



FOR THE PEOPLE  
FOR EDUCATION  
FOR SCIENCE

LIBRARY  
OF  
THE AMERICAN MUSEUM  
OF  
NATURAL HISTORY















KUNGLIGA SVENSKA  
VETENSKAPSAKADEMIENS  
H A N D L I N G A R.

---

NY FÖLJD.

---

FYRTIONONDE BANDET.

MED ETT PORTRATT.

---

UPPSALA & STOCKHOLM  
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

1912



# ANATOMISKA UNDERSÖKNINGAR

AF

*5.00 2.00 1.00*

## SVENSKA FORSKARE

---

### FESTSKRIFT

TILLÄGNAD

# GUSTAF RETZIUS

PÅ HANS SJUTTIOÅRS DAG

DEN 17 OKTOBER 1912

AF

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIEN

---



## FYRTIONIONDE BANDETS INNEHÅLL.

	Sid.
AURIVILLIUS, CHR., Förteckning öfver skrifter, utgifna af Professor Gustaf Retzius . . .	1—24.
1. FÜRST, CARL M., Zur Kraniologie der schwedischen Steinzeit. Mit 16 Tafeln . . . . .	1—70.
Anhang: HOLMQVIST, O., Tierknochen aus den steinzeitlichen Wohnplätzen in Visby und bei Hemmor sowie aus einem Öländischen Ganggrabe . . . . .	71—76.
2. HOLMGREN, E., Weitere Untersuchungen über die morphologisch nachweisbaren stofflichen Veränderungen der Muskelfasern. Mit 12 Tafeln . . . . .	1—39.
3. HAMMAR, J. AUG., Lipoidbildung in den weissen Blutkörperchen. Mit 1 Tafel . . . . .	1—44.
4. THÉEL, HJ., Some notes on the development of <i>Echinocardium cordatum</i> (PENN.) and <i>Parechinus miliaris</i> (L.). With 1 Plate . . . . .	1—14.
5. BROMAN, I., Über die Entwicklung der »Bursa omentalis« bei den Gymnophionen. Mit 3 Tafeln . . . . .	1—18.
6. MÜLLER, E., Untersuchungen über ein faseriges Stützgewebe bei den Embryonen von <i>Acanthias vulgaris</i> . Mit 4 Tafeln . . . . .	1—18.
7. LÖNNBERG, E., Anatomical notes on mammals obtained in British East Africa by the Swedish Zoological expedition 1911. I. With 2 Plates . . . . .	1—33.
8. HULTKRANTZ, Zur Mechanik der Kopfbewegungen beim Menschen. Mit 2 Tafeln . . . . .	1—38.
9. RAMSTRÖM, M., Om Corpora striata's och Thalami funktion . . . . .	1—52.
10. HULTGREN, E. O., Das Hirngewicht des Menschen in Beziehung zum Alter und zur Kör- pergrösse . . . . .	1—61.







TILL

PROFESSOR D:R GUSTAF RETZIUS

DEN 17 OKTOBER 1912

Å KUNGL. VETENSKAPSAKADEMIENS VÄGNAR:

H. G. SÖDERBAUM

PRESES

CHR. AURIVILLIUS

SEKRETERARE

IVAR BROMAN

CARL MAGNUS FÜRST

JOHAN AUGUST HAMMAR

EMIL HOLMGREN

OTTO HOLMQVIST

E. O. HULTGREN

JOHAN VILHELM HULTKRANTZ

EINAR LÖNNBERG

ERIK MÜLLER

MARTIN RAMSTRÖM

HJALMAR THÉEL







8 PAUL-2751-1902

RETIUS - 9211 1048 17 ANCI

*Gustaf Retzius*



KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 49.

---

# FÖRTECKNING ÖFVER SKRIFTER

UTGIFNA AF

# PROFESSOR GUSTAF RETZIUS

SAMMANSTÄLLD

AF

**CHRISTOPHER AURIVILLIUS**



UPPSALA & STOCKHOLM  
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

1912



### A. Arbeten i naturvetenskap.

1. Om några normalt, genom ankylos, försvinnande kapselleder mellan sakralkotor-  
nas bågar.  
*Med. Arkiv*, B. 2: 3, 1864, 12 s., 2 t.
2. Bidrag till kännedomen om halskotorna.  
*Med. Arkiv*, B. 2: 4, 1864, 28 s., 2 t.
3. [Beskrifning af kranium och skelettben från en järnåldersgraf vid Bäckaryd.]  
*Antikvar. Tidskr.*, 1, 1864, s. 244—245.
4. Bidrag till kännedomen om hjärn- och ryggmärgshinnorna med särskildt af-  
seende på de serösa rummen och lymfbanorna jämte deras förbindelser.  
Tills. med A. Key.  
*Nord. Med. Arkiv*, B. 2: 6, 1870, s. 13—18. — Särtr. 6 s.
5. Om molluscum contagiosum.  
*Nord. Med. Arkiv*, B. 2: 11, 1870, 26 s., 1 t.
6. Ytterligare några förutskickade meddelanden om de serösa rummen och lymf-  
banorna i nervsystemet.  
*Nord. Med. Arkiv*, B. 2: 13, 1870, s. 9—11.
7. Om byggnaden af hjärnans mjuka hinna och araknoidealfransarna eller de s. k.  
pacchioniska granulationerna. Tills. med A. Key.  
*Nord. Med. Arkiv*, B. 2: 26, 1870, s. 9—19.
8. Om membrana limitans retinae interna. Akad. Afhandl. Stockh. 1870, 34 s., 1 t.  
*Nord. Med. Arkiv*, B. 3: 2, 1871, 34 s., 1 t.
9. Bidrag till kännedomen om de inre lagren i ögats näthinna.  
*Nord. Med. Arkiv*, B. 3: 4, 1871, s. 23—31.  
Tysk öfversättning (se N:o 49).  
*Biolog. Untersuchungen*, Jahrg. 1, 1881, s. 89—104, t. 11.
10. Om hörselnervens ändringssätt i maculae och cristae acusticae.  
*Nord. Med. Arkiv*, B. 3: 17, 1871, 4 s.

Tysk öfversättning: Ueber die Endigungsweise des Gehörnerven in den Maculae und Cristae acusticae.

*Biolog. Untersuchungen.* Jahrg. 2, 1882, s. 145—149.

11. Anatomische Untersuchungen. 1. Studien über den Bau des Gehörlabyrinthes. Erste Abtheilung: Das Gehörlabyrinth der Knochenfische. Stockholm 1872. 4:o. 76 s., 5 t.

12. Om byggnaden af ögats näthinna enligt de nyare undersökningarna.

*Hygiea*, B. 34, 1872, s. 19—29. — Särtr. 11 s.

13. H. Welcker: Om den konstgjorda missbildningen af de kinesiska kvinnornas fötter. [Referat.]

*Hygiea*, B. 34, 1872, s. 30—33.

14. Bidrag till kännedomen om broskväfnaden.

*Nord. Med. Arkiv*, 4: 14, 1872, s. 10—13. — Särtr. 4 s.

15. Om senväfnadens lymfkärl och deras betydelse för lymfresorptionen. [Referat.]

*Hygiea*, B. 34, 1872, s. 314—318

16. Studier i nervsystemets anatomi. Tills. med A. Key.

*Nord. Med. Arkiv*, B. 4: 21 och 25, 1872, 39 + 30 s., 3 t. — Särtr. 68 s., 3 t.

Tysk öfversättning: Studien in der Anatomie des Nervensystems.

*Archiv f. mikrosk. Anat.* B. 9, 1873, s. 308—386, t. 16—18.

17. Om de forntida människokranierna från Neanderthal och Brüz. [Referat.]

*Hygiea*, B. 35, 1873, s. 285—288.

18. Om de äldsta spåren af människans tillvaro på vår jord. Stockholm 1873. 8:o. 132 s. (= Ur vår tids forskning, N:o 5.)

Dansk öfversättning af C. F. Jung: De ældste Spor af Menneskets Tilvaerelse paa vor Jord. Kjöbenhavn 1877. 8:o. 99 s.

19. P. Langerhans: Anatomiska undersökningar. [Referat].

*Hygiea*, B. 35, 1873, s. 612—615.

20. Om hjärnventriklarnas öppna sammanhang med subaraknoidalrummen. Tills. med A. Key. [Med fransk resumé].

*Nord. Med. Arkiv*, B. 6: 5, 1874, 27 s.

21. Om frysningens användande vid histologisk teknik. Tills. med A. Key. [Med fransk resumé.]

*Nord. Med. Arkiv*, B. 6: 7, 1874, s. 19—22.

Tysk öfversättning: Über die Anwendung der Gefriermethode in der histologischen Technik.

*Biolog. Untersuchungen.* B. 2, 1882, s. 150—153.

22. Till kännedomen om subaraknoidbalkarna. Tills. med A. Key. [Med fransk resumé.]  
*Nord. Med. Arkiv*, B. 6: 7, 1874, s. 23—30, 1 t.
23. Etnografiska Notiser. [Referater.]  
*Hygiea*, Årg. 36, 1874. s. 149—160, 203—213; 37, 1875, s. 212—217. — Särtr. 23 + 63 s.
24. Eimer: Undersökningar öfver spermatozoernas byggnad och rörelser. [Referat.]  
*Hygiea*, B. 36, 1874, s. 569—573.
25. Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes. Tills. med A. Key. Stockholm, Fol. Band. 1, 1875, 220 s., 39 t. — B. 2: 1, 1876, 228 s., 36 t.
26. Om senornas byggnad och saftbanor. Tills. med A. Key. [Med fransk resumé.]  
*Nord. Med. Arkiv*, B. 7: 21, 1875, 18 s., 2 t.
27. Från Finlands byggder. Etnografiska bilder och minnen. Stockholm 1876. 8:o. 55 s.  
*Ny Illustr. Tidning*, Årg. 11, 1875, s. 378—379, 397—399, 408—409, fig. 1—25.
28. Om fornkranier och deras vittnesbörd.  
*Svensk Tidskrift*, Årg. 1875, s. 274—287.
29. Undersökning af några franska dösar (dolmens).  
*K. Vitt. Hist. Ant. Akad. Månadsblad*, Årg. 4, 1875, s. 145—161, 1876. — Särtr. 17 s.
30. Hvad har studiet af människorasernas hufvudskålsbildning hittills uträttat och hvad torde vi närmast hafva att vänta af denna forskning?  
*Tidskrift för antropol. och kulturhist.* B. 1: 2, 1875, 40 s.
- Fransk öfversättning: Sur l'étude craniologique des races humaines.  
*Compte rendue de la 7<sup>e</sup> session du Congrès int. d'Anthropol. et d'Archéol. préhist.* 2, 1876, s. 693—740. — Särtr. 48 s.
31. Till kännedomen om de finska folkstammarnes raskarakterer, bidrag samlade af Chr. Lovén, Erik Nordenson och G. Retzius.  
*Tidskrift för antropol. och kulturhist.* B. 1: 9, 1875, 20 + 17 s.
- Fransk öfversättning: Matériaux pour servir à la connaissance des caractères ethniques des races finnoises.  
*Compte rendu de la 7<sup>e</sup> session du Congrès int. d'Anthropol. et d'Archéol. préhist.* 2, 1876, s. 741—771.
32. Till kännedomen om saftbanorna i människans hud. Tills. med A. Key. [Med fransk resumé.]  
*Nord. Med. Arkiv*, B. 8: 5, 1876, s. 5—7. — Särtr. 3 s.
- Tysk öfversättning: Zur Kenntniss der Saftbahnen in der Haut des Menschen.  
*Biolog. Untersuchungen.* Jahrg. 1, 1881, s. 105—107.

33. Fall af blödning i hjärnventriklarna, belysande frågan om dessas öppna sammanhang med subaraknoidalrummen. Tills. med A. Key. [Med fransk resumé.] *Nord. Med. Arkiv*, B. 8: 5, 1876, s. 8—12.
34. [Sur des crânes provenants des »tombees laponnes préhistoriques» à Vadsö.] *Compte rendu de la 7<sup>e</sup> session du Congrès int. d'Anthropol. et d'Archéol. préhist.* 1, 1876, s. 231—233.
35. Notiz über die Windungen an der unteren Fläche des Splenium corporis callosi beim Menschen und bei Thieren. *Archiv f. Anat. u. Physiol. Anat. Abth.* Jahrg. 1877, s. 474—479.
36. Till kännedomen om plagiostomernas nervtrådar. *Nord. Med. Arkiv*, B. 9: 23, 1877, s. 1—5.
37. Finska Kranier jämte några natur- och litteraturstudier inom andra områden af finsk antropologi. Stockholm 1878. Fol. 200 s., 28 t.
38. Till kännedomen om den membranösa hörsellabyrinten hos broskfiskarne. *Nord. Med. Arkiv*, B. 10: 1, 1878, 24 s., 1 t.  
Tysk öfversättning: Zur Kenntniss von dem membranösen Gehörlabyrinth bei den Knorpelfischen. *Archiv f. Anat. u. Physiol. Anat. Abth.* Jahrg. 1878, s. 83—107.
39. Ett fall af mikrocefali jämte en kort framställning af mikrocefalien i allmänhet. [Med fransk resumé.] *Svenska sällsk. f. Antropol. o. Geogr. Antropol. Sektionens Tidskrift*, B. 1: 1, 1878, 38 s., 2 t.
40. Några kranier från stenåldern i Sverige. [Med fransk resumé.] *Svenska Sällsk. f. Antropol. o. Geogr. Antropol. Sektionens Tidskrift*, B. 1: 3, 1879, 15 s. [1881!].
41. Om epitelet i membrana olfactoria hos *Myxine glutinosa*. [Med fransk resumé.] *Nord. Med. Arkiv*, B. 11: 10, 1879, 8 s., 1 t.
42. Undersökningar öfver cerebros spinalgangliernas nervceller med särskild hänsyn till dessas utlöpare. [Med fransk resumé.] *Nord. Med. Arkiv*, B. 11: 31, 1879, 24 s., 3 t.  
*Skrifter tillegnade Universitetet i Köbenhavn af Karol. M. K. Inst.* 1879, N:o 2, 30 s., 3 t.
43. Das Riechepithel der Cyclostomen. *Archiv f. Anat. u. Physiol. Anat. Abth.* Jahrg. 1880 s. 9—23, t. 3.
44. Untersuchungen über die Nervenzellen der cerebros spinalen Ganglien und der übrigen peripherischen Kopfganglien mit besonderer Rücksicht auf die Zellenausläufer. — [Betydligt utvidgad tysk öfversättning af n:o 42.] *Archiv f. Anat. u. Physiol. Anat. Abth.* Jahrg. 1880, s. 369—402, t. 17—22.
45. Till kännedomen om innerörats morfologi hos ryggradsdjuren. [Med fransk resumé.] *Nord. Med. Arkiv*, B. 12: 12, 1880, s. 6—10.



46. Zur Kenntniss des inneren Gehörorgans der Wirbelthiere. — [Delvis öfversättning af n:o 45.]  
*Archiv f. Anat. u. Physiol. Anat. Abth.* Jahrg. 1880, s. 235—244.
47. Einige Beiträge zur Histologie und Histochemie der Chorda dorsalis.  
*Archiv f. Anat. u. Physiol. Anat. Abth.* Jahrg. 1881, s. 89—110, t. 4, 5.
48. Das Gehörorgan der Wirbelthiere. Morphologisch-histologische Studien. Stockholm. Fol. 2 Bände.  
Band 1. Das Gehörorgan der Fische und Amphibien. 1881. 222 s., 35 t.  
» 2. Das Gehörorgan der Reptilien, der Vögel und der Säugethiere. 1884. 368 s., 39 t.
49. Biologische Untersuchungen herausgegeben von G. Retzius. Stockholm. 4:o. Zwei Jahrgänge.  
Jahrg. 1, 1881, 143 s., 14 t. 10 Abhandlungen.  
» 2, 1882, 153 s., 8 t. 7 Abhandlungen.  
Innehåll (af Retzius författade uppsatser):  
Jahrg. 1. — 1. Sur Kenntniss der quergestreiften Muskelfaser. S. 1—26, t. 1, 2. — 3. Ueber die peripherische Endigungsweise des Gehörnerven. S. 51—60, t. 6, f. 1—9. — 4. Das membranöse Gehörorgan von *Polypterus bichir* Geoffr. und *Calamoichthys calabaricus* J. A. Smith. S. 61—66, t. 6 f. 10, t. 7. — 6. Zur Kenntniss der Spermatozoen. S. 77—88., t. 10. — 7. Beiträge zur Kenntniss der inneren Schichten der Netzhaut des Auges (vergl. n:o 9) Mit Nachtrag. S. 89—104, t. 11. — 8. Zur Kenntniss der Saftbanen in der Haut des Menschen (vergl. n:o 32). Zusammen mit A. Key. S. 105—107. — 9. Studien über die Zelltheilung. S. 109—134, t. 12, 13. — 10. Zur Kenntniss vom Bau des Zellkerns. S. 135—143, t. 14.  
Jahrg. 2. — 1. Die Gestalt des membranösen Gehörorgans des Menschen. S. 1—32, t. 1, 2. — 4. Ueber ein Blutgefässe führendes Epithelgewebe im membranösen Gehörorgan. S. 97—102. — 5. Zur Histologie der häutigen Gehörschnecke des Kaninchens. S. 103—144, t. 7, 8. — 6. Ueber die Endigungsweise des Gehörnerven in den Maculae und Cristae acusticae (vergl. n:o 10) S. 145—149 — 7. Ueber die Anwendung der Gefrierungsmethode in der histologischen Technik (vergl. n:o 21). Mit A. Key. S. 150—153.
50. Finland i Nordiska Museet. Några bidrag till kändedom om finnarnes gamla odling. Stockholm 1881. 8:o. 176 s., 1 karta.  
= N:o 1 af Bidrag till vår odlings häfder utgifna af A. Hazelius.  
Tysk öfversättning af Dr. C. APPEL: Finnland. Schilderungen aus seiner Natur, seiner alten Kultur und seinem heutigen Volksleben. Berlin 1885. 8:o. viij + 158 s.
51. Om cellernas förökning genom delning och cellkärnarnes roll därvid. Föredrag i medicinska föreningen i Nov. 1879.  
*Hygiea*, B. 42, 1881, s. 54—62, 1 t.
52. L'écorce du bouleau et ses divers usages.  
*Revue d'ethnographie*, T. 1, 1882, s. 81—93.
53. Om Miltens blodbaner.  
*Forhandl. ved de Skand. Naturforsk. 13<sup>e</sup> Möde i Christiania* 1886, 1887, s. 139—140.

54. Zur Kenntniss der enchondralen Verknöcherung.  
*Biol. Fören. Förhandl.*, B. 1, 1888—1889, s. 5—8, t. 1. (1888.)
55. Ueber Drüsennerven.  
*Biol. Fören. Förhandl.*, B. 1, 1888—1889, s. 14—16, t. 2. (1888.)
56. Ueber die Entwicklung der *Myxine glutinosa*.  
*Biol. Fören. Förhandl.*, B. 1, 1888—1889, s. 22—28, t. 3. (1888.)
57. Ueber myelinhaltige Nervenfasern bei Evertebraten.  
*Biol. Fören. Förhandl.*, B. 1, 1888—1829, s. 58—62, t. 4. (1888.)
58. Der Bau des Axencylinders der Nervenfasern.  
*Biol. Fören. Förhandl.*, B. 1, 1888—1889, s. 83—93, t. 5. (1889.)
59. Om metoderna att konservera hjernor.  
*Biol. Fören. Förhandl.*, B. 1, 1888—1889, s. 118—130. (1889.)
60. Zur Kenntniss der Ganglienzellen des Sympathicus.  
*Biol. Fören. Förhandl.*, B. 2, 1889—1890, s. 16—25, t. 1. (1889.)
61. Zur Kenntniss vom Bau des Eierstockseies und des Graafschen Follikels.  
*Hygiea*, Festband, 1889. N:o 2, 16 s., 1 t.
62. Alphonse Bertillons antropometrisk metod att identifiera brottslingar.  
*Hygiea*, Festband, 1889. N:o 10, 36 s.  
*Nytt Jurid. Arkiv*, Andra afdeln. 17: 7, 1892, 30 s.
63. Die Intercellularbrücken des Eierstockseies und der Follikelzellen sowie über die Entwicklung der Zona pellucida.  
*Verhandl. Anat. Ges.* 3, 1889, s. 10—11.
64. Om några reformer i vår medicinska undervisning. Föredrag vid nedläggande af ordförandeskapet i Svenska läkaresällskapet 15 oktober 1889. Stockholm 1889. 8:o. 45 s.  
*Hygiea*, Årg. 51, 1889, s. 613—657.
65. Den medicinska undervisningen i andra länder. Stockholm 1890. 8:o. 85 s.  
*Hygiea*, Årg. 51, 1889, Bilaga, 85 s.
66. Ueber die Endigungsweise der Nerven in den Genitalnervenkörperchen des Kaninchens.  
*Internat. Monatsschrift f. Anat. u. Physiol.* 7, 1890, s. 323—333, t. 14, 15.
67. Ueber Zellentheilung bei *Myxine glutinosa*.  
*Biol. Fören. Förhandl.*, B. 2, 1889—1890, s. 80—91, t. 3. (1890.)
68. Biologische Untersuchungen. Neue Folge. Stockholm und Jena. Fol. 16 Bände. 1890—1911.  
Band 1, 1890, 99 s., 18 t., 5 Abhandlungen.  
» 2, 1891, 53 s., 16 t., 3 Abhandlungen.

- Band 3, 1892, 68 s., 23 t., 10 Abhandlungen.  
 » 4, 1892, 70 s., 22 t., 9 Abhandlungen.  
 » 5, 1893, 70 s., 27 t., 10 Abhandlungen.  
 » 6, 1894, 87 s., 32 t., 9 Abhandlungen.  
 » 7, Jena 1895, 71 s., 15 t., 10 Abhandlungen.  
 » 8, 1898, 122 s., 31 t., 14 Abhandlungen.  
 » 9, 1900, 117 s., 28 t., 9 Abhandlungen.  
 » 10, 1902, 72 s., 19 t., 10 Abhandlungen.  
 » 11, 1904, 102 s., 33 t., 5 Abhandlungen.  
 » 12, 1905, 115 s., 20 t., 10 Abhandlungen.  
 » 13, 1906, 168 s., 48 t., 15 Abhandlungen.  
 » 14, 1909, 230 s., 61+2 t., 21 Abhandlungen.  
 » 15, 1910, 95 s., 21 t., 5 Abhandlungen.  
 » 16, 1911, 100 s., 27 t., 13 Abhandlungen.

## Innehåll.

- Band 1 — 1. Zur Kenntniss des Nervensystems der Crustaceen. S. 1—50, t. 1—14. — 2. Muskel-fibrille und Sarcoplasma. S. 51—88, t. 15—17. — 3. Ueber das Magma réticulé des menschlichen Eies. S. 89—93, t. 18 f. 15. — 4. Ein s. g. Caudalherz bei *Myxine glutinosa*. S. 94—96, t. 18 f. 1. — 5. Ueber die Ganglienzellen der Cerebrospinalganglien und über subcutane Ganglienzellen bei *Myxine glutinosa*. S. 97—99, t. 18 f. 2—14.
- Band 2. — 1. Zur Kenntniss des centralen Nervensystems der Würmer. Das Nervensystem der Annelaten. S. 1—28, t. 1—10. — 2. Zur Kenntniss des centralen Nervensystems von *Amphioxus lanceolatus*. S. 29—46, t. 11—14. — 3. Zur Kenntniss des centralen Nervensystems von *Myxine glutinosa*. S. 47—53, t. 15, 16.
- Band 3. — 1. Das Nervensystem der Lumbricinen. S. 1—16, t. 1—6. — 2. Die nervösen Elemente der Kleinhirnrinde. S. 17—24, t. 7—9. — 3. Die Endigungsweise des Riechnerven. S. 25—28, t. 10. — 4. Die Endigungsweise des Gehörnerven. S. 29—36, t. 11, 12. — 5. Die sensiblen Nervenendigungen in der Haut des Petromyzon. S. 37—40, t. 13. — 6. Zur Kenntniss der motorischen Nervenendigungen. S. 41—52, t. 14—20. — 7. Zur Kenntniss der Nerven der Milz und der Niere. S. 53—56, t. 21. — 8. Ueber den Typus der sympathischen Ganglienzellen der höheren Wirbelthiere. S. 57—58. — 9. Ueber die Anfänge der Drüsengänge und die Nervenendigungen in den Speicheldrüsen des Mundes. S. 59—64, t. 22. — 10. Ueber die Gallenkapillaren und den Drüsenbau der Leber. S. 65—68, t. 23.
- Band 4. — 1. Das sensible Nervensystem der Polychäten. S. 1—10, t. 1—3. — 2. Das sensible Nervensystem der Mollusken. S. 11—18, t. 4—6. — 3. Die Nervenendigungen in dem Geschmacksorgan der Säugethiere und Amphibien. S. 19—32, t. 7—10. — 4. Die Nervenendigungen, in den Endknospen, resp. Nervenbügeln der Fische und Amphibien. S. 33—36, t. 10 f. 3—6, t. 11 f. 6—11. — 5. Ueber die sensiblen Nervenendigungen in den Epithelien bei den Wirbelthieren. S. 37—44, t. 11 f. 1—5, t. 12—14, t. 15 f. 1—4. — 6. Ueber die Nervenendigungen an den Haaren. S. 45—48, t. 15, 16. — 7. Ueber die neuen Prinzipien in der Lehre von der Einrichtung des sensiblen Nervensystems. S. 49—56. — 8. Kleinere Mittheilungen von dem Gebiete der Nervenhistologie. S. 57—66, t. 19. — 9. Weiteres über die Gallenkapillaren und den Drüsenbau der Leber. S. 67—70, t. 20—22.
- Band 5. — 1. Die Cajal'schen Zellen der Grosshirnrinde beim Menschen und bei Säugethieren. S. 1—8, t. 1—4. — 2. Studien über Ependym und Neuroglia. S. 9—26, t. 5—13. — 3. Die nervösen Elemente im Rückenmarke der Knochenfische. S. 27—30, t. 14. — 4. Ueber die Nerven der Ovarien und Hoden. S. 31—34, t. 15 f. 1—4. — 5. Weiteres über die Endigungsweise des Gehörnerven. S. 35—38, t. 16, 17 f. 1—4. — 6. Kleinere Mittheilungen von dem Gebiete des Nervensystems und der Sinnesorgane. S. 39—42, t. 17 f. 4—8, t. 18, 19. — 7. Zur

- Kenntniss vom Bau der Iris. S. 43—47, t. 20, 21. — 8. Zur Kenntniss der ersten Entwicklung der nervösen Elemente im Rückenmarke des Hühnchens. S. 48—54, t. 22, 23. — 9. Das Gehirn und das Auge von Myxine. S. 55—68, t. 24, 25. — 10. Ueber Geschmacksknospen bei Petromyzon. S. 69—70, t. 27.
- Band 6. — 1. Die Neuroglia des Gehirns beim Menschen und bei Säugethieren. S. 1—28, t. 1—13. — 2. Weitere Beiträge zur Kenntniss der Cajal'schen Zellen der Grosshirnrinde des Menschen. S. 29—36, t. 14—19. — 3. Ganglion ciliare. S. 37—40, t. 20. — 4. Die embryonale Entwicklung der Rückenmarkselemente bei den Ophidiern. S. 41—45, t. 21, 22. — 5. Die Endigungsweise des Gehörnerven bei den Reptilien. S. 46—47, t. 23 f. 1—7. — 6. Die Riechzellen der Ophidier in der Riechschleimhaut und im Jacobsonischen Organ. S. 48—51, t. 23 f. 8. — 7. Zur Entwicklung der Zellen des Ganglion spirale acustici und zur Endigungsweise des Gehörnerven bei den Säugethieren. S. 52—57, t. 24, 25 f. 1—4. — 8. Kürzere Mittheilungen 1—7. S. 58—66, t. 25 f. 5—11, t. 26, 27. — 9. Ueber den Bau des Glaskörpers und der Zonula Zinnii in dem Auge des Menschen und einiger Thiere. S. 67—87, t. 28—32.
- Band 7. — 1. Ueber ein dem Saccus vasculosus entsprechendes Gebilde am Gehirn des Menschen und anderer Säugethiere. S. 1—5, t. 1. — 2. Zur Kenntniss des Gehirnganglions und des sensiblen Nervensystems der Polychäten. S. 6—11, t. 2, 3. — 3. Das sensible Nervensystem der Crustaceen. S. 12—18, t. 4—6. — 4. Ueber die Hypophysis von Myxine. S. 19—21, t. 7, f. 1, 2. — 5. Ueber den Bau des sog. Parietalauges von Ammonoetes. S. 22—25, t. 7 f. 3—5. — 6. Ueber das hintere Ende des Rückenmarkes bei Amphioxus, Myxine und Petromyzon. S. 26—33, t. 8, 9. — 7. Ueber den Bau des Rückenmarkes der Selachier. S. 34—39, t. 10—12. — 8. Ueber einige normal durch Ankylose verschwindende Kapselgelenke zwischen den Bogen der Sacralwirbel. S. 40—45, t. 13. — 9. Ueber Molluscum contagiosum. S. 46—60, t. 14. — 10. Ueber die Vererbung erworbener Eigenschaften. S. 61—71, t. 15.
- Band 8. — 1. Das Gehirn des Astronomen Hugo Gyldéns. S. 1—22, t. 1—6. — 2. Zur äusseren Morphologie des Riechhirns der Säugethiere und des Menschen. S. 23—48, t. 7—13. — 3. Zur Morphologie der Fascia dentata und ihrer Umgebungen. S. 49—58, t. 14, 15. — 4. Ueber das Auftreten des Sulcus centralis und der Fissura calcarina im Menschenhirn. S. 59—64. — 5. Zur Kenntniss der lateralen Fläche des Mesencephalons und ihrer Umgebung. S. 65—74, t. 16, 17. — 6. Zur Kenntniss der Lorenzinischen Ampullen der Selachier. S. 75—82, t. 18. — 7. Ueber die Endigung der Nerven im elektrischen Organ von Raja clavata und Raja radiata. S. 83—93, t. 19—21. — 8. Zur Kenntnis des sensiblen Nervensystems der Hirudineen. S. 94—97, t. 20 f. a—c, t. 22. — 9. Ueber die Gallenkapillaren. S. 98—101. — 10. Zur Kenntniss der ersten Entwicklung der Rückenmarkselemente bei den Säugethieren. S. 102—104, t. 23, 24. — 11. Weiteres über die embryonale Entwicklung der Rückenmarkselemente der Ophidier. S. 105—108, t. 25—27. — 12. Zur Kenntniss der Entwicklung der Elemente des Rückenmarks von Anguis fragilis. S. 109—113, t. 28, 29. — 13. Zur Frage von der Endigungsweise der peripherischen sensiblen Nerven. S. 114—117, t. 30, 31 f. 1—4. — 14. Die Methylenblaufärbung bei dem lebenden Amphioxus. S. 118—122, t. 31 f. 5—10.
- Band 9. — 1. Das Gehirn des Mathematikers Sonja Kovalevski. S. 1—16, t. 1—4. — 2. Vier Mikrocephalen-Gehirne. S. 17—44, t. 5—11. — 3. Die Gestalt der Hirnventrikel des Menschen nach Metallausgüssen dargestellt. S. 45—50, t. 12. — 4. Ueber das Hirngewicht der Schweden. S. 51—68. — 5. Weiteres zur Frage von den freien Nervenendigungen und anderen Structurverhältnissen in den Spinalganglien. S. 69—76, t. 13—15. — 6. Zur Kenntniss der Gehörschnecke. S. 77—82. — 7. Zur Kenntniss des sensiblen und des sensorischen Nervensystems der Würmer und Mollusken. S. 83—96, t. 16—22. — 8. Das Gehirn von Ovibos moschatus. S. 97—108, t. 23. — 9. Zur Kenntniss der Entwicklungsgeschichte des Rennthieres und des Rehes. S. 109—117, t. 24—28.
- Band 10. — 1. Das Gehirn des Physikers und Pädagogen Per Adam Siljeström. S. 1—14, t. 1—3.

