre hoptryckta.

Rheum Rhaponticum L.

Å äldre bladskaft träffas ofta funktionslösa klyföppningar med långsträckt, oregelbunden form samt utan kromatoforer och stärkelse. Af biokemiskt intresse är att dylika klyföppningar kunna föra anthocyan, hvilket innehåll konstant saknas hos normala, fungerande stomata, men rikligt uppträder i angränsande epidermisceller. Andra fall, där sistnämnda förhållande förekommer, har jag anfört i min anthocyanmonografi (GERTZ, I). Senare har HAMORAK (1915) hos ett antal växter fäst uppmärksamheten på denna egendomlighet i anthocyans lokalisation.

3. Klyföppningarnas förhållande vid vissa fall af näringsvikariat.

I sitt sista växtanatomiska arbete (1910) har BENGT JÖNSSON behandlat olika, hos högre växter förekommande slag af näringsvikariat. Arbetet ifråga, hvilket rör sig i det stora hela på ett populärt plan, innehåller åtskilliga, från anatomiskt fysiologisk synpunkt intressanta iakttagelser öfver väfnaders ombildning i samband med de nya uppgifter, organen ha att fylla under sin utveckling, iakttagelser, hvilka JÖNSSON sammanfattat och inordnat under mera bestämda, biologiskt ekologiska synpunkter. JÖNSSON beskriver i detta sammanhang äfven klyföppningarnas förhållande, då de uppträda hos assimilerande stammar, bladskaft och bladslidor, äfvensom hos foderblad, kronblad och frukter. Iakttagelserna häröfver, hvilka — liksom öfriga i detta arbete beskrifna undersökningar — bära prägeln af uppslag för kommande forskning, anföras endast kortfattadt och i förbigående. Utan tvifvel afsåg afhandlingen att utgöra ett i populär form affattadt förutgående meddelande, som senare skulle följs af en mera bredt anlagd, vetenskaplig utredning af de berörda förhållandena.

Mina egna undersökningar å detta område ansluta sig i några punkter till JÖNSSONS, till väsentlig del röra de sig likväl å andra plan. De ha gifvit vid handen, att en inom rätt vida gränser spelande mångformighet gör sig gällande hos klyföppningarna, när de uppträda å växtorgan, som ombildats i och för näringsvikariat. Bland de fall af ändrad organisation, jag härvid mött, skall i det följande endast klyföppningarnas förhållande å foderblad och därmed biologiskt ekvivalenta blad närmare diskuteras. Undersökningarna häröfver ha till större delen utförts under sommaren 1916. Följande fall äro de viktigaste.

Anemone Hepatica L.

Beträffande denna växt anmärker Jönsson (I, 17), att under postflorationen förgår hos svepebladen i viss mån en förskjutning i väfnadernas arbetsfördelning. Klyföppningar uppträda å båda sidorna af dessa blad, men en viss obestämdhet råder, »huruvida utsidans eller insidans parenkym skall tillerkännas företrädet såsom det egentligen assimilerande», en obestämdhet, som enligt Jönsson finner sin förklaring därunder, att svepebladen till en början mest belysas på utsidan, i äldre stadier däremot mera på insidan. I samband härmed står en ändring i klyföppningarnas relativa antal, äfvensom att nybildning af stomata inträder.

Mina egna undersökningar bekräfta i denna punkt Jönssons. Några abnorma klyföppningstyper af mera anmärkningsvärdt slag har jag emellertid icke iakttagit hos denna växt.

Richardia æthiopica SPRENG. och *Colocasia odora* BRONGN.

Den för familjen *Araceæ* egendomliga spatån är, såsom Jönsson (I, 15) framhåller, underkastad postfloral förändringar i anatiskt hänseende. Medan den hos *Richardia æthiopica* är tidigare stadier grönfärgad å bågge sidor, under blomningen åter vit på insidan och på utsidans öfre del, blir den efter blomningen på nytt lifligt grön i sin nedre del. Därvid sker en riklig nybildning af stomata å spatans utsida, hvilken äfven i tidigare stadier fört sådana element. På insidan åter, där klyföppningarna äro öfver hufvud mycket sparsamma, försvinna de snart såsom obehöfliga. En liknande reduktion af stomata inträder mot spetsen å spatans utsida, hvilken så småningom träder ur tjänst.

Hos *Colocasia odora* träffas i stort sedt samma förändringar. Enligt de undersökningar, jag anställt, uppträda här allmänt reducerade klyföppningar, utan kromatoforer och stärkelseinnehåll, dels på spatans insida, dels på dess utsida mot spetsen. Å afbildningarna (figg. 33—36) framträder, att slutecklerna deformeras mer eller mindre starkt och förskjutas ända till fullständig asymmetri hos apparaten ifråga.

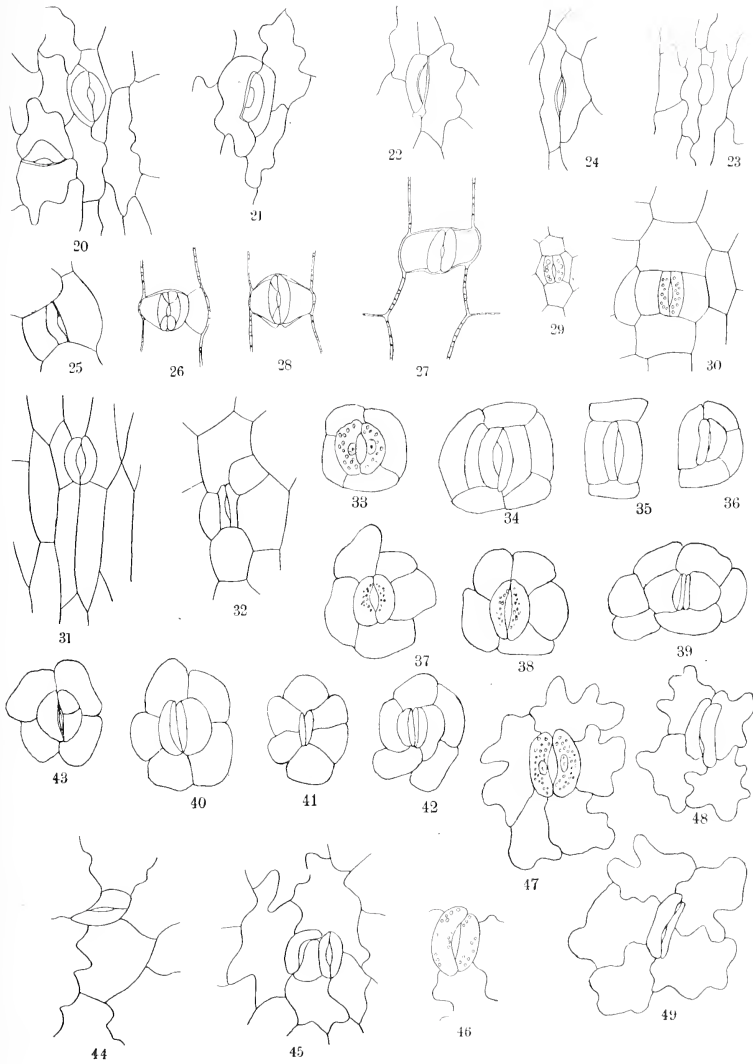
Solanum Capsicastrum L.

Från näringsfysiologisk synpunkt förete foderbladen ett visst intresse (Jönsson, I, 21). I spetsarna af dessa, hvilka på öfre sidan äro försedda med en väl utvecklad palissadväfnad, flyttas nämligen under postflorationen assimilationen öfver till utsidan (= undersidan), medan insidan så småningom blir färglös. Beträffande klyföppningarna nämner Jönsson vidare, att de, i samband med foderflikarnas starkare tillväxt och den genom ändrad belysning betingade omkastningen af assimilationsväfnadens läge, blifva onödiga och tillbakabildas.

Vid mina härtill anslutna undersökningar öfver klyföppningarnas förhållande under foderbladens utveckling iakttog jag hela serier af öfvergångar mellan normala, fungerande stomata ända till starkt hoptryckta och deformerade typer. De viktigaste bland de senare åskådliggöras å figg. 37—43. En i öfrigt föga ombildad klyföppning (fig. 43) hade den ena slutecklen septerad genom en vågformigt förlöpande tvärvägg.

Mandragora officinarum L.

De under fruktmognaden starkt tillväxande foderbladen föra stomata i rikligt



Figg. 20—49.

antal å undersidan, något sparsammare på öfversidan. Till strukturen äro slutcellerna i allmänhet normala samt kloroplast- och stärkelseförande. Ej sällan inträder dock en förskjutning i deras läge inbördes till följd af de omgifvande, starkt turgescenta epidermiscellernas tryck (fig. 44). Flerestädes träffas tvillingklyföppningar, hvarvid anomalier ej sällan tillstöta. Dylika uppstå t. ex., när klyföppningarnas längdaxlar äro riktade snedt mot hvarandra (fig. 45). Föreliggande fall visar den ena klyföppningen asymmetrisk och slutspringan sicksackformigt böjd, en följd af den intill belägna, i det stora hela normala klyföppningens turgortryck.

Nicotiana macrophylla SPRENG.

Blomfodret företer här den egendomligheten, att det vid fruktmognaden sluter sig hermetiskt kring kapseln. Dess insida är därvid blek, nästan ofärgad, men bär talrika stomata, som ofta äro krökta och asymmetriska, i enstaka fall till och med deformerade på samma extrema sätt som klyföppningarna å fruktväggen hos samma växt. Denna deras utbildning, som närmare beskrifves i det följande, står i samband därmed, att klyföppningarna vid blomfodrets utspänning genom den utväxande frukten blifva funktionslösa. Här föreligga i viss mån analoga förhållanden som när klyföppningar uppträda å innerväggen af en sluten ovarialhålighet.

Hos *Datura arborea* L. träffades å fodrets insida stora, vidöppna stomata med tendens till asymmetri (fig. 46), hos *Physalis Alkekengi* L. på utsidan, jämte normala stomata, en och en half. Hos sistnämnda växt synes fodrets insida sakna stomata.

Primula obconica HANCE och **sinensis** SABINE.

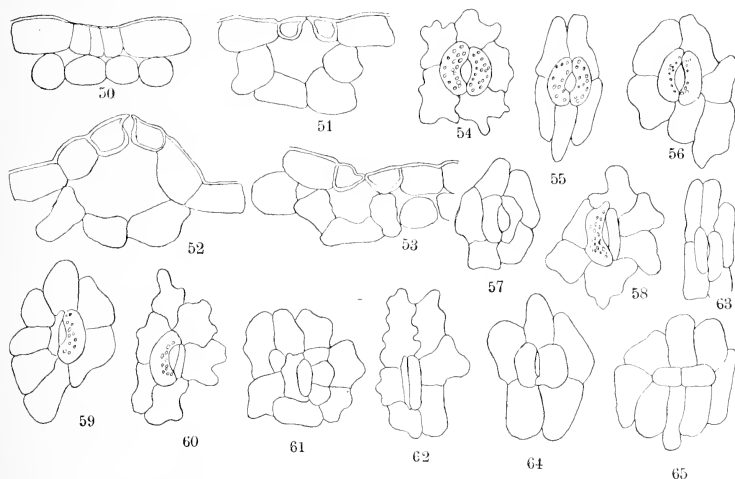
Enligt JÖNSSON (I, 20) inträder hos *Primula obconica* vid tiden för blomningen en utpräglad anatomisk differentiering i fodret, som tillväxer och ger upphof till palissad- och svamparenkym. Den på detta sätt uppkomna olikheten mellan fodrets ytter- och innersida utjämnas senare till en viss grad, hvarvid å ena sidan inträder obliterering, å andra sidan nyanläggning af klyföppningar.

Den af mig närmare undersökta *Primula sinensis* förhåller sig i stort sedt på samma sätt. De förändringar, klyföppningarna här äro underkastade, framgå af figg. 47—53. Sålunda äro tillbakabildade, deformerade stomata utan innehåll ej sällsynta. Fig. 48 visar en sådan med nästan försvunnen springa — endast nedtill finnes en obetydlig återstod af densamma —, fig. 49 en annan med slutspringan uppdelad i två från hvarandra skilda intercellulärer. Å bilderna framträder äfven, att stomacellerna i vissa fall förskjutas mot hvarandra, äfvensom att klyföppningsapparatens längdaxel kan förete en skarp, i några fall skärformig omböjning. De följande figg. 51—53 visa andhålans utbildning hos nyanlagda, fungerande och hos äldre, ur funktion trädande stomata. Vid nyanläggning delar sig en epidermiscell (fig. 50) genom tvenne antiklina, parallellt med hvarandra ställda väggar; den mellersta cellen af ifrågavarande komplex utgör initialen för den i anläggning varande klyföppningen.

Franciscea eximia SCHEIDW.

Klyföppningsanomalier uppträda i rikligt antal på fodrets insida. Figg. 54—65 visa en serie dylika vid fortskridande reduktion från den normala till starkt till-

bakbildade typer med stomaspringan reducerad samt slutcellerna klorofyll- och stärkelsefria. Den mest extrema formen representerar fig. 65, där slutcellerna utvecklets så starkt på bredden, att klyföppningsapparatusens morfologiska längdaxel blir föga mer än $\frac{1}{4}$ af tvärxelns längd. Hos mindre starkt reducerade former finnes fortfarande slutspringa, ehuru oregelbundet gestaltad, samt slutceller af ojämn, polygonal form; ej sällan visa cellerna förskjutning. Klyföppningarna å figg. 56 och 58 tillhöra en typ med endast ansats till ombildning, i det att kromatoforerna jämte deras innehåll af stärkelse stå i begrepp att försvinna. Därjämte förekomma fall (figg. 59, 60), där blott den ena slutcellen är funktionslös, medan den andra har normal byggnad och intakt innehåll.



Figg. 50—65.

Hos *Anthyllis Vulneraria* L. träffas på såväl ut- som insidan af det uppblåsta fodret talrika stomata, mestadels af normal typ. Några voro dock typiskt halfva, i det att endast en stomacell utvecklets. Vål utbildade klyföppningar uppträda i mängd på fodrets ut- och insida hos *Oenothera biennis* L. En här förekommande anomali var, att klyföppningarnas biceller hos denna växt — fyra till antalet — förskjutits, å fodrets insida, nästan fullständigt under stomacellerna. Enstaka, starkt vidöppna stomata uppträda hos *Nuphar luteum* (L.) Sm. å fodrets gröna basalfält; i större antal förefinnas sådana å foderbladens gulfärgade utsida, där de sakna det i epidermis för öfrigt förekommande gula färgämnet. Hos *Nymphaea alba* L. synes blomfodret vara utan stomata.

4. Kronblad resp. kalkblad.

De å kronblad och korolliniskt färgade kalkblad uppträdande klyföppningarna ha redan undersökts af flera forskare. Ur den litteratur, som föreligger häröfver, kan i detta sammanhang erinras om undersökningarna af HILDEBRAND, WEISS, CZECH, SORAUER, HILLER, DENNERT, MÜLLER, CHESTER och PAASCHE, ur hvilka framgår, att klyföppningar äro allmänt förhuden hos dylika växtdelar samt i det stora hela normalt byggda. De anomalier, som förekomma, äro mestadels föga genomgripande. Sålunda uppträda oblitererade och reducerade former, hvilka i regeln äro byggda på samma sätt som motsvarande hos foderblad. Mina egna, ett stort antal växtformer omfattande undersökningar ha icke visat någon större växling med afseende på klyföppningarnas byggnad, ett förhållande, som säkerligen beror därpå, att ifrågavarande växtdelar äro efemeriska och tämligen hastigt dö bort, så att klyföppningarna icke hinna undergå mera genomgripande sekundära förändringar. Endast undantagsvis äro kronblad resp. kalkblad längre tid persisterande, såsom hos de af JÖNSSON undersökta *Gagea* och *Helleborus* (I, 18, 21), där de till och med tagas i anspråk såsom näringsvikarierande organ. Äfven i sistnämnda fall iakttog jag emellertid hos klyföppningarna endast ringa afvikelser från den normala typen.

Då sålunda mera abnorma klyföppningsformer blott sällan träffas å korolliniska växtdelar och byggnaden af klyföppningarna öfver hufvud här förete ringa växling, förbigår jag den del af mina undersökningar, som berör detta område. Jag vill endast tillägga, att hos så godt som alla undersökta kronblad med epidermalt lokaliseradt anthocyan ifrågavarande färgämne saknades i slutcellerna¹. Undantag från denna regel² visade i allmänhet endast äldrade eller reducerade, funktionslösa stomata — särskildt tydligt t. ex. å äldre kronblad af *Cheiranthus Cheiri* L., där slutcellerna ej sällan äro anthocyanförande. På samma sätt sakna stomata å hyllebladen hos *Delphinium triste* FRISCH. det för denna art egendomliga färgämnet anthophæin.

Bland klyföppningsanomalier, som blifvit i litteraturen beskrifna hos kronblad resp. kalkblad, skall erinras om den egendomliga typ, CHESTER (I, 425) funnit hos *Lilium bulbiferum*. I kalkbladens spets voro nämligen stomata här beständigt öppna, till en del ofullkomligt utbildade eller abnormt byggda. Springan befanns särdeles bred; i ett fall voro slutcellerna helt isolerade från hvarandra och lämnade mellan sig en ända till 20 μ . bred lucka. Sneda och asymmetriska typer iakttog CHESTER likaledes hos ifrågavarande växt (fig. 9 a). Det anmärkningsvärda förhållande, LEITGEB beskrifvit hos *Galtonia candicans*, har redan i det föregående utförligt om-

¹ I min anthocyanafhandling har jag visat (p. XLIX och flerstädes i den speciella delen af detta arbete), att hos anthocyanfärgade unga blad, hvilkas klyföppningar anlagts, men ej ännu trädt i funktion, anthocyan ofta förefinnes i slutcellerna. Senare försvinner emellertid detta färgämne — äfven då det kvarstår i öfriga epidermisceller — för att vid funktionsförlust hos slutcellerna stundom på nytt här uppträda. Hvad beträffar färgade blomblad, har redan HILDEBRAND år 1861 (I, 6) påvisat, att slutcellerna städes ha färglöst innehåll.

² Några ytterligare undantag anföras af PAASCHE.

nämnts. Att stomata hos kronblad ej sällan innehålla blott en slutcell omnämnes af HILLER (I, 417 ff.), äfvensom af PAASCHE, som lämnat ett stort antal summariska uppgifter angående klyföppningsanomalier af skilda slag.

5. Fruktämnen.

De här uppträdande klyföppningstyperna förete en särdeles rik växling, knappast understigande den mångformighet, som i detta hänseende tillkommer de i följande kapitel beskrifna cecidierna. En utförlig redogörelse för fruktämnens klyföppningar, hvilka visat sig utgöra ett synnerligen fruktbart fält för studier af anomalier, torde därför vara på sin plats.

Den enda undersökning, som mera ingående sysselsätter sig med klyföppningarnas uppträdande å perikarpier, härrör från KRAUS, som i sitt arbete (1866) beskrifvit kapselartade och nödlika frukters anatomi. Af dennes undersökning framgår, att klyföppningar ofta äro förhanden å fruktväggen, särskildt inom vissa familjer, bland hvilka kunna nämnas *Crucifera*, *Papilionaceæ*, *Euphorbiaceæ*, *Ranunculaceæ*, *Scrophulariaceæ*, *Resedaceæ*, *Umbellifera*, *Papaveraceæ* och *Liliaceæ* (KRAUS, I, 88). Samma förhållande företer *Amaryllidaceæ* (SORAUER, II, 268 ff.).

I allmänhet uppträda stomata å yttre epidermis. KRAUS nämner emellertid äfven vissa fall, där sådana förekomma på fruktväggens insida, å epidermis, som begränsar den slutna ovarialhåligheten. Dylika fall, hvilka, som min undersökning gifvit vid handen, äro från patologiskt anatomisk synpunkt särskildt intressanta, voro redan SCHLEIDEN (III, 322) bekanta, som fann klyföppningar å fruktämnesshåligheten hos *Reseda*, *Passiflora* och *Crucifera*. KRAUS (I, 91) omnämner samma förhållande hos *Datura* samt hos *Papaver*, *Glaucium* och *Eschscholtzia*.

Någon närmare beskrifning af ifrågavarande klyföppningar lämnar KRAUS emellertid icke. Han anför endast beträffande *Datura Stramonium* (I, 104), att på fruktämnets insida äro de osedvanligt stora, ett förhållande, som han äfven funnit hos *Reseda odorata* (I, 100).

Bland öfriga undersökningar, som beröra klyföppningars uppträdande och byggnad å perikarpier, skall nämnas ADLERZ' arbete öfver fruktväggens anatomi hos Ranunculaceerna. Här beskrifvas klyföppningar på fruktens utsida hos *Paeonia*, *Delphinium*, *Adonis*, *Aquilegia*, *Trollius*, *Thalictrum*, *Myosurus* och *Ranunculus*, äfvensom på dess insida hos *Delphinium* och *Aquilegia*.

Beträffande köttiga frukter föreligger en anatomisk undersökning af LAMPE, som omnämner klyföppningar på fruktens utsida hos *Cucumis*, *Berberis vulgaris*, *Rhamnus Frangula*, *Cornus Mas* och hos *Mespilus*.

Hos *Ricinus communis* iakttog SACHS (I, 89) klyföppningar å fruktämnets insida. Ytterligare skall tilläggas, att TOBLER (I, 367) vid sina undersökningar öfver karotinetns utbredning och natur fann på fruktväggens insida hos *Momordica Balsamica* klyföppningar med afvikande byggnad. Slutcellerna, hvilka i det stora hela voro

funktionslösa, hade här enligt TOBLER allsidigt förtjockade väggar, men saknade mera framträdande förtjockning på buksidan.

Mina i det följande anförda egna undersökningar ha, som nämndt, ledt till upptäckten af rikt växlande serier af patologiska klyföppningstyper. De behandla ett stort antal skilda växtformer, af hvilka de, som i detta hänseende erbjuda ett särskildt intresse, beskrivas hvar för sig, de öfriga i en därpå följande, mera sammanfattande redogörelse.

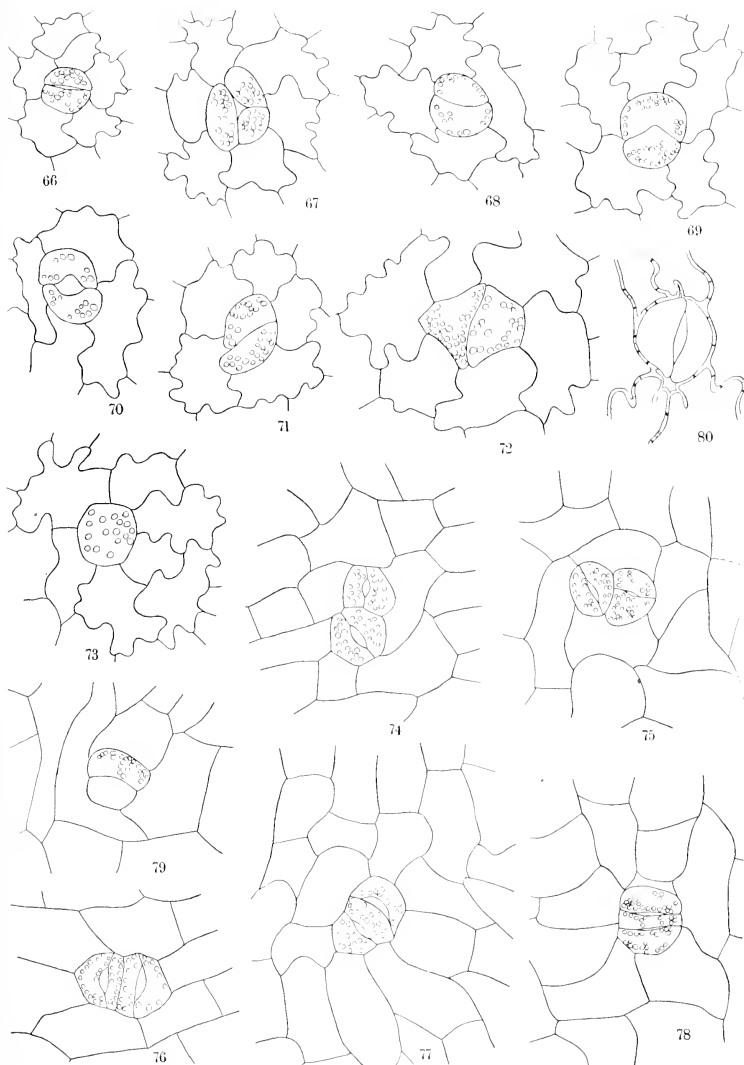
Datura Metel L.

I likhet med *Datura Stramonium* utbildar *Datura Metel* klyföppningar på ut- och insidan af fruktväggen. De förra, hvilka liksom hos *Datura Stramonium* (UHLWORM, I, 802) förekomma äfven å taggarna¹, äro i det stora hela normalt byggda. På fruktämnets insida äro emellertid klyföppningarna underkastade vidtgående anomalier (figg. 66—73). Sålunda förekomma hypertrofierade och vidöppna, om hydatoder erinrande stomata (fig. 70). Andra visa inbördes förskjutna slutceller, af hvilka ofta den ena är förlängd, så att klyföppningsapparaten blir mer eller mindre asymmetrisk (fig. 70); andra åter äro hermetiskt slutna. I vissa fall saknas stomaspringa, som endast antydes af en kutikularförtjockning. Hos dylika slutna klyföppningar är ofta skiljeväggen mellan stomacellerna ej rak, utan vinkelböjd eller bågformigt förlöpande (figg. 68, 69). Därjämte har jag hos vissa stomata iakttagit tvärdelning af ena slutcellen; de på detta sätt uppkomna dottercellerna voro afrundade, där de gränsade intill slutspringan, som till följd däraf erhöll, från ytan sedt, formen af en konkavt sfärisk triangel och saknade förmåga att sluta sig (fig. 67). Ännu mera afvikande är den typ, som afbildats å fig. 72. Ifrågasvarande klyföppning var kolossalt stor, oregelbundet polygonal och saknade slutspringa. Ett annat förhållande visar fig. 73, där klyföppningsapparaten kvarblifvit på modercellens stadium. Ifrågasvarande cell — till formen sfärisk — hade i det stora hela samma storlek som normalt utvecklade klyföppningar och förde i likhet med dessa stärkelse i form af enkla eller polyarkt sammansatta korn. Samtliga å fruktväggens insida uppträdande klyföppningar utmärka sig genom sin abnorma storlek.

Nicotiana macrophylla SPRENG.

De på utsidan af fruktväggen befintliga klyföppningarna erinra i flera hänseenden om dem, som beskrifvits från fruktämnets insida hos *Datura*. Förhållandena äro också i viss mån likartade, i det att fruktämnet hos *Nicotiana* omslutes hermetiskt af det kring detsamma spända fodret, så att knappast något gasutbyte med

¹ Att klyföppningar uppträda å hårbildningar och emergenser är öfver hufvud ej enastående. Såsom exempel kunna ytterligare nämnas följande växter, där detta förhållande påvisats: *Datura Stramonium* (WARMING, I, 166), *Aesculus Hippocastanum* (UHLWORM, I, 802, 818), *Erythrina spinosissima* (DELBROUCK, I, 51; Taf. III, figg. 71—73), *Canna*-arter (POULSEN, I, 252; Tab. V, figg. 3—6), *Gunnera scabra* (DELBROUCK, I, 57), *Agrimonia Eupatoria* (WARMING, I, 184, fig. 8), *Drosera rotundifolia* (NITSCHKE, I, 234, 244; WARMING, I, 174; Taf. X, fig. 26) och *Dionaea muscipula* (FRAUSTADT, I, 39). Likaledes finnas klyföppningar å emergensernas epidermis å det bekanta, af *Rhodites rosea* L. förorsakade cecidiet på *Rosa canina* och andra arter (HERONYMUS, I, 237).



Figg. 66-80.

den yttre luften kan äga rum. På utsidan af fruktämnet iakttog jag inga klyföppningar; i alla händelser torde de här förekomma mycket sparsamt.

Tvillingklyföppningar uppträda allmänt. Orienteringen är här i allmänhet polär, i det att de morfologiska längdaxlarna hos ifrågavarande stomata äro ställda i förlängningen af hvarandra. Men förutom detta mera typiska förekomma fall, där axlarna stå snedt (figg. 74, 75) eller parallellt (fig. 76), hvilket medför, att slutcellernas funktion försvåras eller helt omöjliggöres. Ligga klyföppningarna med sina axlar parallellt, antaga de intill hvarandra gränsande, från hvar sin klyföppning härrörande slutcellerna genom inbördes tryck en fyrkantig, mången gång nästan regelbundet rektangulär form. Ej sällan möter man klyföppningar utan slutspringa, äfvensom klyföppningar, hvilkas ena slutcell är steril och saknar såväl kromatoforer som stärkelse (fig. 79). En ytterligare anomali består däruti, att klyföppningarna blifva trecelliga, hvarvid uppträda tre parallellt orienterade och genom tvenne slutspringor från hvarandra skilda celler (figg. 77, 78).

Hyoscyamus niger L.

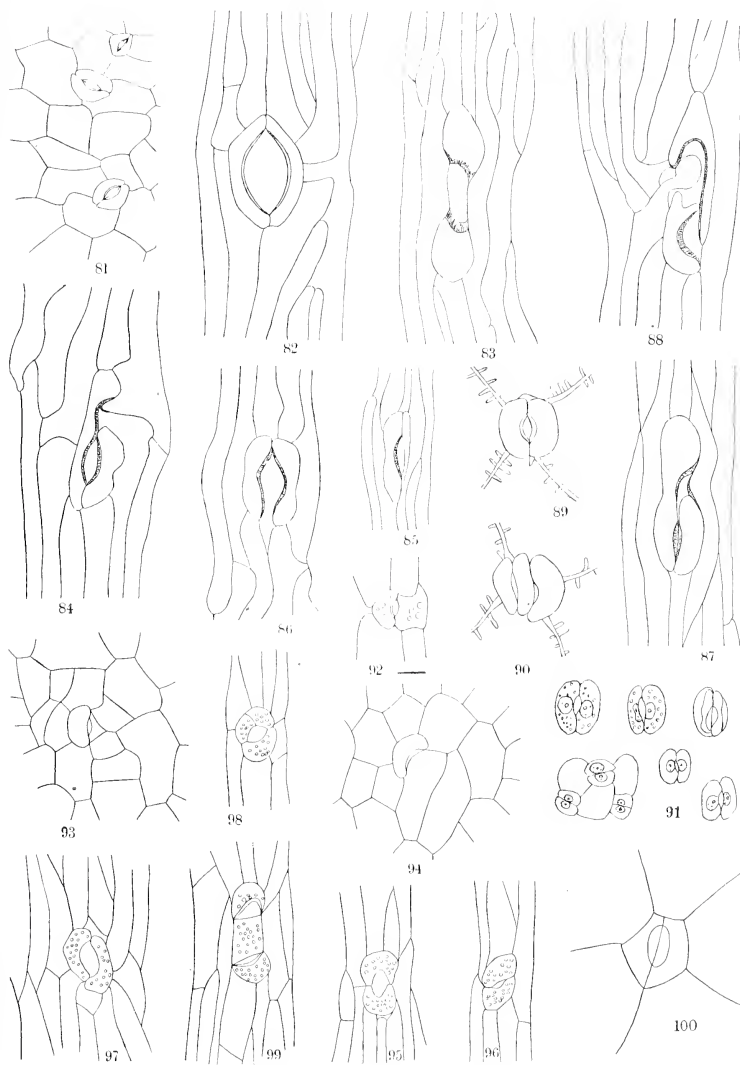
Klyföppningar förekomma sparsamt på fruktämnets insida och utmärka sig genom en betydande storlek (fig. 80). På kapslarnas lock synas de saknas, så äfven, så vidt jag kunnat finna, å fruktämnets utsida.

Pæonia paradoxa ANDERS. f. leiocarpa.

Hos denna växt mötte synnerligen vidtgående klyföppningsanomalier, ja kanske de mest anmärkningsvärda, som öfver hufvud påvisats hos fruktämnen. Denna klyföppningarnas tendens till ombildning står i samband dels med deras förekomst i den slutna fruktämnehäligheten, dels därmed, att de anläggas tidigt och senare utspännas och deformeras, i samma mån frukten utvecklar sig till de betydande dimensioner, som äro för denna art utmärkande.

På fruktväggens utsida ha klyföppningarna väsentligen normal byggnad och storlek (fig. 81). De ligga här ofta samlade i grupper på två eller tre, i hvilka fall tvilling- resp. trillingklyföppningar uppstå. På fruktväggens insida förekomma de dock rikligare och framträda här, till följd af sin saknad af anthocyanfärgning, såsom färglösa fält bland de i öfrigt anthocyanförande epidermiscellerna. Till skillnad från de senare innehålla de stärkelsekorn¹, hvilka äro sammansatta, merendels pentarka. Slutcellerna utmärka sig i öfrigt genom stora, väl utbildade cellkärnor samt genom mer eller mindre förändrad form. I kanterna äro de ofta ojämma och loberade. Storleken hos dessa stomata är enorm. Längdaxeln öfverstiger i regeln 4—5 gånger de dimensioner, som utmärka vanliga klyföppningar. Springan i allmänhet vidöppen på samma sätt som hos hydatoder (fig. 82), hvilka ifrågavarande stomata i flera hänseenden likna. Tvillingstomata med längdaxlarna ställda i hvarandras förlängning äro icke sällsynta. Ligga klyföppningscellerna parallellt med de slangformigt eller hyfikt sträckta epidermiscellerna, blifva äfven de mer eller mindre långsträckta. Ofta växer i sådana fall den ena cellen starkare

¹ Detta innehåll ej intecknadt å figurerna.



Figg. 81—100.

än den andra och kan till och med nå den senares dubbla längd (figg. 84, 87). I ett sådant fall iakttog jag, förutom den egentliga, här något deformerade slutspringan, ett extra intercellullarrum, representerande en andra slutspringa (fig. 87). Har åter anläggningen af klyföppningarna skett vinkekrätt mot epidermiscellernas sträckningsriktning, uppstå egendomliga, nästan oformliga typer, i det att springan kommer att ligga på tvären i förhållande till den morfologiska längdaxeln och slutcellerna till följd af sträckning antaga en abnorm, oval eller rundadt polygonal gestalt (fig. 83). Vid sned orientering uppstå ännu mera afvikande former. Slutcellerna förskjutas på sned, stundom så starkt, att förbindelsen dem emellan spränges. Ett särdeles anmärkningsvärdt fall, som får sin förklaring genom en dylik isolering af slutcellerna, representerar fig. 88. Det abnormt förstörade intercellullarrum, som här uppkommit mellan slutcellerna, har partiellt hopläkts, dels genom en från ena slutcellen utväxande thyllblåsa — ett i växtanatomien fullständigt enastående fall —, dels genom thyllbildning från en till ifrågavarande intercellullarrum gränsande epidermiscell. Bland öfriga hos *Peonia paradoxa* iakttagna varianter med afseende på klyföppningarnas byggnad skall nämnas, att klyföppningsspringan förstoras på schizogen väg och förlänges ett stycke från klyföppningen till följd af slutcellernas isolering från hvarandra och uppbristning af den i slutspringans förlängning gående cellväggen (fig. 86).

Liknande klyföppningsanomalier har jag iakttagit hos en annan art, *Peonia rugosa* HORT., där förhållandena emellertid ej blefvo i detalj studerade och som därför här förbigås.

Helleborus foetidus L.

Klyföppningar uppfråda såväl på utsidan som, ehuru sparsammare, på insidan af fruktämnet. I regeln normalt byggda (fig. 89), visa de endast i undantagsfall anomalier. Sålunda har jag iakttagit på utsidan klyföppningar, bestående af tre parallellt med hvarandra orienterade och genom tvenne slutspringor skilda stomaceller. Den närmare byggnaden af ifrågavarande komplex framgår af fig. 90. De omgifvande epidermiscellerna, hvilka äro särdeles stora, äga tandlika, vinkekrätt mot tvärväggarna ställda förtjockningar, äfvensom starkt framträdande kutikularstrimor, hvilka senare dock å figuren utlämnats.

Af öfriga Ranunculaceer har jag närmare undersökt *Eranthis hiemalis* (L.) SALISB. och *Anemone Hepatica* L. Några mera anmärkningsvärda anomalier iakttagos icke hos dessa växter. Såsom redan Jönsson omnämnt (I, 25), uppträda hos *Eranthis hiemalis* klyföppningar på fruktväggens båda sidor, och detsamma är, enligt egna iakttagelser, fallet med *Anemone Hepatica*, där fruktväggen bär talrika klyföppningar. Å ett visst utvecklingsstadium träffas hos sistnämnda växt samtidigt såväl normala, fungerande klyföppningar som reducerade och deformerade, äfvensom klyföppningar i alla stadier af nyanläggning (fig. 91).

Cleome speciosissima DEFFE.

Den om en cruciferskida erinrande frukten hos *Cleome speciosissima* för klyföppningar på ut- och insidan. En närmare undersökning ledde till upptäckten af talrika

anomalier och modifikationer med hänsyn till deras byggnad. Sålunda förekomma på utsidan allmänt halfva klyföppningar, hvilka i många fall äro försedda med vidöppen slutspringa, stundom sakna sådan, hvarvid emellertid, det oakadt, typiska förtjockningslister äro förhanden å stomacellens buksida. Däremot är i sistnämnda fall den iure andhålan i regeln försvunnen. Jämte nu beskrifna anomala typer uppträda stomata, hvilkas ena slutcell representeras af en vanlig epidermiscell (figg. 92—94).

Hos klyföppningarna på fruktväggens insida (figg. 95—99) förekomma följande anomalier. Genomgående är en stark hypertrofering af springan, som i allmänhet står vidöppen. I ett fall befanns den tvärställd i förhållande till klyföppningens morfologiska längdaxel (fig. 95), på samma sätt som ofvan beskrifvits för *Peonia paradoxa*. Deformationen hade uppenbarligen äfven här förorsakats däraf, att klyföppningen anlagts vinkelrätt mot epidermiscellernas sträckningsriktning. Detta förhållande iaktogs för öfrigt äfven hos andra, på samma sätt orienterade klyföppningar, men hade ej ledt till den extrema hypertrofi som i nyss beskrifna fall. Allmänt förekomma sneda klyföppningar med mer eller mindre stark förskjutning och asymmetri hos slutcellerna (figg. 96, 97). En intressant form visar fig. 98, där klyföppningen blifvit trectellig till följd af ena slutcellens septering genom en till längdväggarna apponerad, bågformigt förlöpande tvärvägg. Icke mindre anmärkningsvärd är den å följande figur 99 afbildade klyföppningen, hvilken likaledes består af tre celler, fast ställda parallellt. Midtcellen är här funktionslös, men de på hvar sida om densamma befinliga ha genom utåtbjörning gifvit upphof till tvenne, från ytan sedt, plankonkava slutspringor.

Reseda Luteola L.

Klyföppningarna å kapselns utsida ha en enorm storlek (figg. 100, 101), ett förhållande, som redan KRAUS (I, 100) anmärkt beträffande *Reseda odorata*. De uppträda ofta gruppvis, tre eller flera i en komplex. Bland anomalier skall nämnas en trectellig, genom ena slutcellens septering uppkommen klyföppningsform (fig. 101). Ifrågavarande klyföppning visade därjämte den egendomligheten, att centralspringa förefanns endast mellan den osepterade slutcellen och den septerades ena dottercell. Vidare skall tilläggas, att den septerade cellen var i detta fall betydligt längre än den osepterade.

A kapselns insida träffades inga klyföppningar. Dock torde sådana förefinnas lokalt äfven här, då såväl SCHLEIDEN som KRAUS beskrifvit hos *Reseda odorata* klyföppningar å fruktväggens insida.

Tropæolum majus L.

Klyföppningarna, som uppträda sparsamt på fruktväggens utsida, äro i allmänhet normalt byggda (fig. 102), men stå ofta vidöppna som hydatoder. De föra i regeln kloroplaster och stärkelse, som dock ej sällan saknas. Trectelliga klyföppningar, uppkomna genom delning af ena slutcellen (fig. 103), äro ej ovanliga. I dessa fall ter sig slutspringan, sedd från ytan, som en tresidig intercellulär. Mera sällan uppträda fyrcelliga klyföppningar, i hvilket fall septeringen träffat båda slut-

cellerna. I midten af ifrågavarande, å fig. 104 återgifna cellkomplex förefinnes i stället för slutspringa ett i optiskt genomsnitt fyrsidigt intercellularrum. Mest anmärkningsvärdt och öfver hufvud enastående i växtanatomien är emellertid, att stomacellerna stundom utbildas till sklereider, en anomali, som uppstår därigenom, att utvecklingen af stenceller — normalt bunden vid subepidermala lager — undantagsvis sträcker sig till epidermis och då tillfälligtvis till någon klyföppningscell. I de tvenne fall, jag iakttagit ifrågavarande anomali (figg. 105, 106), hade den ena slutcellen ombildats på detta sätt, medan den andra var parenkymatisk och föga förändrad, förde stärkelse och klorofyll. Den sklerotiska var mindre, till gestalten polygonal och hade cellväggen, som var likformigt förtjockad, genomsatt af talrika, större eller mindre porkanaler.

Passiflora Banksii BENTH.

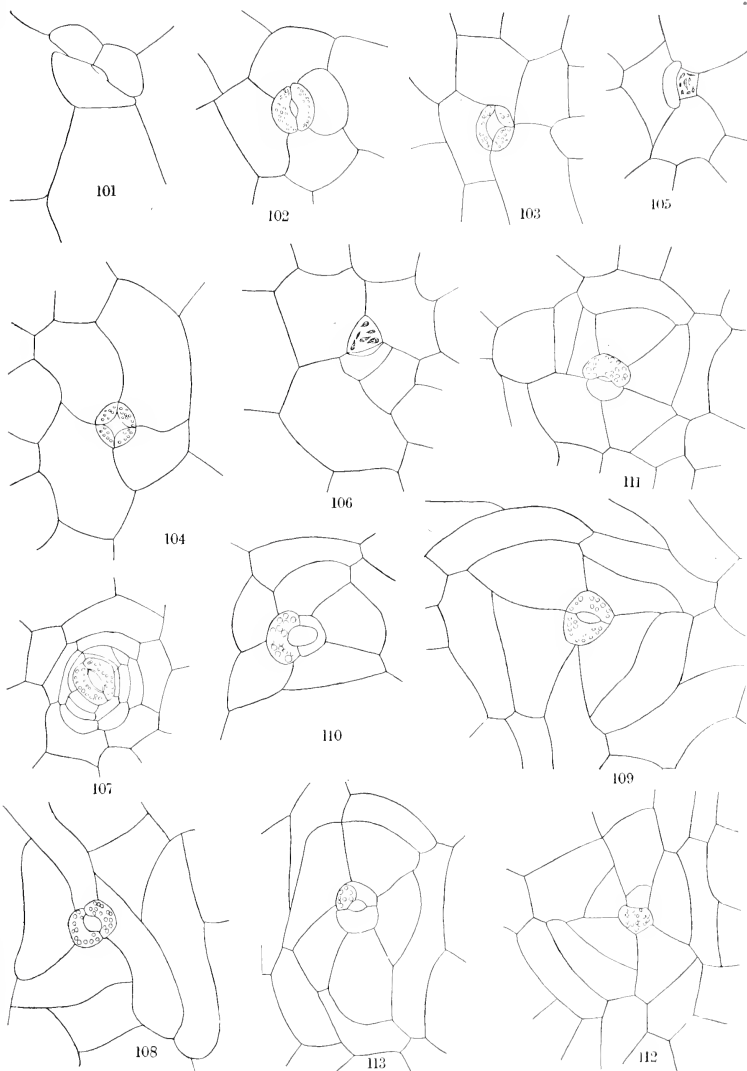
Å frukterna hos *Passiflora*-arter förekomma klyföppningar både på utsidan och, såsom redan SCHLEIDEN (III, 322) visat, på insidan. De förra fann jag hos *Passiflora Banksii* normala och försedda med ett system af i rader anordnade, smala biceller (fig. 107). På fruktväggens insida, där klyföppningarna sakna anatomiskt differentierade biceller, visa de med hänsyn till sin byggnad en mångfald af anomalier (figg. 108—115). Slutcellerna äro sålunda ofta fysiologiskt olikvärdiga, i det att den ena är steril (utan kromatoforer och stärkelse), den andra normal och på vanligt sätt fungerande (figg. 110, 111). Oliheterna cellerna emellan kunna ytterligare stegras, så att klyföppningarna i vissa fall gifva intryck af att vara halva. Ej sällan befanns slutspringan starkt vidgad, i några fall tvärställd i förhållande till klyföppningsapparatus morfologiska längdaxel (fig. 110). En vanlig anomali består däruti, att slutcellerna antaga, från ytan sedt, en afvikande, kantig eller polygonal form. Trecelliga typer till följd af ena slutcellens septering äro ej sällsynta. Därvid kan tvärväggen vara ställd på sned — hos den å fig. 114 afbildade klyföppningen saknade ifrågavarande cell stärkelseinnehåll — eller mera vinkelrätt och då bågformigt orienterad; i den på sistnämnda sätt ombildade klyföppningen å fig. 113 var blott den ena dottercellen stärkelseförande, den andra stärkelsefri liksom den osepterade slutcellen. Tvillingklyföppningar förekomma här och där. Fig. 115 visar ett dylikt fall, där de morfologiska längdaxlarna stå vinkelrätt mot hvarandra, så att båda klyföppningarna förlorat förmågan att fungera på normalt sätt. Den mellersta, i ifrågavarande komplex befintliga cellen förde stärkelse, de öfriga saknade nästan fullständigt detta innehåll.

Skimmia fragrans CARR.

Stomata förekomma såväl på yttre som inre väggen af fruktämnet. I senare fallet äro de merendels långsträckt och slutna. Hos dessa på fruktens insida förekommande stomata har jag iakttagit septering af den ena, i ett fall till och med af båda slutcellerna, så att tre- resp. fyrcelliga typer uppstått (fig. 119). Figg. 116—118 visa nyanläggning af stomata på fruktämnets utsida.

Tulipa Gesneriana L.

Klyföppningarna å fruktväggens utsida äro normalt byggda. Tvillingklyf-



Figg. 101-113.

öppningar uppträda dock allmänt, orienterade i flera fall polärt (i förlängningen af hvarandra) eller parallellt, i andra åter på sned, hvarvid gestaltningen till en viss grad röner inverkan af detta deras inbördes läge (fig. 120). På fruktväggens insida, där klyföppningarna företrädesvis uppträda i den undre delen, äro de vidöppna och likna hydatoder (figg. 121, 122). Deras kromatoforer sakna klorofyll, men föra i regel stärkelse.

Öfverensstämmande med *Tulipa Gesneriana* förhöllo sig *Narcissus poeticus* L. (figg. 123, 124), *N. Pseudonarcissus* L. (figg. 125—128) samt *Gagea*- och *Billbergia*-arter (figg. 129—131, resp. 132—136). Såsom redan Jönsson (I, 24) iakttagit, finnas klyföppningar, anmärkningsvärdt nog, ursprungligen ej å fruktämnetts insida, utan först sekundärt inträder hos ifrågavarande epidermisceller en föryngring, hvilken ger upphof till klyföppningar, särskildt i fruktbladens invikta kanter. Mera anmärkningsvärda anomalier synas icke göra sig gällande. Fig. 127 visar modercellen till en sekundärt hos *Narcissus Pseudonarcissus*, vid föryngring af epidermiscellerna å fruktväggens insida, anlagd klyföppning.

Bowiea volubilis HARW.

På utsidan af de nästan suckulenta frukterna uppträda stora, vidöppna, men i öfrigt normalt byggda stomata (fig. 137). På fruktväggens insida förekomma verkliga jättestomata med starkt hypertrofierade slutceller (figg. 137, 139). I ett fall hade hypertrofieringen gått så långt, att cellerna isolerats från hvarandra i den ena polen och den där ansatta, i centralspringans förlängning gående cellväggen klufvits, hvarigenom ifrågavarande intercellullarrum förlängts schizogent (fig. 137), på samma sätt som i det föregående beskrifvits för *Paeonia paradoxa*. Slutcellerna innehålla i allmänhet polyarka stärkelsekorn.

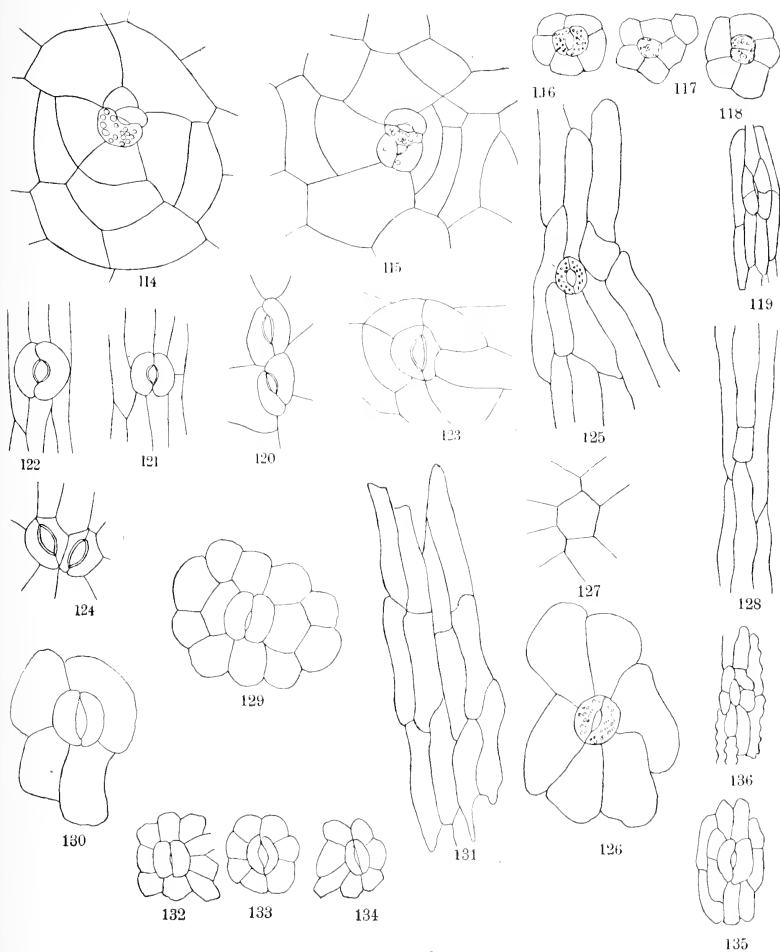
Canna hybrida HORT.

Klyföppningarna äro särskildt på fruktämnetts insida stora, vidöppna och hypertrofierade. Typiskt halfva former förekomma här och där (fig. 140). På utsidan uppträda klyföppningar äfven å taggarna, särskildt i dessas spets, där, som redan POULSEN anmärkt, andhålan sträcker sig genom hela taggens inre (I, 252; Tab. V, figg. 3—6). POULSENS uppgift, att å utsidan stomata äro förhanden endast på taggarna, är oriktig.

Iris sibirica L.

Klyföppningarna på fruktens utsida sammantryckas ofta och deformerar i högre eller mindre grad genom de sekundärt tillväxande, starkt turgescenta epidermiscellerna. I vissa fall förekomma till och med en öfverväxning genom dessa senare, så att klyföppningarna komma att ligga innanför den ofvan dem slutna epidermis. Stomacellerna äro i sådana fall helt isolerade från hvarandra. Här föreligger en morfologisk, om ock kanske ej utvecklingshistorisk likhet med det fall, VÖCHTING iakttagit å kallussvulster hos *Brassica oleracea*, där stomata träffades i cellagret innanför epidermis (I, 77).

Ur mina öfriga undersökningar rörande fruktämnenas och frukters klyföppningar må ytterligare följande anföras.



Figg. 114—136.

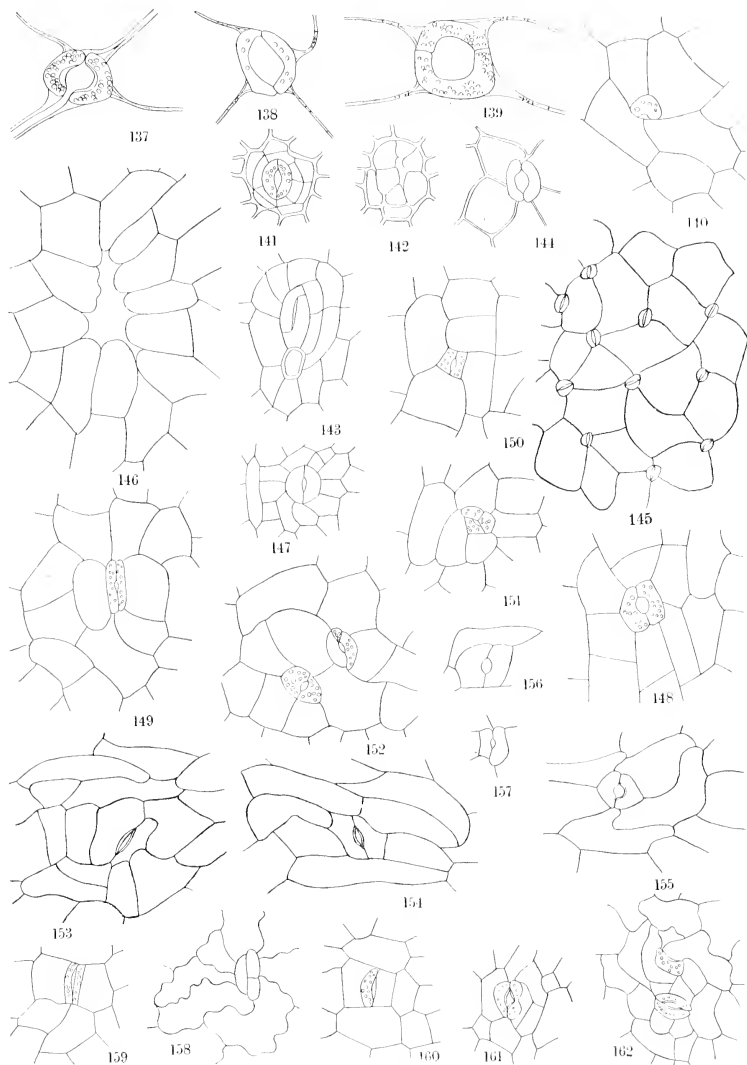
Endast utsidan af fruktväggen förde klyföppningar: *Linaria vulgaris* MILL.,
Digitalis ferruginea L., *Gomphocarpus fruticosus* R. BR., *Asclepias Cornuti* DECNE.

Vincetoxicum nigrum MENCH., *Sambucus nigra* L., *Syringa vulgaris* L. (några stomata visade tendens till anomalier), *Cucumis sativus* L., *Cucurbita Pepo* L., *Cucurbita* sp. (fig. 141; på sina ställen å den utvuxna frukten förstörda stomata, hvarvid angränsande, tunnväggiga biceller hvälfva sig ballongformigt fram och som thyller tilltappa den på detta sätt uppkomna öppningen [fig. 142]), *Arctostaphylos uva ursi* (L.) SPRENG., *Nigella Damascena* L., *Nuphar luteum* (L.) SM. (stomata rikligt å stiftalsen, mera sparsamt å fruktens öfre hälft; synas saknas å undre delen af frukten; i regeln vidöppna och erinrande om hydatoder), *Raphanus sativus* L. (stomata vidöppna, klorofyllfria, men stärkelseförande), *Thlaspi arvense* L., *Aesculus Hippocastanum* L. (här och där vidöppna, mera sällan reducerade stomata; uppträda äfven å taggarna), *Lupinus angustifolius* L., *Vicia Cracca* L., *Phaseolus nanus* L., *Pisum sativum* L., *Colutea arborescens* L., *Cytisus Laburnum* L., *Baptisia australis* R. BR., *Oenothera biennis* L. (klyföppningarna här bundna vid fruktens klorofyllförande fält), *Heracleum emines* LANGE, *Conium maculatum* L., *Pimpinella Anisum* L., *Dicamnus Fraxinella* PERS., *Abutilon Avicennae* GÆRTN., *Viola elatior* FR., *Dianthus Caryophyllus* L., *Ficus Carica* L. (å den köttiga inflorescensaxelns utsida), *Citrus Aurantium* L., *Piper nigrum* L., *Ulmus montana* WITH., *Juglans regia* L. (väl utvecklade stomata klyföppna på klorofyllfria upphöjningar å fruktväggen), *Carya aquatica* NUTT. (fig. 147), *Vanilla planifolia* ANDR. (sparsamt), *Eremurus robustus* REGEL (klyföppningarna förbundna med angränsande epidermisceller genom en skarpt markerad led), *Funcckia undulata* OTTO & DIETR., *Alströmeria brasiliensis* SPRENG. (väl bildade stomata rikligt förhanden; bilda likformigt fördelade knutpunkter i epidermiscellernas nätverk [fig. 145]), *Iciorivion Pallasii* FISCH & MEY.

På både in- och utsidan af fruktväggen träffades klyföppningar hos följande: *Platyodon grandiflorum* DC. (insidans stomata vidöppna), *Staphylea trifolia* L., *Aquilegia vulgaris* L., *Papaver dubium* L. (klyföppningarna ofta insänkta och ej sällan ställda vinkelrätt mot epidermiscellernas sträckningsriktning), *Papaver somniferum* L. (rikligt på utsidan, mera sparsamt på insidan och här ofta insänkta), *Ricinus communis* L. (väl utvecklade stomata förekomma rikligt).

Hos de anförda växtformerna uppträdde här och där klyföppningsanomalier, bland hvilka följande skola framhållas: typiskt halfva stomata (*Baptisia*, *Heracleum*); sneda, asymmetriska stomata (*Funcckia*); förskjutning af stomata till spetsen af långa, utskjutande värtor (*Gomphocarpus*); långsträckta, funktionslösa stomata (*Colutea*); tvillingbildning till följd af parallell anordning af tvenne klyföppningar (*Ricinus*, *Papaver somniferum*, hos den senare å kapselns utsida). Sneda klyföppningar funnos, utom hos den redan nämnda *Funcckia*, hos *Phaseolus nanus*, där ifrågavarande anomalier visade sig bero därpå, att klyföppningsapparaten anlagts snedt mot omgifvande cellers sträckningsriktning och stomacellerna sekundärt förskjutits (fig. 143). Klyföppningen ifråga tillhörde den postamentala cellkranen vid basen af ett hår, där samtliga celler voro sträckta i radial riktning. *Forsythia suspensa* VAHL saknade å mera utvuxna frukter klyföppningar; i dessas ställe uppträdde på utsidan lenticeller.

Klyföppningsfria voro frukterna hos följande arter: *Solanum Lycopersicum*



Figg. 137—162.

L., *S. tuberosum* L.¹, *S. Capsicastrum* LINK, *Physalis Alkekengi* L., *Mandragora officinarum* L.², *Lobelia fulgens* WILLD., *Viburnum Lantana* L., *Lonicera Caprifolium* L., *Symphoricarpos racemosus* MICHX., *Impatiens glanduligera* LINDL., *Ribes Grossularia* L., *Prunus domestica* L., *Pyrus Malus* L., *Rosa rugosa* THUNB. (hypanthiet), *Althaea rosea* CAV., *Malope grandiflora* DIETR. och *Empetrum nigrum* L. Hos *Symphoricarpos racemosus* funnos å den mogna frukten på sina ställen andöppningar af annat slag, nämligen stora intercellularrum (fig. 146), som dock delvis förträngts genom thyllformigt i dem invuxna epidermisceller. Måhända utgöra dessa öppningar residuer efter oblitererade, tidigare där förekommande stomata.

6. Frön.

Att fröintegumenter kunna vara försedda med klyföppningar, är i allmänhet föga känt. I litteraturen har dock förhållandet ifråga på flera ställen beskrifvits. Sålunda hade redan på 1840-talet SCHLEIDEN iakttagit detsamma hos tvenne växtsläkten, *Canna* och *Nelumbium*. Hos flera af SCHLEIDEN undersökta *Canna*-arter uppträdde sålunda å testans hårda, spröda öfverhud klyföppningar (SCHLEIDEN, II, 10; III, 350, 388), och detsamma torde enligt SCHLEIDEN vara förhållandet hos samtliga arter af detta släkte. Hos *Canna maculata* och *C. patens* äro klyföppningarna — att döma efter de afbildningar, SCHLEIDEN meddelat (II, Taf. I, figg. 11—13), — starkt vidgade på bredden. Hos *Nelumbium speciosum* beklädes perikarpiets insida af en till fröskalet hörande, hård och fast öfverhud med klyföppningar, hvilka i påfallande grad erinra om *Canna*-frönas (SCHLEIDEN, II, 83).

Klyföppningarna å fröskal hos *Canna* nämnas senare i en af SCHUMANN meddelad undersökning öfver fröskalets byggnad hos ifrågavarande växt. Det yttersta skiktet utgöres här af en epidermis med klyföppningar, innanför detta följer ett pigmentförande cellager och under detta åter ett garfämneförande. Beträffande klyföppningarna tillägger SCHUMANN endast, att de äro abnormt stora och ställda på tvären.

Bland vidare iakttagelser öfver klyföppningsförande frön kunna nämnas CZECHS (I, 106) och HARTIGS (I, 38; SCHACHT, I, 277), enligt hvilka dylika förekomma hos *Tulipa Gesneriana*, äfvensom undersökningar af GODFRIN, som påvisade ett liknande förhållande hos flera växter, nämligen hos *Ornithogalum pyramidale*, *Lilium Martagon*, *Tulipa Didieri*, *Juglans regia*, *Carya amara*, *Magnolia obovata*, *M. fusca* och *M. macrophylla*.

Ytterligare undersökningar i denna riktning föreligga af RAUNKLER. Denne fann (I, 155) klyföppningsförande fröskal hos ett antal *Geranium*-arter (*G. viscidulum*, *G. pratense*, *G. bohemicum*, *G. phæum*, *G. pyrenaicum* och *G. sanguineum*).

¹ I detta sammanhang kan nämnas, att öfvajordiska, i bladvecken af örtstammen insererade potatisknölar (BLAERINGHEM), hvilka ännu ej täckts af periderm, likaledes sakna klyföppningar.

² Däremot icke hos *Atropa Belladonna* L. LAMPE (I, 6) uppger visserligen, att frukterna här äro klyföppningsfria, men vid undersökning träffade jag, om ock sparsamt, klyföppningar på utsidan (fig. 147).

Enligt RAUNKLER är det öfver hufvud att antaga, att frön hos samtliga *Geranium*-arter förhålla sig på samma sätt. RAUNKLER iakttog vidare klyföppningar å fröskalet hos *Erodium*-arter, äfvensom hos *Polygala vulgaris*. I detta sammanhang beskriver RAUNKLER vissa tillstopningsinrättningar hos klyföppningarnas andhålur hos *Geranium sanguineum* (RAUNKLER, I, fig. 7), hvilka till sin natur torde böra hänföras till stomatära thyller.

Äfven DE TONI omnämner klyföppningar hos *Geranium*-arters frön, t. ex. hos *Geranium pratense* (I, 877) och *G. bohemicum* (Tav. XII, fig. 3). Enligt KNY (I, 56; Taf. XX) finnas klyföppningsförande frön hos *Viola tricolor*¹. Af intresse är NATHORSTs iakttagelse, att den fossila, i rhät-lias-tidens aflagringar förekommande *Nilssonia brevis* förde å fröintegumenterna klyföppningar (NATHORST, V, 24; Taf. 7, fig. 6).

Mina egna undersökningar inskränka sig i det stora hela till tvenne arter, *Juglans regia* L. och *Carya aquatica* NUTT., hos hvilka talrika klyföppningar uppträda å fröskalet (figg. 148—152). I de flesta fall visa dessa normal byggnad. Anomalier träffas dock rätt allmänt, bland hvilka kunna nämnas septering af ena slutcellen — detta förhållande iaktogs såväl hos *Juglans regia* som hos *Carya aquatica* (figg. 151, 152) —, vidare förskjutning af slutcellerna, så att mer eller mindre asymmetriska typer komma till stånd, samt sträckning af slutcellerna under reduktion eller, i vissa fall, försvinnande af klyföppningsspringan. Höggradig hypertrofiering förekommer särskildt hos *Juglans*, där springan blir tvärställd — bredden ända till fyra gånger öfverstigande längden — och slutcellernas bägge ändar nästan beröra hvarandra. KÖNIG omnämner (I, 364; fig. 131) efter PEISTER funktionslösa klyföppningar med förtjockade slutceller å testan hos *Juglans regia*.

Jag har vidare undersökt de af SCHLEIDEN å fröskalet hos *Canna* upptäckta klyföppningarna. De ge sig här till känna redan för blotta ögat såsom små, punktformiga fördjupningar å fröskalet, af hvilka hvar och en motsvarar en klyföppning (HARZ, I, 368). Några andra anomalier än deras starka sträckning på tvären — bredden hos ifrågavarande klyföppningar öfverstiger deras morfologiska längdaxel två, i vissa fall till och med tre gånger — hafva likväl förvid icke iakttagits. Klyföppningarna å *Canna*-fröskalet sakna merendels kromatoforer och stärkelse².

De i denna afdelning II beskrifna åbnorma klyföppningstyper, som sålunda kunna uppträda å växtorgan af olika slag under mera naturliga förhållanden, låta sig sammanfatta på följande sätt.

¹ Hos tvenne Rosaceer, *Cowania mexicana* och *Purshia tridentata*, har JUEL (I, 57, 58; figg. 104—108) nyligen påvisat klyföppningar å fröanlagens integument. Hos den förra torde de vara funktionslösa, emedan, enligt JUEL, ingen centralspringa bildas mellan slutcellerna, hos den senare visa de den egendomligheten, att de uppträda äfven å insidan af det yttre integumentet. — [Tillägg under tryckningen.]

² Dermatogenet å fröns embryo synes alltid vara i saknad af klyföppningar. Ej sällan träffas dock enligt HARZ (I, 383) tydliga anlag till sådana. En undersökning i denna riktning af mera rikligt klorofyllförande frön skulle vara af ett visst intresse.

- 1) Typiskt halfva klyföppningar (*Funcchia*, *Mercurialis*, *Physalis*, *Anthyllis*, *Cleome*, *Passiflora*, *Canna*, *Baptisia*, *Ricinus*);
- 2) halfva klyföppningar till följd af obliterering och sammantryckning af den ena slutcellen (*Mercurialis*, *Ribes*);
- 3) allmänt tillbakabildade klyföppningstyper (*Typha*, *Heracleum*, *Rheum*, *Anemone Hepatica*, *Colocasia*, *Solanum Capsicastrum*, *Primula*, *Franciscea*);
- 4) klyföppningar med stomacellerna utbildade såsom vanliga epidermisceller (*Mercurialis*) eller med tendens till dylik ombildning (*Franciscea*, *Datura Metel*, *Passiflora*);
- 5) tvillingklyföppningar (*Fuchsia coccinea*, *Mandragora*, *Nicotiana*, *Pæonia*, *Passiflora*, *Tulipa*, *Ricinus*, *Papaver*);
- 6) trillingklyföppningar (*Reseda*);
- 7) hypertrofierade klyföppningar (*Datura Metel*, *Cleome*, *Bowiea*);
- 8) jättestomata (*Datura Metel*, *Hyoscyamus*, *Pæonia*, *Reseda*, *Bowiea*);
- 9) klyföppningarna sträckta på längden (*Colutea*, *Carya*);
- 10) klyföppningarna utvecklade abnormt på tvären (*Franciscea*, *Juglans*, *Canna*);
- 11) asymmetri hos klyföppningarna genom abnorm förskjutning af slutcellerna i sideoled (*Colocasia*, *Mandragora*, *Nicotiana*, *Primula sinensis*, *Franciscea*, *Datura Metel*, *Pæonia*, *Cleome*, *Tulipa*, *Funcchia*, *Phaseolus*, *Carya*, *Lilium bulbiferum*);
- 12) klyföppningarnas längdaxel vinkelböjd eller sicksackformig (*Datura Metel*, *Mandragora*, *Nicotiana*, *Primula sinensis*);
- 13) klyföppningarnas slutceller hermetiskt slutna intill hvarandra under försvinnande af centralspringan (*Mercurialis*, *Primula sinensis*, *Franciscea*, *Datura Metel*, *Nicotiana*, *Cleome*, *Skimmia*, *Juglans*, *Carya*);
- 14) vidöppna stomata (*Cleome*, *Tropæolum*, *Tulipa*, *Bowiea*, *Nuphar*, *Lilium bulbiferum*);
- 15) centralspringan utvecklad abnormt på bredden, tvärställd (*Pæonia*, *Cleome*, *Passiflora*, *Juglans*);
- 16) centralspringan schizogent förlängd utanför slutcellerna (*Pæonia*, *Bowiea*);
- 17) slutcellerna isolerade, ej berörande hvarandra (*Pæonia*, *Bowiea*, *Iris*, *Lilium bulbiferum*);
- 18) klyföppningen kvarstående å modercellens stadium; celledningen uteblir (*Datura Metel*);
- 19) fusionering af slutcellerna (*Mercurialis*);
- 20) dimorfism mellan slutcellerna i samma klyföppning (*Pennisetum typhoideum*);
- 21) trecelliga klyföppningar till följd af ena slutcellens septering (*Solanum Capsicastrum*, *Datura Metel*, *Cleome*, *Reseda*, *Tropæolum*, *Passiflora*, *Skimmia*, *Juglans*, *Carya*);
- 22) fyrcelliga klyföppningar till följd af båda slutcellernas septering (*Tropæolum*, *Skimmia*);
- 23) trecelliga klyföppningar, bestående af öfvertaliga, sidoställda slutceller (*Nicotiana*, *Helleborus*, *Cleome*);

- 24) klyföppningar med sklerotiska slutceller (*Tropaeolum*);
- 25) stomata subepidermalt förskjutna genom öfverväxning af angränsande epidermisceller (*Iris*);
- 26) klyföppningarna tillstoppade genom stomatära thyller (*Funckia*, *Pavonia*, *Geranium*);
- 27) anthocyanförande stomata (*Rheum*, *Cheiranthus*).

III.

Bildningsafvikelser hos klyföppningar å myko- och zoocecidier.

Cecidiernas anatomi har till sina grunddrag redan länge varit bekant. De viktigare bland dem ha ingående undersökts ej allenast från deskriptivt anatomisk, utan äfven från fysiologiskt anatomisk och utvecklingshistorisk synpunkt. Såsom de förnämsta forskarna å detta område kunna nämnas LACAZE-DUTHIER, HIERONYMUS, FRANK, MER, BEIJERINCK, KÜSTENMACHER, MOLLARD, KÜSTER, HOUARD, MAGNUS och ZWEIFELT, hvilka hufvudsakligen ägnat de zoogena cecidierna sin uppmärksamhet, samt FENZLING, WAKKER, HARTMANN och GUTTENBERG, som i sina undersökningar behandlat, mer eller mindre ingående, mycetogena cecidier. Oaktadt den patologiska växtanatomen sålunda har att uppvisa på detta område en mångsidig forskning och en rikt detaljerad litteratur, är dock i det stora hela föga bekant beträffande klyföppningsapparaternes byggnad å cecidier. De här föreliggande litteraturuppgifterna afse knappast annat än klyföppningarnas förekomst och uppträdande öfver hufvud å gallbildningar eller — vid mera ingående undersökning — deras antal och fördelning vid jämförelse med förhållandet hos normalt gestaltade växtdelar af motsvarande slag. Och dock finnes, som mina egna undersökningar visat, hos ifrågasvarande zoo- och mykomorfosers klyföppningar en rik växling af byggnadstyper och varianter. Bland dessa äro endast några tidigare kända. KÜSTER (III, 212; fig. 102) beskriver sålunda på olika sätt hypertrofiskt förändrade och jättestomata hos de bekanta, af *Pontania proxima* å *Salix*-blad förorsakade cecidierna, äfvensom (II, 175; fig. 112) hos samma cecidieform tre- eller fyrcelliga klyföppningstyper, anomalier, hvilka framgått genom den ena eller bägge slutcellernas septering eller ock genom mer eller mindre abnormt försiggående delningar hos dessas moderceller. Hos cecidier af *Trioza alacris* å *Laurus nobilis* fann KÜSTER (III, 213) klyföppningar, som förskjutits under de angränsande, ofvan dem framvuxna epidermiscellerna. Mera vidtgående äro dock de slag af deformationer, GUTTENBERG påvisat hos klyföppningarna å vissa genom parasitsvampar förändrade växtdelar. Särskildt visade *Zea Mays* vid infektion genom *Ustilago Maydis* ombildade klyföppningar. Till en del voro dessa af samma typ som de KÜSTER beskrifvit. Här uppträdde genom tvärväggar septerade slutceller, vidare stomaceller, som delat sig i med central-springan parallellt plan. GUTTENBERG beskriver därjämte abnormt stora, vidöppna klyföppningar, å andra sidan slutna, degenererade former. Lägges härtill, att

KÜSTENMACHER fuddit å cecidier hos *Quercus Robur* klyföppningar med mer eller mindre genomförd fusionering af slutcellerna, torde de viktigaste litteraturuppgifter vara anförda, som beröra klyföppningarnas patologiska anatomi å cecidier.

Vid mina egna undersökningar, som till större delen utförts åren 1916 och 1917, mötte jag, som nämnt, en brokig växling af klyföppningsanomalier. Mer eller mindre framträdande föreligga sådana vid, snart sagdt, hvarje cecidogen ombildning. Bland det rika material af cecidier, jag i detta hänseende undersökt, må följande särskildt anmärkningsvärda fall beskrivas. Med hänsyn till cecidieformernas morfologi och egenskaper i öfrigt hänvisar jag till mitt arbete öfver Skånes zoocecidier (GERTZ, V). Ordningsföljden är liksom där i enlighet med HOUARDS cecidologiska handbok.

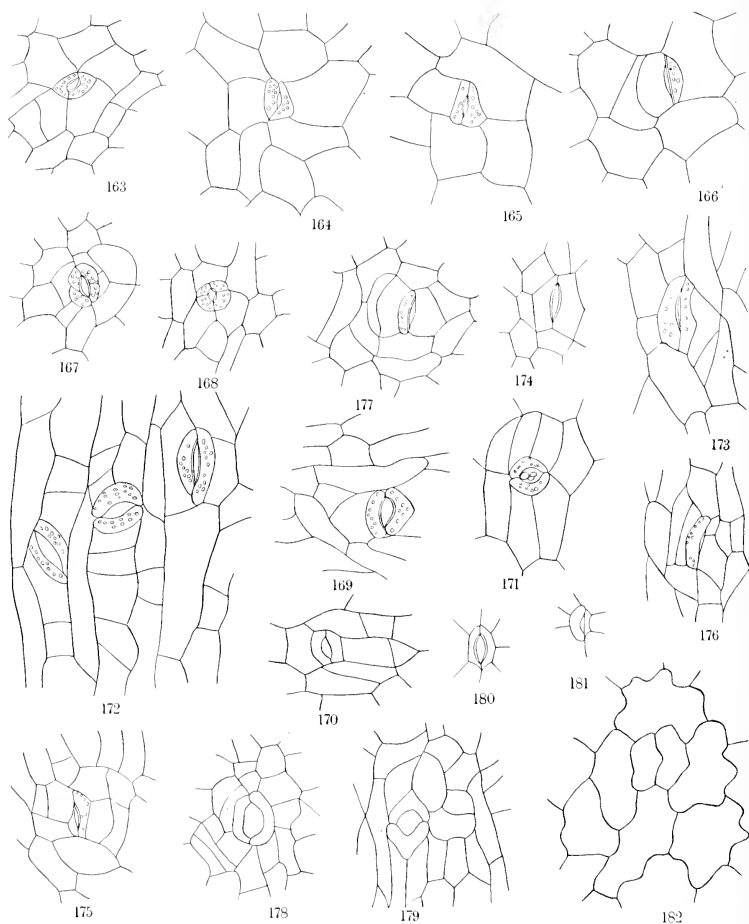
Triticum junceum L. — Isosoma graminicola GIRAUD [HOVARD: 308].

Hos ifrågavarande kottelika cecidium föra de yttre bladen å slidan klyföppningar af normal Graminé-typ. På insidan af inmanför befintliga slidor, där stomata öfver hufvud uppträda mera glest, visa de afvikelsen, att de äro byggda efter Liliacé-typen. Cecidiets innersta bladslidor utmärka sig genom fast, behård konsistens och synas sakna klyföppningar. Den anmärkta egendomligheten hos vissa å cecidiet förekommande klyföppningar — återgång till Liliacé-typens fylogenetiskt äldre organisation — ställer fallet ifråga som en parallell till det af PORSCH, WARNEKE och GUTTENBERG undersökta *Zea Mays* samt till det af mig i det föregående (p. 16) beskrifna *Pennisetum typhoidum*.

Populus pyramidalis ROZ. — Pemphigus affinis KALT. [HOVARD: 554].

De cecidiöst deformerade bladpartierna, kännetecknade genom omvikning, buckling och skrynkling af skifvan samt genom reducerad eller undertryckt klorofyllbildning, förete talrika klyföppningsanomalier af skilda typer (figg. 159—168). Här uppträda på längden sträckta, vidare abnormt breda, snedställda och i öfrigt förändrade stomata. Vid sträckning i tvärriktningen antaga slutcellerna ofta tresidig gestalt (figg. 163, 165). Halfva klyföppningar, där ena slutcellen är steril och utbildad såsom vanlig epidermiscell (figg. 160, 162, 166), äro ej sällsynta; mellan dessa och normala, af tvenne typiska slutceller bildade klyföppningar träffas alla öfvergångar. Sterilitet hos stomacellerna ger sig här som i andra fall till känna bland annat genom försvinnande af eljest här förekommande kloroplaster och stärkelsekorn. I vissa fall äro båda slutcellerna hopfallna, funktionslösa och utan innehåll.

Rätt allmänt uppträder septering hos klyföppningarnas slutceller. Som en första ansats härtill kan man i viss mån betrakta det fall, där slutcellen hopsnöres timglaslikt på midten (fig. 161). När delning inträder, kan denna göra sig gällande hos endast den ena slutcellen eller hos båda, hvarvid 3- resp. 4-celliga klyföppningstyper komma till stånd (figg. 167—168). Tvärväggarna äro vid dylik septering i allmänhet vinkelrätt ställda mot slutcellernas längdaxel, mera sällan snedt.



Figg. 163—182.

De beskrifna abnormala stomatyperna träffas såväl på öfver- som undersidan af bladet. De förekomma dock, liksom klyföppningarna öfver hufvud, talrikast på sistnämnda. Halfva klyföppningar synas företrädesvis vara förhuden å bladets öfre sida.

Salix alba L. — Pontania proxima LEPEL. [HOUARD: 633].

På ytan af detta bönformiga, kompakta cecidium äro klyföppningarna — här förbisedda af HIERONYMUS¹ och KÜSTENMACHER, senare påvisade af KÜSTER (III, 212) — mycket oregelmsässigt fördelade. De förekomma i regeln gruppvis (fig. 172), ofta två och två, bildande tvillingklyföppningar, och förete då i allmänhet sidoställd orientering. Centralspringan är ej sällan vidöppen och slutcellerna stärkelsefria (figg. 170, 174), så att klyföppningarna erhålla likhet med hydatoder; detta inträffar särskildt då deras morfologiska längdaxel står vinkelrätt mot epidermiscellernas sträckningsriktning (figg. 169, 170). Hos dylika, hypertrofierade stomata har jag ofta funnit centralspringan herbergera Protococcacé-kolonier, hvilka, tack vare sina lifligt grönfärgade, kraftigt assimilerande kloroplaster, torde såsom syrgasregeneratörer vara af viss betydelse för gasutbytet i cecidiernas intercellulärer, ehuru symbiosen ifråga är i detta fall endast tillfällig (fig. 171). Likaså har jag i flera sådana klyföppningar funnit, arreterade i slutspringorna, Urediné-spore; sannolikt tillhörande *Melampsora*-arter, hvarigenom förklaras det förhållandevis allmänna uppträdandet af *Melampsora* å ifrågavarande, af *Pontania proxima* förorsakade cecidier (GERTZ, V, 15).

Hos flera klyföppningar befanns centralspringan konstant slutet och andhålan reducerad eller utfylld. Hvad beträffar formen hos slutcellerna, är denna mången gång långsträckt, sned (fig. 173) eller på annat sätt afvikande, t. ex. polygonal (figg. 174, 175). Allmänt uppträda halfva stomata, dels af den typ, där endast en slutcell varit ursprungligen förhanden, dels sådana former, där en af de två här anlagda slutcellerna utvecklats till en vanlig epidermiscell (figg. 176, 177), dels slutligen falskt halfva klyföppningar, i det att ena slutcellen oblitererats och sammantryckts. Å andra sidan förekomma äfven trectelliga typer till följd af septering hos den ena slutcellen. Ett dylikt förhållande träffas i vissa fall äfven hos halfva klyföppningar, såsom framgår af fig. 176, där den sterila, som vanlig epidermiscell byggda slutcellen tvärdelats. Stärkelse finnes i allmänhet förhanden, men saknas hos starkt vidöppna klyföppningar, äfvensom hos sterila slutceller.

Salix purpurea L. — Pontania vesicator BREMI [HOUARD: 705].

Detta blåsformiga, relativt tjockväggiga cecidium för å utsidan sparsamt klyföppningar. I det stora hela förete dessa regelbunden utbildning, men äro städe vidöppna som hydatoder (fig. 178). I vissa fall ha dock slutcellerna en afvikande, ofta vigglik gestalt och äro då orienterade med sin morfologiska längdaxel på tvären

¹ HIERONYMUS meddelar i sitt systematiskt värdefulla cecidologiska arbete ett antal iakttagelser öfver cecidiernas anatomiska byggnad och redogör därvid äfven för klyföppningarnas uppträdande. De till grund härför liggande undersökningarna synas emellertid ofta ha varit ofullständiga, då HIERONYMUS fränkänner ett stort antal notoriskt klyföppningsförande cecidier dylika bildningar. Hans uppgifter få därför upptagas med försiktighet i sådana fall, där onundersökning af det i antydda arbete beskrifna materialet ej kommit till stånd. Detsamma gäller, om ock i mindre grad, om KÜSTENMACHERS undersökningar. I vissa fall lämnar sistnämnde forskare, som beskrifvit, mer eller mindre utförligt, ett stort antal galbildningar, en särdeles ingående redogörelse för klyföppningarnas byggnad och förhållande, i andra nämner han öfver hufvud ej dessa organ, hvilkas uppträdande han å ifrågavarande cecidier sålunda torde ha förbisett.

mot epidermiscellernas sträckningsriktning, hvarjämte en cellvägg är apponerad å midten af ifrågakvarande slutcellers ryggsida (fig. 179). Klyföppningarna sakna i allmänhet stärkelse, åtminstone hos utvuxna ceccidier. Gallkavitetsens insida är klyföppningsfri.

Quercus Robur L. — Trigonaspis megaptera PANZER [HOVARD: 1280].

Klyföppningarna, hvilka förekomma synnerligen glest å ifrågakvarande, i äldre stammars bark insererade galler, äro ej sällan halfva på grund af obliterering eller sammantryckning af ena slutcellen. En annan anomali består i polygonal gestaltning hos cellerna ifråga. I vissa fall är klyföppningsapparatusens bredd större än dess längd och springan tvärställd i förhållande till den morfologiska längdaxeln.

Quercus Robur L. — Andricus Sieboldi HARTIG [HOVARD: 1293].

Hos dessa kägelformiga, från basen mot spetsen radiärt färade, köttiga ceccidier visa klyföppningarna — förbisidda af *HIERONYMUS* och här först påvisade af HOVARD (I, 265, fig. 193) — flera anomalier. Typiskt encelliga former förekomma allmänt, därjämte starkt abnorma typer med hypertroferade slutceller, hvilkas öfre och undre ändrar växt mot hvarandra, så att slutcellerna ifråga sammanslutit sig till en ring. Här föreligger samma förhållande, som i det föregående (pp. 9—11) beskrifvits hos *Phaeocolus multiflorus*, *Solanum tuberosum*, *Galtonia candicans* och *Tradescantia virginica*. Andra hos detta ceccidium förekommande anomalier äro utspänning på tvären, förskjutning af slutcellerna samt asymmetri.

Klyföppningar — till en del erinrande om nu beskrifna former — iakttog jag hos det morfologiskt intressanta, af *Andricus callidoma* HARTIG förorsakade ceccidiet [HOVARD: 1254], där sådana för öfrigt redan påvisat af KÜSTENMACHER (I, 122). Ifrågakvarande ceccidium blef emellertid af brist på material — det förekommer öfver hufvud sällsynt och är i Sverige känt endast från en af mig beskrifven fyndort (GERTZ, V, 26) — ej närmare undersökt.

Quercus Robur L. — Dryophanta folii L. [HOVARD: 1320].

Klyföppningarna uppträda gruppvis och äro i allmänhet lokaliserade till de knutiga, ofta anthocyanfärande fält, som uppträda å ifrågakvarande galler. I regeln intages midten af hvarje sådan emergensartad upphöjning af en abnormt stor, vidöppen andningspor, omgifven af celler med på karakteristiskt sätt, radiärt eller koncentriskt, förlöpande väggar. I öfrigt utgöres ceccidiets epidermis af ett polygonalt, anthocyanfärande parenkym med blekt färgade, gulgröna kloroplaster.

Såsom KÜSTENMACHER (I, 124; Taf. VI, fig. 13) först påvisat, äro klyföppningarna hos ceccidier af *Dryophanta folii* underkastade en egendomlig förändring, i det att slutcellerna, helt eller partiellt, fusionera med hvarandra¹. I extrema fall

¹ Samma förhållande förekommer enligt KÜSTENMACHER hos flera andra, å *Quercus* uppträdande ceccidier. De genom ifrågakvarande fusionering af stomacellerna bildade gasporerna beskriver KÜSTENMACHER på följande sätt: »Die Luftspalten, welche man bei den meisten freien Gallen findet (*Folii*-, *Hedwigia*-, *Longiventris*-, *Divisa*-, *Ostreus*-Galle u. s. w.), sind in frühester Jugend als Spaltöffnungen angelegt. Die mit den Spitzen zusammenstossenden Schliesszellen bekommen in den beiden Berührungswänden Tüpfel, die Wände werden resorbiert und so erscheinen die beiden Schliesszellen später als Ringzelle, welche weniger zum Schluss als vielmehr zur Aus-

begränsas centralspringan af en sluten, ringformig cell, på samma sätt som jag i ett fall iakttagit å panacherade bladfält af *Mercurialis perennis* (p. 15) och HABERLANDT påvisat dels (I, 465; Taf. XXVI, fig. 18) hos vissa mossor (*Polytrichum*), dels (II, 106; Taf. II, figg. 14—16) hos *Azolla caroliniana*. Någon ytterligare deformation än den sistnämnda, hvilken äfven jag iakttagit i enstaka fall hos dessa cecidier, synes icke vara förhånden, om här bortses från degenererade och ur funktion trädde stomata.

Ulmus montana WITH. — **Schizoneura ulmi** L. [HOARD: 2067].

Vid undersökning af den blekta, strutlikt hoprullade bladkanten träffades flera klyföppningsanomalier, särskildt å öfversidan, hvilken under normala omständigheter är fullständigt fri från klyföppningar. Allmänt uppträdde sålunda hermetiskt slutna stomata, och i ett fall befanns här den ena slutcellen albnormt förlängd och genom tvärvägg septerad (fig. 158). Å den genom cecidozoerna särskildt retade bladundersidan försvinna, såsom MOLLARD (I, 203) visat, klyföppningarna mer eller mindre fullständigt.

Ulmus montana WITH. — **Schizoneura lanuginosa** HARTIG [HOARD: 2051].

Å cecidiets utsida (morfologiska bladöfversidan), hvilken här, liksom å föregående cecidium, bär — till skillnad från normala bladtytor — talrika stomata (FRANK, I, 160)¹, äro dessa i allmänhet vidöppna, deras slutceller polygonala och deformerade, mången gång utan innehåll. Här och där förekomma oblitererade klyföppningar, äfvensom en och annan, som till följd af ena slutcellens sammantryckning är half. Cecidiets insida saknar stomata, ehuru den härmed homologa bladundersidan normalt för sådana.

Polygonum amphibium L. — **Ferrisia persicariæ** L. [HOARD: 2161].

Å ifrågavarande, genom persisterande revolutiv inrullning af bladkanten samt

steifung des Luftweges dient. Gewöhnlich werden diese Luftspalten von den Nachbarzellen der Epidermis übertragt und auch mit diesen zu Höckerchen emporgehoben.» (KÜSTENMACHER, I, 181.)

¹ Som allmän regel gäller, att vid normala växtdelars ombildning till cecidier reduceras klyföppningarnas antal. Därvid händer emellertid äfven, att en omkastning med afseende på lokalisationen kommer till stånd, dels på det sätt, att klyföppningar uppträda å tytor, som under vanliga förhållanden sakna sådana, dels så, att de helt eller partiellt undertryckas å normalt klyföppningsförande fält. Förutom i de ofvannämnda, af FRANK och MOLLARD undersökta fallen är detta känt hos åtskilliga zoo- och mykocecidier. Sålunda utblir klyföppningarnas bildning å insidan af t. ex. följande zoocidier: *Eriophyes tetanotriæ* å *Salix*-arter (FOCKEU, II, 68), *Tetroneura ulmi* å *Ulmus montana* (FRANK, I, 157), *Pemphigus filiginis* å *Populus pyramidalis* (FRANK, I, 160), *Eriophyes tilie* å *Tilia europæa* (THOMAS, I, 288; FRANK, I, 54) m. fl., ehuru ifrågavarande sida hos anförda cecidier motsvarar den morfologiska, normalt klyföppningsförande bladundersidan. Enligt ME.: (I, 120) utvecklas hos *Populus pyramidalis* å bladskaftet, som städse eljest är klyföppningsfritt, stomata, när cecidier af *Pemphigus*-arter här komma till utveckling. Hos *Euphorbia Cyparissias*, deformerad af *Uromyces pisi*, bär bladöfversidans epidermis ett större antal klyföppningar, hvilka hos friska blad uppträda endast sparsamt å denna sida, medan undersidans tvärtom innehåller färre än hos friska blad (FENTZLING, I, 9). GUTTENBERG (I, 14; Taf. I, fig. 17) och EBERHARDT (I, 620) funno å den inre fruktväggen hos *Capsella bursa pastoris*, deformerad genom *Albugo candida*, klyföppningar, den förre (I, 20; Taf. II, fig. 2) sådana å motsvarande ställe hos *Alnus incana* efter infektion med *Exoascus amentorum*, ehuru fruktväggens insida normalt är i dessa fall klyföppningsfri.

genom suckulens och intensiv rödfärgning utmärkta *cecidium* uppträda klyföppningar på såväl öfver- som undersidan. De äro starkt hypertroferade och abnorma, sneda eller i öfrigt på olika sätt förändrade (figg. 153—157). I många fall visa de öfvergång till vanliga epidermisceller (figg. 153, 154), i andra deformation i annan riktning, så t. ex. den å fig. 155 afbildade, hvars ena slutcell är tresidig. Såväl kloroplaster som stärkelsekorn saknas konstant i slutcellerna.

***Atriplex litorale* L. — *Aphis atriplicis* L.** [HOVARD: 2200].

Bladundersidans klyföppningar förete en rik växling af anomalier. Sålunda förekomma oregelbundet kantiga, polygonala och sneda, asymmetriska former med stark förskjutning af slutcellerna. I andra fall är klyföppningsapparatens längdaxel oregelbundet veckad eller vinkelböjd, i åter andra antyas klyföppningarna af sterila, stärkelseförande moderceller, hos hvilka delning uteblifvit. Äfven å bladets ofvasida förekomma stomata, som förändrats på ofvan angifna sätt; ombildningen är dock här förhållandevis mindre genomförd.

Hos flera andra, af *Aphis atriplicis* deformerade *Atriplex*-arters blad uppträda analoga klyföppningsanomalier. De göra sig emellertid, liksom hos föregående art, gällande i olika mån, hvilket uppenbarligen står i samband med olika utvecklingsgrad hos bladen vid tiden för *cecidiozoernas* invasion. Sålunda iakttag jag i upprepade fall hos *cecidiet* af *Aphis atriplicis* å *Atriplex patulum* L. [HOVARD: 2197] på såväl under- som öfversidan af blad endast normalt byggda klyföppningar.

***Silene acaulis* L. — *Perrisia alpina* F. Löw** [HOVARD: 2274].

Hos detta intressanta, af mig på annat ställe beskrifna *cecidium* (GERTZ, VII) sakna deformerade bladfält i allmänhet klyföppningar. Sådana uppträda endast i spetsen af bladen, där klorofyllfärgning finnes kvar och väfnaderna i det stora hela äro mindre förändrade, samt i en zon på gränsen mot bladets ofärgade basalfält, hvarest de — liksom i bladspetsen — förekomma på båda sidorna, dock, som det synes, talrikast på den öfre. Å ifrågavarande öfvergångszon erbjuda de ett särskildt intresse, i det de starkt tendera till patologiska utbildningsformer. Här träffas sålunda allmänt trecelliga stomata, uppkomna genom tvärdelning af ena slutcellen, undantagsvis äfven fyrcelliga typer, där båda slutcellerna undergått delning¹. Andra yttringar af patologisk ombildning bestå i snedhet, förskjutning och asymmetri eller i öfrigt deformation af slutcellerna. Därjämte är centralspringan icke sällan utfylld genom ett brunfärgadt, amorft ämne, som äfven träffas som innehåll i vissa slutceller.

***Rhamnus cathartica* L. — *Trichopsylla Walkeri* FÖRSTER** [HOVARD: 4069].

Å detta karakteristiskt deformerade, förtjockade, nästan suckulenta bladparti uppträda rikligt stomata. Förutom genom sin växlande storlek, utmärkte sig dessa, åtminstone å utvuxna galler, genom saknad af stärkelse. Flera klyföppningar befunnos öfvervuxna af angränsande epidermisceller — ett förhållande, som varit genom KÜSTER (III, 213, fig. 103) tidigare bekant hos *cecidiet* af *Trioza alacris* å blad af *Laurus nobilis*, äfvensom genom VÖCHTING (I, 77) hos regenererad epidermis

¹ Afbildningar af de här beskrifna septerade slutcellerna har jag meddelat i min citerade uppsats VII, för närvarande under tryckning i Svensk Botanisk Tidskrift.

å *Brassica oleracea*, och som jag i det föregående (p. 32) beskrifvit hos ett tredje fall, fruktväggens utsida af *Iris sibirica* —, andra tillstoppade genom stomatära thyller; i sistnämnda fall var andhålan utfylld af blåsformiga, i densamma invuxna mesofyllceller. En ytterligare här uppträdande anomali består däruft, att slutcellerna ej skiljas från hvarandra och klyföppningarna till följd däraf bli permanent slutna.

Mindre framträdande voro klyföppningsanomalierna hos följande cecidier:

Picea excelsa LINK — **Adelges abietis** KALT. [HOUARD: 101].

Ifrågavarande, allmänt kända cecidium anföres här endast till följd af klyföppningarnas topografi. Såsom WINKLER (I, 7), FRANK (I, 164) och HOUARD (I, 175) anmärkt, äro dessa undertryckta å bladens undre, deformerade del, men förekomma å deras öfre, oförändrade parti. I undersökta fall visade de typisk utbildning.

Populus tremula L. — **Harmandia petioli** KIEFF. [HOUARD: 497].

Cecidierna i allmänhet klyföppningsfria. Endast undantagsvis uppträder en och annan vidöppen och hypertrofierad klyföppning utan kloroplaster. Dessa bildningar synas fungera endast en kort tid och snart ersättas af lenticeller.

Populus pyramidalis ROZ. — **Pemphigus spirothecæ** PASS. [HOUARD: 549].

Stomata sparsamt förhanden, abnormt stora och erinrande om hydratoder. Slutspringan i regeln cirkelformig och vidöppen, slutcellerna ej sällan sneda och förskjutna. De senare synas tidigt träda ur funktion och förstöras. På cecidiets inre, larvhåligheten begränsande sida saknas klyföppningar.

Det närstående, af *Pemphigus bursarius* L. förorsakade cecidiet å *Populus pyramidalis* [HOUARD: 548] befanns i de flesta fall klyföppningsfritt. Endast någon gång uppträda här enstaka klyföppningar, hvilka äro starkt hypertrofierade och abnormt stora. Liksom hos förut nämnda cecidium inträder sekundärt bildning af lenticeller.

Salix viminalis L. — **Perrisia marginemtorquens** WINN. [HOUARD: 749].

Vid affärgning och omvickning af bladkanten under inverkan af ofvannämnda cecidomyid röna klyföppningarna till en början föga förändring. Å det fullt utbildade cecidiet fann jag emellertid, i likhet med FOCKEU (II, 103, 106), stomacellerna tryckta intill hvarandra och klyföppningarna slutna.

Salix purpurea L. — **Pontania salicis** CHRIST [HOUARD: 708].

Klyföppningarna särdeles stora och vidöppna, med slutspringan ofta tillstoppad af en amorf, vaxliknande substans.

Salix repens L. — **Pontania salicis** CHRIST [HOUARD: 922].

Klyföppningarna äfven här abnormt stora och vidöppna. På sina ställen, särskildt å äldre cecidier, är slutspringan hoptryckt eller förträngd, i andra fall, liksom hos föregående cecidium, tillstoppad af ett vaxliknande, mörkfärgadt ämne.

Alnus glutinosa (L.) GERTN. — **Eriophyes Nalepai** FOCKEU [HOUARD: 1132].

I likhet med FOCKEU (II, 121) fann jag klyföppningarna å cecidiets undersida slutna.

Quercus Robur L. — **Andricus ostreus** GIRAUD [HOUARD: 1326].

Stomata sparsamma, med vidöppen, cirkelrund slutspringa. Af biokemiskt

intresse är den rika anthocyانبildning, som inträder i dem omgivande epidermis-celler (KÜSTENMACHER, I, 119, 157; GERTZ, I, 104), hvarigenom klyföppningarna makroskopiskt ge sig å cecidiet till kända som fina, röda prickar. Såsom FOCKEU visat (I, 102), förekommer anthocyan i dessa celler ofta i form af kroppar (GERTZ, I, 104).

Quercus Robur L. — Dryophanta divisa HARTIG [HOUARD: 1328].

Synnerligen sparsamt en och annan klyföppning i den sklerotiska epidermis. Bygguaden är i det stora hela normal. Dock förekomma ej sällan klyföppningar, som äro vidöppna, äfvensom i undantagsfall abnormt på tvären sträckta.

Quercus Robur L. — Andricus curvator HARTIG [HOUARD: 1351].

De särdeles glest å cecidiet uppträdande stomata — dessa förekomma endast på bladundersidan, inskränkta till där förefintliga punktformiga, gröna fält, — afvika föga från den normala byggnadstypen. Några äro dock till följd af tryck polygonala och deras celler hoptryckta och utan innehåll. Därjämte förekomma abnorma, på tvären sträckta klyföppningar, äfvensom tvillingklyföppningar.

Stellaria Holostea L. — Brachycolus stellaris HARDY [HOUARD: 2312].

Cecidiet ifråga, hvilket kommer till stånd genom hoprullning af bladen uppåt och sklerotisering af väfnaderna, saknar klyföppningar å insidan (bladets morfologiska ofvansida), men för rikligt sådana å utsidan (= undersidan). Såsom en anmärkningsvärd egendomlighet skall nämnas, att dessa städse befunnits tillstoppade af ett brunsvart, centralspringan utfyllande ämne¹.

Pyrus communis L. — Eriophyes piri PAGENST. [HOUARD: 2871].

På undersidan af dessa knutformiga mesofyllgaller träffas, jämte normalt byggda, undantagsvis halfva klyföppningar.

Sorbus Aucuparia L. — Eriophyes piri PAGENST. [HOUARD: 2912].

Klyföppningarna oregelbundet polygonala och hypertroferade, med vidöppen springa. Uppträda mycket sparsamt.

¹ De fall af slutspringans tillstoppning genom amorfa, vax- eller hartsartade massor, som jag här påvisat hos cecidier af *Perrisia alpina* å *Silene acaulis* samt af *Pontania salicis* å *Salix purpurea* och *Salix repens*, äfvensom af *Brachycolus stellaris* å *Stellaria Holostea*, utgöra ytterligare exempel på den typ för inaktivering af klyföppningar, som först närmare beskrifvits af WULF (I, 254) och senare, med belysning af speciella nya fall, berörts af skilda forskare. FUCHSIG iakttog hos vissa Liliaceer (*Albuca fastigiata* och *Muscari racemosum*) i klyföppningarnas bakgård en hårdnad droppe af hartsliknande substans, som ofta med en fin spets stack in som en projektil i centralspringan (I, 974; Taf. I, fig. 7, Taf. II, figg. 2, 3). VOSS fann hos *Polygonum Bistorta* klyföppningarna å bladöversidan tilltäppta genom en vaxpropp (I, 76, fig. 11). Andra fall af vaxinlagring i slutspringan anföras af WARNCKE (I, 35, 56; fig. 6), nämligen hos *Psamma arcuaria*, *Psamma baltica*, *Convallaria majalis*, *Polygonatum officinale*, *Archangelica officinalis* och *Tussilago Farfura*. Förhållandet förekommer därjämte hos hydatoder, såsom NEUMANN-REICHARDT (I, 312, 335; Taf. XII, fig. 3) nyligen påvisat hos *Azalea indica*, *Cyclamen europeum*, *Primula Auricula*, *Veronica speciosa*, *Hydrangia opuloides* och *Aucuba japonica*. I viss mån kunna härtill anslutas sådana fall, som, tidigare iaktagna af olika forskare, blifvit i senaste tid beskrifna af PORSCH och KÖNIG (I, 364), af den senare å fröskal af *Juglans regia*, och af VÖCHTING (I, 76; Taf. X, fig. 5) å regenererad öfverhud hos kallussulster å *Brassica oleracea*. Slutspringan var här tilltäppt genom en solid cellulomassa.

Rosa canina L. — **Rhodites eglanteriæ** HARTIG [HOUARD: 3191].

Klyföppningarna, hvilka — förbisedda af HIERONYMUS — uppträda här och där å de årtformiga cecidierna, äro ej sällan oregelbundet polygonala och visa därvid former, som erinra om de i det föregående (p. 46) beskrifna klyföppningarna hos cecidiet af *Perrisia persicariæ* å *Polygonum amphibium*. Rätt allmänt förekomma stomata, som till följd af ena slutcellens obliterering äro halfva.

Prunus domestica L. — **Eriophyes similis** NAL. [HOUARD: 3279].

Cephaloneerna föra å toppen sparsamt klyföppningar. Jämte sådana, som i det stora hela äro normalt byggda, ehuru vidöppna och utan förmåga att sluta sig (fig. 180), förekomma reducerade former med hoptryckta, funktionslösa stomaceller utan stärkelseinnehåll. Klyföppningarna omgifvas af celler, som merendels äro radiärt sträckta och i detta hänseende erinra om de postmentala cellerna vid basen af hårbildningar.

De genom samma *Eriophyes*-art förorsakade cephaloneerna å *Prunus spinosa* L. [HOUARD: 3294] föra särskildt å bladundersidan talrika stomata, i allmänhet normalt byggda.

Lathyrus pratensis L. — **Perrisia** sp. [HOUARD: 3776].

På utsidan af detta baljliknande, genom hopväxning af bladkanterna bildade cecidium förekomma klyföppningar, som, bortsett från en föga framträdande förskjutning hos slutcellerna och däraf härrörande snedhet och asymmetri, äro normalt byggda. Den inre, slutna håligheten i cecidiet saknar stomata.

Acer pseudoplatanus L. — **Eriophyes macrochelus** L. var. *erinea* TROTTER [HOUARD: 3794].

De å bladundersidans interkostala erineumfält förekommande klyföppningarna äro till storleken särdeles växlande — abnormt förstorade, starkt hypertrofierade former uppträda ej sällsynt —, ofta slutna och till formen oregelbundet polygonala. På sina ställen förekomma typiskt halfva, på andra sneda klyföppningar; det senare är särskildt händelsen vid basen af erineumhåren.

Tilia europæa L. — **Contarinia tiliarum** KIEFF.

Stomata å cecidiöst ombildade blomknoppar [HOUARD: 4139] utomordentligt sparsamma, ofta starkt hypertrofierade och förstorade. Obliterering och hoptryckning af klyföppningarna förekommer ofta å kanter af blad och å stamdelar, som deformerats af *Contarinia tiliarum* [HOUARD: 4136, 4142]. På sina ställen iakttages ny-anläggning af normala stomata.

Vid bladkantens hopfullning under inverkan af *Perrisia tiliævolvrens* RÜBS. [HOUARD: 4148] uppträda stomata å den uppåtvända undersidan glesare än normalt (HOUARD, IV, 137; figg. 14, 15) och ofta med abnorma typer af skilda slag.

Lysimachia vulgaris L. — **Eriophyes laticinctus** NAL. [HOUARD: 4617].

Klyföppningarna — liksom å normala bladskifvor bundna vid undersidan — uppträda här och där typiskt halfva.¹

¹ Detta cecidium, som anatomiskt undersökts redan af MÜLLER (I, 108) och FRANK (I, 62), utmärker sig bland annat genom intensivt purpurrod färgning, enligt FRANK härrörande af anthocyan

Galium boreale L. — **Ferrisia galii** H. Löw [HOUARD: 5195].

Klyföppningarnas topografiska fördelning oregelmässig, i det att stora fält å ifrågavarande, knufformigt ansvallda galler äro helt fria från stomata, andra föra sådana talrikt. I allmänhet normalt byggda, äro slutcellerna ej sällan långsträckta, i andra fall hopstående och utan slutspringa, i åter andra oregelbundet böjda, så att klyföppningsapparaten blir asymmetrisk.

Sonchus oleraceus L. — **Cystiphora sonchi** F. Löw [HOUARD: 6112].

Klyföppningarna i allmänhet normala. Ej sällan träffas dock stomata, hvilkas båda slutceller ombildats till vanliga epidermisceller (fig. 182).

Hieracium murorum L. — **Aulacidea hieracii** BOUCHÉ [HOUARD: 6169].

Klyföppningarna — i regeln normalt byggda — äro ej sällan encelliga till följd af ena slutcellens obliterering och sammantryckning. Snedhet och asymmetri utgöra vidare här och där realiserade anomalier. Åldrade, funktionslösa stomata ha å detta cecidium i flera fall befunnits anthocyanförande. SKRZIPIETZ, som undersökt anatomien hos analoga galler å *Hieracium tridentatum*, nämner beträffande här förekommande klyföppningar, att de äro mindre talrika än å normala stammar samt förete mera oregelmässig orientering, men i öfrigt vauligen äro fullständigt normalt byggda (I, 10).

Hieracium umbellatum L. — **Aulacidea hieracii** BOUCHÉ [HOUARD: 6155].

Klyföppningar sparsamt förhuden, i allmänhet normala. Någon ringa snedhet och asymmetri förekommer här och där.

Normalt byggda eller endast obetydligt förändrade fann jag klyföppningarna hos följande cecidier: *Populus tremula* L.—*Eriophyes varius* L. [HOUARD: 515] (ifrågavarande erineer — i detta fall emergenser, d. v. s. mesofyllutväxter, öfverspända af en epidermis [FRANK, I, 45; fig. 9 E], — sakna klyföppningar, de mellan dem befintliga oförändrade epidermisfälten föra normalt byggda sådana), *Salix cinerea* L.—*Pontania pehunculi* HARTIG [HOUARD: 905] (klyföppningarna abnormt stora, men i öfrigt, som det synes, normala), *Alnus glutinosa* (L.) GÆRTN.—*Eriophyes laevis* NAL. [HOUARD: 1128] (vid börjande cecidiebildning utväxa, såsom FOCKEU [II, 122] visat, samtliga epidermisceller å bladundersidan, med undantag af klyföppningarnas och dem omgifvande celler, till erineumhår), *Quercus Robur* L.—*Neuroterus laeviusculus* SCHENCK [HOUARD: 1332] (stomata ofta utan kloroplaster och stärkelse), *Brassica oleracea* L.—*Aphis brassicae* L. [HOUARD: 2578], *Arabis thaliana* L.—*Ceutorrhynchus atomus* BOHEM [HOUARD: 2696] (klyföppningarna ofta, såsom redan HOUARD [I, 277] anmärkt, å cecidiet ofullständigt utbildade), *Ribes rubrum* (L.) LAM.—*Aphis grossulariae* KALT. [HOUARD: 2806] (i likhet med HOUARD [II, 308] fann jag klyföppningarna tämligen regellöst fördelade å stammen samt mindre och ofta ofullständigt utbildade; å bladen visa de normal utbildning), *Ribes rubrum* (L.) LAM.—*Myzus ribis* L. [HOUARD:

i mesofyll- och epidermisceller samt i håren. Hos de på detta sätt deformerade blad, jag undersökt, förefanns emellertid anthocyan, förutom i håren, endast i mesofyllet, hvilket hos *Lysimachia*-arter normalt är bärare af detta färgämne (GERTZ, I, 330).

2808] (deformerade bladfält föra stomata glesare än normala), *Pyrus Malus* L.—*Aphid* [HOUARD: 2886—90] (klyföppningarnas antal på bladundersidan starkt reduceradt, ofta försvinnande litet), *Pyrus Malus* L.—*Eriophyes malinus* NAL. [HOUARD: 2892] (stomata glest uppträdande), *Cratægus Oxyacantha* L.—*Perrisia crategi* WINN. [HOUARD: 2942] (normalt byggda stomata å bladundersidan; de för cecidiet utmärkande emergenserna synas vara klyföppningsfria), *Rosa canina* L.—*Perrisia rosarum* HARDY [HOUARD: 3186] (normalt byggda stomata å utsidan [morfologiska bladundersidan]; cecidiets inre, gallkaviteten begränsande vägg saknar stomata), *Rosa canina* L.—*Rhodites roseæ* L. [HOUARD: 3187] (klyföppningarna förete å detta allmänt bekanta, med mossliknande, emergensartade vegetationer försedda cecidium [sömmotorn, bedeguar] i det stora hela normal byggnadstyp; anmärkningsvärdt är, såsom redan HIERONYMUS [I, 237] visat, att klyföppningar förekomma äfven här och där å emergenserna), *Rosa canina* L.—*Rhodites spinosissima* GIRAUD [HOUARD: 3192] (HIERONYMUS' å analoga cecidier hos *Rosa pimpinellifolia* gjorda iakttagelse, att epidermis är klyföppningsfri, träffar ej in på ifrågasvarande cecidium; klyföppningar uppträda gruppvis här och där), *Prunus spinosa* L.—*Aphis* [HOUARD: 3289—92], *Prunus Padus* L.—*Aphis padi* L. [HOUARD: 3313], *Vicia sepium* L.—*Perrisia viciæ* KIEFF. [HOUARD: 3696] (det baljlika cecidiet för å utsidan normalt byggda stomata; insidan klyföppningsfri), *Rhamnus cathartica* L.—*Trioza rhamni* SCHRANK [HOUARD: 4068], *Hypericum perforatum* L.—*Perrisia serotina* WINN. [HOUARD: 4211] (de yttersta bladen hos ifrågasvarande, patologiskt förändrade knopp föra å utsidan klyföppningar, som ej sällan tendera till tvillingbildning, men till sin byggnad äro normala; de innersta bladen endast glest försedda med stomata; öfversidan hos samtliga blad utan klyföppningar), *Glechoma hederacea* L.—*Aulax glechomæ* L. [HOUARD: 4811] (de af FRANK [I, 223] och HIERONYMUS [I, 195] här påvisade, glest uppträdande klyföppningarna förete enligt mina undersökningar i allmänhet normal byggnadstyp), *Thymus Serpyllum* L.—*Eriophyes Thomasi* NAL. [HOUARD: 4920] (undre epidermis med talrika klyföppningar; här först påvisade af HOUARD [II, 343]), *Veronica Chamædrys* L.—*Perrisia veronicæ* VALLOT [HOUARD: 5080] (klyföppningarna, här tidigare iakttagna af DAGUILLON [I, 261], äro normalt byggda), *Viburnum Opulus* L.—*Aphis viburni* SCOP. [HOUARD: 5340], *Campanula rotundifolia* L.—*Miarus campanule* L. [HOUARD: 5510] (å fruktämnets utsida), *Artemisia vulgaris* L.—*Cryptosiphon artemisiæ* PASS. [HOUARD: 5825] (på utsidan af dessa blåsformiga, uppsvallda och skrynklade cecidier finnas inga stomata; å insidan träffade jag endast normalt byggda)¹.

¹ Såsom redan a priori är att antaga, medför virescens — denna må vara cecidogen eller på annat sätt inducerad — i regeln, att klyföppningar uppstå å eljest klyföppningsfria kronblad. Ett dylikt fall beskriver WINKLER (II, 495, 497; Taf. XXIV, figg. 5, 6) hos *Chrysanthemum frutescens*, där klyföppningar i alla utvecklingsstadier uppträdde å båda sidor af virescenta kroublad, ett annat SKRZUPIETZ (I, 13) hos *Hieracium tridentatum*, där vid deformation genom *Aulacidea hieracii* likaledes sådana komma till utveckling. Ett liknande förhållande har jag iakttagit hos en virescent *Rudbeckia purpurea*. Strålblommorna voro här morfologiskt föga förändrade, men utmärkte sig genom intensiv grönfärgning och saknad af eljest där förekommande anthocyan.

Klyföppningsfria befunnos vid mina undersökningar följande cecidier: *Populus tremula* L.—*Harmandia cavernosa* RÜBS. [HOUARD: 508], *Salix fragilis* L.—*Cryptocampus testaceipes* ZADD. [HOUARD: 589], *Salix purpurea* L.—*Rhabdophaga salicis* SCHRANK [HOUARD: 696], *Salix caprea* L.—*Oligotrophus capreae* WINN. var. *major* KIEFF. [HOUARD: 805], *Salix caprea* L.—*Oligotrophus capreae* WINN. [HOUARD: 812], *Salix aurita* L.—*Oligotrophus capreae* WINN. var. *major* KIEFF. [HOUARD: 853], *Salix cinerea* L.—*Oligotrophus capreae* WINN. var. *major* KIEFF. [HOUARD: 894], *Salix cinerea* L.—*Eriophyes tetanothrix* NAL. [HOUARD: 902], *Fagus sylvatica* L.—*Mikiola fagi* HARTIG [HOUARD: 1151] (saknaden af klyföppningar här tidigare omnämnd hos FRANK [I, 102], FOCKEU [II, 42] och HIERONYMUS [I, 136], *Quercus Robur* L.—*Biorrhiza pallida* OLIV. [HOUARD: 1262] (cecidiets frihet från klyföppningar äfvenledes här tidigare bekant genom FRANK [I, 212] och HIERONYMUS [I, 211]), *Ulmus montana* WITH.—*Tetraneura ulmi* DE GEER [HOUARD: 2066], *Pyrus Malus* L.—*Eriophyid* [HOUARD: 2884], *Tilia europæa* L.—*Eriophyes tetratrichus* NAL. [HOUARD: 4147] (HOUARD [IV, 131] uppger, att klyföppningar kunna någon gång rent lokalt här komma till utveckling), *Tilia europæa* L.—*Eriophyes tilie* PAGENST. [HOUARD: 4151] (cecidiets saknad af klyföppningar å insidan tidigare känd genom THOMAS [I, 288] och FRANK [I, 54]), *Tilia europæa* L.—*Oligotrophus Reaumurius* F. LÖW [HOUARD: 4152] (redan FRANK [I, 102] omnämner saknaden af klyföppningar hos ifrågavarande cecidium), *Fraxinus excelsior* L.—*Perrisia fraxini* KIEFF. [HOUARD: 4644], *Galium verum* L.—*Eriophyes galiobius* CAN. [HOUARD: 5283].

Ur ofvanstående redogörelse torde framgå, att klyföppningarna hos cecidogent deformerade växtdelar äro allmänt underkastade förändringar, hvilka kunna yttra sig på olika sätt. En öfversikt öfver de viktigaste här realiserade anomalierna lämnas i följande sammanställning.

1) Typiskt halfta klyföppningar (*Populus pyramidalis* — *Pemphigus affinis*, *Salix alba* — *Pontania proxima*, *Quercus Robur* — *Andricus Sieboldi*, *Pyrus communis* — *Eriophyes piri*, *Acer pseudoplatanus* — *Eriophyes macrochelus*, *Lysimachia vulgaris* — *Eriophyes laticinctus*);

2) halfta klyföppningar till följd af ena slutcellens obliterering och sammantryckning (*Salix alba* — *Pontania proxima*, *Quercus Robur* — *Trigonaspis megalptera*, *Ulmus montana* — *Schizoneura lanuginosa*, *Rosa canina* — *Rhodites eglanterie*, *Hieracium murorum* — *Andricidea hieracii*);

3) allmänt degenererade klyföppningstyper (*Populus pyramidalis* — *Pemphigus affinis*, *Quercus Robur* — *Trigonaspis megalptera*, *Quercus Robur* — *Dryophanta folii*, *Quercus Robur* — *Andricus curvator*, *Ulmus montana* — *Schizoneura lanuginosa*, *Tilia europæa* — *Contarinia tiliarum*, *Prunus domestica* — *Eriophyes similis*);

4) klyföppningarna med endera eller båda stomacellerna utbildade som vanliga epidermisceller eller med tendens till dylik ombildning (*Populus pyramidalis* — *Pemphigus affinis*, *Salix alba* — *Pontania proxima*, *Polygonum amphibium* — *Perrisia*

persicariæ, *Atriplex litorale* — *Aphis atriplicis*, *Rosa canina* — *Rhodites eglanteriæ*, *Sonchus oleraceus* — *Cystiphora sonchi*);

5) tvillingklyföppningar (*Salix alba* — *Pontania proxima*, *Quercus Robur* — *Andricus curvator*, *Hypericum perforatum* — *Perrisia serotina*);

6) hypertrofierade klyföppningar (*Populus tremula* — *Harmandia petioli*, *Populus pyramidalis* — *Pemphigus bursarius*, *Populus pyramidalis* — *Pemphigus spirothecæ*, *Salix purpurea* — *Pontania salicis*, *Salix repens* — *Pontania salicis*, *Quercus Robur* — *Andricus Sieboldi*, *Polygonum amphibium* — *Perrisia persicariæ*, *Sorbus Aucuparia* — *Eriophyes piri*, *Acer pseudoplatanus* — *Eriophyes macrochelus*, *Tilia europæa* — *Contarinia tiliarum*);

7) abnormt stora klyföppningar (*Populus pyramidalis* — *Pemphigus bursarius*, *Populus pyramidalis* — *Pemphigus spirothecæ*, *Salix cinerea* — *Pontania pedunculæ*, *Salix purpurea* — *Pontania salicis*, *Salix repens* — *Pontania salicis*, *Quercus Robur* — *Dryophanta folii*, *Acer pseudoplatanus* — *Eriophyes macrochelus*, *Tilia europæa* — *Contarinia tiliarum*);

8) klyföppningarna sträckta på längden (*Populus pyramidalis* — *Pemphigus affinis*, *Salix alba* — *Pontania proxima*, *Galium boreale* — *Perrisia galiæ*);

9) klyföppningarna utvecklade abnormt på tvären (*Populus pyramidalis* — *Pemphigus affinis*, *Quercus Robur* — *Trigonaspis megaloptera*, *Quercus Robur* — *Dryophanta divisa*, *Quercus Robur* — *Andricus curvator*);

10) asymmetri genom abnormt förskjutning af slutcellerna i sidoled (*Populus pyramidalis* — *Pemphigus spirothecæ*, *Populus pyramidalis* — *Pemphigus affinis*, *Quercus Robur* — *Andricus Sieboldi*, *Atriplex litorale* — *Aphis atriplicis*, *Polygonum amphibium* — *Perrisia persicariæ*, *Silene acaulis* — *Perrisia alpina*, *Lathyrus pratensis* — *Perrisia sp.*, *Acer pseudoplatanus* — *Eriophyes macrochelus*, *Hieracium murorum* — *Aulacidea hieracii*, *Hieracium umbellatum* — *Aulacidea hieracii*);

11) klyföppningarnas längdaxel mer eller mindre vinkelböjd eller sicksackformig (*Atriplex litorale* — *Aphis atriplicis*, *Galium boreale* — *Perrisia galiæ*);

12) klyföppningarna slutna; centralspringan förträngd (*Salix alba* — *Pontania proxima*, *Salix viminalis* — *Perrisia marginentorquens*, *Salix repens* — *Pontania salicis*, *Abus glutinosa* — *Eriophyes Nalepai*, *Ulmus montana* — *Schizoneura ulmi*, *Acer pseudoplatanus* — *Eriophyes macrochelus*, *Rhamnus cathartica* — *Trichopsylla Walkeri*, *Galium boreale* — *Perrisia galiæ*);

13) vidöppna stomata (*Populus tremula* — *Harmandia petioli*, *Populus pyramidalis* — *Pemphigus spirothecæ*, *Salix alba* — *Pontania proxima*, *Salix purpurea* — *Pontania vesicator*, *Salix purpurea* — *Pontania salicis*, *Salix repens* — *Pontania salicis*, *Quercus Robur* — *Trigonaspis megaloptera*, *Quercus Robur* — *Dryophanta folii*, *Quercus Robur* — *Andricus ostreus*, *Quercus Robur* — *Dryophanta divisa*, *Ulmus montana* — *Schizoneura lanuginosa*, *Prunus domestica* — *Eriophyes similis*, *Sorbus Aucuparia* — *Eriophyes piri*);

14) centralspringan utvecklad abnormt på bredden, tvärställd (*Quercus Robur* — *Trigonaspis megaloptera*);

- 15) klyföppningen kvarstående å modercellens stadium; celledningen uteblir (*Atriplex litorale* — *Aphis atriplicis*);
 - 16) fusionering af slutcellerna (*Quercus Robur* — *Dryophanta foliä*);
 - 17) återgång till en fylogenetiskt äldre klyföppningstyp (*Triticum junceum* — *Isosoma graminicola*);
 - 18) trecelliga klyföppningar till följd af ena slutcellens septering (*Populus pyramidalis* — *Pemphigus affinis*, *Salix alba* — *Pontania proxima*, *Ulmus montana* — *Schizoneura ulmi*, *Silene acaulis* — *Perrisia alpina*);
 - 19) fyrcelliga klyföppningar till följd af båda slutcellernas septering (*Populus pyramidalis* — *Pemphigus affinis*, *Silene acaulis* — *Perrisia alpina*);
 - 20) subepidermal förskjutning af stomata genom öfverväxande grannceller (*Rhamnus cathartica* — *Trichopsylla Walkeri*);
 - 21) klyföppningarna tillstoppade genom stomatära thyller (*Rhamnus cathartica* — *Trichopsylla Walkeri*);
 - 22) klyföppningarna tillslutna genom inlagring af vax- eller hartsartade substanser i slutspringan (*Salix purpurea* — *Pontania salicis*, *Salix repens* — *Pontania salicis*, *Silene acaulis* — *Perrisia alpina*, *Stellaria Holostea* — *Brachycolus stellarie*);
 - 23) anthocyanfärande stomata (*Hieracium murorum* — *Aulacidea hieraci*).
-

IV. Allmän sammanfattning.

De i det föregående, under hänvisning till speciella fall, beskrifna klyföppningsanomalierna förete till sin allmänna karaktär stor öfverensstämmelse. Oaktadt de realiserats under olika betingelser, är det i stort sedt samma typer som återvända; endast graden af ombildning växlar hos olika objekt. Man torde också vara berättigad att antaga, att såväl hos kulturer i ängmåttad atmosfär vid maximala temperaturgrader, som hos postfloralt tillväxande delar — foderblad, fruktämnen och frön —, äfvensom hos myko- och zoocecidier anomalierna ifråga utlösts genom förhållanden, som, så olika de än i skilda fall varit, dock medfört samma eller likartade förändringar i växtens organisation, förändringar, hvilka kunna återföras till ändrade turgortillstånd i klyföppningscellerna själfva eller dem omgivande väfnader. Att detta torde gälla om de i föreliggande afhandlings första del beskrifna klyföppningsanomalierna, synes mig ha framgått af den utredning, jag där lämnat af ifrågavarande spörsmål. Och hvad beträffar efter blomningen tillväxande delar, är det uppenbart, att de ofta i ögonen fallande förskjutningar i den näringsfysiologiska konstellationen, som inträda vid postflorationen, medföra ändrade spänningsförhållanden; särskildt gäller detta om vissa fruktämnen. Mer än många andra element måste klyföppningarnas slutceller, i betraktande af deras specifika byggnad och funktion, röna inflytande häraf. Uppräda klyföppningar, såsom mina undersökningar i åtskilliga fall visat vara händelsen, å fruktväggens insida, omöjliggöres här deras normala verksamhet, då i regeln ovarialhåligheten är allsidigt slutet; i viss mån framgå under sådana betingelser liknande tillstånd, som varit förhanden i ofvan beskrifna kulturer i ängmåttad atmosfär. Att slutligen spänningstillstånden lida särdeles genomgripande förändringar, när växtdelar ombildas till cecidier, är sedan länge känt, och man har äfven sökt att till dylika orsaker återföra vissa för cecidierna egendomliga strukturförhållanden. Abnorma cell- och väfnadsspänningar framkallas här dels genom den vid cecidiebildningen specifikt omändrade gestaltungsverksamheten, dels uppstå sådana som följd af cecidiernas notoriska vattenrikedom, dels slutligen genom i cellsaften uppräddande, osmotiskt verksamma substanser, såsom socker, vissa organiska syror och amidföreningar.

Om klyföppningarnas förändringar sålunda kunna i sista hand återföras till modifikationer i väfnads- och cellspänning, kan det icke väcka förvåning, att ano-

malierna ifråga uppträda under visserligen något växlande, men dock ständigt återvändande samma typer. De representera nämligen endast den gemensamma reaktionen på en och samma inre orsak. Från denna synpunkt — hvilken jag för öfrigt redan på flera ställen i det föregående lagt till grund för min framställning — förklaras de viktigaste anomala klyföppningstyperna på följande sätt.

1) Abnorm sträckning under förändring af totalformen samt reduktion resp. försvinnande af slutspringan; denna typ framgår, åtminstone i första hand, passivt vid epidermiscellernas sträckning parallellt med klyföppningarnas morfologiska längdaxel.

2) Omböjning, veckning och asymmetri; dessa fall föreligga, när klyföppningens längdaxel står snedt mot den riktning, i hvilken epidermiscellerna sträckas, eller när sträckningen genom sekundär omkastning af väfnadsbilden kommer att ske snedt. Deformationen är tydligen äfven här passiv och framkallad genom förändringar, som görä sig gällande i omgifvande epidermisceller. Ett liknande förhållande kan emellertid framgå därigenom att spänningen inom slutcellerna själfva drifves upp till en abnorm höjd och det af granncellerna lämnade utrymmet ej tillåter slutcellerna att på normalt sätt likformigt utvidga sig. De måste då kröka sig oregelbundet inom det för dem tillgängliga rummet.

3) Klyföppningar med abnormt öppnad centralspringa framgå på samma sätt, dels aktivt genom höjning af slutcellernas turgor, dels passivt genom angränsande cellers sträckning snedt eller vinkelrätt mot klyföppningarnas längdaxel. I senare fallet uppstå extrema former, utmärkta därigenom, att centralspringan når en bredd, som flera gånger — i undersökta fall ända till 5 gånger (*Paeonia*) — öfverstiger dess längd. I det förra fallet står springans vidöppnad i samband med slutcellernas genom turgorförhöjning framkallade hypertrofi (såsom i kulturerna i ångmättad atmosfär), i det senare torde detta deras tillstånd ha uppträdt, i stort sedt, passivt, då de i väfnadsförband med andra element stående slutcellerna följa med vid cellkomplexernas sträckning (fruktämnen, vissa cecidier)¹.

4) Hypertrofiering, ledande till uppkomsten af jättestomata, torde bero på en kombinerad verkan af aktiv turgorökning hos slutcellerna och passiv utspänning genom omgifvande cellers sträckning. Mera sällan torde förhållandet tillskrivas endera af nu nämnda orsaker².

¹ Rent passiv är tydligen den utspänning af slutspringan, som kommer exempelvis till stånd genom i densamma inväxande svampfyfer. Ett dylikt fall har blifvit närmare undersökt af HARMANN å *Abies pectinata*, deformerad genom *Aecidium clatinum*. Hos klyföppningarna, här normalt i rader med springan i barrets längdriktning (I, 13), inträder under inflytande af nämnda parasit-svamp en öfvergående hypertrofi, i det att vid bildningen af cecidiebägaren (I, 22) hyfmassor tränga mellan slutcellerna och skilja dem från hvarandra. Sedan sporerne afsnörts, träda emellertid klyföppningarnas slutceller åter närmare samman, och det genom hyferna bildade rummet (den hypertrofierade klyföppningsspringan) sluter sig åter, så att endast en liten öppning återstår, eller försvinner, då en mörkbrun färgning af slutcellerna är det enda som visar, hvar ifrågavarande cecidiebägare varit förhanden.

² Beträffande klyföppningars storleksförhållande hänvisar jag till de uppgifter, som finnas sammanställda i arbeten af WEISS (I, IV), DE BARY, HABERLANDT m. fl. Den hypertrofi, klyföppningar

5) Mer eller mindre genomförd isolering af slutcellerna från hvarandra är likaledes att hänföra till någon af dessa faktorer.

6) Samma förklaring gäller om den anomali, där slutspringan förlängts genom ett på schizogen väg bildadt extra intercellularrum.