- 2. Zur Morphologie der Insula Reili. S. 15—20, t. 4—6. — 3. Zur Kenntniss der oberflächlichen ventralen Nervenzellen im Lendenmark der Vögel. S. 21—24, t. 7. — 4. Weiteres zur Kenntniss der Sinneszellen der Evertebraten. S. 25—33, t. 8—12. — 5. Zur Kenntniss des Gehörorgans von Pterotrachea. S. 34—36, t. 11 f. 4, 5. — 6. Zur Kenntniss der Riesenzellen und der Stützsubstanz des Knochenmarkes. S. 37—44, t. 13, 14. — 7. Weitere Beiträge zur Kenntniss der Spermien des Menschen und einiger Säugethiere. S. 45—60, t. 15—17. — 8. Ueber einen Spiralfaserapparat am Kopfe der Spermien der Selachier. S. 61—64, t. 18. — 9. Zur Frage der transitorischen Furchen des embryonalen Menschenhirns. S. 65—66, t. 19 f. 1—4. — 10. Zur Kenntniss der Gehirnbasis und ihrer Ganglien beim Menschen. S. 67—72, t. 19 f. 5—11.
- Band 11. — 1. Zur Kenntniss der Spermien der Evertebraten. S. 1—32, t. 1—13. — 2. Zur Kenntniss der Entwicklung der Körperformen des Menschen während der fötalen Lebensstufen. S. 33—76, t. 14—26. — 3. Zur Kenntnis der Limitans externa der Nervösen Centralorgane. S. 77—81, t. 27. — 4. Die Membrana limitans interna der Netzhaut des Auges. S. 82—88 t. 28. — 5. Das Gehirn eines Staatsmannes. S. 89—102, t. 29—33.
- Band 12. — 1. Punktsubstanz, Nervöses Grau und Neuronenlehre. S. 1—20. — 2. Ueber die Endigungsweise des Gehörnerven in den Maculae und Cristae acusticae im Gehörlabyrinth der Wirbelthiere. Eine historisch-kritische Uebersicht. S. 21—32. — 3. Das Gehirn des Histologen und Physiologen Christian Lovén. S. 33—48, t. 1—4. — 4. Das sensible Nervensystem der Bryozoen. S. 49—54, t. 5. — 5. Zur Kenntniss vom Bau der Selachier-Retina. S. 55—60, t. 6. — 6. Zur Kenntniss der Nervenendigungen in den Papillen der Zunge der Amphibien. S. 61—64, t. 7. — 7. Ueber den Bau der Haut von *Myxine glutinosa*. S. 65—74, t. 8, 9. — 8. Ueber Muskelzellen an den Blutgefässen der Polychäten. S. 75—78, t. 10. — 9. Zur Kenntniss der Spermien der Evertebraten. 2. S. 79—102, t. 11—18. — 10. Die Spermien der Leptokardier, Teleostier und Ganoiden. S. 103—115, t. 19, 20.
- Band 13. — 1. Die Spermien der Gastropoden. S. 1—36, t. 1—12. — 2. Die Spermien der Enteropneusten und der Nemertinen. S. 37—40, t. 13. — 3. Die Spermien der Turbellarien. S. 41—44, t. 14. — 4. Die Spermien der Bryozoen. S. 45—48, t. 15. — 5. Die Spermien der Amphibien. S. 49—70, t. 16—27. — 6. Die Spermien der Reptilien. S. 71—74, t. 28. — 7. Die Spermien der Monotremen. S. 75—76, t. 29 f. 1, 2. — 8. Die Spermien der Marsupialier. S. 77—86, t. 30, 31. — 9. Die Spermien der Edentaten. S. 87—90, t. 32. — 10. Die Spermien der Vespertilionen. S. 91—94, t. 29 f. 3—16. — 11. Die Spermien der Fucaceen. S. 95—100, t. 33. — 12. Zur Kenntnis der Hautschicht der Nematoden. S. 101—106. — 13. Zur Kenntnis des Nervensystems der Daphniden. S. 107—112, t. 34. — 14. Ueber die Verteilung der Sinnesnervenzellen in der Haut der Holothurien. S. 113—116. — 15. Die Gaumenleisten des Menschen und der Tiere. S. 117—168, t. 35—48.
- Band 14. — 1. Die Spermien der Crustaceen. S. 1—54, t. 1—17. — 2. Zur Kenntnis der Spermien der Insekten. S. 55—66, t. 18—23. — 3. Die Spermien von *Aurelia aurita* (L.). S. 67—68, t. 24 f. 1—13. — 4. Die Spermien der Nereiden. S. 69—70, t. 24 f. 14—24. — 5. Die Spermien der Cestoden und der Trematoden. S. 71—72, t. 25. — 6. Die Spermien der Chaetognathen. S. 73—74, t. 26. — 7. Weiteres zur Kenntnis der Spermien der Bryozoen. S. 75—76, t. 24 f. 25—31. — 8. Die Spermien von *Nassa reticulata*. S. 77—78, t. 24 f. 32—36. — 9. Zur Kenntnis der Spermien der Elasmobranchier. S. 79—88, t. 27, 28. — 10. Die Spermien der Vögel. S. 89—122, t. 29—37. — 11. Die Spermien von *Didelphys*. S. 123—126, t. 38. — 12. Die Spermien von *Bradypus*. S. 127—128, t. 39 f. 18—31. — 13. Die Spermien der Insektivoren. S. 129—132, t. 39 f. 1—17. — 14. Die Spermien der Nagetiere. S. 133—162, t. 40—49, f. 13—24. — 15. Die Spermien der Huftiere. S. 163—178, t. 49 f. 1—12, t. 50—53. — 16. Die Spermien der Waltiere. S. 179—184, t. 54. — 17. Die Spermien der Carnivoren. S. 185—198, t. 55—57. — 18. Die Spermien

- der Halbaffen. S. 199—200, t. 58 f. 1—16. — 19. Die Spermien der Affen. S. 201—204, t. 58 f. 17—30, t. 59. — 20. Die Spermien des Menschen. S. 205—216, t. 60—61. — 21. Kurzer Rückblick auf die Spermien der Säugetiere. S. 217—230, t. A, B.
- Band 15. — 1. Über den Bau des Eies der Echinodermen im unbefruchteten und befruchteten Zustand. S. 1—54, t. 1—13. — 2. Zur Kenntnis der Spermien der Echinodermen. S. 55—62, t. 14, 15. — 3. Weitere Beiträge zur Kenntnis der Spermien mit besonderer Berücksichtigung der Kernsubstanz. S. 63—82, t. 16—20. — 4. Über die Form der Spermien bei den anthropoiden Affen. S. 83—86, t. 21 f. 1—22. — 5. Kleinere Mitteilungen. S. 87—95, t. 21 f. 23—36.
- Band 16. — 1. Einleitung zu den zunächst folgenden Mitteilungen über das Verhalten des Chromatins in verschiedenen physiologischen Zuständen. S. 1—6. — 2. Der Reifungsprozess der Eier bei den Asteriden. S. 7—20, t. 1—5. — 3. Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Eier von *Ascaris megalocephala* in der Periode vor und nach dem Befruchtungsakt, und mit besonderer Berücksichtigung des Verhaltens der Chromosomen zur Ehrlich-Biondifärbung. S. 21—40, t. 6—13. — 4. Untersuchungen an Eiern von verschiedenen Wirbellosen und Wirbeltieren. S. 41—61, t. 14—20. — 5. Über das Verhalten der Nervenzellen zur Biondifärbung. S. 62—64, t. 21. — 6. Über das Verhalten der sich entwickelnden Spermien der Mammalier zu der Biondifärbung. S. 65—68, t. 22, 23 f. 1—8. — 7. Ein Fall von Hermaphroditismus bei *Asterias rubens* L. S. 69—72, t. 23 f. 9—12. — 8. Zur Frage von der Struktur des Protoplasmas der Nervenzellen. S. 73—78, t. 24 f. 15—27. — 9. Die Spermien des Schimpansen. S. 79—81, t. 24 f. 1—14. — 10. Spermien ostafrikanischer Tiere, während der Lönnbergschen Expedition eingesammelt. S. 82—88, t. 25, 26. — 11. Zur Kenntnis der Spermien der Vögel. S. 89—92, t. 27. — 12. Rückblick auf einige der in den Untersuchungen bei den Eiern und Spermien mittelst der Ehrlich-Biondifärbung gewonnenen Ergebnisse. S. 93—97. — 13. Rückblick auf einige in den Untersuchungen hinsichtlich des Problems der Protoplasmastruktur gemachte Befunde. S. 98—100.

69. Das Caudalskelet der *Myxine glutinosa*.

*Biol. Fören. Förhandl.* B. 3, 1891, s. 79—84, t. 3.

70. Ueber Nervenendigungen an den Parapodienborsten und über die Muskelzellen der Gefässwände bei den polychäten Annulaten.

*Biol. Fören. Förhandl.* B. 3, 1891, s. 85—89, t. 4.

71. Ueber den Bau der Oberflächenschicht der Grosshirnrinde beim Menschen und bei den Säugethieren.

*Biol. Fören. Förhandl.* B. 3, 1891, s. 90—102.

72. Zur Kenntniss der Ependymzellen der Centralorgane.

*Biol. Fören. Förhandl.* B. 3, 1891, s. 103—116.

73. Das Gehörorgan von *Cocilia annulata*.

*Anatom. Anzeiger.* Jahrg. 6, 1891, s. 82—86.

74. Das Gehirn eines Lappländers.

*Internat. Beitr. z. wiss. Medicin. Festschrift R. Virchow gewidmet.* B. 1, 1891, s. 41—56, t. 3—5.

75. De i grottan Stora Förvar funna människokranierna.

*Ymer,* Årg. 10, 1890, s. 286—287 (1891).

76. En hittills obeaktad egendomlighet i människohjärnans embryonella utveckling.  
*Svenska läkaresällskapets Förhandl.* 1891 s. 54—55.
77. Das hintere Ende des Rückenmarks und sein Verhalten zur Chorda dorsalis bei *Amphioxus lanceolatus*.  
*Biol. Fören. Förhandl.* B. 4, 1892, s. 10—15.
78. Das hintere Ende des Rückenmarks und der Chorda dorsalis bei *Petromyzon fluviatilis*.  
*Biol. Fören. Förhandl.* B. 4, 1892, s. 36—41.
79. Die peripherische Endigungsweise des Gehörnerven.  
*Verhandl. Anatom. Gesellsch. in Wien 1892.* s. 63—64.
80. Human remains collected by M. Gustaf Nordenskiöld in the Cliff Dwellings of the Mesa Verde. Stockholm 1893. 4:o. 11 s., 10 t., 1 karta.  
Ingår såsom appendix i: *G. Nordenskiöld, The Cliff Dwellers of the Mesa Verde, southwestern Colorado, their pottery and implements.* 1893.
81. Ueber das Ganglion ciliare.  
*Anatom. Anzeiger.* Band 9, 1894, s. 633—637.
82. Die Smirnowschen freien Nervenendigungen im Epithel des Regenwurms.  
*Anatom. Anzeiger.* Band 10, 1895, s. 117—123.
83. Fam. Myxinidae.  
F. A. Smitt. Skandinavien fiskar. Senare delen. Stockholm 1895. 4:o. S. 1195—1209, fig. 354—363.  
Engelsk upplaga: *A History of Scandinavian Fishes. Part 2.* Stockholm 1895. 4:o. S. 1195—1209, fig. 354—363.
84. Om hjärnors härdning medels formalin.  
*Sv. Läkaresällsk. Förhandl.* 1895 s. 81—83.
85. Om förvärfvade egenskapers ärftlighet.  
*Ymer*, Årg. 15, 1895, s. 24—39, 12 fig.  
*Sv. Läkaresällsk. Förhandl.* 1895 s. 92—96.
86. Luktloben hos människan och de öfriga däggdjuren.  
*Sv. Läkaresällsk. Förhandl.* 1895 s. 83—85.
87. Om kranier af s. k. longhead-indianer.  
*Ymer*, Årg. 15, 1895, s. 259—271, 4 fig.
88. Das Menschenhirn. Studien in der makroskopischen Morphologie. Stockholm. 1896. Fol. 2 Bände. — B. 1. Text. 167 s.; B. 2. Tafeln, 96 t.
89. Zur Kenntniss der Retina der Selachier.  
*Zoologische Studien. Festschrift Wilhelm Lilljeborg tillegnad.* Upsala 1896. 4:o. S. 17—28, 5 fig.

90. Fritjof Nansen såsom biolog.

*Brögger, W. C., och Rolfsen, N., Fridtjof Nansen 1861—1893.* Stockholm 1896. 8:o. S. 93—101.

91. Om tandnerverna och deras ändningssätt.

*Odontologisk Tidskrift, Årg. 4, 1896, s. 3—6, 1 fig.*

92. Blick på den fysiska antropologiens historia.

*Ymer, Årg. 16, 1896, s. 221—245, 4 fig.*

93. Om den Andréeska dufvopostens äkthet.

*Ymer, Årg. 17, 1897, s. 267—280, t. 6, 7.*

94. Zur Kenntniss der Windungen des Riechhirns.

*Verhandl. Anatom. Gesellschaft in Gent 1897. S. 105—109.*

95. Was ist die Henle'sche Scheide der Nervenfasern?

*Anatom. Anzeiger, B. 15, 1898, s. 140—146.*

96. Berichtigung.

*Anatom. Anzeiger, B. 15, 1898, s. 153—155.*

97. Antwort an Herrn Guido Guerrini.

*Anatom. Anzeiger, B. 15, 1898, s. 243—244.*

98. Om de af Svenska sällskapet för antropologi och geografi föranstaltade antropologiska undersökningarne i Sverige.

*Ymer, Årg. 19, 1899, s. 405—408.*

99. Crania suecica antiqua. Beskrifning af svenska menniskokranier från stenåldern, bronsåldern och järnåldern jämte en blick på forskningen öfver de europeiska folkens raskarakterer. Stockholm 1899. Fol. 145 s., 92 t.

Tysk utvidgad upplaga: Crania suecica antiqua. Eine Darstellung der schwedischen Menschen-Schädel aus dem Steinzeitalter, dem Bronzezeitalter und dem Eisenzeitalter sowie ein Blick auf die Forschungen über die Rassencharaktere der europäischen Völker. Stockholm 1900. Fol. 182 s., 92 t. + Nachtrag. 8 s., 8 t.

100. Ein neuer Fund von Schädeln aus dem Eisenzeitalter in Östergötland. Trepanierte Schädel. Stockholm 1900. Fol. 8 s., 8 t.

Utkom äfven såsom bihang till tyska upplagan af Crania suecica antiqua.

101. Våra förfäders kranieform.

*Ymer, Årg. 20, 1900, s. 76—87.*

102. Ueber die Aufrichtung des fötal retrovertierten Kopfes der Tibia beim Menschen.

*Zeitschr. f. Morphol. u. Anthropol., B. 2, 1900, s. 167—175, 7 fig.*

103. Om trepanation af hufvudskålen såsom folksed i forna och nyare tider.

*Ymer, Årg. 21, 1901, s. 11—28, 10 fig.*



104. Zur Frage von den sogenannten transitorischen Furchen des Menschenhirnes.  
*Verhandl. Anatom. Gesellschaft in Bonn 1901.* s. 91—92.
105. Ueber Kanälchenbildungen in den Riesenzellen des Knochenmarkes.  
*Verhandl. Anatom. Gesellschaft in Bonn 1901.* s. 92—95.
106. Om den germanska rastypen. Föredrag vid nedläggandet af präsidiet i K. Vetenskaps-Akademien 1901. Stockholm 1901. 8:o. 22 s.
107. Anthropologia suecica. Beiträge zur Anthropologie der Schweden, nach den auf Veranstaltung der schwedischen Gesellschaft für Anthropologie und Geographie in den Jahren 1897 und 1898 ausgeführten Erhebungen ausgearbeitet und zusammengestellt von GUSTAF RETZIUS und C. M. FÜRST. Stockholm 1902. Fol. 301 s., 14 kartor, 7 t.
108. Om eminentia saccularis och dess upptäckande.  
*Hygiea*, B. 63: 2, 1901, s. 616—622 (1902).
109. Dalfolkets utseende och härstamning.  
*Öfre Dalarne förr och nu.* Stockholm 1903. 8:o. s. 387—404.
110. Emanuel Swedenborg als Anatom und Physiolog auf dem Gebiete der Gehirnkunde. Eröffnungsrede des Vorsitzenden auf dem Anatomenkongresse in Heidelberg den 29 Mai 1903.  
*Verhandl. Anatom. Gesellsch. in Heidelberg*, 1903, s. 2—14.  
Engelsk öfversättning af C. Th. Odhner: Emanuel Swedenborg as an Anatomist and Physiologist. Bryn Athyn, Pa. 1903. 8:o. 15 s.  
*New Church Life* 23, 1903, s. 565—578.  
*The New Philosophy*, 7, 1904, s. 7—18.
111. Letters from Dr. Retzius. [On writings of Swedenborg.]  
*The New Philosophy*, 6, 1903, s. 52—54, 83.
112. Die sog. Tastballen an den Händen und Füßen des Menschen.  
*Verhandl. Anatom. Gesellsch. in Jena*, 1904, s. 41—43, 3 fig.
113. Ueber den Verschluss der Nasenlöcher bei menschlichen Embryonen.  
*Verhandl. Anatom. Gesellsch. in Jena*, 1904, s. 43.
114. Zur Kenntnis der Spermien der Evertebraten.  
*Verhandl. Anatom. Gesellsch. in Jena*, 1904, s. 154—156.
115. Ueber den feineren Bau des Achsenzylinders der Nervenfasern.  
*Arkiv f. zoologi.* B. 3: 7. 1905, 8 s.
116. Cerebra simiarum illustrata. Das Affenhirn in bildlicher Darstellung. Stockholm 1906. Fol. 24 s., 67 t.
117. Über die Spermien der Fucaceen.  
*Arkiv f. zoologi.* B. 5: 10, 1906, 9 s., 5 fig.

- 16 AURIVILLIUS, FÖRTECKNING ÖFVER SKRIFTER UTGIFNA AF PROFESSOR GUSTAF RETZIUS.
118. Ueber die von Ruffini beschriebene »guaina subsidiaria» der Nervenfasern.  
*Anatom. Anzeiger*. B. 28, 1906, s. 1—4.
119. Preface to »Emanuel Swedenborg opera quaedam aut inedita aut obsoleta de rebus naturalibus. Nunc edita sub auspiciis Regiae Academiae scientiarum suecicae. Vol. 1, 1907, s. V—X.
120. Cronian Lecture. The principles of the Minute Structure of the Nervous System as revealed by Recent Investigations.  
*Proc. of the Royal Society London*, B., Vol. 80, 1908, s. 414—443.
121. The so-called North European Race of Mankind. A Review of and views on the development of some Anthropological Questions. The Huxley Lecture for 1909.  
*Journal of the R. Antropol. Institute*. Vol. 39, 1909, s. 277—313.
122. Om spermiernas form hos de antropoida aporna.  
*Arkiv f. zool.*, B. 6: 8, 1910, 6 s.
123. Till kännedom om byggnaden af Echinidernas ägg, med särskild hänsyn till dess hinnor.  
*Arkiv f. zool.*, B. 6: 10, 1910, 18 s., 1 t.
124. Zur Kenntnis der Struktur des Protoplasmas, besonders in den Eiern der Echinodermen.  
*Arkiv f. zoolog.*, B. 6: 12, 1910, 29 s., 2 t.
125. Ueber die vitale Fixation des Nervensystems von H. Möllgaard und über die Gefriermethode im allgemeinen.  
*Anatom. Anzeiger*, B. 39, 1911, s. 203—208.

## B. Biografier och Biografiska Skisser.

126. A. T. ALMÉN †.  
*Aftonbladet* d. 25 nov. 1903.
127. ANDERS ANDERSON †.  
*Aftonbladet* d. 12 sept. 1892.
128. BAHNE BAHNSON †.  
*Aftonbladet* d. 16 jan. 1899.
129. FREDRIK THEODOR BERG †.  
*Aftonbladet* d. 9 maj 1887.
130. JACOB BERZELIUS. Ett femtioårsminne.  
*Aftonbladet* d. 6 aug. 1898.

131. VALENTIN BROBERG †.  
*Aftonbladet* d. 13 aug. 1887.
132. MICHEL CHEVREUL.  
*Aftonbladet* d. 31 aug. 1886.
133. Till PER TEODOR CLEVES minne.  
*Aftonbladet* d. 23 juni 1905.
134. [JOHN ERICSSONS födelsedag]. En bemärkelsedag.  
*Aftonbladet* d. 31 juli 1886.
135. WALTER FLEMMING †.  
*Hygiea*. B. 67, 1905, s. 1066—1068.
136. MAGNUS HUSS. En hedersdag för den svenska medicinen.  
*Aftonbladet* d. 9 dec. 1886.
137. MAGNUS HUSS †.  
*Aftonbladet* d. 23 april 1890.
138. TH. H. HUXLEY, en vetenskapens storman †.  
*Aftonbladet* d. 4 juli 1895.
139. JOSEPH HYRTL †.  
*Hygiea*, B. 56 : 2 1894, s. 191—193.
140. ADRIAN JACOBSEN.  
*Aftonbladet* d. 22 och 25 okt. 1889.
141. AXEL JÄDERHOLM †.  
*Aftonbladet* d. 17 okt. 1885.
142. ALBERT VON KÖLLIKER †.  
*Aftonbladet* d. 24 nov. 1905.  
*Hygiea*. B. 67, 1905, s. 1255—1249, portr.
143. JACOB LEVERTIN †.  
*Aftonbladet* d. 23 mars 1887.
144. SEXTUS OTTO LINDBERG †.  
*Aftonbladet* d. 21 febr. 1889.
145. C. ALBERT LINDHAGEN †.  
*Aftonbladet* d. 22 okt. 1887.
146. GUSTAF LINDSTRÖM †.  
*Aftonbladet* d. 22 maj 1901.
147. CARL VON LINNÉ. Några Minnesord. Stockholm 1908. 8:o. 70 s. 1 t.  
*Svenska Akad. Handl.*, Del 22, 1907, s. 79—150, 1 t. (1908).

148. CHRISTIAN LOVÉN. Mit Portrait.  
*Biolog. Unters. Neue Folge.* B. 12, 1905, s. 33—36.
149. SVEN LOVÉN †.  
*Aftonbladet* d. 3 sept. 1895.
150. CARL JONAS MEIJERBERG †.  
*Aftonbladet* d. 30 juni 1888
151. FRIDTJOF NANSEN såsom biolog.  
Se N:o 90.
152. SVEN NILSSON, Lefnadsteckning föredragen på K. Vetenskapsakademiens högtidsdag d. 30 mars 1901  
*Lefnadsteckn. öfver K. Vet. Akad:s ledam.* B. 4 : 2, 1901, s. 35—89.
153. Minne af A. E. NORDENSKIÖLD. Inträddestal i Svenska Akdemien d. 20 juni 1902.  
*Sv. Akad. Handlingar.* Del 16, 1902, s. 395—479.
154. LOUIS PASTEUR. 1—4.  
*Aftonbladet* d. 21, 24, 25, 27 och 30 sept. 1889.
155. Pasteursjubileet.  
*Aftonbladet* d. 30 dec. 1889.
156. LOUIS PASTEUR, en af mänsklighetens störste välgörare.  
*Aftonbladet* d. 27 dec. 1892.
157. LOUIS PASTEUR och hans lifsgerning. 1, 2.  
*Aftonbladet* d. 28 och 29 dec. 1892.
158. LOUIS PASTEUR, en mänsklighetens välgörare †.  
*Aftonbladet* d. 30 sept. och 3 okt. 1895.
159. AUGUSTA POPPIUS †.  
*Aftonbladet* d. 5 okt. 1905.
160. ANDERS FREDRIK REGNELL †.  
*Aftonbladet* d. 20 okt. 1894.
161. GUSTAF RETZIUS. Själfbiografisk skizz.  
*Autografier och portr. af framst. personer.* Ser. 3, 1892, hft. 9, b.
162. Förteckning på skrifter af GUSTAF RETZIUS, 1864—1901. Stockholm 1901.  
S:o. 16 s.
163. Verzeichnis der veröffentlichten Werke und Schriften von GUSTAF RETZIUS, 1864—1906. Stockholm 1906. 8. 25 sid.
164. NILS ROSÉN VON ROSENSTEIN. En svenska läkekonstens banbrytare.  
*Aftonbladet* d. 14 febr. 1906.

165. CARL SANTESSON †.  
*Aftonbladet* d. 22 jan. 1886.
166. CARL WILHELM SCHEELE. Ett hundraårsminne.  
*Aftonbladet* d. 20 maj 1886.
167. PER ADAM SILJESTRÖM †.  
*Aftonbladet* den 19 febr. 1892.  
*Biolog. Untersuch.* N. Folge. B. 10, 1902, s. 1—4.
168. JAPETUS STEENSTRUP †.  
*Ymer*, Årg. 17, 1897, s. 293—299, t. 8.
169. HJALMAR STOLPE †. Minnesteckning.  
*Ymer*, Årg. 25, 1905, s. 5—16, 445—446.  
*Populära etnologiska skrifter.* 1, 1911, 128 s.
170. EMANUEL SWEDENBERG als Anatom und Physiolog.  
Se nr 110.
171. JOHN SÖDERBERG †.  
*Aftonbladet* d. 3 febr. 1892.
172. RUDOLF VIRCHOW, på 70-årsdagen.  
*Aftonbladet* d. 13 okt. 1891.
173. RUDOLF VIRCHOW.  
*Aftonbladet* d. 2 aug. 1894.
174. RUDOLF VIRCHOW †.  
*Aftonbladet* d. 6 sept. 1902.
175. JOHAN AUGUST WAHLBERG.  
*Sverige. Fosterländska bilder.* Stockholm 1877—78, s. 3—7, portr.  
= *Förr och nu.* B. 7, 1876, Hft. 13.
176. ANDRÉ OSCAR WALLEMBERG †.  
*Aftonbladet* d. 13 jan. 1886.

### C. Reseskildringar.

177. Från Golfo di Napoli. [5 resebref.]  
*Ny illustrerad Tidning.* B. 13, 1877, s. 230, 235—238, 241—243, 266—267.
178. Havvets arbetare.  
*Aftonbladet* d. 31 dec. 1885.
179. Bilder från Östra London.  
*Aftonbladet* d. 2 okt. 1886.

180. Riukanfossen.  
*Aftonbladet* d. 7 aug. 1886.
181. På jakt efter fornvärldens djur.  
*Hemvännen* (2) Årg. 1, 1888, s. 202—204, figg.
182. En färd till Gottlands Karlsöar. [3 resebref.]  
*Aftonbladet* d. 8—13 juli 1889.
183. I Trouville.  
*Aftonbladet* d. 14 aug. 1889.
184. I Liège.  
*Aftonbladet* d. 2 och 5 aug. 1889.
185. Från Kolgrufvearbetarnes verld.  
*Aftonbladet* d. 8 aug. 1889.
186. En tjurfäktning i Paris.  
*Aftonbladet* d. 26 aug. 1889.
187. En mottagning hos prins Roland Bonaparte.  
*Aftonbladet* d. 27 aug. 1889.
188. Vid fransk-tyska gränsen.  
*Aftonbladet* d. 30 aug. 1889.
189. Ett besök hos Alphons de Bertillon.  
*Aftonbladet* d. 8, 10 och 12 okt. 1889.
190. En kejsareutställning i Berlin.  
*Aftonbladet* d. 15 nov. 1889.
191. Ett besök i Morguen i Paris.  
*Aftonbladet* d. 23 nov. 1889.
192. En dag i det nya Rom.  
*Aftonbladet* d. 28 och 30 dec. 1889.
193. En vinterfärd i Bohusläns skärgård.  
*Aftonbladet* i dec. 1891 och jan 1892.
194. Bilder från Nilens land. Skizzer och Uppsatser af G. Retzius. 1. Stockholm 1891. 8:o. 372 s.
195. Bilder från Sicilien. Stockholm 1892. 8:o. 96 s.  
Utgör nr 3 af »*Artiklar och korrespondenser införda i Aftonbladet*».
196. I Ischl.  
*Aftonbladet* d. 29 juni 1892.
197. Ett besök i Saltgrufvorna vid Ischl.  
*Aftonbladet* d. 2 juli 1892.

198. Bilder från Nordamerika. [34 resebref.]  
*Aftonbladet* åren 1893 och 1894.
199. Vid Trollhättan.  
*Sv. Turistföreningens Årsskrift*, 1896, s. 40—53.
200. En fjällridt.  
*Holmia*, 1898, s. 74—83.
201. Vinterfärder till Storlien. [Resebref.]  
*Aftonbladet* 1898.
- Förutom ofvan upptagna finnas äfven flere andra resebref af växlande innehåll intagna i *Aftonbladet* under åren 1885—1890, de flesta anonyma.

#### D. Dikter och litterära uppsatser.

202. Söderifrån. Sonetter. Stockholm 1871. 12:o. 58 s.
203. Några dikter af Robert Burns. Öfversättning af Gustaf och Elisabeth Retzius. Stockholm 1872. 8:o. 78 s.
204. Kantat vid minnesfesten öfver JACOB BERZELIUS den 7 oktober 1898. Stockholm 1898. 8:o. 15 s.  
Äfven (något utvidgad) i *Minnesfesten öfver Berzelius den 7 oktober 1898*. Stockholm 1901. S. 34—42.
205. Kantat vid K. Vetenskapsakademiens minnesfest öfver CARL VON LINNÉ den 25 maj 1907. Stockholm 1907. 8:o. 7 s.  
Omtryckt i *K. Sv. Vetensk. Akad. Årsbok*, 8, 1910. Bilaga 1, s. 23—26.
206. Dikter. Stockholm 1911. 8:o. 242 s.  
Dessutom en mängd recensioner och kritiker öfver litteratur och konst införda i *Aftonbladet* särskildt under åren 1884—1887.

#### E. Afhandlingar och uppsatser i skilda ämnen.

(Uppsatser behandlande politiska frågor för dagen äro här ej upptagna.)