Såsom afvikelser beroende på anomalier vid de till slutcellernas bildning ledande delningarna få betraktas

7) tre- och 8) fyrcelliga klyföppningar med deras undertyper. Öfvertalighet hos cellerna kan sålunda uppstå genom septering af den ena resp. båda slutcellerna genom en vinkelrätt eller snedt apponderad tvärvägg. Däremot torde den mera afvikande, hos *Helleborus*, *Nicotiana* och *Cleome* (fruktämnen) påvisade klyföppningstypen med tre parallellt liggande, kollaterala stomaceller och två slutspringor ha uppkommit genom abnorm delning af klyföppningsmodercellen. En analog förklaring torde gälla de fyrcelliga, af parallellt orienterade celler bestående klyföppningar, jag träffat hos *Nicotiana*. I detta fall har modercellen delat sig tre gånger, innan den definitiva, af fyra slutceller bildade komplexen uppstått¹. Sistnämnda

i vissa fall förete, står bevisligen ofta i samband med en förstoring hos epidermiscellerna öfverhufvud. Vid experimentellt inducerad sekundär tillväxt — kultur af isolerade blad — erhöLL MATHUSE (I, 174^o, fig. 1) hos *Achyranthus Verschaffeltii* en ökning af slutcellernas storlek nära nog till det dubbla. Hos hypertroferade bladskaff af *Brassica oleracea* fann VÖCHTING (I, 177) ett liknande förhållande. Epidermiscellerna blefvo där dubbelt så stora som normalt, och äfven klyföppningarnas celler visade förstoring — i hvilken mån blef emellertid i detta fall icke närmare bestämd. Man erhöLL, fortsätter VÖCHTING, ej intrycket, som om äfven dessa nådde dubbel storlek. I allmänhet torde man med WARNECKE (I, 62) kunna säga, att klyföppningarna ej äro underkastade så genomgripande förändringar som öfriga epidermisceller. Bland andra i litteraturen beskrifna analoga fall skall erinras om ett af KLEBAHN undersökt. Denne iakttog (I, 530; Taf. XXVI, figg. 6, 7) hos en — sannolikt ceoidogent — deformerad *Avenone nemorosa* genomgripande förändringar i bladens anatomiska byggnad, ej minst med hänsyn till cellernas storleksförhållanden, men endast en ringa förstoring hos klyföppningarna, uppgifter, hvilka jag kunnat bekräfta vid undersökning af på öfverensstämmande sätt förändrade individ. Växtformen ifråga, hvilken utmärker sig genom ljusare, nästan gulgrön färg och egenartad hypertrofi af det ofvanjordiska skottsystemet — bladskaff och stammar dubbelt så tjocka som normalt, bladskifvorna breda och köttiga, därjämte oregelbundet krökta och veckade samt försedda med förhållandevis mindre djupa inskärningar —, omnämnes af KLEBAHN från några lokaler i Nordtyskland (Holstein, Hamburg, Bremen). Den förekommer emellertid äfven i Skandinavien, t. ex. relativt allmänt i Dalby lags (Skåne), såsom jag redan för mer än 20 år sedan iakttagit. Anledningen till deformationen är, som redan anmärkts, ej känd, men torde vara af ceoidogen natur.

¹ Jag har i det föregående på skilda ställen anförde de forskare, som i sina arbeten beskrifvit septering och delning af stomaceller: SCHIMPER (I, Tab. VIII, fig. 22; II, 24, Tab. IX, fig. 22), HABERLANDT, BÜNGER — se äfven PORSCH (III, 33 ff.) —, GUTTENBERG och KÜSTER. Föreliggande afhandling var redan till hälften färdigtryckt (april 1919), då jag lärde känna en undersökning af PIROTTA och LOSGO, där ytterligare ett sådant fall omnämnes. Undersökningen ifråga hänförs sig till en fanerogram parasit, *Cynomorium coccineum*, hos hvilken sagda anomali förefanns å braktéerna, dels klyföppningar bestående af tre kollateralt ställda och genom tvense slutspringor från hvarandra skilda stomaceller (fig. 3), dels klyföppningar med ena slutcellen septerad genom tvärvägg (fig. 4), dels slutligen fyrcelliga klyföppningar, där septering inträdd hos båda slutcellerna (fig. 5). Med afseende på en af fyra kollaterala stomaceller bildad klyföppning med två slutspringor, som afbildas å fig. 2, är det osäkert, huruvida denna anomali verkligen här föreligger eller förhållandet bör återföras till tvillingbildning. HEINRICHER anför (I, 461 ff.) flera typer af monströsa klyföppningar från fruktkapselns utsida hos *Lathraea squamaria*, typer, bland hvilka

typ går emellertid utan gräns öfver i den klyföppningsform, som uppkommit genom sammanträngning af tvenne intill hvarandra anlagda, parallellt orienterade stomata, tvillingklyföppningar¹. Till skillnad från förhållandet i föregående fall ha dessa senare framgått ur tvenne ursprungliga moderceller.

9) Hypotrofi resp. hypoplasii föreligger vid mer eller mindre genomförd reduktion af klyföppningar². Mest intressanta äro i detta hänseende de typer, där

äfven nämnas flercelliga (I, 463; Taf. I, figg. 20, 21, 24). De senare synas mig emellertid — efter slutspringans utbildning att döma — snarast böra hänföras till tvillingbildning, i det att delningarna inträdf hos klyföppningsmodercellerna och ej hos de definitiva stomacellerna. Å HEINRICHERS figur 22 afbildas en klyföppning med tre kollaterala stomaceller, ett fall, som erinrar om ett af de hos *Cynomorium coccineum* beskrifna och likaledes öfverensstämmer med dem jag i det föregående beskrifvit hos *Helleborus fatidus*, *Nicotiana macrophylla* och *Cleome spiciossissima*. Slutspringor hade dock här ej kommit till utbildning (I, 462; Taf. II, fig. 22). — [Tillägg under tryckningen.]

¹ Tvillingklyföppningar ha tidigt observerats och beskrivas redan hos äldre växtanatomer, såsom MEYEN (I, Taf. III, fig. 1), senare i här citerade arbeten af GÜMBEL, WEISS (III, 196; IV, 394) och SORAUER (I, 8). En närmare undersökning af de till denna anomali ledande abnormala delningsförlöppen företogs af PRITZER (I, 551). Tvenne morfologiskt olika fall af denna anomali — polar anordning af de i tvillingbildningen deltagande klyföppningarna (*Galanthus nivalis*) och kollateral (*Gagea lutea*) — ännu beskrifna hos WEISS (III, 196; Taf. V, figg. 3, 4). Bland uppgifter från senare tid rörande tvillingklyföppningar — de äldre ha sammanställts hos PRITZER (I, 551) och WEISS (IV, 394), några af de senare i PORSCHS monografi — skola nämnas POUSENSS angående tvenne Eriocaulaceer, *Eupacalanthus Schraderi* och *Eupacalanthus tortilis*, där springornas längdaxlar i klyföppningskomplexen ligga i hvarandras förlängning (II, 233, 335; Taf. IV, fig. 6), samt WARNECKES (I, 42), enligt hvilka tvillingklyföppningar förekomma å bladslidans insida hos *Archangelica officinalis*. ANDREWS beskref (I, 315) anomalien hos *Epigaea repens*, MINDEN (I, 42) hos hydratoder af *Campanula*, *Papaver* och *Thalictrum*. Den här likaledes påvisats hos ett antal fanerogama parasiter, t. ex. hos *Cytinus Hypocistis* (PORSCH, III, 72), *Lathraea squamaria* (HEINRICHER, I, 463; Taf. I, figg. 21, 24) och *Cynomorium coccineum* (PIROTTA och LONGO, I, 59; fig. 2). Hos sporogoniet af *Mniun cuspidatum* förekomma enligt HABERLANDT (I, 470; Taf. XXVI, fig. 3) trillingklyföppningar.

Vid denna anomali ha i regeln de intill hvarandra belägna klyföppningarna gemensam andhåla. Att understundom ännu flera klyföppningar höra till samma andhåla, omnämnas af DE BARY (I, 50), nämligen hos vissa *Begonia*-arter, såsom *Begonia manicata*, *B. Dregeri* och *B. heracleifolia*, där grupper af 2—6 eller ett ännu större antal klyföppningar äro anordnade öfver ett stort, för samtliga gemensamt intercellullarum. Samma, mera sällan realiserade klyföppningsanomali uppgifves enligt TSCHIRCH (I, 437; fig. 489) förekomma hos *Papaver somniferum* och har i senare tid beskrifvits af ANDREWS (I, 318; Taf. VII, fig. 21) hos *Epigaea repens*, där 3—4 klyföppningar uppträda förenade till en komplex med gemensam andhåla. Någon form af tvillingbildning förelåg icke i sistnämnda fall, då klyföppningarna ifråga, såsom ANDREWS anmärker, städs voro skilda från hvarandra genom två eller flera epidermisceller. Enligt HABERLANDT (I, 470; Taf. XXVI, fig. 3) träffas å sporogoniet hos *Mniun cuspidatum* trillingklyföppningar med för samtliga gemensam andhåla.

² Hypotrofi och i allmänhet reduktion uppträder dels tillfälligtvis bland i öfrigt ej förändrade klyföppningar, dels mera genomgående hos växtdeelar, som i morfologiskt, anatomiskt eller fysiologiskt hänseende avvika från normala, såsom hos blad och stammar af parasiter eller saprophyter (WIESNER, HEINRICHER, PORSCH), lågblad (WILLE, I, 33, 59; PORSCH), bladslidor (WARNECKE, PORSCH), fyllokladier (PORSCH, SZAFER), underjordiska stammar (HOHNFELDT, WARNECKE) m. fl., eller vid vissa patologiska förändringar, såsom regeneration och dylikt. Det senare iakttagt t. ex. VÖCHTING (I, 76) hos *Brassica oleracea*, där jämte normalt gestaltade klyföppningsformer uppträdde avvikande, reducerade typer, hvilka blifvit stående på tidigare utvecklingsstadier. De af WIESNER hos *Oro-*

slutcellerna icke skiljas från hvarandra¹, oaktadt delning af modercellen skett — i ett fall abnormt genom en vinkelböjd, vigglik tvärvägg (*Datura Metel*) —, eller där ifrågakvarande delning hos modercellen uteblifvit (hypoplasi)².

10) Halfva klyföppningar med deras olika typer äro likaledes att tillskrifva reduktion. I vissa fall finnes endast en stomacell förhanden, medan den andra till klyföppningsapparaten hörande cellen representeras af en vanlig epidermiscell (äkta eller typiskt halfva klyföppningar). En liknande klyföppningsform torde kanske äfven framgå därigenom att klyföppningsmodercellen utan förutgående delning utbildas till slutcell. I den förut beskrifna typen har inträdd arbetsfördelning mellan klyföppningsmodercellens båda dotterceller, i det att den ena blifvit steril (epidermiscell), den andra fertil (stomacell). En annan typ af halfva stomata uppkommer

banche rubens påvisade klyföppningarna uppträda å stammens yta med i olika riktning gående förändringar, i det att slutcellernas från springan vända konturer ej sällan äro polygonala och klyföppningarnas axel ofta divergerar med angänsande öfverhudscellers riktning (I, 582, anm. 1; Taf. XXXIX, fig. 5). I ett af PORSCH (III, 75) närmare beskrifvet fall, *Neottia Nidus aris*, äro de å blomskåft och fruktåttan förekommande stomata nästan alltid funktionslösa och deras slutceller i samband härmed förskjutna parallellt med apparatens längdaxel (Taf. II, fig. 3), i andra fall halfcirkelformigt krökta, ända till S-form. En serie intressanta hypotrofieringsformer föreligga enligt SZAFER (I, 259 ff.) å öfversidan hos fyllokladiet af *Danaë racemosa*. Dessa — enligt SZAFER typiska exempel på reduktion af ett organ och bevis för fyllokladiets kaulonmatur i detta fall — kunna sammanfattas till följande typer: 1) den ena slutcellen mindre än den andra (fig. 14), 2) ensidig eller dubbelsidig hoptryckning af slutcellerna, äfvensom orgellundens veckning (fig. 10) eller deformation i öfrigt af slutcellerna, hvilka ej sällan visa abnorma membranförtjockningar (figg. 11—13), 3) klyföppningsapparaten kvarstående å modercellens stadium, i det att delning uteblir (figg. 15, 17). En ombildning enligt den första typen förekommer enligt PORSCH (III, 54) och SZAFER (I, 262) äfven å fyllokladiet hos *Ruscus*. Däremot föra primärbladen (Jugendblätter) hos *Danaë* normala klyföppningar. Ett fall af klyföppningsreduktion, som synes väl värdt en förnyad undersökning, beskrives af SCHLEIDEN hos vissa Cacteer. Det heter om dessa — speciellt *Opuntia cylindrica* — (I, 17; Taf. VIII, fig. 11): »Interessant ist, dass die kleinen verkümmerten und bald abfallenden Blätter der *Opuntia*-Arten ganz mit verkümmerten oder monströsen Spaltöffnungen bedeckt sind und nur selten eine regelmässige ausgebildete Spaltöffnung zeigen». Af SCHLEIDENS afbildning framgår, att här föreligga väsentligt intressantare hypotrofieringsformer än t. ex. de af SZAFER, WIESNER och PORSCH beskrifvit. Hos utbildade Cacteer förekomma enligt BUKVIC anmärkningsvärda egendomligheter beträffande klyföppningarnas byggnad; dock beskriver denne inga anomalier, som fullt öfverensstämma med de ofvannämnda, af SCHLEIDEN beskrifna.

¹ Reducerade klyföppningar sakna ofta slutspringa eller ha denna på olika sätt sammanväxt, såsom t. ex. — förutom i redan förut här beskrifna fall — hos *Lathraea squamaria* (HEINRICHER, I, 461) samt enligt PORSCH (III) hos ett stort antal växter, bland dem *Ruscus Hypoglossum*, *Calla palustris*, *Polygonum amphibium*, *Potamogeton natans*, *Alisma Plantago*, *Scharnoplectus lucustris*, *Orobancha gracilis*, *Leiphaïmos apylla* och *Cytinus Hypocistis*. En säregen, till ofvannämnda sig anslutande byggnadstyp — i detta fall ej pneumatoder, utan hydratoder — har påvisats hos ett flertal Lobeliaceer. Upptäckta af FLACHSBERGER (1906), blefvo ifrågakvarande klyföppningar närmare beskrifna af TSWETT (I, 307 ff.), som, liksom senare HABERLANDT (II, 450), fann deras stomaspringa slutet genom ett kutiniseradt, ej sällan spolfornigt ansvalldt septum. NEUMANN—REICHARDT (I, 318; Taf. X, figg. 5—12) visade emellertid, att det ej förhåller sig på detta sätt, utan det kutikulära operculum, den öfver slutspringan spända, persisterande kutikulan, brister, så att öppen förbindelse utåt uppstår.

² Förutom i här beskrifna fall (*Datura Metel*, cecidiet af *Aphis atriplicis* å *Atriplex litorale*) känt hos t. ex. *Lathraea squamaria* (HEINRICHER, I, 462; Taf. II, fig. 23), *Ruscus Hypoglossum* (PORSCH III, 55) och *Danaë racemosa* (SZAFER, I, 260; figg. 15—17).

till följd af sammantryckning och obliteration af den ena, för en tid kanske fungerande slutcellen (oäkta eller falskt halftva stomata)¹.

11) Dubbelsidig sterilitet, där båda slutcellerna öfvergå, till följd af ändrad funktion, till epidermisceller. Från öfverhudens vanliga celler skilja sig dessa i allmänhet genom dubbelt mindre storlek och därigenom att de uppträda två och två tillsammans. Ifrågavarande typ, hvilken ingalunda är sällsynt, har i det föregående beskrifvits hos panacherad *Mercurialis perennis* och hos cecidiet af *Cystiphora sonchi* å *Sonchus oleraceus*.

12) Sklerotiska stomaceller. Utgöra i det af mig kända fallet, frukten hos *Tropaeolum majus*, endast ett specialfall af ensidig sterilitet, i det att den ena stomacellen blifvit tjockväggig, förvedad och försedd med porkanaler. Dubbelsidig, bägge stomacellerna träffande sklerotisering torde säkerligen också förekomma, men har af mig icke iakttagits. Öfverhufvud torde en sådan vara svår att med full säkerhet fastställa, utan att noggranna utvecklingshistoriska undersökningar företagas².

13) Subepidermal förskjutning af stomata genom abnorm öfverväxning af angränsande, starkt turgescenta celler. Detta fall, som iakttagits hos frukten å *Iris sibirica* samt hos cecidiet af *Trichopsylla Walkeri* å *Rhamnus cathartica*, torde förklaras genom hypertrofi, kombinerad med ändrade spännings- och tillväxtförhållanden hos växtdelarna. I viss mån gäller detta också om

14) stomatär thyllbildning, som här påvisats hos cecidiet af *Trichopsylla Walkeri* å *Rhamnus cathartica*, hos hvita bladfält af panacherad *Funckia undulata* samt — med särskildt anmärkningsvärd utbildning — hos fruktämnets insida af *Pecunia paradoxa*³. Den starkt vidöppna och genom partiell isolering af slutcellerna

¹ Förutom i POISCHS arbete sammanställda litteraturuppgifter och de ytterligare här i det föregående nämnda (pp. 38, 52) angående halftva klyföppningar — hvilka, som ofvan nämnts, i flera fall, särskildt s. k. falskt halftva, äro att tillskrifva en långt drifven, ensidig hypotrofi, i det att denna leder till afdöende och kollabescens af ena slutcellen, som sammantryckes af de turgescenta granncellerna, — kunna vidare nämnas MINDENS iakttagelser (I, 38) å hydrotoder af *Phacelia tanacetifolia* (Taf. V, fig. 14 b) och *Onopordon acanthium* (Taf. V, fig. 18 c), äfvensom CHARLIERS (I, 114; figg. 60, 64) å pneumatoder hos *Hornoglype ferruginea*, där med hänsyn till klyföppningarnas byggnad äfven anomalier af annat slag synas vara förhanden. Halftva stomata förekomma vidare enligt ANDREWS (I, 315, 318) å unga stammar hos *Epigaea repens*, hos hvilka understundom endast en sluteell utbildas, medan den andra blir ofullständig eller helt felslår. Hit kunna i viss mån — såsom hörande till typen åkta halftva klyföppningar — anslutas de säreget ombildade stomata, GÖBEL (I, 109; Taf. XXII, fig. 8) upptäckt å gidzonen på insidan af *Nepenthes kannorna* och senare MAC FARLANE och särskildt BOBISUT (II) ingående undersökt.

² Förvedning förekommer i vissa fall normalt hos klyföppningar enligt HARTMANN (I, 13, 21), POISCH (III, 163; här äldre litteratur sammanställd), KARZEL och HEILBRONN.

³ I ett tidigare arbete (1916) (GERTZ, III, 30) lämnade jag en redogörelse för olika, i litteraturen nämnda fall, där stomatär thyllbildning iakttagits, och beskref i anslutning därtill ett tidigare ej närmare undersökt, *Ilakea acicularis*. Ugefär samtidigt blef hos sistnämnda växt samma förhållande beskrifvet af VISCHER (I, 12; figg. 7—9) för primordialbladen. Under de sista åren ha nya fall af denna från anatomiskt fysiologisk synpunkt intressanta anomalier blifvit bekanta, äfvenledes vissa tidigare förbisedda litteraturuppgifter angående densamma dragits fram i dagen. Följande

ytterligare förstörade stomaspringan var i sistnämnda fall tillsluten dels genom en från angränsande epidermisceller utgående thyllbildning, dels genom ballongformig utväxt från klyföppningsapparatusens ena slutcell¹. Denna senare modus för tillstoppning af slutspringan — i dubbel mening stomatär — representerar en ny, hittills icke påvisad typ af thyllbildning.

sammanställning, hvilken utgör ett supplement till ofvannämnda afhandling, lämnar en kortfattad öfversikt öfver dessa.

Hos *Eucalyptus globulus* iakttog BRIOU (I, 21; Tab. 16, figg. 1, 2) redan 1891, att klorofyllfria, kristallförande mesofylceller undantagsvis växa in i klyföppningarnas andhålur och tilltappa dem. Ett härmed i viss mån öfverensstämmande förhållande — som man dock skulle måhända kunna draga i tvifvelsmål — omnämnes af GEIGER (I, 26; fig. XXI) hos *Pilocarpus*. Stomatära thyller äro vidare kända hos *Tillandsia usneoides* (BILLINGS, I, 117; Pl. XI, figg. 72, 73), vissa Bromeliaceer (LINSBAUER), hos *Econymus caropaca* och andra arter af detta släkte jämte *Catha edulis* (REHFOUS, I, 14 ff.), vidare *Thea sinensis* (REHFOUS, II, 26 ff.), *Polygonum viviparum* (Voss, I, 75; fig. 9) — de undantagsvis öfver fibrösa strängar utvecklade klyföppningarna deformeras genom i andhålan inväxande mekaniska element — samt enligt WAENCKE (I, 35, 43, 57; fig. 6, C, D) hos *Eryngium nutritimum*, *Petasites officinalis*, *Circaea luteoana*, *Lysimachia vulgaris*, *Thapsia villosa* och *Polygonatum officinale*. Hos *Griselinia* iakttog POULSEN ett i detta hänseende särdeles anmärkningsvärdt förhållande. De thyllbildande cellerna, hvilka här äro septerade, gifva i vissa fall upphof till en kompakt, substomatär väfnadscomplex (POULSEN, III, Tab. I, figg. 5, 7, 8). Ytterligare fall föreligga enligt RUDOLPH (I, 1065; Taf. II, fig. 24), GUTTENBERG (II, 434; Taf. VIII, fig. 26) och HRYNIEWICKI (I, 595; Pl. XXVIII, fig. 27) hos *Caryota mitis*, resp. *Arbutus Uuedo* — där ofta inträder upprepad septering af den i andhålan uppväxande, thyllbildande svamparenkymcellen — och *Meryta Dehnamii*, som visar stark, lokal förtjockning af thyllcellens vägg — liksom hos den af HABERLANDT undersökta *Pilea* (III, 423, fig. 181) och flera andra — vid dess ansats mot klyföppningsspringan och i viss mån således förter sklerotisering af stomatära thyller. Enligt CHAILLER (I, 113, 116; figg. 62—64) förekomma hos *Hormogyne ferruginea* och *Bassia Frascri* klyföppningar med från mesofyllet härrörande thyller, hvilka äfvenledes i många fall äro septerade och visa tendens till lokal sklerifiering eller förtjockning liksom hos *Meryta*. Hos *Geranium* har RAUNKJER, såsom redan i det föregående anförts, beskrifvit thylloïd tillstoppning af de å fröskalen uppträdande klyföppningarna. Till slut skall nämnas, att NEUMANN—REICHARDT (I, 312; Taf. IX, fig. 4) nyligen hos hydratoder beskrifvit liknande fall. Å blad af *Cyclancon*, som en längre tid varit utsatta för torr rumsluft, tilltappas enligt sistnämnde forskare vattenklyföppningarna genom i »andhålan» (Wasserhöhle) inväxande, från bicellerna härrörande thyller.

¹ Hos en i Bornholms rhatias-afslagringar funnen cacadé, *Dictyozamites Johnstrupi*, har NATHORST (III, 13; Taf. 3, figg. 5, 6) påvisat egendomligt byggda klyföppningar. Dessa, hvilka finnas förhållandevis väl bevarade kutikularrester, äro nämligen å stomacellernas buksida försedda med tandlika, ofta in i hvarandra gripande utskott, uppenbarligen tillslutningsinrättningar, som man måhända kunde i viss mån jämföra med ofvan beskrifna thyllartade utväxter från den ena stomacellen hos *Peonia*. Mina närmare undersökningar ha emellertid gifvit stöd för den uppfattningen, att här ej är fråga om en tillstoppning af själfva slutspringan, utan af klyföppningarnas yttre andhåla genom hornliknande, knutiga kutikularförtjockningar och att förhållandet sålunda bör jämföras med det MENZ (I, 43; Taf. II, fig. 10) påvisat hos *Melanica acerosa*. Det är min afsikt att på annat ställe lämna en utförlig redogörelse för detta från paleontologisk anatomisk synpunkt särdeles intressanta fall, hvilket äfvenledes för belysning af vissa paleoklimatologiska spörsmål synes mig vara af icke ringa betydelse.

Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

Es gibt in der Pflanzenanatomie wenige Gebiete, die gründlicher erforscht worden sind als das Durchlüftungssystem und besonders die im Dienst desselben stehenden Spaltöffnungsapparate. Man hat diese sowohl von deskriptiv-anatomischem als auch von physiologisch-anatomischem und entwicklungsgeschichtlichem Gesichtspunkte einer genauen Untersuchung unterzogen; man hat sie ferner in systematischer Hinsicht verwertet, indem ihre Organisationsmerkmale, ihre Lokalisation und ihr Auftreten überhaupt an verschiedenen Pflanzenteilen nicht belanglose, in gewissen Fällen sogar besonders wertvolle Momente abgeben können, um die systematischen Einheiten höherer oder niederer Ordnung (Familien bezw. Gattungen) gegen einander abzugrenzen. Die im Jahre 1905 erschienene Monographie von Porscu über den Spaltöffnungsapparat führte zur Begründung einer neuen pflanzenanatomischen Forschungsrichtung, der phylogenetischen Pflanzenhistologie. Der Bau des Spaltöffnungsapparates ist überdies im Dienst der Phytopaläontologie verwertet worden. Im grossen ganzen hat man indessen beim Untersuchen der Spaltöffnungen von diesen Gesichtspunkten aus beinahe ausschliesslich ihren Bau bei normaler Entwicklung berücksichtigt. Über die Umbildung derselben unter dem Einfluss geänderter äusserer oder innerer Bedingungen liegen bisher nur wenige Beobachtungen vor. Die nachstehenden Untersuchungen, die sich überhaupt auf diesen Gebiet, die pathologische Anatomie des Spaltöffnungsapparates, beziehen, liefern eine Übersicht über die wichtigsten Typen anomaler Spaltöffnungen und behandeln, an der Hand spezieller neuer Befunde, insbesondere stomatare Hypertrophie bezw. Hyperplasie, Hypotropie und Rückbildung oder Obliterierung von Spaltöffnungen, wobei auch gewisse Fälle von Übergängen zwischen typische Stomazellen und Epidermiszellen in Betracht kommen. Weil diese Untersuchungen verschiedene Gebiete der Pflanzenanatomie berühren und das studierte Material infolgedessen ein ganz heterogenes Gepräge zeigt, gliedern sie sich auf drei gewissermassen freistehende Abschnitte, an welche sich noch ein vierter anschliesst, der die Aufgabe hat, die dort angedeuteten allgemeinen Fragen in Kürze zu beantworten oder wenigstens zu diskutieren.

1. Experimentell realiserade Spaltöppningsanomalier bei Kultur von Keimpflanzen in dampfgesättigter Atmosphäre bei maximalen Temperaturgraden.

Bei diesen Untersuchungen, die sich an die von PRILLIEUX, VESQUE und KÜSTER angestellten anschliessen, dienten als Versuchsmaterial *Secale cereale*, *Avena sativa*, *Phaseolus multiflorus*, *Pisum sativum*, *Cucurbita Pepo* und *Luffa cylindrica*. Von diesen wurden (S. 6) Keimpflanzen in einem mit Thermoregulator versehenen Thermostaten — die Temperatur war hier beinahe konstant, in verschiedenen Versuchen zwischen 37—39 oder 40—42° C. — aufgezogen. Die Töpfe standen, auf geeignetem Untersatz, an einer mit Wasser gefüllten Schale unter einer Glasglocke. Als Lichtquelle diente eine in die Glasglocke angebrachte Glühlampe mit einer Lichtstärke von in gewissen Versuchen 16, in anderen 25 Normalkerzen, und diese wurde zur Hälfte in Wasser untergetaucht, um die Feuchtigkeit der Luft in dieser Weise durch die Abdampfung des Wassers zu erhöhen. Es wurden daneben Kontrollkulturen angestellt, teils — unter im übrigen gleichen Bedingungen — im Dunkeln (unter einem dunklen Sturz), teils — im Licht bezw. im Dunkeln — bei gewöhnlicher Temperatur und geringerer Luftfeuchtigkeit. Bei *Secale cereale* trat, wie die Untersuchung ergab, Keimung bei 40° C. schneller in Licht als in Dunkelkulturen ein. Das Längenwachstum dieser Pflanze war bei 40° langsamer als in Parallelkulturen bei 12° C., was sich besonders an der Coleoptile und dem ersten Laubblatt geltend machte. Die *Secale*-Kulturen nahmen bei 40° auch im Licht eine gelbliche Farbe an, die sich, ähnlich wie analoge Befunde von WIESNER, dadurch erklärt, dass die betreffende Temperatur (40° C.) für *Secale* oberhalb des oberen Kardinalpunkts (Maximum) der Chlorophyllbildung — bei hier herrschender Lichtintensität — liegt. Von Etiolement waren keine Züge vorhanden. Keimlinge von *Luffa cylindrica* und *Cucurbita Pepo* wurden dagegen in den Lichtkulturen bei 40° C. grün gefärbt. Bei *Phaseolus multiflorus* und *Cucurbita Pepo* kamen noch bei 40° deutliche Äusserungen von Morphästhesie zum Vorschein. An einem Wurzelbogen mit aufwärts gestellter Konvexität wuchsen die Seitenwurzeln bei *Phaseolus* nach oben, ohne geotropische Krümmung auszuführen, was beim Prüfen durch fehlende Statolithenstärke in den Wurzelspitzen seine Erklärung fand. Am hypokotylen Stengelglied traten bei *Phaseolus multiflorus*, *Luffa cylindrica* und *Cucurbita Pepo* kräftige, durch die Hypertrophie des Rindenparenchyms hervorgerufene Anschwellungen auf. Was besonders die Spaltöffnungen anbetrifft, zeigten diese bei sämtlichen Versuchspflanzen Anomalien verschiedener Art (S. 8), die sich in folgender Weise zusammenfassen lassen:

- 1) abnorme Streckung der Schliesszellen, die zur Reduktion oder zum Verschwinden der Spalte führt (*Secale cereale*, *Avena sativa* [Fig. 1—5]);
- 2) abnorme Entwicklung der Stomaspalte in die Quere (*Phaseolus multiflorus* [Fig. 8—12]);

3) Umbildung der Stomaspalte zu zwei von einander abgegrenzten Interzellularräumen infolge des vermehrten Turgordrucks der Schliesszellen, welche sich abnorm krümmen und an den oberen und unteren Enden einander berühren (*Phaseolus multijlorus* [Fig. 12]);

4) Asymmetrie infolge seitlicher Verschiebung der Schliesszellen (*Secale cereale*, *Avena sativa*, *Cucurbita Pepo* [Fig. 13—15, 17]);

5) Verschwinden der Stomaspalte (*Avena sativa*, *Cucurbita Pepo* [Fig. 15]);

6) Septierung der einen oder beider Schliesszellen durch Bildung von Querwänden (*Cucurbita Pepo* [Fig. 16], *Luffa cylindrica*);

7) abnorme Vergrößerung der Atemhöhle, welche die Form eines Drüsenkanals annimmt (*Phaseolus multijlorus*).

Anomalien der sub 2 und 3 besprochenen Art sind schon von STAFF, LEITGEB GRAVIS und HAGEN beschrieben und zwar bei *Solanum tuberosum*, *Galtonia candicans* und *Tradescantia virginica* (S. 10—12). Künstlich und postmortal erzeugte Deformationen dieser Art hat ferner LLOYD bei *Verbena ciliata* und *Fouquieria splendens* untersucht. Bei den Spaltöffnungsanomalien, die offenbar Osmomorphosen darstellen, kann es sich um eine direkte, von der dampfgesättigten Atmosphäre hervorgerufene Reaktion handeln, indem die supraoptimalen, durch die Wurzeln aus dem Substrat aufgenommenen Wassermengen wegen der gehemmten Transpiration nicht entfernt werden können und ein abnorm hoher Turgordruck in dieser Weise zustande kommt. Man kann aber auch mit OSWALD RICHTER in dem veränderten Gewebesbild eine Wirkung narkotischer Stoffe (Laboratorienluft, Leuchtgase) — die Erwärmung des Thermostaten geschah in meinen Versuchen durch eine Leuchtgasflamme — sehen. Die Untersuchungen RICHTER's haben ergeben, dass gewisse in den Zellen normal vorsichgehende Kondensationen und Synthesen durch Narkotica gehemmt oder sogar unterdrückt werden. Dadurch erfolgt eine abnorme Steigerung des Turgordrucks, die zu veränderten Spannungen und — speziell in bezug auf die Stomazellen — zu Formveränderungen führt. Für diese meine Auffassung, ein Reiz durch Narkotica habe die betreffenden Spaltöffnungsanomalien hervorgerufen, spricht auch der Umstand, dass PERKYT analoge Deformationen bei in einer Atmosphäre von Tabakrauch erzeugten Keimlingen erzielt hat.

II. Abnorme Spaltöffnungsformen bei verschiedenen Pflanzenorganen unter natürlichen Bedingungen

wurden sehr häufig und in bunt wechselnden Reihen nachgewiesen. Den Gegenstand dieser Untersuchung bildete folgendes, vom Verf. eingehend geprüftes Material:

1) panaschierte Blätter (S. 14);

2) Blattscheiden (S. 15);

3) in ernährungsphysiologischer Hinsicht vikarierende Blattorgane, wie z. B. Kelch-, Deck- und Spathablätter (S. 17);

- 4) Kronen- bezw. korollinisch entwickelte Perianthblätter (S. 22);
- 5) Fruchtknoten (S. 23);
- 6) Samen (S. 36).

Spaltöffnungsanomalien wurden insbesondere bei Fruchtknoten und Samen gefunden, welche, weil bisher in dieser Hinsicht nur wenig bekannt, am eingehendsten untersucht wurden. Was die Fruchtwände anbetrifft, sind nach KRAUS Spaltöffnungen hier oft vorhanden, besonders bei gewissen Familien, wie z. B. bei *Cruciferae*, *Papilionaceae*, *Euphorbiaceae*, *Ranunculaceae*, *Scrophulariaceae*, *Resedaceae*, *Umbelliferae*, *Papaveraceae* und *Liliaceae*. Nach SORAUER trifft man dasselbe Verhalten bei *Amaryllidaceae*. Die betreffenden Stomata — im allgemeinen an der äusseren Epidermis des Fruchtknotens vorhanden — traten in einigen Fällen auch an der inneren, die Ovarialhöhle begrenzenden Epidermis auf. Solche Fälle waren schon SCHLEIDEN bekannt, welcher diese Erscheinung bei *Reseda*, *Passiflora* und *Cruciferae* bespricht. KRAUS erwähnt dasselbe Verhalten bei *Datura*, *Papaver*, *Glancium* und *Eschscholtzia*. KRAUS führt ferner an, dass sich die Spaltöffnungen der inneren Fruchtwand bei *Datura Stramonium* und *Reseda odorata* durch eine ungewöhnliche Grösse auszeichnen. Weitere Angaben über das Auftreten von Spaltöffnungen an Perikarpien finden sich in den zitierten Untersuchungen von ADLERZ, LAMPE, SACHS und TOBLER, von den beiden letzteren Autoren bei *Ricinus communis* bezw. *Momordica Balsamina* nachgewiesen. Die von mir angestellten Untersuchungen haben zum Nachweis von ganzen, bunt wechselnden Reihen pathologischer Spaltöffnungstypen geführt, von welchen die wichtigsten bei *Datura Metel*, *Nicotiana macrophylla*, *Paeonia paradoxa*, *Cleome speciosissima*, *Reseda Luteola*, *Tropeolum majus*, *Passiflora Banksii*, *Skimmia fragrans* und *Bowiea volubilis* auftreten. Im Anschluss an die nähere Beschreibung derselben werden ferner Angaben über das Auftreten und die Lokalisation der Spaltöffnungen an Perikarpien anderer untersuchter Pflanzen gemacht (S. 33—36).

Dass Spaltöffnungen andererseits an Samenintegumenten vorkommen können, scheint im allgemeinen wenig bekannt zu sein. Diese Erscheinung wurde jedoch schon in den vierziger Jahren von SCHLEIDEN bei *Canna* und *Nelumbium* nachgewiesen. Bei mehreren Arten der ersten Gattung fand nämlich dieser Forscher an der harten, brüchigen Oberhaut Spaltöffnungen und bei *Nelumbium speciosum* an der Innenseite des Perikarpiums eine der Samenschale angehörende, Spaltöffnungen führende Epidermis. Die Spaltöffnungen der Samenschalen bei *Canna* wurden später von SCHUMANN in einer Untersuchung über den Bau der Testazellen dieser Pflanze erwähnt. Es sind ferner die Beobachtungen CZECH's und HARTIG's hervorzuheben, nach welchen Spaltöffnungen an den Samen von *Tulipa Gesneriana* vorkommen, und weiterhin die sehr eingehenden Untersuchungen GODFRIN's, welcher dieses Verhalten bei einer ganzen Reihe von Pflanzen (*Ornithogalum pyramidale*, *Lilium Martagon*, *Tulipa Didierii*, *Juglans regia*, *Carya amara*, *Magnolia obovata*, *M. fusca* und *M. macrophylla*) nachweisen konnte. Ein besonderes Interesse verdienen auch die in dieser Richtung angestellten Untersuchungen von RAUNKER. Dieser Forscher beschreibt Spaltöffnungen an den Samenschalen vieler *Geranium*-Arten (*G. viscidulum*, *G.*

pratense, *G. bohemicum*, *G. phaeum*, *G. pyrenaicum* und *G. sanguineum*), sowie einiger *Erodium*-Arten und der *Polygala vulgaris*. Eigenartige Verschlusserscheinungen der Atemhöhle, die offenbar Gebilde thylloider Natur darstellen, wurden von RAUNKLER bei *Geranium sanguineum* gefunden. Noch eine Angabe über die Stomata der Samenschalen bei *Geranium*-Arten (*Geranium pratense* und *G. bohemicum*) rührt von DE TONI her. Nach KNY sind ferner die Samen bei *Viola tricolor* spaltöffnungsführend. Von beträchtlichem Interesse ist NATHORST's Beobachtung, dass die in den Ablagerungen der rhätliassischen Zeit auf Bornholm vorkommende Cycadophyte *Nilssonia brevis* an den Samenintegumenten Spaltöffnungen besass. Bei zwei Rosaceen, *Cowania mexicana* und *Purshia tridentata*, hat JUEL in jüngster Zeit Spaltöffnungen an den Integumenten der Samenanlagen nachgewiesen. In beiden Fällen waren diese abnorm. Bei der ersten Pflanze war zwischen den Schliesszellen keine Centralspalte vorhanden und die Spaltöffnungen infolgedessen funktionslos; bei der anderen waren sie der Art bemerkenswert, dass sie auch an der Innenseite des äusseren Integuments auftraten. Meine eigenen, im grossen ganzen auf zwei Arten, *Juglans regia* und *Carya aquatica*, beschränkten Untersuchungen haben auch in diesem Falle zum Nachweis von Spaltöffnungsanomalien verschiedener Art geführt¹.

Die in diesem Abschnitt II beschriebenen, unter natürlichen Bedingungen auftretenden Spaltöffnungstypen bei Pflanzenorganen verschiedener Natur lassen sich kürzlich in folgender Weise zusammenfassen:

1) typisch halbe Spaltöffnungen (panaschierte Blätter von *Fuchsia undulata* [Fig. 25] und *Mercurialis perennis* [Fig. 23], Kelchblätter von *Physalis Alkekengi* und *Anthyllis Vulneraria*, Fruchtknoten von *Cleome speciosissima* [Fig. 92—94], *Passiflora Banksii*, *Canna hybrida* [Fig. 140], *Baptisia australis* und *Ricinus communis*);

2) halbe Spaltöffnungen infolge Obliterierung und Zusammendrückung einer Schliesszelle (panaschierte Blätter von *Mercurialis perennis* [Fig. 20—22] und *Ribes uigrum*);

3) in allgemeiner Hinsicht zurückgebildete Spaltöffnungstypen (Blattscheiden von *Typha latifolia* und *Heracleum eminus*, Blattstiel von *Rheum Rhabarbaricum*, Deckblätter von *Anemone Hepatica* und *Colocasia odora* [Fig. 34—36], Kelchblätter von *Solanum Capsicastrum* [Fig. 39—42], *Primula sinensis* [Fig. 48, 49, 53] und *Franciscea eximia* [Fig. 57—65];

4) die Stomazellen der Spaltöffnungen als gewöhnliche Epidermiszellen entwickelt (panaschierte Blätter von *Mercurialis perennis*) oder zu solcher Umbildung neigend (Kelchblätter von *Franciscea eximia* [Fig. 65], Fruchtknoten von *Datura Metel* [Fig. 72] und *Passiflora Banksii*);

5) Zwillingsspaltöffnungen (panaschierte Blätter von *Fuchsia coccinea*, Kelchblätter von *Mandragora officinarum* [Fig. 45], Fruchtknoten von *Nicotiana macro-*

¹ Auf S. 37, Fussnote 2, machte ich im Vorhergehenden die Angabe, dass bezüglich des Vorkommens von Spaltöffnungen an den im Samen eingeschlossenen Kotyledonen keine Beobachtung vorliegt. Anhangsweise sei jedoch hier auf eine diesbezügliche, von mir übersene Angabe von POISCH (III, 57) über zwei derartige Fälle, *Ginkgo biloba* und *Dasylirion acrotrichum*, hingewiesen. — [Zusatz während der Drucklegung.]

phylla [Fig. 74—76], *Paeonia paradoxa*, *Passiflora Banksii* [Fig. 115], *Tulipa Gesneriana* [Fig. 120], *Narcissus poeticus* [Fig. 124], *Ricinus communis* und *Papaver somniferum*);

6) Drillingspaltöffnungen (Fruchtknoten von *Reseda Lateola*);

7) hypertrophierte Spaltöffnungen (Fruchtknoten von *Datura Metel* [Fig. 70 ff.], *Cleome speciosissima* [Fig. 95, 97] und *Bowiea volubilis* [Fig. 137—139]);

8) Riesenstomata (Fruchtknoten von *Datura Metel* [Fig. 72], *Hyoscyamus niger* [Fig. 80], *Paeonia paradoxa* [Fig. 82], *Reseda Lateola* [Fig. 100] und *Bowiea volubilis* [Fig. 137—139]);

9) Spaltöffnungen auf die Länge gestreckt (Fruchtknoten von *Colutea arborescens*, Samen von *Carya aquatica*);

10) Spaltöffnungen abnorm auf die Quere entwickelt (Kelchblätter von *Franciscea eximia* [Fig. 65], Fruchtknoten von *Canna hybrida*, Samen von *Juglans regia*);

11) Asymmetrie bei den Spaltöffnungen durch abnorme seitliche Verschiebung der Schliesszellen (Spatha von *Colocasia odora*, Kelchblätter von *Mandragora officinarum* [Fig. 44], *Nicotiana macrophylla*, *Primula sinensis* [Fig. 48] und *Franciscea eximia* [Fig. 63], Fruchtknoten von *Datura Metel* [Fig. 70, 71], *Paeonia paradoxa* [Fig. 84, 87, 88], *Cleome speciosissima* [Fig. 96, 97], *Tulipa Gesneriana* [Fig. 120], *Funkia undulata* und *Phaseolus nanus* [Fig. 143], Samen von *Carya aquatica*);

12) die Längsachse der Spaltöffnungen eckig oder zickzackförmig gebogen (Kelchblätter von *Mandragora officinarum* [Fig. 45], *Nicotiana macrophylla* und *Primula sinensis* [Fig. 48, 49], Fruchtknoten von *Datura Metel* [Fig. 68, 69]);

13) die Schliesszellen ausserhalb der Spaltöffnungen fest gegen einander gedrückt; die Centralspalte hermetisch geschlossen (panaschierte Blätter von *Mercurialis perennis*, Kelchblätter von *Primula sinensis* [Fig. 48] und *Franciscea eximia* [Fig. 62], Fruchtknoten von *Datura Metel* [Fig. 68, 69, 71, 72], *Nicotiana macrophylla* [Fig. 79], *Cleome speciosissima* und *Skimmia fragrans*, Samen von *Juglans regia* und *Carya aquatica*);

14) weit geöffnete Stomata (Kelchblätter von *Nuphar luteum*, Fruchtknoten von *Cleome speciosissima* [Fig. 95, 97], *Tropaeolum majus*, *Tulipa Gesneriana* [Fig. 122] und *Bowiea volubilis* [Fig. 137—139]);

15) die Centralspalte abnorm in die Breite entwickelt, quergestellt (Fruchtknoten von *Paeonia paradoxa* [Fig. 83], *Cleome speciosissima* [Fig. 95] und *Passiflora Banksii* [Fig. 110], Samen von *Juglans regia*);

16) die Centralspalte ausserhalb der Schliesszellen schizogen verlängert (Fruchtknoten von *Paeonia paradoxa* [Fig. 86] und *Bowiea volubilis* [Fig. 137]);

17) die Schliesszellen isoliert, einander nicht berührend (Fruchtknoten von *Paeonia paradoxa* [Fig. 83, 88], *Bowiea volubilis* und *Iris sibirica*);

18) das Stadium der Mutterzelle persistierend; die zur Bildung von Schliesszellen führende Zellteilung bleibt aus (Fruchtknoten von *Datura Metel* [Fig. 73]);

19) Fusion der Schliesszellen (panaschierte Blätter von *Mercurialis perennis*);

20) Dimorphismus zwischen den Schliesszellen derselben Spaltöffnung (Blattscheidē von *Pennisetum typhoidum* [Fig. 28]);

21) dreizellige Spaltöffnungen infolge Septierung der einen Schliesszelle (Kelchblätter von *Solanum Capsicastrum* [Fig. 43], Fruchtknoten von *Datura Metel* [Fig. 67], *Cleome speciosissima* [Fig. 98], *Rosca Luteola* [Fig. 101], *Tropaeolum majus* [Fig. 103], *Passiflora Banksii* [Fig. 113, 114] und *Skimmia fragrans*, Samen von *Juglans regia* und *Carya aquatica* [Fig. 151, 152]);

22) vierzellige Spaltöffnungen infolge Septierung der beiden Schliesszellen (Fruchtknoten von *Tropaeolum majus* [Fig. 104] und *Skimmia fragrans* [Fig. 119]);

23) dreizellige Spaltöffnungen, von überzähligen, seitlich gestellten Schliesszellen bestehend (Fruchtknoten von *Nicotiana macrophylla* [Fig. 77, 78], *Helleborus fatidus* [Fig. 90] und *Cleome speciosissima* [Fig. 99]);

24) Spaltöffnungen mit sklerotisierten Schliesszellen (Fruchtknoten von *Tropaeolum majus* [Fig. 105, 106]);

25) Stomata durch Überwachsung angrenzender Epidermiszellen subepidermal verschoben (Fruchtknoten von *Iris sibirica*);

26) die Spaltöffnungen durch stomatäre Thyllen verstopft (panaschierte Blätter von *Fuchsia undulata*, Fruchtknoten von *Paeonia paradoxa* [Fig. 88]);

27) anthocyanführende Stomata (Blattstiele von *Rheum Rhaponticum*, Kronenblätter von *Cheiranthus Cheiri*).

III. Bildungsabweichungen bei Spaltöffnungen an Myko- und Zoocidien.

Die pathologische Pflanzenanatomie hat sich schon seit Jahren mit der Organisation zoo- und mycetogener Cecidien eingehend beschäftigt. Man hat diese Gebilde sowohl deskriptiv- und physiologisch-anatomisch als auch entwicklungsgeschichtlich in Details untersucht, aber trotzdem ist hinsichtlich der Organisationsmerkmale des Spaltöffnungsapparates an Gallen im grossen ganzen wenig bekannt. Die diesbezüglichen Literaturangaben berücksichtigen kaum anderes als das Vorkommen und die Lokalisation der Spaltöffnungen an Gallen oder — bei eingehenderer Untersuchung — ihre Anzahl und Verteilung im Vergleich mit dem Verhalten dieser Organe an normal entwickelten Pflanzenteilen entsprechender Art. Und doch kommt, wie meine Untersuchungen (S. 40) ergeben haben, bei den betreffenden Zoo- und Mykomorphosen ein reicher Wechsel pathologischer Spaltöffnungstypen vor. Diese sind bisher nur in einzelnen Fällen näher untersucht worden. KÜSTER beschreibt einige in verschiedener Weise hypertrophisch veränderte Stomata bei der bekannten, durch *Pontania proxima* auf *Salix* Blättern erzeugten Galle, unter diesen auch drei- und vierzellige Typen, die durch Septierung der einen bzw. beider Schliesszellen oder durch mehr oder weniger abnorm vorsichgehende Teilungen der Mutterzellen zustande gekommen sind. Beim Cecidium von *Trioza alacris* auf *Laurus nobilis* fand

KÜSTER Spaltöffnungen, die unter die benachbarten, über dieselben heranwachsenden Epidermiszellen verschoben wurden. Noch weiter gingen doch die Deformationen, welche GUTTENBERG schon vorher bei gewissen, durch schmarotzende Pilze verunstalteten Pflanzenteilen nachgewiesen hatte. Besonders *Zea Mays* zeigte bei Infektion mit *Ustilago Maydis* pathologisch umgebildete Spaltöffnungen. Diese gehörten zum Teil dem von KÜSTER beschriebenen Typus an. Hier traten durch Querwände septierte Schliesszellen auf, ferner Stomazellen, die sich in einer mit der Centralspalte parallelen Ebene geteilt hatten. GUTTENBERG beschreibt daneben abnorm grosse, weit geöffnete, andererseits auch geschlossene, degenerierte Spaltöffnungsformen. Fügen wir dann hinzu, dass KÜSTENMACHER an Gallen bei *Quercus Robur* Spaltöffnungen mit fusionierenden Schliesszellen gefunden hat, so dürften die wichtigsten Literaturangaben über die pathologische Anatomie der an Cecidien vorkommenden Spaltöffnungen angeführt worden sein.

Bei meinen eigenen Untersuchungen beobachtete ich, wie erwähnt, in buntem Wechsel, Spaltöffnungsanomalien verschiedener Art. Solche kommen, mehr oder weniger hervortretend, bei fast jeder cecidogenen Umbildung vor. Unter dem reichen, in dieser Hinsicht untersuchten Material werden zuerst (S. 41—47) die in dieser Beziehung bemerkenswertesten Fälle eingehend beschrieben, danach folgen (S. 47—50) einige weniger abweichende Zooecidien, und diesen Abschnitten schliesst sich ferner eine Erörterung betreffs Cecidien mit normal gebauten Spaltöffnungen (S. 50) sowie betreffs spaltöffnungsfreier Cecidien (S. 51) an. Hinsichtlich der Morphologie der vorliegenden Gallenformen und der übrigen, denselben zukommenden Eigenschaften weise ich auf meine Arbeit über die Zooecidien Schonens hin. Die nachstehende Übersicht liefert eine Zusammenstellung der wichtigsten, bei Gallen realisierten Bildungsabweichungen des Spaltöffnungsapparates.

1) Typisch halbe Spaltöffnungen (*Populus pyramidalis* — *Pemphigus affinis* [Fig. 160, 162, 166], *Salix alba* — *Pontania proxima* [Fig. 176, 177], *Quercus Robur* — *Andricus Sieboldi*, *Pyrus communis* — *Eriophyes piri*, *Acer pseudoplatanus* — *Eriophyes macrochelus*, *Lysimachia vulgaris* — *Eriophyes laticeclus*);

2) halbe Spaltöffnungen infolge der Obliterierung und Zusammendrückung einer Schliesszelle (*Salix alba* — *Pontania proxima*, *Quercus Robur* — *Trigonaspis megalptera*, *Ulmus montana* — *Schizoneura lanuginosa*, *Rosa canina* — *Rhodites eglanteriae*, *Hieracium murorum* — *Aulacidea hieraci*);

3) in allgemeiner Hinsicht degenerierte Spaltöffnungstypen (*Populus pyramidalis* — *Pemphigus affinis*, *Quercus Robur* — *Trigonaspis megalptera*, *Quercus Robur* — *Dryophanta folii*, *Quercus Robur* — *Andricus cuneator*, *Ulmus montana* — *Schizoneura lanuginosa*, *Tilia europea* — *Contarinia tiliarum*, *Prunus domestica* — *Eriophyes similis* [Fig. 180]);

4) Spaltöffnungen mit der einen oder beiden Stomazellen als gewöhnliche Epidermiszellen entwickelt oder mit Neigung zu derartiger Umbildung (*Populus pyramidalis* — *Pemphigus affinis* [Fig. 160, 162, 166], *Salix alba* — *Pontania proxima* [Fig. 176, 177], *Polygonum amphibium* — *Perrisia persicariae* [Fig. 153, 154], *Atriplex*

litorale — *Aphis atriplicis*, *Rosa canina* — *Rhodites eglanteriae*, *Sonchus oleraceus* — *Cystiphora sonchi* [Fig. 182]);

5) Zwillingsspaltöffnungen (*Salix alba* — *Pontania proxima*, *Quercus Robur* — *Audricus curvator*, *Hypericum perforatum* — *Perrisia serotina*);

6) hypertrophierte Spaltöffnungen (*Populus tremula* — *Harmandia petioli*, *Populus pyramidalis* — *Pemphigus bursarius*, *Populus pyramidalis* — *Pemphigus spirothecae*, *Salix purpurea* — *Pontania salicis*, *Salix repens* — *Pontania salicis*, *Quercus Robur* — *Audricus Sieboldi*, *Polygonum amphibium* — *Perrisia persicaria* [Fig. 153 — 157], *Sorbus Aucuparia* — *Eriophyes piri*, *Acer pseudoplatanus* — *Eriophyes macrochelus*, *Tilia europaea* — *Contarinia tiliarum*);

7) abnorm grosse Spaltöffnungen (*Populus pyramidalis* — *Pemphigus bursarius*, *Populus pyramidalis* — *Pemphigus spirothecae*, *Salix cinerea* — *Pontania pedunculii*, *Salix purpurea* — *Pontania salicis*, *Salix repens* — *Pontania salicis*, *Quercus Robur* — *Dryophanta folii*, *Acer pseudoplatanus* — *Eriophyes macrochelus*, *Tilia europaea* — *Contarinia tiliarum*);

8) die Spaltöffnungen in die Länge gestreckt (*Populus pyramidalis* — *Pemphigus affinis*, *Salix alba* — *Pontania proxima* [Fig. 173], *Galium boreale* — *Perrisia gali*);

9) die Spaltöffnungen abnorm in die Quere entwickelt (*Populus pyramidalis* — *Pemphigus affinis* [Fig. 163, 165], *Quercus Robur* — *Trigonaspis megaptera*, *Quercus Robur* — *Dryophanta divisa*, *Quercus Robur* — *Audricus curvator*);

10) Asymmetrie infolge einer abnormen seitlichen Verschiebung der Schliesszellen (*Populus pyramidalis* — *Pemphigus spirothecae*, *Populus pyramidalis* — *Pemphigus affinis*, *Salix alba* — *Pontania proxima* [Fig. 172], *Quercus Robur* — *Audricus Sieboldi*, *Atriplex litorale* — *Aphis atriplicis*, *Polygonum amphibium* — *Perrisia persicaria*, *Silene aconitis* — *Perrisia alpina*, *Lathyrus pratensis* — *Perrisia sp.*, *Acer pseudoplatanus* — *Eriophyes macrochelus*, *Hieracium murorum* — *Aulacidea hieracii*, *Hieracium umbellatum* — *Aulacidea hieracii*);

11) die Längsachse der Spaltöffnungen mehr oder weniger eckig gebogen, zickzackförmig (*Atriplex litorale* — *Aphis atriplicis*, *Galium boreale* — *Perrisia gali*);

12) die Spaltöffnungen geschlossen; die Centralspalte verengert (*Salix alba* — *Pontania proxima*, *Salix viminalis* — *Perrisia marginatorquens*, *Salix repens* — *Pontania salicis*, *Alnus glutinosa* — *Eriophyes Nalepai*, *Ulmus montana* — *Schizoneura ulmi* [Fig. 158], *Acer pseudoplatanus* — *Eriophyes macrochelus*, *Rhamnus cathartica* — *Trichopsylla Walkeri*, *Galium boreale* — *Perrisia gali*);

13) die Stomata weit geöffnet (*Populus tremula* — *Harmandia petioli*, *Populus pyramidalis* — *Pemphigus spirothecae*, *Salix alba* — *Pontania proxima* [Fig. 169, 171], *Salix purpurea* — *Pontania vesicator* [Fig. 178, 179], *Salix purpurea* — *Pontania salicis*, *Salix repens* — *Pontania salicis*, *Quercus Robur* — *Trigonaspis megaptera*, *Quercus Robur* — *Dryophanta folii*, *Quercus Robur* — *Audricus ostreus*, *Quercus Robur* — *Dryophanta divisa*, *Ulmus montana* — *Schizoneura lanuginosa*, *Prunus domestica* — *Eriophyes similis* [Fig. 180], *Sorbus Aucuparia* — *Eriophyes piri*);

- 14) die Centralspalte abnorm in die Breite entwickelt, quergestellt (*Quercus Robur* — *Trigonaspis megaptera*);
- 15) die Spaltöffnung an der Stufe der Mutterzelle; die Zellteilung der letzteren bleibt aus (*Atriplex litorale* — *Aphis atriplicis*);
- 16) Fusion der Schliesszellen (*Quercus Robur* — *Dryophanta folii*);
- 17) Rückgang zu einem in phylogenetischer Beziehung älteren Spaltöffnungstypus (*Triticum junceum* — *Isosoma graminicola*);
- 18) dreizellige Spaltöffnungen infolge der Septierung einer Schliesszelle (*Populus pyramidalis* — *Pemphigus affinis*, *Salix alba* — *Pontania proxima* [Fig. 176], *Ulmus montana* — *Schizoneura ulmi* [Fig. 158], *Silene acaulis* — *Perrisia alpina*);
- 19) vierzellige Spaltöffnungen infolge der Septierung beider Schliesszellen (*Populus pyramidalis* — *Pemphigus affinis* [Fig. 167, 168], *Silene acaulis* — *Perrisia alpina*);
- 20) subepidermale Verschiebung der Stomata durch überwachsende Nachbarzellen (*Rhamnus cathartica* — *Trichopsylla Walkeri*);
- 21) Spaltöffnungen durch stomatare Thyllen verstopft (*Rhamnus cathartica* — *Trichopsylla Walkeri*);
- 22) Spaltöffnungen infolge einer Einlagerung von wachs- oder harzartigen Substanzen in die Centralspalte geschlossen (*Salix purpurea* — *Pontania salicis*, *Salix repens* — *Pontania salicis*, *Silene acaulis* — *Perrisia alpina*, *Stellaria Holostea* — *Brachycolus stellariae*);
- 23) anthocyanführende Stomata (*Hieracium murorum* — *Aulacidea hieracii*).

IV. Zusammenfassung und Diskussion.

Die in vorigen Abschnitten eingehend erörterten Anomalien im Bau des Spaltöffnungsapparates zeigen hinsichtlich ihres allgemeinen Charakters eine bemerkenswerte Übereinstimmung. Obgleich sie unter wesentlich ungleichartigen Bedingungen realisiert worden sind, kehren in den einzelnen Fällen dieselben morphologischen Typen wieder. Es ist aber ohne weiteres einleuchtend, dass sowohl bei Kultur von Keimpflanzen in dampfgesättigter Atmosphäre bei maximaler Temperatur, als bei postfloraler Entwicklung von Kelchblättern, Fruchtknoten, Samen u. s. w. und ferner auch bei den durch tierische oder pflanzliche Organismen erzeugten Formanomalien an Pflanzenteilen Veränderungen in den obwaltenden Zellen- und Gewebespannungen der Organe zustande kommen, Veränderungen, die demnach derselben Qualität sind und zu geänderten Turgorzuständen in den Spaltöffnungszellen oder in den umgebenden Geweben führen. Auf eine Wirkung dieser Ursache habe ich schon im vorigen die im ersten Abschnitte geschilderten Spaltöffnungsanomalien zurückgeführt und dieselben als Osmomorphosen gedeutet. Diese Erklärung gilt aber auch bezüglich postfloral fortwachsender Pflanzenteile, bei welchen offenbar, in Zusammenhang mit der modifizierten Gewebedifferenzierung, die ernährungsphysiologische

Konstellation, insbesondere z. B. bei manchen Fruchtknoten, auffällige Verschiebungen erfahren, die ebenfalls geänderte Spannungszustände veranlassen. An der Innenseite der Fruchtwand werden die manchmal hier vorhandenen Spaltöffnungen sogar funktionsunfähig, weil die Ovarialhöhle im allgemeinen allseitig geschlossen ist, und unterliegen infolgedessen gewissermassen ähnlichen Veränderungen hinsichtlich ihrer Organisation wie bei Kulturen in dampfgesättigter Atmosphäre. Was schliesslich die zur Gallenbildung führenden abnormen Wachstumserscheinungen betrifft, ist es offenbar, dass der in den Zellen und Geweben herrschende Turgor dabei eine nicht unbeträchtliche Verschiebung erleidet, indem es sich in diesen Fällen nicht nur um die bei der Cecidienbildung spezifisch veränderte Gestaltungs- und Differenzierungstätigkeit handelt, sondern andererseits auch der notorische Reichtum der Gallen an Wasser und der Gehalt derselben an in der Zellsaft vorhandenen, osmotisch aktiven Stoffe (Zucker, organische Säuren, Amidverbindungen) in Betracht kommen. Der Umstand, dass die Spaltöffnungsapparate in sämtlichen diesen Fällen mit allerdings einigermassen wechselnden, aber doch im grossen ganzen denselben Typen auftreten, liegt somit darin begründet, dass die Organisation derselben eine gemeinsame histologische Reaktion einer und derselben inneren Ursache darstellt. Die wichtigsten anomalen Spaltöffnungsformen lassen sich von diesem Gesichtspunkte aus in folgender Weise erklären.

1) Abnorme Streckung nebst Veränderung der Gesamtform der Stomata und Rückbildung bezw. Verschwinden der Centralspalte; dieser Typus geht, wenigstens in erster Linie, passiv durch das Streckungswachstum der Epidermiszellen parallel zur morphologischen Längsachse des Spaltöffnungsapparates hervor.

2) Umbiegung, Faltung und Asymmetrie der Spaltöffnungsapparate sind ebenfalls Deformationen, die in vielen Fällen passiv zustande kommen. Sie werden durch Veränderungen in der Spannung der umgebenden Epidermiszellen bedingt, wenn die Längsachse des Spaltöffnungsapparates schief zur Streckungsrichtung dieser Zellen erfolgt oder wenn sich das Streckungswachstum infolge sekundärer Verschiebung des Gewebebilds in dieser Richtung geltend macht. Es können aber andererseits derartige Anomalien auch in der Weise zustande kommen, dass die Turgorspannung in den Schliesszellen selbst eine abnorme Höhe erreicht und der zur Verfügung stehende Raum diesen Zellen nicht gestattet, sich in normaler Weise gleichförmig auszudehnen.

3) Spaltöffnungen mit abnorm geöffneter Centralspalte gehen in übereinstimmender Weise teils aktiv durch Turgorsteigerung der Schliesszellen, teils passiv durch die Streckung benachbart liegender Zellen schief oder senkrecht zur Längsachse des Spaltöffnungsapparates hervor. In letzterem Falle können ganz extreme Formen entstehen, indem die Breite der Centralspalte mehrfach vergrössert wird, bei *Paeonia* z. B. sogar das fünffache der Längsachse derselben beträgt.

4) Hypertrophie dürfte einer kombinierten Wirkung aktiver Turgorsteigerung in den Schliesszellen sowie passiver Ausdehnung dieser Zellen infolge des Streckungs-

wachstums angrenzender Zellen, seltener nur einer dieser Erscheinungen allein, zuzuschreiben sein.

5) Mehr oder weniger durchgeführte Isolierung der Stomazellen ist ebenfalls auf einen der betreffenden Faktoren zurückzuführen. Ähnlich verhält sich

6) diejenige Anomalie, wo die Centralspalte durch eine schizogen entstandene Interzellulare verlängert wird.

Auf Abweichungen hinsichtlich der zur Bildung der Schliesszellen führenden Teilungen beziehen sich

7) drei- und 8) vierzellige Spaltöffnungen. Die Überzähligkeit der Stomazellen kommt hier infolge Septierung der einen bezw. beider Schliesszellen durch eine senkrecht oder schief orientierte Querwand zustande. Der abweichende, bei den Fruchtknotten von *Helleborus*, *Nicotiana* und *Cleome* nachgewiesene Spaltöffnungstypus mit drei kollateralen Stomazellen und zwei Schliessspalten entsteht infolge abnormer Teilung der Spaltöffnungsmutterzelle. Diese Anomalie geht, wenn ein Komplex von vier kollateralen Stomazellen mit drei Schliessspalten, wie z. B. bei *Nicotiana*, vorliegt, ohne deutliche Grenze in den Typus der Zwillingsspaltöffnungen über.

9) Hypotrophie bezw. Hypoplasie stellen Hemmungsbildungen dar. Am interessantesten sind in dieser Hinsicht diejenigen Typen, wo keine Trennung der Schliesszellen von einander erfolgt, obgleich sich die Mutterzelle geteilt, oder wo keine Teilung der Mutterzelle zustande kommt (Hypoplasie in eigarem Sinn).

10) Halbe Spaltöffnungsapparate mit ihren Subtypen sind gleichfalls als Hemmungsbildungen aufzufassen. In gewissen Fällen kommt nur eine Stomazelle zur Entwicklung, weil sich die Schwesterzelle zu einer gewöhnlichen Epidermiszelle umbildet (echt oder typisch halbe Spaltöffnungen). Ein anderer Typus halber Stomata kommt durch Kollabescenz und Zusammendrückung der einen, nur eine Zeit lang funktionsfähigen Schliesszelle zustande (falsch oder unecht halbe Spaltöffnungen).

11) Doppelseitige Sterilität vorliegt, wenn die beiden Schliesszellen infolge geänderter Funktion in Epidermiszellen gewöhnlicher Ausbildung übergehen. Der betreffende, überhaupt nicht seltene Typus wird im vorigen bei der Beschreibung einer panaschierten Form von *Mercurialis perennis* und des Cecidiums *Sonchus oleraceus* — *Cystiphora sonchi* näher erörtert.

12) Sklerotische Stomazellen. Diese Anomalie stellt in dem einzigen, von mir nachgewiesenen Falle — den Teilfrüchtchen von *Tropaeolum majus* — nur einen Spezialfall einseitiger Sterilität dar, indem sich die eine Stomazelle in eine dickwandige, verholzte Steinzelle umwandelt.