207. Om terrarier eller små växthus för boningsrum. Stockholm 1871. 12:o. 45 s.  
[Anonym.]
208. En fara för vårt lands tidningspress.  
*Aftonbladet* d. 17 nov. 1884.
209. Om pressens ogräs.  
*Aftonbladet* d. 28 jan. 1885.
210. Våra välgörenhetsanstalter, Eugeniahemmet.  
*Aftonbladet* d. 21 febr. 1885.

211. Helsovården i vårt lands skolor.  
*Aftonbladet* d. 29 sept. 1885.
212. Läkarebildningen i Sverige.  
*Aftonbladet* d. 21 mars 1886.
213. Ny tidsindelning vid undervisningen.  
*Aftonbladet* d. 25 maj 1886.
214. Den medicinska studiekursens längd.  
*Aftonbladet* d. 2 juli 1886.
215. Hufvudstadens fackföreningar.  
*Aftonbladet* d. 14 och 16 aug. 1886.
216. Om lekplatser för barn.  
*Aftonbladet* d. 18 sept. 1886.
217. Våra välgörenhetsinrättningar. Herberget för tjensteflickor.  
*Aftonbladet* d. 30 nov. 1886.
218. Bolaget Skandia och den Fischerska förskingringen.  
*Aftonbladet* d. 13 dec. 1886.
219. Föräldrade straffbestämmelser.  
*Aftonbladet* d. 21 och 28 dec. 1886.
220. De första arbetsstugorna för barn i Stockholm.  
*Aftonbladet* d. 25 jan. 1887.
221. Kristendomsundervisningen i Stockholms folkskolor eller hvems är felet?  
*Aftonbladet* d. 26 jan. 1887.
222. Öfverståthållareämbetet och representationsfrågan.  
*Aftonbladet* d. 7 febr. 1887.
223. Pantlånarne, de fattiges utsugare.  
*Aftonbladet* d. 12 febr. 1887.
224. Stundar en omhvälfning inom läkarekonstens område?  
*Aftonbladet* d. 12 juli 1887.
225. Den Kjellgrenska sjukbehandlingsfrågan.  
*Aftonbladet* d. 14 juli, 26 okt. 1887.
226. Examensväsendet vid universiteten och högskolorna.  
*Aftonbladet* d. 4 juni 1889.
227. John Ericssons minne. [Uppmaning att i Sverige resa en ärestod åt J. E.]  
*Aftonbladet* d. 11 mars 1889.
228. Stockholms universitet.  
*Aftonbladet* d. 5 juni 1889.



229. Vindår och eldsvådor.  
*Aftonbladet* d. 10 juni 1890.
230. Tidslyten. Artiklar införda i *Aftonbladet* under hösten 1891. Stockholm 1891.  
8:o. 41 s.  
Utgör n:o 1 af »*Artiklar och korrespondenser införda i Aftonbladet*».
231. Om folkkök, deras anordnande och skötsel. Stockholm 1891. 8:o. 20 s.  
Äfven i *Aftonbladet* i nov. 1891.
232. Om tiggeriet i hufvudstaden.  
*Aftonbladet* d. 7 mars 1891.
233. Ett förklemadt släkte.  
*Aftonbladet* d. 15 dec. 1891.
234. Hur svenska folket sofver.  
*Aftonbladet* d. 28 dec. 1891.
235. Furst Bismareks hufvudskålsform och hans hjärnas volym och vikt.  
*Aftonbladet* d. 6 april 1895.
236. Yttrande vid Karolinska institutets lärarekollegii sammankomst den 12 dec. 1898. Stockholm 1898. 8:o. 23 s.
237. »Palmgrenska samskolans uppkomst och stiftande.»  
*Aftonbladet* d. 15 okt. 1901.
238. Det danska seruminstitutet.  
*Aftonbladet* d. 13 sept. 1902.
239. Stiftelsen Lars Hiertas Minne. Berättelse öfver stiftelsens verksamhet under dess första 25-årsperiod från år 1877 till och med år 1902. På uppdrag af dess styrelse utarbetad af dess sekreterare [Gustaf Retzius]. Stockholm 1903.  
8:o. 95 + x + 149 + v s.
240. I korsettfrågan af dokter Antibarbarus.  
*Aftonbladet* d. 10 nov. 1905.
241. Spårvägsolyckorna.  
*Aftonbladet* d. 22 sept. 1906.
242. Till Svenska läkaresällskapet.  
*Sv. Läkaresällskapets förhandlingar*, 1910, s. 242—252. — Särtr. 10 s.

### Bihang.

Af G. Retzius redigerade och utgifna skrifter.

1. Ethnologische Schriften von Anders Retzius, nach dem Tode des Verfassers gesammelt. Mit Vorwort und Noten von G. Retzius. Stockholm 1864. Fol. 168 s., 5 t.

2. Ur vår tids forskning. Populära skildringar. Stockholm. 8:o. 37 häften.  
Häft. 1—22, 1872—1878, utgifna af prof. Axel Key och Dr G. Retzius.  
» 23—25, 1879—1880, utgifna af prof. Axel Key, prof. Gust. Retzius och prof. Axel Jäderholm.  
» 26—37, 1880—1889, under redaktion af prof. G. Retzius utgifna af Stiftelsen Lars Hiertas Minne.
3. Briefe von Johannes Müller an Anders Retzius, von dem Jahre 1830 his 1857.  
Stockholm 1900. 8:o. 84 s.
4. Skrifter i skilda ämnen jämte några bref af Anders Retzius samlade och utgifna af Gustaf Retzius. Stockholm 1902. 8:o. xxviiij+228 s., 1 portr. — Företal af G. Retzius. 28 s.



Tryckt den 7 oktober 1912.

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 49. N:o 1.

ZUR  
KRANILOGIE DER SCHWEDISCHEN  
STEINZEIT

VON

CARL M. FÜRST

IN LUND

MIT 16 TAFELN UND 52 TEXTFIGUREN



UPPSALA & STOCKHOLM  
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.  
1912



GUSTAF RETZIUS gibt in seiner grosszügigen Arbeit: »Crania suecica antiqua« nicht nur Beschreibungen und Abbildungen der sämtlichen schwedischen Schädel aus der prähistorischen Zeit, die zur Untersuchung brauchbar waren und ihm zur Zeit seiner Publikation im Jahre 1900 zur Verfügung standen, sondern er schenkte uns auch als Einleitung seines Werkes eine ausführliche geschichtliche Übersicht über Rassenmerkmale der europäischen Völker sowie über unsere Kenntnis von den prähistorischen Schädeln in Europa. Aus dieser Übersicht und auch aus der Arbeit im Ganzen erhellt deutlich eine wie grosse Bedeutung für die moderne archäologische Forschung die nordischen Gelehrten gehabt haben und besonders scharf treten die Verdienste seines Vaters ANDERS RETZIUS für die Anthropologie hervor.

Oft hat der an das Studium der naturwissenschaftlichen Erscheinungen gewöhnte Forscher, wenn er sich mit Archäologie beschäftigt, ein befruchtendes Moment in diese hineingetragen. In Schweden sehen wir zum Beispiele, wie der bekannte Naturforscher und Arzt, Professor KILIAN STOBÆUS in Lund, der Lehrer des CAROLUS LINNÆUS, im Anfang der achtzehnten Jahrhundert (1738) eine Steinzeit vor der Anwendung des Eisens feststellte, und wie die Arbeiten des berühmten Zoologen Professor SVEN NILSSON in Lund für die Entwicklung der archäologischen Forschung nicht nur in Schweden einen grossen Erfolg gehabt haben. Es hat sich auch immer mehr ein wachsendes Bedürfnis bei den Anthropologen und Archäologen gemeinsam zu arbeiten geltend gemacht. ANDERS RETZIUS begann diese fruchtbare Arbeit wechselseitiger Erhellung und sie ist in Schweden seitdem traditionell geblieben.

Das anthropologische Studium in Schweden, das zuerst Ausdruck in Arbeiten des lundischen Professors ARVID HENRIK FLORMAN gewann, erhielt durch ANDERS RETZIUS eine epochemachende Bedeutung. Er bricht neue Bahnen für die Anthropologie und gibt ihr eine Stellung in den Wissenschaften sowie eine Arbeitsmethode, die sie später nie verlassen hat und niemals ganz verlassen kann.

Die erste Publikation von GUSTAF RETZIUS, dem damaligen Medizin studierenden, war eine Ausgabe der gesammelten anthropologischen Arbeiten seines Vaters unter dem Titel: »Ethnologische Schriften von Anders Retzius. Stockholm 1864.« Später hat GUSTAF RETZIUS in umfassender Weise eigene anthropologische Forschungen hauptsächlich über die Schweden aller Zeiten angestellt. Ganz besonders hat er sich ein grosses Verdienst um die Wissenschaft und sein Land erworben durch seine oben-

erwähnte Arbeit: »Crania suecica antiqua«. Dieses Werk hat einen bestehenden Wert, nicht am wenigsten deshalb, weil wir durch die ausserordentlich schönen Abbildungen in natürlicher Grösse im stande sind, die Schädel genau zu studieren und mit anderen Schädeln leichter zu vergleichen.

Seitdem GUSTAF RETZIUS seine erwähnte Arbeit herausgab, ist indessen eine bedeutende Zahl von prähistorischen Schädeln aus verschiedenen Zeiten in Schweden ausgegraben und gesammelt worden. Wenn ich jetzt hier Beschreibungen und Abbildungen der neugefundenen Schädel aus der schwedischen Steinzeit veröffentliche, so habe ich natürlich wohl berücksichtigt, dass immer noch neue Schädel aus dieser Zeit gefunden werden müssen, und ebenso dass eine publizierte Untersuchung von je grösserer Bedeutung ist, je grösser das ihr zu Grunde liegende Material ist. Doch sind die Schädel, die in der letzten Zeit gefunden worden sind, durch ihre Fundorte und an und für sich von so grossem Interesse, dass ich keinen Anlass habe, die Veröffentlichung noch weiter zu verzögern.

Wohnplätze und Gräber aus der Steinzeit sind zu Hunderten in Schweden bekannt; die Anzahl der Schädel und der Skelette von Steinzeitleuten ist aber verhältnismässig unbedeutend. Dies hängt mit den verschiedensten Umständen zusammen. In der älteren skandinavischen Steinzeit wurden die Menschen gewiss nicht in Gräbern bestattet. Von dieser Zeit haben wir auch keine Skelette. Die bekannten Knochenreste mit der Kalotte aus Stångenäs sind nicht archäologisch und geologisch festgestellt. Einige Schädelstückchen, die angeblich in dem »Järavall« bei Limhamn in Skåne angetroffen sind, dürften möglicherweise aus dieser frühen Zeit herrühren. Die Möglichkeit, dass es sich hier nicht um Reste aus der Steinzeit handelt, ist indessen nicht ausgeschlossen. Siehergestellte Schädel funde der älteren Steinzeit aus den Torfmooren haben wir ebenfalls nicht. Viele Schädel und Skelette sind so weit vermorscht, dass sie zu einer anthropologischen Untersuchung unbrauchbar geworden sind. In manchen Fällen beruht die Zerstörung der Knochen auf der Bodenart, in welche die Leichen niedergelegt worden sind.

Wohlbeibehaltene Knochenreste unserer Steinzeitbevölkerung in Schweden sind überhaupt sehr spärlich. Um so wichtiger ist es daher, dass das wenige, was wir besitzen, beschrieben und so vollständig wie möglich abgebildet wird. Meiner Ansicht nach müssten von Zeit zu Zeit solche Publikationen über dieses oft sehr gebrechliche Material veranstaltet werden, um es breiteren wissenschaftlichen Kreisen zugänglich zu machen. Die Schädel gelangen nicht selten oder richtiger im allgemeinen als Trümmer in die Hände des Anatomen, und er hat die viel mühsame Geduld erfordernde Aufgabe die Zusammenfügung der Knochenstückchen zu versuchen. Was das heissen will, kann indessen nur der verstehen, der sich selbst der Mühe unterzogen hat. Von den hier beschriebenen Schädeln sind solche, die aus ca. 60 Stücken zusammengesetzt sind. Oft sind die Knochenflächen sehr klein, an denen die Schädel oder Schädelfragmente zusammengeklebt werden können. Die Haltbarkeit des Schädels ist in solchen Fällen nicht gross. Der Schädel muss hier sogleich, wenn er fertig zusammengestellt ist, photographiert werden. Es ist auch mit grossem Risiko verbunden, einen so zerbrechlichen Schädel, ohne dass er zerfällt, von einem Ort nach dem anderen

zu versenden. Ein neuer Versuch zur Zusammensetzung bringt immer neue Schwierigkeiten und kann nicht selten ein schlechteres Resultat als das erste ergeben. Auch das Messen der Schädel ist aus diesen Gründen gleich vorzunehmen, nachdem sie zusammengesetzt worden sind.

Die photographische Aufnahme der hier abgebildeten Schädel und Knochenteile sind in dem Anatomischen Institute zu Lund nach meinen Anweisungen von dem Präparator des Instituts OTTO MATTSSON gemacht worden. Seit langem machen wir die Aufnahme der Normæ verticales der vollständigen Schädel, der Schädelfragmente und der anderen Knochen von oben mit hängender Kamera. Der Schädel oder der Knochen wird auf eine grosse horizontale Glasplatte gelegt, die sich so hoch über dem weissgefärbten Untergrunde befindet, dass die Schatten des Schädels, die durch die Glasplatte tief nach unten fallen, nicht auf dem Negativ wahrnehmbar werden. Ich bekomme auf diese Weise ein Photogramm, das ohne Retouche mit scharfen Kontouren reproduziert werden kann. Die Normæ temporalis, facialis und occipitalis photographiere ich mit stehender Kamera und brauche als Kraniophor nur eine ca. 2 cm breite Spiegelglasplatte, oben mit ein wenig Plastilin oder mit Kautschuk versehen und in einem einfachen Holzfuss steckend. Diese 30 cm lange Glasplatte wird in das Hinterhauptloch des Schädels hineingesteckt, so dass der Schädel mit seinem Scheitel auf der Glasplatte hängt. So wird der Schädel leicht in die Horizontalstellung aufgestellt. Beim Photographieren muss man immer die breite Fläche der Glasplatte gegen die Kamera stellen. Die durchsichtige Platte macht, dass ich auch hier überall scharf kontourierte Aufnahmen des Schädels ohne Retouche und ohne störende Kraniophorenstative bekomme.

## Beschreibung der Schädel.

Die Schädel aus der schwedischen Steinzeit, die ich hier beschreiben werde, stammen aus den schwedischen Landschaften Skåne, Öland, Gotland, Bohuslän und



Fig. 1. Der Merenberg bei Hvellinge. In dem tiefsten Einschnitte lag das Grab.

Västergötland. Die von RETZIUS beschriebenen Schädel waren aus Skåne, Bohuslän und Västergötland. Die RETZIUS'schen Schädel aus Skåne kamen aus den Ganggräbern bei Hvellinge (2) und Fjelkinge (1) und aus einer Steinkiste bei Köpinge (5),



die Schädel von Bohuslän aus einer Steinkiste bei Askum (2) und die Schädel von Västergötland aus den Ganggräbern bei Synneräl, Lockegården (8), bei Knaggegården (7), bei Lundby (1) und bei Karleby (8) sowie aus den Steinkisten bei Backa (2) und bei Hellekis (6). RETZIUS hat auch zwei Schädel aus Torfmooren beschrieben.

Indem ich nun zur Beschreibung der Schädel übergehe, mochte ich vorausschicken, dass ich die Schädel landschaftlich gruppriere und der eigentlichen Beschreibung jeder Fundgruppe einige Notizen über die Fundverhältnisse vorausschicke. Im Zusammenhang mit diesen archäologischen und allgemeinen Bemerkungen gebe ich auch einige kurze Mitteilungen über die Skelette. Meine vorliegenden Untersuchungen berühren doch nur die Schädel. Die übrigen Skelettteile aus der Steinzeit dürften nur zusammen mit den Skelettteilen aus den früher gemachten steinzeitlichen Funden, die noch nicht beschrieben worden sind, mit Vorteil eingehend untersucht werden können.

### Schädel aus Skåne.

#### Schädel aus Flachgräber im Kirchspiele Hvellinge.

In einem Moränenhügel, in den man tief hineingegraben hatte, um Sand zu holen, hatte man Skelettteile angetroffen. Der Privatdozent O. RYDBECK aus Lund, der nachher die Untersuchungen und Grabungen auf dem Platze vornahm, fand unter einer mächtigen Kulturschicht Gegenstände aus Feuerstein und aus Knochen sowie Reste einiger Skelette. Das eine Skelett eines jungen Individuums lag in einer beinahe rechtseitigen Rückenlage mit gebogenen Knien. Drei Skelette lagen ganz in der Nähe zusammen, ein männliches war nord-südlich orientiert mit dem Brustkasten nach unten, jedoch deuteten Umstände darauf hin, dass der Körper ursprünglich auf der linken Seite mit gebogenen Schenkeln gelegen hatte, ein weibliches Skelett hatte auch seinen Kopf nach Süden gerichtet. Zwei Kinderskelette lagen einen Meter weiter nordwärts. Über die Skelette lagen ohne Ordnung grössere Steine. Die Gräber waren von den Steinen nicht begrenzt. Die Knochen waren graugelb und von guter Konsistenz. Sie waren durch die schwierigen Umstände, unter welchen sie ausgegraben wurden, teilweise zerbrochen.

Dr. RYDBECK, Präparator MATTSSON und ich untersuchten später noch ein Grab in Hvellinge, das in einem Acker lag. Dieses Grab, nach oben durch eine hügelartige Erhöhung angedeutet, war beinahe rektangulär, ost-westlich orientiert, von grossen und kleinen Steinen eingerahmt und von höchstens kopfgrossen Steinen be-

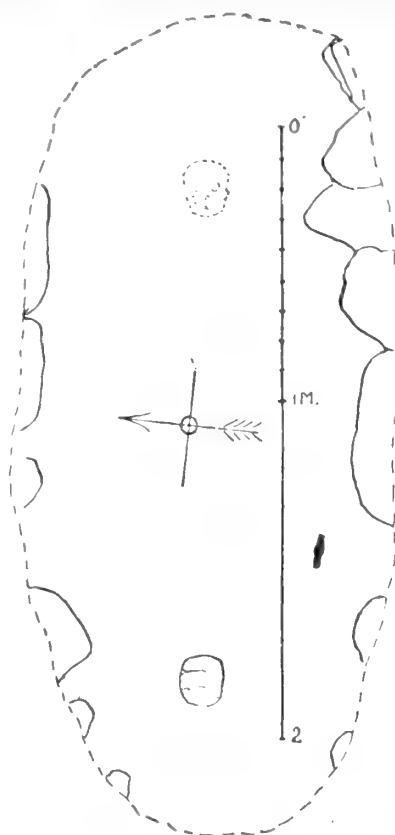


Fig. 2. Die Steinkiste in Hvellinge.

deckt (Fig. 2. Nach Rydbeck<sup>1</sup>). Zwei Skelette sehr vermorscht, ein männliches und ein weibliches, lagen in dieser Steinkiste.

Ich habe in einem Artikel in der schwedischen Zeitschrift »*Fornvännen*» eine vorläufige Mitteilung über diese Skelette geliefert.<sup>2</sup> Die Skelette von dem Sandhügel stammten von einem erwachsenen Manne, einem erwachsenen älteren Weibe, einem halberwachsenen Individuum und zwei Kindern; von den letzteren war das eine unge-



Fig. 3 und 4. Das linke Schienbein des männlichen Skelettes aus Hvellinge. Fig. 3 von hinten, Fig. 4 von der lateralen Seite.  $\frac{1}{2}$ .

fähr fünfjährig und das andere zwei- oder dreijährig. Die Skelette der beiden Erwachsenen waren ganz gut beibehalten, und die Schädel, wenn auch nicht vollständig, doch so, dass sie ein gutes Untersuchungsmaterial abgaben. Von dem halberwachsenen Individuum und den Kindern waren zu wenig Reste übrig, als dass sie zur speziellen Untersuchung zu gebrauchen gewesen wären. Die Skelettknochen gaben an, dass der Mann kräftig gewesen war und wenigstens eine Körpergrösse von 172 cm gehabt hatte.

<sup>1</sup> OTTO RYDBECK, Markgrafvar från stenåldern i Skåne, Fornvännen, Stockholm 1910.

<sup>2</sup> CARL M. FÜRST, Stenaldersskelett från Hvellinge i Skåne och något om våra fornkranier. Fornvännen, Stockholm 1910.

Die Schenkelbeine sind sehr gebogen und die Schienbeine zeigen eine markierte Retroversion und eine hochgradige Säbelform mit einem Index cnemicus von 58,9 des rechten Schienbeines und von 56,8 des linken. Die Schenkelbeine des alten Weibes sind vollkommen gerade und viel platymer. Der Index platymericus des rechten beträgt 53,6 und der des linken 55,3. Als von ganz besonderem Interesse ist zu erwähnen, dass nicht nur die Schenkelbeine des 15-jährigen Jungen von Hvellinge — so ganz wie die



Fig 5 und 6. Das linke Schenkelbein des weiblichen Skelettes aus Hvellinge. Fig. 5 von vorn, Fig. 6 von der lateralen Seite.  $\frac{1}{2}$ .

Fig. 7 und 8. Das rechte Schenkelbein des 2 à 3-jährigen Kindes aus Hvellinge. Fig. 7, von vorn, zeigt den gewaltigen Trochanter tertius. Fig. 8, von der lateralen Seite, zeigt Trochanter tertius, Crista et Fossa hypotrochanterica.  $\frac{1}{1}$ .

des 15-jährigen Jungen aus der älteren skandinavischen Steinzeit von Viste auf Jäderen in Norwegen,<sup>1</sup> — sondern auch die Schenkelbeine des 2—3-jährigen Kindes ausgesprochene Platymerie zeigen. Das eine unbeschädigte kleine Schenkelbein besitzt daneben auch einen grossen Trochanter tertius. Um der Erkenntnis dieser bis jetzt unerklärten Bildungen näher zu kommen und sie zu beurteilen, muss diese Tatsache, dass sie bereits so früh wie im dritten Jahre auftreten können, als von grösster Wichtigkeit angesehen werden.

<sup>1</sup> CARL M. FÜRST, Das Skelett von Viste auf Jäderen. Ein Fall von Skaphocephalie aus der älteren skandinavischen Steinzeit. Videnskabs Selskabets skrifter I, Math.-Naturv. Kl. 1909, Nr. 1, Christiania 1909.

## Der Schädel N:o 1.

Tafel I.

Männlicher Schädel. 40 Jahre. Teile des linken Stirnbeins, des linken Oberkieferbeins, der Gaumenbeine und des Keilbeins sowie die beiden Nasenbeine fehlen. Die Profillinie des Schädels verläuft in *Norma temporalis* von einem tiefen Nasion über eine gewaltige Glabella und einen markierten Sulcus supraglabellaris in immer aufwärts steigender Bogenlinie bis zu dem Vertex. Zwischen Tubera frontalia folgt die Linie einen Kamm auf dem Stirnbein. Die gerade Profillinie beim Bregma ist von einer kleinen querläufigen, firstförmigen Erhöhung, die der Sutura coronalis folgt, unterbrochen. Am Vertex biegt die Linie plötzlich um, weshalb der Schädel eine Spitzform erhält, und setzt sich dann sehr gerade nach hinten abwärts fort ohne ein eigentliches Tuberculum occipitale zu bilden. *Norma verticalis* zeigt eine stark hervortretende Orbitalpartie. Tubera frontalia und parietalia sind nicht markiert. Das unsymmetrische Tuberculum occipitale ist hier ein wenig angedeutet. Suturae coronalis et sagittalis sind beinahe verstrichen in der Nähe des Bregma. Sut. sagittalis ist ein wenig verstrichen beim Vertex und ganz beim Obelion. Pars temporalis Suturae coronalis ist verstrichen. *Norma occipitalis* zeigt ein grosses Fünfeck mit einem Kamm. Hier sind Tubera parietalia markiert. Die Seitenlinien sind sehr gerade. Linea nuchae superior ist medialwärts torusähnlich entwickelt. In der *Norma facialis* tritt die Spitzform des Schädels besonders hervor. Glabella und Arcus superciliares sind gewaltig. Sie hängen mit dem übrigen Supraorbitalteil zusammen und bilden einen torusähnlichen Supraorbitalwulst.

Die von Foramen supraorbitale nach oben lateralwärts gehende seichte Furche (Sulcus supraorbitalis) zwischen der medialen und lateralen Supraorbitalpartie ist nur angedeutet. Die Augenhöhlen sind rektangulär. Der Alveolenfortsatz des Oberkiefers ist medial ganz atrophiert. Die Zähne sind kariert sowohl im Ober- als im Unterkiefer. Der Unterkiefer ist in seinem Molarteil zahnlos und atrophiert. Der Unterkieferast ist kräftig, hat einen Kieferwinkel von  $110^\circ$ .

## Der Schädel N:o 2.

Tafel II.

Weiblicher Schädel. 60–70 Jahre. Das linke Jochbein mit angrenzenden Teilen und die Nasenbeine fehlen. Der Unterkiefer ist rechtseitig beschädigt. Der Schädel war teilweise in kleine Stückchen zerbrochen. Die erhaltenen Teile konnten aber gut zusammengefügt werden.

*Norma temporalis.* Nasion ist sehr gering eingesenkt und ohne beachtungswerte Glabella. Die Profillinie steigt in recht kräftigem Bogen. Die Stirn ist hoch. Hinter dem Bregma ist eine unbedeutliche Einsenkung. Nach hinten geht dann die Linie im gleichen Bogen herab, beim Obelion und Lambda sehr wenig abgeflacht und

ohne *Tuber occipitale*. Die Modellierung ist weich. In *Norma verticalis* tritt die extreme Brachycephalie des Schädels mit seiner weit nach hinten belegenen grössten Breite hervor. *Sutura coronalis* ist verstrichen, nur in *Pars complicata* ist eine Andeutung der Naht übrig. Die *Sutura sagittalis* und die *Partes lambdica et media* der *Sut. lambdoideæ* sind ganz verstrichen. *Pars asterica* ist in der beginnenden Verstrichung. Das Fünfeck in *Norma occipitalis* lässt den beim Vertex belegenen kleinen Kamm hervortreten. *Norma facialis* zeigt die niedrigen aber doch deutlichen *Arcus superciliares* und die hervorgehobenen Orbitalteile der *Supraorbitalpartie*. Die Augenhöhlen sind rektangulär. Die Zahnreste sind abgenutzt. Der Unterkiefer besitzt ein hervortretendes Kinn. Die Zähne sind auch hier abgenutzt und kariert, ein Zahn mit einer Fistel.

Die Knochenreste des Schädels des Fünfzehnjährigen waren so unvollständig, dass man keinen messbaren Schädel herstellen konnte. Die Schädel von dem 6-jährigen und dem 2—3-jährigen Kinde waren auch sehr defekt.

### Der Schädel N:o 3.

Männlicher (?) Schädel. Ca. 40 Jahre. Dunkelgraue Farbe. Defekte Kalotte aus einigen, teilweise sehr vermorschten Knochenstücken zusammengesetzt. Die linke Seite ist so defekt, dass wenige exakte Masse genommen werden können.



Fig. 9. Die Kalotte des Schädels N:o 3 aus dem Steinkiste bei Hvellinge.  $\frac{1}{2}$ .

Die *Supraorbitalpartie* ist kräftig entwickelt, und der laterale Teil ist bis auf den *Processus zygomaticus* hervorgebogen. Die Stirn ist nach dem *Sulcus supra-glabbellaris* hoch. Die Profillinie geht aber dann nach dem hohen Vertex. Hier fällt die Linie schnell herab bis zum Lambda, wo ein deutliches *Tuber occipitale* gebildet wird. — Der Schädel ist klein. Die grösste Länge ist nur ungefähr 170 mm. Die grösste Breite ist ungefähr 138 mm. Der Längenbreitenindex ist also ungefähr 81.

### Schädel aus einem Flachgrabe bei Virestad im Kirchspiele Brösarp.

Privatdozent OTTO RYDBECK hat mir folgendes mitgeteilt. Beim Tiefpflügen in einem Acker wurde ein Grabfeld unter flachem Boden aus der älteren und der jüngeren Bronzezeit und zwischen diesen Bronzezeitgräbern ein Flachgrab aus dem Ende der Steinzeit. Das Skelett, das hier ungestört aber sehr vermorscht war, lag auf seiner linken Seite in Hockerstellung, 22 cm unter der Bodenfläche, die beiden Beine gebogen und die Kniee emporgezogen. Der linke Arm war ausgestreckt, der rechte mit dem Unterarm auf der Brust gebogen. Keine Spuren von einer Steinsetzung. Das Skelett lag in nord-südlich mit dem Kopf nach Norden. Zwei Äxte und ein Meissel aus geschliffenem Feuerstein und ein Feuersteinspan wurden angetroffen. Das Skelett lag im gelben Boden. Der übrige Boden bestand aus schwarzem Humus.

#### Der Schädel N:o 4.

Männlicher Schädel. 40—50 Jahre. Hellbraune Farbe. Die besonders auf seiner rechten Seite sehr defekte Kalotte ist aus vielen Stückchen zusammengefügt worden. Der Nasionrand ist so wohl als die Glabella beschädigt. Die Profillinie in *Norma*

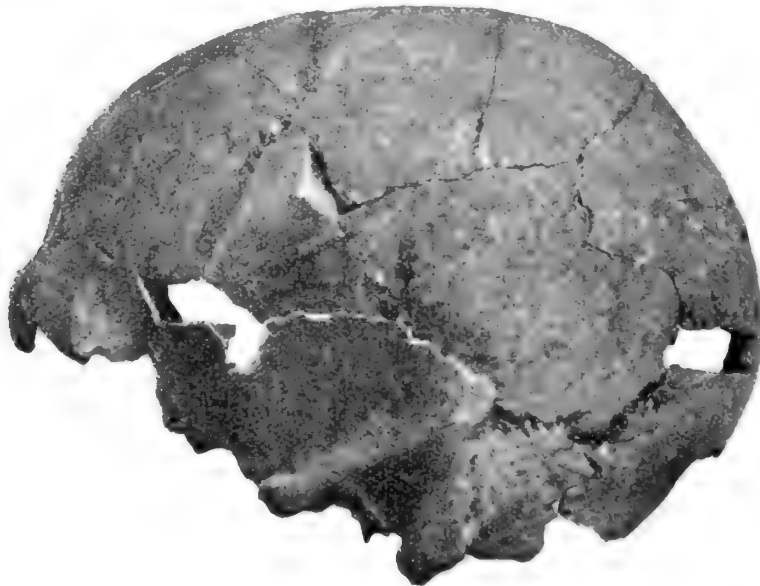


Fig. 10. Die Kalotte des Schädels N:o 4 aus dem Flachgrabe bei Virestad.  $\frac{1}{2}$ .

*temporalis* gibt eine kräftige Glabella mit grossen Arcus superciliares an. Nach dem Sulcus supraglabellaris steigt die Linie ein wenig gerade aufwärts, dann allmählich bis zum Vertex. Unbedeutende Einkerbung vor dem Lambda, wo ein wenig ausgeprägtes Tuberculum occipitale anfängt. Protuberantia occipitalis externa ist kräftig. Auf einer 5 cm-langen Partie bei der Sutura sagittalis ist der Knochen sehr dünn und teilweise defekt oder usuriert.

Ganz sichere Masse auf diesem defekten Schädel zu nehmen, ist nicht möglich. Die grösste Länge ist wenigstens 194 mm, also bedeutend, die grösste Breite ungefähr 148 mm. Längenbreitenindex ist also ungefähr 76,3. Die vordere Stirnbreite beträgt 97 mm. Der Parietalfrontalindex wird also niedrig, ca. 65,5. Die Stirnbeinslänge (Na.-Br. L.) ist ca. 122 mm und der Bogen ca. 133 mm, der Stirnbeinbogenindex also ca. 91,7, der ein flaches Stirnbein bezeichnet. Die Umfangzahlen sind natürlich gross und der ganze Schädel muss als ein grosser Schädel und niedrig Mesocephal bezeichnet werden. Wenn der Schädel auch deutliche Mischungsmerkmale besitzt, hat er doch überwiegend das Gepräge eines nordischen Schädeltypus. Die nebenstehende Figur dürfte dies gewiss auch vermuten lassen.

### Schädel von Öland.

#### Schädel aus einem Ganggrabe bei Mysinge im Kirchspiele Resmo.

Im Kirchspiele Resmo auf der Insel Öland liegen vier oder fünf Ganggräber. Das eine Ganggrab in Mysinge ist von dem Antikvar T. J. ARNE ausgegraben und auch von ihm beschrieben worden.<sup>1</sup> Es war ein typisches megalithisches Grab von grossen Steinblöcken begrenzt und bedeckt. ARNE schätzt die Skelette auf 30 bis 40. Die Knochen lagen ohne Ordnung im Grabe, die meisten an den kurzen Seiten des Grabes. Drei bis vier Schädel wurden zusammen angetroffen. Man konnte auch feststellen, dass die Knochen von drei Skeletten zusammengehörten. Eines von diesen lag auf der Seite mit emporgezogenen Knien, gebogenen Armen und hatte seine Hände vor dem Gesicht. Aus den angetroffenen Artefakten bestimmte ARNE, dass dieses Ganggrab bei Mysinge von dem Ende der Ganggräberzeit Schwedens stammt. Die Knochenreste, die ich zur Untersuchung bekam, waren sehr zertrümmert. Von den Schädelknochen konnte ich nur einen vollständigen Schädel zustande bringen und es war mir unmöglich, aus den Schädelknochen die Anzahl der bestatteten Individuen zu berechnen. Auch von den langen Extremitätenknochen waren nur wenige unbeschädigt und vollständig bewahrt. Von den Resten der Schenkelbeine waren 8 paarig (davon ein Paar jung) und 13 unpaarig (davon eines jung). Die Schenkelbeine liessen also auf 17 Individuen schliessen, die Schienbeine auf 20 Individuen (8 paarig, 16 unpaarig). Von den Sprungbeinen waren doch mehrere aufbewahrt. Sie ergaben:



Fig. 11. Das Ganggrab bei Mysinge. Nach ARNE.

<sup>1</sup> T. J. ARNE, Stenåldersundersökningar. II. En öländsk gånggrift. Fornvännen 1909.

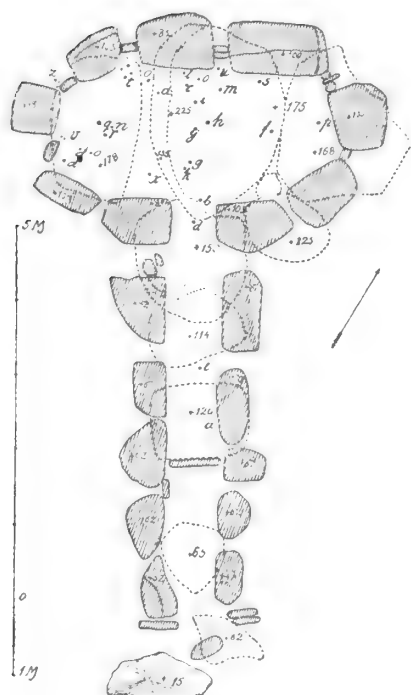


Fig. 12. Plan des Ganggrabes bei Mysinge.  
Nach ARNE.



Fig. 13. Aus dem Ganggrabe bei Mysinge.  
Nach ARNE.



Fig. 14. Aus dem Ganggrabe bei Mysinge. Nach ARNE.

28 paarige also	14 Paar davon	2 Kinder und 1 junges Ind.
6 unpaarige, links,	6 Individ. davon	1 Kind
10 » rechts,	10 » »	2 Kinder
Summen 44 Sprungbeine	30 Individ. daraus	5 Kinder und 1 junges Ind.



Diese Anzahl 30 Individuen muss als eine Minimizahl aufgefasst werden. Sie stimmt aber sehr gut mit der Beurteilung von ARNE überein. An den Knochen habe ich verschiedene Krankheitszeichen beobachtet. Am Ende der ganzen Schädelbeschreibung werde ich die diagnostizierbaren Krankheiten an sämtlichen Knochen zusammenstellen.

### Der Schädel N:o 5.

Tafel III.

Männlicher Schädel. 30—40 Jahre. Hellbrauner Schädel aus vier Stücken zusammengefügt. Das Hinterhauptbein ist defekt. Lamina externa des linken Scheitelbeins und angrenzenden Partien ist teilweise vermorscht. Die Jochbogen sind defekt. Der Unterkiefer mangelt.

Die Sutura frontalis ist dauernd. *Norma temporalis* zeigt eine hohe Stirn, ganz kräftige Arcus superciliares, hohe Nase. Eine markierte Einsenkung hinter dem Bregma (Clinocephalie). Hervorragendes Hinterhaupt. *Norma verticalis* ovoid. *Norma occipitalis* ist sehr abgerundet, ohne Spitze. Ossa interparietalia und viele Ossa intersuturalia in der Sutura lambdoidea. Eine Andeutung zum Torus occipitalis.

Im oberen Teil des Stirnbeins ist eine kammartige Erhöhung. Tiefe Fossæ caninæ. Die Zähne stark abgenutzt. Die ersten Molaren an jeder Seite sind zu Lebzeiten verloren worden. Der zweite rechte Molar ist kariert. Die Incisiven haben die ganzen Krone abgenutzt und sekundäres Zahnknochensubstanz bekommen. Grosse doppelte Spinæ nasales anteriores. Hoher Gaumen. Torus palatinus. Der Schädel ist kräftig mit sehr dicken Knochen.

### Der Schädel N:o 6.

Hellgraugelber kräftiger männlicher Schädel. 30—40 Jahre. Ein grosser Teil des Calvariums hat aus den vielen Knochenstückchen zusammengefügt werden können. Doch ist das Calvarium sehr defekt.

Die Profillinie in der *Norma temporalis* steigt nach einer hohen Glabella einige Zentimeter sehr gerade und nachher in einem allmählich steigender Bogenlinie bis zum Vertex, dann herab bis zum Lambda, wo ein deutliches Tuber occipitale zu unterscheiden ist. Beim Obelion ist ein flaches Planum, wo die Sutura sagittalis verstrichen ist. Beim Vertex ist ein Kamm. Protuberantia occipitalis externa ist kräftig mit einem zwei bis drei Zentimeter von der Mittellinie angedeuteten Torus occipitalis. Glabella mit den gewaltigen Arcus superciliares und die lateralen kräftigen supraorbitalen Partien bilden einen torusähnlichen Wulst, doch durch die seichte von Foramen supraorbitale ausgehende auf- und lateralwärts gerichtete Furche in zwei geteilt. Diese Furche hat immer eine anatomisch bestimmte Richtung und verläuft von der Incisura supraorbitalis oder dem Foramen supraorbitale auf- und lateralwärts. Ich finde es deshalb berechtigt, die Furche mit einem besonderen Namen zu bezeichnen



Fig. 15. *Norma temporalis* des Calvariums des Schädels N:o 6 aus dem Ganggrabe bei Mysinge.  $\frac{1}{2}$ .



Fig. 16. *Norma facialis* des Calvariums des Schädels N:o 6 aus dem Ganggrabe bei Mysinge.  $\frac{1}{2}$ .

und halte *Sulcus supraorbitalis* für passend. *Norma verticalis* ist ellipsoid mit markierten *Tubera parietalia*, flacher breiter Stirn und zugespitztem Hinterhaupt. Diese treten auch in *Norma occipitalis* deutlich hervor. Diese Norma sowie *Norma facialis*

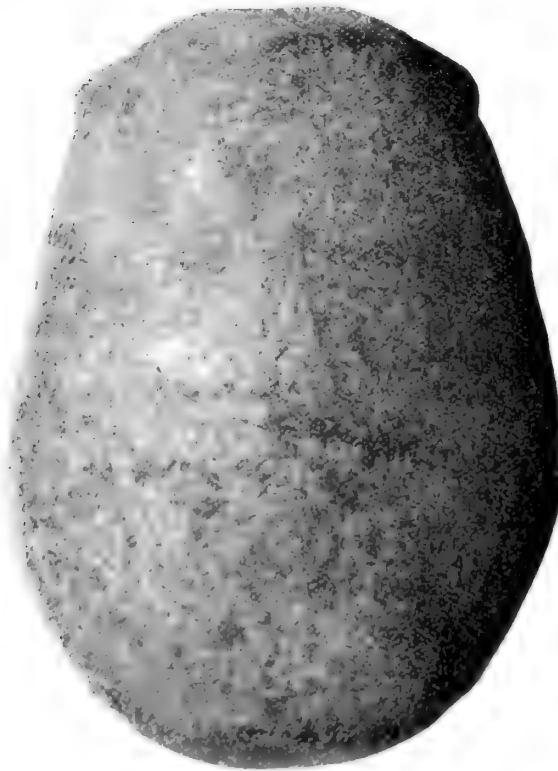


Fig. 17. *Norma verticalis* des Calvariums des Schädels N:o 6 aus dem Ganggrabe bei Mysinge.  $\frac{1}{2}$ .

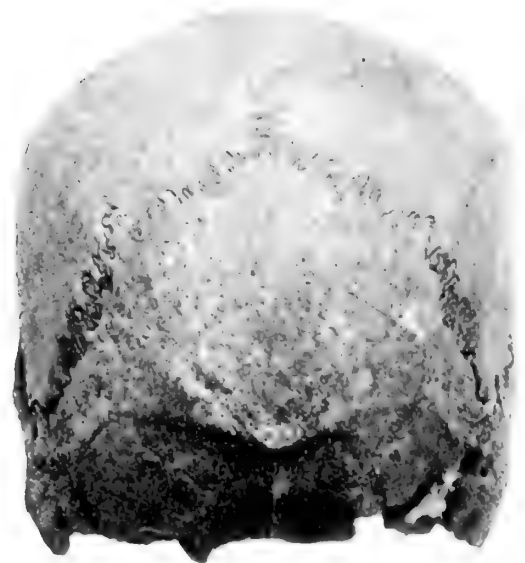


Fig. 18. *Norma occipitalis* des Calvariums des Schädels N:o 6 aus dem Ganggrabe bei Mysinge.  $\frac{1}{2}$ .

zeigt ein interessantes Fünfeck mit ganz vertikalen Seitenlinien. Die seitliche Abflachung der Scheitelbeine nach hinten, wodurch hier ein *Tuber occipitale* leichter als in *Norma verticalis* zu beobachten ist.

Andeutung zum *Torus palatinus*. Die vorderen Zähne mangelten beim Tode. Die Zähne in den Ober- und Unterkiefer sind sehr abgenutzt. Der *Præmolar I* und *Molar II* haben ihre Kronen ganz abgenutzt und sekundäres Dentin hat die Pulpa-höhlen ausgefüllt. Der Unterkiefer hat ein kräftiges Kinn.

### Der Schädel N:o 7.

Männlicher Schädel. 40—50 Jahre. Weisse Farbe. Die defekte Kalotte ist aus acht Knochenstückchen des Stirnbeins, der Scheitelbeine und des Hinterhauptbeins zusammengefügt. Zu demselben Schädel gehören auch ein rechtes Schläfenbein und ein rechtes Oberkieferbein. Am Obelion ist *Sutura sagittalis* verstrichen.

Hohe Glabella und recht grosse *Arcus superciliaries*. Die Profillinie in *Norma temporalis* steigt mit hoher Stirn und geht in einem ebenen unmodellierten Bogen bis zum *Lambda*, wo eine deutliche Herausragung zum *Tuber occipitale* eintritt. *Protuberantia occipitalis ext.* ist kräftig. *Norma*

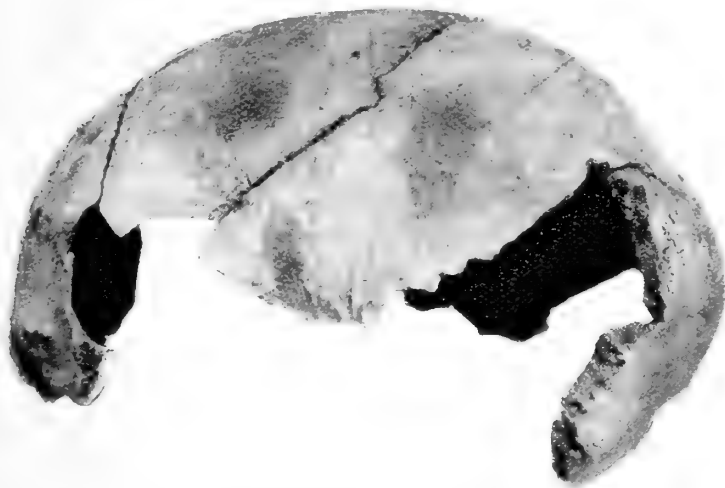


Fig. 19. *Norma temporalis* der Kalotte des Schädels N:o 7 aus dem Ganggrabe bei Mysinge.  $\frac{1}{2}$ .

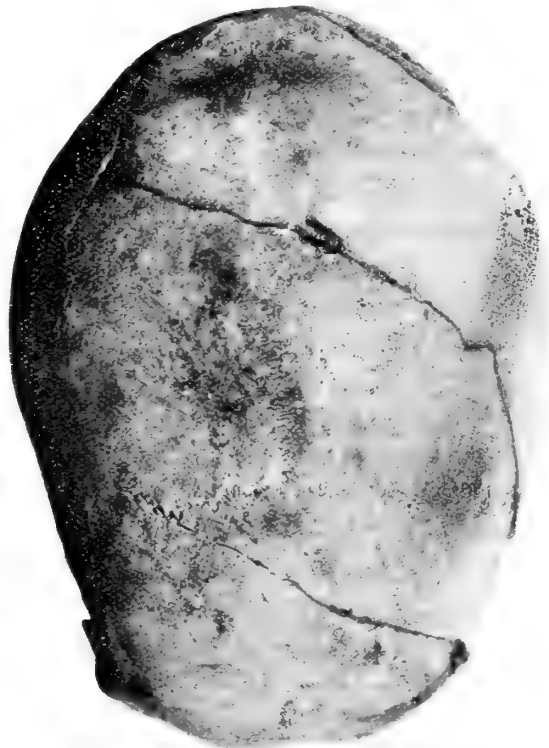


Fig. 20. *Norma verticalis* der Kalotte des Schädels N:o 7 aus dem Ganggrabe bei Mysinge.  $\frac{1}{2}$ .

*verticalis* ist oval mit ihrer grössten Breite nahe an den deutlichen *Tubera parietalia*. *Tubera frontalia* sind auch markiert und geben der Stirn ein breites schiefes Aussehen. Hier markiert sich auch das *Tuber occipitale*. *Norma occipitalis* zeigt ein Fünfeck mit sehr gerundetem Dach.

### Der Schädel N:o 8.

Männliche defekte Kalotte von heller Farbe aus sieben Knochenstückchen des Stirnbeins, der Scheitelbeine und des Hinterhauptbeins zusammengesetzt.

*Norma temporalis.* Die Arcus superciliares sind hoch. Glabella ist nicht so hoch abgegrenzt vom obenliegenden Stirnbein. Die Stirn ist fliehend. Sie steigt allmählich auf zu einem hohen Vertex, der nur 5 à 6 cm von dem Bregma liegt. Von hier senkt sich die Linie nach unten. Die Defekte hindern eine sichere Bestimmung, wenn ein Tuber occipitale markiert gewesen ist. Auf dem Stirnbein ist ein Mittelkamm.

### Der Schädel N:o 9.

Weibliche(?) unvollständige Kalotte von hellgelber Farbe aus dem Stirnbein, dem rechten ganzen Scheitelbein (2 St.) und dem hinteren Teil des linken Scheitelbeins (2 St.) zusammengefügt. Das Hinterhauptbein mangelt. Der Schädel ist gross und lang gewesen.

Die Glabella und Arcus superciliares sind unbedeutend. Die Stirn ist hoch. Der Scheitel sehr horizontal. Am Scheitelbein ist an der Sutura lambdoidea eine geringe Andeutung des Tuber occipitale. Die Tubera frontalia sind markiert, die Tubera parietalia nicht. In der Mitte des Stirnbeins ist eine kammartige Erhöhung. *Norma verticalis* ist oval angedeutet. Hinter der Sutura coronalis ist in dem medialen Teil eine seichte Einsenkung (Climocephalie). Nasionbregmalänge = 112. Bregmalambdalänge = 120. Die vordere Stirnbreite = 105, die hintere 117. Grösste Breite = 138. Nasionlambdalänge = 185. Sagittalbogen Na.-Br. = 127, Br.-La. = 130. Stirnbogenindex ist 88,2. Parietofrontalindex ist 76,1.

In der Sammlung der Schädelknochen von Mysinge waren noch Stirnbein von vier Schädeln, drei männlichen und einem weiblichen erwachsenen, sowie verschiedene Stückchen von sechs Unterkiefern.

Das *weibliche Stirnbein* war beinahe vollständig mit den zugehörigen Nasenbeinen zusammengewachsen, die auf ein nicht sehr tiefes Nasion doch hohe Nase schliessen lassen. Glabella ist recht hoch. Die Arcus superciliares sind nicht gross, aber hoch auf dem Stirnbein belegen. Nasionbregmabogen beträgt 139 mm, Nasionbregmalänge 116 mm. Der Stirnbogenindex beträgt also 83,5.

Das eine männliche Stirnbein hat auch noch die Nasenbeine mit tiefen Grenzen. Glabella ist hoch und die Arcus superciliares gross und gefässreich mit einem Sulcus supraglabellaris. Auf dem zweiten defekten männlichen Stirnbeinteil ist ein kräftiger Arcus superciliaris mit einem tiefen Sulcus supraglabellaris. Die laterale Supraorbitalpartie ist torusähnlich entwickelt. Der eine Unterkieferteil lässt an einen sehr gewaltigen Unterkiefer schliessen. Sein Ramus hat eine Breite von 40 mm.

## Schädel aus Gotland.

### Schädel aus einem Wohnplatze in der Stadt Visby.

Bei den Kloakengräbungen in Visby zwischen der Drotten und der St. Lars Kirche waren verschiedene Gegenstände aus der Steinzeit angetroffen worden, die deutlich ergaben, dass hier ein Wohnplatz gewesen war. Die gefundene Artefakten zeigten, dass dieser Wohnplatz aus der Ganggräberzeit stammte. Was das Verhältnis der steinzeitlichen Kulturschicht zu den übrigen Schichten in dem ausgeschachteten Boden und zu den Funden betrifft, muss ich auf die Beschreibung von O. V. WENNERSTEN<sup>1</sup> und auf die von JOHAN FARDELIN in dieser Arbeit mitgeteilten Profilen hinweisen. Von FARDELIN habe ich die Nachricht erhalten, dass das Skelett N:o 1 (hier der Schädel N:o 10) in der Sektion 26—27, die Skelette 2 und 3 (die Schädel N:o 11 und 12) in der Sektion 30—31 und das Skelett N:o 4 (der Schädel N:o 13) in der Sektion 38—39 gehoben wurden.

### Der Schädel N:o 10.

Tafel IV.

Über das Skelett, zu dem dieser Schädel gehört, teilt WENNERSTEN in seinem Aufsatz folgendes mit: »Auf dem Strandwalle liegt ein Skelett in der Richtung Nordost—Südwest. Darauf bzw. daran lag eine grosse Zahl (91 St.) von Robbenzähnen, die durchbohrt waren, und ausserdem eine Menge der tönende Gefässfragmente.»

Männlicher Schädel. 40—50 Jahre. Tiefbraune Farbe. Der Schädel ist gross und kräftig, teilweise an der linken Seite abgeschliffen und defekt. Die linke Seite des Unterkieferbeins mangelt. Der Schädel ist aus 24 Stückchen zusammengefügt.

*Norma temporalis* zeigt eine Profillinie von Nasion mit hoher Glabella und kräftigen Arcus superciliares sowie Sulcus supraglabellaris. Die Stirnlinie steigt im Bogen ganz rasch und das höchste Punkt des Schädels ist schon gleich hinter dem Bregma erreicht. Die Profillinie geht nachher beinahe horizontal bis zum Vertex, doch mit einer unbedeutenden Sattelleinsenkung ein wenig hinter dem Bregma. Beim Obelion senkt sich schnell die Linie im Bogen. Die Suturalreste geben ein Intersuturalbein an, nach welchem ein nicht grosses aber deutliches Tuber occipitale anfängt. Ein Torus occipitalis tritt hauptsächlich medialwärts sehr hervor. Processus mastoidei sind klein. Das Gesicht ist lang mit einem markierten Kinn, mit Protuberantia mentalis und Tuber mentale. Margo inferior des Unterkiefers ist sehr abfallend. Nasion tief belegen. Processus marginales kräftig. *Norma verticalis* ist sehr gleichmässig breit, was sich auch aus dem hohen Parietofrontalindex 84,8 schliessen lässt. Die beiden Stirnbreiten 117 mm und 126 mm sind ungewöhnlich gross. Die Tubera frontalia und parietalia sind nicht markiert. Die ganze Norma ist gross in der Länge und im Umfang. Die Supraorbitalpartie tritt in dieser Norma hervor. *Norma occipitalis*

<sup>1</sup> O. V. WENNERSTEN, Boplats från stenåldern i Visby. Gräfningberättelse. Fornvännen 1909.

bildet ein hohes Fünfeck mit abgerundeten Seitenwinkeln, einem besser markierten oberen Winkel und einer beinahe vertikalen Seitenlinie. *Norma facialis* zeigt ein langes Gesicht (130 mm, das Obergesicht ist 100 mm). Die bedeutende Leptoprosopie beruht hauptsächlich auf den kleinen Jochbogenbreite 129. Die Nase ist schmal. Torus palatinus ist nicht vorhanden. Torus mandibularis in der Form eines kleinen Knochenwulstes beim zweiten Prämolaren. Die Zähne sind sehr abgenutzt besonders die Molaren, im Oberkiefer mehr medialwärts, im Unterkiefer mehr lateralwärts.

Die Condyli occipitales und die in der Nähe liegenden Knochenpartien sind arthritisch deformiert. Die kräftige Ausbildung eines Torus occipitalis kann auch wenigstens teilweise in der Verbindung einer Arthritis gestellt werden.

In der Sutura coronalis ist Pars temporalis beinahe ganz verstrichen, Pars bregmatica sehr, Pars complicata weniger. Sutura sagittalis ist beim Obelion ganz verstrichen, beinahe im Vertex und nicht unbedeutend in den Partes bregmatica und lambdica. Sutura sphenoparietalis ist ganz verstrichen, Sutura lambdoidea ist unbedeutend verstrichen in der Pars lambdica und ein wenig in der Pars media.

Das kräftige Skelett zeigt hauptsächlich an der Wirbelsäule viele Anzeichen einer Arthritis deformans. Die Länge der Schenkelbeine ergeben eine Körpergrösse vom 166 cm.

## Der Schädel N:o 11.

Tafel V.

In der obenerwähnte Arbeit von WENNERSTEN ist zu Sektion 30—31 bemerkt: »Direkt auf dem Strandwalle lagen zwei Skelette in der Richtung Nord—Süd. Das Skelett, das am weitesten nach Westen lag, war von einem jüngeren Menschen und lag parallel mit dem anderen Skelette eines voll erwachsenen Menschen. Neben dem Becken des ersten Skelettes lagen durchbohrten Robbenzähne (106 Stück). Eine Steinaxt (stark verwittert) mit Schaftloch lag unter dem zweiten Skelette.» Eine andere Axt aus Grünstein lag auch neben demselben Skelette.

Weiblicher (?) Schädel. Sehr jung. Hellbraune Farbe. Der brüchige und dünne Schädel ist sehr beschädigt. Die einzelnen Schädelbeine waren in den Suturen locker. Viele Knochenstücke hauptsächlich vom Gesichts- und Basalteil fehlen. Aus mehr als 30 St. wurde der Schädel mit grosser Schwierigkeit zusammengesetzt.

*Norma temporalis.* Die Arcus superciliares sind im Verhältnis zum Alter gross. Über diese steigt die Profillinie zuerst sehr gerade aufwärts und nachher in schwachem Bogen bis zum Vertex, wovon sie in einem kräftigen Bogen sich nach dem Lambda hinab senkt. Hier wird ein markiertes Tuber occipitale angegeben. Protuberantia occipitalis externa ist kräftig. Die Profillinie geht von hier vorwärts zuerst konkav. Dadurch wird das Tuber occipitale besonders deutlich. Das Gesichtprofil zeigt ein kräftiges Kinn. *Norma verticalis* ist sehr rund. Tubera frontalia und parietalia sind wohl entwickelt. Sutura frontalis ist dauernd. Die Stirn ist schmal (96 mm) ganz besonders im Verhältnis zu der grossen Parietalbreite 149 mm. Aus diesen Zahlen kommt ein sehr niedriger Parietofrontalindex 64,9. *Norma occipitalis* ergibt ein breites

Fünfeck mit abgerundetem Kamm. *Norma facialis* ist sehr defekt. Die Augenhöhlen haben eine eigentümliche Form, wie schief gestellte Quadrate. Sie sind hoch, nicht breit aber gross. Die Arcus superciliares sind im Umfang gross. Die Interorbitalbreite ist gross und bedingt einen hohen Interorbitalindex 32. Der dritte Molar ist im Oberkiefer aber nicht im Unterkiefer hervorgewachsen. Die Unterkieferäste haben seichte Incisuræ mandibulæ.

## Der Schädel N:o 12.

Tafel VI.

Die Fundverhältnisse sind beim Schädel N:o 11 angegeben.

Weiblicher Schädel. Ca. 30 Jahre. Hellbraune, fleckige Farbe. Recht schwer. Der Schädel ist aus 20—30 Stückchen zusammengesetzt. Besonders die Gesichtspartie und ganz speziell die Kiefer sind defekt.

*Norma temporalis.* Die Profillinie steigt von Nasion über eine unbedeutende Glabella und einen Sulcus supraglabellaris mit hoher Stirnlinie und danach schwachem Bogen auf. Vom Vertex geht die Linie langsam bogenförmig herab bis zum Lambda, wo ein Tuber occipitale gebildet wird. Protuberantia occipitalis externa ist nicht besonders markiert auf dem angedeuteten Torus occipitalis. Von hier geht die Profillinie S-bogenförmig nach unten weiter. Die Tubera frontalia sind deutlich, die Tubera parietalia nicht markiert. Das Kinn ist wohl entwickelt. Kleine Processus mastoidei. *Norma verticalis* ist kurzoval, von ebenen Bogenlinien mit Ausnahme an dem kleinen Tuber occipitale begrenzt. *Norma facialis.* In seinem oberen Teil ist das Stirnbein seitlich so abgeflacht, dass die mittlere Partie einen nach hinten gerichteten Kiel bildet. Sutura infraorbitalis ist dauernd. Die Augenhöhlen sind rektangulär. Der Gaumen ist hoch. Torus palatinus. Unabgenutzte Zähne in beiden Kiefern.

## Der Schädel N:o 13.

Tafel VII.

WENNERSTEN teilt über dieses Skelett aus der Sektion 38—39 mit: »Ein Skelett ist in dem Strandwalle genau in der Richtung Nord—Süd und mit seinem Gesicht nach Westen begraben. Unter dem Skelette, ungefähr ein paar Zoll unter dem Schulterblatte, steckten zwei Pfeilspitzen zwischen den Rippen mit den Spitzen aufwärts und schief in das Brustbein sich senkend. Die eine Spitze war aus Feuerstein, die andere aus Knochen.»

Männlicher Schädel. 25—30 Jahre. Hellbraune Farbe. Von vielen Stückchen zusammengesetzt. Nur die grösseren Teile der Nasenbeine sowie das linke Oberkieferbein mangeln.

*Norma temporalis.* Von einem tiefbelegenen Nasion steigt die Profillinie über eine hohe Glabella langsam aufwärts, eine fliehende Stirn andeutend. Drei Zentimeter vor dem Bregma verläuft die Linie beinahe horizontal bis zum Vertex. Das Obelion



ist abgeflacht und die Linie geht stärker herab, das Lambda passierend, bevor das Tuber occipitale anfängt. Tubera parietalia sind markiert. Processus mastoidei sind kräftig. Die Nase ist sicher hoch gewesen, das Kinn kräftig. Ramus mandibulæ ist breit und das ganze Unterkieferbein kräftig und primitiv mit seichter Incisura mandibulæ. *Norma verticalis* hat ihre grösste Breite zwischen den Tubera parietalia. Die Form ist ovoid. *Norma occipitalis*. Das Tuber occipitale tritt hier durch die Abflachung beim Obelion und Lambda und die platte Verschmälerung nach hinten in der hinteren Parietalgegend sehr deutlich hervor. Es nimmt sich aus wie nach hinten zugekniffen. Das Fünfeck ist breiter oben zwischen den Tubera parietalia, die die oberen Seitenwinkel bilden, als unten. *Norma facialis*. Die Supraorbitalpartie bildet einen torusähnlichen Wulst mit unbedeutendem Sulcus supraorbitalis. Grosse Foramina supraorbitalia. Suturae infraorbitales sind beide dauernd. Bedeutende Fossæ caninæ. Grosse Processus marginales. Vollständig beibehaltene Zähne. Hoher Gaumen. Gewaltiges Foramen magnum (Länge 40 mm, Breite 32 mm). Die Muskelfesten auf dem Hinterhauptbein sind sehr kräftig.

Zu dem Steinzeitfunde aus Visby gehörten auch Knochen von drei Kindern.