13) Subepidermale Verschiebung der Stomata durch abnorme Überwallung seitens der benachbarten, stark turgeszierenden Zellen. Dieser bei der Frucht von *Iris sibirica* und beim Cecidium *Rhamnus cathartica* — *Trichopsylla Walkeri* beobachtete Fall ist auf eine Hypertrophie in Kombination mit geänderten Spannungs- und Wachstumserscheinungen bei den betreffenden Pflanzenteilen zurückzuführen. Gewissermassen gilt dieselbe Erklärung von

14) stomatärer Thyllenbildung, die beim *Cecidium Rhamnus cathartica* — *Trichopsylla Walkeri*, ferner bei den blassen Spreitenanteilen panaschierter *Funckia undulata* sowie auch — in ganz besonders auffälliger Ausbildung — bei der Innenseite des Fruchtknotens von *Paeonia paradoxa* nachgewiesen worden ist. Die weit geöffnete und überdies durch teilweise Isolierung der Schliesszellen abnorm vergrößerte und deformierte Stomaspalte war im letzterwähnten Falle durch eine von der angrenzenden Epidermiszelle herangewachsene Thylle zum Teil geheilt, aber daneben hatte eine Schliesszelle einen schlauchförmigen Fortsatz in die Spalte getrieben. Dieser Modus, durch thylloide Auswüchse von der Stomazelle selbst einen Verschluss der Centralspalte zu erzielen, stellt einen neuen, bisher nicht bekannten Typus von Thyllenbildung dar¹.

¹ Im Anschluss an diesen und vorige Abschnitte der vorliegenden Abhandlung werden in Fussnoten an geeigneten Stellen ausführliche Zusammenstellungen der wichtigsten einschlägigen Literatur sowie nähere Auseinandersetzungen über bemerkenswertere Erscheinungen im Bau und Verhalten des Spaltöffnungsapparates geliefert. Es kommen hier besonders folgende Erscheinungen in Betracht: Spaltöffnungen an Haaren und Emergenzen (S. 24), fusionierende Spaltöffnungen (S. 44), Lokalisation und Vorkommen der Spaltöffnungen an Gallen (S. 45), Verstopfung der Spaltöffnungen durch Einlagerung wachs- oder harzartiger Stoffe in die Spalte (S. 48), Spaltöffnungen an Blütenyrescenzen (S. 51), Verschiebung der Stomazellen durch in der Centralspalte wuchernde Pilzhyphen (S. 56), Grösse der Spaltöffnungen (S. 56, 57), septierte Stomazellen (S. 57, 58), Zwillingspaltöffnungen (S. 58), Rückbildung von Spaltöffnungen (S. 58, 59), Stomata ohne Centralspalte (S. 59), halbe Spaltöffnungsapparate (S. 60), Verholzung der Schliesszellen (S. 60), stomatäre Thyllenbildung (S. 61). Betreffs der Einzelheiten verweise ich auf die daselbst mitgeteilten Angaben.

Figurenerklärung.

Figg. 1—19: Seite 8; Figg. 20—49: S. 19; Figg. 50—65: S. 21; Figg. 66—80: S. 25; Figg. 81—100: S. 27; Figg. 101—113: S. 31; Figg. 114—136: S. 33; Figg. 137—162: S. 35; Figg. 163—182: S. 42.

Figg. 1—19: deformierte Spaltöffnungstypen an Keimpflanzen bei Kultur in dampfesättigter Atmosphäre und bei maximaler Temperatur (39—41° C.).

- 1—4: *Avena sativa*, Coleoptile.
- 5: *Secale cereale*, Coleoptile.
- 6—12: *Phaseolus multiflorus*, hypokotyles Stengelglied; 7: Spaltöffnung einer unter normalen Verhältnissen erzeugten Keimpflanze.
- 13—16: *Cucurbita Pepo*, hypokotyles Stengelglied.
- 17—19: *Luffa cylindrica*, Spaltöffnungen am Hypokotyl.

Figg. 20—65: panaschierte Pflanzenteile; Blattscheiden, Deck- und Kelchblätter.

- 20—24: *Mercurialis perennis*, blasser Spreitenanteil einer panaschierten Form.
- 25: *Fanckia undulata*, weisses Blattfeld einer panaschierten Form.
- 26—28: *Pennisetum typhoides*, Innenseite der Blattscheide.
- 30: *Canna hybrida*, Innenseite der Blattscheide.
- 29, 31, 32: *Typha latifolia*, Blatt; 29: Unterseite der Spreite; 31, 32: Innenseite der Scheide.
- 33—36: *Colocasia odora*, Aussenseite der Spatha.
- 37—43: *Solanum Capsicastrum*, Kelch.
- 44, 45: *Mandragora officinarum*, Blütenkelch, Unterseite.
- 46: *Datura arborea*, Blütenkelch, Innenseite.
- 47—53: *Primula sinensis*, Blütenkelch, Innenseite; 50: Anlage einer Spaltöffnung am jungen Kelch; 48, 49, 51, 53: reduzierte Spaltöffnungstypen.
- 54—65: *Franciscea eximia*, Kelch, Innenseite.

Figg. 66—147: Fruchtknoten, Früchte.

- 66—73: *Datura Metel*, Fruchtknoten, Innenseite.
- 74—79: *Nicotiana macrophylla*, Fruchtknoten, Aussenseite.
- 80: *Hyoscyamus niger*, Fruchtknoten, Innenseite.
- 81—88: *Paeonia paradoxa lejocarpa*, Fruchtknoten, Aussenseite (81) und Innenseite.
- 89, 90: *Helleborus fatidus*, Fruchtknoten, Aussenseite.
- 91: *Anemone Hepatica*, junge, normal entwickelte und reduzierte Spaltöffnungen an der Aussenseite der Fruchtwand.
- 92—99: *Cleome speciosissima*, reifender Fruchtknoten, Aussen- (92—94) und Innenseite (95—99).
- 100, 101: *Reseda Luteola*, Fruchtknoten, Aussenseite.

- 102—106: *Tropaeolum majus*, Teilfrüchtchen, Aussenseite; 105, 106: sklerotische Stomazellen.
 107—115: *Passiflora Banksii*, reifender Fruchtknoten, Aussen- (107) und Innenseite.
 116—119: *Skimmia fragrans*, Fruchtknoten, Aussen- (116—118) und Innenwand (119).
 120—122: *Tulipa Gesneriana*, Fruchtknoten, Aussen- (120) und Innenwand (121, 122).
 123, 124: *Narcissus poeticus*, Fruchtknoten, Innenseite.
 125—128: *Narcissus Pseudonarcissus*, Fruchtknoten, Innenseite; 127: Mutterzelle einer neuangelegten Spaltöffnung; 128: sterile Spaltöffnungsmutterzelle.
 129—131: *Gagea lutea*, Fruchtwand, Aussen- (130) und Innenseite (129, 131); 131: Epidermiszellen aus spaltöffnungsfreien Flächen der Innenseite.
 132—136: *Billbergia nutans*, Fruchtknoten, Innenwand; 135, 136: reduzierte und abortierte Spaltöffnungen.
 137—139: *Bowicia volabilis*, Fruchtwand, Aussen- (138) und Innenseite (137, 139).
 140: *Canna hybrida*, Fruchtwand, Aussenseite.
 141, 142: *Cucurbita sp.*, Fruchtwand, Aussenseite; 142: Ausheilung nach Abortierung einer Spaltöffnung.
 143: *Phaseolus nanus*, Fruchtwand, Aussenseite; die Spaltöffnung grenzt an eine abortierte Haarzelle.
 144: *Atropa Belladonna*, Fruchtwand, Aussenseite.
 145: *Alströméria brasiliensis*, Fruchtwand, Aussenseite.
 146: *Symphoricarpos racemosus*, Frucht; Atmungspore, wahrscheinlich von einer abortierten Spaltöffnung herrührend.
 147: *Carya aquatica*, Fruchtwand, Aussenseite.

Figg. 148—152: Samenschalen.

- 148—152: *Carya aquatica*.

Figg. 153—182: Zoocecidien.

- 153—157: *Polygonum amphibium* — *Perrisia persicariae*, Blattunterseite.
 158: *Ulmus montana* — *Schäzoucara ulmi*, Blattoberseite.
 159—168: *Populus pyramidalis* — *Pemphigus affinis*, Blattunterseite.
 169—177: *Salix alba* — *Pontania proxima*, Blattunterseite.
 178, 179: *Salix purpurea* — *Pontania vesicator*, Blattunterseite.
 180: *Prunus domestica* — *Eriophyes similis*, Spaltöffnung.
 181: *Pyrus Malus* — *Myzus mali*, Spaltöffnung.
 182: *Sonchus oleraceus* — *Cystiphora sonchi*, Blattunterseite.

Die Abbildungen sind mit Verwendung von Camera lucida bei einer Vergrößerung von 335 (REICHERT, Okul. 2, Obj. 7 a) gezeichnet; beim Reproduzieren sind dieselben zur Hälfte vermindert worden. Nur die Abbildung 145 bezieht sich, zwecks grösserer Übersichtlichkeit, auf geringere Vergrößerung, etwa 40.

Litteratur.

- ADLERZ, E. Bidrag till fruktväggens anatomi hos Ranunculaceae. Örebro 1884.
- ANDREWS, F. M. Die Anatomie von *Epigaea repens* L. (Beihefte zum Botanischen Centralblatt. Band XIX. Erste Abteilung. Leipzig 1906. p. 314.)
- DE BARY, A. Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. Leipzig 1877.
- BEYERINCK, M. W. Beobachtungen über die ersten Entwicklungsphasen einiger Cynipidengallen. (Verhandelingen der koninklijke Akademie van Wetenschappen. Twee en twintigste deel. Amsterdam 1883.)
- BILLINGS, F. H. A study of *Tillandsia usneoides*. (The Botanical Gazette. Volume XXXVIII. Chicago 1904. p. 99.)
- BLARINGHEM, L. Sur la production des tubercules aériens de la pomme de terre. (Revue générale de Botanique. Tome XVII. Paris 1905. p. 501.)
- BOBISUT, O. (I.) Zur Anatomie einiger Palmenblätter. (Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften. Mathemat.-naturwiss. Klasse. CXIII. Band. Abteilung I. Wien 1904. p. 345.)
- BOBISUT, O. (II.) Über den Funktionswechsel der Spaltöffnungen in der Gleitzone der *Nepenthes*-Kannen. (Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften. Mathematisch naturwissenschaftliche Klasse. CXIX. Band. Abteilung I. Wien 1910. p. 3.)
- BRIOSI, G. Intorno all'anatomia delle foglie dell' *Eucalyptus globulus* Lab. Milano 1891.
- BUKVIC, N. Die thylloiden Verstopfungen der Spaltöffnungen und ihre Beziehungen zur Korkbildung bei den Cactaceen. (Österreichische botanische Zeitschrift. LXII. Jahrgang. Wien 1912. p. 401. Taf. IV.)
- BÜCHNER, E. Beiträge zur Anatomie der Laubmooskapsel. (Botanisches Centralblatt. XLII. Band. 1890. pp. 193, 225, 257, 289, 321, 353.)
- CHARLIER, A. Contribution à l'étude anatomique des plantes à guttapercha et d'autres Sapotacées. Thèse. Paris 1905.
- CHESTER, G. D. Bau und Function der Spaltöffnungen auf Blumenblättern und Antheren. (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Band XV. Berlin 1897. p. 420. Taf. XIX.)
- CZECH, (I.) Untersuchungen über die Zahlenverhältnisse und die Verbreitung der Stomata. (Botanische Zeitung. XXIII. Jahrgang. Leipzig 1865. p. 101.)
- CZECH, (II.) Untersuchungen über die Bedeutung der Stomata für das Lichtbedürfnis und die Transpiration der Laubblätter. (Programm der Realschule erster Ordnung zu Düsseldorf. Düsseldorf 1872.)
- DAGUILLON, A. Sur une acrocécidie de *Veronica Chamædrys* L. (Revue générale de Botanique. Tome XVI. Paris 1904. p. 257.)
- DELBOUCK, C. Die Pflanzen-Stacheln. (HANSTEIN'S Botanische Abhandlungen. Zweiter Band. Bonn 1875.)
- DENNERT, E. Anatomie und Chemie des Blumenblatts. (Botanisches Centralblatt. Zehnter Jahrgang. 1889. II. Quartal. pp. 423 ff.)
- EERHARDT, A. Contribution à l'étude de *Cystopus candidus* Lév. (Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten. Zweite Abteil. XII. Band. Jena 1904. p. 235.)

- ESPE, W. Beiträge zur Kenntnis der Verteilung der Spaltöffnungen über die Blattspreite. Inaugural-Dissertation. Göttingen 1911.
- FENTZLING, K. Morphologische und anatomische Untersuchungen der Veränderungen, welche bei einigen Pflanzen durch Rostpilze hervorgerufen werden. Inaugural-Dissertation. Freiburg 1892.
- FLACHSBERGER. — Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Jurjev (Dorpat). 1906, XV. p. 119. — Referat på tyska språket p. 131.
- FOCKEU, H. (I.) Contribution à l'histoire des galles. Lille 1889.
- FOCKEU, H. (II.) Recherches anatomiques sur les galles. Étude de quelques Diptéroécidies et Acarocécidies. Paris 1896.
- FRANK, A. B. Die Krankheiten der Pflanzen. Zweite Auflage. Dritter Band. Breslau 1896.
- FRAUSTADT, A. Anatomie der vegetativen Organe von *Dionaea muscipula* Ell. (Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Zweiter Band. Breslau 1877. p. 27.)
- FUCHSIG, H. Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Liliideen. (Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften. Mathemat.-naturwiss. Klasse. CXX. Band. Abteilung I. Zweiter Halbband. Wien 1911. p. 957. Taf. I—III.)
- GEIGER, H. Beiträge zur pharmakognostischen und botanischen Kenntniss der Jaborandiblätter. Inaugural-Dissertation. Zürich 1897.
- GERTZ, O. (I.) Studier öfver anthocyan. Akademisk afhandling. Lund 1906.
- GERTZ, O. (II.) Epiphylla acidier hos *Lappa minor* (Schkuhr) DC. (Botaniska Notiser. Lund 1909. p. 1.)
- GERTZ, O. (III.) Untersuchungen über septierte Thyllen, nebst anderen Beiträgen zu einer Monographie der Thyllenfrage. (Lands Universitets Årsskrift. N. F. Avd. 2. Bd 12. Nr. 12. Lund 1916.)
- GERTZ, O. (IV.) Anomalier hos klyfföppningar. (Botaniska Notiser. Lund 1917. p. 137.)
- GERTZ, O. (V.) Skånes zoocécidier. Ett bidrag till kännedomen om Sveriges gallbildande flora och fauna: (Lands Universitets Årsskrift. N. F. Avd. 2. Bd 14. Nr. 26. Lund 1918.)
- GERTZ, O. (VI.) Panachering hos *Mercurialis perennis* L. En morfologisk, anatomisk och mikrokemisk studie. (Botaniska Notiser. Lund 1919. — Under tryckning.)
- GERTZ, O. (VII.) Ett för Skandinavien nytt zoocécidium. *Ferrisia alpina* F. Löw å *Silene acaulis* L. (Svensk Botanisk Tidskrift. 1919. — Under tryckning.)
- GODFRIN, G. Étude histologique sur les téguments séminaux des Angiospermes. Nancy 1880.
- GOEBEL, K. Pflanzenbiologische Schilderungen. Zweiter Teil. Marburg 1891—1893.
- GRAVIS, A. Recherches anatomiques et physiologiques sur le *Tradescantia virginica* L. au point de vue de l'organisation générale des monocotylées et du type commelinées en particulier. (Mémoires couronnés . . . publiés par l'Académie Royale de Belgique. Tome LVII. Bruxelles 1898—1899. 2.)
- GROB, A. Beiträge zur Anatomie der Epidermis der Gramineenblätter. (Bibliotheca Botanica. Heft 36. Stuttgart 1896.)
- GRÖNVALL, A. L. (I.) Bidrag till kännedomen om de nordiska arterna af de båda löfmoss-slågtena *Orthotrichum* och *Ulova*. (Bilaga till Mahnö högre allmänna läroverks årsberättelse 1885.)
- GRÖNVALL, A. L. (II.) Nya bidrag till kännedomen om de nordiska arterna af släktet *Orthotrichum*. (Bilaga till Mahnö högre allmänna läroverks årsberättelse 1887.)
- GÜMBEL, W. TH. Das Spreitkorn im Parallelismus mit dem Pollenkorn. (Verhandlungen der k. Leopoldinisch-Carolinischen Akademie der Naturforscher. XXV. Band. Breslau & Bonn 1855. p. 361. Taf. XII, XIII.)
- GUTTENBERG, H. VON. (I.) Beiträge zur physiologischen Anatomie der Pilzgallen. Leipzig 1905.
- GUTTENBERG, H. VON. (II.) Anatomisch-physiologische Untersuchungen über das immergrüne Laubblatt der Mediterranflora. (ENGLER'S Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie. XXXVIII. Band. Leipzig 1907. p. 383. Taf. VII—IX.)
- HABERLANDT, G. (I.) Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Laubmoose. (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. XVII. Band. Berlin 1886. p. 359. Taf. XXI—XXVII.)
- HABERLANDT, G. (II.) Zur Kenntniss des Spaltöffnungsapparates. (Flora oder allgemeine botanische Zeitung. LXX. Jahrgang. Regensburg 1887. p. 97. Taf. II.)
- HABERLANDT, G. (III.) Physiologische Pflanzenanatomie. Vierte Auflage. Leipzig 1909.

- HAGEN, FR. Zur Physiologie des Spaltöffnungsapparates. (Beiträge zur Allgemeinen Botanik. Erster Band, Zweites Heft. Berlin 1916. p. 261.)
- HALLE, TH. G. On the swedish species of *Sagenopteris* Presl and on *Hydropterangium* nov. gen. (Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar. Band 45. No 7. Uppsala & Stockholm 1910.)
- HAMORAK, N. Beiträge zur Mikrochemie des Spaltöffnungsapparates. (Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften. Mathemat.-naturwiss. Klasse. Band CXXIV. Wien 1915. p. 447.)
- HARTIG, TH. Neue Theorie der Befruchtung der Pflanzen. Braunschweig 1842.
- HARTMANN, FR. Anatomische Vergleichung der Hexenbesen der Weisstanne mit den normalen Sprossen derselben. Ein Beitrag zur Phytopathologie. Inaugural-Dissertation. Freiburg i. B. 1892.
- HAEZ, C. O. Landwirthschaftliche Samenkunde. I, II. Berlin 1885.
- HEILBRONN, M. Die Spaltöffnungen von *Camellia japonica* L. (*Thea japonica* Nois). Bau und Funktion. (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Band XXXIV. 1916. p. 23.)
- HEINRICHER, E. Biologische Studien an der Gattung *Lathraea*. (Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften. CI. Band. Abtheilung I. Wien 1892. p. 423.)
- HIERONYMUS, G. Beiträge zur Kenntniss der europäischen Zoocécidien und der Verbreitung derselben. (Ergänzungsheft zum 68. Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur. Breslau 1890. p. 49.)
- HILDEBRAND, F. Einige Beobachtungen aus dem Gebiete der Pflanzen-Anatomie. Bonn 1861. (I. Ueber das Vorkommen von Spaltöffnungen auf Blumenblättern.)
- HILLET, G. H. Untersuchungen über die Epidermis der Blütenblätter. (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. XV. Band. Berlin 1884. p. 411.)
- HOHNFELD, R. Ueber das Vorkommen und die Verteilung der Spaltöffnungen auf unterirdischen Pflanzenteilen. Inaugural-Dissertation. Königsberg 1880.
- HOUARD, M. C. (I.) Recherches anatomiques sur les galles de tiges: pleurocécidies. Thèse. Paris 1903.
- HOUARD, C. (II.) Recherches anatomiques sur les galles de tiges: acrocécidies. (Annales des sciences naturelles. VIII. Série. Botanique. Tome XX. Paris 1904. p. 289.)
- HOUARD, C. (III.) Les Zoocécidies des plantes d'Europe et du bassin de la Méditerranée. Tome I—III. Paris 1908—1913.
- HOUARD, R. (IV.) Recherches anatomiques sur les cécidies foliaires marginales. (Marcellia, Rivista Internazionale di Cecidologia. Vol. XII. An. 1913. Avellino 1913. p. 124.)
- HEYNEWIECKI, B. Anatomische Studien über die Spaltöffnungen bei den Dikotylen. (Bulletin International de l'Académie des sciences de Cracovie. Classe des sciences mathématiques et naturelles. Série B: sciences naturelles. Année 1912. Cracovie 1913. p. 585.)
- JUEL, H. O. Beiträge zur Blütenanatomie und zur Systematik der Rosaceen. (Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar. Band 58. No 5. Stockholm 1918.)
- JÖNSSON, B. Om vikariat inom växtriket vid näringsberedning, sedt från anatomisk-biologisk synpunkt. Akademisk inbjudningsskrift. Lund 1910.
- KARZEL, R. Die Verholzung der Spaltöffnungen bei Cycadeen. (WIESNER-Festschrift, redigiert von K. LINDBAUER. Wien 1908. p. 510.)
- KINDERMANN, V. Über die auffallende Widerstandskraft der Schliesszellen gegen schädliche Einflüsse. (Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften. Mathemat.-naturwiss. Klasse. CXI. Band. Abtheilung I. Wien 1902. p. 490.)
- KLEBAHN, H. Ueber eine krankhafte Veränderung der *Anemone nemorosa* L. und über einen in den Drüsenhaaren derselben lebenden Pilz. (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Band XV. Berlin 1897. p. 527. Taf. XXVI.)
- KLUYVER, A. I. Beobachtungen über die Einwirkung von ultravioletten Strahlen auf höhere Pflanzen. (Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften. Mathemat.-naturwiss. Klasse. Band CXX. Abtheilung I. Wien 1911. p. 1137.)
- KNOLL, F. »*Potamogeton Morlotii*» Unger, eine tertiäre Loranthacee. (Österreichische botanische Zeitschrift. LIV. Jahrgang. Wien 1904. pp. 17, 64. Taf. IV.)

- KNY, L. (I.) Botanische Wandtafeln mit erläuterndem Text. II. Abtheilung. Tafel XX: Saamen-Knospe von *Viola tricolor* L., unmittelbar nach erfolgter Befruchtung. Berlin 1876.
- KNY, L. (II.) Ueber den Einfluss von Zug und Druck auf die Richtung der Scheidewände in sich theilenden Pflanzenzellen. (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Band XIV. Berlin 1896. p. 378.)
- KRAUS, G. Ueber den Bau trockner Pericarprien. (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. V. Band. Leipzig 1866—1867. p. 83. Taf. VIII—XI.)
- KÜSTENMACHER, M. Beiträge zur Kenntniss der Gallenbildungen mit Berücksichtigung des Gerbstoffes. (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. XXVI. Band. Berlin 1894. p. 82. Taf. V—X.)
- KÜSTER, E. (I.) Pathologische Pflanzenanatomie. Jena 1903.
- KÜSTER, E. (II.) Pathologische Pflanzenanatomie. Zweite Auflage. Jena 1916.
- KÜSTER, E. (III.) Die Gallen der Pflanzen. Ein Lehrbuch für Botaniker und Entomologen. Leipzig 1911.
- KÖNIG, J. Die Untersuchung landwirtschaftlich und gewerblich wichtiger Stoffe. Dritte Auflage. Berlin 1906.
- LACAZE-DUTHIERS. Recherches pour servir à l'histoire des galls. (Annales des sciences naturelles. III. Série. Tome dix-neuvième. Paris 1853. p. 273.)
- LAMPE, P. Zur Kenntniss des Baues und der Entwicklung saftiger Früchte. Inaugural-Dissertation. Halle 1884.
- LEITGEB, H. Beiträge zur Physiologie der Spaltöffnungsapparate. 1886. (Mittheilungen aus dem Botanischen Institute zu Graz. Jena 1888. p. 123. Taf. V.)
- LINSBAUER, K. Zur physiologischen Anatomie der Epidermis und des Durchlüftungsapparates der Bromeliaceen. (Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften. Mathemat.-naturwiss. Klasse. CXX. Band. Abteilung I. Wien 1911. p. 319.)
- LLOYD, F. E. The physiology of stomata. (Papers published by the Carnegie Institution of Washington 1908. No. 82.)
- MAC FARLANE, J. M. Observations on Pitchered Insectivorous Plants (Part II). (Annals of Botany. Volume VII. London 1893. p. 403.)
- MAGNUS, W. Die Entstehung der Pflanzengallen, verursacht durch Hymenopteren. Jena 1914.
- MATHUSE, O. Über abnormales sekundäres Wachstum von Laubblättern, insbesondere von Blattstecklingen dicotyler Pflanzen. (Beihefte zum Botanischen Centralblatt. Band XX. Erste Abteilung. Dresden 1906. p. 174.)
- MENZ, J. Über die Spaltöffnungen der Assimilationsorgane und Perianthblätter einiger Xerophyten. (Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften. Mathemat.-naturwiss. Klasse. CXIX. Band. Abteilung I. Wien 1910. p. 33.)
- MÉR, E. Recherches sur les causes de la structure des feuilles. (Bulletin de la Société botanique de France. Tome XXX. Paris 1883. p. 110.)
- MEYER, F. I. F. Mikroskopische Abbildungen (auf vierzehn Kupfertafeln) zur Phytomie. Berlin 1830.
- MINDEN, M. VON. Beiträge zur anatomischen und physiologischen Kenntnis Wasser-seccnierender Organe. (Bibliotheca Botanica. Heft 46. Stuttgart 1899.)
- MOLISCH, H. (I.) Untersuchungen über das Erfrieren der Pflanzen. Jena 1897.
- MOLISCH, H. (II.) Über den Einfluss des Tabakrauches auf die Pflanze. (Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften. Mathemat.-naturwiss. Klasse. Band CXX. Abteilung I. Wien 1911. p. 813.)
- MOLLARD, M. Sur les caractères anatomiques de quelques Hémiptérocidies foliaires. (Miscellaneés biologiques dédiées au prof. GIARD. Paris 1899. p. 289.) —. Referat af KÜSTER i Botanisches Centralblatt. LXXXIII. Band. 1900. p. 203.
- MÜLLER, C. (I.) Ueber eine *Phytoptus* Galle auf *Lysimachia vulgaris* L. und das sie hervorrufoende Thier. (Verhandlungen des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg. Neunzehnter Jahrgang. Berlin 1877. p. 105. [Sitzung vom 27. Juli.])
- MÜLLER, L. (II.) Grundzüge einer vergleichenden Anatomie der Blumenblätter. (Nova Acta der k. Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akad. der Naturforscher. Band LIX. Nr. 1. Halle 1893.)

- NATHORST, A. G. (I.) Om några Ginkgoväxter från kolgrufvorna vid Stabbarp i Skåne. (Lunds Universitets Årsskrift. N. F. Afd. 2. Band 2. No 8. Lund 1906.)
- NATHORST, A. G. (II.) Über die Anwendung von Kolloidumabdrücken bei der Untersuchung fossiler Pflanzen. (Arkiv för Botanik. Band 7. No 4. Uppsala & Stockholm 1907.)
- NATHORST, A. G. (III.) Paläobotanische Mitteilungen. 1. *Pseudocycas*, eine neue Cycadophyten-gattung aus den cenomanen Kreideablagerungen Grönlands. 2. Die Kutikula der Blätter von *Dictyozanites Johstrupi* Nath. (Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar. Band 42. No 5. Uppsala & Stockholm 1907.)
- NATHORST, A. G. (IV.) Paläobotanische Mitteilungen. 8. Über *Williamsonia*, *Wielandia*, *Cycadoccephalus* und *Weltrichia*. (Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar. Band 45. No 4. Uppsala & Stockholm 1909.)
- NATHORST, A. G. (V.) Über die Gattung *Nilssonia* Brongn. mit besonderer Berücksichtigung schwedischer Arten. (Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar. Band 43. No 12. Uppsala & Stockholm 1909.)
- NATHORST, A. G. (VI.) Einige paläobotanische Untersuchungsmethoden. (Paläobotanische Zeitschrift. Band I. Berlin 1912. p. 26.)
- NĚMEC, B. Der Geotropismus verstärkter Wurzeln. (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. XXVIII. Jahrgang. Berlin 1910. p. 107.)
- NEUMANN-REICHARDT, E. Anatomisch-physiologische Untersuchungen über Wasserspalten. (Beiträge zur Allgemeinen Botanik. Erster Band. Drittes Heft. Berlin 1917. p. 301.)
- NITSCHKE, TH. Anatomie des Sonnenthaublattes (*Drosera rotundifolia* L.). (Botanische Zeitung. XIX. Jahrgang. Leipzig 1861. pp. 233, 241, 252. Taf. IX.)
- NYBERGH, T. Studien über die Einwirkung der Temperatur auf die tropistische Reizbarkeit etiolierter *Avena*-Keimlinge. (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Band 30. Berlin 1912. p. 542.)
- PAASCHE, E. Beiträge zur Kenntnis der Färbungen und Zeichnungen der Blüten und die Verteilung von Anthocyan und Gerbstoff in ihnen. Inaugural-Dissertation. Göttingen 1910.
- PAULMANN, R. Über die Anatomie des Laubblattes. (Flora oder allgemeine botanische Zeitung. 107. Band. Jena 1915. p. 227.)
- PFITZER, E. Beiträge zur Kenntniss der Hautgewebe der Pflanzen. (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. VII. Band. Leipzig 1869—1870. p. 532.)
- PIROTTA, R. & LONGO, B. Sulla presenza e sulla forma degli stomi nel *Cynomorinum coccineum* L. (Atti della Reale Accademia dei Lincei. Serie V. Rendiconti. Volume VII. Roma 1899. p. 98.)
- PORSCH, O. (I.) Zur Kenntnis des Spaltöffnungsapparates submerser Pflanzenteile. (Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften. Mathemat.-naturwiss. Klasse. CXII. Band. Abteilung I. Wien 1903. p. 97. Taf. I—III.)
- PORSCH, O. (II.) Der Spaltöffnungsapparat von *Casuarina* und seine phyletische Bedeutung. (Österreichische botanische Zeitschrift. LIV. Jahrgang. Wien 1904. pp. 7, 41. Taf. III.)
- PORSCH, O. (III.) Der Spaltöffnungsapparat im Lichte der Phylogenie. Ein Beitrag zur phylogenetischen Pflanzenhistologie. Jena 1905.
- POULSEN, V. (I.) Om nogle Trikomer og Nektarier. (Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjøbenhavn. 1875. p. 242.)
- POULSEN, V. A. (II.) Anatomiske Studier over Eriocaulaceerne. (Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjøbenhavn. 1888. p. 221.)
- POULSEN, V. A. (III.) Om Spalteabningerne hos *Griselinia litoralis* Raoul og *Camponota Vidalii* Wats. (Videnskabelige Meddelelser fra Dansk naturhistorisk Forening i Kjøbenhavn. Bind 67. Odense 1916. p. 137.)
- PRILLIEUX, ED. Altérations produites dans les plantes par la culture dans un sol surchauffé. Hypertrophies et multiplications des noyaux dans les cellules hypertrophiées. (Annales des sciences naturelles. Sixième série. Botanique. Tome X. Paris 1880. p. 347. Pl. 3, 4.)
- PURKYT, A. Anatomisch-physiologische Untersuchungen über den Einfluss des Tabakrauches auf Keimlinge. (Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften. Mathemat.-naturwiss. Klasse. CXXI. Band. Abteilung I. Wien 1912. p. 735. Taf. I, II.)

- RAUNKJÆR, C. Froskallens bygning og udviklingshistorie hos Geraniaceerne. (Botanisk Tidsskrift. Bind 16. Kjøbenhavn 1888. p. 152. Tavle 2.)
- REHFOUS, L. (I.) Les stomates des Célastracées. (Bulletin de la Société botanique de Genève. 2^{me} série. Volume VI. 1914. p. 13.)
- REHFOUS, L. (II.) Les stomates du *Thea sinensis* et une nouvelle méthode pour reconnaître les falsifications du the. (Bulletin de la Société botanique de Genève. 2^{me} série. Volume VIII. 1916. p. 24.)
- RICHTER, O. (I.) Über den Einfluss der Narkotika auf die Anatomie und die chemische Zusammensetzung von Keimlingen. (80. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Köln 1908.)
- RICHTER, O. (II.) Über den Einfluss der Narkotika auf die Anatomie und die chemische Zusammensetzung von Keimlingen. (Naturwissenschaftliche Rundschau. XXIII. Jahrgang. 1908. p. 553.)
- RICHTER, O. (III.) Über Turgorsteigerung in der Atmosphäre von Narkotika. (Lotos. Band 56. Prag 1908. p. 106.)
- RICHTER, O. (IV.) Über den Einfluss extrem hoher Bodentemperaturen und anderer Faktoren auf Keimlinge. (Verhandlungen der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte. 81. Versammlung zu Salzburg 1909. Zweiter Teil. Leipzig 1910. p. 160.)
- RICHTER, O. (V.) Neue Untersuchungen über Narkose im Pflanzenreiche. (Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereines an der Universität Wien. Jahrgang 1911. Wien 1911. p. 14.)
- RUDOLPH, K. Der Spaltöffnungsapparat der Palmenblätter. (Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften. Mathemat.-naturwiss. Klasse. CXX. Band. Abteilung I. Zweiter Halbband. Wien 1911. p. 1049. Taf. I, II.)
- SACHS, J. Lehrbuch der Botanik. Dritte Auflage. Leipzig 1873.
- SCHACHT, H. Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Gewächse. Erster Theil. Berlin 1856.
- SCHIMPER, W. PH. (I.) Recherches anatomiques et morphologiques sur les Mousses. Thèse de Botanique. Strasbourg 1848.
- SCHIMPER, W. PH. (II.) Icones morphologicae atque organographicae introductionem synopsi muscorum europaeorum praemissam illustrantes. Stuttgartiae 1860.
- SCHLEIDEN, M. I. (I.) Beiträge zur Anatomie der Cacteen. (Mémoires de l'Académie Impériale des sciences de St. Pétersbourg par divers savans. VI. Sér. T. IV. 1839.)
- SCHLEIDEN, M. I. (II.) Ueber das Vorkommen der Spaltöffnungen. Spaltöffnungen auf Saamentegumenten. (Beiträge zur Botanik. Erster Band. Leipzig 1844. pp. 9, 83.)
- SCHLEIDEN, M. I. (III.) Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik. Zweiter Theil: Morphologie. Organologie. Zweite Auflage. Leipzig 1846.
- SCHUMANN, Die Anatomie der Samenschale von *Canna*. (Botanische Zeitung. XXXIII. Jahrgang Leipzig 1875. p. 594.)
- SKRZYPIETZ, P. Die *Aulax*-Gallen auf *Hieracium*-Arten. Inaugural-Dissertation. Rostock 1900.
- SORAUER, P. (I.) Ueber die Spaltöffnungen bei den Liliaceen. (Botanische Untersuchungen aus dem physiologischen Laboratorium der landwirthschaftlichen Lehranstalt in Berlin. Band I. Berlin 1867. p. 1.)
- SORAUER, P. (II.) Ueber die Spaltöffnungen bei Amaryllideen und Liliaceen. (Botanische Untersuchungen aus dem physiologischen Laboratorium der landwirthschaftlichen Lehranstalt in Berlin. Band I. Berlin 1867. p. 257.)
- STAPP, O. Beiträge zur Kenntniss des Einflusses geänderter Vegetationsbedingungen auf die Formbildung der Pflanzenorgane, nebst einem Anhang: Ueber eine merkwürdige Form von Lenticellen. (Verhandlungen der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien. Jahrgang 1878. XXVIII. Band. p. 231. Taf. III.)
- SZAFER, W. Zur Kenntnis der Assimilationsorgane von *Danaë racemosa* (L.) Mönch. (Österreichische botanische Zeitschrift. LX. Jahrgang. Wien 1910. p. 254.)
- THOMAS, FR. Zur Entstehung der Milbgallen und verwandter Pflanzenauswüchse. (Botanische Zeitung. XXX. Jahrgang. Leipzig 1872. p. 281.)
- TOBLER, G. & F. Untersuchungen über Natur und Auftreten von Carotinen. I. Frucht von

- Momordica Balsamina* L. (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Band XXVIII. Berlin 1910. p. 365.)
- DE TONI, G. B. Ricerche sulla istologia del tegumento seminale. (Atti del reale Istituto Veneto. Tomo sesto, serie sesta. Venezia 1887—1888. p. 873.)
- TSCHIRCH, A. Angewandte Pflanzenanatomie. Wien und Leipzig 1889.
- TSWETT. Recherches anatomiques sur les hydathodes des Lobéliacées. Nouveau type de stomates aquifères. (Revue générale de Botanique. Tome XIX. Paris 1907. p. 305. Pl. 14.)
- UHLWORM, O. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Trichome, mit besonderer Berücksichtigung der Stacheln. (Botanische Zeitung. 31. Jahrgang. Leipzig 1873. p. 753 ff.)
- VESQUE, J. Sur les causes et sur les limites des variations de structure des végétaux. (Annales agronomiques. T. IX. p. 481. T. X. 1884. p. 14.) — Auktorsreferat i Botanisches Centralblatt. XVIII. Band. 1884. p. 259.
- VISCHER, W. Experimentelle Beiträge zur Kenntniss der Jugend- und Folgeformen xerophiler Pflanzen. (Flora oder allgemeine botanische Zeitung. 108. Band. Jena 1915. p. 1.)
- VOSS, G. Ueber Unterschiede im anatomischen Bau der Spaltöffnungen auf Ober- und Unterseite der Laubblätter einiger Dikotylen. (Beihefte zum Botanischen Centralblatt. Band XXXIII. Erste Abteilung. Dresden 1917. p. 71.)
- VÖCHTING, H. Untersuchungen zur experimentellen Anatomie und Pathologie des Pflanzenkörpers. Tübingen 1908.
- WAKKER, J. H. Untersuchungen über den Einfluss parasitischer Pilze auf ihre Nährpflanzen. Versuch einer pathologischen Anatomie der Pflanzen. (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. XXIV. Band. Berlin 1892. p. 499.)
- WARMING, E. Om Forskjellen mellem Trichomer og Epiblastemer af højere Rang. (Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjøbenhavn. 1872. p. 159.)
- WARNECKE, F. Neue Beiträge zur Kenntniss der Spaltöffnungen. (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. L. Band. Leipzig 1912. p. 21.)
- WEISS, A. (I.) Ueber ein neues Vorkommen der Spaltöffnungen und einige andere Bemerkungen über dieselben. (Verhandlungen des zoologisch-botanischen Vereins. VII. Wien 1857. p. 113.)
- WEISS, A. I. G. (II.) Beitrag zur Kenntniss der Spaltöffnungen. (Verhandlungen des zoologisch-botanischen Vereins. VII. Wien 1857. p. 191.)
- WEISS, A. (III.) Untersuchungen über die Zahlen- und Grössenverhältnisse der Spaltöffnungen. (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. IV. Band. Leipzig 1865—1866. p. 125.)
- WEISS, G. A. (IV.) Anatomie der Pflanzen. Wien 1878.
- WIESNER, J. (I.) Untersuchungen über die Farbstoffe einiger für chlorophyllfrei gehaltenen Phaeogamen. (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. VIII. Band. Leipzig 1872. p. 575.)
- WIESNER, J. (II.) Die Entstehung des Chlorophylls in der Pflanze. Eine physiologische Untersuchung. Wien 1877.
- WILLE, FR. Anatomisch-physiologische Untersuchungen am Gramineearbizom. (Beihefte zum Botanischen Centralblatt. Band XXXIII. Erste Abteilung. Dresden 1917. p. 1.)
- WINKLER, W. (I.) Zur Anatomie der durch die Fichtenrindenlaus entstehenden Zapfengallen. (Österreichische botanische Zeitschrift. XXVIII. Jahrgang. Wien 1878. p. 7.)
- WINKLER, H. (II.) Ueber die nachträgliche Umwandlung von Blütenblättern und Narben in Laubblättern. (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Band XX. Berlin 1902. p. 494.)
- WULF, TH. Studien über verstopfte Spaltöffnungen. (Österreichische botanische Zeitschrift. XLVIII. Jahrgang. Wien 1898. pp. 201, 252, 298.)
- ZWEIGELT, FR. Blattlausgallen, unter besonderer Berücksichtigung der Anatomie und Aetiologie. (Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten. Zweite Abteilung. Band 47. Jena 1917. p. 408.)

Nachträge. — Wegen der langen Frist, die zwischen der Fertigstellung des Manuskriptes — Ende Dezember 1917 — und der Beendigung des Druckes — August 1919 — verstrichen ist, sind einige Arbeiten, die das Stoffgebiet der vorliegenden Abhandlung betreffen, während ihrer Herstellung erschienen oder dem Verfasser bekannt worden. Diese Arbeiten, die nicht berücksichtigt werden konnten (vergl. doch S. 37, Fussnote 1; S. 57, 58, Fussnote 1), möchte ich im folgenden noch nennen:

- BAUMGÄRTEL, O. Studien über Pneumatokarprien. (Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. 126. Band. I. Abteilung. Wien 1917. p. 13.) — Betrifft die Anatomie sogenannter Blährüchthe (Pneumatokarprien) verschiedener Art und das Vorkommen von Spaltöffnungen an denselben.
- FIGDOR, W. Über die panaschierten und dimorphen Laubblätter einer Kulturform der *Funkia lancifolia* Spreng. (Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. CXXIII. Band. Abteilung I. Wien 1914. p. 1085.)
- GODFREY, J. Recherches sur l'anatomie comparée des cotylédons et de l'albumen. Thèse. Paris 1884. (Annales des sciences naturelles. Botanique. Sixième série. Tome XIX. p. 5.) — Enthält nähere Angaben über das Vorkommen von Spaltöffnungsanlagen bei den Kotyledonen einiger Samen (pp. 91, 92; Pl. 1, Fig. 12—15).
- HERZFELD, ST. Studien über Juglandaceen und Julianiaceen. (Denkschriften der k. Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. 90. Band. Wien 1914. p. 301.) — Doppelspaltöffnungen mit gemeinsamer Atemhöhle an der weiblichen Blüte von *Juglans regia* (p. 306; Taf. III, Fig. 62).
- POULSEN, V. A. Nogle extraflorale Nectarier. (Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening. Kjøbenhavn 1897. p. 356.) — Stomatäre Thyllenbildung bei *Fagraea litoralis* (p. 362; Tab. III, Fig. VI—VIII).
- POULSEN, V. A. Planteanatomiske Bidrag. I. Anatomiske Bemærkninger om Bladbygningen hos nogle Apocynaceer. (Videnskabelige Meddelelser fra Dansk naturhistorisk Forening i Kjøbenhavn. Bind 68. Odense 1917. p. 299.) — Stomatäre Thyllenbildung bei *Carissa grandiflora* (p. 303, Fig. 1 b).
- ZWEIFELT, FR. Vergleichende Anatomie der Asparagoideae, Ophiopogonoideae, Aletroidreae, Luzuriagoideae und Smilacoidae nebst Bemerkungen über die Beziehungen zwischen Ophiopogonoideae und Dracenoideae. (Denkschriften der k. Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. 88. Band. Wien 1913. p. 397.) — Beschreibt Spaltöffnungsanomalien verschiedener Art: reduzierte Spaltöffnungen an der physiologischen Oberseite des Phyllokladium von *Danaë Lauras* (Taf. VIII, Fig. 75), am rudimentären Blatt von *Ruscus hypoglossum* (Taf. IX, Fig. 93, 94) und am Rhizom von *Ruscus hypophyllus* (Taf. III, Fig. 17); verstopfte Spaltöffnungen am Rhizom von *Polygonatum verticillatum* (Taf. III, Fig. 32); Septierung kommt bei den reduzierten Spaltöffnungen am Blütenblatt von *Aspidistra elatior* (Taf. IX, Fig. 96) vor, indem die eine Schliesszelle senkrecht zur Längsrichtung geteilt wird (p. 458; Taf. IX, Fig. 96 b).

Innehåll.

	Sid.
I. Klyföppningarnas byggnad hos groddplantskulturer i ångmättad atmosfär vid maximala temperaturgrader	5.
II. Abnorma klyföppningsformer hos olika organ under naturliga betingelser	14.
1. Panacherade växtdelar	14.
2. Bladslidor	15.
3. Klyföppningarnas förhållande vid vissa fall af näringsvikariat	17.
4. Kronblad resp. kalkblad	22.
5. Frukttännen	23.
6. Frön	36.
III. Bildningsafvikelser hos klyföppningar å myko- och zooecidier	40.
IV. Allmän sammanfattning	55.
Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse	62.
I. Experimentell realiserde Spaltöppningsanomalien bei Kultur von Keimpflanzen in dampfgesättigter Atmosphäre bei maximalen Temperaturgraden	63.
II. Abnorme Spaltöppnungstypen bei verschiedenen Pflanzenorganen unter natürlichen Bedingungen	64.
III. Bildungsabweichungen bei Spaltöffnungen an Myko- und Zooecidien	68.
IV. Zusammenfassung und Diskussion	71.
Figurenerklaring	75.
Litteratur	77.

EPIDERMISSTUDIER

1. DE LANGERHANS'SKA CELLERNA
2. OM DEN VITALA METYLENBLÅFÄRGNINGEN
AV EPIDERMIS

AV

GÖSTA HÄGGQVIST

MED 2 TAVLOR OCH 2 TEXTFIGURER

(MIT ZUSAMMENFASSUNG IN DEUTSCHE SPRACHE)

LUND
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG
OTTO HARRASSOWITZ

Föredragen i K. Fysiografiska Sällskapet den 9 april 1919.

LUND 1919

HÅKAN OHLSSONS BOKTRYCKERI

Föreliggande undersökningar äro att betrakta såsom en fortsättning på de år 1914 i Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar publicerade (13). Jag redogjorde där för huru jag under arbetet med nervfärgningar i människans epidermis påträffat LANGERHANS'ska celler och sett deras förbindelser med nervtrådar. Ett närmare studium av litteraturen rörande dessa bildningar har emellertid visat huru oklar deras ställning i själva verket är och jag har därför ansett mig tvungen, att, innan jag fortsatte på den sålunda inslagna vägen, skaffa mig klarhet öfver dessa cellers natur. För att undersöka deras började jag en jämförande-anatomisk undersökning öfver epidermis utveckling och parallellt därmed färgade jag LANGERHANS'ska celler medelst rongalitvitt. Därvid visade sig emellertid snart cellernas »genes» vara en helt annan än jag från början hade föreställt mig. Sambandet med epidermisutvecklingen bortföll och för att icke i detta arbete få tvenne föga sammanhängande delar har jag uppskjutit undersökningen av epidermis utveckling till en senare publikation. Det visade sig vidare önskvärt att för jämförelses skull framställa guldkloridfärgningar av huden, och de medelst dessa båda metoder vunna resultaten framläggas här i kapitel I.

De LANGERHANS'ska cellernas problem har visat sig bero på ifrågavarande färgningsmetoder och jag har därför önskat fördjupa min kunskap beträffande desamma och särskilt gäller detta den vitala metylenblåmetoden, denna egendomliga färgning, som, allt sedan den först upptäcktes av EHRLICH, varit föremål för många forskares, histologers, fysiologers och kemisters, undersökningar. Möjligheten, att åtminstone från en sida tränga detta problem in på livet, syntes mig efter THUNBERGS upptäckt av en »succino-dehydrogenas» i musklerna betydligt förstorad, i det att här en möjlighet att förklara de vid vital metylenblåfärgning uppträdande avfärgningarna, syntes mig given. Tillgodogörande mig de vid sistnämnda forskares arbeten vunna resultaten, har jag i en del av föreliggande undersökning tillämpat och anpassat hans arbetsmetoder vid försök, där jag sökt vinna klarhet öfver de särskilt ur histologisk synpunkt intressanta spörsmålen. Önskvärt hade varit, att jag kunnat utsträcka dessa undersökningar även till andra till vitalfärgning brukbara ämnen. Härtill har dock möjlighet saknats. Omöjligheten, att under nu rådande mellan- och inomfolkliga förhållanden anskaffa de önskvärda färgämnen, har jag icke kunnat öfvervinna. Vidare vore det vid en dylik undersökning vida lämpligare att studera

något annat organ än den svårisolierbara epidermis, som mina här föreliggande, i kapitel II framlagda, studier beträffar. Ett vidare arbete på den inslagna vägen synes mig dock ge hopp om, att den vitala färgningens gåta i en snar framtid skall kunna föras något närmare sin lösning.

Innan jag övergår till skildringen av mina undersökningar är det mig en kär plikt att frambära mitt lika värdsamma som djupt kända tack till professorerna C. M. Fürst, I. Broman och T. Thunberg, på vilkas laboratorier mitt arbete utförts och från vilka jag rönt många bevis på välvilligt intresse. Mina kamrater, amanuenserna vid härvarande anatomiska institution och ett stort antal studerande därstädes, vilka offervilligt ställt sin hud till mitt förfogande, är jag likaledes ett varmt tack skyldig. Sist men icke minst tackar jag min hustru, som biträtt mig vid mitt arbete och vilkens förtjänstfulla teckningar jag anser vara en prydnad för min avhandling.

KAPITEL I.

De Langerhans'ska cellerna.

I 5:te upplagan av sin år 1867 utkomna »Handbuch der Gewebelehre des Menschen» avhandlar KÖLLIKER (18) å sid. 111 hudinnervationen och han diskuterar där nervträdarnas inträngande i epidermis. Han gör därvid följande uttalande: »Ein Eindringen in die Epidermis war ich bisher nicht nachzuweisen im Stande, doch fand ich in dieser zwischen den tiefsten Zellen der Schleimschicht in ziemlich regelmässigen Abständen besondere sternförmige Körper ähnlich sternförmigen Zellen, doch ohne nachweisbaren Kern, die vielleicht zu den Nervenenden gehören». Detta är, så vitt jag känner, det tidigaste omnämmandet av de bildningar, som sedermera fått namnet »LANGERHANS' celler». Är detta namn sålunda, vad prioritetsrätten angår, oberättigat, synes det dock i så måtto vara berättigat, som cellerna först efter LANGERHANS' upptäckt blevo den stridsfråga, som de nu i mer än femtio år varit. KÖLLIKERS upptäckt synes nämligen icke hava väckt den uppmärksamhet, som följande år kom LANGERHANS' arbete till del. Möjligen beror detta på, att den förre avhandlar saken endast i förbigående.

Följande år, 1868, publicerade LANGERHANS (20) i Virchows »Archiv für pathologische Anatomie u. Physiologie» ett arbete: »Ueber die Nerven der menschlichen Haut», utfört å Virchows laboratorium. För undersökningen använde han sig av COHNHEIMS metod: $\frac{1}{2}$ 0/0 guldchloridlösning — ättiksurt vatten. På detta sätt fick han utom nerverna en del i epidermis, närmare bestämt i de ytligare delarna av Rete Malpighii, liggande celler att framträda. Han ansåg dessa celler vara av annan natur än de, som året förut beskrivits av BIESLADECKI (3). Denne senare beskriver (sid. 226) sina celler såsom följer: »Diese sind meist spindelförmig, sehr schmal, oft mit seitlichen Fortsätzen versehen, ihre Länge entspricht manchmal der Länge zweier Epithelialzellen; sie schliessen einen schmalen, langen Kern ein, oft deren zwei, ihr Protoplasma ist stark hellglänzend und im Verhältnisse zu dem der Epithelialzellen wenig körnig, sie liegen endlich meist mit ihrer Axe senkrecht auf die Oberfläche des Coriums und es steckt oft einer ihrer Fortsätze in dem Gewebe des Coriums selbst. Manchmal sind sie winklig geknickt, indem die Hälfte des Zellenleibes sich

zwischen zwei Epithelien parallel zur Oberfläche des Coriums hineinschiebt. Im Carmin färbt sich ihr Kern in der Regel dunkler als der der Epithelien». BIESIADECKI fixerade sitt material i »Verdünnte Chromsäure-lösung» 10—14 dagar och färgade med karmin. Av hans avbildningar får man, om också intet härom kan med bestämdhet utsägas, snarast det intrycket, att han dels observerat de mellan epidermis basalceller insträlände bindvävstrådarna, dels också tangentiellt, ytligt anskurna celler tillhörande epidermis själv, ett antagande, som motsäges, varken av ovan citerade skildring eller av hans övriga iakttagelser, som, åtminstone efter vårt sätt att se, varit föga skarpa. För att ytterligare belysa detta citerar jag de tre sista punkterna i hans Resumé över hudens normala anatomi:

»Diese Untersuchung weist also nach oder macht es wahrscheinlich:

1. — — — — —
2. Dass die Schleim-schichte ausser den Epithelialzellen noch andre, mehr den Charakter der Bindegewebszellen an sich tragende Zellen besitzt;
3. Dass diese Zellen, aus dem Gewebe des Coriums stammend, in die Schleim-schichte hineingelangt sind, und
4. dass die jüngsten Zellen des Stratum MALPIGHII aus einer kernhaltigen Protoplasmamasse, die dem Corium angehöret, sich entwickeln».

Det synes alltså i hög grad sannolikt, att LANGERHANS har rätt, då han anser dessa celler vara andra än dem han, såsom ovan omtalats, upptäckt. Han färgade sina celler medelst en helt annan metod och beskriver dem (sid. 331) på följande sätt: »Unsere dunklen Körper zeigen eine höchst auffallende Gestalt, welche einem Stern meist so unähnlich ist, dass ich die Bezeichnung der sternförmigen nicht auch auf sie anwenden möchte. Sie besitzen einen rundlichen, oft mehr oder weniger oblongen Leib, in dem die dunkle Goldfärbung nur selten einen Kern deutlich wahrzunehmen gestattet. Von diesem Leibe aus entsenden sie eine wechselnde Zahl zierlicher Ausläufer, von denen einer nach abwärts gerichtet ist, während alle übrigen dem Stratum Corneum zugewandt sind und entweder sofort, oder nachdem sie eine kurze Strecke der Hautoberfläche parallel gelaufen sind, fast senkrecht in die Höhe streben. Sie enden mit einer leichten aber deutlichen knopfförmigen Anschwellung unmittelbar unter der Grenze zwischen Rete und Hornschicht. — — — — — Länge und Zahl dieser peripheren Ausläufer sind ungemein verschieden. Die letztere schwankt zwischen zwei und zehn, und beträgt in der Regel fünf.»

I den följande skildringen lämnar han dels den uppgiften, att man kan isolera de förgyllda cellerna genom koking i utspädd kalilut, dels framhåller han, att man ofta får epitelceller och cellgränsar mellan epitelcellerna färgade. Dock kan man ofta upptäcka utlöpare, som gå tvärs över epitelcellerna. »Trotzdem», fortsätter han, »könnte dies die Zweifel an der Unabhängigkeit der Ausläufer von der Contouren der Epithelien kaum definitiv beseitigen, wenn nicht in den meisten Fällen, namentlich aber an frischer Haut, die Zellecontouren fast gar nicht oder nur schwach rosa-roth gefärbt wurden, während unsere Körper mit all ihrem Zubehör eine dunkelviolette bis blauschwarze Färbung annehmen.»

LANGERHANS' upptäckt blev omedelbart föremål för en mängd forskares intresse. Redan 1869 publicerade ПОДКОПАЭВ (26) ett mindre arbete utfört i »Institut für experimentelle Pathologie» i Wien. Han arbetade med kaninlud och använde f. ö. även han COHNHEIMS metod för färgningen. Resultatet synes på det hela taget överensstämma med LANGERHANS', om också de kroppar, ПОДКОПАЭВ avbildar, högst väsentligt avvika från den förras vad formen beträffar. Även beträffande utlöparna var den senare författaren av något avvikande uppfattning. Han omtalar huru dessa stiga i höjden och ända mellan rete och kornskiktet. Dock, fortfar han sid. 508, »einige von diesen Fasern verzweigen sich noch und andere zeigen knopfförmige Anschwellung. Ich kann aber nicht behaupten, dass diese die Endigung der Nerven darstellen; denn man sieht mit stärkeren Vergrösserungen grösstentheils noch eine Fortsetzung des Fädchens über die Anschwellung hinaus».

År 1870 följer så en publikation av EBERTH (7), som likaledes anser sig i huvudsak kunna bekräfta vad LANGERHANS sagt om sina celler. I väsentliga punkter avviker dock skildringen. Cellerna beskrivas (sid. 226) såsom »stern- und spindelförmige Gebilde, oft mit einem deutlichen Kern versehen, — — —». »Die Fortsätze dieser Zellen sind leicht varicös, ihre äussersten Enden oft knopfförmig angeschwollen, der centrale Fortsatz dagegen läuft mitunter in eine feine Spitze aus. Sie bieten die gleiche Reaction auf Chlorgold, wie die Cutisnerven, — — —». »Auf Flächenschnitten erscheinen diese Körper als schmale, in kleine Spitzen ausgezogene Spindeln und Sterne, deren seitliche Ausläufer öfter mit denen ihrer Nachbarn anastomosiren. Was die Bedeutung dieser Elemente betrifft, so bin ich ebensowenig wie LANGERHANS hierüber ins Klare gekommen, ja ich kann nicht einmal sagen, »dass ich den Zusammenhang derselben mit Nerven gesehen zu haben glaube». Auch den Gedanken möchte ich abweisen, dass sie amöboide Zellen der Epidermis seien, da sie constant und ihre Lage eine so bestimmte ist».

EIMER (8) (1871) undersökte mullvadens nos medelst guldchlorid- och osmiummetoderna. Han anser nerverna sluta inom själva epitelcellerna med en liten av gullet färgad ansvällning.

CHRISCHONOVITSCH (5) (1871) bearbetade vaginalslemhinnan hos kanin medelst HÉNOCQÉ's klorguldmetod och kunde där påvisa LANGERHANS'ska celler i epitelet, och iakttog han huru deras utlöpare bildade ett sammanhängande nät liksom också cellernas samband med subepiteliala nervtrådar.

ELIN (10) (1871) arbetade ävenledes med guldchloridmetoden och undersökte hårda och mjuka gommens mucosa med hänsyn till innervationen. Då hans iakttagelser äro av stort intresse tager jag mig friheten att ur hans arbete (sid. 385) anföra följande citat: »An Schnitten, die von in Chlorgold gefärbten Objekten angefertigt wurden, zeigen sich in sehr vielen Fällen die tiefsten Epithelzellen, die die regelmässig gestellten Papillen umsäumen, intensiv gefärbt, während die darüber befindlichen polyëdrischen Epithelzellen eben noch hellviolett gefärbt erscheinen. Zwischen den polyëdrischen noch den tieferen Schichten angehörigen Epithelzellen fallen einige vereinzelt oder dichter beisammen liegende Zellen auf, deren Protoplasmasubstanz

intensiv dunkelroth gefärbt, der centrale oder peripher gelegene rundliche oder oblonge Kern hell geblieben ist. Diese letzteren sind bald polyëdrisch, bald scheinen sie mit kurzen Spitzen zwischen die benachbarten hellviolett gefärbten Zellen eingekleimt zu sein; sie sind ihres Kernes wegen, sowie auch, weil sie sich der Gestalt nach nur selten von den benachbarten notorischen Epithelzellen unterscheiden, höchst wahrscheinlich auch als solche zu betrachten. Zwischen den mittleren und mehr oberflächlich gelegenen Schichten des Rete mucosum bemerkt man, wenn diese Schichten durch Chlorgold nicht gefärbt wurden, wenn sie hell geblieben sind, ganz dunkel gefärbte Körper, die ein verschiedenartiges Verhalten aufweisen. Erstlich sind sie gleichmässig intensiv gefärbte stabförmige Körper, die mit ihrer Längsaxe senkrecht zur Oberfläche gestellt und an ihren Rändern vielfach ausgezackt sind; dann zeigen sich verästigten Zellen ähnliche Gebilde, die bis auf einen mehr central gelegenen hellen, rundlichen, einem bläschenförmigen Kerne ähnlichen Körper dunkel gefärbt erscheinen; endlich findet man dunkel gefärbte, einen deutlichen Kern einschliessende Gebilde, die mit ihrer Längsaxe ebenso wie die zuerst angeführten, senkrecht zur Oberfläche gestellt sind». Alla dessa bildningar stå i förbindelse med likformigt mörkfärgade, »oder nur wie aus hintereinander stehenden Körnchen zusammengesetzten» slingrande trådar, som tydligt komma från det subepiteliala nervnätet. Han beskriver även huru de i epitelet uppstigande nervtrådarna slingra sig i olika riktningar, vinkekrätt eller parallellt med epitelytan, och huru de avgiva fina trådar åt sidorna. Dessa kunna antingen förbinda sig med de ovan beskrivna nervecellerna, »oder aber», fortsätter han, »um den Rand einer Epitelzelle stark geschlängelt verlaufend sich herumwinden, um sich mit einem benachbarten Nervenfädchen zu vereinigen». ELINS arbete utvisar ingenstädes någon kännedom om LANGERHANS' upptäckt utan synes hans iakttagelser vara tillkomna fullt oberoende av desamma.

ELMER (9) publicerar 1872 ett nytt arbete »Ueber die Nerven-endigung in der Haut der Kuhsitze», och han påvisar här såväl de LANGERHANS'ska cellerna som deras nervförbindelser. Han anmärker om sina färgningar (guldmotoden): »Die dunkle Färbung, die oft unregelmässigen Niederschläge an den massgebenden Stellen trüben den Blick in die natürlichen Verhältnisse». Vissa epitelceller anser han omfattas korgartigt av de LANGERHANS'ska cellerna och deras utlöpare, som ofta sammanfalla med epitelgränserna.

Hade sålunda än så länge fränsett ELMER (1871) alla iakttagelser med endast mindre avvikelser gått i samma riktning, så dröjde det dock ej länge innan tecken på tvivel beträffande riktigheten av den först av LANGERHANS framförda uppfattningen började visa sig. Redan i ett arbete av år 1871 (Se MERKEL) synes PALADINO (25) hava påpekat likheten mellan de LANGERHANS'ska cellerna och pigmentcellerna i huden, men han synes icke uttala sig bestämt om deras identitet.

MERKEL (23) anser dock i sitt arbete över »Tastzellen und Tastkörperchen bei den Hausthieren und beim Menschen» (1875) att cellernas verkliga karaktär undgått LANGERHANS. Han påpekar, att om man behandlar bitar från de vita partierna av

ett svart-vitfläckigt svintryne i guldklorid och de pigmenterade partierna med osmium på vanligt sätt så visa snitt från dessa bitar såväl vad »Lagerung, Aussehen und Menge» beträffar en fullständig överensstämmelse mellan de stjärnformiga cellerna, endast att de ena mörkfärgats av guld och de andra av sitt innehavda pigment. Han avslutar sina betraktelser över detta problem med orden att »Die LANGERHANS'schen Zellen dürfen also nach solchen Ergebnissen ihres bisher zweifelhaften Charakters entkleidet und definitiv in die Reihe der Bindegewebelemente verwiesen werden».

I ett arbete av samma år (1875) avhandlar även v MOJSISOVICS (24) frågan. Han påpekar först huru »der Zwischencellkitt» har förmåga att reducera guldlösningar och huru detta kan föra till misstag. I fortsättningen gör han följande uttalande (sid. 246): »Was den von verschiedenen Histologen behaupteten Zusammenhang varicöser Nervenfäden mit den in neuerer Zeit so oft genannten sternförmigen Körperchen (LANGERHANS'sche Körperchen) betrifft, so ist ein solcher mit Bestimmtheit überhaupt noch nicht beobachtet worden; das Inconstante ihres Auftretens und die seltenen Fälle, in denen ich dergleichen Gebilde im Schweinerüssel zu sehen bekam, bestimmen mich ihre nervöse Natur in Frage zu stellen».

LEYDIG (21) (1876) undersökte »Die Hautdecke und Schale der Gastropoden», men gör där en del uttalanden även beträffande förhållandena i ryggradsdjurens epidermis. Han anser de pigmenterade och opigmenterade förgrenade cellerna för identiska och skola båda hava kontraktill förmåga. De äro f. ö. fullständigt lika kromatoforerna i läderhuden och stå liksom dessa i förbindelse med nervtrådar.

ARNSTEIN (2) avhandlar 1876 dessa celler i sitt arbete »Die Nerven der behaarten Haut». Han frambåller där det tvivel som uppstått rörande deras nervösa natur och frambåller därvidlag, att den möjligheten föreligger, att sambandet med nervtrådarna endast varit en contiguität. I denna riktning anser han det även peka, att man funnit dessa celler i så växlande antal, i det att de ibland ligga så nära varandra, att deras utlöpare beröra varandra och ibland endast enstaka på långa sträckor. »Meine Erfahrungen», fortsätter han (sid. 218) »haben mich zur Überzeugung geführt, dass die fraglichen Gebilde Wanderzellen sind, die aus dem subcutanen Gewebe und dem Corium in das Epithel einwandern». Han anför härför ett experiment vid vilket han avrakat ett öra på en levande kanin och däri sedermera kunnat påvisa flera av dessa celler än i det icke rakade. Han arbetar med hudstycken, »die nicht über ein Quadratcentimeter messen». Dessa avfärgar han om guldet reducerats allt för rikligt med cyankalium och säger därefter (sid. 219): »Das Preparat ist dann so durchsichtig, dass es trocken eingeschossen, für starke Systeme zugänglich ist». Han finner dessa celler särskilt rikligt ikring övergångskärl och kapillarer och även ofta inom desamma.

RIBBERT (29) publicerade 1878 sin gradualavhandling »Beiträge zur Anatomie der Hautdecke bei Säugethieren». Arbetet hade utförts hos LEYDIG. Han iakttagit, som nedan anförda citat utvisar, de LANGERHANS'ska cellerna och är så övertygad om icke blott deras existens utan ock deras karaktär av nervceller att han i en

polemik mot v. MOJISOVICS, vilken, som ovan visats, funnit nervtrådarna i svintrynet ända fritt mellan epidermiscellerna (sid. 27) säger: »Und so war ich auch fast überzeugt, dass v. MOJISOVICS entweder die Zellkörper, zu denen die varicösen Fasern gehören mussten, übersehen, oder dass auch hier das Chlorgold seine Schuldigkeit nicht gethan hatte.» (Kursiverat av förf.) RIBBERT är f. ö. den förste som påvisar att de här diskuterade cellerna kunna innehålla pigment och han slutar sitt arbete med att såsom särskilt viktiga framhålla tvenne punkter:

»1) Alle in die Epidermis eintretenden Nerven enden in LANGERHANS'schen Zellen.