### Schädel aus einem Wohnplatze bei Gullrum.

Auf einer Ebene, Gullrum genannt, traf HANS HANSSON<sup>1</sup> das Fragment eines Menschenskelettes an. Bei einer späteren systematischen Untersuchung des Fundortes, der an der Grenze zwischen den Kirchspielen Hafdhem und Näs lag, fand er ausser verschiedenen Artefakten und Tierknochen aus der Steinzeit (genauer der Ganggräberzeit) auch »Teile von vielen Menschenskeletten, davon eines, das in der Mitte in einem sehr einfachen Grabe lag, beinahe vollständig. Das Grab bestand aus einer in dem Boden gemachten Vertiefung kaum 0,3 m unter der damaligen Bodenfläche mit drei runden Stienen neben einander auf jeder Seite des Skelettes, das auf dem Rücken mit seinem Kopfe nach westen lag.« Der Schädel war beim Pflügen zersplittert worden. Ein Wetzstein aus Sandstein lag beim Kopfe und im Grabe lagen viele Gegenstände aus Stein und Knochen. Auf einigen anderen Stellen wurden auch menschliche Skelette, die durch das Pflügen verrückt worden sind, angetroffen. Bei diesen wurde keine Spur eines Grabes bemerkt. Bei dem einen wurden eine Menge von durchbohrten Robbenzähnen gefunden. Einzelne Menschenknochen wurden auch auf dem alten Boden (»Alfven«) gefunden. Knochen von Hund, Fuchs, Hase, Igel, Schwein (wild und zahm), Robbe, Vogel und Fisch sowie Gegenstände aus Elenhorn nicht aber von Haustieren wurden gefunden. Ein Knochenkamm mit einem Menschen- und einem Pferdekopf ist eine oft abgebildete Rarität aus diesem Fundort.

Es ist nach der Prüfung der verschiedenen Knochenstückchen klar, dass die meisten beim Pflügen zersplittert und zerstreut worden sind. Es ist nicht leicht mit Bestimmtheit darüber zu urteilen, ob einige Knochenteile als Beweis für Kanni-

<sup>1</sup> HANS HANSSON, En stenåldersboplats på Gotland. På Kungl. Vitterhets-, Historie- och Antiquitetsakademien bekostnad undersökt åren 1891—1893. Svenska Fornminnesföreningens Tidskrift, Bd. 10, 1 H.



balismus dienen können. Doch sind auf einigen Knochenstücken die Schnittflächen und die Farbe von solcher Art, dass ich die Möglichkeit des Kannibalismus als nicht ausgeschlossen betrachten mochte. — Zu bestimmen, wie viele Individuen die Knochen repräsentieren, ist ganz unmöglich. Im Quadrate *S* des Ausgrabungsbezirks kann ich zwei Paaren der Schenkelbeine, also zwei Individuen konstatieren. Nur einen Schädel habe ich aus zahlreichen kleinen Stückchen, wenn auch sehr mangelhaft, zusammensetzen und abbilden können. Viele von den kleinen Schädelknochenstücken sind sehr dick, 9—11 mm.

### Der Schädel N:o 14.

Männlicher Schädel ca. 30 Jahre. Gelbbraune Farbe, fleckig, sehr defekt. Das Stirnbein ist beinahe vollständig aus allen Stücken zusammengesetzt. Das linke Scheitelbein ist unbeschädigt, das rechte fehlt. Der grösste Teil der Hinterhaupt-

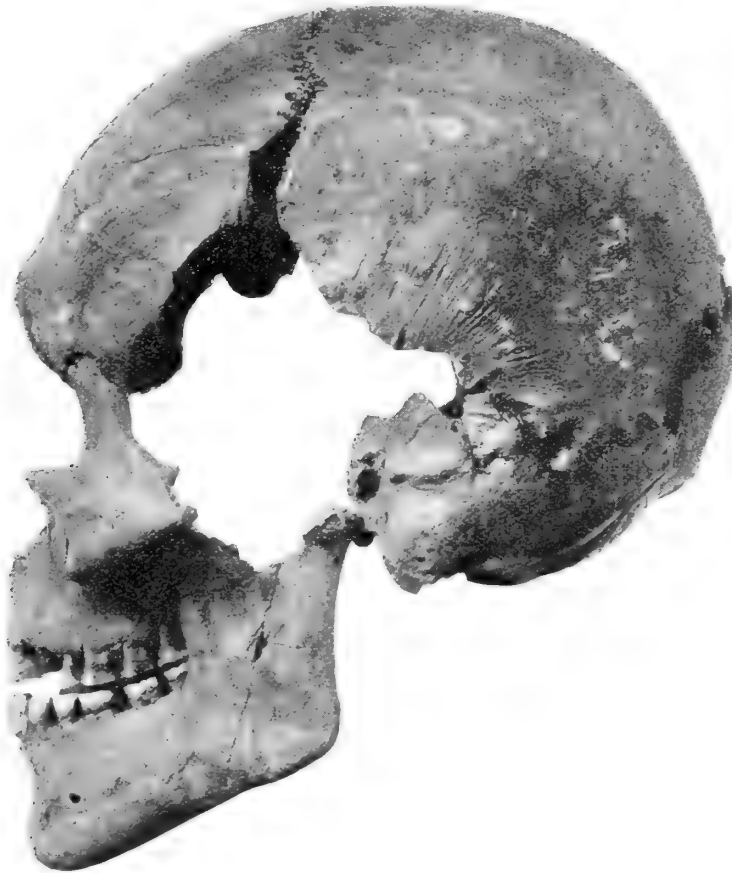


Fig. 21. *Norma temporalis* des Schädels N:o 14 von dem Wohnplatze bei Gullrum.  $\frac{1}{2}$ .

schuppe ist aus sechs Stücken zusammengesetzt. Die Schläfenbeine waren nur teilweise auch brauchbar. Der Oberkiefer aus fünf Stücken wurde mit dem linken Jochbeine vereint und der Unterkiefer aus sieben Stücken ganz vollständig wieder hergestellt.

*Norma temporalis.* Die Profillinie verläuft über eine hohe und kurze Glabella und kräftige Arcus superciliares ganz allmählich, eine fliehende Hirn bildend, bis zum Bregma und dann sehr wenig ansteigend bis zur Mitte des Scheitelbeins. Die Bogenlinie fällt vom Vertex zum Lambda sehr rasch ab, hier ein deutliches wenn auch nicht grosses Tuber occipitale bildend. Tubera parietalia sind deutlich ausgeprägt aber klein. Planum musculi temporalis ist weit. *Norma verticalis.* Tuber occipitale ist hier nicht besonders stark angedeutet. *Norma occipitalis* bildet ein Fünfeck mit Kamm. Torus occipitalis. *Norma facialis.* Glabella, hoch und schmal, hängt mit den gewaltigen und gefässreichen Arcus superciliares zusammen. Diese bilden mit der lateralen Supraorbitalpartie einen torusähnlichen Wulst. Der Sulcus supraorbitalis ist sehr seicht und wenig deutlich. Arcus superciliares schliessen nur in ihrem medialen Teil einen unbedeutenden Sinus frontalis ein. Die Augenhöhlen sind rektangulär und niedrig. Der Gaumen ist besonders hoch. Die Zähne sind beibehalten, gesund aber abgenutzt. Kräftiges Kinn mit grossem Tuberculum und wohl entwickelter Protuberantia mentis. Ramus mandibulae kräftig mit grossem Processus coronoideus. Torus mandibularis besonders auf der rechten Seite.

Der Schädel ist gross und lang, 192 mm. Infolge der grossen Defekte kann nicht die grösste Breite gemessen werden. Diese Breite muss doch, approximativ berechnet, nicht so gering gewesen sein, dass der Schädel nicht vielmehr hoch als niedrig mesocephal angesehen werden könnte.

Von den Schädelstücken aus Gullrum konnten einige zusammengesetzt werden. Aus vielen Knochenstücken bekam ich in einem Zusammenhang einen grossen Teil des Hinterhauptbeins des rechten Scheitelbeins mit naheliegender Stücke des Schläfenbeins. Auch andere Schädelstücke sind aufbewahrt von diesen dunkelbraunen, kräftigen und sehr massiven Schädel. Die Scheitelknochen waren sehr dick.

### Schädel aus dem Wohnplatze bei Hemmor im Kirchspiele När.

Die grosse Menge der Knochenreste, die ich von diesem Wohnplatze untersucht habe, gehören wenigstens neun verschiedenen Individuen an. Über die Fundumstände bin ich nicht in der Lage etwas mitzuteilen. Was ich oben über die kleinen Knochenstücken aus Gullrum und über vielleicht anzunehmenden Kannibalismus gesagt habe, passt auch für die Knochen aus Hemmor.

### Der Schädel N:o 15.

Tafel VIII.

Männlicher (?) Schädel. 50 Jahr. Braune Farbe. Der defekte Schädel ist von acht Knochenstücken aus bedeutender Dicke zusammengesetzt. Der linke Teil des Stirnbeins, die grössten Teile des Scheitelbeins und des Schläfenbeins von derselben Seite sowie die beiden Jochbeine und der obere Teil des rechten Ramus des Unterkiefers fehlen. Das linke Scheitelbein ist hinter dem Tuber parietale 12 mm dick.

Bei *Norma temporalis* tritt das flache Aussehen und die nicht unbedeutende Länge des Schädels besonders hervor. Die Profillinie folgt von dem wenig vertieften Nasion eine niedrige Glabella und dann im schwachen Bogen langsam ansteigend zum Vertex, senkt sich wenig zum Obelion und geht nachher sehr gerade herab zum Lambda, wo ein *Tuber occipitale* beginnt. *Protuberantia occipitalis externa* ist nicht markiert. Hinter der *Sutura coronalis* ist eine Einsenkung (*Clinocephalie*), am wenigsten bei dem *Bregma*. Das Insertionsfeld des *Musculus temporalis* ist besonders nach hinten sehr deutlich zu beobachten. *Processus mastoidei* sind kräftig. *Tubera frontalia et parietalia* sind markiert. In *Norma verticalis* steht die kleine Stirnbreite im deutlichen Gegensatz zu der grössten Breite zwischen den *Tubera parietalia*. *Norma occipitalis* zeigt eine Abflachung (*planum obeliolamboideum*) mit einer medialen Furche in der Obeliongegend. Niedriges Fünfeck mit abgerundetem Dache. Das Hinterhauptbein ist von Seite zu Seite nach hinten plattgedrückt. *Norma facialis*. Kleine *Arcus superciliares*, bedeutende Interorbitalbreite. Die Nasenbeine zusammengewachsen. Grosse *Foramina infraorbitalia* und dauernde *Suturæ infraorbitales*. Grosse *Fossæ caninæ*. Kräftige abgenutzte Zähne. Die Zahnstellung rechtwinklig. Hoher Gaumen mit dem *Torus palatinus*. Grosses *Foramen incisivum*. Die Feste des *Musculus digastricus* sehr nach unten gerichtet. *Suturæ sagittalis et coronalis* teilweise verstrichen.

### Der Schädel N:o 16.

Weiblicher Schädel. Jung. Die unvollständige Kalotte ist aus 50—60 Knochenstücken zusammengesetzt und zerebralwärts durch Plastilin verstärkt.



Fig. 22. *Norma temporalis* der Kalotte des Schädels N:o 16 von dem Wohnplatze bei Hemmor.  $\frac{1}{2}$ .

*Norma temporalis*. Die Profillinie bildet zuerst eine recht hohe Stirn. An der Höhe der *Tubera frontalia* steigt die Bogenlinie langsam bis zum *Bregma* und dann noch langsamer zum *Vertex* auf. Von hier aus geht die Linie langsam im Bogen

nach unten zu einem Interparietalbeine. Hier tritt ein deutliches *Tuber occipitale* hervor. *Tubera frontalia* sind wenig und *Tubera parietalia* noch weniger angedeutet. Die Scheitelbeine sind hinter der *Sutura coronalis*, doch nicht in der Mittellinie eingesenkt. In der Mittellinie bilden die Scheitelbeine einen sagittalen Kamm. (Der Molarzahn III ist noch nicht durchgebrochen. Dieser und der Molar I sind fünfhöckerig.) *Norma verticalis* ist ellipsenförmig. *Tuber occipitale* zeigt sich wenig hier. *Norma occipitalis* ist mit Ausnahme am oberen Winkel abgerundet.

Die Schädelknochen aus Hemmor stammen aus den Resten von wenigstens sechs Individuen. Ein Stück von einem Schädel besteht aus dem Stirnbeine, einem Teil des Scheitelbeins und den Nasenbeinen. Das Stirnbein zeigt eine hohe Glabella

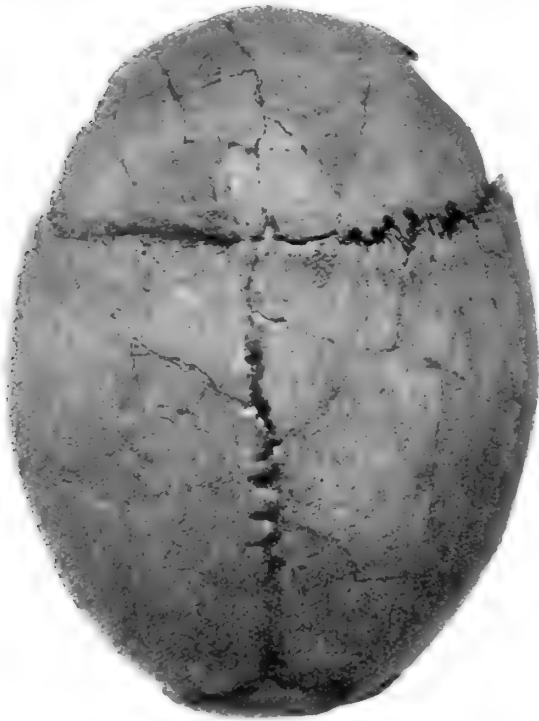


Fig. 23. *Norma verticalis* der Kalotte des Schädels N:o 16 von dem Wohnplatze bei Hemmor.  $\frac{1}{3}$ .



Fig. 24. *Norma occipitalis* der Kalotte des Schädels N:o 16 von dem Wohnplatze bei Hemmor.  $\frac{1}{3}$ .

und kräftige *Arcus superciliares* mit lateral fortsetzendem *Supraorbitalwulst*. *Sulcus supraorbitalis* ist angedeutet. Die *Nasenbeine* sind stark konkav und zusammengewachsen. *Tuber parietale* ist markiert. Die *Interorbitalbreite* ist 25 mm. Die *Orbitalgesichtsweite* 116 mm. Der *SCHWALBE'sche Orbitalgesichtsindex* ist also 21,6. — Ein Schädelstück von erwachsenem Manne besteht aus einem Teil eines kräftigen *Stirnbeins*, das mit dem Teile der *Scheitelbeine* zusammenhängt. *Beginnende Verstrichung der Sutura coronalis*. Ein *medialer Kamm* ist auf dem *Stirnbeine* angedeutet. — Ein *rechtes Scheitelbein* mit dem *Hinterhauptbeine* und ein *Scheitelbein* gehören zwei verschiedenen Individuen an, und noch einem anderen gehört ein *Oberkieferbein* nebst damit zusammenhängendem *linkem Jochbeine* an. Die *Zähne* sind abgenutzt. *Torus palatinus*. Die *Augenhöhlen* waren rektangulär. — Ein *Stirnbein* von erwachsenem

Weib(?) mit hoher Glabella, aber nicht kräftigen, ausgebreiteten Arcus superciliares. Sulcus supraglabellaris. Grosse Incisuræ supraorbitales. Nasionbregmalänge 108 mm, Nasionbregmabogen 122 mm, Stirnbogenindex 88,5. — Ein Teil eines Stirnbeins und ein ganzes linkes Schläfenbein gehören auch zu der Hemmorer Sammlung.

### Schädel von Sixarve im Kirchspiele Alskog.

Antiquar T. J. ARNE hat mir mitgeteilt, dass in einem Acker bei Sixarve eine Sammlung der Menschenknochen, die durch das Pflügen zerstreut waren, von ihm zusammen mit einem Dolche und einem grossen bearbeiteten Stück aus Feuerstein gesammelt wurde. Die Knochen gehörten nach ARNE wahrscheinlich zu einem Massengrab ohne Kiste von dem Ende der Steinzeit. Die Skelette waren ursprünglich auf dem 60 cm tief unter der Bodenfläche belegenen festen Kalkfelsen gelegen.

Von diesen zu meiner Verfügung gestellten Knochen waren viele Schädelknochen. Zehn Stück gehörten einem Schädel von einem älteren Menschen an. Die Scheitelbeinknochen zeigten eine bedeutende Dicke. Sutura sagittalis war zum grössten Teil ganz verstrichen, nur der hintere Teil derselben ist dauernd. Die zusammengesetzten Knochenstücke bestanden nur aus den Scheitelbeinen, aus dem Hinterhauptbeine, ein wenig von dem Stirnbeine und aus dem grössten Teil der Schläfenbeine. Tubercula occipitale ist angedeutet. Eine sehr deutliche Einsenkung hinter den Bregma (Climocephalie). Die Länge des Scheitelbeins war 105 mm und der Bogen dieses Beins 120 mm. Der Parietalbogenindex ist also 87,5, der ein stark gebogenes Scheitelbein andeutet.

Um die Zahl der Bestatteten zu bestimmen, bemerke ich, dass 6 Unterkiefer, 3 von Erwachsenen, 1 von einem jungen Individuum und 2 von Kindern, vorhanden sind. Die Hinterhauptbeine (eines ist arthritisch) sind von 4 Erwachsenen. Processus mastoidei sind von wenigstens 5 Individuen, davon einem jungen vorhanden. Die Schenkelbeine sind 9 rechte (von diesen eines von einem Kind und eines von einem jüngeren Individuum) und 8 linke (davon das eine jung). Von diesen Schenkelbeinen bilden gewiss 6 drei Paare. Sie entsprechen wenigstens 9, höchstens 14 Individuen. Vom Ellenbogenbein sind 8 rechte und 8 linke, von den 4 Stücke gepaart werden können. Also 8 Individuen, höchstens 12. Von dem Sprungbein waren 9 rechte und 8 linke, von den ganz sicher einige waren Paare. Meiner Meinung nach entsprechen die Knochen aus Sixarve 9 bis 13 Personen. Unter diesen sind 2 junge Individuen und ein Kind. Zu der Sixarver Knochensammlung gehört auch Knochen eines sehr kleinen Kindes.

### Schädel aus Bohuslän.

#### Schädel aus einem Ganggrabe bei Hunnebo im Kirchspiele Tossene.

Der damalige Amanuensius der Archäologie in Uppsala jetzt der Professor in Kristiania GABRIEL GUSTAFSON, gibt eine Mitteilung über ein Ganggrab bei Hunnebo.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> G. A. GUSTAFSON: Sotenäs und Stängenäs härad. Bohusläns fasta fornlämningar från hednatiden von Emil Eckhoff. Bidrag till kännedomen om Göteborgs och Bohusläns fornminnen och historia. B. III, Stockholm 1886.

Das Grab lag nicht fern von dem Hofe Hunnebo und der Meeresküste und bestand, wie das untenstehende Bild zeigt, aus einer unregelmässigen Kammer (Länge 2,5 Meter, Breite 1,5 Meter). Von seinem südöstlichen Ecke ging ein 3,5 Meter langer Gang aus. In der losen Muschelschalenfüllung wurde eine grosse Sammlung ungebrannter Knochen angetroffen, die ohne Ordnung lagen. Von der ganzen Menge lagen nicht zwei zusammen-

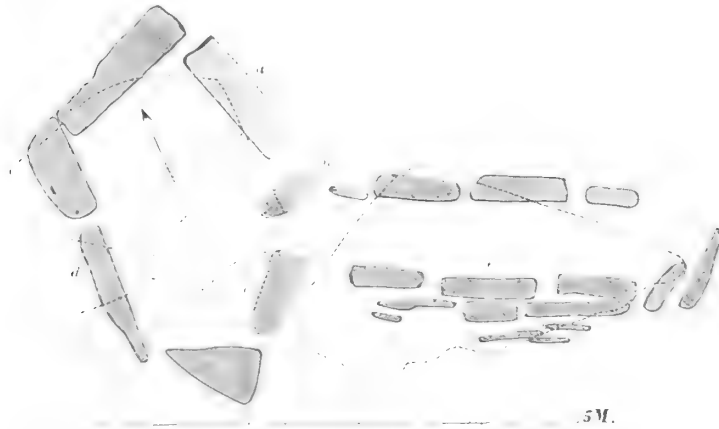


Fig. 25. Das Ganggrab bei Hunnebo im Kirchspiele Tosseno in Bohuslän. Nach G. A. GUSTAFSON.

gehörende Knochen an einander. Der grösste Teil der Knochen waren Menschenknochen und von diesen waren zwei Schädel. Tierknochen wurden auch gefunden. In der Füllung des Ganges waren ungebrannte Knochen in grosser Menge, dicht zusammengepackt in der grössten Unordnung vorhanden. Die meisten waren auch hier Menschenknochen, darunter drei Schädel aber doch gleichfalls verschiedene Tierknochen. GUSTAFSON vermutete schon damals aus bestimmten Gründen, dass die Kno-

chen bereits in der Zeit, da das Grab noch gebraucht wurde, in Unordnung gebracht worden seien, und dass diese grossen Gräber oft eine Art von Beinhäusern bildeten.

Die Schädel von Hunnebo wurden in der Anatomischen Sammlung zu Uppsala deponiert und wohlwollend von den Herrn Professoren HAMMAR und HULTKRANTZ zwecks Untersuchung zu meiner Verfügung gestellt worden. Von den fünf Schädeln teile ich hier drei Erwachsene und ein Kind in Bild und Mass mit. Der fünfte Schädel ist auch von einem Erwachsenen und hat gewiss zu einem schönen langen nordischen Kopf gehört. Durch Druck im Grabe ist der Schädel aber so schief gedrückt geworden, dass die Masse als irreführend hier nicht aufgenommen werden können. Professor EDWARD CLASON, der schon früh die angetroffenen Knochen untersucht hat, hatte, wie GUSTAFSON in seiner erwähnten Mitteilung sagt, beobachtet, dass Knochen mit Anzeichen der Arthritis von demselben befährten Individuen sowohl in der Kammer als im Gange vorkamen. — Die sämtlichen Schädel sind von fester Konsistenz.

## Der Schädel N:o 17.

Tafel IX.

Männlicher Schädel. 70 Jahre. Hellbraungraue Farbe. Sämtliche Schädel-suturen sind verstrichen, nur eine Andeutung davon existiert bei der Pars complicata Suturae coronalis, Pars asterica Suturae lambdoidea, Sut. parietomastoidea. Der Unterkiefer fehlt. Der Schädel ist unbeschädigt. Die Alveolarfortsätze sind doch ein wenig beschädigt. Die Zähne des Oberkiefers sind im Leben weggefallen und die Alveolarfortsätze sind atrophisch.

*Norma temporalis.* Glabella ist hoch und schmal. Arcus superciliares sind kräftig und hoch. Nach einem Sulcus supraglabellaris geht die Profillinie sehr gerade aufwärts bis zu der Höhe der Tubera frontalia, dann langsam ansteigend zum Bregma. Von hier ca. 8 cm ganz horizontal und dann in langsamem Bogen zum Lambda, das durch einen Absatz angedeutet ist. Tuber occipitale ist deutlich markiert. Die Ursprungsfläche des Musculus temporalis ist sehr hoch und gross. *Norma verticalis* mit relativ geraden Seiten. Die grösste Breite herrscht bei den Tubera parietalia vor. Die Stirn ist recht breit mit hervorstehender Supraorbitalpartie. Kamm in dem mittleren Stirnteil und in der Vertexgegend des Scheitelbeins. *Norma occipitalis.* Fünfeck mit beinahe vertikalen Seiten, abgerundeten Dachseiten doch mit deutlichem Kamm. Nicht grosser aber deutlicher Torus occipitalis. *Norma facialis.* Kräftige hochbelegene Arcus superciliares, die sich in der lateralen hohen Supraorbitalpartie fortsetzen. Sulcus supraorbitalis. Die Nasenbeine sind mit dem Oberkiefer zusammengewachsen. Processus marginales und Processus massetericus maxillæ sind gross. Grosses Foramen magnum. Sehr massiver Schädel. Die Katalognummer des Schädels in der Sammlung in Uppsala ist 160.

### Der Schädel N:o 18.

Tafel X.

Männlicher Schädel. 40—50 Jahre. Helles kräftiges Calvarium mit defekter basaler Partie. Sutura sagittalis ist beim Vertex und in der Pars lambdica beinahe vollständig verstrichen. Pars bregmatica und Obelion sind in beginnender Verwischung. In Sutura lambdoidea ist Pars lambdica sehr und Pars media ein wenig verstrichen.

*Norma temporalis.* Von einem tiefen Nasion passiert die Profillinie eine hohe Glabella und ein Sulcus supraglabellaris und geht zuerst schnell ansteigend bis zur Tuberahöhe nachher langsam zum Vertex, eine beinahe fliehende Stirn mit hohem Vertex bildend. Vom Vertex geht die Linie langsam nach unten zum Lambda, wo ein deutliches Tuber occipitale gebildet wird. *Norma verticalis* ovoid. Tubera parietalia nicht weit nach hinten. Tuber occipitale hier wenig hervortretend. Eine nach unten zugespitzte Erhöhung auf der Mitte des Stirnbeins. Kiel beim Vertex.

Eine kleine vordere Partie des linken Schiitelbeins gibt eine durchgegangene Knochenkrankheit an. Sammlungsnummer in Uppsala 161.

### Der Schädel N:o 19.

Tafel XI.

Männlicher Schädel. 50—60 Jahre. Helle Farbe. Defektes Calvarium. Sutura coronalis et sagittalis et sphenofrontalis et sphenoparietalis sind mehr oder weniger verstrichen.

*Norma temporalis.* Hohe hervortretende Glabella. Kräftige Arcus superciliares, die sich in einem hervorgehobenen Supraorbitalteil fortsetzt. Sulcus supraorbitalis.



Nach dem Sulcus supraglabellaris steigt die Profillinie sehr gerade aufwärts mit hoher Stirn. Die Scheitelprofillinie ist ganz horizontal zum Vertex. Unbedeutende Einsenkung hinter der Sutura coronalis seitlich der Sutura sagittalis. Vom Vertex geht die Profillinie in scharfem Bogen bis zum Lambda, zuletzt beinahe vertikal mit deutlichem Tuber occipitale. Protuberantia occipitalis externa ist gross. *Norma verticalis*. Ein markiertes Planum obelion mit einer Einsenkung in der Mittellinie zwischen den Foramina parietalia. *Norma occipitalis* besitzt einen beinahe zirkelrunden Umkreis. Die Sammlungsnummer in Uppsala ist 162.

### Der Schädel N:o 20.

Kindlicher Schädel. Defektes Calvarium. Der Schädel hat die kindliche hohe Stirn. Eine Einsenkung hinter dem Bregma und ein grosses deutliches Tuber occi-

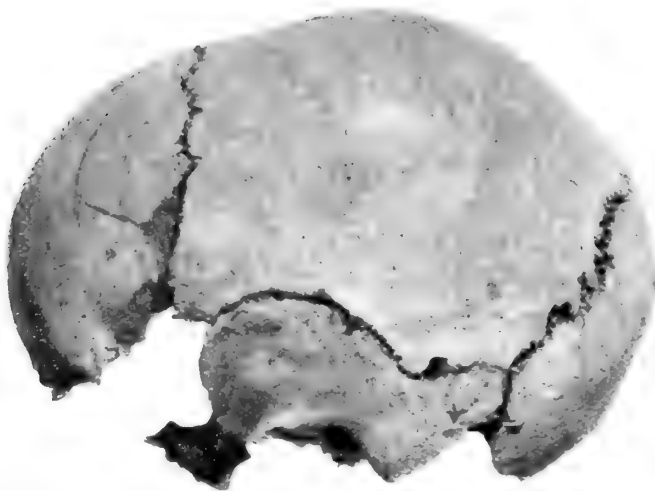


Fig. 26. *Norma temporalis* des Calvariums des Schädels N:o 20 eines Kindes aus dem Ganggrabe bei Hunnebo.  $\frac{1}{2}$ .

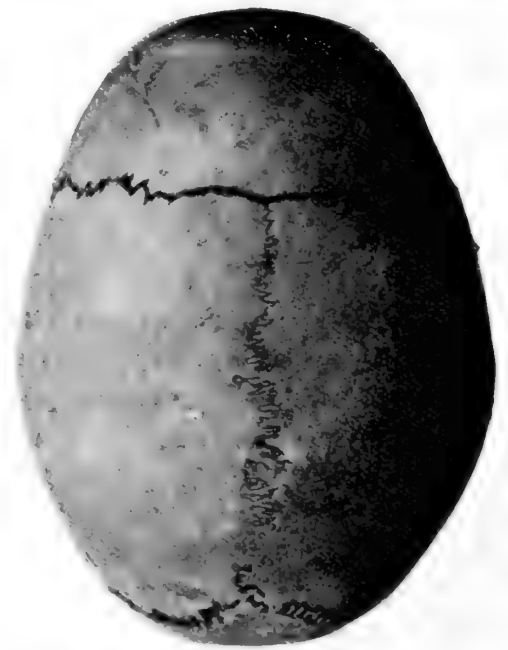


Fig. 27. *Norma verticalis* des Calvariums des Schädels N:o 20 eines Kindes aus dem Ganggrabe bei Hunnebo.  $\frac{1}{2}$ .

pitale. Die *Norma verticalis* ist oval. Der Schädel ist ein schöner dolichocephaler Schädel von nordischem Typus. Die Sammlungsnummer in Uppsala ist 164.

### · Schädel aus Västergötland.

Schädel aus einem ›Dös›-grabe bei Slutarp im Kirchspiele Kinnevad.

Dieses ›Dös›-grab ist vom Amanuensis SUNE LINDQVIST beschrieben worden.<sup>1</sup> Slutarp liegt südwärts von der kleinen Stadt Falköping. Aus der Arbeit von LIND-

<sup>1</sup> SUNE LINDQVIST, Två västgötska grafbyggnader från stenåldern. Fornvännen 1911.



QVIST gebe ich hier ein photographisches Bild der Steinkiste mit den freigelegten Skeletten und ein schematisches Bild mit den Skeletteilen. Die Kochen lagen nach LINDQVIST in einer 0,3-metermächtigen Schicht über den Grabboden. Nach den Bildern und den Beobachtungen von LINDQVIST muss man annehmen, dass kein einziges Skelett ungestört in ursprünglichem Zusammenhang gelegen hat. Nur ein Schenkelbein und ein Schienbein nahmen nach LINDQVIST ihre natürliche Stellung zu einander ein. Einige Wirbel lagen auch in der Reihe. LINDQVIST konnte beweisen, dass dieses



Fig. 28. Der »Dös«-grab bei Slutarp, von Osten gesehen, bevor man den Deckstein weggenommen hatte. Nach SUNE LINDQVIST.



Fig. 29. Die Steinkiste bei Slutarp. Die Knochen sind freigelegt. Von Osten gesehen. Nach SUNE LINDQVIST.

Grab ein »Dös«-grab war, und es ist also sichergestellt, dass diese Skelette zu einer früheren megalithischen Periode als der Ganggräberzeit gehörten. Von der mir zur Untersuchung übergebenen Knochensammlung habe ich die Knochenstücke zu Schädeln oder Schädelfragmenten zusammen-

fügen können. Dass ich von den vielen teilweise sehr zarten und winzigen Stücken wirklich messbare und abbildungsfähige Schädel erhalten habe, beruht in hohem Grade auf der ausserordentlich geschickten Weise, in der die Knochen gehoben, aufbewahrt und verpackt worden sind.

Von Schädeln waren hier gefunden:

von Erwachsenen über 20 Jahre, 17, von denen 10 Männer, 7 Weiber, 3 unbestimmt;  
von jüngeren Individuen ca. 10—20 Jahre, 3 Männer;  
von Kindern unter 10 Jahren, 3.

Einzelne Unterkiefer waren 11, von denen 1 Kind.

Also 34 Individuen, und von denen 4 Kinder. Nach den Schädelknochen berechnet ist 34 eine Maximiziffer, wenn es nicht ausgeschlossen ist, dass ein Unterkiefer oder mehrere zu einem von den Schädeln gehört haben können. Falls die Be-

rechnungen aus den langen Knochen nicht entsprechend hohe Zahlen zeigen, dürften wir annehmen können, dass die Grabkammer trotz ihrer geringen Ausdehnung eine Ruhestätte für 30—40 Leichen gewesen ist. »Deutlicherweise«, sagt LINDQVIST, »sind die Körper der so vielen Menschen einzeln nach einander im Laufe einer sehr langen Jahresperiode bestattet worden, so dass das Fleisch der älteren vermodert war und die Knochen weggeschoben werden konnten, wenn eine neue Leiche bestattet wurde.«

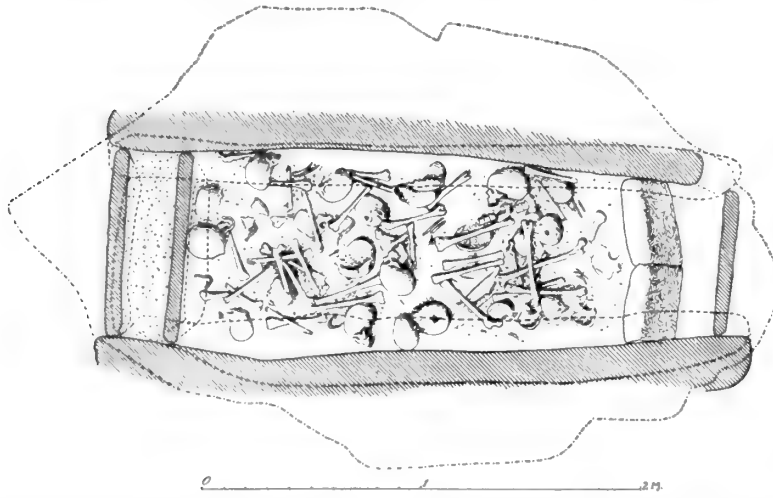


Fig. 30. Plan über die Steinkiste des »Dös«-grabes bei Slutarp. Nach SUNE LINDQVIST.

Auf diese Weise würde die Unordnung der Knochen im Grabe sich erklären lassen.

Wenn die im »Dös«-grave gefundenen Schädel überhaupt wenige Verschiedenheiten darbieten und in gewissen auch besonderen Merkmalen z. B. in der Nasenstellung übereinstimmen, so hat man hier allen Grunde dieses grosse Grab als ein in sehr langer Zeit bestehendes Familiengrab zu betrachten.

Die Grössenverhältnisse der Schenkelbeine lassen auf ein Volk von kurzen Menschen schliessen.

Die höchste Körpergrösseziffer ist für die Männer 168 cm und für die Weiber 162 cm. Die männliche Serie ist 168, 166, 165, 164, 163 (2 St.), 161, 157, 156, 152, 151 (2 St.), 145 und die weibliche 162, 156, 149, 147. Doch ist das Geschlecht aus dem Schenkelbeinen nicht immer leicht sicher zu bestimmen.<sup>1</sup> Die Schenkelbeine sind beinahe ausnahmslos platymer. Einige Schienbeine zeigen eine hochgradige Platyemomie oder Säbelform. Unter krankhaften Veränderungen habe ich eine Exostose oder einen Knochenwulst der inneren Stirnbeinfläche, Arthritis deformans einiger Wirbel auch in der anchylostischen Form gefunden. Zahnkaries habe ich bei drei Individuen und Zahnfistel im Oberkiefer bei einem gefunden.

## Der Schädel N:o 21.

Tafel XII.

Weiblicher Schädel. 40—50 Jahre. Ein gut erhaltener kleiner Schädel, auf dem Pars temporalis Suturae coronalis ganz und Vertex, Obelion und Pars lambdaica Suturae sagittalis beinahe verstrichen sind.

*Norma temporalis* zeigt ein hochbelegenes Nasion und eine hohe Glabella. Die Stirn steigt weiblich hoch. Die Profillinie verläuft nachher mit geringer Steigung nach

<sup>1</sup> CARL M. FÜRST, Skelettresterna från en dös vid Slutarp, Kinnevads sn, Frökinds hd, Västergötland. Fornvännen 1911.

dem Vertex, wo die Linie mit einem kräftigen Bogen bis zum Lambda fällt, und hier ein markiertes *Tuber occipitale* bildet. *Tubera parietalia* treten deutlich hervor. *Processus marginales* sind kräftig. *Fossæ temporales* zeigen ein sehr schönes Knochenrelief des Gehirns. Man sieht hier sowohl eine *Protuberantia Gyri frontalis inferioris* und die *Protuberantien* für die *Gyri temporales* als eine Furche für die *Fossa Sylvii*. *Norma verticalis* ist ovoid mit eigentümlicher Stirnkontur. Die mittlere Stirnpartie ist abgerundet modelliert mit einer Einsenkung auf jeder Seite. In der Mitte des Obelions ist eine Furche. *Norma occipitalis* zeigt nach hinten deutliche Seitenabflachungen, die das *Tuber occipitale* hervortreten lassen. *Protuberantia occipitalis* so wie die Muskelfesten des Hinterhauptbeins sind kräftig. Keine *Fossæ infraorbitales*. Die *Suturæ infraorbitales* sind dauernd. Deutlicher aber schmaler *Torus palatinus*. Die Zähne sind abgenutzt.

### Der Schädel N:o 22.

Tafel XIII.

Männlicher Schädel. 30—40 Jahre. Braune Farbe. Ein defekter Schädel aus ungefähr 20 Knochenstücken zusammengesetzt.

*Norma temporalis*. *Nasion* liegt tief. *Glabella* und *Arcus superciliares* sind hoch. Die *Profillinie* steigt zuerst mit hoher *Stirnlinie*, später sehr langsam bis zum *Vertex*, wo sie sich nach hinten langsam senkt und beim *Lambda* ein deutliches aber nicht kräftig abgesetztes *Tuber occipitale* bildet. *Protuberantia occipitalis externa* bildet mit der *Linea nuchæ superior* einen *Torus occipitalis*. Die Nase ist als hoch angedeutet. *Arcus superciliares* hängen mit der lateralen *Supraorbitalpartie* zusammen und bilden einen zusammenhängenden Wulst, *Torus supraorbitalis*. Der *Sulcus supraorbitalis* ist nicht angedeutet. Die *Foramina supraorbitalia* sind hoch belegen, das rechte 9 mm vom *Orbitalrande* und 40,5 mm von der *Mittellinie*, das linke 16,5 mm vom *Orbitalrande* (also bedeutend höher als der *Supraorbitalwulst*) und 16,5 mm von der *Mittellinie*. Die *Glabella* zeigt eine obere Einsenkung und die an den Seiten wuchernden Knochen bilden in der *Mediallinie* eine scheinbare *Sutura metopica*. Unten vorn sind die *Arcus superciliares* abgeflacht.

*Norma verticalis* ist oval. Die *Suturen* sind deutlich. *Norma occipitalis* zeigt ein Fünfeck mit vertikalen Seiten und einem Spitzdach. Das *Hinterhaupt* ist kräftig modelliert. *Norma facialis* schildert schön den interessanten *Supraorbitalwulst*. Die *Augenhöhlen* sind rektangulär. Die Zähne sind unbedeutend abgenutzt. Die *Molaren I* sind 5-höckerig.

### Der Schädel N:o 23.

Tafel XIV.

Männlicher Schädel. 30—40 Jahre. Hellbraune Farbe. Ein aus 45 Knochenstücken zusammengefügtter Schädel mit zugehörigem Unterkiefer.

*Norma temporalis*. Die *Profillinie* steigt über die *Glabella* und die nicht besonders kräftigen *Arcus superciliares* zuerst sehr steil aufwärts, später langsam bis zum *Ver-*

tex mit einer Einsenkung hinter dem Bregma (Clinocephalie). Vom Vertex senkt sich die Linie schnell zu einem Os Incaë. Tuber occipitale ist nicht besonders markiert. Protuberantia occipitalis externa ist kräftig. Die Nase ist hoch. *Norma verticalis* ist breit ovoid. *Norma facialis*. Die Augenhöhlen sind rektangulär. Die Zähne, besonders die Incisiven, sind stark abgenutzt. Hoher Gaumen. Andeutung des Torus palatinus. Der Unterkiefer zeigt eine Incisura submentalis und ausgebreitete Seitenteile. Andeutung zum Torus mandibularis an den Prämolaren I und II. — Die Rami sind schwach entwickelt.

### Der Schädel N:o 24.

Männlicher Schädel. 50—60 Jahre. Gelbbraune Farbe. Defekte Kalotte aus viele Knochenstücken zusammengesetzt. Sutura coronalis et sagittalis ganz oder teilweise verstrichen. Keine Foramina parietalia.

Grosse Arcus superciliares sind lateralwärts fortgesetzt, einen torusähnlichen Wulst bildend. Kein Sulcus supraorbitalis. Hohe Glabella. Grosse Sinus frontales. Geringes aber deutliches Tuber occipitale. Sehr abgenutzte Zähne sind sowohl im Ober- als im Unterkiefer. Incisura submentalis und ausgebreiteter seitlicher unterer Teil des Unterkiefers. Markierte Tubera parietalia.

### Der Schädel N:o 25.

Weiblicher Schädel. Ca. 40 Jahre. Defekte Kalotte. Das Hinterhauptbein fehlt. Die Suturen sind in der Pars temp. Sutura coronalis ganz und beim Obelion beinahe ganz verstrichen. Markierte Tubera frontalia. Einsenkung hinter der Sutura coronalis vom Bregma bis zur Linea temporalis (Clinocephalie).

### Der Schädel N:o 26.

Kindlicher Schädel. Ca. 6 Jahre. Eine Einsenkung hinter der Sutura coronalis in der Bregmagegend setzt sich lateralwärts fort.

### Der Schädel N:o 27.

Männlicher Schädel. 30—40 Jahre. Braune Farbe. Ein sehr beschädigtes Calvarium aus 20—30 Stücken zusammengefügt. An der rechten Seite stark verwittert, mit grossen Defekten. Die Schädelknochen von besonderer Dicke und Schwere.

*Norma temporalis* zeigt eine Profillinie, die von einem tiefen Nasion ausgehend eine hohe Glabella und recht hohe Arcus superciliares andeutet. Sie steigt zuerst steil aufwärts bis zur Höhe der Tubera frontalia dann langsam bis zum Vertex. Von hier senkt die Linie sich schnell nach unten und hinten ohne ein eigentliches Tuber occipitale zu bilden. Die Linie macht ihre Wendung vorwärts nach unten schon zwischen Lambda und Inion. Die Suturen sind offen.

## Der Schädel N:o 28.

Männlicher Schädel. Ca. 16 Jahre. Der Schädel ist gut erhalten, nur das linke Jochbein, naheliegende Teile des Oberkiefers und Processus zygomaticus Ossis tempo-

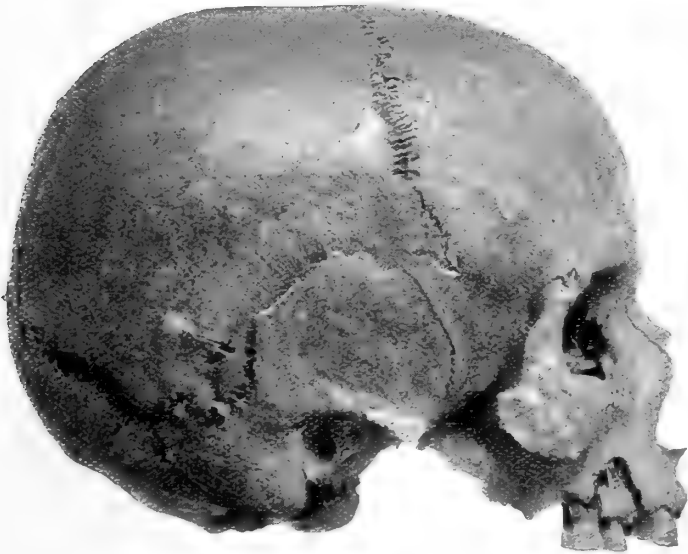


Fig. 31. *Norma temporalis* des Schädels N:o 28 aus dem »Dös«-grabe bei Slutarp.  $\frac{1}{2}$ .

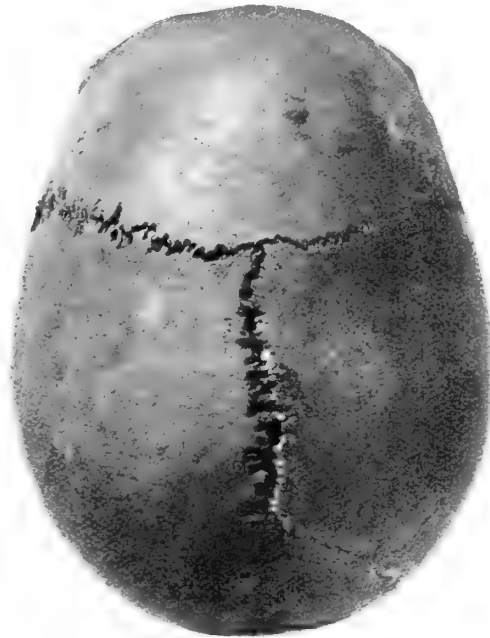


Fig 32. *Norma verticalis* des Schädels N:o 28 aus dem »Dös«-grabe bei Slutarp.  $\frac{1}{2}$ .



Fig. 33. *Norma facialis* des Schädels N:o 28 aus dem »Dös«-grabe bei Slutarp.  $\frac{1}{2}$ .

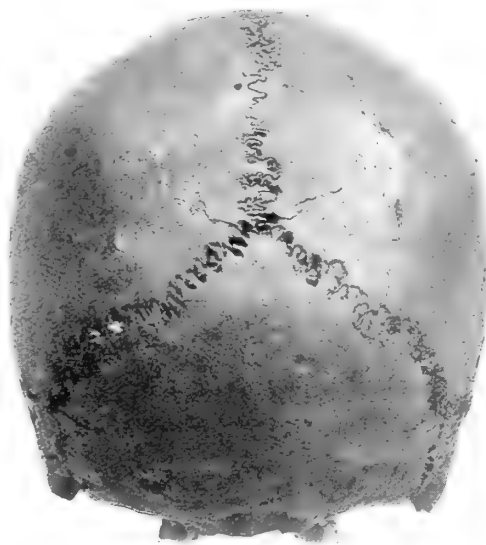


Fig. 34. *Norma occipitalis* des Schädels N:o 28 aus dem »Dös«-grabe bei Slutarp.  $\frac{1}{2}$ .

ralis mangeln. Sämtliche Suturen auch Sutura basilaris sind offen. Die Molaren III sind schon anwesend, der Molar I ist recht abgenutzt.

Die hohe Glabella, die Arcus superciliares mit der bis zur Sutura frontozygomica hervorgehobenen lateralen Supraorbitalpartie bildet einen torusähnlichen Wulst ohne Sulcus supraorbitalis, stark ausgeprägte Clinocephalie. Die Form der Nasenbeine geben eine hohe Nase an.

## Der Schädel N:o 29.

Tafel XV.

Männlicher Schädel. 30—40 Jahre. Braune Farbe. Der Schädel beinahe vollständig nach der Zusammensetzung aus 50—60 Knochenstücken. Oben und hinten ein wenig verwittert. Pars temporalis Suturae coronalis und Pars lambdica Suturae sagittalis sind beinahe und Obelion ganz verstrichen.



Fig. 35. *Norma basilaris* des Schädels N:o 29 aus dem Döse-grabe bei Slutarp. X zeigt die falsche Gelenkfläche für den anomalen Fortsatz des Atlas.  $\frac{1}{2}$ .



Fig. 36. Der Atlas von oben, gehört zum Schädel N:o 29.  $\frac{1}{1}$ .



Fig. 37. Der Atlas von vorn, gehört zum Schädel N:o 29.  $\frac{1}{1}$ .

*Norma temporalis.* Nasion ist tief belegen. Hohe Glabella und Arcus superciliares. Die Profillinie steigt zuerst steil bis zu der Höhe der Tubera frontalia, dann langsam bis zum Vertex und von hier in kräftigem Bogen zum Lambda, wo das markierte Tubercula occipitale beginnt. Torus occipitalis trägt eine kräftige Protuberantia

occipitalis externa. Die langen Nasenbeine deuten eine hohe Nase an. Tiefer Sulcus supraorbitalis. *Norma verticalis* zeigt in der Mittellinie nach hinten eine furchenartige Einsenkung. *Norma occipitalis* ist trotz ihres kammartigen oberen Winkels sehr abgerundet. *Norma basalis*. Lateralwärts nach hinten von dem linken Condylus occipitalis liegt eine kraterförmige mit hohen Rändern versehene Vertiefung, die auch teilweise dem Condylus und übriger Umgebung in Anspruch nimmt. Das ganze scheint wie eine falsche Gelenkhöhle. In diese eigentümliche Bildung passt ein Knochenwulst auf dem Atlas, der in der Vertiefung artikulieren kann. Die lateralen Fortsätze des Atlas, besonders der rechten, sind sehr gross. Der Unterkiefer ist kräftig. Hohes hervortretendes Kinn. Abgenutzte Zähne.

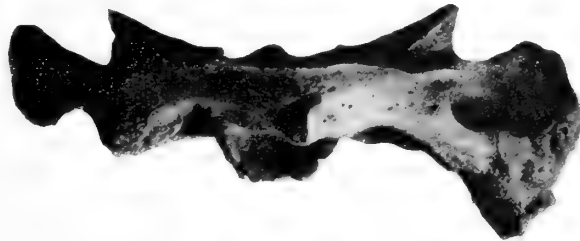


Fig. 38. Der Atlas von hinten, gehört zum Schädel N:o 29.  $\frac{1}{1}$ .

### Der Schädel N:o 30.

Weiblicher Schädel. 30—40 Jahre. Sehr dünner, defekter Schädel aus vielen Knochenstücken zusammengesetzt. Die Suturen sind offen.

Hohe Stirn. Unbedeutende Arcus superciliares. Eine Einsenkung vor dem Bregma. Tuber occipitale. Stark abgenutzte Zähne. Zwei Molaren sind kariert. Der zweite Schneidezahn trägt eine Zahnzyste.

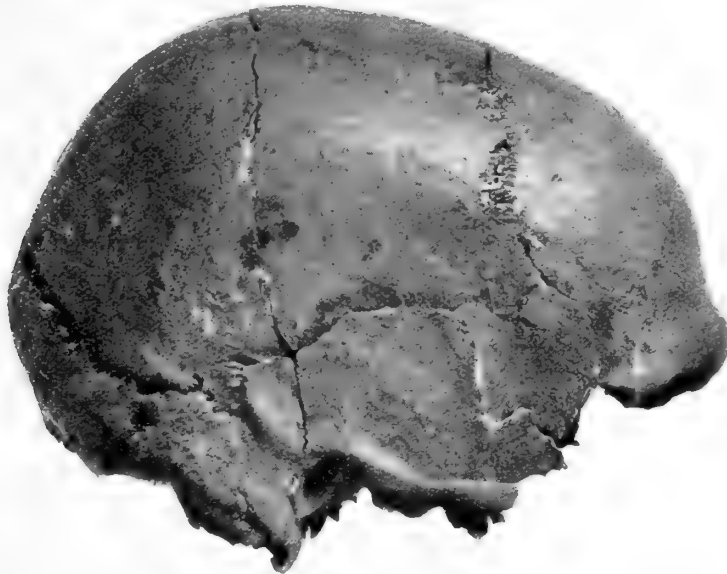


Fig. 39. *Norma temporalis* des Calvariums des Schädels N:o 32 aus dem »Dös«-grabe bei Slutarp.  $\frac{1}{2}$ .



## Der Schädel N:o 31.

Tafel XVI.

Männlicher Schädel. Ca. 30 Jahre. Braune Farbe. Der Gesichtsteil und der Jochbogen sind defekt.

Die Glabella und der Arcus superciliares sind kräftig. Hervorgehobener lateraler Supraorbitalteil. Sulcus supraorbitalis. Von dem tiefen Nasion geht die Profillinie über

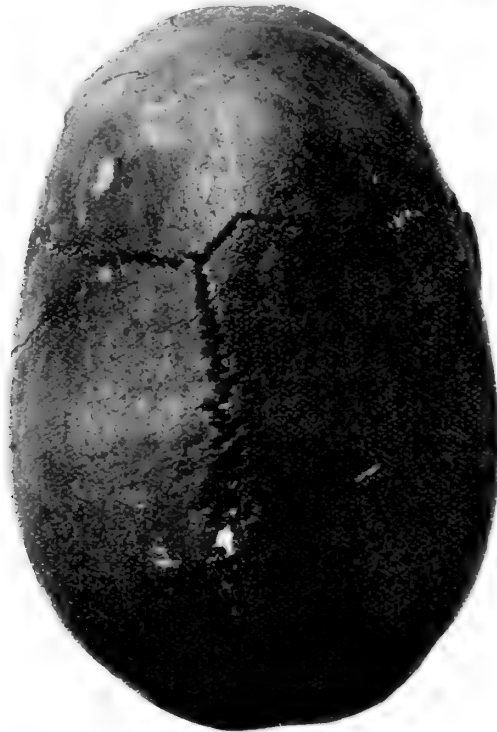


Fig. 40. *Norma verticalis* des Calvariums des Schädels N:o 32 aus dem »Dös«-grabe bei Slutarp.  $\frac{1}{2}$ .

die hohe Glabella zuerst sehr steil, dann im Bogen allmählig bis zum Vertex, nachher beinahe gerade zum Lambda, wo das Tuberculum occipitale deutlich wird. Torus occipitalis mit kräftiger Protuberantia occipitalis externa. Die Nasenbeine deuten eine sehr hohe Nase an. *Norma occipitalis* zeigt ein mächtiges Fünfeck, das in seinen drei oberen Winkeln abgerundet ist. Hoher Gaumen mit einem Torus palatinus. Die Zähne im vorderen Teil des Oberkiefers stark abgenutzt, besonders die Prämolaren. — Die Augenhöhlen sind rektangulär.

## Der Schädel N:o 32.

Männlicher Schädel. Ca. 30 Jahre. Braune Farbe. Das defekte Calvarium ist aus ungefähr 30 Stücken zusammengesetzt. Fig. N:o 39 und N:o 40.

Die Glabella und die Arcus superciliares sind gewaltig. Torusähnliche Supraorbitalpartie. Sulcus supraorbitalis nur schwach angedeutet. Tiefes Nasion. Die Profillinie ist wie bei den meisten von den Slutarpschädeln beschaffen. Nach einer hohen Glabella und einem Sulcus supraglabellaris steigt die Linie kurz steil auf, dann



verläuft sie langsam ansteigend bis zum Vertex, senkt sich bogenförmig mehr und mehr herab und bildet vom Lambda aus ein Tuber occipitale. Torus occipitalis mit einem kräftigen Protuberantia occipitalis externa. Auf beiden Seiten der Sutura sagittalis sind die Scheitelbeine hinter dem Bregma eingesenkt. Das Bregma liegt 1 cm links von der Mittellinie. Die Sutura sagittalis reicht die Mittellinie des Schädels, 5 cm vom Bregma. Ein Kamm liegt in der Mittellinie des Schädels und folgt also nicht die Sutura sagittalis. *Norma verticalis* zeigt die nordische ellipzoide Form. — Breiter Gaumen. Stark abgenutzte Zähne. Sehr hervorstehendes Kinn.

### Der Schädel N:o 33.

Männlicher Schädel. 40—50 Jahre. Helle dunkelfleckige Farbe. Defekte Kalotte aus ca. 18 Knochenstücken zusammengefügt.

*Norma temporalis*. Die Profillinie geht von einem tiefen Nasion aus. Die Glabella und die Arcus superciliares sind kräftig. Die Linie steigt recht steil dann langsamer an. Vom Bregma ist die Linie beinahe horizontal bis zum Vertex. Nachher geht sie mit grossem Bogen zum Lambda, wo ein sehr markiertes Tuber occipitale beginnt. In Sutura lambdoidea ist eine Menge der recht grossen Intersuturalbeine. Schon in der Höhe der Arcus superciliares beginnt auf dem Stirnbeine eine Kammbildung, die die Mitte des Stirnbeins erreicht. In dem ersten Halbtelle der Sutura sagittalis ist auch ein Kamm. *Norma verticalis* zeigt eine breite Stirn. Der ovale Schädel hat ein stark ausgeschobenes Tuber occipitale. Tubera parietalia sind wenig ausgesprochen. *Norma occipitalis* zeigt ein hohes Fünfeck mit kielförmigem oberem Winkel und abgerundeten Seitenwinkeln.

Ausser diesen Schädeln gehören zu der Schädelammlung von Slutarp viele sehr defekte Schädelstücke und elf unbestimmte Unterkiefer.

Von den grösseren Schädelstücken sind zu nennen:

Ein Stirnbein (4 St.) mit einem rechten Scheitelbein von einem jungen Mann. Das Stirnbein hat wohl entwickelte Arcus superciliares mit hohen lateralen Supraorbitalpartien.

Ein im Grabe zusammengepresster Schädel, der sehr verlängert und schief gedreht ist. Die Depression trat noch mehr hervor, als das defekte Calvarium zusammengesetzt wurde. Die Supraorbitalpartie ist wohl entwickelt. Sulcus supraorbitalis.

Eine sehr defekte weibliche(?) Kalotte (50 Jahre) aus ca. 20 Knochenstücken zusammengesetzt. Das Tuber occipitale ist markiert und die Protuberantia occipitalis externa ist als kräftig angedeutet. Die Knochen des Scheitelbeins sind in der Vertexgegend 8 mm dick.

Eine defekte kindliche (ca. 12 Jahre) Kalotte, die hydrocephal zu sein scheint. Der Schädel ist ein wenig clinoccephal.

Eine defekte männliche Kalotte, die doch nur aus einem Stirnbein (13 St.) und dem vorderen Teil der Scheitelbeine (10 St.) besteht. Der Schädel ist im Grabe gepresst worden. Eine kräftige Supraorbitalpartie. Ca. 30 Jahre.

Schädelstücke eines jungen ungefähr zwanzigjährigen Menschen.

Von den elf Unterkiefern sind einige ganz kräftig.

Tabelle der

	Kapazität.	Grösste Länge	Glabella- Inionlänge	Nasion- Inionlänge	Nasion- Bregmalänge	Bregma- Inionlänge	Grösste Breite	Vordere Stirn- breite	Hintere Stirn- breite	Basion-Parietal- höhe	Basion-Bregma- höhe	Basion- Nasionlänge	Ohrenhöhe	Kalottenhöhe	Horizontalfum- fang
<b>Skane.</b>															
1. Hvellinge . . . . . M.	1670	188	181	178	114	160	149	98	(116)	142	138	108	123	112	547
2. » . . . . . W.	1370	172	167	164	108	148	148	97	110	128	126	(97)	112	102	512
<b>Öland.</b>															
5. Mysinge . . . . . M.	1290	182	170	166	103	150	135	102	113	(128)	128	96	110	100	515
6. » . . . . . M.	—	185	176	172	112	153	132	93	110	—	(135)	—	115	105	513
7. » . . . . . M.	—	189	178	173	112	150	(139)	—	—	—	—	—	—	—	—
8. » . . . . . M.	—	185	179	—	—	—	(142)	—	—	—	—	—	—	—	—
<b>Gotland.</b>															
10. Visby . . . . . M.	1550	195	189	184	119	155	138	117	126	139	139	105	119	103	550
11. » . . . . . W.	—	175	172	166	104	150	149	96	119	130	130	91	120	104	518
12. » . . . . . W.	1390	179	172	167	114	146	140	99	119	131	131	99	—	—	520
13. » . . . . . M.	1540	193	188	182	115	153	139	99	115	138	137	110	116	108	537
14. Gullrum . . . . . M.	—	192	186	181	120	160	—	102	126	—	—	—	—	—	—
15. Hemmor . . . . . M.	—	192	178	173	110	149	(146)	(102)	(120)	(129)	128	102	109	97	(503)
16. » . . . . . W.	—	(183)	174	—	—	143	(137)	—	—	—	—	—	—	(97)	—
<b>Bohuslän.</b>															
17. Hunnebo . . . . . M.	1590	193	184	179	115	155	139	92	115	132	131	103	112	99	545
18. » . . . . . M.	—	195	184	179	115	153	142	96	116	132	129	100	109	106	545
19. » . . . . . M.	1290	184	172	169	113	153	135	95	114	(132)	(131)	102	122	109	511
20. » . . . . . K.	—	170	—	—	98	—	125	—	—	—	—	—	—	—	474
<b>Västergötland.</b>															
21. Slutarp . . . . . W.	1190	173	166	162	108	139	132	93	110	128	127	94	113	92	490
22. » . . . . . M.	1650	199	190	185	118	167	139	101	118	(140)	(141)	(113)	(123)	107	556
23. » . . . . . M.	—	172	168	166	108	140	138	94	112	126	126	90	110	92	502
24. » . . . . . M.	—	181	(177)	(172)	113	(141)	(135)	95	111	—	—	—	—	—	(516)
25. » . . . . . W.	—	—	—	—	111	—	136	98	114	—	—	—	—	—	—
26. » . . . . . K.	—	172	164	160	114	141	133	88	109	126	126	89	(119)	95	480
27. » . . . . . M.	—	184	175	171	112	152	(136)	(88)	—	—	—	—	—	95	(515)
28. » . . . . . J.	1140	167	159	154	105	138	127	86	107	131	131	94	110	101	477
29. » . . . . . M.	—	189	175	172	112	150	138	97	103	133	130	103	112	99	527
30. » . . . . . W.	—	170	156	151	108	141	130	92	107	—	—	—	—	—	(502)
31. » . . . . . M.	1570	186	174	166	114	159	141	93	114	143	141	97	122	108	555
32. » . . . . . M.	—	191	182	177	112	150	127	99	108	—	—	—	(120)	106	515
33. » . . . . . M.	—	193	180	176	110	172	137	99	119	—	—	—	123	106	532