2) Die LANGERHANS'schen Körperchen finden sich bald mit, bald ohne Pigment».

CYBULSKY (6) (1883) bearbetade nosen och överläppen hos oxen. De metoder, han använde, voro dels guldkloridfärgningar efter föregående behandling med myrsyra eller ättiksyra, dels osmium och kromsyrefärgningar och dels färgningar medelst en modifierad HENOCQE's metod ($\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{16}$ 0/0 guldkloridlösning, $\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{4}$ t., därefter 50—100 0/0 vinsyra under uppvärmning på vattenbad). Denna sista metod synes honom hava givit de bästa resultaten, och det är på grund av de medelst densamma vunna resultaten han yttrar sig om epitelinnervationen. Han framhåller huru dessa kunna modifieras genom längre eller kortare behandling i de olika lösningarna. Han iakttog på detta sätt en del intressanta celler. Dels är det mycket oregelbundet gestaltade celler med utlöpare och en—många kärnor. Dessa celler kunna färgas även när nerverna ej färgats i epitelet och det råder, vad lokalisationen av desamma beträffar, en tydlig antagonism mellan dessa celler och nerverna i epitelet d. v. s. de förra synas uppträda rikligt, där de senare äro fåtaliga och tvärtom. Dels upptäckte han, liggande i fortsättningsvis av bindvävspapillerna, en del egendomliga, av guld färgade celler, som sträckte sig ända upp mot hornskiktet, och vilkas form betingades genom deras »Aneinanderlagerung». »Liegen die Zellen weit von einander, so sind sie rund oder oval; lagern sie sich dicht auf einander, so werden sie abgeplattet, besonders stark knapp unter der Hornschicht». Dessa celler anges skilja sig från epitelcellerna i en del avseenden, och de stå i förbindelse med nervtrådar, som kommande från bindvävspapillen antingen sluta i en dylik cell eller gå förbi cellerna under avgivande av grenar till desamma. Inga av dessa celler anser författaren vara identiska med de av LANGERHANS funna.

RANVIER (27) (anförd enl. tyska upplagan, översatt av NICATI och WYSS, Leipzig 1888) har även iakttagit de LANGERHANS'ska cellerna. Han anger deras läge för varierande, men att de uppträda rikligare i epidermis »mellersta och övre regioner». De färgas ofta intensivare än nerverna, hava talrika perifera och en tjockare central utlöpare. Cellerna förklaras vara intet annat än »Wanderzellen», och deras egenskap att uppträda rikligare i närheten av nerverna anses bero på att de för sitt franträngande använda kanaler, som huvudsakligen äro avsedda att härbergera nervtrådarna. Cellernas förgrening beror på kanalernas förgrening. Anmärkas bör, att EBERTHS ovan citerade arbete (7) här (sid. 831 not 2) anföres på ett så vitt jag kunnat finna, alldeles falskt sätt. Han säges nämligen hava varit den förste, som bestritt den nervösa karaktären av de LANGERHANS'ska cellerna och i stället upp-

ställt frågan om det icke vore förgrenade pigmentceller eller »Wanderzellen». Dessa åsikter skulle var för sig hava upptagits av MERKEL resp. ARNSTEIN. Jag hänvisar rörande denna sak till vad som ovan (sid. 7) anförs ur EBERTHS arbete.

KÖLLIKER (19) (1889) framhåller såsom sin åsikt, att de ifrågavarande bildningarna skulle vara från underliggande cutis invandrade element och sålunda vara jämställda med de under vissa förhållanden invandrande pigmenterade bindvävscellerna, men däremot icke lymfoida celler.

MAYER (22) (1892) har använt metylenblått och färgat såväl nerver som LANGERHANS'ska celler. Han anser, att ett samband mellan dessa båda bildningar icke förekommer annat än såsom skenbild beroende på att nervtrådarna och utlöparne från stjärncellerna korsa varandra. Enellertid fortsätter han (s. 35) som följer: »Aus einzelnen Beobachtungen aber (insbesondere an der Hornhaut der Katze) glaube ich in der Tat eine Verbindung unzweifelhafter feinsten Nervenfibrillen mit einer vielstrahligen schlanken Zelle ableiten zu dürfen. Es wird sich hier jedoch nicht sowohl um die Endigung einer Nervenfibrille in einer LANGERHANS'schen Zelle, als vielmehr nur um die Einschaltung eines zelligen Elementes in den intraepithelialen Nervenplexus gehandelt haben, wie dergleichen Einschaltungen in die extraepithelialen Nervengeflechte der Cornea häufig vorkommen, so dass de facto gar keine sog. LANGERHANS'sche Zelle, sondern etwas ganz anderes vorlag, dass allerdings in äusseren Habitus an letztere stark erinnerte». De stjärnformiga cellerna anser han hava uppkommit på ort och ställe ur vanliga epitelceller genom förändringar i cellsubstans och kärnor. Dessa omvandlingsprocesser anser han sig hava kunnat följa på präparat behandlade med ättiksyreångor (jfr HERXHEIMER).

VOLLMER (33) (1895) undersökte nervförhållandena i spetsiga condylom och använde därvid, liksom före honom REISSNER för samma ändamål, »GOLGIS snabba metod» resp. av CAJALS modifikation av densamma. Han påvisar härstädes i olika fall mer eller mindre talrika LANGERHANS'ska celler, vilkas utlöpare bilda ett maskverk mellan epitelcellerna. Beträffande detta polemiserar han mycket skarpt mot REISSNER (28), som i sitt arbete icke omnämnt några LANGERHANS'ska celler, utan i stället omtalar, att de i epitelet inträdande nerverna bilda ett dylikt nätverk, vilket VOLLMER å sin sida icke kunnat fastslå. Dock framhåller denne, att det i epitelet utom de LANGERHANS'ska cellerna finnes fina varicösa, nervösa ändförgreningar i de spetsiga condylomen. Dessa sistnämnda celler anser han vara av nervös natur och han anger sig även i några fall hava iakttagit övergångar av nervtrådar i sådana celler. Till slut vill jag ur VOLLMERS arbete ytterligare framhålla, att han med instämmande framhåller LENHOSSEKS med flera forskares (se VOLLMER l. c.) iakttagelser, att den GOLGI'ska metoden även färgar en mängd andra saker; blodkapillarer, brosk-, bindvävs-, muskel- och embryonala epidermisceller m. m.

HERXHEIMER (12) (1896) undersökte Pemphigus vegetans och spetsiga condylom. Han intager med hänsyn till sina uppgifter om också icke till sin uppfattning en särställning, och jag tvingas därför att göra rätt långa och talrika citat ur hans arbete. Han har färgat de LANGERHANS'ska cellerna med CAJALS metod, men har

även arbetat med andra metoder. Han gör om desamma följande uttalanden: »Die genugsam bekannten, mit einem grossen Kern und eigentümlich gestalteten Protoplasma versehenen LANGERHANS'schen Zellen kann man mit den meisten gangbaren basischen und einigen sauren Anilinfarben darstellen. Sie behalten dann aber immer ihren eigentümlich gelbbraunen Farbenton bei. Bei einiger Uebung kann man sie leicht erkennen und von den Epithelien unterscheiden.» Sedan han betonat, att desamma uppträda särskilt talrikt vid diverse hudsjukdomar fortsätter han: »Auch habe ich versucht, sie unter normalen Verhältnissen darzustellen, wozu ich die Cornea von Mäusen und von Meerschweinchen verwendete.» »Es gelang mir aber dabei niemals trotz einer grösseren Versuchsreihe, die bizarren, auch von SIGMUND MAYER so charakteristisch geschilderten LANGERHANS'schen Zellen zu sehen, sondern diejenigen Zellen, welche durch die Wirkung des Essigsäuredampfes sichtbar wurden, waren offenbar Epithelzellen, die ihre Form etwas verändert hatten, doch nie derartig, dass sie den obigen Zellen analog erschienen wären.» På tal om cellernas nervförbindelser säger han, sedan han framhållit dels att han lyckats färga dem i såväl Rete MALPIGHII som mer sällan i det subepidermala papillskiktet, och dels att han ofta fått varicösa nervtrådar färgade i papillerna: »*gelang es mir niemals, eine Verbindung der beiden Gebilde nachzuweisen*». Längre fram heter det: »Aus dem Erläuterten erhellt, dass die auf der Basis der CAJAL'schen Methode ausgeführten Untersuchungen nicht überzeugend darthun konnten, dass die in Rede stehenden Zellen als nervöse Endorgane zu betrachten sind». Han framhåller därefter huru dessa arbeten hava lärt, att de även förekomma i bindväven, och att, om man undersöker många snitt, finner man huru ifrågavarande bildningar »ofters am Epithelrand, die Fortsätze bereits in das Epithel hineinestreckend und endlich häufig in den untersten Schichten des letzten sich befinden». Han anser det därför tydligt, att ifrågavarande celler äro bildningar, som invandra i epitelet från bindväven. Vidare uppger han, att, om man färgar snitt från pempfigus eller spetsiga condylom enligt NISSL, så kan man lätt påvisa en överensstämmande protoplasma-byggnad hos dessa celler och de fixa bindvävscellerna. Några rader längre fram: »Während nun bei den in den Papillen liegenden fixen Bindegewebezellen die Maschen des Netzwerkes von dem ungefärbten Theile des Zelleibs ausgefüllt werden, liegen manchmal vereinzelt, manchmal zu Gruppen gelagerte braune Körnchen in den Maschen des Netzes der Langerhans'schen Zellen». Han fastslår vidare, att dessa korn utgöras av pigment. Därefter ingår han på frågan om dessa cellers förhållande till chromatophorerna och säger därom, att, då de alltid för honom visat sig vara pigmenterade, tvekar han icke att förklara, »*dass ich die erwähnten Zellarten, wenigstens soweit sie in der menschlichen Haut vorkommen, für identisch halte*».

År 1897 framkastar KROMAYER (17) en ny teori angående dessa celler. Han anser sig kunna visa, att epidermis består av tvenne olika cellslag: dels nätceller, som sinsemellan skulle sammanhånga medelst utlöpare och dels huvudceller, som skulle ligga inlagrade mellan dessa utlöpare. De båda cellslagen skulle vara olika utdifferenterade hos olika ryggradsdjur och dåligt hos homo. De LANGERHANS'ska cellerna

anser han vara »reduktionsfigurer» uppkomma genom metallsalternas reduktion och utfällning. Fällningarna ligga vid olika metoder på olika ställen inom epitelet och få sin form på grund av en viss anslutning till epiteltrådarna. Jag anför här slutet av hans avhandling över dessa bildningar, vars cellulära natur han förnekar (sid. 354): »Wenn nun die Netzzellen mit ihrer besonders kräftigen nach den verschiedenen Seiten ausstralenden Faserung stets den Grundstock der Reductionsfiguren abgeben, so haben wir zwei zusammen vorkommende Erscheinungen, kräftige Protoplasmafaserung und vorzugsweise Goldreduction, die wir causal verbinden können. Dieser causale Zusammenhang wird noch sicherer dadurch, dass ja überhaupt die Reduction dem Faserverlauf folgt, also doch in einer gewissen Abhängigkeit von der Faserung stehen muss. Es ist daher auch anzunehmen, dass die besonders kräftige Faserung der Sternzellen einen vorzugsweisen Einfluss auf die Reduction ausübt.

Demnach haben wir in den LANGERHANS'schen Reductionsfiguren eine Auslese der entwickelsten Protoplasmafaserung, die sich an eine epitheliale Netzzelle anschliesst. Unwillkürlich erinnern wir uns hierbei der Verhältnisse der Froschepidermis: dort konnten wir das gesammte ebenfalls sich an die Netzzellen anschliessende fasertragende Protoplasma der Epidermis durch Färbung darstellen, weil eine weitgehende 'Differenzierung' des Protoplasma vorhanden ist; in der menschlichen Epidermis, die diese Differenzierung nicht aufweist, war das nicht möglich. Aber die LANGERHANS'schen Reductionsfiguren sind in histologischer Beziehung und in ihrem Verhältnis zu den Epithelien ein Analogon des reticulären fasertragenden Gewebes der Froschepidermis.

Schon vorher habe ich auf die regelmässige Verteilung der LANGERHANS'schen Reductionsfiguren in der Epidermis aufmerksam gemacht, die die Epidermis in Territorien eintheilt, in denen immer nur eine LANGERHANS'sche Reductionsfigur vorkommt, in denen sich also immer nur einmal die besprochene histologische Anordnung der Protoplasmafaseren und Netzzellen vorfindet die zur Reductionsfigur führt. Demnach wäre also das ganze, scheinbar ungegliederte Epidermisgebiet, in einzelne Abteilungen zerlegt, die sich durch Wiederholung derselben histologischen Struktur (die eben ursächlich den LANGERHANS'schen Reductionsfiguren zu Grunde liegt), als solche kundgeben und erkennen lassen. Dieser Gedanken weiter auszuführen, werden uns später Chromatophoren der Froschepidermis Veranlassung geben.

Nur noch einen die »LANGERHANS'schen Zellen» betreffenden Punkt zu erörtern, sei mir gestattet. Bekanntlich sind sie vielfach als Nervenendorgane aufgefasst worden (RIBBERT, LEYDIG), als welche sie in direkter Verbindung mit Nervenfasern gesehen worden sind. Mit meiner Auffassung der LANGERHANS'schen Reductionsfiguren würde die eines Nervenendorganes nicht in Widerspruch stehen und ich würde ihr aus theoretischen Gründen gern zuneigen. Indessen habe ich nie eine Nervenfaser in den Reductionsfiguren enden sehen, so dass ich den wenigen darüber vorliegenden Beobachtungen sceptisch gegenüber stehen muss. Als direkter diagnostischer Irrthum muss ich hingegen die Beobachtung betrachten, dass LANGERHANS'sche »Zellen» im Bindegewebe vorkommen sollen, ein Irrthum, der wohl durch die Dicke

der benutzten Schnitte hervorgerufen ist und den in seinen Einzelheiten klar zu legen, ich bei Besprechung der Chromatophoren noch einmal genötigt sein werde.»

STRÖHR (30) säger i sin lärobok (sid. 205) om dessa celler: »Dieselben wurden früher für aus dem Corium eingedrungene Wanderzellen gehalten und es ist möglich, dass einzelne derselben wirklich einen derartigen Ursprung haben; die Mehrzahl aber sind Umbildungen untergehender gewöhnlicher Epithelzellen, denn man findet alle Übergangsformen von typischen Epithelzellen zu jenen Sternformen.»

År 1914 lyckades jag (13) färga de LANGERHANS'ska cellerna medelst den KREIBISCH'ska ronalitvittmetoden, såg deras förbindelse med nervtrådar och anslöt mig därför till den gamla uppfattningen om dem såsom perifera ganglieceller.

KREIBISCH (16) (1917) yttrar följande om desamma, sedan han i korthet redogjort för ett antal föregående forskares meningar (sid. 489): »Bei obiger protrahierter Färbung kommen Nervenzellen und LANGERHANS'sche Zellen gleichzeitig zur Darstellung. Wenn nun auch bei letzterer die Färbung etwas später eintritt, so besitzen zweifellos beide Zellen die gemeinsame Eigenschaft, sich vital zu färben, bevor die umgebenden Epithelzellen Farbstoff angenommen haben. Der Kern beider ist manchmal etwas metachromatisch gefärbt, Farbschollen treten in beiden auf, und bei Überfärbung kann in beiden der Kern damit vollkommen überdeckt sein.» — — —

»Die Unterscheidung gelingt schliesslich dadurch, dass die Fortsätze der LANGERHANS'schen Zellen eben doch nicht den Bau der Nervenfasern haben, dass man die Zelle nirgend in einen Achsenzylinder sich fortsetzen sieht. Viel wichtiger erscheint mir endlich die Tatsache, dass bei obiger Färbung in den Fortsätzen der LANGERHANS'schen Zellen öfter ein grünlicher Farbenton auftritt, der auf die Färbung von geringer Pigmentmengen zurückzuführen ist, — — — — —. Tatsächlich ergeben sich dann weiter alle Übergänge von derartig schwach pigmentierten Zellen zu solchen, welche mehr Pigment erhalten.» — — — — — »Nach diesem Befunde sehe ich in den LANGERHANS'schen Zellen Pigmentzellen, die auf einer verschiedenen Stufe der Pigmentation stehend, eine physikalisch chemische Beschaffenheit besitzen, der zufolge auf ihnen der Farbstoff bei der vitalen Färbung haftet.»

Kritisk granskning av de hittills i litteraturen föreliggande resultaten.

Av förestående litteraturöversikt och de i denna lämnade citaten framgår, huru vitt isär åsikterna om de LANGERHANS'ska cellerna gå. Under det att deras första upptäckare ansåg dem vara perifera ganglieceller, till vilken åsikt sedermera ett stort antal forskare: ПОДКОПАЕВ, EBERTH, EIMER, CHRISCHONOWITSCH, ELIN, LEYDIG, RIBBERT, VOLLMER och slutligen HÄGGQVIST anslö sig, har ett ävenledes icke ringa antal forskare framhållit sin avvikande mening i föreliggande fråga. Dessa sistnämnda forskare äro dock sällsynta emellan av mycket divergerande meningar, i det att MERKEL anser dem vara pigmentlösa pigmentceller tillhörande bindvävsgruppen;

ARNSTEIN att de äro amöboida celler tillhörande de vita blodkropparnas klass, till vilken åsikt sedermera RANVIER ansluter sig; KÖLLIKER anser dem vara amöboida bindvävsceller; HERXHEIMER håller dem för vanliga pigmenterade pigmentceller; KROMAYER för »reduktionsfigurer»; MAYER och STÖHR för omvandlade epidermisceller; och slutligen anser KREIBISCH dem vara pigmentceller på olika utvecklingsstadier.

Ett dylikt virtvart av åsikter gör det nödvändigt att vi för oss uppställa frågan: *Vad veta vi egentligen om de Langerhans'ska cellerna? Vad får anses såsom fastslaget och vad såsom blott och bart osäkra teorier?* En dylik utredning anser jag nödvändig, för att man med utgångspunkt från det säkert fastställda, för sig skall kunna till besvarande uppställa konkreta frågor, vilka äro ägnade att belysa föreliggande spörsmål.

Alltså:

Vad veta vi säkert om de Langerhans'ska cellerna?

Vi veta, att man under vissa förhållanden kan i epidermis framställa cellulära bildningar försedda med 1) en oregelbundet formad kropp, 2) ett antal från denna kropp mellan de övriga epidermiscellerna utgående utlöpare, 3) att dessa utlöpare i vissa fall sins emellan kunna bilda ett de övriga epidermiscellerna omspinnande nätverk (EBERTH, CHRETSCHONOWITSCH, VOLLMER och HÄGGQVIST), 4) att vissa forskare icke trots användande av samma arbetsmetod lyckats framställa detta nätverk utan endast vissa utlöpare från cellerna (LANGERHANS m. fl.), 5) att de LANGERHANS'ska cellerna antingen kunna vara pigmenterade (LEYDIG, RIBBERT, HERXHEIMER) eller opigmenterade (LEYDIG, RIBBERT, MERKEL m. fl.), 6) att ifrågavarande celler emellanåt kunna ses stå i samband med perifera förgreningar av spiralnerver, men att detta förhållande icke är så allmänt iakttaget som man av perifera ganglieceller kunde vänta.

Vad som härutöver påstått om de LANGERHANS'ska cellerna är icke annat än hypoteser, för vilka de lämnade bevisen aldrig varit så tillfyllestgörande, att någon viss av dem kunnat göra sig gällande på de övrigas bekostnad. Då den direkta vägen till frågans lösande icke synes stå öppen, utan de, som försökt begagna den samma, råkat in på olika vägar och kommit till olika resultat, måste man söka, att på annat sätt nå det eftersträfvade målet. Tydligt är, att, då ett så stort antal forskare kommit till så vitt skilda resultat, felkällorna måste vara mycket stora. De felkällor, som här kunna komma i fråga, ligga såsom vid allt histologiskt arbete a) i de tekniska metodernas bristfälligheter, b) i möjligheten att tolka de erhållna resultaten på ett flertal eller rent ut på godtyckligt sätt. Vi få därför också utan vidare vår frågeställning klar. Vi vilja veta för det första: *vilka metoder, som använts för framställning av dessa omdebatterade celler*; för det andra: *efter vilka principer denna färgning sker*; för det tredje: *huru förhålla sig de Langerhans'ska cellerna vid dessa färgningar*; för det fjärde: *huru förhåller sig epidermis övriga beståndsdelar vid*

desamma, och för det femte: *kunna vi ur vad, som sålunda framkommit, förklara någon eller några av de teorier, som uppställts rörande de Langerhans'ska cellerna.* Slutligen: *kunna vi få några hållpunkter för dessa cellers ställning.*

Sedan jag sålunda klarlagt den väg, jag i följande utredning ämnar följa, övergår jag till besvarandet av den första frågan:

Vilka metoder hava använts för att göra de Langerhans'ska cellerna synliga?

Frågan kan endast besvaras genom ett studium av den föreliggande litteraturen och jag sammanfattar därför tabellariskt vad som där sagts om färgningsmetoderna.

Förf.	Färgningsmetod
LANGERHANS	Guldklorid samt isolering i utspädd kalilut
PODCOPAËW	» enl. COHNHEIM
EBERTH	» enl. COHNHEIM
CHRISCHTSCHONOWITSCH	» enl. HÉNOCQES
ELIN	» enl. ?
EIMER	» enl. ?
MERKEL	» enl. ?
V. MOJSISOVICIS	» enl. HÉNOCQE m. fl.
RIBBERT	» enl. ?
CYBULSKY	» enl. modifierad HÉNOCQE samt isolering medelst $\frac{1}{2}$ 0/0 cyankalium
RANVIER	» enl. ?
KÖLLIKER	» enl. ?
MAYER	Metylenblått och ättiksyreångor
REISSNER	GOLGIS snabba metod o. CAJALS modifikation
VOLLMER	» » » » »
HERXHEIMER	CAJALS metod m. fl. Alla basiska och några sura anilinfärger
KROMAYER	Guldklorid o. GOLGIS metod
HÄGGQVIST	Rongalitvitt
KREIBISCH	»

Det är alltså icke så få metoder, som kommit till användning, nämligen: guldkloridimprägning enligt ett antal olika modifikationer, metylenblåmetoden och dess modifikation rongalitvittfärgning, GOLGIS metod samt CAJALS modifikation av densamma och slutligen enligt HERXHEIMER alla basiska och några sura anilinfärger. Dessutom hava några författare företagit isoleringsförsök, och slutligen har MAYER behandlat preparat med ättiksyreångor.

För att intränga djupare i problemet måste vi då fråga oss: hava dessa metoder något gemensamt? Här stöta oss först isoleringsförsöken, MAYERS arbete med ättiksyreångor och slutligen HERXHEIMERS uppgifter angående färgningen såsom från de övriga författarnes arbetsmetoder avvikande, och jag måste därför underkasta dessa uppgifter en närmare granskning.

Jag börjar med isoleringsförsöken. Desamma hava företagits dels med utspädd kalilut (koncentration obekant) samt med en $1/2$ % cyankaliumlösning. Före isoleringen hava präparaten dessutom genomgått en del olika procedurer, i det att såväl LANGERHANS som CYBULSKY isolerade redan guldbehandlade celler. Det är klart, att cellerna härunder måste hava genomgått en hel del förändringar, i synnerhet som ingen hänsyn tagits till de olika vätskornas osmotiska förhållanden. Här har således troligen försiggått såväl skrympnings- som svällningsprocesser, och vi kunna icke utesluta, att cellerna omvandlats till oigenkännlighet. Av intresse kan det vara att påpeka det CYBULSKY framhåller, att hans stjärnceller — jag lämnar därhän, om dessa äro identiska med de LANGERHANS'ska eller ej -- förlora sina perifer utlöpare vid isoleringen trots det att denna synes försiggå utan tillhjälp av nålar och andra grova isoleringshjälpmedel. Detta synes mig tyda på ett tämligen löst samband mellan utlöpare och cellkropp. Jag återkommer senare till detta spörsmål. I vilket fall som helst synes mig de på detta sätt vunna resultaten allt för osäkra för att man vid bedömande av frågan skulle kunna fästa någon betydelse vid dem i synnerhet som — så vitt jag har mig bekant — ingen lyckats att, ur förut obehandlad homo-epidermis med de brukligare, skonsamma metoderna, isolera celler med dylika långa utlöpare.

Med MAYERS försök synes det icke stå bättre till. Han behandlade sitt material med ättiksyreångor och anser sig hava lyckats göra övergångsformer mellan epitelceller och stjärnceller synliga. Detta lyckades även HERXHEIMER, som dock framhåller, att dessa övergångsformer uppstå direkt under ättiksyreångornas inverkan genom epitelcellernas skrympning. De äro alltså rena konstprodukter.

Återstår så HERXHEIMERS egna uppgifter. Han arbetade utom med CAJALS metod även med anilinfärger, och han uppger, att man medelst alla basiska och några sura anilinfärger kan göra de LANGERHANS'ska cellerna synliga, och att dessa därvid bibehålla sin egendomliga gulbruna färgton. Dessa uppgifter synas ägnade att förvåna var och en som arbetat med de LANGERHANS'ska cellerna. Jag har sökt efter dessa celler i preparat, som färgats med olika hämoxylin- och karminmetoder samt en mängd olika såväl basiska och sura anilinfärger, vilka det här torde vara överflödigt att uppräknas och trots det dessa preparat under årens lopp säkerligen nått upp till tusental, har jag aldrig på detta sätt lyckats finna celler av stjärnform, som färgats på ett från de övriga epitelcellerna olikartat sätt eller överhuvudtaget blivit synliga. Jag undantager härifrån den vitala metylenblåmetoden och dess modifikation rongalitvitt, till vilka färger jag nedan återkommer. Frånsett detta undantag anser jag mig därför berättigad att uppställa den satsen: de LANGERHANS'ska cellerna kunna icke genom färgning enligt principen syra-bas skiljas

från de övriga epidermiscellerna. Hur skall från en dylik ståndpunkt HERXHEIMERS uppgifter kunna förklaras? Dessa uppgifter böra ses i belysning av några andra av samma författare lämnade uppgifter. Han uppger nämligen längre fram i sin diskussion av dessa bildningar, att desamma för honom alltid visat sig vara pigmenterade, och vidare anger han, att han aldrig under normala förhållanden lyckats få se de LANGERHANS'ska cellerna. Hans uppgifter kunna endast förklaras på ett sätt: HERXHEIMER har icke arbetat med LANGERHANS' celler utan med pigmentceller. Redan LANGERHANS själv framhöll, att de av honom beskrivna, förgrenade cellerna icke innehöllo pigment. Sedermera hade en del forskare beskrivit pigment i desamma, men vi få icke glömma, att det är fråga om förgrenade cellulära bildningar, ibland pigmentlösa och ibland pigmenthaltiga, som kunna påvisas i huden hos människan under fysiologiska förhållanden. Redan KÖLLIKER, som dock på detta område hade stor erfarenhet, framhåller i sin »Gewebelehre», att han icke sett kromatoforer av den i bindväven vanliga typen i epidermis hos människan under normala förhållanden, och till samma resultat kommer BREUL i sitt arbete: »Über die Verteilung des Hautpigmentes bei verschiedenen Menschenrassen», där han säger (s. 693): »Verästelte Pigmentzellen, die in der Epidermis von Thieren so häufig beschrieben sind, sind mir in der menschlichen Epidermis niemals begegnet, weder bei weissen, noch bei angehörigen gefärbter Menschenstämme».

Å andra sidan har VOLLMER i sitt ovan citerade arbete framhållit, att i epidermis hos de spetsiga condyloinen pigmentceller av bindvävstyp förekomma bredvid de LANGERHANS'ska cellerna. I de CAJAL-färgade bildningarna är det omöjligt att avgöra, om det finnes pigment eller icke, men däremot är en viss likhet i form mellan dessa bildningar och kromatoforererna möjligt att iakttaga. Det är därför ej underligt, om HERXHEIMER trodde även dessa förra vara pigmenthaltiga och helt enkelt identifierade dem med kromatoforer. Dessa senare kunde han under vissa patologiska förhållanden hitta i epidermis men däremot aldrig under normalt tillstånd. Kromatoforer kan man se redan på ofärgat preparat och icke sämre på hämotoxylin- (VOLLMER) eller medelst anilinfärger behandlade preparat. På detta sätt förklaras HERXHEIMERS annars obegripliga uppgifter.

Har det sålunda visat sig, att de bär förut till granskning upptagna arbetsmetoderna icke kunnat hålla streck inför ett mera kritiskt studium, utan att författarna dels rört sig med arbetsätt, som varit ägnade att underlätta uppkomsten av artefacter, dels sammanblandat och som LANGERHANS'ska celler beskrivit bildningar av helt annan natur, så återstår oss intet annat än att skärskåda de på annat sätt, d. v. s. medelst olika nervfärgningsmetoder, vunna resultaten. Här möta oss trenne olika arbetsmetoder: guldkloridfärgningen, metylenblå- resp. rongalitivitfärgningen och slutligen GOLGI- resp. CAJAL-färgningen. Principen för den förstnämnda känna vi, för de sistnämnda däremot icke. Vi upptaga först de medelst GOLGIS och CAJALS metoder vunna resultaten till granskning.

Här är det endast tvänne författare, som komma ifråga, nämligen VOLLMER och HERXHEIMER. REISSNER, som även använde denna metod nämner enligt VOLLMER

trots det, att dessa båda använde samma material, intet om de LANGERHANS'ska cellerna, vilka den senare tillskriver sig äruu att hava upptäckt i de spetsiga condylo-mata. Granska vi således de resultat, som de båda förstnämnda författarna fram-lägga och hålla vi oss därvid till de av dem lämnade avbildningarna slår oss genast ett par saker: HERXHEIMER avbildar endast ett preparat med CAJAL-färgade LANGERHANS'ska celler. Epitelet i denna avbildning är så ytterligt schematiskt tecknat, att detsamma icke kan giva någon som helst vägledning. Vi kunna därför icke yttra oss om storleksförhållandena cellerna emellan. Emellertid likna de av HERXHEIMER tecknade medels CAJALS metod färgade bildningarna så litet de LANGERHANS'ska celler vi äro vana att se såväl å preparat som å andra författares bilder, att jag icke anser det för mycket sagt om jag betecknar dem som i hög grad tvivel-aktiga i detta avseende. Ännu mer berättigat synes detta tvivel vara om man studerar de av VOLLMER lämnade avbildningarna. Han har även avbildat epitelcellerna visserligen schematiskt men dock så, att man har anledning tro, det han sökt bi-behålla deras ungefärliga storleksförhållanden. Man häpnar därför, när man ser hans »LANGERHANS'ska celler». Dessa svartfärgade förgrenade bildningar äro 6—8 gånger större än de närliggande epitelcellerna. Jämför man med dessa jättee-celler de bilder av LANGERHANS'ska celler som lämnats av t. e. KÖLLIKER, RIBBERT, HÄGGQVIST eller först och sist LANGERHANS själv finner man bildningar, som oavsett ut-löparna äro likstora eller på sin höjd dubbelt så stora som de övriga epidermis-cellerna. Visserligen vet man från KRONTAHLS undersökningar, att de enligt GOLGI imprägnade cellerna bli större än icke imprägnade, men denna skillnad är ej större, än att KALLIUS (15) anser den bero på cellernas skrumpning. Detta kan således icke förklara den här diskuterade egendomligheten hos VOLLMERS celler. Denna synes endast kunna förklaras så, att dessa bildningar helt enkelt icke äro identiska med dem, som LANGERHANS givit sitt namn, om de också till sin genes icke torde vara alldeles obesläktade med dessa bildningar. Jag återkommer senare till denna fråga och vill här endast framhålla, att jag anser dem helt enkelt vara sådana arte-fakter, som VOLLMER själv omtalar i sin polemik mot REISSNER, och rörande vilka han bl. a. anför ett citat från LENHOSSEK. Här synes helt enkelt grupper av epitelceller helt eller delvis hava blivit platsen för färgfällningarna. Utlöparna kunna bero på att intercellularsubstans färgats eller helt enkelt på metodens benägenhet att giva dendritartade bilder (FRIEDLÄNDER enl. KALLIUS). Angående dylika fällningar hän-visar jag f. ö. till KALLIUS (15). Falla dessa metoder bort, återstår oss av de i litera-turen använda metoderna endast guldkloridfärgningen med dess modifikation rongalit-vittfärgning. Granska vi de enligt dessa båda metoder färgade stjärnformiga bild-ningarna, så finna vi, att de såväl till storlek och form som inbördes förhållande äro identiska. Svaret på den uppställda frågan blir alltså: »De LANGERHANS'ska cellerna kunna färgas endast medelst guldkloridimprægation och vital metylenblå-färgning, så vitt vi hitills av litteraturen få döma. Anmärkas bör dock, att RIBBERT (sid. 21) uppger, att LEYDIG gjort dessa celler synliga med tillhjälp av krom-syra, och slutligen att man även medelst BIELSCHOWSKYS metod event. i AGDUHS (1)

modifikation kan göra det. Då dessa båda metoder icke spelat någon roll i den strid, som sedan årtionden pågått i här diskuterade fråga, ännar jag icke uppehålla mig vid densamma. Skälet härfor är så mycket större som de principer, vilka ligga till grund för guldkloridmetoden, även i stort sett gälla silverinprägnationen. Jag övergår därför till den andra frågan:

Vilka äro principerna för de ovan nämnda färgningsmetoderna?

Denna fråga är tämligen lätt besvarad. Guldkloridfärgningen är sedan länge väl känd, och jag hänvisar den, som önskar intränga närmare i frågan, till SZYMONOWICZ' (31) uppsats. Här skall endast framhållas, att metoden baserar sig på en imprägnation av nervvävnaden med guldsaltet, som sedan reduceras av vävnaden med tillhjälp av solljus eller kemiska reagens. Det är alltså vad vi med UNNA (32) kunna kalla en reduktionsfärgning. Även metylenblått upptages, såsom jag i ett tidigare arbete sökt visa, under reduktion av nervtrådar, och blåfärgningen är en senare process, där luftens syre spelar en bestämd roll (Se f. ö. Kap. II).

Den fråga vi härnäst uppställt till besvarande löd:

Huru förhålla sig de Langerhans'ska cellerna vid guldklorid resp. metylenblåfärgningarna?

och jag övergår nu till densamma.

Rörande de omdebatterade cellernas utseende vid guldkloridfärgningar finnas i litteraturen ett stort antal uttalanden, och jag har ovan citerat desamma. Här torde platsen vara att i korthet sammanfatta, vad där sagts. LANGERHANS anger, att de hava en avlång kropp, från vilken ett växlande antal utlöpare gå. Av dessa utlöpare går en inåt huden, under det att de övriga äro riktade mot strat. corneum event. efter att först hava förlöpt parallellt med hudens yta. Utlöparna sluta med en lätt uppdrivning. Cellerna färgas mörkviolet till blåsvart. Till ungefär samma resultat synes PODCORA'É hava kommit. Dock anser denne forskare dels, att utlöparna förgrena sig och dels, att uppdrivningarna icke äro deras ändar. Hos EBERTH träffa vi först uppgiften, att utlöparna anastomosera.

Till liknande resultat synas de övriga forskarna hava kommit vad cellernas utseende beträffar, och striden har dels rört sig om sambandet mellan cellerna och nerverna, dels tolkningen av de så föreliggande bildningarna.

Själv har jag i fig. 1 avbildat ett antal av dessa celler. Anmärkas bör här svårigheten, att absolut troget återge utlöparnas form och förbindelser, då desamma i de tjocka preparaten framkomma på olika ställen vid olika inställning och ofta synas lagrade öfver varandra. Ifrågavarande bild synes mig dock giva en tämligen god föreställning om desamma, och jag uppehåller mig därför icke vidare vid dem.

MAYER är den ende förf., som framställt dessa celler medelst metylenblått så vitt jag kunnat finna. Sedermera har även KREIBISCH beskrivit dem färgade på liknande vis. Jag hänvisar till dessa författares förut citerade arbeten.

I fig. 2 avbildar jag ett antal celler, som genom sin blå färg tydligt skilja sig från de omgivande ofärgade epitelcellerna. Cellkropparna hos de förra äro ungefär

av samma storlek som på de senare, men från de blåfärgade ser man utlöpare slingra sig iväg. Dessa utlöpare äro försedda med varicositeter och av varierande tjocklek. De förbinda de till varierande styrka färgade blå cellerna med varandra. En av de avbildade cellerna saknar utlöpare, möjligen beroende på, att dessa icke falla inom detta snitt. Granskar man själva cellkroppen frånsett utlöparna, så skiljer densamma sig vad formen beträffar föga från de omgivande, här av lätt insedda orsaker något schematiskt framställda epitelcellerna. Det, som i detta fall karakteriserar cellerna såsom LANGERHANS'ska, är dels utlöparna, dels också färgen. Denna är i en av cellerna intensivt djupblå. Av en cellkärna synes intet. I de andra cellerna finner man ett ljusare centrum troligen utgörande cellernas kärna. Periferien är i alla fall mörkare färgad.

Fig. 3 visar en tämligen ljust färgad, päronformad eell, från vars smalare ände tvenne utlöpare utgå. Den ena av dessa framträder endast såsom en rad av tätt liggande korn. Den andra är av varierande tjocklek och försedd med varicositeter. Den slingrar sig iväg mellan några epitelceller och delar slutligen upp sig i ett antal grenar. I samma preparat synas några runda, blåfärgade celler utan utlöpare. Epitelcellerna äro ofärgade liksom bindväven.

Fig. 4 visar ännu några LANGERHANS'ska celler. Även här är cellkroppen till storlek och form lika de övriga epitelcellerna. I densamma kan man iakttaga ett ljusare centrum och en mer intensivt färgad periferi. Utlöparna omspinna epitelceller, äro försedda med varicositeter och bestå i vissa fall endast av efter varandra ordnade korn. En del epitelceller äro pigmenthaltiga.

Fig. 5 visar en epidermispapill inskjutande i den metachromatiskt¹ färgade bindväven. I den f. ö. ofärgade papillen synes ett antal med utlöpare försedda celler. Dessa celler äro färgade i olika nyanser av blått, hava en intensivare färgad periferi och ett ljusare centrum. Till storlek och form likna de epitelcellerna bortsett från utlöparna. Dessa senare bilda nätverk kring de ofärgade epitelcellerna, i det att utlöpare, tillhörande olika celler, övergå i varandra. En del utlöpare synas sammansatta av efter varandra ordnade, tätt liggande, intensivt färgade korn. I andra fall äro kornen mindre tätt liggande och svagare färgade och sålunda finnas övergångar, så att man i de minst utpräglade fallen har svårt att avgöra, om här är fråga om utlöpare eller de svagt framträdande gränserna mellan epitelcellerna.

De LANGERHANS'ska cellerna visa sålunda en stor överensstämmelse i utseendet vid såväl guldklorid- som metylenblåfärgning. Man erhåller en cellkropp, som rätt mycket påminner om de övriga epidermiscellerna såväl vad form som storlek beträffar. Denna grundform omgestaltas dock genom uppträdandet av flera eller färre utlöpare, som utstråla mellan epitelets övriga celler. Dessa utlöpare äro av varierande tjocklek inom olika sträckor och försedda med varicositeter. I vissa fall synas de sönderfalla i efter varandra ordnade korn. Vad cellernas färgning beträffar är denna liksom utlöparnas av mycket varierande intensitet, och vi se alla över-

¹ Den använda färgen visade sig sedan starkt förorenad av metylenazur.

gångar från celler, som genom en intensiv färgning skilja sig från det mer eller mindre ofärgade epitelet till sådana, som endast antagit en knappt skönjbar färgnyans. Inom cellkroppen ser man i många fall ett ljusare parti, som kommer en att tänka på en kärna, vilken i mindre grad än cytoplasman upptagit färg. I andra fall kan man ej iakttaga någon dylik kärna.

Huru färgas epidermis övriga beståndsdelar vid dessa färgningar?

I litteraturen finnas, som jag genom talrika citat ovan visat, en mängd uttalanden härom, särskilt vad guldkloridfärgningen beträffar. Där omtalas huru man erhåller olika färgnyanser från mera ljusst rödvioletta till mörka massiva fällningar, som störa våra iakttagelser. I samma riktningar gå mina iakttagelser. Epidermiscellernas protoplasma har förmåga att reducera guldklorid. Men denna reduktion äger icke rum med en konstant lagbundenhet utan uppträder dels i olika grad vid olika koncentration av de använda saltlösningarna, dels ock mycket varierande vid användande av en och samma saltkoncentration. För att förstå detta måste vi komma ihåg, att de tunga metallsalterna endast med svårighet och långsamt intränga i vävnaderna. Detta nödvändiggör, att vi vid färgningen använda oss av mycket små hudbitar. Men därmed följer ock, att variationerna i dessa bitars storlek endast behöga vara små, för att det skall inverka på resultatet. Vilka banor metallsalterna följa vid sitt inträngande veta vi icke, men tydligt är, att de ytligast liggande partierna äro de, som lättast bliva genomdränkta, och vid reduktionen få vi därför också där de intensivaste färgningarna. Till djupet av hudbiten tränger metallsaltet med större svårighet, och färgningen av epitelcellerna och nervträdarna blir här mera oregelbunden och kommer sålunda för oss att framstå såsom mera nyckfull.

Vid metylenblåfärgning är förhållandet analogt. Jag har här avbildat en del preparat, som visar detta. De äro alla färgade med samma färgkoncentration. Fig. 6 visar en metylenblåfärgning av epidermis. Vad, som här frapperar är, att det är protoplasmat, som är färgat, under det att cellkärnorna äro ofärgade. Tydligt är att denna färgning icke skett enligt principen syra — bas, ty då skulle kärnorna ha färgats av den basiska färgen. Metylenblått användes ju i den histologiska färgtekniken i stor utsträckning på grund av sina basiska egenskaper och tillhör våra bästa kärnfärgningsmedel. Denna bild överensstämmer däremot fullständigt med den man erhåller vid färgning medelst kaliumpermanganat och skulle sålunda vara att räkna till vad UNNA kallar reduktionsfärgningar¹. I det avbildade preparatet lägger man vidare märke till den nyckfullhet, varmed färgningen ägt rum. Inom vissa partier har epitelcellernas protoplasma antagit en intensiv blåfärgning, där kärnorna framträda såsom nära nog ofärgade, ovala öar. (Kärnornas svagt blå ton torde bero på preparatets relativa tjocklek, 30 μ , med över- resp. underlagring av blåfärgad protoplasma.) Inom andra partier är protoplasmat nära nog ofärgat och företer endast den ovan nämnda svaga,

¹ Se vidare kap. II.

blå tonen. Mellan dessa ytterligheter finnas alla övergångar. Dylika intensiva blåfärgningar av präparatet anträffas huvudsakligen i kanterna av snitten, där färgen haft lätt att tränga in. Längre in träffar man mera enstaka celler färgade. Dylika celler avbildar jag i Fig. 7. Även här är det protoplasmat som blivit färgat, under det att cellkärnorna äro ofärgade. Färgningen varierar i intensitet liksom i det föregående preparatet. Utom cellerna hava även en del mellan epitelcellerna belägna rader av korn blivit färgade. Dessa komrader äro av varierande täthet, och i vissa fall synas de nära nog sammanflyta till linjer. En del av de färgade cellerna äro pigmenthaltiga. I fig. 8 slutligen avbildar jag ett antal celler, av vilka en del utan vidare torde vara att karaktärisera som epitelceller, andra åter genom korta utlöpare påminna om LANGERHANS'ska celler. Preparatet är ytskuret och i snittet faller en del av den subepiteliala bindväven med några därstädes förlöpande nervtrådar, som genom den sålunda uppkomna överlagringen nästan se ut att träda i förbindelse med vissa blåfärgade epitelceller. I detta som i andra preparat har jag kunnat iakttaga huru epiteltrådarna (Epitelfasern UNNA) färgats blå.

Sammanfatta vi sålunda det ovan sagda, kunna vi som svar på den uppställda frågan säga, att epitelcellerna färgas med såväl guldklorid- som metylenblåmetoderna, men att denna färgning är ytterst nyckfull, i det att ibland av hela epitelet endast vissa celler eller delar därav bliva färgade. I detta fall kunna genom färgning av cellgränser eller event. mellan cellerna förlöpande nervtrådar bilder framkallas, som starkt påminna om LANGERHANS'ska celler.

Återstår så till besvarande tvenne frågor: »Kunna vi ur vad som ovan framkommit förklara någon eller några av de teorier, som uppställts rörande de LANGERHANS'ska cellerna?» och »Kunna vi få några hållpunkter för dessa cellers ställning?» Jag vänder i det följande på ordningen mellan dessa frågor och söker först besvara den sistnämnda.

Frågan om de Langerhans'ska cellernas ställning.

Vad är det, som karaktäriserar de LANGERHANS'ska cellerna? Av det ovanstående torde framgå, att det icke är deras specifika färgbarhet. Jag har förut framhållit, att de icke kunna göras synliga medelst hämatoxylin-, karmin- eller anilinfärgningar. Men icke heller guldklorid- eller metylenblåfärgningarna äro specifika för dessa celler. Utom nervtrådarna kunna de vanliga epidermiscellerna färgas med dessa metoder på alldeles samma sätt som de LANGERHANS'ska cellerna. Det återstår då endast cellernas form. Vid skildringen av de avbildade preparaten har jag sökt visa, huru de LANGERHANS'ska cellernas kropp till formen liknar de vanliga epidermiscellerna. Men även om så i något fall icke är förhållandet kunna vi icke säga, att en viss cells form bestämt avviker från vad som med denna färgning vore möjligt att ernå på basen av de vanliga epidermiscellerna, ty färgningens nyckfullhet sträcker sig icke till variationer mellan olika celler utan olika delar av en och samma cell kunna färgas olika. Detta torde flestädes framgå ur de bifogade

avbildningarna. Vid studiet av preparaten ser man ej sällan celler, som färgats i en del och blivit ofärgade i en annan. Då dessutom epiteltrådarna och intercellularsubstansen i vissa fall kunna färgas är det tydligt, att variationer i oändlighet kunna uppkomma, och att det är omöjligt att betrakta formen på den LANGERHANS'ska cellkroppen såsom karaktäristisk.

Återstå sålunda cellulöparna. I det ovanstående har jag visat huru deras färgning varierar. Från oliktflocka med varicositeter försedda trådar finnas övergångar till sådana, som synas bestå av en rad efter varandra liggande korn. Från mycket långa ser man övergångar till sådana, som endast sitta som en kort tagg på cellkroppen. Å andra sidan veta vi, att mellan epitelcellerna gående nervtrådar kunna färgas, att epiteltrådar kunna färgas och att sålunda alla kombinationer kunna uppkomma mellan färgade epitelceller och färgad intercellularsubstans. Huru skall det då vara möjligt att i ett visst fall säga: detta är en LANGERHANS'sk cell, men detta är en epitelcell, som färgats tillsammans med intercellularsubstans och därför endast skenbart har utlöpare. Författaren tilltror sig icke detta utan finner det sannolikare att

De Langerhans'ska cellerna äro intet annat än artefakter framkallade genom färgningens nyckfullhet.

En dylik ståndpunkt synes mig också kunna förklara de uppställda teorierna. »Cellernas» samband med nervtrådarna och den därav orsakade teorien, att de skulle vara perifera ganglieceller ger sig utan vidare, liksom det från vissa motståndare framhållna förhållandet, att man endast relativt sällan ser dessa nervförbindelser. Pigmenthalten förklaras av, att även pigmenterade epitelceller kunna upptaga och reducera ovanstående färger. De av MAYER och STÖHR framhållna övergångarna till vanliga epitelceller få likaså utan vidare sin förklaring. MERKELS (pigmentlösa pigmentceller), ARNSTEINS (vita blodkroppar), KÖLLIKERS (amöboïda bindvävsceller) teorier stödja sig endast på likhet i formen och förklaras sålunda lätt. KREIBISCHS åsikt, att de skulle innehålla förstadium till pigment synes mig skälligen ogrundad. Den gröna färgton han omtalar förklaras enklare genom superposition av en vanlig pigmentcell, då kombinationen av det gulbruna pigmentet och den blå färgen ger en grön ton. Då han talar om den större eller mindre hastighet, varmed cellerna färgas, borde man snarare tala om olika diffusionshastighet. Hans påståenden, att cellernas utlöpare icke äro byggda som nervtrådar, och att man aldrig ser dem fortsätta i en axelcylinder, äro, det förra delvis, det senare helt felaktigt, såsom jag i detta och föregående (13) arbeten visat.

Det resultat, jag i ovanstående granskning kommit till, ansluter sig närmast till den av KROMAYER förfäktade åsikten. Jag är alltså mer än gärna med på att kalla de LANGERHANS'ska cellerna för »reduktionsfigurer» åtminstone i den mån de framställas medelst guldklorid. Dock anser jag, att en cell bildar grundsubstans i denna konstprodukt, och vidare anser jag icke, att de äro analoga »des reticulären fase-tragenden Gewebes des Froscheperidermis» utan blott och bart konstprodukter.

Icke heller har jag kunnat finna den regelbundenhet i deras uppträdande, varom KROMAYER talar, utan synes det mig påfallande huru ojämnt och nyckfullt de uppträda.

I ännu en punkt avviker min uppfattning från nämnda författares: fast jag iakttagit förbindelsen med nervtrådar och själv förfäktat de LANGERHANS'ska cellernas nervösa natur, måste jag efter vad ovan framhållits taga avstånd från tanken, att de äro ett nervändorgan. Dock måste jag instämma med honom, att det »aus theoretischen Gründen» hade varit önskvärt att de så hade varit.

Ännu en fråga tränger sig på forskaren vid granskningen av ovanstående:

Huru har en sådan mängd av teorier och diskussioner kunnat uppkomma i denna fråga?

Svaret på denna fråga synes mig endast kunna ligga i en bristande objektivitet och en bristande kännedom om de metoder, varav forskaren begagnat sig. Nog synes det åtminstone mig, som om RIEBERT, då han i sin polemik mot v. MOJSOVIČS utropar: »oder dass auch hier das Chlorgold seine Schuldigkeit nicht gethan hatte», alltför mycket uppskattade de egna preparatens förträfflighet. Även synas mig många forskare (CYBULSKY t. ex.) hava alltför kritiklöst godtagit de medelst färgningarna erhållna resultaten.

KAPITEL II.

Om den vitala metylenblåfärgningen av epidermis.

Den vitala metylenblåfärgningen upptäcktes av EHRLICH (38) år 1886. Han antog, att metylenblåts egenskap att färga levande celler berodde på förefintligheten av en svavelatom i färgämnets molekyl. Något starkare skäl för denna uppfattning anför han dock icke. Snart visade sig en hel mängd andra färgämnen hava förmåga att färga levande celler. Dessa färger voro alla basiska. Detta föranledde OVERTON (45), som i ett stort antal försök fastslagit, att de basiska, vitalt färgande ämnena äro lipoidlösliga, under det att ett antal sura och basiska, vitalt icke färgande ämnen äro olösliga i lipoider, att uppställa den teorien, att just färgämnenas löslighet i lipoider vore orsaken till deras förmåga att intränga i levande celler. OVERTON hade nämligen vid sina studier över cellernas osmotiska egenskaper fått den uppfattningen, att cellerna utåt avgränsas av en membrau, i vilken lipoider ingå. Till lipoider räknar han i detta sammanhang bl. a. även cholestearin.

Mot OVERTONS tankegång opponerade sig RUHLAND (53). Denne tänkte sig i stället, att cellmembranen skulle förhålla sig såsom ett poröst filter med en viss porstorlek och ansåg sig kunna påvisa ett visst förhållande mellan graden av färgämnets dispersion och dess förmåga att intränga i cellen. Detta förhållande visade sig emellertid icke konstant för alla färger resp. celler och för att stödja de svaga punkterna i sin teori antog han vidare, att det i cellerna, för att desamma skola färgas vitalt, måste finnas kroppar, som med färgämnet bilda icke diffusibla föreningar. Han framhåller vidare såsom stridande mot OVERTONS teori, att det finnes icke lipoidlösliga ämnen, som äro vitalfärger, och vidare att det finnes lipoidlösliga färger, som icke färga vitalt. Gent emot den första av de båda sistnämnda iakttagelserna anför HÖBER (42), att OVERTONS teori icke innebär det cellmembranen uteslutande består av lipoider. Den andra anmärkningen finner han allvarligare.

Utan att här ämna ingå på en utförlig undersökning av dessa teorier, vill jag endast påpeka, att RUHLAND finner starkt kolloidala ämnen (Prune pure), som raskt intränga i cellerna liksom de äkta basiska färglösningarna, å andra sidan finner han äkta lösningar av andra färger, som icke intränga. Detta synes mig starkt

tala emot den av honom förfäktade »ultrafiltrerteorien». När han (sid. 777) påstår, att en hydrolys av färgämnenäna icke äger rum, är detta säkert felaktigt. En del av de bästa vitalfärgämnenäna (t. ex. neutralröti) användes inom den analytiska kemien såsom indikatorer, och denna deras användning är just en följd av deras hydrolys. RUHLAND nämner vidare i sina arbeten icke om, att han vid sina försök tagit någon som helst häusyn till vätejonkoncentrationens inverkan på färgningarna. Detta är, som nedan skall visas, av största betydelse, och man kan överhuvudtaget icke utan ett dylikt hänsyntagande yttra sig om vilka färger, som äro vitalfärger eller icke. I och med detta förfalla emellertid RUHLANDS liksom HÖBERS invändningar mot OVERTONS teori.

OVERTON liksom RUHLAND sysselsätter sig huvudsakligen med frågan: huru kan färgämnet intränga i cellen. Frånsett de ovan gjorda anmärkningarna kommer jag, då mitt material därtill är föga lämpligt, icke att sysselsätta mig därmed. Jag har vid mina försök använt mig endast av metylenblått och sökt studera dess förhållande till epidermiscellerna hos människa och marsvin. En av förutsättningarna vid min undersökning är, att metylenblått under vissa förhållanden intränger i epidermiscellerna, och det är de processer, som avspela sig med det i cellerna inträngda färgämnet, jag i det följande söker utreda. Vi veta nämligen, att den levande vävnaden har förmåga att avfärga metylenblått. I detta hänseende har den tanken synt mig ligga nära till hands, att det är det av THUNBERG (58) upptäckta enzymet, succinodhydrogenas, som är verksamt. Vi veta vidare icke enligt vilka lagar färgämnet fördelas mellan den vätska, var det är löst och cellen. Här kan man tänka sig olika möjligheter. Färgämnet kan fördela sig enligt lagarna för lösta ämnen, varvid lösningsmedlet (vatten, saltlösning) utgör en fas och cellprotoplasmat en annan¹. Man kan även tänka sig, att det i cellen inträngda färgämnet adsorberas av någon eller några inom cellerna befintliga kroppar. Färgupptagningen skulle då följa en adsorptionskurva. Vi kunna vidare tänka oss, att det i cellen inträngda färgämnet där ingår en reversibel eller icke reversibel kemisk förening, och att färgupptagningen bestämmas av de sig därvid utspelande processerna. Slutligen kunna vi tänka oss, att en kombination av tvänne eller alla dessa processer föreligger. Jag bortser därvid från den av OVERTON antagna lösligheten i cellmembranen och detta på följande grunder. Rörande de osmotiska förhållandena hos de djurceller, som äro försedda med en mikroskopiskt iakttagbar membran (kutilcula, pellicula, krusta) känna vi intet, och vi veta ej, om OVERTONS iakttagelser beträffande dessa celler äga giltighet. Hos de övriga cellerna, där dessa iakttagelser kunna tillämpas, kan man däremot icke ens med de starkaste förstoringar iakttaga någon membran. Finnes en sådan, måste den således vara ytterst tunn. I varje fall måste den färgmängd, som upptages av cellmembranen, vara av en sådan storleksordning, att den, i jämförelse med den mängd, som upptages av cellprotoplasmat, kan försummas.

¹ Detta innebär helt naturligt icke att cellprotoplasmat skulle vara en homogen lösning utan endast att de olika faser, varav den består, vid försöket skulle samverka vid färgens fördelning mellan cellprotoplasmat och färglösningen.

Den frågeställning, jag i det följande ämnar betjäna mig av, blir därför: 1. Huru färgas det levande epidermis av metylenblått? 2. Huru förhåller sig det levande epidermis till metylenblått vid förhindrat lufttillträde? Uptages leucometylenblått av epidermiscellerna? Finnes succinodehydrogenas i huden? Är färgämnet adsorption av enzymet av betydelse för färgupptagningen? Efter vilka lagar försiggår färgupptagningen? Huru inverka förändringar av vätejonkoncentrationen på färgupptagningen? Är det färgsaltet eller färgbasen, som intränger i cellerna?

Huru färgas det levande epidermis av metylenblått?

Denna fråga, som här endast för fullständighets skull upptages, har redan besvarats i föregående kapitel. Jag erinrar endast om, att epidermiscellerna färgas medelst den vitala metylenblåmetoden liksom även intercellularsubstansen. I det jag hänvisar till figurerna 2—8, påminner jag om ifrågavarande färgnings nyckfullhet. I hudbitarnas periferi, där färgämnet har lätt tillträde, färgas hela cellprotoplasmat jämte intercellularsubstansen, såsom i fig. 6 visats. Kärnorna förbliva där emot ofärgade. I de längre från hudbitens periferi belägna delarna av epidermis är färgningen ofullständig, i det att här endast enstaka celler eller delar av sådana färgas. Även intercellularsubstansen färgas ofullständigt. Det hela ter sig — genom vår ringa kännedom om de banor, på vilka färgämnet intränger i hudbiten och färgningens övriga principer — nyckfullt. Om dessa banor tillåta mig de gjorda erfarenheterna endast att säga, att hornlagret och därtill liggande lager synas erbjuda det största motståndet mot färgens inträngande. Jag stöder det antagandet på den iakttagelsen, att bindväven ofta är fullständigt färgad (metakromatiskt), under det att epidermis synes mycket ofullständigt färgad. Färgämnet bör alltså hava inträngt genom bindväven.

Huru förhåller sig det levande epidermis till metylenblått vid förhindrat lufttillträde?

För att kunna besvara denna fråga betjänade jag mig av den av THUNBERG angivna försöksanordningen. Då jag icke kunde hoppas, att från levande människohud med dess tunna överhud lyckas lösdisskera ett tillräckligt stort stycke av denna senare utan att samtidigt få bindväv med, och då vidare operationen skulle ha varit alltför smärtsam, betjänade jag mig vid försökets anställande av huden på ett i agone liggande svin. Från densamma lösskuros medelst en skarp kniv ytterst tunna epidermisstycken. Ett godtyckligt taget sådant undersöktes i mikroskopet och konstaterades vara bindvävsfritt, varefter hela massan noggrant sönderklipptes till en mosliktande massa. Av denna massa nedfördes 0,5 gr. i vardera av tvänne THUNBERG'ska vakuumsrör. I röret I tillfogades 0,9 cm.³ vatten och 0,1 cm.³ metylenblålösning (1 %). I röret II tillsattes 0,8 cm.³ vatten och 0,2 cm.³ av ovannämnda metylenblålösning, varefter båda rören enligt THUNBERG's föreskrift evakuerades och kl. 7.28 nedsattes i ett 40° varmt vattenbad. Resultatet framgår av nedanstående tabell över försöket.

	Rör I	Rör II
kl. 7,28	—	—
» 7,30	+	+
» 7,32	++	+
» 7,38	+++ ¹	+
» 7,48	+++ ¹	+++ ¹

Detta försök visar, att epidermis har förmåga att avfärga metylenblått. I och för sig innebär detta intet överraskande. Redan EHRLICH hade iakttagit, huru metylenblådfärgade nerver avfärgades, när lufttillträdet var förhindrat, och detsamma har ju sedan i talrika experiment fastslagits av THUNBERG vad musklerna beträffar. Det klargör emellertid för oss luftens betydelse för den vitala metylenblådfärgningen av epidermiscellerna och den för oss ett steg längre bland de frågor, som behöva uppklaras för att vi skola förstå det här till behandling upptagna problemet. Om nämligen epidermiscellen avfärgar metylenblålösningen är det tydligt, att det blir leucometylenblått, som kommer att i första hand avlagras i cellen, och det är först vid luftens tillträde cellen antager den blå färg, som gör det möjligt för oss att iakttaga, att färgämnet inträngt. Det uppstår då frågan: kanske bildas det leucometylenblått redan utanför epidermis, så att det är i denna form färgämnet intränger däri. ROSIN talar om nervträdens stora affinitet till leucometylenblått, som skulle förmå den att framställa och i sig upplagra leucometylenblått. Håller man så strängt på denna affinitet, kan man mycket väl tänka sig, att det är vävnaderna utanför nervträden, som äro orsaken till att leucometylenblått bildas. Detta skulle sedan kunna föras i närheten av nerven och upptagas av denna. Emellertid är det här frågan om epidermiscellerna, och där kan samma resonemang föras. Vi kunna t. ex. tänka oss, att det i bindväven, i corium, bildades leucometylenblått, som sedan upptages av epidermiscellerna. Ett sådant resonemang torde efter det nyss anförda experimentet förefalla långsökt, då jag nyss framhållit, att epidermiscellerna själva kunna framställa leucometylenblått. Emellertid få vi ej glömma, att vi i epidermis hava talrika intercellulärt förlöpande nervtrådar. Dessa kunna vi vid det ovan nämnda försöket ej utesluta, och här föreligger då en med den ovan anförda anmönjlighet. Kanske uppstår det intercellulärt, i följd av de där förlöpande nervtrådarna, leucometylenblått, som sedan upptages av epidermiscellerna, och kanske få dessa sålunda först sekundärt sin halt av färgämne. För att klarlägga detta måste vi besvara frågan:

¹ Vid försökets avslutande funnos några enstaka mycket små och mycket svagt blåfärgade partiklar, tydligen härrörande från någon förorening, här l. d. Dessa läto icke avfärga sig trots försökets förlängning betydligt över den ovan angivna tiden. De kunna dock icke anses inverka på försökets beviskraft. + betyder i enlighet med THUNBERGS beteckning tydlig avfärgning, ++ stark avfärgning och +++ fullständig avfärgning.

Upptages leucometylenblått av epidermiscellerna?

Det har varit förenat med stor möda att utföra det experiment, som möjliggör för mig att besvara denna fråga. Min första tanke, att det helt enkelt skulle gå att i vacuum blanda rongalitivitt med fysiologisk koksaltlösning till önskad utspädningsgrad visade sig felaktig. Jag kunde icke i tillräcklig grad befria rören från luft utan vid utspädningen av rongalitivittet och den därmed följande förtunningen av den reducerande substansen rongalit, fick jag genast blåfärgning. En sådan måste emellertid undvikas, då jag ville behandla preparatet med leucometylenblått. Bättre gick det icke om jag först nppkokade den fysiologiska koksaltlösningen och sedan gjorde vacuum. En blåfärgning uppträdde dock om än minimal. Att framställa leucometylenblått i fast, lufthållbar form enligt P. LANDAUER och H. WEIL (43) misslyckades, möjligen beroende på att jag icke kunde erhålla petroleumeter utan måste försöka med ersättningsmedel.

Svårigheterna löstes så, att jag medelst det av THUNBERG angivna förfarandet på fysiologisk väg avfärgade metylenblått, varefter den avfärgade vätskan överfördes i ett rör, där preparatet låg i fysiologisk koksaltlösning under vacuum. Vid avfärgningen av metylenblåttlösningen kunde jag genom doc. C. E. OHLSSONS älskvardhet använda mig av en på ännu ej publicerat sätt extraherad enzymlösning av ovanlig styrka. Försöket utfördes på följande sätt:

I ett vakuumrör (a¹) nedfördes följande blandning (m):

- 1 cm³ 0,9 % NaCl-lösning
- 2 » enzymextrakt
- 1 » 10 % kaliumsuccinat
- 1 dr. mättad lösning av metylenblått i 0,9 % NaCl,

varefter röret på vanligt sätt evakuerades och nedsattes i 40° vattenbad till avfärgning inträtt. I vardera av tvänne andra rör, a och b nedfördes en nyss tagen hudbit, i båda rören av ungefär samma storlek, och dessutom 1 cm³ 0,9 % NaCl-lösning. Båda rören evakuerades, varefter sidoröret på röret a medelst gummislag sammanfogades med sidoröret på a¹. I fogen insattes dock först ett T-rör, som gjorde det möjligt att evakuera de ovannämnda sidorören och sammankopplingsanordningen. När detta skett öppnades kranarna i rören a och a¹, så att systemet av lumina stod öppet utan att luften därvid hade tillträde. Genom att värma röret a¹ i handen och samtidigt giva systemet lämplig lutning överfördes vätskan i a¹ i röret a. Detta lyckades utan att någon som helst iakttagbar blåfärgning uppträdde. Sidoröret fylldes enligt THUNBERGS föreskrift med vatten.

Samtidigt öppnades röret b och i detsamma infördes den ovannämnda blandningen (m). Detta rör var avsett som kontrollrör och lämnades i öppen förbindelse med luften. Evakueringen av detta rör gjordes för att utesluta, att epidermiscellerna vid denna procedur kunde skadas, så att de blevo oförmögna att vitalfärgas.