## Schädelmasse.

Sagittallumfang Na.-Br.	Sagittallumfang Br.-La.	Sagittallumfang La.-In.	Sagittallumfang In.-Opist.	Transversal- umfang	Basalwinkel	Br.-Na.-In.- winkel	Na.-Br.-In.- winkel	Br.-In.-Na.- winkel	Br.-Na.-H.- winkel	Br.-Na.-Ba.- winkel	Na.-Ba.-Br.- winkel	Na.-Br.-Ba.- winkel	Längen-Breiten- Index	Längen-Höhen- Index	Breiten-Höhen- Index	Kalottenindex	Parieto-frontal- index	Stirnbogen- index	
127	136	74	43	326	(25°)	61°	80°	39°	51°	76°	54°	50°	79,3	75,5	95,3	61,9	65,8	89,8	
123	128	64	48	320	(27°)	61°	79°	40°	48°	75°	56°	49°	86,1	74,4	86,5	61,1	65,5	87,8	
121	(129)	80	37	305	23°	62°	80°	38°	56°	79°	53°	48°	74,2	70,3	94,8	58,8	75,6	85,1	
125	120	80	50	320	—	60°	80°	40°	—	—	—	—	71,4	(73,0)	(102,3)	59,7	70,5	89,6	
129	125	71	—	—	—	59°	81°	50°	—	—	—	—	(75,1)	—	—	—	—	87,8	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(76,8)	—	—	—	—	—	
135	(125)	75	50	320	29°	56°	84°	40°	48°	77°	56°	47°	70,8	71,3	100,7	54,5	84,8	88,2	
124	121	67	53	310	—	60°	78°	42°	—	76°	57°	47°	85,1	74,3	87,3	60,5	64,9	83,9	
135	125	60	43	320	(24°)	62°	80°	38°	(52°)	(84°)	(52°)	(44°)	78,2	73,2	93,6	—	70,7	84,4	
130	120	85	45	319	27°	56°	85°	39°	52°	75°	54°	51°	72,0	71,5	99,3	57,5	71,2	88,5	
135	140	58	62	(330)	—	60°	79°	41°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	88,9	
122	128	75	49	302	31°	58°	83°	39°	44°	75°	55°	50°	76,4	(67,2)	(88,4)	54,5	82,2	90,2	
118	(112)	—	—	(326)	—	—	—	—	—	—	—	—	(74,9)	—	—	55,8	—	—	
134	126	73	49	315	31°	59°	81°	40°	—	66°	54°	60°	72,0	68,4	95,0	53,8	66,2	85,8	
130	130	75	48	305	—	58°	86°	36°	—	—	—	—	72,8	67,7	93,0	57,6	67,7	88,5	
129	131	76	41	305	—	62°	77°	41°	—	—	—	—	73,4	(71,7)	(97,8)	63,4	70,4	87,6	
117	124	—	—	300	—	—	—	—	—	—	—	—	73,5	—	—	—	—	83,8	
125	125	55	50	303	27°	58°	81°	42°	50°	77°	56°	47°	76,3	74,0	97,0	55,4	70,6	86,4	
138	136	76	—	340	—	61°	80°	39°	—	75°	54°	51°	69,9	(70,4)	(99,3)	56,3	72,7	85,5	
123	—	—	54	312	—	57°	83°	40°	(47°)	78°	57°	45°	80,2	73,3	91,3	54,8	68,1	87,8	
126	122	(62)	—	—	—	(54°)	(85°)	(41°)	—	—	—	—	(74,6)	—	—	—	(70,4)	89,7	
128	132	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	72,1	86,7
133	(127)	45	48	330	—	60°	80°	40°	—	75°	61°	44°	77,2	73,3	94,7	57,9	66,2	85,7	
128	137	68	51	(312)	—	60°	80°	40°	—	—	—	—	(73,9)	—	—	54,3	(64,7)	87,5	
123	130	62	45	290	31°	60°	78°	42°	52°	83°	52°	45°	76,1	78,4	103,2	63,5	67,7	85,4	
129	128	70	41	300	26°	59°	81°	40°	49°	75°	55°	50°	73,0	70,4	96,4	56,6	70,3	86,2	
126	122	75	—	(300)	—	63°	74°	43°	—	—	—	—	76,5	—	—	—	—	70,8	85,7
132	138	75	42	320	33°	66°	73°	41°	50°	83°	54°	43°	75,8	76,9	101,4	62,1	66,0	86,4	
126	136	66	—	316	—	56°	85°	39°	—	—	—	—	69,8	—	—	58,2	78,0	88,9	
126	128	82	—	(320)	—	69°	74°	37°	—	—	—	—	71,0	—	—	58,9	72,3	87,3	



## Gesichtsmasse.

Unterkieferkon- dylbreite	Unterkieferwin- kellbreite	Kinnhöhe	Ramushöhe	Ramusbreite	Gesichtswinkel	Ba.-Na.-Alv.- winkel	Na.-Ba.-Alv.- winkel	Na.-Alv.-Ba.- winkel	Unterkiefer- winkel	Jochbogenbrei- ten-Gesichts- höhenindex	Jochbogenbrei- ten-Obergesichts- höhenindex	Nasulindex	Orbitalindex	Interorbital- index	Gaumenindex	Flowers Index
(135)	(105)	32	67	34	(88°)	(67°)	(41°)	(72°)	110°	(81,6)	(53,5)	(35,0)	72,0	(25,0)	—	96,3
—	—	28	—	32	84°	(69°)	(42°)	69°	113°	(82,3)	(53,1)	53,1	75,7	29,2	—	(99,0)
—	—	—	—	—	86°	69°	40°	71°	—	—	(54,6)	46,0	76,2	23,5	79,2	97,9
—	—	(38)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26,9	82,4	—
(134)	—	34	(67)	37	83°	68°	44°	68°	—	(100,8)	(61,2)	(41,8)	77,8	26,0	60,7	100,0
121	106	27	60	33	83°	—	—	—	121°	(84,4)	(49,6)	(45,3)	—	32,0	—	—
123	100	30	61	36	89°	(67°)	(42°)	(69°)	121°	(87,7)	(54,6)	44,7	—	27,1	60,4	98,0
118	95	33	71	38	85°	68°	40°	72°	109°	90,2	55,6	41,8	—	23,4	75,9	97,3
125	(109)	(35)	65	38	—	—	—	—	121°	—	—	—	—	—	—	—
—	107	32	61	36	80°	69°	40°	71°	115°	—	—	46,0	—	(24,1)	70,2	99,0
—	—	(26)	53	33	—	—	—	—	125°	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	89°	(60°)	(39°)	(81°)	—	—	49,2	48,0	—	(25,3)	72,0	87,4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(27,2)	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(23,4)	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24,7	—	—
—	—	—	—	—	89°	64°	43°	73°	—	—	55,9	50,0	78,6	24,7	79,2	95,6
—	—	—	—	—	—	67°	41°	71°	—	—	(61,9)	(45,8)	—	—	—	97,3
(120)	90	33	50	30	86°	63°	44°	73°	135°	91,7	54,2	(48,0)	(81,6)	25,0	(84,4)	93,3
—	—	32	—	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26,9	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27,4	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25,3	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25,0	—	—
105	80	29	54	29	84°	65°	38°	77°	128°	99,2	57,8	47,6	83,8	25,9	73,3	94,7
—	—	—	—	—	84°	70°	39°	71°	—	—	54,6	—	75,6	(27,7)	—	97,2
—	—	29	61	25	—	—	—	—	—	—	—	53,5	—	29,6	—	—
—	—	—	—	—	83°	64°	44°	72°	—	—	—	44,9	80,0	25,6	—	94,9
124	97	35	63	33	—	—	—	—	119°	—	—	—	—	(29,2)	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26,7	—	—

In den obigen Beschreibungen der Schädel aus den speziellen Fundorten und Landschaften habe ich versucht die Anzahl der begrabenen und gefundenen Individuen so genau wie möglich zu bestimmen, und hier unten will ich eine Zusammenstellung dieser Zahlen geben.

	Erwachsene	Junge	Kinder	Summe
Skåne . . . . .	5	1	2	8
Öland . . . . .	30	1	5	36
Gotland . . . . .	27	3	3	33
Bohuslän . . . . .	4	0	1	5
Västergötland . . . . .	34	0	4	38
	100	5	15	120

Die sämtlichen Knochen repräsentieren also ganz sicher wenigstens 120 Individuen. Die Schädel, die ich zu den Messungen gebrauchen konnte, waren aber nur 30.

Ich habe die meisten Schädelmasse genommen, die GUSTAF RETZIUS in seinem Werke »Crania suecica antiqua« gibt, und ausserdem habe ich noch einige hinzugefügt. Speziell habe ich viele Winkelmasse genommen. Diese sind ausser dem Gesichtswinkel und dem Unterkieferwinkel, die direkt an dem Schädel mit dem Instrumente gemessen worden, einige Winkel, die nach dem Länge der Seiten verschiedener Dreiecke von meinem Goniometer abgelesen worden sind.<sup>1</sup> Der Basalwinkel und der Winkel, den die Nasionbregmalinie mit der Horizontallinie (Br.-Na.-H<sub>n</sub>-Winkel) bildet, sind mit Hülfe der vorher gekannten Winkel berechnet worden.

Die Schädel- und Gesichtsmasse, die ich genommen habe, sind in den Tabellen S. 40–43 zusammengestellt. Die Ziffern, die nicht ganz sichere Zahlen bezeichnen, hauptsächlich wenn die Schädel defekt oder beschädigt gewesen sind, stehen sowohl als die aus solchen Zahlen berechneten Indices in Parenthese ( ).

<sup>1</sup> CARL M. FÜRST. Einiges über anthropologische Winkelmessungen und über ein Instrument für Winkel- und Index-Bestimmungen. Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie. Band IX, 1906.

## Besprechung der Schädelmasse und Schädelformen.

Die Anzahl der Schädel, die ich oben beschrieben habe, ist nicht so gross, und die Fundorten sind nicht so zahlreich, dass die Zahlen der Tabelle ein genaues Bild von der schwedischen Steinzeitbevölkerung geben konnten. Wenn aber meine Zahlen mit den der RETZIUS'schen Steinzeitschädel zusammengestellt werden, bekommen wir wenigstens für einige Masse bessere Übersicht der Verhältnisse als früher. — Fange ich also mit dem wichtigen Längenbreitenindex an, bekomme ich folgende Serie:

L.-B. Index	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	Summe
FÜRST . . . . .	—	—	2	1	2	3	4	3	2	5	1	1	1	1	—	—	—	—	1	1	—	28
RETZIUS . . . . .	1	—	1	3	—	2	6	6	2	2	5	2	8	1	—	1	—	—	1	1	—	42
Summe	1	—	1	5	1	4	9	10	5	4	10	3	9	2	1	1	—	—	1	2	1	70

Wenn ich die Indexzahlen zwei und zwei vereine, bekomme ich diese Serie:

L.-B.-Index . . . . .	66	67—68	69—70	71—72	73—74	75—76	77—78	79—80	81—82	83—84	85—86	Summe
Anzahl . . . . .	1	1	6	13	15	14	12	3	1	1	3	70

Aus dieser letzten Zahlenserie geht sehr deutlich hervor, wie die hohen Zahlen um ein Mittelmaass zwischen 74 und 75 Index mit fallenden Zahlen nach jeder Seite hin sich häufen. Zwischen 73—76 liegt das Drittel sämtlicher Indexzahlen. Man fühlt hier schon die Langschädeligkeit.

Stellen wir dann die Zahlen in den Gruppen der Dolichocephalie, der Mesocephalie und der Brachycephalie zusammen, erhalten wir:

	Dolichocephalie	Mesocephalie	Brachycephalie
L.-B.-Index . . . . .	—74	75—79	80—
Anzahl . . . . .	36	28	6

Diese Indexgruppen ergeben für die verschiedenen Landschaften, wo die Schädel gefunden worden sind, folgende Zahlen:

	L.-B.-Index	—74	75—79	80—	Summe
Skåne . . . . .		2	6	2	10
Öland . . . . .		2	2	—	4
Gotland . . . . .		3	2	1	6
Bohuslän . . . . .		5	1	—	6
Västergötland . . . . .		24	17	3	44
Summe		36	28	6	70

Wir finden also, dass, so weit wir nach diesem geringen Kontingent der Schädel urteilen können, bei den Menschen in Schweden Dolichocephalie in der Steinzeit vorherrschend war und dass relativ wenig Brachycephalie vorkommt. Zu beachten ist doch, dass vier von den sechs Fällen der Brachycephalie hohe Brachycephalen sind. In Skåne kommt die Brachycephalie verhältnismässig mehr vor, als in den anderen Landschaften, ganz besonders wenn wir berücksichtigen, dass die Mesocephalie hier reichlicher war.

Um die Verhältnisse in Schweden und im ganzen Norden besser zu verstehen, will ich zum Vergleich die Längenbreitenindices der Schädel der dänischen Steinzeit nach NIELSEN<sup>1</sup> mitteilen. Ich bekomme für Dänemark folgende Serie:

L.-B.-Index . . . . .	63	65	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Anzahl . . . . .	1	1	2	2	3	4	6	16	12	12	20	17	9	11	10	8	8	6	8	1	1 = 158

Überführe ich diese Serie in eine Zweizahlserie, so erhalte ich folgendes:

L.-B.-Index . . . . .	63—64	65—66	67—68	69—70	71—72	73—74	75—76	77—78	79—80	81—82	83—84	85—86
Anzahl . . . . .	1	1	2	5	10	28	32	26	21	16	14	2

Wenn wir diese Serie mit der entsprechenden Serie der schwedischen Indexzahlen vergleichen, finden wir, wie die dänischen Ziffern stärker nach dem höheren Indexzahlen neigen. Das mittlere Drittel liegt hier zwischen 75—78. Die Gruppen der Dolichocephalie, Mesocephalie und Brachycephalie ergeben folgende Zahlen:

	Dolichocephalie	Mesocephalie	Brachycephalie
L.-B.-Index . . . . .	—74	75—79	80—
Anzahl . . . . .	47	69	42

Berechnen wir aus den schwedischen und dänischen Gruppenzahlen die Prozente, so bekommen wir folgendes:

	Dolichocephalie	Mesocephalie	Brachycephalie
Schweden . . . . .	51,4 %	40,0 %	8,6 %
Dänemark . . . . .	29,7 »	43,7 »	26,6 »

Aus den obenstehenden Prozentzahlen sehen wir, in welchem hohen Prozent, 51,4, die Dolichocephalen in Schweden in der Steinzeit vorkommen; noch deutlicher tritt die Bedeutung dieser hohen Zahl hervor, wenn wir einen Vergleich mit der dänischen Prozentzahl 29,7 ziehen. Die niedrige schwedische Prozentzahl der Brachycephalen 8,6 steht noch mehr zu den dänischen Prozentzahl 26,6 im Gegensatz. Zwischen den Mesocephalen beider Länder ist kein grosser Unterschied.

Die dänischen Schädel sind nur aus den dänischen Inseln. Keine stammen aus Jütland. Skåne stimmt in den archäologischen Verhältnissen der Steinzeit mit den dänischen Inseln sehr gut überein. Es liegt also nahe zu untersuchen, wie diese Landschaft anthropologisch sich verhält. Wir wollen unten die Schädelformen näher er-

<sup>1</sup> H. A. NIELSEN. Yderligere Bidrag til Danmarks Stenaldersfolks Anthropologie. Aarboger for Nordisk Oldkyndighed og Historie 1911, Kjøbenhavn.



örtern. Hier wollen wir untersuchen, wie die Prozentzahlen sich verhalten werden, wenn wir die Schädel aus Skåne von der schwedischen Gruppe zu der dänischen Gruppe überführen.

Ich bekomme auf diese Weise folgende Prozentzahlen:

	Dolichocephalie	Mesocephalie	Brachycephalie
Schweden ohne Skåne . . . .	56,7 %	36,7 %	6,6 %
Dänemark mit Skåne . . . .	29,2 »	44,6 »	26,2 »

Wir ersehen aus diesen Ziffern, dass die Prozentzahlen für Dänemark mit oder ohne Skåne dieselben werden. Hierdurch wird die Auffassung gestützt, dass Skåne und Dänemark nicht nur dieselbe archäologische sondern auch anthropologische Steinzeitprovinz bilden. Anders stellen sich die Prozentzahlen für Schweden, nachdem ihm die Schädel aus Skåne entzogen worden sind. Die Zahlen für Schweden ohne Skåne markieren noch kräftiger, wie die Dolichocephalen mit ihrem 56,7 Prozent herrschen und im Gegensatze zu den Brachycephalen mit ihrem 6,6 Prozent stehen.

Die Schädel aus der schwedischen Steinzeit sind, wie gesagt, nicht zahlreich. Wir können doch nach den Massen und aus dem Studium der Schädelformen sowie aus den erweiterten Kenntnissen über die archäologischen Verhältnisse zu Auffassungen gelangen, die grössere Wahrscheinlichkeit als die vorher herrschenden Ansichten haben dürfen. Die modernen genauen archäologischen Ausgrabungen machen die Funde wertvoller, so dass die Fundverhältnisse nicht selten von grösserer wissenschaftlicher Bedeutung als die Gegenstände selbst sein konnten.

SVEN NILSSON und andere stellten den bekannten brachycephalen Schädel aus Stege auf der dänischen Inseln Møen mit einer ursprünglichen lappischen Bevölkerung im Norden zusammen. Diese Ansicht ist doch aufgegeben worden und würde jedenfalls jetzt aufgegeben werden müssen, weil die Brachycephalen wie z. B. der hier obenerwähnte Mann und das hoch brachycephale Weib aus Hvellinge verschiedene Schädelformen aufweisen. Das Weib hatte auch eine Körpergrösse von wenigstens 160 cm und der Mann war 172 cm gross. Nach der Zeit SVEN NILSSON's hat mehr und mehr die Auffassung sich geltend gemacht, dass keine neue Völkereinwanderungen der ersten Bevölkerung des Nordens gefolgt sind. Eine neue Kultur ist immerhin eingewandert, das Volk jedoch dasselbe geblieben. In der letzten Zeit ist indessen eine Tendenz zu einer veränderten Auffassung sowohl bei verschiedenen Archäologen als bei den Anthropologen eingetreten.

Eine Völkereinwanderung braucht indessen nicht gleichbedeutend mit einem plötzlich eindringenden Eroberungsvolke zu sein, sondern kann allmählich durch einzelnen Individuen oder Gruppen von Menschen geschehen. Der Import von Frauen und Sklaven aus fremden Ländern muss auch als ein Moment der Einwanderung mitgerechnet werden. Ganz sicher haben die Einwanderungen verschiedener Volks- und Rassenelemente seit der frühen Steinzeit fortgedauert und niemals aufgehört, sondern setzen sich immer unter veränderten Formen fort. Die Einwanderungen — sowohl als die Auswanderungen — sind in der einen Zeitperiode intensiver als in der anderen gewesen und haben in verschiedenen Gegenden die Bevölkerung nicht nur

bezüglich ihrer Kultur sondern auch den anthropologischen Merkmalen nach verändert. So hat Schweden wie andere Länder sich anthropologisch verändert, wenn auch die Bevölkerung hier in Schweden bis jetzt, wie es scheint, mehr als in den meisten anderen europäischen Ländern ihren Typus behalten hat.

Wir werden diese obenerwähnten Verhältnisse besser verstehen, wenn wir die Prozentberechnungen der Schädelformen auch für die späteren Zeiten fortsetzen. Die Sitte die Toten zu verbrennen, die nach der Steinzeit eintrat, ist der Grund, dass so wenig Schädel aus der Bronzezeit auf uns gekommen sind. Die in Schweden aufbewahrten Schädel aus dieser Zeit sind nur 21, die von G. RETZIUS untersucht worden sind.<sup>1</sup> Wir können wenige zuverlässige Prozentzahlen aus dieser kleinen Anzahl, 14 Dolichocephale, 4 Mesocephale und 3 Brachycephale, berechnen. Wir sehen jedoch, dass in dieser Zeit die Dolichocephalen sehr reichlich vorkamen.

Ich stelle hierunter in einer Tabelle die Prozentzahlen der schwedischen Schädelgruppen für die Steinzeit, die Eisenzeit und die Gegenwart zusammen. Die Prozentzahlen der gegenwärtigen Bevölkerung Schwedens stammen aus den Kopfindices nach Reduktion auf die Schädelmasse mittelst Abzuges von zwei Einheiten. Die Zahlen sind der »Anthropologia suecica«<sup>2</sup> entnommen. Die Schädelmasse aus der Eisenzeit stammen von GUSTAF RETZIUS: »Crania suecica antiqua« und von einigen Schädeln aus Jämtland<sup>3</sup> sowie von einigen neugefundenen Schädeln genommen worden sind, die sich in der Anatomischen Sammlung zu Lund befinden. Wir bekommen hiernach also untenstehende Tabelle der Indexprozentzahlengruppen.

<i>Schweden</i>	Dolichocephalie	Mesocephalie	Brachycephalie	
Steinzeit . . . . .	51 %	40 %	9 %	(70 St.)
Eisenzeit . . . . .	66 »	29 »	5 »	(103 »)
Neuzeit . . . . .	30 »	57 »	13 »	(45.000 »)

Diese Prozentzahlen zeigen eine interessante chronologische Serie. Die Dolichocephalen steigen in der Eisenzeit, um in der Gegenwart noch mehr zu sinken. Die Mesocephalen und Brachycephalen verhalten sich umgekehrt. Schon in der Steinzeit dominieren die Dolichocephalen mit 51 Prozent und die Mesocephalen zeigen eine bedeutende Prozentzahl 40. In der Eisenzeit ist das Volk, wie es aus der hohen Prozentzahl 66 der Dolichocephalen hervorgeht, noch mehr homogen geworden. Zu bemerken ist, wie in unserer Zeit die Mesocephalen reichlich sind und die Dolichocephalen, wenn sie auch nach eine im Verhältnis zu anderen Ländern relativ grosse Prozentzahl aufweisen, doch stark reduziert sind.

Um diese chronologischen Volksveränderungen in Schweden noch besser zu fassen, will ich hier die entsprechenden Prozentzahlen der Längenbreitenindices von Dänemark zusammenstellen. Ich habe die Zahlen von den Steinzeitschädeln aus der spä-

<sup>1</sup> *Crania suecica antiqua*.

<sup>2</sup> GUSTAF RETZIUS und CARL M. FÜRST. *Anthropologia Suecica*. Beiträge zur Anthropologie der Schweden. Stockholm 1902.

<sup>3</sup> CARL M. FÜRST. Skelettfynd i jämtländska grafvar från den yngre järnåldern. Ymer. 1905.

teren Arbeit von NIELSEN<sup>1</sup> und von den Eisenzeitschädeln aus der früheren Arbeit von NIELSEN<sup>2</sup> entlehnt. Die Zahlen aus der Neuzeit sind aus einer Arbeit von SÖREN HANSEN<sup>3</sup> genommen:

	Dänemark	Dolichocephalie	Mesocephalie	Brachycephalie
Steinzeit . . . . .	30 %	44 %	26 %	
Eisenzeit . . . . .	68 »	29 »	3 »	
Neuzeit . . . . .	12 »	55 »	33 »	

Nach den oben mitgeteilten Prozentzahlen wussten wir schon, dass die Dolichocephalen in Dänemark in der Steinzeit zahlreich waren, wenn sie auch nicht so zahlreich waren als in Schweden. Von ausserordentlichem Interesse ist es, aus der obestehenden Tabelle zu ersehen, wie die verschiedenen Schädelformen in der Eisenzeit sich verhalten und wie übereinstimmend diese mit den entsprechenden Formen in Schweden sind. Auch für die Gegenwart stimmen überhaupt die dänischen Zahlenverhältnisse mit den schwedischen überein. Der Prozentsatz der Dolichocephalen ist doch in Dänemark (12 Proz.) noch weiter gesunken und der der Brachycephalen noch weiter als in Schweden gestiegen. Dänemark zeigt sich sowohl in der Steinzeit als in der Gegenwart weniger reich an Dolichocephalen als Schweden und scheint mehr Brachycephalen als Schweden zu besitzen. Beide Länder zeigen aber diese eigentümliche Veränderung in ihrer Eisenzeit mit der dominierenden Dolichocephalie. Vergleichen wir die sämtlichen Zahlen, so gewinnen wir auf den ersten Blick den Eindruck, als ob ein Zurückgang der Steinzeitverhältnisse in der Gegenwart eingetreten wäre. Die oft ausgesprochene Behauptung, dass das schwedische Volk anthropologisch sich seit der Steinzeit nicht verändert habe, erhält mithin nicht ohne weiteres eine Stütze aus der Prozentzahlentabelle. Die Indexprozentzahlen der Eisenzeit, die so sehr von den entsprechenden Zahlen aus der Steinzeit und der Neuzeit abweichen, sind gewiss nur dahin zu deuten, dass die Bevölkerung sich *nicht unverändert* erhalten hat, wenigstens so weit wir sie nach den Schädeln der Gräber beurteilen können. Sie zeigen, dass das Volk der eisenzeitlichen Gräber mehr als das Volk in jeder anderen Periode homogen gewesen ist. In der neueren Zeit dagegen sind wieder Veränderungen in dem Volkstamme eingetreten, wie der Schädelindex ausweist. Die Dolichocephalen waren weniger geworden. Die Mischungsformen ergeben sich aus der hohen Mesocephalenprozentzahl. Die Zahlen für Dänemark zeigen noch mehr die Kontraste zwischen der Eisenzeit und der Gegenwart als dieselben für Schweden.

Die grossen Gräber der Steinzeit, die megalithischen Grüfte, waren nach der Auffassung vieler neuerer Forscher, wie wir oben in meinen Schädelbeschreibungen auch sehen, Familiengräber, in denen ganz gewiss Hunderte von Jahren hindurch die Familie ihre gestorbenen Mitglieder bestattete. Die reichlichen Kinderskelette der Gräber befestigen auch in hohem Grade diese Auffassung. In der Eisenzeit sind die

<sup>1</sup> l. c.

<sup>2</sup> H. A. NIELSEN. Bidrag til Danmarks forhistoriske Befolknings (særligt Stenalderfolkets) Anthropologi. Aarbøger for Nordisk Oldkyndighed og Historie, 1906.

<sup>3</sup> SÖREN HANSEN. Om Hovedets Breddeindex hos de danske. Meddelelser om Danmarks Anthropologie, 1 Bd., 2 Afd., 1908.

Kinderskelette nicht so viel anzutreffen. Wir haben hier Einzelgräber, oft mit Grabfunden, die nicht selten den Beerdigten als hervorragende Person erscheinen lassen. Der Gedanke, dass die Gräber der Eisenzeit einer Oberklasse angehören könnten, dürfte durch den Umstand gestützt werden, dass diese Gräber einen so homogenen anthropologischen Inhalt haben. Das Volk der Gräber aus der Eisenzeit würde also als eine dolichocephale Auslese, eine aristokratische Klasse aufzufassen sein. Dass diese Oberklassenmenschen später durch konsangvinische Verheiratungen und damit zusammenhängende Degeneration auch kvantitativ zurückgegangen sind und dadurch Platz für generationskräftigere Rassenelemente bereitet worden ist, ist nicht unglaublich, obgleich wir darüber keine Tatsache aufzeigen können. Soviel müssen indessen wir doch schon als gesichert hinstellen als ein Schlussergebnis aus den obenerwähnten Zahlenreihen, dass *eine Veränderung des Volkes in den Gräbern der Eisenzeit im Verhältnis zu dem der Gräber der Steinzeit eingetroffen sein muss und dass das Volk der Gegenwart im Norden ganz verschieden von dem der Eisenzeit zusammengesetzt ist, insofern das Grabvolk dieser letzten Zeit ein Gesamtausdruck für das Volk seiner Zeit sein kann.*

Was indessen diese letzterwähnte Annahme nicht ganz unglaublich erscheinen lässt, ist der Umstand, dass wir aus den Prozentzahlen der verschiedenen Längenbreitenindices für die verschiedenen Landschaften in Schweden doch ersehen, dass nicht überall seit der Eisenzeit so grosse Veränderungen der Schädelformen eingetreten sind, wie die Zahlen für ganz Schweden an die Hand geben. In der untenstehenden Übersichtstabelle habe ich die relativ dolichocephalarmen Landschaften Uppland und Lappland nicht aufgenommen, da diese unter speziellen kräftig einwirkenden Einwanderungsverhältnissen neuerer Zeit, die wir kennen und wissen, dass die brachycephalen Elemente den Volkstamm verändert haben, gestanden haben.

	Dolichocephalie	Mesocephalie	Brachycephalie
Södermanland . . . . .	47 %	48 %	5 %
Dalsland . . . . .	45 »	50 »	5 »
Gotland . . . . .	20 »	65 »	15 »
Skåne . . . . .	19 »	63 »	18 »

Die Zahlen stammen aus der »Anthropologia suecica» und zum Vergleich sind zwei Einheiten von den Kopfindices abgezogen worden.

Södermanland, wo wir in Schweden die schönsten und meisten Repräsentanten des nordischen Typus mit bedeutender Körpergrösse, dolichocephalem Kopf, blonden Haaren und blauen Augen kombiniert haben, steht zusammen mit Dalsland durch seine Prozentzahlen den prähistorischen Zeiten nicht so fern. Die Zahlen aus Södermanland würden gewiss noch mehr übereinstimmend mit den Eisenzeitzahlen sein, wenn wir nur die Bevölkerung des Binnenlandes der Landschaft ohne die Küstenbevölkerung in unsere Berechnungen einbezogen hätten. In solchem Falle würden dafür noch mehr Gründe sprechen, dass man nicht *notwendig* zu einer Oberklassentheorie greifen muss, um den Versuch zu machen, die überraschenden Prozentzahlenverhältnisse der Eisenzeit zu erklären. Es gibt also in Schweden noch grosse Gebiete, wo die Dolichocephalie sich in sehr hoher Prozentzahl beibehalten hat. In Däne-

mark verhält es sich nicht so, und wir finden auch, dass Gotland und Skåne mit ihren Zahlen der Gegenwart viel mehr mit denen in Dänemark als mit denen in anderen schwedischen Landschaften übereinstimmen. Sie besitzen aber doch mehr echte Dolichocephalen und weniger Brachycephalen als Dänemark.

Wenn ich unten die Schädeltypen näher bespreche, komme ich zu dem wichtigen Längenbreitenindex und auf die obenbehandelten Fragen zurück.

Ich gebe unten eine Tabelle um zu zeigen, wie die grösste Länge und die grösste Breite bei unseren schwedischen Steinzeitschädeln vorkommen und sich kombinieren.

Grösste Länge	Grösste Breite							Summe
	125—29	130—34	135—39	140—44	145—49	150—54	155—59	
—69 . . . . .	1	—	—	—	—	—	—	1
170—74 . . . . .	2	4	2	—	1	—	—	9
175—79 . . . . .	—	3	1	3	1	—	—	8
180—84 . . . . .	2	5	5	5	—	2	—	19
185—89 . . . . .	—	2	7	3	4	—	—	16
190—94 . . . . .	1	—	4	1	3	—	1	10
195—99 . . . . .	—	1	4	1	—	—	—	6
200— . . . . .	—	—	—	—	1	—	—	1
Summe	6	15	23	13	10	2	1	70

Die höchsten Längenmasse 200 und 199 mm gehören zwei Dolichocephalen (Ind. 74 und 70), die niedrigsten Breitenmasse 125 und 127 zwei extreme Dolichocephalen (Index 69) an. Die niedrigsten Längenmasse 169 mm und 170 mm gehören zwei niedrigen Mesocephalen (Index 76) und einem Dolichocephalen (Index 73) an. Die höchsten Breitenmasse 156 mm und 154 mm gehören einem hohen Mesocephalen (Index 78,s) und einem hohen Brachycephalen (Index 84) an.