Efter 4 timmar öppnades båda rören, och sedan vätskan raskt avhållts, påfylldes en fixeringsvätska bestående av

10 % fosforvolframsyrelösning	4 delar
och mättad pikrinsyrelösning	6 delar.

Denna förut ej publicerade blandning har jag vid tidigare i annat syfte företagna arbeten funnit vara en god fixeringsvätska för metylenblått. Den uppkomna fällningen är olöslig i vatten, alkohol och xylol. Jag återkommer nedan till densamma.

I fixeringsvätskan fingo preparaten ligga i 8 timmar, varefter de på vanligt sätt inbäddades i paraffin och skuros i serie. Snitten fingo sedan ligga fritt i luften under 24 timmar, innan de behandlades med xylol och kanadabalsam.

Anmärkas bör här, att, när det leucometylenblått innehållande röret öppnades, en ögonblicklig blåfärgning av vätskan inträdde. Detta gjorde, att den i vätskan liggande hudbiten under ungefär $\frac{1}{2}$ minut kom i beröring med en metylenblå lösning. Därför visade snitten en svag blåfärgning av bindväven i den allra yttersta kanten. Någon färgning av epidermiscellerna har jag däremot i de av dessa preparat förfärdigade snitten ej kunnat iakttaga.

Innan jag ingår på denna fråga, anser jag mig likväl skyldig att anföra ett tidigare utfört experiment, som visar den ovannämnda fixeringsvätskans egenskaper. Jag var sysselsatt med kärlinjektion av metylenblått och hade injicerat en groda från hjärtat. Bland andra organ voro lever och tarmar kraftigt blåfärgade. De nedfördes i sin helhet i den ovannämnda fixeringsvätskan, där de fingo ligga under 3 dygn, varefter stora stycken av levern inbäddades i paraffin på vanligt sätt. Då jag skulle skära preparatet fann jag, att endast ett ytterst tunt, närmast ytan liggande lager av organet var blåfärgat. Det inre hade däremot den för pikrinsyrefixerade vävnader vanliga, gula färgen. Sedan jag skurit ned en bit i organet, lät jag paraffinklotsen sitta kvar i mikrotomen till påföljande dag, då jag vid samma tid kom att undersöka densamma. Den synliga delen av leverbiten var då fullständigt blåfärgad. Vid insnitt visade sig detta liksom förut endast vara fallet med ett ytterst tunt ytlager, under det att levern i det inre alltjämt var gulfärgad. Detta försök har anförts för att visa

1) att den ovannämnda blandningen kan fixera leucometylenblått, så att det blir olösligt i vatten, alkohol och xylol;

2) att den därvid uppkomna föreningen är färglös eller möjligan gul;

3) att den i luften tämligen snart antager blå färg.

Fastsländet av dessa tre punkter är nämligen för förståendet av min bevisföring i det följande nödvändig. Här bör tilläggas, att de ovannämnda egenskaperna icke äro något för denna fixeringsvätska säreget. Desamma tillkomma även (se DOGIEL, 37) ammoniummolyblatet. Fördelen med min blandning är dess större inträngningsförmåga (pikrinsyran).

Efter ovan omtalade erfarenheter är det tydligt, att jag, då jag fixerat de båda hudbitarna i denna blandning kan vara säker, dels att, om leucometylenblått upptagits av de levande epidermiscellerna, jag kan fixera detsamma därstädes, och dels att detta sålunda fixerade leucometylenblått, när snitten fått ligga i luften, skall bli synligt. Skulle vakuum eller de i färgblandningen närvarande ämnena förhindra

leucometylenblålösningens inträngande i cellerna, bör detta även ske med metylenblålösningen i kontrollröret.

Emellertid visade det sig, att den med leucometylenblått behandlade hudbiten var fullständigt ofärgad så när som på ovannämnda svagt färgade och smala, blå, kant av bindväven. Denna blå kant på bindväven måste anses hava uppkommit därigenom, att något blåfärgad vätska häftat vid hudbiten i det ögonblick den fixerades. Den har i varje fall intet att göra med vitalfärgningen av epidermiscellerna.

I kontrollprovet visade sig epidermiscellerna färgade på samma sätt som förut beskrivits och som i figg. 2—8 avbildats. Detta var ju även att vänta.

Försöket ger oss svar på den uppställda frågan. Leucometylenblått upptages icke under de anförda betingelserna i epidermiscellerna¹. Vi kunna således även utesluta, att cellerna skulle upptaga ett leucometylenblått, som bildats intercellulärt eller i bindväven. Reduktionen torde äga rum först vid färgämnets inträngande i cellerna eller därefter.

Finnes succinodehydrogenas i huden?

Genom att till ett fint mos sönderklippa marsvinshud, vilken så noga som möjligt befriats från hår, och sedan söndermala densamma ytterligare med glaspulver, lyckades jag sönderdela epidermiscellerna, så att största delen av bärnstenssyran kunde urtvättas. Resten försvann under loppet av ett dygn, då preparatet lämnades i rumstemperatur. Av denna mos avvägdes 1 gr., som därefter bragtes i ett vacuumrör (1) tillsammans med 2 cm³ av en lösning innehållande 0,05 ‰ metylenblått och 5 ‰ kaliumsuccinat. I ett kontrollrör (2) bragtes 1 gr. söndermosad marsvinshud och 2 cm³ 0,05 ‰ metylenblålösning utan kaliumsuccinat. I båda rören gjordes vacuum, varefter de placerades i ett 38° vattenbad kl. 6,20.

	Rör 1	Rör 2
kl. 6,20	—	—
kl. 6,40	+	—
kl. 7,00	++	—
kl. 7,08	+++	—

Under den tid, varpå vätskan i röret 1 avfärgades fullständigt, inträdde ingen iakttagbar avfärgning i röret 2. Då ett 10-tal försök utfallit på liknande sätt, anser jag mig berättigad att draga den slutsatsen, att ett med THUNBERGS succinodehydrogenas identiskt enzym förefinnes i huden. THUNBERG har muntligen meddelat mig, att han i muskulatur påvisat ett antal andra enzym med liknande verkan men med andra substrat och troligt är väl att desamma även finnas i huden. Däröver har jag dock icke gjort några undersökningar.

¹ Vätejonkoncentrationen i färgvätskan var under försöket 10^{-8} — 10^{-9} .

Vi veta alltså, att epidermis har förmåga att avfärga metylenblått och att i huden finnes enzym med denna egenskap. Vi veta vidare, att en sådan avfärgning äger rum vid vital metylenblådfärgning. Det torde då få anses vara ytterst sannolikt, att sistnämnda avfärgning är en enzymatisk process.

Är färgämnets adsorbtion av enzymet av betydelse för färgupptagningen?

BAYLISS (35) antager, att enzymets verksamhet sönderfaller i tvenne faser: 1) en adsorbtion av substratet från enzymets sida och 2) en kemisk påverkan av substratet. Det kunde nu tänkas, att en dylik adsorbtion reglerade färgupptagningen. De försök, jag närmast anför för att visa, att så icke är förhållandet, äro icke bindande, utan kunna i bästa fall endast sägas utgöra sannolikhetsbevis. Då de ur andra synpunkter kunna hava ett visst intresse, har jag emellertid icke velat utelämna desamma ur denna redogörelse. Mina försök gjordes i avsikt att få veta om ämnen som upphävdde enzymets verkan, samtidigt omöjliggjorde en med vitalfärgningen analog tinging av cellerna. Jag anför här ett försök med alkohol och ett med formol.

Alkoholförsök. Serie 5.

Kontrollprov: 0,5 gr. malen och rentvättad hästmuskulatur och 1 cm³ 0,05 %₀₀ metylenblålösning innehållande 0,5 %₀ kaliumsuccinat nedfördes i ett vakuurnör, vilket evakuerades och placerades i 38° vattenbad. Provet avfärgades efter 7 minuter.

Försök: Av samma muskulatur avvägdes sex portioner på vardera 0,5 gr. Dessa portioner nedfördes var för sig i provrör tillsammans med 5 cm³ absolut alkohol under 30 minuter. Därefter avhåldes alkoholen och muskulaturen tvättades 30 minuter med vatten, som upprepade gånger ombyttes.

De sålunda behandlade muskelpreparaten nedfördes i vakuurnör. I rör 1—4 tillsattes 1 cm³ av den vid kontrollprovet omnämnda metylenblå-kaliumsuccinatlösningen. I rör 5—6 tillsattes 1 cm³ 0,05 %₀₀ metylenblålösning men intet kaliumsuccinat. Samtliga rör evakuerades och placerades i 38° vattenbad.

Rör	1	2	3	4
Vattenbad kl.	7,1	7,2	7,3	7,4
+	7,10	7,12	7,15	7,10
++	7,26	7,28	7,32	7,28
+++	7,35	7,36	7,40	7,34
Avfärgningstid:	34	34	37	30 min.

Rör 5—6, som placerades i vattenbad kl. 7,5 resp. 7,6 visade ännu efter 14 timmar ingen säker avfärgning.

Formolförsök. Serie II.

Kontrollprov: anordnat såsom motsvarande prov vid motsvarande alkoholförsöken. Avfärgning på 8 min.

Försök: Av den vid kontrollprovet använda hästmuskulaturen avvägdes 5 portioner vardera 0,5 gr. Dessa portioner behandlades var för sig under 30 minuter med 5 cm³ 20 % svagt alkalisk formaldehyd och tvättades därefter i aq. dest., som upprepade gånger byttes under 30 minuter. Muskelpreparaten överfördes därefter i vakuümör, vardera tillsammans med 1 cm³ av den vid alkoholförsöket nämnda metylenblå-kaliumsuccinatlösningen. Rören evakuerades och placerades i vattenbad. Efter 12 timmar ingen iakttagbar avfärgning.

De anförda försöken visa, att alkoholbehandling av muskulaturen icke förstör enzymet utan endast förlångsammare dess verkan. Detta synes icke stämma med BATELLIS och SERNES (34) iakttagelser rörande syrgasupplagringen. Formoldäremot upphäver vid denna koncentration enzymets verkan. I själva verket förstöres denna redan vid en formaldehydkoncentration av 2 % (starkare utspädningar hava icke använts).

I andra försöksserier har jag behandlat hud, tagen på vanligt sätt från levande människor, med abs. alkohol resp. 20 % formaldehyd och efter tvättning i dest. vatten överfört preparaten i metylenblålösningar av samma koncentration, som jag vid vitalfärgning f. ö. använt. Färgningstiden har varierat mellan 4 och 6 timmar och försöken hava dels gjorts vid rumstemperatur och dels vid 37° i termostat. Det visade sig därvid, att epidermis i de alkoholbehandlade preparaten var ofärgad. I de formolbehandlade preparaten erhöles däremot inom epidermis en diffus protoplasmfärgning liknande den vid vitalfärgning.

Mot dessa försök kan anföras, att alkohol och formalin på olika sätt påverka cellernas äggvita, lipoider m. m. och att de sålunda icke äro jämförbara. Anmärkningsvärt har det dock synt mig vara, att alkoholen, som icke förstör enzymet men väl löser lipoiderna, omöjliggör protoplasmats färgning, under det att formalinet, som förstör enzymet men icke lipoiderna, icke inverkar på cellprotoplasmats färgbarhet. Försöken synas mig även tala mot antagandet att det skulle vara enzymets adsorbition av färgämnet, som är bestämmande för färgupptagningen.

Enligt vilka lagar sker fördelningen av färgämnet mellan färgvätskan och cellprotoplasm?

Vid försöken angäendes en lösning, som på 1000 cm³ aq. dest. innehöll:

Primärt kaliumfosfat	1 gr.
Sec. natriumfosfat	5,3 gr.
Koksalt	8,5 gr.

Denna lösning är isotonisk med en 0,9 % koksaltlösning och har samma vätejonkoncentration som vatten, $P_H = 10^{-7}$. Vätejonkoncentrationen kontrollerades kolori-

metriskt. Till saltlösningen fogades metylenblått, och den sålunda erhållna färglösningen fördelades på 100 cm³s kolvar och späddes med den ovannämnda saltlösningen, så att kolvarna kommo att innehålla:

Kolv 1	1 del metylenblått på 20000 delar vatten
» 2	$\frac{1}{2}$ » » » » »
» 3	$\frac{1}{4}$ » » » » »
» 4	$\frac{1}{8}$ » » » » »
» 5	$\frac{1}{16}$ » » » » »
» 6	$\frac{1}{32}$ » » » » »

Av dessa färglösningar avmättes 20 cm³, som öfverfördes i provrör. Provrören innehålla således

Rör 1	1 mgr. metylenblått
» 2	$\frac{1}{2}$ » »
» 3	$\frac{1}{4}$ » »
» 4	$\frac{1}{8}$ » »
» 5	$\frac{1}{16}$ » »
» 6	$\frac{1}{32}$ » »

Till vardera av rören sattes 1 gr. marsvinshud. Denna var tagen av ett nyss dödadt marsvin, befriad från tvärstrimmig muskulatur och i möjligaste mån från hår. Sedan sönderklippes den i så små stycken som möjligt och tvättades under 1 timme med fysiologisk koksaltlösning. Denna tvättning företogs för att ytterligare befria huden från hår och i någon mån från fett och blod.

Provrören sattes genom ett system av korkar och glasarör i förbindelse med varandra, så att en luftström kunde sugas genom vätskan i desamma. Detta dels i avsikt att förhindra den enzymatiska avfärgningen dels för att få vätskan och hudbitarna omblandade under försöket. Det hela sattes i förbindelse med en vattensug under en tid av 20 timmar, till vilken tid jag ansåg mig böra begränsa försöket. Därefter centrifugerades rören innehåll, och färglösningen avhåldes. Det visade sig därvid, att av densamma extrahererats en del äggviteämnen, vilka gjorde det omöjligt att jämföra färgerna i de ursprungliga och de vid försöket använda lösningarna. För att bortskaffa dessa sattes 2 droppar koncentrerad ättiksyra till varje rör, varefter äggvitan flockade ihop sig, så att den kunde centrifugeras ifrån. Färgstyrkan bestämdes genom jämförelse med de ursprungliga lösningarna dels medelst J. Dubosq's kolorimeter, dels också därigenom, att dessa lösningar späddes till olika färgkoncentrationer i provrör, som därefter jämfördes med den vid försöket använda färglösningen. På detta sätt kunde jag approximativt bestämma huru mycket färg, som återstod i sistnämnda lösningar, och genom en enkel subtraktion huru mycket, som upptagits av huden. För att giva exempel på de erhållna resultaten anför jag här.

Serie 1. Försökstid 20 timmar.

	Kolorimeterbestämning	Provrörsavläsning	Upptaget
Rör 1	27 % kvar	35—40 %	omkring 65 %
» 2	27 % »	35—40 %	» 65 %
» 3	33 % »	40—45 %	» 60 %
» 4	45 % »	50—55 %	» 50 %
» 5	44 % »	45—50 %	» 50 %
» 6	45 % »	50—55 %	» 50 %

Då den använda metoden givetvis är behäftad med stora felkällor, få de anförda resultaten endast betraktas såsom approximativa. De visa emellertid, att färgupptagningen är i procent uttryckt ungefär lika stor ur den svagaste använda lösningen som ur den starkaste. En avvikelse finnes, i det att ur de svagare lösningarna något mindre färg upptagits än ur de starkare. Denna försiggår vid en lägre koncentration långsammare än vid en högre och detta skulle således kunna förklara, varför ur de mindre mättade färglösningarna mindre färg upptagits än ur de mer mättade. Försöken auser jag bestämt tala mot, att det skulle vara en adsorptionsprocess, som reglerar upptagandet. Adsorptionsprocessens motsvarande kurva är en parabel, under det att den ur ifrågavarande försök erhållna närmast blir en rät linje. Likaså talar den mot en irreversibel kemisk reaktion. Det återstår då spörsmålet om det är fråga om en fördelning enligt lagarna för ämnens löslighet i olika medier eller om en reversibel kemisk reaktion. En möjlighet att avgöra detta giva försöken över vätejonkoncentrationens inverkan på färgupptagningen. Då det är osannolikt, att förändringar av vätejonkoncentrationen utanför cellen skulle påverka en kemisk process inom cellerna återstår endast möjligheten, att färgämnet upptages enligt lagarna för ämnens löslighet i olika medier¹.

Vätejonkoncentrationens inverkan på den vitala metylenblåfärgningen av epidermis.

Vätejonkoncentrationens inverkan på färgningsprocesserna har redan tidigare sysselsatt ett antal forskare. ENDLER (40) kommer till det resultatet, att OH-joner utanför celler befördra såväl in- som utträdet av basiska färgämnen i resp. ur de levande cellerna. H-joner däremot motverka färgämnets inträngande. För de sura färger, som intränga i cellerna finner han ett motsatt förhållande. Mot dessa undersökningar kan anmärkas, att ENDLER för att få den önskade vätekoncentrationen använder sådana ämnen som klorvätesyra och natroulut. Frånsett den skada han genom dessa reagens måste tillfoga cellerna, kan han redan av den grunden, att det med dessa lösningar icke går att åstadkomma en under hela försöket konstant

¹ Detta utesluter helt naturligt icke fullständigt förekomsten av adsorptions- resp. kemiska processer utan det visar endast att de icke förekomma i sådan utsträckning att de inverka på försöksresultatet.

vätejonkoncentration, icke vara säker om riktigheten av sina resultat. Detta så mycket mer, som han använder så starka utspädningar som tiotusendelsnormala. De i hans lösningar f. ö. ingående salterna kunna därvid icke verka reglerande. **RODHE** (52) publicerar 1917 ett arbete, där anser sig hava undersökt den inverkan förändringar av vätejonkoncentrationen i det inre av växt- och djurceller kan hava på färgupptagningen. Han anger, att sura och basiska färgämnen sannolikt intränga i alla celler, men att desamma upplagras där, endast om reaktionsförhållandena i cellernas inre äro anpassade efter färgämnet. Cellernas reaktion anser han sig kunna förändra genom att lägga cellerna i sura resp. basiska lösningar. Såsom sådana har han använt de av **Michaelis** angivna standard lösningarna: blandningar av ättiksyra och natriumacetat samt av primärt och sekundärt natriumfosfat. **OVERTON** 50, sid. 216) säger: »Aus vergleichenden Untersuchungen war ich dagegen zu dem Schlusse gelangt, dass die Ammoniumsalze ebenso wenig in die noch intacten Zellen eindringen wie die übrigen Alkalisalze oder doch nur äusserst langsam.» Detta citat visar, att **RODHE** icke förändrat reaktionen inom de celler han undersökt annat än i den mån den kunnat påverkas av den lätt inträngande ättiksyran. Då denne författare dessutom anger, att han direkt kunnat jämföra cellfärgningar »mit den Farbtönen der Standardlösungen», och då han vidare anser sig dessförinnan kunna koncentrera det i cellen upptagna färgämnet genom att enligt **HÖBER** framkalla plasmolys medelst 10 %-ig kaliumnitratlösning, synas mig hans resultat alltför opålitliga för att man därvid skulle kunna fästa avseende. **L. PELET** och **N. ANDERSEN** (51) undersökte det inflytande syror (klorväte-, svavel- och fosforsyra) och baser (natronlut) hava på färgningen av ull medelst kristallponceaus och metylenblått. Han kommer till det resultatet, att av en basisk färg mer upptages ur en basisk lösning än ur en sur. För sura färger gäller motsatsen.

Vid de försök jag anställt över vätejonkoncentrationens inverkan på metylenblåupptagningen i epidermis har jag använt mig av människohud. Mina lösningar hava beretts enligt **SÖRENSENS** (55) tabeller och sedan kontrollerats, i vissa fall kolorimetriskt, i andra elektrometriskt. Försöken kunna indeles i tvänne grupper, en, där jag inom vissa gränser förändrat vätejonkoncentrationen endast utanför cellerna och en annan, där jag även sökt påverka densamma såväl inom som utom cellmembranen. Detta har kunnat ske genom användande dels av lösningar innehållande alkalifosfater, vilka enligt **OVERTON** icke genomtränga cellmembranen, dels av ättiksyre-natriumacetatlösningar och ammoniak-klorammonium-lösningar. Av dessa ämnen tränga ättiksyra och ammoniak lätt in i cellerna. Några uppgifter angående natriumacetatets förhållande har jag icke kunnat erhålla annat än de ovan beträffande alkalialter efter **OVERTON** citerade. Det är därför troligt, att man vid användning av ättiksyre-acetatblandningar fåren större vätejonkoncentration inom cellerna i den till försöket använda lösningen. Man kan alltså vid dessa försök endast vara säker om, att man ökat vätejonkoncentrationen inom cellerna, men det måste lämnas därhän hur mycket. Vad åter ammoniak-klorammoniumlösningarna beträffar, anger **BAYLIS** (35), att klorammonium intränger i cellerna. **OVERTON** anser, att detta inträngande i

varje fall endast försiggår långsamt, och det är därför vid dessa försök möjligt, att vi sänka vätejonkoncentrationen mer än vad som anges av lösningens vätejonkoncentration. Av färgningsresultaten kan man dock sluta till att vätejonkoncentrationen inom cellerna vid den tidpunkt, då färgämnet inträngt dit icke reglerats uteslutande av den inträngda ammoniak. Vid en vätejonkoncentration lägre än 10^{-9} visar nämligen erfarenheten, att metylenblått i stor utsträckning omvandlas i en rödviolet produkt (metylenazur?). Vid denna vätejonkoncentration i försöksvätskan få vi också en rödfärgning av cellerna, vilket icke är fallet vid en högre vätejonkoncentration i nyssnämnda vätska.

Vid lösningarnas beredning har använts 0,1 molara natriumhydrat, ättiksyre- och klorammoniumlösningar sam' 15-delsmolara fosfatlösningar. För att göra de så erhållna blandningarna isotoniska med en 0,9 % ig koksallösning tillfogades en för varje fall beräknad mängd molar klornatriumlösning. Vid beräkningen av denna mängd togs hänsyn endast till de i cellerna icke inträngande salterna, således icke till ättiksyra och ammoniak, som lätt intränga. Klorammonium betraktades i detta hänseende, på grund av dess långsamma inträngande, likvärdigt med de av cellmembranen icke genomsläppliga salterna. De använda lösningarna fingo därför följande utseende (uttryckt i cm^3):

Fosfatlösningar.

Kolv.	Primärt fosfat.	Sekundärt fosfat.	Koksalt.	Uppmätt vätejonkone.
	$\frac{\text{m}}{15}$	$\frac{\text{m}}{15}$	$\frac{\text{m}}{1}$	
I	64	2	7,8	$10^{-5,11}$
II	48	12	6,7	$10^{-6,08} - 10^{-6,18}$
III	20	40	5,6	$10^{-6,5} - 10^{-6,08}$
IV	2	64	5,4	10^{-5}

Acetal-ättiksyre samt natrium hydrat- klorammonium lösningar.

Kolv.	Natriumacetat.	Ättiksyra.	Koksalt.	Uppmätt vätejonkone.
	$\frac{\text{m}}{10}$	$\frac{\text{m}}{10}$	$\frac{\text{m}}{1}$	
1	2	64	13	$10^{-3,24}$
2	40	20	7,2	$10^{-5,05}$
3	64	1	5,3	$10^{-6,21} - 10^{-6,5}$
Kolv.	Natriumhydrat.	Klorammorium.	Koksalt.	Uppmätt vätejonkone.
	$\frac{\text{m}}{10}$	$\frac{\text{m}}{10}$	$\frac{\text{m}}{1}$	
4	2	66	5,7	$10^{-8,1}$
5	10	50	6	$10^{-8,09} - 10^{-8,81}$
6	32	40	9,6	$10^{-9,08} - 10^{-10,11}$
7	32	33	8,5	$10^{-11,0}$

Vid beredningen av den sist nämnda gruppen lösningar användes natriumhydrat i stället för ammoniak. I stället ökades mängden ammoniumklorid i mot-

svarande grad. Därvid omsatte sig dessa ämnen enligt reaktionsformeln: $\text{NaOH} + \text{H}_4\text{NCl} = \text{NaCl} + \text{H}_3\text{N} + \text{H}_2\text{O}$. Därigenom erhålles en ökning av koksaltmängden, till vilken hänsyn tagits vid beräkningen av lösningarnas osmotiska tryck.

Av de så beredda vätskorna har till varje försök tagits 5 cm^3 till vilka satts 4 dr. mättad lösning av metylenblått i fysiologisk koksaltlösning. Färgningen har pågått under 6 timmar vid 38° . Endast från levande människor tagen hud har använts, och de färgade preparaten hava fixerats i mättad ammoniumlybdatlösning under 8—12 timmar, tvättats i dest. vatten, inbäddats och skurits på vanligt sätt.

Vid den mikroskopiska undersökningen av de så erhållna preparaten erhöles följande resultat. I snitten från de bitar, där vätejonkoncentrationen såväl inom som utom cellerna förändrats erhöles ingen färgning av epidermis eller i bästa fall i de kring neutralpunkten liggande lösningarna (3 och 4) en ytterst svag, knappast iakttagbar blåfärgning. Då vätejonkoncentrationen sjunkit till 10^{-10} och 10^{-11} (lösningarna 6 och 7) iakttages en stark desquamation av epitelet, som i sistnämnda lösning fullständigt lossnat från corium. Epitelcellerna äro i dessa lösningar violett-färgade (metylenazur?).

I de med fosfatlösningarna behandlade preparaten iakttages en starkare färgning, ju mer alkalisk lösningen blir, så att vid den lägsta vätejonkoncentrationen 10^{-8} den bästa färgningen erhålles. I de med de suraste lösningarna ($P_{\text{H}} = 10^{-5.51}$) behandlade preparaten är färgningen svagast och ungefär lika god som i de bäst färgade av de med ättiksyre—acetat- och ammoniak—ammoniumkloridlösningarna behandlade preparaten. I de vid en vätejonkoncentration av $10^{-6.68}$ — $10^{-6.18}$ färgade preparaten är kärleins innehåll starkt blåfärgat, beroende på, att dels enstaka blodkroppar, dels plasma mellan desamma upptagit färg. Vid färgning med en vätejonkoncentration = $10^{-6.51}$ — $10^{-6.08}$ visar epitelet en egendomlighet i sin färgning, i det att vissa celler upptagit mer färg än epidermis i övrigt. Därför framstår färgningen såsom tämligen nyckfull, och bilder starkt påminnande om de LANGENHANS'ska cellerna uppkomma.

Sammanfatta vi resultaten av denna undersökning, så visar den, att förändringar av vätejonkoncentrationen utanför cellerna åt det alkaliska hållet ökar upptagningen av metylenblått, förändringar åt det sura hållet åter minska densamma. Detta stämmer väl överens med de av ENDLER (40) samt PELET och ANDERSEN (51) publicerade iakttagelserna. Vid förändringar av vätejonkoncentrationen inom cellen blir färgningen ytterst svag eller uteblir alldeles. Möjligen beror detta på, att cellerna av ättiksyran och ammoniakken hunnit skadas allt för mycket innan acetatet — om en sådan verkan överhuvud kan tillskrivas detta — och ammoniumkloriden hunnit göra sin reglerande inverkan gällande, för att färgupptagningen skulle kunna bli den för resp. vätejonkoncentration normala.

Man kan emellertid teoretiskt beräkna den inverkan förändringar i vätejonkoncentrationen utanför cellerna skola utöva på upptagningen av metylenblått. Vi använda till färgningen metylenblåtklorid (MCl). Denna är vid de använda utspädningarna såsom alla neutralsalter dissocierad i metylenblåjoner (M^+) och klorjoner

(Cl⁻). Å andra sidan är vattnet viss utsträckning dissocierat i (OH⁻) och (H⁺)-joner. Vi kunna då räkna med en viss mängd metylenblåbas (MOH) i lösningen.

Dess mängd bestämmes av ekvationen $\frac{\text{MOH}}{(\text{M}^+) \cdot (\text{OH}^-)} = k$. (k = inverterade värdet av dissociationskonstanten). Antaga vi tills vidare, att cellmembranen är impermeabel för MCl¹ men permeabel för MOH samt att koncentrationen av metylenblått under försöket är konstant = a , så kunna vi utgå från tvänne ekvationer:

$$1) \quad \frac{(\text{MOH})_{\text{vätska}}}{(\text{M}^+) \cdot (\text{OH}^-)} = k \quad \text{samt}$$

$$2) \quad (\text{M}^+) + (\text{MOH})_{\text{vätska}} = a.$$

Antag vidare, att vätejonkoncentrationen utanför cellen är 10^{-n} . Hydroxyljonkoncentrationen är då 10^{-14+n} .

Insätter man detta värde i ekvationen 1) får man

$$3) \quad (\text{MOH})_{\text{vätska}} = k \cdot (\text{M}^+) \cdot 10^{-14+n} \quad \text{och ur ekvationerna 2) och 3)}$$

$$4) \quad (\text{M}^+) + k \cdot (\text{M}^+) \cdot 10^{-14+n} = a = (\text{M}^+) \cdot (1 + k \cdot 10^{-14+n}) \quad \text{och alltså}$$

$$5) \quad (\text{M}^+) = \frac{a}{1 + k \cdot 10^{-14+n}};$$

genom att införa detta värde i ekvationen 3) erhåller man

$$6) \quad (\text{MOH})_{\text{vätska}} = \frac{a \cdot k \cdot 10^{-14+n}}{1 + k \cdot 10^{-14+n}}.$$

Vi söka den i cellen inträngda mängden färgbas (x). Vätejonkoncentrationen i cellen antages vara 10^{-m} . Hydroxyljonkoncentrationen är då 10^{-14+m} . Dissociationskonstanten för metylenblåbasen antages vara lika stor inom som utom cellen. Vi erhålla då för cellen ekvationerna

$$7) \quad \frac{(\text{MOH})_{\text{cell}}}{(\text{M}^+) \cdot (\text{OH}^-)} = k \quad \text{samt}$$

$$8) \quad (\text{M}^+) + (\text{MOH})_{\text{cell}} = x$$

$$9) \quad (\text{MOH})_{\text{cell}} = k \cdot (\text{M}^+) \cdot (\text{OH}^-) = k \cdot (\text{M}^+) \cdot 10^{-14+m}$$

$$10) \quad (\text{M}^+) = \frac{(\text{MOH})_{\text{cell}}}{k \cdot 10^{-14+m}}; \quad \text{insättes detta värde i 8) blir}$$

$$11) \quad x = \frac{(\text{MOH})_{\text{cell}}}{k \cdot 10^{-14+m}} + (\text{MOH})_{\text{cell}} = (\text{MOH})_{\text{cell}} \cdot \frac{k \cdot 10^{-14+m} + 1}{k \cdot 10^{-14+m}};$$

¹ Se sid. 41 och följande.

Cellmembranen antages tills vidare vara permeabel för MOH men icke för färgsalterna. MOH kommer då att fördelas mellan vätskan och cellprotoplasmat enligt fördelningslagen. Fördelningskonstanten = c . Alltså

$$12) \quad \frac{(\text{MOH})_{\text{cell}}}{(\text{MOH})_{\text{vätska}}} = c,$$

$$13) \quad (\text{MOH})_{\text{cell}} = c \cdot (\text{MOH})_{\text{vätska}} = c \cdot \frac{a \cdot k \cdot 10^{-14+n}}{1 + k \cdot 10^{-14+n}}; \text{ (enl. ekv. 6)}$$

enligt ekvation 11 blir då

$$14) \quad x = \frac{k \cdot 10^{-14+m} + 1}{k \cdot 10^{-14+m}} \cdot c \cdot \frac{a \cdot k \cdot 10^{-14+n}}{1 + k \cdot 10^{-14+n}};$$

$$15) \quad x = c \cdot a \cdot \frac{10^n \cdot (1 + k \cdot 10^{-14+m})}{10^m \cdot (1 + k \cdot 10^{-14+n})} = c \cdot a \cdot \frac{10^n + k \cdot 10^{-14+m+n}}{10^m + k \cdot 10^{-14+m+n}};$$

göra vi denna ekvation mer överskådlig genom att multiplicera täljare och nämnare med 10^{14-m-n} erhålla vi

$$16) \quad x = \frac{a \cdot c \cdot (10^{14-m} + k)}{10^{14-n} + k}.$$

Då x var den mängd färg, som upptagits av cellerna finna vi, att denna växer med n . Den blir alltså större, när vätejonkoncentrationen utanför cellen sjunker i full överensstämmelse med de förut anförda försöken.

Det är vidare tydligt, att färgupptagningen står i direkt proportion till koncentrationen av den använda färglösningen samt till fördelningskonstanten. Den uppställda formeln gäller alla cellslag och färgämnen, där man kan antaga, 1) att fördelningen regleras efter lagarna för ämnens löslighet i olika medier samt 2) att färgbasen men icke färgsaltet tränger igenom cellmembranen. Här kunde vara platsen att grafiskt framställa det inflytande variationer av storleken på vätejonexponenten n kunna utöva på storleken av x . Dock torde det vara lämpligt att först sysselsätta sig med frågan om denna ekvation har tillämplighet på metylenblått. Det har redan experimentellt visats, att fördelningen av färg mellan lösningsmedel och cellprotoplasma sker enligt fördelningslagen. Vad som återstår blir då frågan:

Är det färgbasen eller färgsaltet, som intränger i cellerna?

I färglösningen förekommer metylenblått dels i form av metylenblåtklorid (MCl), vilken dissocieras i M^+ och Cl^- . Vidare finnas H^+ , OH^- samt fosfat- och metalljoner. M^+ kan då tänkas kombinerad med OH^- eller fosfatjoner. Det kunde nu tänkas, att M^+ genomträngde cellmembranen, men att denna vore ogenomtränglig för övriga i lösningen förefintliga joner och molekyler. Detta måste dock

anses möjligt endast om någon i cellen befintlig jon i stället utträdde och ett utbyte sålunda kunde ske. Färgningen skulle då bli oberoende av vätejonkoncentrationen. För metylenblåfosfatet gäller vad nedan säges om metylenblåkloriden och jag diskuterar därför ej vidare detta. Det återstår då endast de möjligheterna, att metylenblåbasen, -kloriden eller båda skulle kunna intränga i cellen. Antager man att cellmembranen är permeabel för metylenblåkloriden, skulle denna i det givna fallet fördela sig så att $\frac{(MCl)_{cell}}{(MCl)_{vätska}} = c_1$; $c_1 =$ fördelningskonstanten. Då färgämnets löslig-

het i vätskan knappast — och i varje fall ej märkbart — kan förändras av de små förskjutningarna i mängden primärt och sekundärt fosfat, och då vidare lösligheten föga torde påverkas av de små förskjutningarna i vätejonkoncentrationen, skulle man i detta fall vänta att vid fosfatförsöken få samma färgning av epidermis i alla fall. Så är emellertid icke förhållandet, och vi måste då antaga, att metylenblåbasen intränger och är anledningen till dessa förändringar. Skulle MCl intränga tillsammans med MOH bleve förhållandet likartat, då mängden MOH i förhållande till mängden MCl är alltför obetydlig för att den skulle kunna komma till synes. Det återstår sålunda endast den möjligheten, att det är metylenblåbasen, som intränger i cellerna och är orsaken till dessas färgning. Detta stämmer väl överens med OVERTON'S tidigare uppfattning. Denne forskare ansåg nämligen för att salterna av de basiska anilinfärgerna äro starkt hydrolytiskt spaltade samt att de fria färgbaser äro lösliga i eter, oljor etc. Det stämmer vidare överens med växtcellernas och groddlarvernas förhållande till alkaloider: OVERTON (46) har nämligen funnit, att de starka syrnans alkaloidsalter knappast och vid ökning av vätejonkoncentrationen icke alls intränga. Den fria alkaloidbasen intränger däremot lätt.

I ett senare arbete (45)¹ frångår emellertid OVERTON sin tidigare uppfattning, att det skulle vara färgbaser, som intränga i cellerna och uttalar istället såsom sin åsikt att det skulle vara färgsaltet. Såsom skäl härför anger han, att man enligt de modärnare åsikterna om anilinfärgernas konstitution knappast kan tänka sig att deras ensyriga salter i vattenlösning äro i nämnvärd grad hydrolytiskt dissocierade. Detta emedan färgbaser skulle vara en betydligt starkare bas än han förut antagit. För att förstå den snabbhet varmed cellfärgningen inträder måste man emellertid antaga att minst 5% av det i lösningen befintliga färgämnet befunde sig i form av färgbaser, vilket, om ovannämnda åsikter om färgämnenas konstitution vore riktig, ej skulle vara möjligt, åtminstone beträffande trifenylnetan- och chinonimidfärgämnen.

Redan beträffande utgångspunkten, att anilinfärgernas baser skulle vara starka baser, torde, med den allmänna fattning OVERTON givit sitt uttalande, meningarna vara delade. I ett 1914 utkommet arbete (36) säger BJERRUM: (sid. 63) Hiernit würde es stimmen, dass die Indikatoren gewöhnlich *sehr schwache* Säuren und Basen zu sein scheinen». Bland de av OVERTON undersökta färgämnen finnas emellertid ett fler-

¹ Detta arbete har tyvärr först under tryckningen av föreliggande avhandling blivit mig tillgängligt.

tal som fått användning såsom indikatorer, t. ex. gentianaviolett och metylviolett i trifenylmetangruppen och neutralrött i chinonimidgruppen för att uppräknat några.

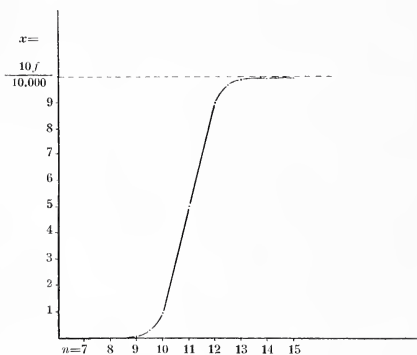
Beträffande andra torde däremot OVERTONS uttalande vara berättigat i så måtto, att deras färgbaser äro starka baser och till dessa hör just metylenblått, vars dissociationskonstant, såsom å sid. 44 säges, beräknats till ungefär 10^{-3} . Jag måste därför närmare uppehålla mig vid detta fall. Man måste då först fråga, huru OVERTON beräknat, att minst 5 % av färgämnet skulle vara hydrolyserat för att färgningens snabbhet skulle kunna förklaras. Härom lämnas ingen som helst upplysning. Om denna siffra gäller färgbasen bör den med samma rätt kunna tänkas gälla färgsaltet. Redan i en 0,1-molar lösning är emellertid detta till 90 % elektrolytiskt dissocierat i sina båda joner och i en lösning, som, i likhet med den som användes till färgning, är 0,00001-molar torde endast bråkdelar av 1 % vara kvar i odissocierat salt. Vi finna i stället i detta fall koncentrationen av odissocierat färgsalt och genom hydrolys uppkommen färgbas vara av samma storleksordning i den använda lösningen. Emellertid, allt eftersom färgsaltet intränger i cellen, återbildas nytt salt genom jonernas förening utanför cellen. Men detsamma gäller även färgbasen och utgör således intet särskilt stöd för någondera uppfattningen. Det finnes emellertid fakta, som bestämt tala emot den av OVERTON sist företrädde uppfattningen. Hit hör det faktum, att minskning av hydroxyljonkoncentrationen utanför cellen minskar färgupptagningen. Detta torde knappast kunna förklaras, om det är färgsaltet, som intränger, och det är ett lika gott stöd för färgbasens inträngande som för alkaloidbasernas, i fråga om vilka OVERTON själv använder samma tankegång. Ännu ett skäl må anföras: Närvaro av koksalt i en lösning minskar dess lösningsförmåga av metylenblåtklorid. I en 0,9 % klornatriumlösning löses mindre än $\frac{1}{10}$ så mycket färg som i destillerat vatten. Rörsocker påverkar däremot ej märkbart lösligheten. Fördelningskoefficienten för färgen mellan cellprotoplasmat och koksaltlösningen måste alltså vara mer än 50 gånger så stor som mellan cellprotoplasmat och rörsockerlösningen. Skulle nu OVERTONS nyare åsikt vara riktig, skulle ur en fysiologisk koksaltlösning ungefär femtio gånger mer färg upptagas av cellerna än ur en isotonisk rörsockerlösning. Försök över denna fråga, dels anordnade såsom vid försöken angående färgupptagningen av marsvinshud vid olika färgkoncentration och dels med mindre människohudbitar, som sedermera inbäddats och skurits på vanligt sätt, visa emellertid, att ur en sockerlösning snarare mera färg upptages än ur en isotonisk koksaltlösning, naturligtvis vid samma färgkoncentration i båda lösningarna. Detta synes mig avgjort tala för den av mig företrädde uppfattningen, att *det är färgbasen som intränger i cellerna*. Försök med den av OVERTON (45) angivna benzol-lectinblandningen tala med bestämdhet för att färgsaltet icke i iakttagbar mängd är lösligt i lectin, vilket däremot färgbasen är i dess högre grad. Det är nämligen färgbasen som vid dessa försök övergår i den ovan nämnda blandningen. *Den av mig här försvarade uppfattningen står därför bättre än Overtons nyare i överensstämmelse med hans lipoidteori.*

Sammanfattning av Kap. II.

Det har genom de ovan omtalade försöken gjorts sannolikt, att färgningen av epidermis följde lagarna för ämnenas löslighet i olika medier. Detta bestyrkes genom den fullständiga överensstämmelsen mellan det teoretiskt beräknade och det experimentellt funna inflytandet förändringar av vätejonkoncentrationen utanför cellen hava på färgupptagningen. Vid den teoretiska beräkningen utgicks nämligen från antagandet, att färgen var löst i cellprotoplasmat. Det skulle f. ö. vara svårt att förstå, huru förändringar i vätejonkoncentrationen utanför cellen skulle kunna påverka adsorptions- eller kemiska processer inuti cellen. Det har vidare visat sig berättigat att för den vitala metylenblåfärgningen av epidermis uppställa ekvationen:

$$x = \frac{a \cdot c (k + 10^{14-m})}{k + 10^{14-n}}$$

där x betecknar den upptagna färgmängden; a totalkoncentrationen av färg i den använda lösningen; c fördelningskonstanten mellan färgvätska och cellprotoplasma; n vätejonexponenten utanför och m vätejonexponenten inuti cellen samt k inverterde värdet av färgbasens dissociationskonstant.



Textfigur 1.

Sambandet mellan färglösningens vätejonkoncentration och cellens absoluta färgupptagande.

Det kan vara av intresse att undersöka, vilken inverkan de olika konstanternas variationer kunna hava på storleken av den upptagna färgmängden. Börja vi då med att låta vätejonkoncentrationen bli densamma inom och utom cellerna, alltså $m = n$ så blir

$$x = a \cdot c;$$

Färgupptagningen bestäms då endast av totalkoncentrationen och fördelningskonstanten.

Vätejonexponentens inverkan på färgupptagningen framgår av bifogade kurvor (textfigg. 1 och 2). Dissociationskonstanten har i dessa för metylenblått med

¹ Då diffusionen är proportionel mot skillnaden i ämnets koncentration i de båda medierna skulle x teoretiskt taget först efter oändligt lång tid nå det av ekvationen angivna värdet. Då å andra sidan de mycket små tillskott av färg, varom det efter ett eller annat dygn skulle bli fråga, icke av oss kunna iakttagas och då vidare avstånden inom huden äro så små torde tiden praktiskt kunna begränsas till en eller annan dag. Nu avbryta vi emellertid färgningen redan efter 4-6 timmar och vi få därför icke vänta oss, att preparatens färgstyrka exakt skall förhålla sig såsom ekvationen anger. Därtill kommer den enzymatiska avfärgningen, som gör, att vi endast vid obehindrat lufttillträde till alla celler kunna räkna med full färgstyrka i preparatet.

vilka cellerna förbli vid liv, eller på den sura sidan därom, stiger den upptagna färgmängden nästan proportionellt med värdet på n . Kurvan närmar sig åt det sura hållet asymptotiskt till linjen 14—14. Då n kommer upp till värden på 10 och däröver, kommer värdet på k i ekvationen att allt mer göra sig gällande, så att kurvan i fortsättningen närmar sig linjen $\log x = \log f - 3$ asymptotiskt d. v. s. ökningarna i färgupptagningen äro här minimala vid stigande n -värden. Läget av kurvans krökning kommer att bli beroende av storleken på dissociationskonstanten och förskjutes vid ökning resp. minskning av dess exponent (e) uppåt resp. nedåt utefter linjen 1—1. Kurvans högra skänkel närmar sig därvid alltid asymptotiskt till linjen $\log x = \log f - e$.

Man kan således med kännedom om vissa ovan angivna konstanter beräkna adels mängden i det givna fallet upptagen färg, dels också vilka förändringar denna mängd undergår vid ändringar av betingelserna. Den i cellen inträngda färgen reduceras sedan till leucometylenblått genom det i cellen förekommande enzymet succinodehydrogenas och möjligen andra detta närstående enzym.

Översikt.

Jag har i det föregående sökt visa vilka processer, som avspela sig vid vitalfärgning av epidermis. Det är av det sagda tydligt, att diffusionen av färgämnet (färgbasen) spelar en stor roll vid dess inträngande i denna vävnad. Diffusionen är, som bekant, en långsamt försiggående process, och tiden ökas med färgens utspädning. Det är därför vid de utspädda färger, som användas till vital metylenblåfärgning icke underligt, om färgen icke alltid hunnit utbreda sig jämnt över hela vävnaden och därför icke heller underligt, om vi efter fixering av färgen och vävnaden, finna den förre anhopad på vissa begränsade områden. Dessa områden, i vissa fall kallade LANGERHANS'ska celler, behöva icke vara begränsade till vissa epitelceller utan kunna gripa över på närgränsande och på detta sätt kunna de egendomliga konstprodukter, som skildrats i kap. I och som väckt så många forskares intresse, uppkomma.

Zusammenfassung.

Im 1. Kapitel gibt der Verf. zuerst eine geschichtliche Übersicht über der Literatur der LANGERHANS'schen Zellen. Aus dieser Übersicht geht hervor, wie weit die Beschreibungen und Auffassungen betreffs dieser Zellen von einander abweichen. Im Folgenden untersucht der Verf., wie weit dieser Unterschied durch die Verschiedenheit der gebrauchten Färbemethoden erklärt werden kann, und welche dieser Methoden als unzulänglich betrachtet werden muss. Als brauchbar erweisen sich dann von den hierzu angewandten Vorfahren nur die Goldimprägnationsmethode in ihren verschiedenen Modifikationen und die vitale Methylenblaufärbung, die übereinstimmende, obgleich in mancher Hinsicht variierende Gebilde liefern. Betreffs dieser Arbeitsmethoden weist der Verf. nach, dass sie die notorischen Epidermiszellen färben, sowie auch die Zellgrenzen und den Interzellularsubstanz. Diese Färbungen müssen jedoch als sehr unzuverlässig betrachtet werden. Man bekommt dadurch alle Übergänge zwischen Färbungen der ganzen Epidermis und Zellen, die vereinzelt oder im Zusammenhang mit Interzellularsubstanz gefärbt sind. Zu letztgenannten Färbungen müssen die LANGERHANS'schen Zellen gerechnet werden und dieselben können nur ganz willkürlich, als von den übrigen Epidermiszellen verschieden, abgesondert werden.

Die Unzuverlässigkeit der Goldimprägnation wird hinreichend erklärt durch die Schwierigkeit, welche dem Eindringen des Metallsalzes entgegen steht, und durch die daraus folgende Verschiedenheit der Verteilung desselben im Gewebe.

Über die vitale Methylenblaumethode werden im Kapitel II weitere Untersuchungen angestellt. Der Verfasser untersucht zuerst die Abfärbung des Methylenblaus durch die Epidermis und findet es sehr wahrscheinlich, dass dieselbe ein enzymatischer Process ist. Die wirksamen Enzyme sind die von THUNBERG entdeckte »Succinodhydrogenas« und wahrscheinlich ausserdem einige andere. Leucomethylenblau scheint nicht in die Epidermiszellen einzudringen. Die Verteilung der Farbe zwischen Gewebe und Farblösung geschieht, wie man nach den beschriebenen Versuchserien annehmen kann, nach dem Verteilungsgesetz. Der Verf. untersucht nunmehr den Einfluss der Veränderungen in der Wasserstoffionenkonzentration ausserhalb der Zelle auf die Farbeaufnahme und zeigt wie eine Verminderung dieser Konzentration die Farbeaufnahme begünstigt, während auf die Veränderung der Reaction im Sauren eine verminderte Aufnahme folgt. Aus diesen Befunde lässt

sich die Schlussfolgerung ziehen, dass es die Farbbase ist, die in die Zellen eindringt, und nicht das Farbsalz. Es wird dann möglich die Ekvation der Farbeaufnahme abzuleiten. Wenn x die in die Zelle eingedrungene Menge Farbbase, a der Totalkonzentration der Farbe in der gebrauchten Farblösung, c die Verteilungskonstante zwischen Farblösung und Zellprotoplasma, n die Wasserstoffionenkonzentration ausserhalb und m innerhalb der Zellen und k der umgekehrte Wert der Dissociationskonstanten der Farbbase darstellt, so wird

$$x = \frac{a \cdot c \cdot (k + 10^{14-m})}{k + 10^{14-n}};$$

nach dem Gesetz der Diffusion wird dieses Gleichgewicht doch erst nach unendlicher Zeit erreicht. Die Langsamkeit der Diffusion erklärt auch die ungleiche Verteilung der Farbe und damit auch das Entstehen der LANGERHANS'schen Zellen.

Litteraturförteckning.

Kap. I.

1. AGDUHE, E.: »Über Stückfärbung mit BIELCHOWSKYS Silberimprägnationsmethode. — Einige Modifikationen.« Zeitschr. f. wiss. Mikr. u. f. mikr. Techn. Bd 34, 1917. S. 1.
2. ARNSTEIN: »Die Nerven der behaarten Haut.« Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wissensch. Bd 74, 1876.
3. BIESIADECKI: »Beiträge zur physiologischen u. pathologischen Anatomie der Haut.« Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wiss. Math.-naturw. Kl. Bd. 56, 1867. S. 225.
4. BREUL, L.: »Über die Verteilung des Hautpigmentes bei verschiedenen Menschenrassen.« Morphol. Arb. Bd 6; 1896.
5. CHRISCHTSCHONOWITSCH: »Beiträge zur Kenntniss der feineren Nerven der Vaginalschleimhaut.« Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wissensch. Math. Naturw. Kl. Bd 63, 1871; Abt. II; S. 301.
6. CYRULSKY, J. B.: »Das Nervensystem der Schnauze und Oberlippe von Ochsen.« Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd 39, 1883. S. 653.
7. EBERTH: »Die Endigung der Hautnerven.« Arch. f. mikr. Anat. Bd 6, 1870. S. 225.
8. EIMER, T.: »Die Schnauze der Maulwurfs als Tastwerkzeug.« Arch. f. mikr. Anat. Bd 7, 1871. S. 181.
9. — —: »Über den Nervenendigung in der Haut der Kuhsitze.« Arch. f. mikr. Anat. Bd 8, 1872. S. 643.
10. ELJN, E.: »Zur Kenntnis der feineren Nerven der Mundhöhlenschleimhaut.« Centralblatt f. d. Med. Wissensch. Jahrg. 9, 1871. S. 225.
11. — —: »Zur Kenntnis der feineren Nerven der Mundhöhlenschleimhaut.« Arch. f. mikr. Anat. Bd 7, 1871. S. 382.
12. HERXHEIMER, K.: »Über Pemphigus vegetans nebst Bemerkungen über die Natur der LANGERHANS'schen Zellen.« Arch. f. Dermat. u. Syphil. Bd 36, 1896. S. 141.
13. HÄGGQVIST, G.: »Studien über die Temperatursinne der Haut des Menschen.« Kungl. Svenska Vetenskapsakad. Handl. Bd 53, N:o 2. 1915.
14. — —: »Rongalivitt som nervfärgningsmedel.« Svenska Läkaresällskapets Handlingar. 1916.
15. KALLIUS: »GOLGI'sche Methode.« Encyklopädie d. mikr. Technik. Berlin-Wien 1903.
16. KREIBISCH: »Nervzellen der Haut.« Arch. f. Dermatologie u. Syphilis. 1917. Bd 124, S. 487.
17. KROMAYER: »Einige epitheliale Gebilde in neuer Auffassung.« Dermat. Zeitschr. Bd 4, 1897. S. 335.
18. KÖLLIKER, A.: »Handb. d. Gewebelehre.« Aufl. 5. 1867.
19. — —: »Handb. d. Gewebelehre.« Aufl. 6, 1889. Bd I. S. 171.
20. LANGERHANS: »Ueber die Nerven der menschlichen Haut.« Arch. f. pathol. Anat. u. Physiologie u. f. klin. Med. Bd 44, 1868. S. 325.
21. LEYDIG, F.: »Die Hautdecke und Schale der Gastropoden, nebst einer Uebersicht einheimischen Limocinen.« Arch. f. Naturgeschichte. Bd 1, 1876. S. 209.
22. MAYER, S.: »Beiträge zur Histologie und Physiologie des Epithels.« Lotos. Bd 12. Prag. 1892. S. 24.

23. MERKEL, FR.: »Tastzellen und Tastkörperchen bei den Hausthieren und beim Menschen.« Arch. f. mikr. Anat. Bd 11, 1875. S. 636.
24. V. MOJSEVICH: »Über die Nervenendigung in der Epidermis der Säuger.« Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wissensch. Math.-nat. Kl. Bd 71, Abt. III; 1875. S. 242.
25. PALADINÒ: »Sulla terminazione dei nervi cutanei delle laltra.« *Bulletino dell' Associazione dei Naturalisti Medici par la mutua istruzione.* No. 19. 1871. Citerat enl. MERKEL.
26. ПОДГОРАЕВЪ: »Ueber die Endigung der Nerven in der epithelialen Schicht der Haut.« Arch. f. mikr. Anat. Bd 5, 1869. S. 506.
27. RANVIER, L.: »Technisches Lehrbuch d. Histologie.« Uebersetzt von NICATI und WYSS, Leipzig. 1888.
28. REISSNER, A.: »Ueber das Vorkommen von Nerven in spitzen Condylomen.« Arch. f. Dermatologie. Bd 2, 1894. Anf. enl. VOLLMER.
29. RIBBERT, H.: »Beiträge zur Anatomie der Hautdecke bei Säugern.« Inaug. Diss. Bonn. 1878.
30. STÖHR, PH.: »Lehrbuch d. Histologie«. 13. Aufl. Jena 1909.
31. SZYMONOWICZ: »Goldmethoden.« Enzyklopädie d. mikr. Technik. Berlin-Wien 1903.
32. UNNA, P. G.: »Die Sauerstofforte und Reduktionsorte.« Arch. f. mikr. Anat. Bd 87, 1915. S. 96.
33. VOLLMER: »Nerven und Nervenendigungen in spitzen Condylomen.« Arch. f. Dermat. u. Syphil. Bd 30, 1895. S. 363.

Kap. II.

34. BATELLI, F. UND STEEN, L.: »Die Oxydation der Bernsteinsäure durch Tiergewebe.« *Biochem. Zeitschr.* Bd 30, 1910. S. 172.
35. BAYLISS, W. M.: »Principles of general physiology.« Sec. Edition. London 1918.
36. BJERRUM, N.: »Die Theorie der alkalimetrischen und azidimetrischen Titrierungen.« *Samml. chem. u. chem.-techn. Vorträge.* Bd 21, 1914.
37. DOGIEL: »Methylenblau zur Nervenfärbung.« *Enzyklopädie d. mikr. Technik.* 2. Aufl. Berlin-Wien 1910. Bd 2. S. 88.
38. EHELICH, P.: »Ueber die Methylenblaureaktion der lebenden Nervensubstanz.« *Deutsch. med. Wochenschr.* Jahrg. XII, 1886.
39. ENDLER, J.: »Über den Durchtritt von Salzen durch das Protoplasma. I.« *Biochem. Zeitschr.* Bd 42, 1912. S. 440.
40. — —: »Über den Durchtritt von Salzen durch das Protoplasma. II.« *Biochem. Zeitschr.* Bd 44, 1912. S. 359.
41. HANTZSCH, A., UND OSSWALD, G.: »Ueber die Umwandlung von Farbbasen in Pseudo-ammonium-Hydrate- Cyanide und Sulfonsäuren.« *Berichte d. deutsch. chem. Gesellschaft.* Jahrg. 33, 1900. S. 278.
42. HÜBER, R.: »Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe.« 4. Aufl. Leipzig u. Berlin 1914.
43. LANDAUER, P. UND WEIL, H.: »Studien über das Methylenblau.« *Berichte d. deutsch. chem. Gesellschaft.* Bd 43, 1910. S. 198.
44. MICHAËLIS, L.: »Die vitale Färbung, eine Darstellungsmethode d. Zellgrannala.« *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. 54, 1900.
45. OVERTON, E.: »Studien über die Aufnahme der Anilinfarben durch die lebende Zelle.« *Jahrb. wiss. Botanik.* Bd 34, 1900. S. 669.
46. — —: »Ueber die osmotischen Eigenschaften der Zelle in ihrer Bedeutung für die Toxikologie und Pharmakologie.« *Zeitschr. & physik. Chemie.* Bd 22, 1897. S. 189.
47. — —: »Über die osmotischen Eigenschaften der lebenden Pflanzen- und Tierzelle.« *Vierteljahrsschr. d. Naturf. Gesellschaft in Zürich.* Jahrg. 40, 1895. S. 159.
48. — —: »Ueber die allgemeinen osmotischen Eigenschaften der Zelle, ihre vermutlichen Ursachen und ihre Bedeutung für die Physiologie.« *Vierteljahrsschr. der naturf. Gesellschaft in Zürich.* Jahrg. 44, 1899. S. 88.
49. — —: »Studien über die Narkose.« Jena 1901.

50. OVERTON, E.: »Beiträge zur allgemeinen Muskel- und Nervenphysiologie. III. Mitteilung. Studien über die Wirkung der Alkali- und Erdalkalisalze auf Skelettmuskeln und Nerven.» Arch. f. d. gesamte Physiologie. Bd 105, 1904. S. 176.
 51. PELET, L. UND ANDERSEN, N.: »Über den Einfluss von Säuren und Basen auf den Färbungsvorgang.» Zeitschr. f. Chemie u. Industrie d. Kolloide. Bd II, 1907—1908. S. 225.
 52. RODHE, K.: »Untersuchungen über den Einfluss der freien H-ionen im Innern lebender Zellen auf den Vorgang der vitalen Färbung.» Pflügers Arch. Bd 168, 1917. S. 411.
 53. RUHLAND, W.: »Die Bedeutung der Kolloidnatur wässriger Farbstofflösungen für ihr Eindringen in lebende Zellen.» Berichten d. Deutsch. Bot. Ges., Bd 26a, 1908. S. 772.
 54. — —: »Die Plasmahaut als Ultrafilter bei der Kolloidaufnahme.» Ber. d. deutsch. Bot. Ges. Bd 30, 1912. S. 139.
 55. SÖRENSEN, S. P. L.: »Enzymstudier II. Om Maalningen og Betydningen av Brintionkoncentrationen ved enzymatiske Processer.» Meddelelser fra Carlsberg Laboratoriet. Bd 8, 1909. S. 1.
 56. — —: »Ueber die Messung und Bedeutung der Wasserstoffionenkonzentration bei biologischen Prozessen.» Ergebnisse d. Physiologie, Jahrg 12, 1912. S. 393.
 57. THUNBERG, T.: »En biologisk färgreaktion å bernstensyra.» Sv. Läkaresällskapets Handl. Bd 43, 1917. S. 996.
 58. — —: »Zur Kenntnis der Einwirkung tierischer Gewebe auf Methylenblau.» Skand. Arch. f. Physiologie. Bd 35, 1917. S. 163.
-

Tavelförklaring.

Fig. 1 visar ett snitt genom epidermis med ett antal LANGERHANS'ska celler. I en del av cellerna framträder kärnan som ett ljusare parti. Att fullt troget återgiva detta preparat har dock icke varit möjligt, då utlöparna anastomosera till ett tätt, i olika plan liggande nätverk. Epitelcellerna framtråda svagt konturerade och giva redan de en föreställning om guldets ojämna reduktion. Tecknat efter preparatet med ok. n:o 4 och immersionsobj. $\frac{1}{12}$. Preparatet behandlat enligt Löwits metod, skuret i 30 μ -snitt och monterat i kanadabalsam.

Fig. 2. Visar ett antal medelst rongalitvitt (R. V.) färgade LANGERHANS'ska celler. De ofärgade epidermiscellernas konturer äro antydda. Färgens koncentration 2 dr. R. V.: 100 cm^3 0,7 % NaCl-lösning. Snittjocklek 30 μ . Tecknat efter preparatet med ok. n:o 4 och immersionsobj. $\frac{1}{12}$.

Fig. 3 visar några svagt blåfärgade celler i det f. ö. här ofärgade epidermis. En av dessa celler karakteriserar sig genom sina utlöpare som en LANGERHANS's cell. Färgkonc. 2 dr.: 100 cm^3 0,7 % NaCl. Tecknat med ok. n:o 4 och immersionsobj. $\frac{1}{12}$. Snittjocklek 30 μ .

Fig. 4 visar tre st. LANGERHANS'ska celler med utlöpare, som anastomosera till ett nät. Epidermiscellerna pigmenterade. Snittjocklek 10 μ . Färgkonc. R. V. 4 dr: 25 cm^3 0,7 % NaCl. Tecknat medelst ok. n:o 4 och immersionsobj. $\frac{1}{12}$.

Fig. 5. I en epidermisapill synes ett antal blåfärgade celler, vars utlöpare anastomosera till ett nätverk. Andra celler mindre skarpt färgade. Bindväven metachromatiskt rödfärgad. Färgkonc. R. V. 4 dr: 25 cm^3 0,7 % NaCl. Snittjocklek 30 μ . Tecknat med ok. n:o 4 samt immersionsobj. $\frac{1}{12}$.

Fig. 6 avbildar ett medelst R. V. färgat parti av ett snitt. Bilden hämtad från snittets kant. Bindväven violttfärgad. Färgkonc. R. V. 4 dr: 25 cm^3 0,7 % NaCl. Snittjocklek 30 μ . Tecknat med ok. n:o 4 och immersionsobj. $\frac{1}{12}$.

Fig. 7 avbildar ett tangentialsnitt av epidermis. Bindväven metachromatiskt rödfärgad. Bilden hämtad från de centrala delarna av preparatet. Epidermiscellerna »nyckfullt» och oregelbundet färgade liksom intercellulärsubstansen. Färgkonc. R. V. 4 dr: 25 cm^3 0,7 % NaCl. Tecknat med ok. n:o 4 och immersionsobj. $\frac{1}{12}$.

Fig. 8 avbildar ett tangentialsnitt genom epidermis i de centrala delarna av snittet. Bindväven metachromatiskt rödfärgad. Epidermiscellerna »nyckfullt» och oregelbundet färgade. Några det subepidermala nätverket tillhöriga nervtrådar falla inom snittet och synas genom superposition inom området för epidermis. Färgkonc. R. V. 4 dr: 25 cm^3 0,7 % NaCl. Tecknat med ok. n:o 4 och immersionsobj. $\frac{1}{12}$. Snittjocklek 30 μ .



Fig. 1.



Fig. 2.

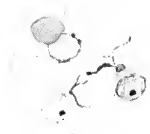


Fig. 3.



Fig. 4.

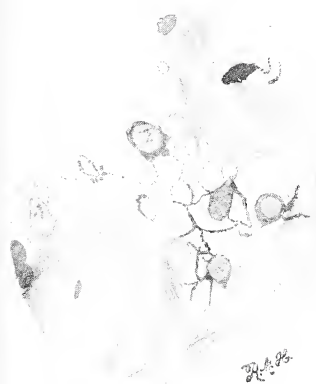


Fig. 5.

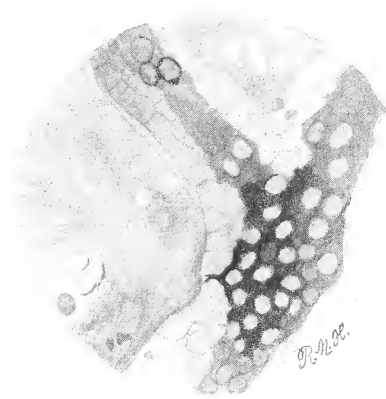


Fig. 6.

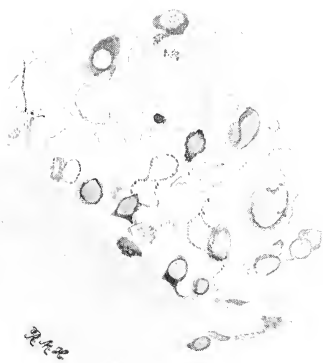


Fig. 7.

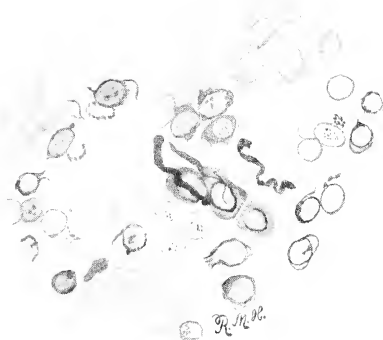


Fig. 8.

LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT, N. F. Avd. 2. Bd 15. Nr 10.
KUNGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 30. Nr 10.

BEITRÄGE

ZUR

BIOLOGIE DER WÜSTENPFLANZEN

I

VORKOMMEN UND BEDEUTUNG VON SCHLEIMABSONDERUNG AUS
SAMENHÜLLEN

VON

SV. MURBECK



LUND
C. W. K. GLEERUF

LEIPZIG
OTTO HARRASSOWITZ

Der K. Physiographischen Gesellschaft am 12. März 1919 vorgelegt.

LUND 1919

HÅKAN OHLSSONS BUCHDRUCKERI

Innerhalb solcher Florengebiete, wo der Boden von zusammenhängenden Vegetationsdecken in Form von Wäldern, Gebüschern oder Wäldern bekleidet ist, begegnen uns bekanntlich in der Organisation der Pflanzen eine Menge Erscheinungen, deren Aufgabe augenscheinlich ist, die Verbreitung ihrer Samen oder Früchte zu befördern, welche die scharfe Konkurrenz um Platz und Nahrung notwendig macht. Das Disseminationsprinzip ist hier stark hervortretend.

Während meiner Reisen in der algerischen und tunesischen Sahara in den Jahren 1896, 1903 und 1907—08 habe ich daselbst wesentlich andere Verhältnisse vorgefunden. Einrichtungen, welche die Verbreitung der Samen und Früchte der Wüstenpflanzen befördern, fehlen allerdings keineswegs. Sie sind jedoch weniger häufig und, wenn sie vorkommen, sind sie oft weniger vervollkommenet oder zugleich anderen Zwecken angepasst. Jedenfalls treten sie im Verhältnis zu gewissen anderen Organisationserscheinungen stark zurück, nämlich solchen, deren Zweck zu sein scheint, die Früchte oder Samen so bald wie möglich an der Unterlage zu fixieren und dadurch günstigere Bedingungen für die Entwicklung der Keimpflanze zu schaffen. Von Interesse ist hierbei, dass diese Organisationserscheinungen, die sich unter der Bezeichnung Verankerungseinrichtungen zusammenfassen lassen, oft in hohem Grade hemmend auf die Samenverbreitung wirken und sie zuweilen sogar unmöglich machen; ja, es begegnen bei verschiedenen Wüstenpflanzen Einrichtungen, die gewissermassen einen Gegensatz zum Disseminationsstreben bilden, indem Samen oder einsamige Früchte beim Abfallen portionsweise zusammengehalten werden und noch bei der Keimung unzertrennbar verkoppelt sind¹.

Die angedeuteten, bisher kaum oder doch bloss wenig beachteten biologischen Eigentümlichkeiten der Wüstenpflanzen lassen sich aus den besonderen Verhältnissen, in welchen sie leben, leicht erklären. In Gegenden, wo das Gelände meistens sehr einförmig ist und wo der Boden in der Regel nur sehr spärlich bewachsen und ausserdem an der Oberfläche stets trocken ist, kann der Wind, besonders da er nicht selten gewaltsam weht, ohne Schwierigkeit kleinere Gegenstände, die kein

¹ Über diese Erscheinung, welche ich *Synaptospermie* genannt, und welche ich in einer folgenden Arbeit näher zu behandeln denke, habe ich in einem Aufsatz unter dem Titel: »Über die Organisation, Biologie und verwandtschaftlichen Beziehungen der Neuradoideen« (Lands Univ. Årsskrift, N. F. Avd. 2, Bd. 12, Nr. 6 [1916]) in Kürze berichtet.

grösseres spezifisches Gewicht als Pflanzenteile besitzen, verschleppen. Verbreitungseinrichtungen an der Pflanze selbst, wie Flugapparate an Früchten und Samen, ballistische Einrichtungen, Haftorgane für epizoische Verbreitung u. s. w., werden deshalb weniger erforderlich, besonders da es in der Nähe der Mutterpflanze in der Regel nicht nur Platz für ein neues Individuum gibt, sondern auch hinreichende Nahrung, vorausgesetzt nur dass es regnet. Dagegen muss es offenbar von Bedeutung sein, dass Pflanzenarten, welche Gegenden bewohnen, die durch eine regenlose Periode charakterisiert sind, welche normal 6—8 Monate umfasst und sich nicht selten über mehrere Jahre erstreckt, Möglichkeit besitzen, bei der Fruchtreife oder doch nicht zu lange nach derselben ihre Samen unter die Bodenfläche zu bringen oder sie wenigstens in genügender Weise daran zu befestigen, da im entgegengesetzten Falle der Austritt des Keimes unter gar zu ungünstigen Bedingungen eintreten würde, und die Samen ausserdem der Gefahr ausgesetzt würden, während längerer Zeit ein Spielball des Windes zu sein und dabei in verschiedener Weise beschädigt zu werden oder schliesslich auf einen gar zu wenig zusagenden Platz zu gelangen. Dass solche Verankerungseinrichtungen oft der Samenverbreitung entgegenwirken, so dass die Nachkommenschaft sich nicht selten in der unmittelbaren Nähe der Mutterpflanze entwickeln muss, ist hier von geringerer Bedeutung, da es sich meistens um anmutige Arten handelt, und da die Konkurrenz um Raum und Nahrung überhaupt verhältnismässig schwach ist. Was wiederum den Umstand betrifft, dass bei verschiedenen Wüstenpflanzen eine Anzahl von Samen oder Früchten stets verkoppelt bleibt, so dass mehrere Individuen an ein und demselben Fleck aufwachsen, so dürfte die Ungelegenheit, welche beim ersten Blick hierin zu liegen scheint, teils durch die dadurch bedingte Möglichkeit zur Fremdbestäubung aufgewogen werden, und teils auch dadurch, dass die Organe, durch welche die Samen oder Früchte zusammengehalten werden, oft zugleich geeignet sind, dem Keim ein gesteigertes Wasserquantum zur Verfügung zu stellen und nicht selten auch eine Verbreitung über weite Distanzen oder Verankerung an der Unterlage zu befördern.

Die Organisationsverhältnisse bei den Wüstenpflanzen, welche die Verankerung ihrer Früchte oder Samen befördern, sind recht verschiedenartig. In der vorliegenden Arbeit werde ich mich darauf beschränken, die Absonderung von Schleim von der Oberfläche der betreffenden Pflanzenteile zu behandeln.

Das Vorkommen schleimabsondernder Samenhüllen.

Dass bei verschiedenen Pflanzen, besonders innerhalb gewisser dicotylen Familien, Schleim von der befeuchteten Oberfläche der Früchte oder Samen abgesondert wird, ist ja ein schon seit langer Zeit bekannter Umstand.

Ich werde hier zu zeigen suchen, dass diese Erscheinung innerhalb des nordwestafrikanischen Florengebietes häufiger ist als in Nord-Europa, wobei die Skandinavische Halbinsel zum Vergleich herangezogen wird, sowie dass sie in der Wüstenregion Nord-Afrikas eine besonders hervortretende Rolle spielt, während sie dagegen den Pflanzen fast ganz fremd ist, welche die skandinavische Wiesen- und Waldvegetation zusammensetzen.

In einer folgenden Abteilung werde ich dann die biologische Bedeutung der Schleimabsonderung besonders für die Wüstenpflanzen zu beleuchten suchen.

Obgleich der Same und die ungeöffnete einsamige Trockenfrucht von biologischem Gesichtspunkte aus gleichwertig sind, werden sie hier je für sich behandelt.

A. Schleimabsonderung aus der Samenschale.

Innerhalb des hier in Frage kommenden Gebietes — Marokko, Algerien, Tunesien, Tripolitaniens und Cyrenaica — kommt Schleimabsonderung aus den Zellen der Samenschale bei Pflanzen aus folgenden Familien vor: *Cruciferae*, *Linaceae*, *Zygophyllaceae*, *Euphorbiaceae*, *Cistaceae*, *Lythraceae*, *Plantaginaceae*, *Cucurbitaceae* und *Juncaceae*.

Cruciferae.

Diese Familie ist in Nordwest-Afrika von nicht weniger als etwa 200 Arten vertreten. Von diesen sind aber nur 160 mit Früchten versehen, welche sich in der Weise öffnen, dass die Samen blossgelegt werden. Bei den übrigen bleiben die Samen beständig in der ungeöffneten Frucht oder in den Gliedern, in die sie bei der Reife zerfällt, eingeschlossen, und bei diesen Spezies ist Schleimabsonderung

von der Samenschale offenbar nicht zu erwarten; sie hat sich auch in keinem Falle aufweisen lassen¹.

Von den der ersterwähnten Kategorie angehörenden Arten habe ich mit Rücksicht auf die Beschaffenheit der Testa des reifen Samens 132 untersuchen können. Es hat sich hierbei ergeben, dass bei 97, also 73,5 % der untersuchten Arten, die Zellwände der äussersten Testaschicht bei Zutritt von Wasser anschwellen und verschleimen, so dass die Samen nach Austrocknen mit mehr oder weniger grosser Kraft an der Unterlage festgekittet werden. Bei einigen dieser Arten, den mit * bezeichneten, ist es nur ein geringerer Teil des Schleimes, der aus den Zellen herausdiffundiert; bei der Mehrzahl der übrigen berstet dagegen die Kutikula der Zellen, so dass die ganze Schleimmasse austritt und einen zusammenhängenden Mantel um den Samen bildet; zuweilen, wie bei gewissen *Lepidium*-Arten, hebt sich die ganze Kutikula des Samens in Form einer Haut ab. Nur bei *Teesdalia* ist Spiralstruktur in den Schleimzellen beobachtet worden. — Die schleimabsondernden Spezies sind folgende: *Aethionema saratile* (L.) R. BR., *Alyssum*, sämtliche 10 untersuchte Arten, *Ammosperma cinereum* (DESF.) HOOK., *A. tetrifolium* (DESF.) COSS., *Anastatica hierochuntica* L., *Arabis auriculata* LAM., *A. parvula* DUF., *A. pubescens* POIR., *A. verna* (L.) R. BR., *Bivonaea lutea* (BIV.) DC., *Brassica amplexicaulis* (DESF.) COSS., *B. fruticulosa* CYR., *B. glaberrima* POM., *B. Gravinae* TEN., *B. juncea* (L.) COSS., *B. Tournefortii* GOUAN, *Camelina silvestris* WALLR., *Capsella Bursa pastoris* (L.) MED., *C. rubella* REUT., *Carrichtera annua* (L.) ASCHERS., *Diplotaxis acris* (FORSK.) BOISS., *D. auriculata* DR., *D. erucoides* (DESF.) DC., *D. *Harra* (FORSK.) BOISS., *D. *muralis* (L.) DC., *D. sifolia* KZE., *D. *simplex* (VIV.) SPRENG., *D. virgata* DC., *Draba Battandieri* GILG., *D. muralis* L., *D. Murbeckii* GILG., *D. verna* L., *Eruca sativa* LAM., *E. vesicaria* (L.) CAV., *Erucastrum Cossonianum* REUT., *E. varium* DR., *Erysimum *elatum* POM., *E. *Kanzeanum* B. R., *Farsesia aegyptiaca* TURRA, *F. linearis* DCNE., *Henophyton deserti* COSS. & DR., *Hutchinsia petraea* (L.) R. BR., *H. procumbens* (L.) DESV., *Iberis amara* L., *I. parviflora* MUNBY, *I. pectinata* BOISS., *I. Pruitii* TEN., *Ionopsidium *albiflorum* DR., *Konigia libyca* (VIV.) R. BR., *K. maritima* (L.) R. BR., *Lepidium campestre* (L.) R. BR., *L. Draba* L., *L. glastifolium* DESF., *L. graminifolium* L., *L. latifolium* L., *L. subulatum* L., *Malcolmia aegyptiaca* SPRENG., *M. *africana* (L.) R. BR., *Matthiola incana* (L.) R. BR., *M. livida* (DEL.) DC., *M. parviflora* (SCHOUSB.) R. BR., *M. *tristis* (L.) R. BR., *Morettia canescens* BOISS., *Moricandia arvensis* (L.) DC., *M. *divaricata* COSS., *M. Tourneuxii* COSS., *Nasturtium asperum* (L.) COSS., *Notoceras bicornis* (AIT.) R. BR., *Psychine stylosa* DESF., *Reboulia erucarioides* COSS. & DR., *R. microcarpa* (BOISS.) COSS., *Savignya longistyla* B. R., *S.*

¹ Hier ist jedoch zu bemerken, dass bei *Reboulia microcarpa* (BOISS.) COSS., wo die Frucht aus zwei Partien besteht, einer oberen einsamigen, welche ungeöffnet bleibt, und einer unteren mehrsamigen, deren Klappen sich nach anhaltender Befeuchtung ablösen, sämtliche Samen, also auch der in der oberen ungeöffneten Partie der Frucht befindliche, reichlich Schleim aus den Testazellen absondern. Dieses eigentümliche Verhältnis scheint darauf hinzuweisen, dass die Schleimabsonderung hier ein Charakter älteren Datums als die Indehiscenz des Apicalgliedes der Frucht ist.

parviflora (DEL.) BOISS., *Schouwia arabica* (VAHL) DC. v. *Schimperi*, *Sinapis alba* L., *S. *procumbens* POIR., *Sisymbrium coronopifolium* DESF., *S. *crassifolium* CAV., *S. erysimoides* DESF., *S. *malcolmioides* COSS. & DR., *S. *namon* DC., *S. Sophia* L., *S. thalianum* (L.) GAY, *Teesdalia nudicaulis* (L.) R. BR., *Thlaspi perfoliatum* L., *Th. Tineanum* HUET.

Rechnet man die 29 untersuchten Arten mit, deren Früchte ungeöffnet bleiben, so zeigt es sich, dass von den 161 von mir untersuchten nordwestafrikanischen Cruciferen 60,2% nach Benetzen der Samenschale Schleim absondern.

Zum Vergleich habe ich sämtliche innerhalb der skandinavischen Halbinsel einheimische Cruciferen untersucht. Diese sind 77 an der Zahl, und von ihnen haben bloss 20, also nur 26%, Schleimbildung in der Testa aufzuweisen gehabt. Es ist ausserdem zu bemerken, dass einige der am stärksten schleimproduzierenden Arten, wie *Alyssum calycinum* L., *Camelina sativa* REHB. und *C. linicola* SCH. & SP., nicht als der primitiven Flora der Halbinsel angehörig aufgefasst werden können, sowie dass die Mehrzahl der übrigen, nämlich *Arabis arenosa* (L.) SCOP., *Camelina microcarpa* ANDRZ., *Cardamine hirsuta* L., *Draba nemorosa* L., *D. verna* L., *Erysimum hieracifolium* L., *Hutchinsia petraea* (L.) R. BR., *Lepidium campestre* (L.) R. BR., *L. ruderale* L., *Teesdalia nudicaulis* (L.) R. BR., *Thlaspi perfoliatum* L., *Sisymbrium Sophia* L. und *S. thalianum* (L.) GAY, auf verhältnismässig trocknen und vegetationsarmen Boden beschränkt sind. Dass sich unter den mit schleimiger Samenschale versehenen Arten auch einzelne befinden, die an Ufern auftreten, wie *Cardamine parviflora* L. und *Subularia aquatica* L., lässt sich unzweifelhaft dadurch erklären, dass ihre Standorte oft um die Zeit der Fruchtreife trockengelegt werden.

Noch viel schärfer tritt jedoch der Unterschied hervor, wenn man die mehr oder weniger desertischen Cruciferen mit denen vergleicht, die in die skandinavische Wald- und Wiesenvegetation eingehen. Nabezu alle die mit Kapsel Frucht versehenen Arten aus dem nordwestlichen Teil der Sahara-Wüste zeichnen sich nämlich durch Schleimproduktion in der Samenschale aus, und die Schleimmassen, die aus derselben ausfliessen, sind ausserdem öfters sehr bedeutend, z. B. bei *Ammosperma teretifolium*, *Anastatica*, *Henophyton*, *Schouwia* und bei den oben erwähnten Spezies von *Farsetia*, *Reboudia* und *Savignya*. Dagegen hat keine einzige der skandinavischen Wald- und Wiesen-Cruciferen, sei es im Flachlande oder in den Gebirgsgegenden, Schleimaussonderung aus der Testa aufzuweisen.

Zu bemerken ist, dass der schleimproduzierende breite Hautrand, der die Samen von *Henophyton*, *Savignya* und *Farsetia aegyptiaca* rings umgibt, solange er noch nicht angefeuchtet worden ist, natürlich im hohen Grade geeignet ist, die Verbreitung der Samen durch den Wind zu befördern.

Linaceæ.

Von den 18 in Nordwest-Afrika vorkommenden *Linum*-Arten habe ich 13 untersuchen können. Bei allen diesen, nämlich bei *L. angustifolium* L., *Aristidis* BATT., *asperifolium* B. & R., *austriacum* BATT. (L.?), *decumbens* DESF., *gallicum* L., *grandiflorum* DESF., *maritimum* L., *Munbyanum* B. & R., *narbonense* L., *numidicum* MURB., *strictum* L., *tenue* DESF., wird Schleim von der Samenschale abgesondert, und zwar besonders auch bei *L. strictum*, welches nicht selten in die Wüstenregion eintritt. Die Ausscheidung ist besonders reichlich bei *L. angustifolium*, *decumbens* und *grandiflorum*, sehr sparsam hingegen bei *L. numidicum* und *L. maritimum*, von denen ersteres in den Waldgegenden des nördlichen Tunesien zu finden ist, letzteres (nach BATTAND. & TRAB., Fl. de l'Alg., p. 175) »dans les marais du littoral«.

Bei der einzigen in Skandinavien vorkommenden, meistens an gras- und kräuterreichen Stellen auftretenden Art, *L. catharticum* L., kommt keine Schleimbildung in der Testa vor, welches übrigens auch nicht bei *Radiola* der Fall ist.

Zygophyllaceæ.

Unter den dieser Familie angehörenden Gattungen zeichnet sich besonders *Eugonia* durch Schleimabsonderung von der Samenschale aus. In Nordwest-Afrika tritt diese Gattung mit 9 Arten auf, welche nicht nur alle in die Wüstenregion eintreten, sondern mit Ausnahme von *F. cretica* L. sogar rein desertisch sind. Bei den 7 Spezies, von denen ich reife Samen habe untersuchen können, nämlich *F. arabica* L., *Bruguieri* DC., *cretica* L., *glutinosa* DEL., *isotricha* MURB., *kahirina* BOISS. und *microphylla* POM., treten aus den Oberflächenzellen der Testa, sobald sie angefeuchtet werden, bedeutende Schleimmassen hervor. — Auch die Gattung *Seetzenia*, welche in Tripolitanien und im Touareglande durch die Art *S. orientalis* DESNE. vertreten ist, zeigt Schleimproduktion in der Samenschale. Die äusserste Testaschicht besteht hier aus hohen, 6-seitig prismatischen Zellen, deren Wände so stark verdickt sind, dass kein Lumen hervortritt. Im trocknen Zustand zeigt sich diese Schicht als ein glasklarer, äusserst spröder 0,5 mm dicker Mantel, welcher jedoch, nachdem der Same einige Stunden in Wasser gelegen, zu einer opaken, zähen und gummiartigen Masse anschwillt, welche besonders auf der Oberfläche stark klebrig ist, so dass der Same nach Austrocknen mit Kraft an der Unterlage heftet.

In der nordeuropäischen Flora ist diese Familie bekanntlich überhaupt nicht vertreten.

Euphorbiaceæ.

Verschiedene *Euphorbia*-Arten verhalten sich so, dass beim Anfeuchten der Samenschale die Oberflächenzellen derselben augenblicklich, und zwar oft unter wurm-

artigen Krümmungen, als lange schleimige Arme hervorschiessen, welche eine feine Spiralfaserstruktur zeigen und an ihrer Spitze die kuppelförmige Aussenwand der Oberflächenzelle tragen; die betreffenden Arme bilden einen zusammenhängenden, pelzähnlichen Schleimmantel um den Samen. — In der nordwestafrikanischen Flora tritt die Gattung mit über 40 Arten auf, von denen ich mit Rücksicht auf die Beschaffenheit der Samenschale 31 habe untersuchen können. Von diesen haben die folgenden 12, welche alle überwiegend auf nacktem oder vegetationsarmem Boden vorkommen, Schleimabsonderung von der Testa gezeigt: *E. aleppica* L., *calyptata* Coss. & Dr., *Chamaesyce* L., *cornuta* PERS., *fulcata* L., *granulata* FORSK., *hieroglyphica* Coss., *Paralias* L., *Peplus* L., *Peplus* L., *pithyusa* L. und *sulcata* DE LENS. — Etwa 38 % der Arten des Gebietes können also als schleimliefernd berechnet werden.

Rein desertisch sind nur 4 Spezies, und 3 von diesen (*E. calyptata*, *cornuta* und *granulata*) befinden sich unter den soeben aufgezählten. Auffallenderweise wird dagegen kein Schleim bei der vierten Art, *E. Guyoniana* B. & R., abgesondert, die eine Charakterpflanze der Sanddünen im westlichen Teil der Sahara-Wüste ist. Bei dieser Art scheint jedoch die Schleimausscheidung infolge der ganz eigenartigen Ausrüstung der Testa überflüssig zu sein: die Oberfläche des Samens ist nämlich mit sehr hohen, gelappten Kämmen, welche auf den Rand aufgestellten Schuppen gleichen, dicht bekleidet; diese saugen begehrlieh Wasser auf, und durch die Menge feiner Sandpartikel, welche gleichzeitig zwischen die Kämmе und deren Lappen eindringen, wird der Same stark belastet oder ganz mit Sand bedeckt¹.

Unter den 6 auf der Skandinavischen Halbinsel vorkommenden Arten trifft man Schleimabsonderung nur bei der auf Ackerland, in Gärten und auf Ruderalplätzen auftretenden *E. Peplus* L.

Cistaceæ.

Innerhalb dieser Familie kommt Schleimbildung in der Testa bei den Gattungen *Helianthemum* und *Fumana* vor.

In der nordwestafrikanischen Flora ist *Helianthemum* durch mehr als 40 Spezies vertreten, von denen mehrere in die Wüstenregion hineinreichen, und einige auf diese beschränkt sind. — Bei sämtlichen Arten — ich habe über 30 untersucht — scheint Schleimbildung in der Samenschale stattzufinden. Sehr grosse Variation herrscht jedoch sowohl in bezug auf die Reichlichkeit der Schleimproduktion wie auf den Platz derselben (Vergl. O. ROSENBERG, Studien über die Membranschleime d. Pfl., II [Bihang till K. Sv. Vet.-Akad. Handl., Bd. 24, Afd. III, Nr 1, 1898]). Von Interesse ist hierbei, dass die rein desertischen Formen nicht nur die reichlichste Schleimproduktion besitzen, sondern sie auch zur Oberfläche der Samenschale verlegt

¹ Da man der Caruncula Bedeutung für die Verbreitung der Samen durch Ameisen und vielleicht auch für Verstärkung der Kraft, womit die Samen ausgeschleudert werden, zuschreibt (Siehe J. SCHWEIGER in Flora, 94, p. 379 [1905]), verdient es erwähnt zu werden, dass die Caruncula bei dieser rein desertischen *Euphorbia*-Art ganz fehlt.

haben, so dass beim Anfeuchten derselben die Schleimmassen wirklich herausfliessen. Bei *H. ellipticum* (DESF.) PERS., *H. getulum* POM., *H. kohiricum* DEL., *H. Lippii* (L.) PERS. var. *intricatum* MURB. & *velutinum* (POM.) MURB. und *H. virgatum* (DESF.) PERS. subsp. *ciliatum* DESF. werden also sowohl die Aussenwand wie die radialen Wände der zylindrischen Oberflächenzellen der Testa verschleimt, und bei Wasserzutritt schiessen diese als lange Schleimfäden hervor, welche, indem sie sehr dichtgestellt sind, einen zusammenhängenden dicken Schleimmantel bilden, der bei Austrocknung mit ausserordentlicher Kraft den Samen an der Unterlage festkittet. — Bei der Mehrzahl der nordafrikanischen Arten, welche nicht in die Wüste eindringen oder nicht vorwiegend der desertischen Region angehören, z. B. *H. guttatum* (L.) MILL. & affin., *H. ledifolium* (L.) MILL., *H. marifolium* (L.) MILL., *H. nummularifolium* (CAV.) GROSS., *H. organifolium* (LAM.) PERS., *H. papillare* BOISS., *H. polyanthum* (DESF.) PERS., *H. pomeridianum* DUN., *H. rubellum* PRESL., *H. salicifolium* (L.) MILL., *H. vilosum* THIB., wird dagegen die erwähnte Fixierung ganz schwach oder unmerklich. Entweder bleibt nämlich der Schleim in den Oberflächenzellen eingeschlossen, oder auch sind die ausgeschiedenen Schleimmassen ganz unbedeutend; zuweilen liegen ausserdem die schleimabsondernden Zellen beträchtlich von einander entfernt. Dieser letzteren Kategorie gehört auch das skandinavische *H. oelandicum* (L.) SW. AN. — Bei anderen nicht-desertischen Arten, wie *H. glaucum* (CAV.) BOISS. und *H. pilosum* (L.) BENTH., findet zwar eine sehr reichliche Schleimbildung in der Testa statt, aber der grössere Teil des vorhandenen Schleimes tritt nie heraus, indem er, wie es ROSENBERG gezeigt, von der Innenwand der zweitäussersten Zellschicht herrührt und auch im geschwollenen Zustande stets von dem Mantel umschlossen bleibt, der von den beiden äussersten Testaschichten gebildet wird. Der von der Aussenwand der Oberflächenzellen ausgeschiedene Schleim ist hier verhältnismässig unbedeutend, obgleich er auch bei den beiden erwähnten Arten dazu hinreicht, den Samen an der Unterlage zu fixieren. Bei dem skandinavischen *H. Chamæcistus* MILL. ist die erwähnte Produktion von innerem Schleim ebenfalls sehr ausgiebig; die Membranen der Oberflächenzellen verschleimen dagegen nicht, woraus folgt, dass geschwollene Samen die wieder eingetrocknet sind, gar nicht an der Unterlage kleben. Eine sehr kräftige Anheftung ist dagegen zu konstatieren, wenn man durch Zerreißen des aus den beiden äussersten Zellschichten bestehenden Mantels die Schleimmassen herausfliessen und eintrocknen lässt.

Bei den fünf nordwestafrikanischen *Fumana*-Arten, welche immer auf nacktem oder vegetationsarmem Grunde auftreten, wird die äusserste Zellschicht durch ausfliessende Schleimmassen gesprengt. Dasselbe ist bei der skandinavischen Spezies *F. procumbens* (DUN.) GR. & GODR. der Fall, obgleich der Schleim hier bei weitem nicht dieselbe Mächtigkeit erreicht wie z. B. bei *F. arabica* (L.) SPACH und *F. thymifolia* (L.) MURB., von denen letztere in die Sahara-Wüste hineinreicht.

Bei *Cistus* und *Halimium* kommt dagegen keine Schleimbildung in der Testa vor. Keine der zahlreichen nordwestafrikanischen Arten reicht jedoch in die Wüstenregion des Gebietes hinein, und die Mehrzahl von ihnen tritt übrigens entweder in dichten einheitlichen Beständen auf oder ist in die dichte Macchie-Vegetation eingemischt.

Lythraceæ.

IN WILLKOMM & LANGE, Prodr. fl. hisp. III, pp. 171 & 175, hat KIAERSKOU hervorgehoben, dass die Samen von *Lythrum* und *Peplis* in trockenem Zustande ganz glatt sind, sich aber nach Befuchtung mit Haaren bekleidet zeigen. KOEHNE, der die betreffende Erscheinung bei *Lythrum thesioides* MB. untersucht, äussert hierüber u. A. (Verh. d. bot. Ver. d. Prov. Brandbg. XIX [Sitz. v. 23 Febr. 1877, p. 52]) Folgendes: »Die Längsachse der ziemlich gestreckten Epidermiszellen liegt parallel der Längsachse des Samens. Jede Zelle ist an ihrem der Samenspitze zugewendeten Ende schwach höckerförmig vorgewölbt; an diesem Höcker ist die äussere Zellwand an einer kreisförmigen Stelle stark verdickt mit nach innen vorspringender Verdickung. Sind nun die Samen genügend mit Wasser durchtränkt, so beginnt aus dieser verdickten Stelle sich ein haarförmiger Auswuchs der Epidermiszelle hervorstülpen, dessen Länge zuletzt der der Zelle selbst ungefähr gleichkommt. Vor der Ausstülpung des Haares scheint die äusserste Schicht der Zellwand — Cuticula? — zu platzen, damit das Haar aus dem Riss hervortreten kann«. Mehr eingehende Untersuchungen hierüber sind später von CORRENS ausgeführt worden (Berichte d. deutsch. bot. Ges., 1892, p. 143 ff.) sowie auch von GRÜTTER (Botan. Zeitung, 1893, p. 1 ff.). — Über die biologische Bedeutung der fraglichen Erscheinung äussert KOEHNE: »Der Zweck der Haarbildung ist wahrscheinlich die Ausübung eines Drucks auf die Fruchtwand, um deren Zerreißen oder Aufplatzen zu unterstützen; ausserdem das gegenseitige Herausdrängen der Samen aus der geöffneten Frucht, vielleicht auch eine leichtere Fortschwemmung der herausgefallenen Samen«. KLEBS (l. c., p. 583, Note) ist dagegen mehr geneigt, die Haarbildungen »als Mittel für die Befestigung des Samens« zu betrachten; jedenfalls hat er gefunden, dass bei *Cuphea petiolata* KOEHNE, wo die Haare zu Fäden auswaschen, die das Quermass des Samens an Länge übertreffen können, die Oberfläche der Fäden schleimig ist, so dass Erdpartikeln mit grosser Kraft daran festgekittet werden. In demselben Sinne spricht sich auch GRÜTTER aus.

In der nordwestafrikanischen Flora ist die Familie durch folgende Spezies vertreten: *Lythrum acutangulum* LAG., *L. hispidulum* (DR.) KOEHNE, *L. Hyssopifolia* L., *L. nummularifolium* LOIS., *L. Salicaria* L., *L. Thymifolia* L., *L. tribracteatum* SALZM. und *Peplis Portula* L. Bei diesen sämtlichen Arten habe ich konstatiert, dass an reifen Samen, welche einen Tag in Wasser gelegen, Haarbildungen der erwähnten Art zustande kommen, wenigstens an einem Teil der Samen¹. — Was die biologische Bedeutung dieser Haarbildungen betrifft, will ich anführen, dass

¹ Dass bei den meisten Arten nur ein geringer Prozentsatz der Samen diese Eigentümlichkeit aufwies, dürfte darauf beruhen, dass ich in der Mehrzahl von Fällen nur Zugang zu Herbarmaterial gehabt und dass nur ein geringerer Teil der untersuchten Samen volle Reife erreicht. Nach Kochen in Wasser liess sich Haarbildung stets noch ferner an einer grösseren oder geringeren Anzahl von Samen hervorrufen.

wenigstens bei 4 der untersuchten Spezies, nämlich *L. hispidulum*, *L. Hyssopifolia*, *L. nummularifolium* und *Peplis Portula*, die ausgestülpten Haare an ihrer oberen Hälfte klebrig sind. Sucht man Samen zu verschieben, die an einem Objektglase eingetrocknet sind, so merkt man nämlich deutlich, dass sie von den Haaren festgehalten werden, welche während des Eintrocknens mit der Glasfläche in Berührung gewesen, und oft lassen sich die Samen nur durch Zerrissen dieser Haare losmachen. Bei einigen Samen von *L. acutangulum*, an denen erst beim Kochen Haarbildungen zustande kamen, wurde ausserdem beobachtet, dass aus der Mündung zahlreicher halb ausgestülpter Haare ein stabförmiges Gebilde — allem Anschein nach ein Schleimpfropfen — hervorragte; an vollreifen Samen war nichts solches zu bemerken, sicherlich weil der Schleim bei diesen ins Wasser ausfliesst, je nachdem das Haar ausgestülpt wird. Auf Grund des Angeführten scheint es mir wahrscheinlich, dass KLEBS' Auffassung, dass die haarähnlichen Auswüchse in erster Reihe für die Festheftung der Samen an der Unterlage von Bedeutung sind, die richtige ist. Die betreffenden Arten treten ja auch meistens¹ an Standorten auf, die dann und wann, und zwar oft während längerer Zeit, ganz trocken gelegt werden.

Plantaginaceæ.

Von den 25 in Nordwest-Afrika vorkommenden *Plantago*-Arten habe ich 20 mit Rücksicht auf die Beschaffenheit der Samenschale untersuchen können; unter diesen befinden sich 9 der 12 Spezies, welche in die Wüstenregion eintreten. Bei allen schwellen die Oberflächenzellen der Testa beim Zutritt von Wasser zu einem Schleim auf, der den Samen mantelähnlich umgibt. Dasselbe ist jedoch bei fast sämtlichen Vertretern der Gattung der Fall: bei Untersuchung von etwa 60 verschiedenen Arten hat es sich gezeigt, dass Schleimabsonderung von der Testa bloss bei einer einzigen fehlte. Recht bezeichnend ist, dass dies die auf grasbewachsenen Stellen in Nord- und Mittel-Europa verbreitete, von Nord-Afrika aber ganz abwesende *P. media* L. war. Zugleich verdient es hervorgehoben zu werden, dass bei *P. lanceolata* L., sowie auch bei gewissen alpinen Arten, der Schleim weit spärlicher und als Bindemittel weniger effektiv ist, als bei den Wüsten-Arten, beispielsweise *P. ciliata* DESF., *P. ovata* FORSK. und *P. sylvatica* VIV.

Cucurbitaceæ.

Einheimisch in Nordwest-Afrika sind nur *Ecballium Elaterium* (L.) RICH., *Bryonia dioica* JACQ. nebst der Subspezies *acuta* DESF. und *Citrullus Colocynthis* (L.) SCHRAD. — Die erstgenannte Art zeigt nach J. E. STRANDMARK (Bidrag till kenne-

¹ Ob die Haare unter normalen Verhältnissen auch bei *L. Salicaria* klebrig sind, habe ich nicht mit Sicherheit feststellen können, da sie, mit Ausnahme eines einzigen Samens, erst nach Kochen zustande gekommen. Bei dem betreffenden Samen liess sich keine Klebrigkeit bemerken.

domen om fröskalets byggnad, p. 18 [Akad. Afhandl., Lund 1874]) und J. F. FICKEL (Ueb. d. Anat. & Entw. d. Samenschalen einig. Cucurb. [Bot. Zeitung 1876, p. 776]) reichliche Schleimabsonderung von den Oberflächenzellen der Testa; die umgebende Pulpa ist ebenfalls schleimig. Letzteres ist ebenfalls bei *Bryonia* und sogar bei *Citrullus* der Fall. Bei der letzterwähnten Art, die innerhalb der Wüstenregion verbreitet ist, ist die Pulpa zwar ihrer Hauptmasse nach trocken und spongiös, stark an Hollundermark erinnernd; nächst um die Samen zeigt sie sich jedoch bei Benetzung schleimartig, und da auch die aus der Frucht freigewordenen Samen immer von einer so beschaffenen Pulpahülle umgeben sind, werden sie schon deshalb nach einem Regen an der Unterlage festgeklebt. Übrigens scheint auch die Aussenwand der äussersten Testaschicht verschleimt zu sein; an Samen, die von der Pulpahülle befreit worden sind und dann 1—2 Stunden in Wasser gelegen haben, hebt sich nämlich von der betreffenden Zellschicht ein zusammenhängendes Häutchen ab, und der Same klebt sodann an der Unterlage kräftig fest.

Juncaceæ.

Man hat lange geglaubt, dass Schleimabsonderung aus der angefeuchteten Samenschale den Monocotylen fremd sei. So sagt z. B. G. KLEBS in seinen Beitr. z. Morph. u. Biol. d. Keimung (Untersuch. aus d. Bot. Inst. in Tübingen, Bd. I, p. 594 [1885], dass »keine einzige Monocotyle mit Schleim liefernden Samen bekannt ist«. Später hat jedoch F. BUCHENAU in seiner Monographia Juncacearum, p. 34 (ENGLER'S Jahrbücher, Bd. XII, 1890) hervorgehoben, dass bei gewissen Arten der Gattungen *Juncus* und *Luzula* die Zellen der äussersten Testaschicht verschleimen, so dass bei feuchtem Wetter sämtliche in einer Kapsel befindliche Samen von einem gemeinsamen Schleimklumpen umgeben werden. Bei dem amerikanischen *Juncus tenuis* WILLD., der nimmehr auch in verschiedenen Teilen der alten Welt und in Australien auftritt, »vereinigen sich sogar nicht selten die Gallertklümpchen der benachbarten Früchte zu einer den ganzen Blütenstand einhüllenden Schleimmasse, welche zuweilen so schwer ist, dass sie zartere Stengel bogenförmig zur Erde krümmt.»

Was die 21 in Nordwest-Afrika vorkommenden *Juncus*-Arten betrifft, habe ich 19 untersuchen können. Bei *J. sphaerocarpus* NEES und *J. Tenageja* EHRH. habe ich recht ausgiebige Schleimproduktion in der Testa gefunden. Bei Wasserzutritt schwellen die Oberflächenzellen stark an, und recht bald entstehen in dieser Zellschicht grosse Risse, durch welche Schleim ausfließt. In ähnlicher Weise verhält sich, wie es schon BUCHENAU hervorgehoben, zuweilen auch *J. glaucus* EHRH. — Was die skandinavischen Spezies betrifft, habe ich gefunden, dass sich *J. filiformis* L. in derselben Weise verhalten kann wie *J. glaucus*; bei beiden ist jedoch die Schleimproduktion recht unbedeutend.

Von den drei in Nordwest-Afrika auftretenden *Luzula*-Arten, *L. Forsteri* DC., *L. nodulosa* E. MEY. (*L. græca* BATTAND.) und *L. multiflora* (EHRH.) LEJ., zeichnen

sich die beiden ersteren durch eine ausserordentlich reiche Schleimbildung in der Samenschale aus. Bei Wasserzutritt verlängern sich nämlich die Oberflächenzellen in lange armartige Papillen, welche zu einer Schleimschicht von grösserer Dicke als der Durchmesser des Samens selbst zusammenfliessen. Ebenso ausgiebig ist die Schleimabsonderung bei der auf Madeira und den Canarischen Inseln vorkommenden, bisher aber auf dem afrikanischen Festlande nicht angetroffenen *L. purpurea* MASSON. — Dagegen hat keine der sich auf ein Dutzend belaufenden skandinavischen Arten Schleimabsonderung aus der Testa aufzuweisen; eine Tendenz hierzu macht sich jedoch bei *L. pilosa* (L.) WILLD. geltend, indem Samen, welche ein paar Tage in Wasser gelegen und später getrocknet, an der Unterlage festkleben.

B. Schleimabsonderung aus der Fruchtwand.

Innerhalb des fraglichen Gebietes kommt Schleimausscheidung aus dem Perikarp bei Repräsentanten der Familien *Urticaceae*, *Labiatae*, *Compositae* und *Gramineae* vor. — Hier wird auch die Familie *Nyctaginaceae* besprochen, wo Schleimabsonderung aus dem sogen. Anthocarpium vorkommt, d. h. dem persistierenden Teil der Perianthöhre, welcher die Frucht umgibt und sich biologisch wie eine Fruchtwand verhält.

Urticaceae.

Von den vier in Nordwest-Afrika auftretenden *Urtica*-Arten zeigen *U. membranacea* POIR., *U. pilulifera* L. und *U. urens* L. reichliche Schleimabsonderung aus der Fruchtwand. Bei Wasserzutritt schießen nämlich die Zellen der äussersten Schicht nach einigen Minuten wie lange Arme hervor, welche zu einer die ganze Frucht umgebenden Schleimhülle zusammenfliessen, deren Mächtigkeit ungefähr der halben Breite der Frucht gleichkommt. — Was die vierte Art, *U. dioica* L., betrifft, die ja vorzugsweise auf geschützten Stellen mit humusreichem Boden gedeiht und sehr oft als Waldpflanze auftritt, so habe ich an europäischem Material (Skandinavien, Sachsen, Nieder-Österreich, Ungarn, Süd-Tyrol) in Übereinstimmung mit KLEBS (l. c., p. 590) keine Schleimabsonderung gefunden¹. Material aus Algerien (Blidah) hingegen hat Tendenz hierzu gezeigt, indem an einem Teil der untersuchten Früchte die Epidermiszellen zu kurzen Papillen anschwellen, welche nach Austrocknung die Frucht auf dem Objektglase ankleben. Die algerische *U. dioica* wird zwar von BATTANDIER (BATT. & TRABUT, Fl. de l'Algérie, I, p. 811) wegen ihrer Monoecie zur var. *procera* MÜLL. geführt, da aber monoecische Individuen nicht zu selten auch in Nord-Europa angetroffen werden, und da die afrikanische Pflanze im Übrigen eine

¹ Schleimabsonderung fehlt auch vollständig bei der nahestehenden *U. kioviensis* ROGOV. (= *U. radicans* BOLLA; *U. Bolla* KANITZ), welche an schattigen Bruchstellen, in Waldsümpfen, Erlenerbüscheln etc. in Nied.Österreich, Ungarn, Siebenbürgen und sw. Russland vorkommt.

typische *U. dioica* darstellt, haben wir hier ein Beispiel davon, dass bei ein und derselben Art in der betreffenden Hinsicht Modifikationen vorkommen können, welche den Lebensbedingungen innerhalb verschiedener Teile des Verbreitungsgebietes der Spezies entsprechen.

Nyctaginaceæ.

In der nordwestafrikanischen Flora ist diese Familie durch zwei auf die Wüstenregion beschränkte Arten der Gattung *Boerhavia*, nämlich *B. repens* L. und *B. verticillata* POIR., vertreten. Bei beiden wird Schleim vom Anthocarpium, d. h. dem Teil der Perianthröhre, der die reife Frucht umschliesst, ausgeschieden.

Bei *B. repens* ist das Anthocarpium mit 5 vertikalen Leisten versehen, und der ganzen Länge derselben entlang findet sich unter der Epidermis ein Band von radial angeordneten, schmal zylindrischen und stark lichtbrechenden Schleimzellen, welche bei Wasserzutritt die aussen vor liegende Epidermisschicht sprengen und als lange Fäden hervorschiessen, welche gleich zu einem dicken Gallertmantel um das ganze Gebilde zusammenfliessen. — Bei *B. verticillata*, wo das Anthocarpium 10 schwache Leisten zeigt, sind die hypodermalen Schleimzellen teils auf die Kreise von warzenähnlichen Auftreibungen, welche sich auf den Leisten finden, teils auf die ringförmige Wulst, welche um den Grund des Anthocarpiums hervortritt, beschränkt. Auch bei dieser Art wird die Epidermisschicht von den anschwellenden Schleimzellen gesprengt, welche in der Gestalt von besenförmigen Fadenbündeln ins Wasser hinausragen; diese Bündel fliessen zuletzt zu einem mächtigen Schleimmantel zusammen.

In Europa ist die Familie bloss durch die im südöstlichen Spanien vorkommende, mit *B. verticillata* nahe verwandte *B. plumbaginea* CAV. vertreten; bei dieser Art zeigen sich die Warzen des angefeuchteten Anthocarpiums zwar auf der Oberfläche etwas klebrig¹, aber kein Schleim scheint aus ihnen hervorzutreten.

Labiataæ.

Schleimauflösung aus der Fruchtwand ist bekanntlich (siehe SCHENK, in Botan. Zeitung 1877, p. 412 ff.) eine innerhalb dieser Familie recht häufige Erscheinung². Bei vielen Arten schießen nämlich die Epidermiszellen bei Wasserzutritt als zylindrische, zuletzt meistens fadenähnlich verlängerte Säcke hervor, welche einen zusammenhängenden Schleimmantel um die Frucht bilden. Bei *Brunella* sind die

¹ Auch bei *B. verticillata* sind die warzenähnlichen Höcker im trocknen Zustande auf der Oberfläche klebrig; diese Klebrigkeit steht offenbar im Dienste der Fruchtverbreitung in ganz derselben Weise wie die klebrigen Drüsen am Kelch von *Plumbago*.

² Sie ist jedoch, wenigstens was das hier in Frage kommende Gebiet betrifft, der Gruppe *Ajugoideæ* BENTH. ganz fremd, und abgesehen von den Gattungen *Brunella* und *Cleonia* auch der grossen Gruppe *Stachydeæ* BENTH.

Schleimzellen auf die vier vertikalen Bänder beschränkt, die an der trockenen Teilfrucht hervortreten; der ausgeflossene Schleim ist jedoch auch hier so reichlich, dass er im mit Wasser gesättigten Zustand ganz die Oberfläche der Teilfrucht bedeckt. Bei mehreren Gattungen zeigen die schwellenden Oberflächenzellen eine deutliche Spiralfaserstruktur; besonders ausgeprägt und hübsch habe ich diese bei *Lavandula multifida*, *Saccocalyx saturooides*, *Salvia viridis*, *Thymus lanceolatus* und *Ziziphora capitata* gefunden.

In der nordwestafrikanischen Flora ist die Labiaten-Familie durch etwa 200 Spezies vertreten, von denen ich 160 mit Rücksicht auf den Bau der Fruchtwand habe untersuchen können. Von diesen haben die folgenden 48 Schleimabsonderung aus der Oberfläche der Teilfrüchte gezeigt: *Brunella laciniata* L., *B. vulgaris* L., *Calamintha Acinos* (L.) CLAIRV., *C. alpina* (L.) LAM., *C. granatensis* B. & R., *C. rotundifolia* (PERS.) BENTH., *Cleonia lusitanica* L., *Hyssopus officinalis* L., *Lavandula abrotanoides* LAM., *L. dentata* L., *L. multifida* L., *L. pedunculata* CAV., *L. Stoechas* L., *L. tenuisecta* COSS., *Melissa officinalis* L., *Meutha Pulegium* L., *Micromeria debilis* POM., *M. Fontanesii* POM., *M. graeca* (L.) BENTH., *M. inodora* (DESF.) BENTH., *M. nervosa* (DESF.) BENTH., *Nepeta amethystina* DESF. v. *atlantica* BATT., *Rosmarinus laxiflorus* DE NOË, *R. officinalis* L., *Saccocalyx saturooides* COSS. & DR., *Salvia aegyptiaca* L., *S. Aethiopsis* L., *S. algeriensis* DESF., *S. argentea* L., *S. Balansae* DE NOË, *S. bicolor* DESF., *S. clandestina* L., *S. Jaminiana* DE NOË, *S. lanigera* POIR., *S. nemorosa* L., *S. phlomooides* ASSO., *S. Sclarea* L., *S. spinosa* L., *S. taraxacifolia* COSS., *S. Verbenaca* L., *S. viridis* L., *Thymus algeriensis* B. & R., *T. Fontanesii* B. & R., *T. lanceolatus* DESF., *T. Munbyanus* B. & R., *T. Serpyllum* L. v. *atlanticus* BALL, *Ziziphora capitata* L., *Z. hispanica* L. — Man kann also berechnen, dass etwa 30% der in Nordwest-Afrika vorkommenden Labiaten Schleim aus der Oberfläche der Teilfrüchte absondern. — Von Interesse ist, dass in diesem Gebiete mehrere Gattungen nur durch schleimabsondernde Arten vertreten sind, an der Nordseite des Mittelmeeres aber auch durch solche, aus deren Früchten kein Schleim ausfließt. So sind alle von mir untersuchten nordafrikanischen Arten von *Lavandula*, *Thymus* und *Salvia* schleimproduzierend; dies ist hingegen bei den europäischen *Lavandula latifolia* VILL. und *L. Spica* L. nicht der Fall, und auch nicht bei *Thymus Chamaedrys* FR. und der europäischen Waldpflanze *Salvia glutinosa* L. Es verdient auch erwähnt zu werden, dass von den 7 nordwestafrikanischen *Nepeta*-Arten die einzige schleimproduzierende, *N. amethystina*, auch die einzige ist, die in die Wüstenregion hineinreicht.

Was die für die Wüstengegenden besonders charakteristischen Labiaten betrifft, so erreichen sie innerhalb des fraglichen Gebietes nur eine Anzahl von etwa 20, und von ihnen sind 10, also ungefähr 50%, durch mehr oder minder reichliche Schleimabsonderung von der Oberfläche der Teilfrüchte ausgezeichnet.

Zum Vergleich habe ich sämtliche auf der Skandinavischen Halbinsel einheimische Labiaten untersucht. Diese sind 40 an der Zahl, und unter ihnen kommt Schleimabsonderung aus der Fruchtwand nur bei *Brunella grandiflora* (L.) JACO.,

B. vulgaris L., *Calamintha Acinos* (L.) CLAIRV., *Glechoma hederacea* L.¹ und *Thymus Serpyllum* L., also nur bei 12,5% der dortigen Repräsentanten der Familie, vor. Einen scharfen Kontrast hierzu bilden die 8 dorthin eingeführten und mehr oder minder naturalisierten Arten, indem von diesen nicht weniger als 5 schleimproduzierend sind, nämlich: *Dracocephalum thymiflorum* L., *Elsholzia cristata* WILLD., *Hyssoopus officinalis* L., *Salvia pratensis* L. und *S. verticillata* L.

Compositæ.

Schleimaussonderung von den Oberflächenzellen der Frucht, bez. aus deren Haarbekleidung, kommt innerhalb der Gruppen *Anthemideæ*, *Senecioneæ* und in gewissen Abteilungen der *Inuleæ* vor.

Anthemideæ.

Innerhalb dieser Gruppe wird der Schleim fast durchgehends von longitudinalen Leisten oder Wülsten abgesondert, welche aus tafelförmigen aber auf den Rand gestellten und wie Münzen in einer Rolle dicht aneinander gelagerten Epidermiszellen, die meistens mehrere Reihen bilden, zusammengesetzt sind (vergl. KLEBS, l. c., p. 589, Fig. 21). Bei Wasserzutritt schwellen diese Zellen und fließen in wurmförmige Schleimsäcke oder öfter in lange Schleimfäden aus, welche gewöhnlich eine mehr oder minder deutliche Spiralfaserstruktur zeigen. — Die wulstförmigen Schleimorgane liegen einander zuweilen so nahe, dass sie die ganze Fruchtoberfläche bedecken, z. B. bei *Periderca fuscata* (DC.) WEBB, *Cladanthus arabicus* (L.) CASS. und *Rhynolobus lonadoides* Coss., bei anderen, z. B. *Chrysanthemum*, *Otospermum* und *Leucanthemum*, laufen sie in grösseren Abständen von einander, und wiederum in anderen Fällen, wie bei *Anthemis* und *Anacyclus*, haben die Schleimorgane die Form von in vertikalen Reihen angeordneten Warzen oder Höckern, welche bei der letz-

¹ Bei *Glechoma hederacea* L., wie auch bei der südosteuropäischen *G. hirsuta* W. & K., begegnet ein Verhältnis, das ich bei keiner anderen Pflanze beobachtet. An vollreifen Früchten werden nämlich bei Wasserzutritt Massen von Oberflächenzellen in der Form von länglichen, geschlossenen Säcken mit dicker, verschleimter Wand und engem, fast inhaltslosem Lumen ausgestossen. Die ausgestossenen Zellen, welche untereinander ganz frei sind, werden sogleich vom Wasser weggeführt, falls dieses in Bewegung ist. Unter dem ZEISS'schen Binokularmikroskop liess sich bei stärkerer Vergrösserung die Prozedur verfolgen. Durch Wasseraufnahme werden die abgerundet kubischen Epidermiszellen zuerst 2—3-mal höher; danach berstet die Kutikula, und infolge des Seitendruckes der fortwährend anschwellenden Oberflächenzellen werden nun, im Laufe von 10—15 Minuten, immer mehr und mehr von ihnen ausgestossen, wobei sie von ihren verschleimten inneren Membranschichten umgeben bleiben. An vollreifen Früchten, die noch längere Zeit in Wasser gelegen, bleibt deshalb von der Epidermis bloss ein an eine Wabe erinnerndes Skelett zurück, das aus den Mittellamellen der radialen Wände nebst der zerrissenen Kutikula besteht. Da hierzu kommt, dass das Ausstossen des übrigen Zellkörpers mit einer gewissen Kraft geschieht, wie wenn man einen schlüpfrigen Apfeln kern zwischen den Fingern heraus schnellt, so wird jedenfalls die Mehrzahl der Schleimzellen von der Frucht entfernt, und diese wird deshalb beim Austrocknen entweder gar nicht oder doch nur schwach an der Unterlage angeklebt.

teren Gattung oft auf die Ränder der abgeplatteten Frucht beschränkt sind, wo sie zuweilen, z. B. bei *A. cyrtolepidioides* POM., kleine, gerade abstehende Lappen bilden. — Bei *Otospermum* setzen die wulstförmigen Schleimorgane auf die äusserste Seite des grossen ohrähnlichen Anhängsels hinauf fort, welches sich an der Spitze der Frucht befindet. — Bei gewissen *Anacyclus*-Arten, z. B. *A. valentinus* L., scheinen die Schleimorgane ganz an den Früchten der peripheren Blüten zu fehlen: diese sind statt dessen mit breiten, membranösen Flügelrippen versehen.

Bei *Cotula coronopifolia* L. habe ich ein besonderes Verhältnis gefunden. Die Früchte der peripheren Blüten, welche mit zwei Flügelleisten versehen sind, besitzen an der flachen Innenseite zahlreiche zylindrische einzellige Haare, welche sich bei Wasserzutritt an der Spitze öffnen, um einen trägfließenden Schleim herauszulassen. An den übrigen Früchten, wo die Flügelleisten fehlen, schwellen die Oberflächenzellen zu grossen Schleimsäcken mit schwacher Spiralfiberstruktur an, und infolge des Gedränges löst sich dabei oft ein Teil der Zellen ab und wird ins Wasser ausgestossen; auch an diesen Früchten finden sich auf der inneren Seite zylindrische Haare, welche sich jedoch nicht an der Spitze zu öffnen scheinen.

Von den in Nordwest-Afrika vorkommenden Anthemideen-Gattungen sind es nur *Achillea* und die auf die Meeresufer des Gebietes beschränkte *Diotis*, die nicht mit Schleimabsonderung ausgerüstet sind. Was die übrigen Gattungen betrifft, so fehlt sie bei folgenden Arten: der auf die Tell-Region beschränkten *Santolina Chamaecyparissus* L. und der in der Gebirgsregion heimischen *S. rosmarinifolia* L. v. *canescens* (LAG.); den an die Tell-Region, bez. an die Meeresufer gebundenen *Anthemis arevensis* L. und *A. maritima* L.; dem ebenfalls auf die Tell-Region beschränkten *Leucanthemum Fontanesii* B. R.; den in der Gebirgs-, bez. Tell-Region heimischen *Chrysanthemum corymbosum* L., *C. coronarium* L., *C. segetum* L., *C. viscosum* DESF. und dem bloss subsontan auftretenden *C. Parthenium* (L.) BERNH.; den an die Meeresküsten, bez. Gebirgsgegenden gebundenen *Artemisia arborescens* L. und *A. Absinthium* L. sowie der innerhalb des Gebietes sehr seltenen *A. vulgaris* L. — Schleimaussonderung ist dagegen bei folgenden beobachtet: *Anacyclus clavatus* (L.) PERS., *A. cyrtolepidioides* POM., *A. Pyrethrum* (L.) CASS., *A. radiatus* (L.) LOIS., *A. valentinus* L., *Anthemis altissima* GAY, *A. Boreana* GAY, *A. chrysantha* GAY, *A. Cotula* L., *A. pedunculata* DESF., *A. punctata* VAHL, *A. secundiramea* BIV., *A. stiparum* POM. v. *decumbens* BONN., *A. tuberculata* BOISS., *Artemisia campestris* L., *A. glutinosa* GAY, *A. Herba-alba* ASSO¹, *Broecchia cinerea* (DEL.) VIS., *Chlamydochora pubescens* (DESF.) COSS. & DR., *C. tridentata* EHRH., *Cladanthus arabicus* (L.) CASS., *Chrysanthemum Catananche* BALB., *C. Clausonis* (POM.) BATT., *C. deserticola* MURB., *C. fuscatum* DESF., *C. macrocarpum* COSS. & KRAL., *C. macrotum* (DR.) NYM., *C. Maresii* (COSS.) BATT., *C. multicaule* DESF., *C. Myconis* L., *Cotula coronopifolia* L., *Fradinia halimifolia* (MUNBY) POM., *F. pedunculata* (COSS. & DR.) POM., *Leucanthemum glabrum* (POIR.) B. & R. nebst subsp. *decipiens* POM., *Lonas inodora* GÄRTN., *Matricaria aurea* (L.) BOISS., *M. Chamomilla* L., *Ormenis mixta* (L.) DC., *O. nobilis* GAY, *Otospermum glab-*

¹ Von 8 anderen *Artemisia*-Arten habe ich leider keine reifen Früchte zur Verfügung gehabt.

rum (LAG.) WILLK., *Periderca fuscata* (DC.) WEBB, *Plagiis grandiflorus* (DESF.) L'HÉR., *Rhedinolepis lonadoides* COSS., *Santolina africana* JORD. & FOURR.

Ein Überblick der Verhältnisse zeigt, dass die schleimabsondernden nordwestafrikanischen Anthemideen 70 % der ganzen Anzahl ausmachen, sowie dass, wenn man sich an die Steppen- und Wüstenregion des Gebietes hält, alle untersuchten Spezies der fraglichen Gruppe Schleim aussondern¹, die rein desertischen Formen meistens in grosser Menge. — Zum Vergleich kann erwähnt werden, dass von den auf der Skandinavischen Halbinsel einheimischen Anthemideen nur 25 % Schleimaussonderung an der Frucht zeigen, nämlich *Matricaria Chamomilla* L., *Chrysanthemum Leucanthemum* L., *Anthemis Cotula* L., *Artemisia campestris* L. und *A. maritima* L.

Senecioneæ.

Innerhalb dieser Gruppe, die in Nordwest-Afrika nur durch die Gattungen *Senecio*, *Hertia* und *Doronicum* vertreten ist, kommt Schleimabsonderung aus der Frucht bei den beiden ersteren vor, dagegen nicht bei der letzteren, deren einziger Vertreter innerhalb des Gebietes, *D. atlanticum* CHAB., auf die höchstliegenden Teile der Atlas-Kette beschränkt ist.

Die Schleimorgane bei *Senecio*, welche schon von H. v. MOHL (Bot. Zeit. 1844, p. 324) erwähnt und ausführlicher von NOBEE (Handb. d. Samenkunde, 1876, p. 83, Fig. 91) und KLEBS (l. c., p. 581, Fig. 17 III) beschrieben sind, bestehen aus zylindrischen Haaren, die überall oder in mehrdoppelten Längsreihen die Oberfläche der Frucht bekleiden. Jedes Haar setzt sich aus zwei einander längs anliegenden, schlauchförmigen Zellen zusammen, welche sich bei Anfeuchtung an der äussersten Spitze des Haares von einander trennen, wobei augenblicklich aus jeder von ihnen ein Schleimfaden austritt, der sich unter korkzieherähnlichen Spiralwindungen stark verlängert. Die Schleimmassen, welche ausgesondert werden, sind im Allgemeinen nicht bedeutend, und das kleine Wasserquantum, das von ihnen aufgenommen wird, habe ich schon in mässig trockner Luft so schnell verdunsten sehen, dass die fraglichen Organe unmöglich als Wasserreservoir während der Keimung in Betracht kommen können. Durch die erwähnte Fadenstruktur des Schleimes — die Fäden zerfliessen nicht, sondern zeigen ein festes Gerippe mit äusserst feiner Spiralfaserstruktur — vermag dieser jedoch auch hier die Frucht mit grosser Kraft an der Unterlage festzukleben. — Bei den zwei *Senecio*-Arten, die dem algerisch-tunesischen Teil der Sahara angehören, nämlich *S. coronopifolius* DESF. und *S. flavus* (DCSNE.) SCHULTZ, wird Schleim in der besprochenen Weise (bei der letzteren Art in grosser Menge) ausgesondert, und dasselbe ist übrigens auch bei den übrigen einjährigen nordwestafrikanischen Spezies der Fall, welche ich habe untersuchen können, nämlich *S. crasifolius* WILLD., *S. delphinifolius* VAHL (bei welchem die Haare ganz kurz aber zugleich

¹ Von *Achillea leptophylla* MB. und *A. Santolina* L. haben mir reife Früchte gefehlt.

ungewöhnlich dick sind), *S. leucanthemifolius* POIR., *S. lividus* L., *S. minutus* (Cav.) DC., *S. nebrodensis* L. (der nicht selten perenniert) und *S. vulgaris* L.; Schleimabsonderung kommt auch bei den mehrjährigen Arten *S. Auricula* BOURG., *S. limifolius* (Biv.) DC. und *S. Perralderianus* Coss. (bei welchem die Haare spärlich und ganz kurz sind) vor. — Keine der erwähnten Arten gehört Standorten mit dichter Vegetation an. Dies ist dagegen mit der in Nordwest-Afrika endemischen Sumpfarzt *S. giganteus* DESF. der Fall, und bei diesem scheiden die betreffenden Haare nie Schleim aus, ebenso wenig wie bei gewissen anderen perennierenden Arten, welche zugleich in Süd- und Mittel-Europa vorkommen, wie *S. Cineraria* DC., *S. Doronicum* L. (wo die Frucht meistens ganz kahl ist) und *S. erraticus* BERT. — Ein Vergleich zwischen den nordwestafrikanischen und den skandinavischen Arten der Gattung *Senecio* gibt an die Hand, dass 60% der ersteren aber bloss 25% der letzteren schleimproduzierend sind, indem unter den 8 skandinavischen Arten nur *S. silvaticus* L. und *S. vulgaris* L. der betreffenden Kategorie angehören.

Bei *Hertia cheirifolia* (L.) O. KZE., welche eine Charakterpflanze der steppenartigen Gebiete in Algerien und Tunesien ist, ist die fast centimeterlange Frucht mit einem dicken Pelz von Haaren bedeckt, die denen von *Senecio* ähnlich sind; von diesen Haaren werden grosse Schleimmassen ausgeschieden.

Inuleæ.

Innerhalb dieser ganzen Gruppe ist die Frucht in der Regel mit Haaren von wesentlich demselben Bau wie bei den *Senecioneæ* bekleidet. Schleimaussonderung kommt jedoch nur innerhalb der Unterabteilungen *Gnaphaliinæ* und *Filagininae* vor, nämlich in den Gattungen *Gnaphalium*, *Helichrysum*, *Evax*, *Filago*, *Ifloga* und *Lasiopogon*. Die Haare sind jedoch hier bedeutend kürzer, und der Schleim wird nicht in Gestalt von langen Fäden ausgesandt, sondern quillt als zwei aneinander gedrückte kugelige Massen hervor. Bei *Ifloga* zeigen die Schleimorgane beim ersten Blick mit denen von *Senecio* wenig Ähnlichkeit, indem sie die Form niedriger, im trocknen Zustande kaum merkbarer Papillen haben, welche sich auch bei Wasserzutritt nur wenig über die Oberfläche der Frucht erheben. Eine genauere Untersuchung gibt jedoch an die Hand, dass sie aus zwei nebeneinander liegenden Zellen bestehen, aus deren Spitzen zwei sphärische Schleimmassen hervorquellen, und da diese Schleimzellen, gleichwie die beiden Schlauchzellen bei *Senecio*, ausserdem immer so orientiert sind, dass die eine der Spitze der Frucht, die andere deren Grunde zugekehrt ist, sind sie offenbar mit den letzteren identisch: die Schleimpapille ist also nur ein hinsichtlich seiner Länge äusserst stark reduziertes *Senecio*-Haar. — Solche Schleimhaare oder Schleimpapillen kommen nicht nur bei den in Nordwest-Afrika durch eine einzige Art vertretenen Gattungen *Ifloga*, *Lasiopogon* und *Gnaphalium* (*G. lutealbum* L.) vor, sondern auch bei allen von mir untersuchten Repräsentanten der Gattungen *Evax*, *Filago* und *Helichrysum*, nämlich *Evax argentea* Pom. subsp. *deser-*

torum POM., *E. asterisciflora* (LAM.) POIR., *E. pygmaea* (L.) PERS., nebst subsp. *psilantha* POM., *Filago Durici* COSS., *F. fuscescens* POM., *F. gallica* L., *F. germanica* L., *F. heterantha* GUSS., *F. maeotica* DEL., *F. montana* L., *F. spatulata* PRESL subsp. *micropodioides* LGE. und subsp. *prostrata* BATT., *Helichrysum rupestre* (RAF.) DC., *H. scandens* (SIEB.) MURB. nebst subsp. *brachyphyllum* BOISS. — Zum Vergleich sei angeführt, dass in den skandinavischen, hierher gehörenden Gattungen nur die halbe Anzahl der Arten dergleichen schleimabsondernde Haare besitzen, nämlich die auf weniger dicht bewachsenen Stellen auftretenden *Filago apiculata* SM., *F. germanica* L., *F. montana* L., *Gnaphalium luteo-album* L., *Helichrysum arcnarium* (L.) MOENCH.

Schliesslich sei auch noch bemerkt, dass ein für Windtransport besonders eingerichteter Pappus nie bei den mit Schleimzellen so oft ausgerüsteten Anthemideen vorkommt, und dass auch bei *Evax* sämtliche Blüten des Köpfchens dieses Organ entbehren, sowie dass dies auch mit allen, bez. einem Teil der randständigen weiblichen Blüten bei *Iftoga* und *Filago* der Fall ist, und dies obgleich die zentralen, nicht fertilen Blüten bei der Mehrzahl der Arten dieser beiden Gattungen mit Flugpappus versehen sind.

Gramineæ.

Innerhalb dieser Familie zeigen bekanntlich die Gattungen *Crypsis* und *Sporobolus* Schleimaussonderung aus der Fruchtwand. Hier ist es zwar nicht die Oberflächenschicht, in der die Verschleimung statt findet, da aber das Perikarp bei Einwirkung von Wasser der Länge nach aufbricht, so gewinnen die an dessen Innenseite gebildeten Schleimmassen jedenfalls freien Austritt.

Die drei in Nordwestafrika vorkommenden *Crypsis*-Arten — *C. aculeata* (L.) AIT., *C. alopecuroides* (HOST) SCHRAD., *C. schoenoides* (L.) LAM. — verhalten sich alle in der erwähnten Weise. Sie kommen in Depressionen vor, die im Winter oft überschwemmt werden, und blühen und fruchten erst im Spätsommer oder Herbst. Wenn die Ähren durch Regen oder in Wasserpfützen am Boden (die Halme sind niederliegend, und die Ähren fallen übrigens zuletzt ab) durchtränkt werden, reisst die aufgetriebene und an der Innenseite verschleimte Fruchtwand auf, so dass der Same heraustreten kann. Zu bemerken ist jedoch, dass der Same hierbei von den ebenfalls ausfliessenden Schleimmassen umgeben bleibt. Infolge ihrer fädigen Struktur setzen sich nämlich diese an den Spitzen der Glumellen sowie auch an den Spitzen der verwelkten Filamente fest und halten zugleich den Samen in dieser Lage fest; nach Austrocknen bleiben folglich die Samen an der Unterlage ange kittet. — In Übereinstimmung hiermit findet man nicht selten, dass an fruchtenden Herbar-Exemplaren, welche vor dem Einsammeln kräftigerem Regen ausgesetzt gewesen sind, Massen von Samen, die aus dem Perikarp ausgekrochen sind, an den Spitzen der Ähren festgeklebt sitzen (siehe auch DUVAL-JOUVE in Bull. Soc. bot. Fr., XXXI, p. 322 [1866]).

In wesentlich derselben Weise verhalten sich die vier nordafrikanischen *Sporo-*

bolus-Arten (*S. arenarius* (GOUAN) DUV.-JOUVE, *S. marginatus* HOFST., *S. spicatus* (VAHL) KUNTH, *S. Tourneuxii* COSS.), von denen die beiden letzteren der Wüstenregion angehören.

Keine der nordeuropäischen Gramineen zeigt, soweit bekannt, Schleimabsonderung am Perikarp.

Die im Vorstehenden angeführten Beobachtungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Hierbei ist zu bemerken, dass ich die Familie *Compositae* betreffend bloss diejenigen Gruppen mitgenommen, in welchen Arten mit schleimiger Fruchtwand vorkommen; dies schien um so mehr befugt, weil es mit bedeutenden Schwierigkeiten verbunden gewesen wäre, die Anzahl Arten der auf der Skandinavischen Halbinsel so ausserordentlich formreichen Gattungen *Hieracium* und *Taraxacum* richtig abzuschätzen. Es muss auch hervorgehoben werden, dass ich tatsächlich nicht die Beschaffenheit der Fruchtschale bei allen den als untersucht bezeichneten Arten der Familie *Gramineae* geprüft habe, da das Ergebnis einer solchen Prüfung ganz gewiss nicht absehbar von dem in der Tabelle angeführten würde abgewichen haben.

	Nord-Afrika			Skandinavische Halbinsel		
	Anzahl untersuchter Arten	Darunter mit Schleimabsonderung		Anzahl untersuchter Arten	Darunter mit Schleimabsonderung	
		Anzahl	%		Anzahl	%
Cruciferae	161	97	60,2	77	20	26
Linaceae	14	13	92,9	2	0	0
Zygophyllaceae	13	8	61,5	0	0	0 ¹⁾
Euphorbiaceae	38	12	31,6	8	1	12,5
Cistaceae	46	33	71,7	3	2	66,7
Lythraceae	8	5	62,5	2	1	50
Plantaginaceae	20	20	100	8	6	75
Cneurbitaceae	3	2	66,7	0	0	0 ¹⁾
Juncaceae	24	3	12,5	34	2	5,8
Urticaceae	8	2	25	5	1	33,3
Nyctaginaceae	2	2	100	0	0	0 ¹⁾
Labiatae	160	48	30	40	5	12,5
Compositae						
Anthemideae	65	45	69,2	20	5	25
Senecioneae	22	13	59,1	13	2	15,4
Gnaphalinee + Filaginiae	22	20	90,9	13	5	38,5
Gramineae	c. 300	7	2,3	137	0	0
Summa	906	332	36,6	360	50	13,9

Aus der Tabelle geht hervor, dass innerhalb der Familien, welche Arten mit Schleimabsonderung aus der Samen- oder Fruchtschale umfassen, diese Arten in

¹⁾ Die Familie hat keine Repräsentanten in der skandinavischen Flora.

dem nordwestafrikanischen Florengebiet eine Anzahl von 332 unter 906 untersuchten, d. h. 36,6% erreichen, während sie sich auf der Skandinavischen Halbinsel bloss auf 50 unter 360 untersuchten, also nur auf 13,9% belaufen. Sieht man von der grossen Gramineen-Familie ab, welche in Nordwest-Afrika 7 schleimaussondernde Arten umfasst, in Skandinavien gar keine, so werden die prozentischen Zahlen 53,6, bez. 22,4; die Relation bleibt also ungefähr dieselbe. — Eine Berechnung der prozentischen Zahl schleimabsondernder Arten in der ganzen Phanerogamenflora von Nordwest-Afrika, bez. von Skandinavien ist mit Schwierigkeiten verbunden. Was das erstere Gebiet betrifft, habe ich für meine Untersuchung durchschnittlich nur etwa 75% der infragekommenden Spezies zur Verfügung gehabt, weshalb man, um die Anzahl der schleimabsondernden Arten in der ganzen nordwestafrikanischen Flora zu erhalten, offenbar die in der Tabelle angegebene Zahl mit $\frac{1}{3}$ erhöhen muss, also von 332 zu 443; betreffs Skandinavien bleibt hingegen die entsprechende Zahl 50 unverändert, da ich so gut wie sämtliche infragekommende skandinavische Arten habe untersuchen können. Was die Anzahl der Phanerogamen in der Flora von Nordwest-Afrika betrifft, so sind in Algerien und Tunesien nach BATTANDIER & TRABUT (Flora analytique & synoptique, 1902) 3276 Spezies einheimisch, wozu ferner 337 marokkanische Arten (nach BATT. & TRAB., Fl. de l'Algérie & Cat. d. pl. du Maroc, 1888—95) und 181 tripolitanische (nach DURAND & BARRATTE, Flore Libyæ Prodr., 1910) kommen; also im Ganzen 3794. Diese Zahl dürfte jedoch, mit Rücksicht auf Arten, deren Vorkommen im Gebiete später festgestellt worden ist, mit Recht auf 4000 zu erhöhen sein. Die Zahl der auf der Skandinavischen Halbinsel einheimischen Phanerogamen beläuft sich nach HARTMAN, Handbok i Skandinavians flora, Ed. XI (1879), wo der Speziesbegriff ungefähr denselben Umfang wie in den soeben angeführten Arbeiten hat, auf 1600. Da, wie oben erwähnt, die nordwestafrikanischen Arten, von deren Samen- oder Fruchtschale Aussonderung von Schleim stattfindet, zu 443, die skandinavischen zu 50 berechnet werden können, so stellt sich die prozentische Zahl für Nordwest-Afrika als 11,1%, für Skandinavien bloss als 3,1% heraus.

Vergleicht man die nordwestafrikanische Wüstenflora mit der skandinavischen Wiesen- und Waldflora, so tritt der Unterschied noch deutlicher hervor. Von den 205 Arten aus der algerisch-tunesischen Sahara, welche nicht ausserhalb der Grenzen der eigentlichen Wüstenregion treten, sind es nämlich nicht weniger als 40, also 19,5%, welche Schleimaussonderung der Samen- oder Fruchtschale aufweisen, während unter den zahlreichen skandinavischen Waldpflanzen keine einzige und unter den noch zahlreicheren Wiesenpflanzen nur 5 (*Chrysanthemum Leucanthemum*, *Brunella vulgaris*, *B. grandiflora*, *Glechoma hederacea*, *Juncus filiformis*), also gewiss weniger als 1%, die betreffende Eigentümlichkeit zeigen.

Die biologische Bedeutung der Schleimausscheidung.

Über die Bedeutung des von der Testa, bez. vom Pericarpium ausgeschiedenen Schleimes sind verschiedene Ansichten ausgesprochen worden. SCHENK (Botan. Zeitung 1877, p. 415) meint, dass die Schleimabsonderung die Verbreitung der Früchte und Samen befördert, indem der Schleim sie an fremde Gegenstände festklebt; ausserdem glaubt er annehmen zu können, dass die betreffende Erscheinung »durch die Veränderungen, welche die Gallerte erfährt und in ihrer Umgebung hervorruft«, nicht ohne Bedeutung für die jugendliche Keimpflanze ist. — Allgemeiner verbreitet ist die Auffassung gewesen, dass der Schleim durch seine Eigenschaft, bei Zugang an Wasser grössere Mengen davon aufzunehmen, als Feuchtigkeitsbehälter während der Keimung dient und somit den austreibenden Keim gegen plötzliche Austrocknung schützt (siehe z. B. STRASBURGER, Das botan. Practicum, p. 536 [Jena 1884]; W. JOHANNSEN, Lærebog i Plantefysiologi, p. 13 [Kjöbenhavn 1892]). Auch KLEBS, der sich eingehender mit der betreffenden Frage beschäftigt, ist der Ansicht, dass der von Samen und Früchten ausgeschiedene Schleim, besonders wenn er keine Spiralfasern enthält, hauptsächlich die Aufgabe hat, während der Keimung Wasser vorrätig zu halten (l. c., p. 588). — KLEBS hebt jedoch hervor (p. 590), dass man wohl zugleich auch mit Recht die Schleimbildung als eine Einrichtung auffassen muss, wodurch Früchte und Samen, welche für ihre Keimung an trockenere Standorte angewiesen sind, leichter die nötige Befestigung an der Unterlage erreichen, und nach ihm haben verschiedene Forscher, wie KEENER (Pflanzenleben, I, p. 575 [1890]), LUDWIG (Lehrb. d. Biologie d. Pfl. [1895], p. 351), HABERLANDT (Physiol. Pflanzenanatomie [1909], p. 39), sowie auch JOHANNSEN (in WARMING & JOHANNSEN, Den almind. Bot., Ed. IV, p. 187 [Kjöbenhavn 1900]), sich mehr oder minder bestimmt dahin ausgesprochen, dass die Hauptaufgabe des Schleimes darin zu sehen sei, während der Keimung den Samen an der Unterlage festzuhalten. — Andererseits hat auch in der letzten Zeit die Meinung Fürsprecher gefunden, dass der ausgeschiedene Schleim für die Dissemination von Bedeutung ist. So sagt VELENOVSKÝ (Vergleichende Morphologie d. Pfl., p. 1040 [Prag 1910]), dass Samen und Früchte »mit dessen Hilfe sich leicht an Gegenstände ankleben und so mit diesen Gegenständen in die Umgebung vertragen werden«, und in demselben Sinne hat sich

BRUQUET betreffs der Labiaten ausgesprochen (in ENGLER & PRANTL, Natürl. Pflanzenfam., IV, 3a p. 302).

Was die letzterwähnte Ansicht betrifft, mag daran erinnert werden, dass sich die abgefallenen Früchte oder Samen natürlich vorzugsweise an den feuchten Boden oder an feuchte Blätter oder Stengel von im Boden festsitzenden Pflanzen ankleben. In der Regel bleiben sie also an immobilen Gegenständen hängen und nicht an solchen, die für Transport geeignet sind. Damit schleimführende Früchte und Samen, welche ja fast nie mit Heforganen versehen sind sondern im Gegenteil fast durchgehends eine ebene, meistens ganz glatte Oberfläche besitzen, an einem vorbeipassierenden Gegenstand, z. B. in dem Haar- oder Federkleide eines Tieres, hängen bleiben sollen, wäre es übrigens erforderlich, dass die Oberfläche des fraglichen Gegenstandes feucht wäre, während die Oberfläche des Samens selbst trocken geblieben. Ist dagegen der Same der Feuchtigkeit ausgesetzt gewesen, so bleibt er infolge seiner zähen Schleimhülle recht hartnäckig an seinem Platz und lässt sich nicht leicht auf ein vorbeipassierendes Objekt überführen¹. Was besonders die Labiaten betrifft, so sind ja die in der Kelchröhre eingeschlossnen Teilfrüchte gegen Berührung geschützt, und ein durch den Schleim bedingter Transport kann deshalb nicht gern stattfinden, bevor sie zu Boden gefallen. — Unter allen Verhältnissen kann offenbar der Schleim nur zufällig als Transportmittel dienen, und seine Bedeutung als solches muss besonders in der Wüstenregion mit ihrer Armut an höheren Tierformen als ganz untergeordnet angesehen werden.

Was die Ansicht betrifft, dass der Schleim die Aufgabe habe, während der Keimung Wasser zur Verfügung zu halten, so kann eine solche Auffassung bei flüchtiger Betrachtung durch die oben dargelegte Tatsache bekräftigt scheinen, dass Schleimausscheidung aus den Samenhüllen gerade für Pflanzen kennzeichnend ist, die trockenen Klimaten angehören. Die Bedeutung des Schleimes als Wasserspeicher während der Keimung ist aber augenscheinlich davon abhängig, wie lange Zeit der Schleim im Stande ist, das einmal aufgesogene Wasser zu behalten. Da keine Angaben hierüber in der Litteratur vorzuliegen scheinen, habe ich in der nachstehenden Tabelle meine Beobachtungen über 38 nordafrikanische Arten, die meisten der Wüsten- und Steppenflora angehörend, zusammengestellt. — Die Versuche wurden so angestellt, dass ich erst die Samen, bez. Früchte so lange auf einem Uhrglase in Wasser liegen liess, bis der Schleim völlig durchtränkt war, und sie darauf, unter Achtgeben, dass überflüssiges Wasser vorsichtig mittelst eines Fetzen Filtrierpapier entfernt wurde, auf ein Objektglas überführte. In der Tabelle ist angegeben, wie viele Minuten verflossen, ehe der Schleim vollkommen zum Trocknen gelangte. Die Versuche wurden in einem gewöhnlichen Wohnzimmer angestellt, also in stiller Luft. Die relative Luftfeuchtigkeit wechselte zwischen 50 % und 75 %.

¹ Bei *Juncus tenuis*, wo bei anhaltend regnerischem Wetter der Schleim hervortritt, ehe die Samen die Kapseln verlassen, und wo die Schleimmassen dann zuweilen die ganze Inflorescenz einhüllen (siehe S. 13), kann jedoch offenbar eine solche Übertragung leicht stattfinden.

	Minuten		Minuten
Amnosperma teretifolium	40	Hertia cheirifolia	330
Anastatica hierochuntica	96	Koniga libyca	27
Artemisia Herba-alba	45	Lavandula multifida	40
Boerhavia verticillata	80	Linum angustifolium.....	90
Brocchia cinerea	18	Luzula Forsteri	100
Brunella vulgaris	65	graeca.....	85
Chlamydomphora pubescens	42	Matricaria aurea.....	35
Chrysanthemum deserticola.....	45	Nepeta amethystina	42
fuscatum	50	Otospermum glabrum	110
macrocarpum	300	Plantago syrtica	69
Cleonia lusitanica	85	Rosmarinus laxiflorus	90
Crypsis aculeata.....	35	Saccocalyx satureoides	40
Euphorbia granulata.....	10	Salvia aegyptiaca	90
Fagonia arabica	115	viridis	125
glutinosa	58	Senecio coronopifolius	20
Helianthemum ellipticum	32	flavus	75
kahiricum	25	Sporobolus spicatus	25
velutinum	55	Urtica membranacea	40
Henophyton deserti	155	pilulifera	65

Aus der Tabelle geht hervor, dass bei 20 der untersuchten Arten, also bei mehr als der halben Anzahl, der Schleim in kürzerer Zeit als einer Stunde seine Feuchtigkeit abgab; bei 14 Arten waren hierfür 1—2 Stunden erforderlich, bei 2 anderen 2—2 1/2 Stunden. Nur bei 2 der untersuchten Arten, nämlich den mit ungewöhnlich grossen Früchten und gewaltigen Schleimmassen versehenen *Chrysanthemum macrocarpum* und *Hertia cheirifolia* (bei welcher der Schleimklumpen centimetergross ist), dauerte es 5, bez. 5 1/2 Stunden, bis das Wasser ganz verdunstete. Andererseits war bei 6 der Arten, die mit verhältnismässig kleinen Samen versehen sind, bloss 1/6—1/2 Stunde zum vollständigen Austrocknen des Schleimes erforderlich. Bei 95 % der untersuchten Arten hat also der Schleim nur während höchst 2 Stunden Wasser vorrätig halten können, und bei 53 % hat er nicht einmal während einer vollen Stunde vor Austrocknung zu schützen vermocht. — Es ist ausserdem hervorzuheben, dass in wüstenartigen Klimaten der Wassergehalt der Luft noch geringer ist, als bei den angestellten Versuchen. Aus der nachstehenden Tabelle, die die relative Luftfeuchtigkeit an zwei Orten in der algerischen Sahara zeigt¹, ist nämlich ersichtlich, dass die mittlere Tagesfeuchtigkeit in Ghardaia nur im November—Januar, in El Golea nur im Dezember 50 % übertrifft, und dass die Luftfeuchtigkeit mitten am Tage nicht einmal im Dezember 45 % zu übersteigen scheint. Nimmt man schliesslich auch in Betracht, dass die Luft in freier Natur selten ganz

¹ Nach J. HANN: Zum Klima der algerischen Sahara (Meteorolog. Zeitschr. X. Jahrg., p. 471 [1893]; XV. Jahrg., p. 69 [1898]).

still ist, wie bei den oben angeführten Versuchen, so scheint es offenbar, dass dem Schleim, besonders wenn es sich um Wüstenpflanzen handelt, nicht mit Recht irgendwelche absehbare Bedeutung als Wasserspeicher während der Keimung zuerkannt werden kann.

Relative Luftfeuchtigkeit.

	Oase Ghardaia				Oase El Golea
	7 Uhr Vm.	1 Uhr Nm.	7 Uhr Nm.	Mittel	Mittel
Januar	70 %	40 %	53 %	54,3 %	49 %
Februar	64	31	42	45,7	48
März	54	26	34	38	34
April	46	21	28	31,7	30
Mai	40	17	22	26,3	23
Juni	31	14	18	21	20
Juli	28	12	15	18,3	14
August	33	15	17	21,7	18
September	44	19	22	28,3	19
Oktober	55	31	39	41,7	30
November	67	37	49	51	44
Dezember	71	45	55	57	57
Jahr	50	26	33	36,3	32

Es lässt sich übrigens in Frage setzen, ob es nicht für einen solchen Zweck vorteilhafter gewesen wäre, falls der mit Wasser gesättigte Schleim, statt herauszutreten, in den Geweben der Samenhülle geblieben wäre. Jedenfalls habe ich gefunden, dass die Samen des in Nord-Europa allgemein verbreiteten *Helianthemum Chamacistus*, wo die Testa bei Wasserzutritt stark anschwillt, aber wo die Schleimmassen nie hervortreten (siehe S. 10), wenigstens ebenso langer Zeit zum Austrocknen bedürfen wie die Samen gewisser schleimausscheidender Wüsten-Spezies derselben Gattung, und dies obgleich die aufgenommene Wassermenge offenbar geringer ist als bei diesen letzteren.

Schon der Umstand, dass der Schleim bei so zahlreichen Pflanzen aus trockenen und vegetationsarmen Standorten, und besonders bei so vielen Wüstenpflanzen, aus der Testa, bez. aus dem Perikarp herausfließt oder aus der Spitze langgestreckter Haare ausgespritzt wird, scheint also eine Andeutung davon zu geben, dass er vielleicht eher die Aufgabe hat, den Samen oder die Frucht in ein für diese Pflanzenformen günstiges Verhältnis zu der nächsten Umgebung zu bringen.

Dass Früchte und Samen, die bei Wasserzutritt Schleim absondern, nach Eintrocknen der Schleimmassen mit grosser Kraft an der Unterlage festgehalten werden, ist leicht nachzuweisen. Falls sie auf Filtrierpapier ausgelegt worden sind, können sie also nach Eintrocknen selten entfernt werden, ohne dass das Papier zerreißt; sogar von einer so glatten Fläche wie die eines Objektglases, ist es oft schwer und

nicht selten gar unmöglich, sie in unbeschädigtem Zustande frei zu machen, weil der erhärtete Schleim nicht nur mit ausserordentlicher Kraft adhärirt sondern auch, speziell wenn er mit Spiralfasern u. dergl. vermengt ist, oft grössere Festigkeit als die Masse des Samens selbst besitzt. Falls Samen oder Früchte mit reichlicher Schleimaussonderung auf die Erdoberfläche in einem Blumentopf gelegt und hinreichend befeuchtet werden, so findet man nach Austrocknung ein beträchtliches Erdquantum mit Schleim imprägniert. Selbst wenn die Erde sandig und lose ist, lässt sich ein Same gewöhnlich nicht aufheben, ohne dass ein recht ansehnlicher Erdklumpen mitfolgt; ist die Unterlage lehmig und fest, erfährt man beim Versuch, einen Samen daraus aufzuheben, ungefähr dieselbe Schwierigkeit, wie wenn man einen Stein aus gefrorner Erde losmachen will.

Es ist leicht ersichtlich, welche Vorteile die Schleimbildung unter solchen Verhältnissen für Samen hat, welche darauf hingewiesen sind, auf offenen Standorten und besonders in Klimaten mit geringem Niederschlag zu keimen — wo der Boden also in der Regel trocken und dazu noch oft fest und schwerdrehdringlich ist, und wo Früchte und Samen folglich öfters unbedeckt auf dem Boden liegen bleiben. Dadurch dass der Austritt des Schleimes aus den Samenhüllen in den meisten Fällen in wenigen Augenblicken nach dem Anfeuchten derselben stattfindet, werden die Samen schon nach dem ersten Regenschauer, selbst wenn dieser von ganz kurzer Dauer ist, an der Unterlage verankert; dieselbe Wirkung hat übrigens auch reichliche Taubildung. Die Samen, welche gereift und zu Boden gefallen, ehe die Regen ganz aufgehört, gewinnen deshalb, Dank sei der Schleimaussonderung, in erster Reihe den Vorteil, dass sie nicht für längere Zeit ein Spielball des Windes werden: sie sind vor der Gefahr geschützt, während der folgenden Trockenzeit, welche in Gegenden mit ausgeprägtem Wüstenklima mehrere Monate andauert und sich nicht selten über eine Folge von Jahren ausdehnt, über endlose Strecken gefegt und dabei auf allerlei Weise beschädigt zu werden oder vielleicht zuletzt nach einem gar zu ungünstigen Ort zu gelangen; auch werden sie nicht aus ihrer Lage gerückt, falls die Keimung schon sollte angefangen haben.

Aber auch andere Vorteile als die Fixierung an der Unterlage erwachsen dem Samen durch die Schleimaussonderung. Falls die Bodenfläche lose Teilchen enthält, so wandern die zunächst umgebenden an den Seiten des Schleimklumpens hinauf, und nach Eintrocknen findet man den Samen von ihnen umgeben oder öfters ganz eingehüllt. Auch der Wind kann natürlich Detritus herbeiführen, welcher, so lange der Schleimklumpen feucht ist, an demselben festklebt. Es ist offenbar, dass schon eine solche Bedeckung nicht nur für die Keimung sondern auch durch den Schutz, den sie während einer oft langwierigen Trockenperiode in mehreren Hinsichten darbieten muss, von Bedeutung ist. Da ausserdem schleimabsondernde Samen und Früchte, im Gegensatz zu einer Menge anderen, fast ausnahmslos die Eigenschaft besitzen, in Wasser gleich nach dem Schleimaustritt zu Boden zu sinken, und da die kleinen Wasseransammlungen, welche sich bei eintreffenden Niederschlägen auf der Bodenfläche bilden, in der Regel mehr oder weniger trüb sind, so erhalten Sa-

men und Früchte gerade infolge der Schleimbildung auch in dieser Weise eine wengleich dünne Bedeckung von Schlamm u. dergl. — Die Schleimaussonderung dürfte übrigens auch dadurch Bedeutung haben, dass sie dazu beiträgt, den Samen in die für die Keimung meist passende Lage zu bringen, welche für langgestreckte Samen bekanntlich die horizontale ist, für platte Samen die flachliegende. Samen, die infolge ihrer Kleinheit oft in eine ungünstige Lage zwischen den Erdpartikeln gelangen würden, gewinnen nämlich durch den in angeschwollenem Zustande oft mächtigen Schleimmantel eine wesentlich vergrösserte Oberfläche, und da sie folglich mit einer grösseren Anzahl Erdpartikeln in Berührung kommen, nehmen sie auch weit leichter die erwähnte vorteilhafte Lage ein, in welcher sie dann nach dem Austrocknen des Schleimes auch fixiert werden.

Die Schleimaussonderung hat jedoch ohne Zweifel ihre hauptsächlichste Bedeutung darin, dass sie zum glücklichen Verlauf gewisser bestimmter Stadien in der Entwicklung der Keimpflanze kräftig beiträgt. In erster Reihe gilt es dann das Eindringen der Radicula in den Boden. Es ist klar, dass sich bei diesem Prozess für Samen, die nicht hinreichend tief in die Erde gelangt, von einer Laubschicht bedeckt worden oder eine feste Lage am Boden des Pflanzenteppichs einer Wiese erreicht haben, Schwierigkeiten geltend machen müssen, und zwar besonders in Gegenden mit geringem Niederschlag und wo der Boden folglich meistens trocken und recht oft auch hart ist. Durch den Widerstand, welchen die Wurzelspitze bei ihrem Versuch, in die Unterlage einzudringen, erfährt, wird nämlich der lose liegende Samen aus seiner Lage gerückt; die Radicula muss dann, ehe sie einen, vielleicht abermals vergeblichen Versuch machen kann, noch mehr verlängert werden, zugleich oft sich in einer anderen Richtung krümmen, und währenddessen ist vielleicht der durch einen Regen angefeuchtete und aufgeweichte Boden wieder zum Eintrocknen und Erhärten gelangt. Ist dagegen der Same infolge von Schleimaussonderung fest an der Unterlage verankert, wird es offenbar der Wurzelspitze viel leichter, den erwähnten Widerstand zu überwinden, und die Radicula kann sich in kürzerer Zeit in die erforderliche Tiefe herabarbeiten und durch Entwicklung von Wurzelhaaren teils einen festen Halt im Boden gewinnen, teils Wasser und mineralische Nahrung aufzunehmen anfangen. — Aber auch für eine spätere Phase in der Entwicklung der Keimpflanze ist die durch die Schleimausscheidung bedingte Verankerung von der grössten Bedeutung. Nachdem die Wurzel Befestigung in der Erde erreicht, gilt es ja für die Keimblätter, sich von den Samenhüllen zu befreien, und es ist wohlbekannt, dass diese Prozedur in einer Menge von Fällen mit Schwierigkeit verbunden ist, sowie dass der Keimling, wenn er nicht zur rechten Zeit damit fertig wird oder wenn es ihm ganz misslingt, mehr oder minder geschwächt wird und öfters ganz zugrunde geht. Bei einer sehr grossen Zahl von Pflanzen, besonders innerhalb der mit schleimproduzierenden Samen und Früchten versehenen Familien, tritt nun das Freimachen der Keimblätter von den Samenhüllen in der Weise ein, dass sie infolge des Längenwachstums des Hypocotyls aus denselben herausgezogen werden. Dass, falls der Same frei am Boden oder unter einer gar zu

schwachen Bedeckung läge, die Verlängerung des Hypocotyls nicht den erforderlichen Zug an den Keimblättern zustande bringen könnte, ist offenbar; die Samen- oder Fruchtschale würde stattdessen um sie sitzen bleiben, nachdem sie durch das zuletzt aufwärts gerichtete Hypocotyl in die Höhe gehoben worden wären, und würde sie dadurch ganz und gar und doch während gar zu langer Zeit hindern, sich auszubreiten und die Assimilationsarbeit auszuführen. Dass unter den erwähnten Voraussetzungen ein solches Missverhältnis tatsächlich eintritt und auf die Entwicklung der Keimpflanze nachteilig einwirkt, ist leicht zu konstatieren und ist auch oft hervorgehoben worden, z. B. von KLEBS (l. c., p. 602) und KERNER (l. c., I, p. 580). Bei einigen Pflanzen sind zwar besondere Einrichtungen vorhanden, wodurch der Austritt der Keimblätter aus den Samenhüllen ermöglicht wird, ohne dass die Verankerung des Samens besonders kräftig ist. So ist z. B. bei der Mehrzahl der Cucurbitaceen und Nyctaginaceen gleichwie bei verschiedenen Cruciferen das Hypocotyl am Grunde mit einer Verdickung oder mit einem oft fersenförmigen Auswuchs versehen, welcher, indem er sich gegen die bodenwärts gekehrte Hälfte der Samenschale anstemmt, wirksam zum Aufheben der anderen Hälfte oder überhaupt zur Sprengung der Samenschale beiträgt. In den meisten Fällen fehlen aber solche Einrichtungen. Die Keimblätter müssen dann, wie erwähnt, förmlich aus den Samenhüllen gezogen werden, und bei einer Menge auf vegetationsarmem Boden und in trockenen Klimaten vorkommenden Pflanzen scheint dieses bloss durch die auf Schleimabsonderung beruhende, feste Verankerung der Samen ermöglicht zu werden; dadurch dass das Hypocotyl bedeutend in die Länge wächst und dabei eine bogenförmige Krümmung nach oben ausführt, muss es offenbar einen starken Zug sowohl auf den Samen wie auf die Wurzel ausüben, da aber beide diese Partien fixe Punkte repräsentieren, müssen sich die Wirkungen des Zuges offenbar an den in der Samenschale befindlichen Keimblättern geltend machen, u. zw. in der Weise dass sie aus derselben heraustreten und bei der Aufrichtung des Hypocotyls gegen das Licht hinaufgehoben werden. — Bei einigen Pflanzen mit schleimabsondernder Samenschale, wie Euphorbiaceen u. A., sind die Cotyledonen bei ihrem Austritt aus der Testa vom Endosperm umhüllt; nachdem sie die darin enthaltene Nahrung ausgesogen, befreien sie sich jedoch leicht von dieser Umhüllung.

Aus dem Erwähnten dürfte hervorgehen, dass der von Früchten und Samen ausgeschiedene Schleim nur zufälligerweise als Transportmittel dient, dass seine Rolle als Wasserspeicher auch als ganz untergeordnet anzusehen ist, und dass er seine Hauptbedeutung darin hat, dass er nach Austrocknung als ein kräftiges Verankerungsmittel wirkt und durch diese Eigenschaft vor Allem eine wichtige und sicherlich oft notwendige Voraussetzung dafür ausmacht, dass die Keimpflanze glücklich gewisse Stadien ihrer Entwicklung soll durchlaufen können. Da die Verankerung und die damit verbundenen Vorteile von besonderer Bedeutung für Pflanzen sind, welche in wüstenartigen Klimaten oder überhaupt auf trocknen und vegetationsarmen Standorten leben, so ergibt sich hieraus die Erklärung der oben dargelegten

Tatsache, dass Schleimausscheidung von Samenhüllen gerade bei diesen Pflanzen eine verhältnismässig häufige Erscheinung ist.

Für Pflanzen, die in feuchten Klimaten und an Orten mit deckender Vegetation zuhause sind, würde hingegen Schleimausscheidung der Samenhüllen nicht bloss weniger erforderlich sein, sondern sicherlich recht oft beträchtliche Nachteile mit sich führen. Mit Schleimorganen versehene Samen und Früchte bleiben nämlich leicht an dem ersten feuchten Gegenstand sitzen, indem der Austritt des Schleimes fast unmittelbar stattfindet: wenn sie auf eine durch Tau oder Regen benetzte Vegetationsdecke herabfallen, werden sie folglich gar zu leicht an Gegenständen in dieser definitiv fixiert und also verhindert, die Bodenfläche zu erreichen. Für Sumpfpflanzen und Wasserpflanzen und überhaupt für solche, deren Samen in wesentlicherem Grade darauf hingewiesen sind, sich dadurch zu verbreiten, dass sie sich auf einer Wasserfläche schwimmend halten, würde eine Schleimausscheidung der befeuchteten Samenhüllen auch nachteilig sein, indem, wie bereits hervorgehoben, schleimabsondernde Samen und Früchte fast ausnahmslos gleich zu Boden sinken. Auch der Umstand, dass Schleimaustritt aus Samenhüllen z. B. bei den Wiesenpflanzen der Skandinavischen Halbinsel eine äusserst seltene Erscheinung ist, und dass ein solcher, so fern ich habe finden können, ganz bei den Wald- und Wasserpflanzen desselben Gebietes fehlt, wird also leicht erklärlich.

Damit die durch Schleimabsonderung bewirkte Verankerung von Früchten und Samen auch den Schutz gegen schädliche äussere Einflüsse mitführen soll, der nach dem oben Angedeuteten besonders innerhalb der wüstenartigen Teile des hier behandelten Florengebietes nötig ist, wird offenbar erforderlich, dass sie vor dem völligen Aufhören der Regen zustande kommt, mit anderen Worten dass die Samen vor diesem Zeitpunkt reifen und zu Boden fallen. Unter normalen Verhältnissen ist dies auch der Fall. Prüft man von diesem Gesichtspunkt aus die nordwestafrikanischen Arten, welche Schleimausscheidung von den Samenhüllen zeigen, so ergibt es sich, dass etwa 80 % von ihnen vor Ende Mai zur Fruchtreife gelangen, und dass diese Arten dann zum aller grössten Teil auch ihre Samen oder Früchte zu Boden fallen lassen. Bezüglich der Wüstenpflanzen tritt dies durchschnittlich sogar noch früher ein, u. a. weil sich die Wüstenflora zum grossen Teil aus annuellen Arten zusammensetzt, welche, falls genügender Niederschlag während Okt.—Jan. eintrifft, dann sogleich keimen und schon während März—April oder noch früher zur Fruchtreife gelangen. Was nun die Verteilung der jährlichen Niederschlagsmenge auf die verschiedenen Monate des Jahres betrifft, so stellt sich die Sache für das hier behandelte Florengebiet folgendermassen. Nach 15—20-jährigen Beobachtungen von 5 verschiedenen Stationen beträgt die jährliche Regenmenge auf den algerischen Hochebenen und am Nordrande der Sahara im Durchschnitt 310 mm, und hiervon kommen nicht weniger als 36 % auf die Monate März—Mai (siehe J. HANN, Handb. d. Klimatologie, Stuttgart 1883, p. 407). Von sämtlichen Monaten des Jahres ist der März der an Niederschlag reichste, nämlich mit 14 %; demnächst kommt der April

(sowie der Oktober) mit 12 % und darnach der Mai mit 10 %. Noch im Mai erreicht also der Niederschlag in diesen Gegenden durchschnittlich 31 mm. Auch im Innern der algerischen Sahara, wo der Niederschlag viel geringer ist, kommt ein nicht unbedeutender Teil desselben auf die Monate März—Mai. In Ghardaia z. B. (32° N. Br.; 520 m.), wo der jährliche Niederschlag nach sechsjährigen Beobachtungen 114 mm. beträgt, kommen also 35 % hiervon auf die betreffende dreimonatliche Periode; der März zeigt nämlich 15, der April 18 und der Mai 17 mm. (siehe J. HANN, in Meteorolog. Zeitschr. 1893, p. 471). In El Golea (30° 33' N. Br.; 383 m.), wo nach vierjährigen Beobachtungen die Jahressumme nur 33,6 mm. beträgt, fallen 33,6 % hiervon während derselben Periode; nächst dem Dezember scheint der April der am wenigsten unbegünstigte Monat zu sein, nämlich mit 6,3 mm., worauf der Mai mit 4,3 mm. folgt (siehe J. HANN, in Meteorolog. Zeitschr. 1898, p. 69). Ein Regenschauer von ein paar mm. ist jedoch hinreichend, um Schleimausscheidung und damit Verankerung hervorzurufen. — Reichliche Taubildung bewirkt übrigens dasselbe, wie sich aus Versuchen im Botanischen Garten in Lund ergeben: auf Glasplatten ausgestreute Samen von *Helianthemum kahiricum*, *Fagonia glutinosa*, *Euphorbia granulata* und *Plantago sylvatica* waren nämlich nach einer Nacht, wo Tau gefallen, an der Glasfläche festgekittet. In der ägyptisch-arabischen Wüste ist »Thaufall vom November bis zum April fast ausnahmslos jeden Morgen zu beobachten. Auch im Mai und Juni — — — kommt er nach meinen Beobachtungen gar nicht so selten vor. Ich habe ihn gelegentlich in einer Massenhaftigkeit auftreten sehen, wie nie in unserem Klima» (VOLKENS, Die Flora d. Aeg.-arab. Wüste, Berlin 1887, p. 12). Zu bemerken ist jedoch, dass VOLKENS' Beobachtungen teils in Kairo teils in Heluan gemacht sind, also im Niltal oder in dessen unmittelbarer Nähe. In der algerischen Sahara scheint Taubildung, wenigstens im Innern, sehr selten zu sein. Auf den angrenzenden Hochebenen habe ich jedoch selbst zu wiederholten Malen sowohl Taubildung wie Reif beobachtet.

Was die mit schleimführenden Samenhüllen versehenen Arten betrifft, deren Samen nicht vor dem Eintritt der Trockenzeit zur Verankerung gelangen, so sind einige von ihnen, z. B. Arten von *Artemisia*, so spätblühend, dass die Fruchtreife erst gegen Anfang des Winters eintritt. Andere, wie gewisse *Anthemideae* und verschiedene perenne Labiate, könnte man als »Sommersteher«¹ bezeichnen, indem sie erst nach Ende der Trockenzeit ihre während Mai—Juni gereiften Früchte herauslassen. Ein drittes Kontingent schliesslich, repräsentiert durch gewisse Cruciferen (*Anostatica hierochuntica*, *Notoceras bicorne*, *Reboudia erucarioides* und *R. microcarpa*), weist die Eigentümlichkeit auf, dass die Fruchtdeliscenz erst bei reichlicherem oder mehr anhaltendem Niederschlag eintritt, selbst wenn dieser jahrelang auf sich warten lässt²; hierher

¹ Das Wort ist in Analogie mit SERNANDER's »Wintersteher« gebildet, welche innerhalb des nordeuropäischen Florengebietes häufig sind.

² Über diese Erscheinung, welche Hygrochlasie genannt worden ist, und welche auch bei verschiedenen desertischen oder subdesertischen Arten ohne schleimführende Samenhüllen vorkommt, ist es meine Absicht in einer folgenden Arbeit näher zu berichten.

lässt sich auch die einjährige *Salvia viridis* rechnen, wo die Teilfrüchte nicht aus der Kelchröhre herausgelassen werden, ehe diese durchfeuchtet und ihre abwärts gekehrte Mündung infolgedessen wesentlich erweitert worden ist.

Im Vorstehenden habe ich gezeigt, dass dem von den Samenhüllen ausgeschiedenen Schleim keine absehbare Bedeutung als Wasserspeicher während der Keimung zugeschrieben werden kann. Pflanzen, die trocknen Klimaten angehören, müssen folglich im Stande sein, für den betreffenden Prozess die Feuchtigkeit auszunützen, die sich nach einem Regen in den obersten Erdschichten vorfindet, und da diese in der Regel nur von kurzer Dauer ist, so lässt sich selbstverständlich erwarten, dass die Samen solcher Pflanzen verhältnismässig kurze Zeit erfordern, um nach Zutritt von Wasser zur Keimung zu gelangen. Um zu ermitteln, wie es sich tatsächlich hiermit verhält, habe ich auf der Samenkontrollstation von Malmöhus Län in Lund in Übereinstimmung mit der daselbst gebräuchlichen Methode die Keimungszeit der Samen der in der nachstehenden Tabelle eingetragenen nordwestafrikanischen Arten untersucht; die allermeisten dieser 50 Arten gehören der Wüstenregion an.

	Anzahl unter- suchter Samen	Anzahl gekeimter Samen						
		nach 24	nach 30	nach 40	nach 48	nach 72	nach 96	nach 21
		Stund.	Stund.	Stund.	Stund.	Stund.	Stund.	Tagen
<i>Ammosperma cinerum</i> (DESF.) HOCK, f. ...	60	--	--	--	3	5	5	5
<i>Anacyclus cyrtolopidioides</i> POM.	30	--	--	--	--	2	2	8
<i>Anastatica hierochuntica</i> L.	20	17	17	17	18	18	18	18
<i>Anthemis stiparum</i> POM. v. <i>decumbens</i>	25	--	--	--	--	--	--	0
<i>Argyrobolium uniflorum</i> (DCSN.)	10	--	--	--	--	--	--	5 ¹⁾
<i>Brassica Tournefortii</i> GOUAN DR.	20	2	5	8	10	15	15	15
<i>Coris monspeliensis</i> L. v. <i>syrtica</i> MURB. ...	40	--	--	--	--	12	12	21
<i>Crepis radicata</i> FORSK. v. <i>Kralikii</i> (POM.) MURB.	25	--	--	5	9	10	12	12
<i>Euphorbia calyptrata</i> COSS. & DR.	32	--	--	--	11	14	16	18
" <i>cornuta</i> PERS.	50	--	--	1	3	5	5	5
" <i>glebulosa</i> COSS.	38	--	--	1	3	7	9	12
" <i>granulata</i> FORSK. v. <i>glaberrima</i>	80	--	--	9	9	11	11	11
<i>Evax desertorum</i> POM.	50	--	1	4	4	4	4	4
<i>Fumana arabica</i> (L.) SPACH " <i>levis</i> (L.) SPACH	30	--	--	3	7	9	17	22
<i>Fumana arabica</i> (L.) SPACH " <i>levis</i> (L.) SPACH	6	--	--	--	--	--	--	5 ²⁾
" <i>levis</i> (L.) SPACH	20	--	--	1	3	6	7	12
<i>Helianthemum ellipticum</i> (DESF.) PERS. ...	50	--	7	11	36	40	40	40
" <i>kahiricum</i> DEL.	25	10	14	20	22	24	24	24
" <i>ledifolium</i> (L.) v. <i>macrocar- pum</i>	30	--	--	1	3	4	4	4
" <i>Lippii</i> (L.) v. <i>intricatum</i> MURB.	40	7	10	19	23	30	30	30
" <i>salsifolium</i> (L.) PERS.	30	1	4	6	7	10	13	13

¹ Nach 9 Tagen keimte 1 Same.

² Nach 7 Tagen keimten 4 Samen.

	Anzahl unter- suchter Samen	Anzahl gekeimter Samen						
		nach 24	nach 30	nach 40	nach 48	nach 72	nach 96	nach 21
		Stand.	Stand.	Stand.	Stand.	Stand.	Stand.	Tagen
<i>Hippocrepis bicontorta</i> LOISL.	25	—	—	—	—	8	9	13
<i>cyclocarpa</i> MURB.	10	—	—	10	10	10	10	10
<i>Koeleria Rohlfii</i> (ASCHEERS.) MURB.	150	—	—	—	—	1	10	c. 100
<i>Koeleria linearis</i> PALL.	30	—	—	—	—	3	16	18
<i>Koniga llybica</i> (VIV.) R. BR.	30	—	—	—	5	8	10	10
<i>Malcolmia aegyptiaca</i> SPR.	15	—	—	—	4	6	6	6
<i>Muricaria prostrata</i> (DESF.) DESV.	30	—	—	—	—	—	2	2
<i>Neurada procumbens</i> L.	20	—	—	—	—	—	—	10 ^a
<i>Ononis serrata</i> FORSK.	20	5	7	15	16	18	18	18
<i>Periderca fuscata</i> (BROT.) WEBB	40	—	—	—	—	14	28	30
<i>Picridium orientale</i> (L.) DC.	70	—	—	9	17	42	47	59
<i>Plantago ovata</i> FORSK.	50	—	—	1	4	4	12	14
<i>Psyllium</i> L.	40	—	19	37	37	40	40	40
<i>syrtica</i> VIV.	50	—	—	12	13	19	19	19
<i>Reseda stricta</i> PERS. v. <i>gracilis</i> MÜLL. ...	40	—	—	—	—	—	—	25 ⁴
<i>Schismus calycinus</i> (L.) COSS. v. <i>arabicus</i> NEES.	50	2	4	4	4	4	4	5
<i>Scrophularia arguta</i> SOLAND.	35	—	—	—	—	3	6	14
<i>Senecio coronopifolius</i> DESF.	30	—	—	—	7	10	12	15
<i>Silene arenarioides</i> DESF.	40	—	—	—	8	29	32	35
<i>colorata</i> POIR. subsp. <i>Oliveriana</i> OTTH.	30	—	—	9	10	10	10	10
<i>nocturna</i> L.	20	—	—	—	5	11	14	19
<i>setacea</i> VIV.	40	—	—	—	11	29	31	35
<i>villosa</i> FORSK.	40	—	—	—	—	13	21	38
<i>Spergula flaccida</i> (ROXB.) ASCHEERS.	40	—	—	—	—	5	6	6
<i>marginata</i> (DC.) MURB.	30	—	—	—	—	21	30	30
<i>Sphenopus dicaricatus</i> (GOUAN.) REICH.	200	—	—	—	—	50	96	c. 150
<i>Spitzelia coronopifolia</i> (DESF.) SCHULTZ.	20	—	—	4	6	10	10	11
<i>Sueda fruticosa</i> (L.) FORSK.	50	—	—	—	—	4	9	22
<i>Trigonella maritima</i> DEL.	15	—	3	5	5	6	6	6

Die untersuchten Samen stammen durchgehends von Herbarmaterial her, das ich im Frühjahr 1896 teils in der Umgebung von Biskra teils im südlichen Tunesien eingesammelt. Von ungefähr der Hälfte der Arten wurden die Samen im Oktober 1897 zur Keimung gelegt, von der anderen im Dezember 1898, und in beiden Fällen wurden die Keimungsversuche nach drei Wochen beendet. Da die Samen von Herbarmaterial genommen waren, habe ich mich für die Untersuchung mit verhältnismässig kleinen Portionen begnügen müssen, und es ist ausserdem wahrscheinlich, dass in mehreren Fällen ein Teil der in eine Portion eingehenden Samen nicht volle Reife erreicht hatten. Es unterliegt deshalb keinem Zweifel, dass mit grösseren Portionen zur Verfügung und mit ausschliesslich vollreifem Samen ein Teil der Arten noch kürzere Keimungszeiten aufgewiesen hätte.

Aus der Tabelle geht indessen hervor, dass bei 7 (14%) der untersuchten Arten wenigstens ein kleinerer Teil der Samen schon im Laufe der ersten 24 Stunden keimte, und dass bei 31 (62%) von ihnen dasselbe im Laufe von 48 Stunden der Fall war; vor dem Ablauf von 72 Stunden war Keimung bei 88% der Arten einge-

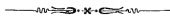
^a Nach 10 Tagen keimten 3 Samen.

⁴ Nach 5 Tagen keimten 15 Samen.

treten. Die schnellste Keimung zeigte *Anastatica*: von 20 Samen, welche ein paar Minuten in Wasser gelegen hatten, damit die schleimführende Testaschicht durchtränkt werden sollte, keimte 1 nach 12 Stunden, 5 nach 16, 11 nach 20 und 17 nach 24 Stunden. Mit Keimung meine ich hier, dass die Radicula wenigstens zur gleichen Länge mit dem Durchmesser des Samens aus diesem herausgetreten war.

Zum Vergleich mit den erwähnten Resultaten sei Folgendes betreffs der Keimungszeit der Samen einiger skandinavischen Pflanzen angeführt werden. Von 12 Arten — *Agrostis tenuis* SIBTH., *Capsella Bursa pastoris* (L.) MED., *Crepis biennis* L., *Glyceria plicata* FR., *Holcus lanatus* L., *Lathyrus pratensis* L., *Leontodon autumnalis* L., *Plantago lanceolata* L., *P. major* L., *Sonchus asper* (L.) HILL, *Tragopogon minor* MILL., *Trifolium fragiferum* L. — wurden im Oktober 1898 vollreife Samen eingesammelt, welche gleichwie die untersuchten nordafrikanischen mehr als ein Jahr in trockenem Zustande aufbewahrt wurden, nämlich bis Dezember 1899; dann wurden Portionen von je 100 Samen zur Keimung eingelegt und in ganz derselben Weise wie die der afrikanischen Arten behandelt. In keinem Falle trat Keimung weder während des ersten oder zweiten Tages ein; erst gegen Ende des dritten Tages, und zwar nach etwa 70 Stunden, keimte eine geringere Anzahl Samen von drei der Arten, nämlich *Capsella*, *Crepis* und *Plantago lanceolata*. Ferner sei aus den Untersuchungen von ASTRID CLEVE (Studier öfver några svenska växters gröningsstid och förstärkningsstadium. Akad. afhandl., Upsala 1898) angeführt werden, dass von 60 anderen schwedischen Arten, bei denen die Keimungszeit der Samen von der Verfasserin nach verschiedenen Methoden untersucht wurde, ebenfalls keine einzige Keimung innerhalb der ersten 24 oder 48 Stunden zeigte. Bloss bei einer von ihnen, nämlich *Chenopodium album* L., trat Keimung am dritten Tage ein; darnach kamen 3 Arten nach 5 Tagen, 4 nach 6, 4 andere nach 7 Tagen u. s. w. Fasst man CLEVE's und meine eigenen Untersuchungen, welche sich also auf 72 skandinavische Arten beziehen, zusammen, so ergibt sich, dass am Ende des dritten Tages Keimung bloss bei 5,6% dieser Arten eingetroffen, während dasselbe bei 88% der nordafrikanischen Wüstenpflanzen der Fall war. Der Unterschied ist also höchst wesentlich. Er macht sich übrigens auch in der Weise geltend, dass sämtliche nordafrikanische Arten, deren Samen sich überhaupt keimfähig zeigten, d. h. alle mit Ausnahme von *Anthemis stiparum* v. *decumbens* (deren Früchte wahrscheinlich unreif waren), im Laufe von höchst 10 Tagen zu keimen angefangen hatten, während dagegen nicht weniger als 69,4% der in CLEVE's Untersuchung eingehenden schwedischen Arten nach derselben Zeit noch ungekeimt waren, und viele von ihnen sogar Monate bedürften, ehe ihre Samen Lebenszeichen zeigten. Das letztere Verhältnis ist ja auch leicht begreiflich: wie schon CLEVE hervorgehoben (l. c., p. 98), muss es nämlich für viele nordische Pflanzen vorteilhaft sein, dass Herbstkeimung nicht zustande kommt, da im entgegengesetzten Fall die Keimpflanzen im Winter einem vorzeitigen Tode entgegengehen würden.

Bei verschiedenen der untersuchten nordafrikanischen Pflanzen scheint es nur ein geringerer Prozentsatz der Samen zu sein, der während der ersten 48 Stunden keimt. Dass sich die übrigen weniger leicht ins Leben wecken lassen, kann für Pflanzen in wüstenartigen Klimaten offenbar nur vorteilhaft sein, weil ein Regen, der hinreichend gewesen, um bei einem Teil der Samen Keimung hervorzurufen, oft plötzlich von einer Trockenperiode befolgt wird, welche, besonders falls sie von Sirocco-Wind begleitet ist, die Vegetation von Keimlingen, die in erster Reihe hervorgeleckt worden ist, total vernichten kann.



Kungl. Fysiografiska Sällskapets i Lund sammanträden
under arbetsåret 1918—1919.

1918, d. 11 september.

Herr WALLENGREN anmälde en avhandling av fil. lic. A. Westerlund: »Om hästens ileo-cekko-koliska tarmområde». (Tryckt i Sällskapets Handlingar N. F. [= FSH] Bd 15 Nr 5.)

1918, d. 9 oktober.

Herr WALLENGREN höll föredrag om de under sommaren med Sällskapets undersökningsbåt Sven Nilsson företagna arbetena.

Herr WALLENGREN redogjorde för sina undersökningar över slutmekanismen hos infusoriesläktet *Cothurina*.

Herr FÜRST refererade en avhandling av docent L. Ribbing: »Sur la persistance d'un type crânien depuis l'âge de pierre jusqu'à nos jours dans une contrée suédoise».

Herr LOVÉN refererade en avhandling av fil. lic. E. Möller: »Optiskt aktiva α_1 -dimetylglutarsyror». (Tryckt i FSH Bd 15 Nr 6.)

1918, d. 13 november.

Herr PETRÉN höll föredrag: »Om influensans kliniska bild och dess terapi».

Herr SJÖVALL höll föredrag: »Om influensans patologiska anatomi samt dess epidemiologiska historia».

1918, d. 2 december. Sällskapets årshögtid.

Sekreteraren herr FÜRST avgav berättelse om Sällskapets verksamhet under det förlutna året.

Herr FÜRST lämnade en översikt av Sällskapets ekonomiska utveckling.

Ordföranden herr NERANDER lämnade en kort redogörelse för professor S. E. Henschens betydelsefulla undersökningar under ett 30-tal år inom nervsystemets område samt överlämnade till honom Sällskapets minnesmedalj i guld för hans arbeten om lokalisering av synen och hörseln inom hjämbarken.

Ordföranden herr NERANDER höll föredrag: »Om villfarelser, tanke- och sinnesvillor». (Särskilt tryckt.)

1919, d. 15 januari.

Herr SIEGBAHN höll föredrag: »Röntgenstrålar och atomstruktur».

Herr MATS WEIBULL höll föredrag: »Studier över svensk lång, företrädesvis

från Öresund». (Tryckt i FSH Bd 30 Nr 7 såsom »Biologiskt botaniska undersökningar av Öresund. I.»)

1919, d. 12 februari.

Herr CHARLIER höll föredrag: »Om stjärnräkningar på Lunds observatorium». Herr CHARLIER anmälde en avhandling av docent W. Gyllenberg: »Über die Intensitätsverteilung im Spektrum des δ Cephei-Veränderlichen S Sagittæ nach Aufnahmen vom Potsdamer-Observatorium bearbeitet».

Herr MATS WEIBULL redogjorde för planerna att torrlägga en del af Foteviken och påvisade lämpligheten att tillvarata de naturvetenskapliga intressena under arbetets förberedelse och gång.

1919, d. 12 mars.

Herr NÖRLUND anmälde en avhandling av fil. d.r A. Arwin: »Die Kongruenzen $(\lambda + 1)^n - \lambda^n - 1 \equiv 0 \pmod{p^n}$ und die Natur ihrer Lösungen».

Herr GRÖNWALL anmälde en avhandling av docent G. T. Troedsson: »Bidrag till kännedomen om Västergötlands Ordovirinus».

Herr THUNBERG höll föredrag: »Om kroppshållningens reglering eller lillhjärnsproblemet i modern belysning».

Herr MURBECK höll föredrag: »Växtbiologiska iakttagelser från Sahara». (Tryckt under titel »Beiträge zur Biologie der Wüstenpflanzen. I.» i FSH Bd 30 Nr 10.)

1919, d. 9 april.

Herr WALLENGREN höll föredrag: »Redogörelse för vissa fåglars ekologi i samband med eventuella åtgärder för deras skyddande».

Herr PETRÉN höll föredrag: »Från resultatet av arsenikkommissionens arbeten».

Herr FÜRST refererade en avhandling av med. lic. G. Häggqvist: »Epidermisstudier». (Tryckt i FSH Bd 30 Nr 9.)

Herr SIEGBAHN refererade en avhandling av amanuensen J. Tandberg: »Die Triewaldsche Sammlung am physikalischen Institute zu Lund und die Original-Luftpumpe Guericke's».

1919, d. 3 juni.

Herr GRÖNWALL refererade en avhandling av professor H. Funkqvist: »Bidrag till kännedomen om Asaphus-regionen i Sydöstra Skåne och på Bornholm». (Tryckt i FSH Bd 31 Nr 1.)

Herr CARLGREN refererade en avhandling av professor W. Leche: »Morphologisch-geographische Formenreihen unter den Säugetieren».

Herr HARRY WEIBULL höll ett översiktligt föredrag om växtförädlingsanstalten vid Weibullsholm, dess tillkomst och plan.

Under Fysiografiska Sällskapets arbetsår 1918—1919 hava fungerat såsom

Ordförande professor TEODOR NERANDER.

Sekreterare professor CARL M. FÜRST.

Skattmästare professor GUSTAF ÅLLSTRÖM.

Redaktör för Sällskapets Handlingar professor HANS WALLENGREN.

Lunds Universitets Årsskrift. N. F. Avd. 2. Bd 15.

K. Fysiografiska Sällskapets Handlingar. N. F. Bd 30.

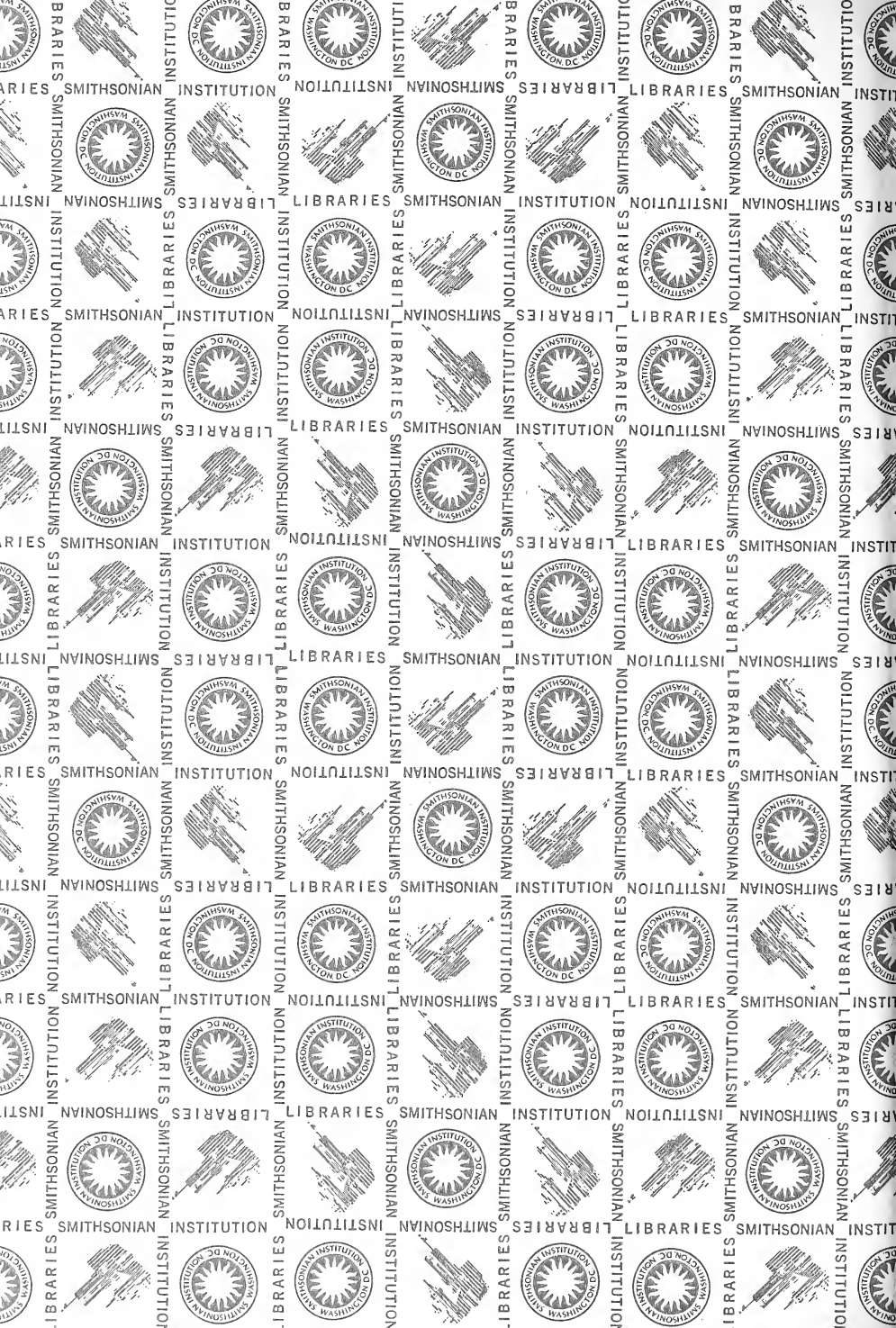
Pris kr. 40:00.

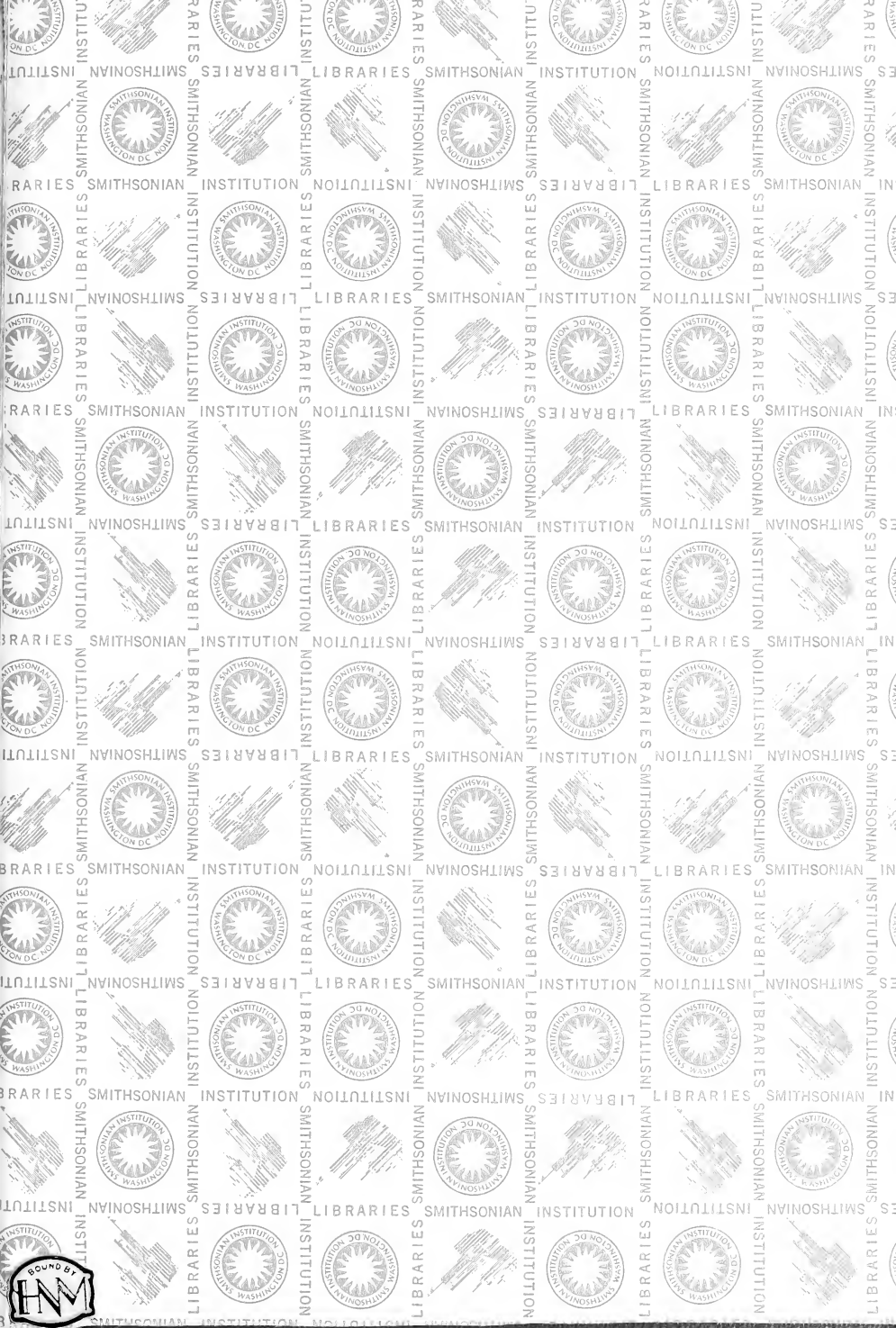
Innehåll:

1. LUNDEGÅRDH, HENRIK, Die Ursachen der Plagiotropie der Nebenwurzeln. II. (Pris 3:50.)
2. STADLER, SIGURD, Sur les systèmes d'équations aux différences finies linéaires et homogènes. (Pris 4:00.)
3. TROEDSSON, GUSTAF T., Om Skånes brachiopodskeer. (Pris 6:00.)
4. DAHLGREN, THORILD, Sur le théorème de condensation de Cauchy. (Pris 5:00.)
5. WESTERLUND, ARON, Om hästens ileo-ceko-koliskå tarmområde. (Pris 10:00.)
6. MÖLLER, ELOF, Optiskt aktiva α_2 -dimetylglutarsyror. (Pris 3:00.)
7. WEIBULL, MATS, Biologiskt-botaniska undersökningar af Öresund. I. Studier öfver svensk lång, företrädesvis från Öresund. (Pris 2:75.)
8. GERTZ, OTTO, Studier öfver klyföppningarnas morfologi med särskild hänsyn till deras patologiskå utbildningsformer. (Pris 5:00.)
9. HÄGGQVIST, GÖSTA, Epidermisstudier. 1. De Langerhans'ska cellerna. 2. Om den vitala metylenblåfärgningen av epidermis. (Pris 5:00.)
10. MURBECK, SV., Beiträge zur Biologie der Wüstenpflanzen. I. Vorkommen und Bedeutung von Schleimabsonderung aus Samenhüllen. (Pris 2:75.)

Varje avhandling säljes särskilt.

I bokbanden finnes att tillgå: Innehållsförteckning, systematisk öfversikt och författareregister till Lunds Universitets Årsskrift [Första följden], Tom. 1—40, utarbetade af P. Sjöbeck. Lund, C. W. K. Gleerup, 1906. Pris 1 krona.





SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES



3 9088 01357 4595