Ich will jetzt einige Zusammenstellungen anderer Masse aus den grossen Tabellen machen und fange dann mit dem *Längenhöhenindex* an. Diesen Index habe ich nur an neunzehn Schädeln berechnen können. RETZIUS hatte ihn von vier und zwanzig Schädeln festgestellt. Stellen wir diese Indices aus den sämtlichen schwedischen Steinzeitschädeln zusammen, so erhalten wir folgende Serie:

Längenhöhenindex .	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
Anzahl . . . . .	1	—	3	1	3	5	5	4	6	4	3	2	2	2	—	1	1 = 43

Also sind nur 8 chamaecephal (—69). Die Hauptmenge, 24, sind orthocephal (70—74,9) und 11 sind hypsocephal (75—). Die Steinzeitschädeln sind also überhaupt hoch. Das mittlere Drittel oder die Anzahl 13 fällt in die Indices 71—74 und zeigt, noch deutlicher, dass die Orthocephalie besonders bezeichnend für die Steinzeitschädel ist. Wie dieser Index mit dem Längenbreitenindex sich bei den schwedischen Schädeln der Steinzeit kombiniert, geht aus folgender Tabelle hervor.

Längenbreitenindex	Längenhöhenindex				Summe
	65—69	70—74	75—79	80—84	
—69 . . . . .	1	3	—	—	4
70—74 . . . . .	5	6	—	—	11
75—79 . . . . .	1	7	6	2	16
80—84 . . . . .	—	1	1	—	2
85— . . . . .	—	—	1	—	1
Summe	7	17	8	2	34

Die geringe Anzahl von Schädeln, bei den die beiden Indices berechnet werden konnten, bewirkt, dass wir keine gute Übersicht über die Verhältnissen erhalten. Unglücklicherweise sind viele dolichocephalen Schädel so beschädigt, dass wir die Masse, aus denen die Längenhöhenindices berechnet werden, nicht nehmen konnten. Doch sehen wir wohl in der Tabelle, wie die niedrigen Längenbreitenindices mit den niedrigen Längenhöhenindices und die hohen mit den hohen sich verbinden. Also existiert hier, wie natürlich ist, eine kompensatorische Korrelation, um das Schädelvolumen innerhalb gewisser normaler Grenzen zu halten. Um diese Verhältnisse zwischen den Längenbreitenindices und den Längenhöhenindices noch besser an nordischem Material zu untersuchen, habe ich unten die dänischen Schädel der Steinzeit zusammen mit den schwedischen in einer Tabelle aufgeführt.

Längenbreitenindex	Längenhöhenindex					Summe
	65—69	70—74	75—79	80—84	85—	
—64 . . . . .	1	—	—	—	—	1
65—69 . . . . .	1	6	—	—	—	7
70—74 . . . . .	6	24	7	—	—	37
75—79 . . . . .	3	26	27	5	—	61
80—84 . . . . .	—	7	17	11	1	36
85— . . . . .	—	—	1	—	—	1
Summe	11	63	52	16	1	143

Wir sehen hier, wie die Dolichocephalen (—74) sich nur mit den Längenhöhenindices 65—79 vereinen, und auf solche Weise, dass die Hauptzahl sich auf die Indexzahlen 70—74 beider Seiten konzentriert. Die Mesocephalen (75—79) disponieren eine grössere Variation der Längenhöhenindices, wenn auch die meisten einen Längenhöhenindex zwischen 70—79 haben. Bei den Brachycephalen (80—) geht der Längenhöhenindex noch weiter in die Höhe mit der grössten Konzentration bei 75—79. Überhaupt tritt eine deutliche Korrelation zwischen diesen beiden Indices hervor. Wir können also sagen, dass die Dolichocephalie (Ind. —74) hauptsächlich mit Orthocephalie (70—74) und nur in 8 Fällen mit Chamæcephalie (—69) verbunden sind. Von den Chamæcephalen sind übrigens nur 3 mesocephal. Von den sämtlichen Schädeln sind 7,7 Proz. (11 St.) chamæcephal, 44,1 Proz. (63 St.) orthocephal

und 48,2 Proz. (69 St.) hypsicephal. Für die Schweden allein stellten sich die Zahlen prozentlich, wie wir aus der Tabelle ersehen können, mehr zu Gunsten der Chamæcephalen (21 Proz.) und der Orthocephalen (50 Proz.), weil die Langschädeligkeit höher für die schwedischen als für sämtliche nordische Schädel ist.

Der *Breitenhöhenindex* zeigt für die sämtlichen schwedischen Steinzeitschädel folgende Serie:

Breitenhöhenindex .	—89	90—94	95—99	100—104	105	Summe
Anzahl . . . . .	5	12	15	10	1	43

Der *Parietofrontalindex* variiert von 61 bis 84 bei den schwedischen Steinzeitschädeln:

Parietofrontalindex .	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	78	80	84	Summe
Anzahl . . . . .	1	2	1	4	3	4	6	5	4	13	4	6	3	1	3	2	2	1	65

Die Fünffahlsenserie dieser Indexzahlen wird:

Parietofrontalindex .	—64	65—69	70—74	75—79	80—	Summe
Anzahl . . . . .	8	22	27	5	3	65

Der *Kalottenhöhenindex* (Glabellainion-Kalottenhöhenindex) zeigt folgende Serie der schwedischen Schädel:

Kalottenhöhenindex . .	48	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	Summe
Anzahl . . . . .	1	1	1	4	8	5	4	7	5	5	3	3	2	2	51

Das mittlere Drittel fällt zwischen 55 und 58. Die Fünffahlsenserie zeigt folgendes Ergebnis:

Kalottenhöhenindex. .	—49	50—54	55—59	60—	Summe
Anzahl . . . . .	1	14	26	10	51

Um die Kombinationsverhältnisse zwischen den beiden Komponenten dieses Index, der Kalottenhöhe und der Glabellainionlänge, zu zeigen, gebe ich unterstehende Tabelle:

Glabellainionlänge	Kalottenhöhe						Summe
	—89	90—94	95—99	100—104	105—109	110—	
155—59 . . . . .	—	—	—	1	—	—	1
160—64 . . . . .	—	—	1	—	—	—	1
165—69 . . . . .	—	3	2	1	—	—	6
170—74 . . . . .	—	2	1	7	1	—	11
175—79 . . . . .	—	1	5	1	1	—	8
180—84 . . . . .	1	1	3	3	6	1	15
185—89 . . . . .	—	—	—	3	1	2	6
190—94 . . . . .	—	—	—	—	2	1	3
Summe	1	7	12	16	11	4	51

Um ein Urteil über diesen durch SCHWALBE'S Arbeiten so interessanten Kalottenhöhenindex zu bekommen, will ich hier einige Tabellen über elsässische rezente Schädel nach SCHWALBE in seiner Arbeit »Studien über Pithecanthropus erectus« mit-

teilen. Ich nehme diese rezenten mitteleuropäischen Schädel, wenn sie unseren Steinzeitschädeln wenig ähnlich sind.

Die Fünfhöhenreihe der Kalottenhöhenindices der Elsässerschädel wird:

Kalottenhöhenindex . . . . .	—54	55—59	60—64	65—69	Summe
Anzahl . . . . .	1	16	11	3	31

Wir finden jetzt wie relativ niedrig die schwedischen Indexzahlen sind. Die elsässische Mittelzahl ist übrigens 59,8 und die schwedische Mittelzahl 56,7. Um eine Erklärung über diese Verschiedenheit zu erhalten, gebe ich hier eine Tabelle über die Kombination der Kalottenhöhe und der Glabellainionlänge bei den rezenten elsässischen Schädeln.

Glabellainionlänge	Kalottenhöhe					Summe
	—94	95—99	100—104	105—109	110—	
155—59 mm . . . . .	—	1	—	—	—	1
160—64 » . . . . .	1	3	1	1	—	6
165—69 » . . . . .	2	3	—	1	1	7
170—74 » . . . . .	—	—	4	2	—	6
175—79 » . . . . .	—	3	2	3	1	9
180—84 . . . . .	—	—	1	1	—	2
Summe	3	10	8	8	2	31

Es ist aus diesen Tabellen ersichtlich, dass der relativ niedrige Kalottenhöhenindex bei den steinzeitlichen schwedischen Schädel im hohen Grade in Beziehung zu der Langschädeligkeit der nordischen Schädel steht. Die hohe Glabellainionlänge 180—194 mm rührt bei den 31 elsässischen Schädeln von nur 2 St. und bei den 51 schwedischen von 24 Schädeln her. Die kleine Glabellainionlänge 155—169 stammt dagegen bei den steinzeitlichen Schweden von 8 Schädeln und bei den Elsässern von 14 St. Die bedeutende Kalottenhöhe 105 mm und mehr haben 15 schwedische und 10 elsässische Schädel, die also ungefähr dem Verhältnis (51 : 31) bei sämtlichen Schädeln entspricht.

Die *Ohrenhöhe* habe ich von 44 der sämtlichen Steinzeitschädel nehmen können und gebe sie hier als Übersicht in einer Fünfhöhenreihe wieder:

Ohrenhöhe . . . . .	—109	110—114	115—119	120—124	125—	Summe
Anzahl . . . . .	4	12	15	9	4	44

Der *Stirnbogenindex* oder der Krümmungsindex des Stirnbeins zeigt für die schwedischen Schädel, die ich hier beschrieben habe, folgende Serie:

Stirnbogenindex . . . . .	83	84	85	86	87	88	89	90	Summe
Anzahl . . . . .	2	1	6	4	5	5	3	1	27

Für den Menschen hat SCHWALBE die Variationsbreite dieses Index auf 84—94 berechnet. Wenn die ganze Variationsbreite hier 83—90 ist und das mittlere Drittel 86—87 ist, müssen wir dieses Stirnbein als überhaupt gut gewölbt betrachten.



Die Gesichtspartien unseres Steinzeitschädels sind wie gewöhnlich bei alten, brüchigen, ausgegrabenen Schädeln sehr defekt; und wenige sichere Masse können deshalb genommen werden. Der FLOWER'sche Index konnte nur bei 14 Schädeln ausgerechnet werden und es gab, dass 10 von diesen Schädeln orthognath und 4 mesognath waren. Den gewöhnlichen Gesichtswinkel, der auch an 14 Schädeln genommen worden ist, zeigt folgende Serie:

Gesichtswinkel. . . . .	80°	83°	84°	85°	86°	87°	88°	89°	Summe
Anzahl . . . . .	1	3	3	1	2	—	1	3	14

Also war hier nur ein Schädel prognatisch nämlich der Schädel N:o 15 aus Hemmor, während die übrigen als orthognatisch angesprochen werden müssen.

Betreffs der übrigen Zahlen weise ich auf die Tabellen hin.

Die Schädel, die ich hier beschrieben, gemessen und abgebildet habe, stammen, wie wir oben gesehen haben, aus fünf verschiedenen schwedischen Landschaften, Skåne, Öland, Gotland, Bohuslän und Västergötland. Sie sind auch aus verschiedenen Gräbern gehoben worden. Die meisten stammen aus megalithischen Gräbern nämlich aus einem »Dös«-grabe in Västergötland und aus zwei Ganggräbern, einem in Bohuslän und einem auf Öland. Von den Gräbern in Skåne ist das Grab aus Virestad ein Grab unter flachem Boden aus dem Ende der Steinzeit, das eine Grab aus Hvellinge ist ein Steinkistengrab mit Erdhügel aus der späteren Steinzeit und das andere ein Flachgrab von der Ganggräberzeit. Die gotlandischen Gräber sind sämtlich Wohnplatzgräber, die überhaupt zur Ganggräberzeit gerechnet werden können.

Nach Durchmusterung der Schädel finden wir, dass beinahe sämtliche aus den megalithischen Gräbern stammende Schädel demselben Typus angehören. Wenn wir unsere Tabellen untersuchen, finden wir, dass die Längenbreitenindices der vier Schädel aus Bohuslän dolichocephal (Ind. 72 [2 St.], 73 [2 St.]) sind, dass von den vier Schädeln von Öland zwei dolichocephal (Ind. 71 und 74) und zwei niedrig mesocephal (Ind. 75 und 76) sind und dass von den zwölf Schädeln aus Västergötland sechs Dolichocephalie (Ind. 69 [2 St.], 71, 73 [2 St.], 74), fünf niedrige Mesocephalie (Ind. 75, 76 [3 St.], 77) und einer Brachycephalie (Ind. 80) zeigen. Gewiss sind diese Schädel individuell verschieden. Die Verschiedenheiten sind aber doch nicht so gross, dass man nicht beinahe sämtliche Dolichocephalen und Mesocephalen als Variationen derselben Hauptform oder desselben Schädeltypus auffassen kann. Wenn auch der Alte (der Schädel N:o 17) aus Hunnebo durch seine Norma verticalis, mit seiner weit nach hinten belegenen grössten Breite etc. Merkmale einer fremden Mischung zeigt, so gehört doch dieser Schädel zu demselben Haupttypus wie die übrigen Schädel aus Bohuslän, zu denen wir auch den langen schiefgepressten Schädel rechnen. Es ist dieser schöne lange nordische Schädeltypus mit wohlentwickelten Glabella und Arcus superciliares, zuerst steil so langsam steigender Stirnprofillinie und hervortretendem Tuber occipitale, Langgesicht und rektangulären Augenhöhlen, hoher, schmaler Nase, Orthognatismus, kräftigem Kinn und einer typischen Norma verticalis, wo die Ellipse vorn durch die breite Stirn abgeflacht und hinten durch das Tuber occipitale

zugespitzt wird. Die mesocephalen Schädel besitzen niedrige Indices. Es ist nur ein Schädel, der so hohen Index als 77 hat. Dieser Schädel gehört zu einem Kind; ist aber von deutlichem nordischem Typus. Es existiert nur ein brachycephaler Schädel aus Slutarp. Der Index ist 80. Der Schädel aber besitzt solche Merkmale, dass wir ihn als eine Mischungsform auffassen, in welche das nordische Schädelement auch ganz gewiss eingegangen ist. Die Schädel aus Mysinge auf der Insel Öland sind auch zu dem nordischen Typus zu zählen.

Wenn wir also in Västergötland, Bohuslän und auf Öland mit einer Ausnahme Schädel von hauptsächlich demselben Typus haben, so treffen wir ganz entgegengesetzte Verhältnisse in Skåne und auf Gotland. Hier sehen wir Schädeltypen, die wir gar nicht von den anderen Plätzen gekannt haben. In Skåne ist der Schädel aus dem späten Grabe unter flachen Boden bei Virestad von nordischem Typus. Das Schädelfragment aus der Steinkiste bei Hvellinge ist dagegen ein brachycephaler Kleinschädel. Es ist doch nicht unmöglich, dass dieser einen Mischungstypus darstellt. Die beiden Schädel aus dem Flachgrabe in Hvellinge sind von einem ganz eigenartigen Typus, wie Tafel I und II zeigen. In ihrem Grabe lagen diese beiden Schädel neben zwei Kindern von ca. 5 und 3 Jahren und in der Nähe lag ein jüngeres Individuum von 16 Jahren. Wenn man den Mann aus Hvellinge in der Norma verticalis betrachtet, so sieht man gleich wie abweichend sein Schädeltypus, den wir in den megalithischen Gräbern in Schweden gesehen haben, ist. Dieser hochmesocephale (Ind. 79,<sup>3</sup>) Schädel hat gewaltige torusähnliche Supraorbitalbogen, spitzförmigen Kopf mit steil herabgehender Nackenlinie. Der Unterkiefer ist rechtwinklig. In der Norma facialis tritt auch die walkige Supraorbitalpartie mit hoher Glabella kräftig hervor. Der Schädel zeigt sowohl von vorn als von hinten einen sagittalen Kamm. Die Kapazität ist sehr gross, 1,670 kubikmm. Die Augenhöhlen sind rektangulär. Der zahnlose Oberkiefer verursacht, dass das Gesicht kürzer aussieht als es realiter ist. Der Schädel ist von einer charakteristischen Form, die mit den bekannten Schädeln aus Borreby auf Seeland in Dänemark übereinstimmt und seit langem »Borrebyrasse« oder »Borrebytypus« genannt wird.

Im Jahre 1859 wurde eine Sammlung von Schädeln in einem Ganggrabe zu Hvellinge angetroffen. Einige waren in die Hände des Archäologen Dr. BRUZELIUS gekommen und wurden von ihm vorläufig beschrieben. Er sagt, dass viele von den von WORSAAE 1859 (in Borreby) angetroffenen Kranien »den bei Hvellinge gefundenen so sehr ähneln, dass man sie beinahe gegen einander austauschen könnte, ohne dass man den Tausch bemerken würde«. G. RETZIUS bildet zwei von diesen Schädeln ab. Der eine, den wir im anatomischen Museum zu Lund haben, hat gewiss dieses Urteil von BRUZELIUS veranlasst. Da ich diesen Schädel sehr wohl kenne, und die Schädel aus Borreby ebenfalls gesehen habe, so kann ich als meine Meinung aussprechen, dass der hier beschriebene und abgebildete Schädel N:o 1 aus Hvellinge noch deutlicher als der Schädel, den BRUZELIUS bespricht, einen wirklichen Borrebytypus repräsentiert.

In seiner früheren Arbeit (1906) bildet NIELSEN den berühmten auch von QUATREFAGES und HAMY<sup>1</sup> in ihrer klassischen Arbeit: »Crania ethnica« abgebildeten Schädel

<sup>1</sup> A. DE QUATREFAGES et ERNEST T. HAMY. *Crania ethnica. Les cranes des races humaines.* Paris 1873—1882. Die Seiten des Schädels sind hier durch die Reproduktion ausgewechselt.

(Borreby 5) ab. NIELSEN teilt auch ein Bild von einem anderen Borrebyschädel mit. Diesen Schädel hat er in seiner letzten Arbeit (1911) als Typusschädel des Borrebytypus aufgenommen und er bezeichnet diese Schädelform als einen Familien- oder Geschlechtstypus. Die Bilder der Borrebyschädel und ihre Typenmerkmale stimmen wohl mit den des Hvellingschädels (Schädel N:o 1, Tafel I) überein. Mit anderen Worten die Hvellingschädel zeigen, dass der Borrebytypus nicht nur zu der Familie in dem Ganggrabe bei Borreby gehört sondern auch auf der anderen Seite des Öresunds in der Ganggräberzeit vorkommt. Ich will hier auch vorläufig mitteilen, dass ich im anatomischen Museum zu Lund einen Schädel der älteren Eisenzeit auch aus Hvellinge habe, der ganz genau mit dem Hvellingschädel N:o 1 übereinstimmt, ein Umstand, der beweist, wie intensiv eine lokale Schädelform sich durch Jahrtausende bewahren kann. Dem Schädel N:o 3 aus Hvellinge, der in der Steinkiste in einem Erdhügel gefunden wurde, mangeln nicht Merkmale, die auch mit dem Borrebytypus übereinstimmen und also als eine Mischungsform des nordischen und des Borrebyschädels anzusprechen ist. Die Schädel ist niedrig brachycephal (Ind. 81). Ausser dem BRUZELIUS'schen Schädel aus Hvellinge sind aus den übrigen von RETZIUS beschriebenen Schädeln aus Skåne solche Schädel, die sehr gut aus Vermischungen mit diesem Typus entstanden sein können. Auch betreffs des mesocephalen Schädels (RETZIUS N:o 33) aus dem Fjälkinger Ganggrabe, den RETZIUS selbst als Mischungstypus hinstellt, finde ich es nicht ausgeschlossen, dass seiner Zeit seinem Träger Borrebyblut zugeführt worden ist.

Untersuchen wir den weiblichen Hvellingschädel (N:o 2, Tafel II), so finden wir noch einen besonders wichtigen Schädel, der den höchsten Längenbreitenindex (86,1) besitzt, den wir bis jetzt in Schweden bei einem Steinzeitschädel angetroffen haben. Die Schädelform ist typisch weiblich. Wir haben nicht die grosse Superiororbitalpartie, wenn auch die Arcus superciliares in geringem Grade da sind. Die Stirn ist wie gewöhnlich beim Weibe hoch und abgerundet. Der Nackenbogen ist steil aber ebenfalls abgerundet. Die Norma verticalis zeigt den grossen Kontrast zwischen der Stirnbreite und der weit nach hinten belegenen grössten Breite. Diese Breite tritt auch in der Norma occipitalis besonders hervor. Die Augenhöhlen sind rektangulär. Das Kinn ist kräftig. Wir haben also hier einen hochbrachycephalen Schädeltypus, den wir bei den übrigen Schweden in der Steinzeit nicht kennen. Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass wir hier für uns eine weibliche Variation der Schädelform haben, die wir in dem männlichen Hvellingschädel kennen gelernt haben. Dass die beiden in demselben Grabe gefunden worden sind, spricht wenigstens nicht gegen eine solche Auffassung. Mit dem nordischen Schädeltypus hat dieses Hvellingschädel nichts zu tun gehabt. Sein Schädel ähnelt auch nicht den Brachycephalen der Steinzeit, die wir von Slutarp, Visby oder bei RETZIUS von Karleby und Hellekis kennen. Möglicherweise existiert eine gewisse Ähnlichkeit zwischen diesem Hvellingschädel und dem stark brachycephalen (Ind. 86,4) Schädel aus Plau in Mecklenburg,<sup>1</sup> der auch frei im Sande

<sup>1</sup> SCHLIZ. Die steinzeitlichen Schädel des Grossherzoglichen Museums in Schwerin; Arch. f. Anthropologie, N. F., Bd. VII; auch SCHAFFHAUSEN: Zur Kenntnis der ältesten Rassenschädel. Jahrbücher des Vereins für Mecklenburgische Geschichte und Alterthumskunde. 24. Jahrgang. Schwerin 1859.

ohne eigentliches Grab gefunden worden ist aber durch seine Beigaben sich als in die Ganggräberzeit gehörig erwies.

Die vier gotländischen Schädel aus Visby repräsentieren so verschiedene Längenbreitenindices wie 70, 72, 78 und 85, und dazu kommt, dass die beiden Dolichocephalen auch von verschiedenem Typus sind. Die Tafel IV von dem Schädel N:o 10 zeigt eine wenigstens hier im Norden ungewöhnlich dolichocephale Schädelform. Sie tritt besonders in der Norma verticalis hervor. Wir haben hier nicht diese bekannte lange ellipsoide Form. Der lange Schädel hat eine sehr breite Stirn (117 mm), die einen ungewöhnlichen Parietofrontalindex 84,8 bedingt. Die Seitenkonturen machen einen gewissen parallelen Eindruck. In dieser Norma bemerkt man gut die Supraorbitalpartie, mehr weil sie sich weit vorwärts erstreckt als weil sie eigentlich so kräftig ausgebildet ist. Wir haben nämlich hier keine torusähnliche Partie sondern typisch begrenzte Arcus superciliares. Das Tuberculum occipitale ist deutlich und die Protuberantia occipitalis ist torusähnlich entwickelt. Das Gesicht ist lang, die Augenhöhle rektangulär und die Nase schmal und als hoch angedeutet. Der Kopf ist überhaupt gross, (Kapazität 1550 cbmm, Länge 185 mm). Das Kinn ist breit, lang und hervortretend. Das Skelett weist sich durch seine Beigaben als der megalithischen Zeit, möglicherweise einer etwas früheren Epoche zugehörig aus. Der Schädel macht teilweise wenigstens einen paläolithischen Eindruck. Das Gesicht doch weniger. Der andere lange Schädel Tafel VII aus Visby steht der nordischen Schädelform nahe. Die Stirn ist doch mehr als gewöhnlich fliehend. Der Unterkiefer ist kräftig, von der niedrigen Form die durch die Randkonturen, die Ramuspartie mit ihrer seichten Incisura mandibularis erkennbar ist. Die nordische Rasse tritt bei diesem Schädel doch deutlich an den Tag.

Von den beiden weiblichen Schädeln ist N:o 12, Tafel VI, ein hoher Mesocephale (Ind. 78,2), besitzt aber solche Merkmale, dass man in diesem Schädel Grund hat, wenigstens nordische Mischung zu vermuten.

Der andere junge weibliche Schädel N:o 11, Tafel V, ist sehr stark brachycephal (Ind. 85,1) und macht einen fremden Eindruck. Der Schädel hat gar keine Ähnlichkeit mit dem des Hvellingsweibes. Dieser junge Schädel hat eine offenstehende Stirnnaht und eine bedeutende Interorbitalbreite. - - Wenn eine geschlossene Stirnnaht das normale ist, dürfte eigentlich eine offene Stirnnaht eine Hemmungsbildung sein. A priori konnte man sich denken, dass die Stirnnaht in einem Verhältnisse zu extremer Brachycephalie stehen könnte, wir wissen nichts davon. Der brachycephale paläolithische Typusschädel aus La Truchère besitzt auch die Stirnnaht. Dieser weibliche Schädel aus Visby erinnert auch in mehreren Beziehungen an den runden La Truchère-Schädel.

Der Schädel aus Gullrum ist sehr defekt. Er schliesst sich aber in der Form dem Schädel aus Visby N:o 13 an. Der Längenbreitenindex 74, die kräftig entwickelte Supraorbitalpartie, das lange Gesicht und das kräftige Kinn zeigen den nordischen Typus. Die Stirn ist wie bei dem Visbyer Schädel (N:o 13) ungewöhnlich fliehend.

Ein ganz besonderer Schädel ist der Schädel N:o 15, Tafel VIII, von Hemmor, unglücklicherweise sehr defekt. Die Glabella und die Superciliarbogen fehlen beinahe.

Die Stirn ist sehr abgeflacht, wie auch der Stirnbogenindex 90,2 zeigt. Die ungewöhnliche Schädelform gibt dem Träger ein niedrig stehendes Aussehen. Die Schädelknochen sind ausserordentlich dick. Der Gesichtswinkel weist Prognatismus aus. Von dem zweiten Schädel N:o 16 aus Hemmor ist nur eine defekte Kalotte übrig. Die Norma verticalis zeigt eine nahezu reine Ellipse mit abgerundeter Stirn. Die Schädelform kann sehr wohl nordisch sein. Von der grossen Menge der kleinen Schädelknochen aus Gullrum und Hemmor sind viele sehr dick.

Aus dem oben mitgeteilten ersehen wir, dass wir wenigstens vier verschiedene Schädeltypen auf Gotland haben. Einheitlichkeit der Schädelform existiert nicht bei dem Volk und also gewiss nicht betreffs der Rassen in der gotländischen Steinzeit. Es ist aber nicht leicht zu bestimmen, woher diese verschiedenen Schädelformen stammen und in welchem anthropologischen und chronologischen Verhältnisse sie zu einander stehen.

Wir haben gesehen, dass wir in Schweden in der Steinzeit einen überwiegenden dolichocephalen Typus haben, der auch mit seinen Variationen über die mesocephalen Grenzen hinaus geht. Bei unseren hier geschilderten Schädeln aus Västergötland, Bohuslän und Öland herrscht er vollständig in den megalithischen Gräbern und kommen auch in Skåne und auf Gotland vor. G. RETZIUS hat auch diese nordische Schädelform als vorherrschend bei seinem Material von Bohuslän und Västergötland sowohl in ihrer reinen typischen Gestalt in den echten Dolichocephalen als wie eine mesocephale Variation. Aus Skåne hat er ebenso solche Schädel, wenn sie auch deutlich Mischung indizieren.

NIELSEN gibt selbst an, dass 62 Schädel von 119 seines Materials der dänischen Inseln zu diesem Typus gehören und eine Längenbreitenindexvariation 63,6—79,4 zeigen.

Die Frage drängt sich jetzt auf: Woher stammt dieser nordische Schädel? Wir wissen, dass die Dolichocephalen in der paläolithischen Zeit vorherrschend waren. Von den verschiedenen Schädeltypen dieser Zeit ist keiner durch ihre markierten Merkmale so hervortretend als die Cromagnonrasse. Ihr Schädel ist dolichocephal, gross, gewiss ohne grosse Augenbrauenbogen aber mit ablaufendem Hinterhaupt. Ihr Gesicht ist kurz mit niedrigen rektangulären Augenhöhlen. Der nordische Schädel der Steinzeit zeigt durch seine langgestreckte Form, die sehr typisch in der Norma verticalis hervortritt, sein Tuber occipitale, die oft rektangulären Augenhöhlen etc., dass er viel Gemeinsames mit der langköpfigen und hochgewachsenen Cromagnonrasse besitzt. Ich habe darüber die Ansicht, die ich bereits 1910 in meiner Beschreibung über die Schädel aus Hvellinge ausgesprochen habe, nämlich, dass unser nordische Schädeltypus von dem Cromagnonschädel herkommen kann. Die beiden Schädeltypen sind doch in mancher Beziehung sehr verschieden. Ich sehe deshalb keinen glücklichen Einfall darin, diesen typischen nordischen Rassenschädel, wie NIELSEN es in seiner Arbeit tut, mit dem Namen Cromagnonschädel zu bezeichnen. Wir dürfen nur das kurze Cromagnongesicht und unsere langen Gesichter beachten, um die Benennung Cromagnonschädel für unsere langen Kranien als nicht zutreffend zu finden.

Diesen nordischen dolichocephalen Schädeltypus, den ich oben mehrmals geschildert habe, können wir in denselben Formen in Schweden von der megalithischen Steinzeit über die Bronze- bis in die Eisenzeit verfolgen und finden auch, dass er bis in die neueste Zeit als typischer Schädel für unsere nordischen Länder und speziell für Schweden sich bewahrt hat, wenn auch die Dolichocephalie im Norden wie auch in den deutschen Ländern mit Rückgang seiner relativen Anzahl bedroht ist. Wenn aber der Rassentypus mit Dolichocephalie, hoher Körpergrösse, blauen Augen und hellen Haaren in der höchsten Prozentzahl in der ganzen Welt gewiss auf der skandinavischen Halbinsel existiert und wenn diese Dolichocephalen überhaupt die oben öfterwähnte Schädelform besitzen, so halte ich es für richtig, dass wir diese Schädelform *den nordischen Schädel* und die Rasse, die diese repräsentieren, *die nordische Rasse* nennen. - In der letzten Zeit ist ein Vergleich zwischen dem Cromagnonschädel und dem nordischen Schädel nicht selten.

Es ist von grossem Interesse zu lesen, was der bekannte englische Anatom ARTHUR KEITH<sup>1</sup> neulich über die Cromagnonrasse schrieb. »By the end of the reindeer period the Cromagnon race seems to have been absorbed by other races. The type has been identified amongst the Neolithic inhabitants of Switzerland. In form of head the natives of England who burried their dead in long mounds or barrows have much in common with the Cromagnon race. Although there is no race in Europe to-day that can be regarded as representative of this Paleolithic people, yet in Germany, Switzerland, France, and Britain individuals of this type are not rare. They are the tall men of commanding mien. It is likely enough that Cromagnon blood may be in their veins, but time and civilization have lengthened their faces, reduced the prominence of their cheek bones, diminished the strength of their jaws, and opened out their eye-sockets, thus removing the lowering sour visage which characterized the Cromagnon face.»

SCHLIZ<sup>2</sup> zieht auch einen Vergleich zwischen dem Cromagnonschädel und dem nordischen Schädel oder überhaupt zwischen den paläolithischen und den neueren langköpfigen Schädeln und stellt folgende Entsprechungen der Schädel auf.

Cromagnon (C.) . . .	Schwede.
Engis (E.) . . . . .	Alamanne.
Brünn (B). . . . .	Friese.

Als brachycephale Grundformen stellt er die Schädel von la Truchère (T.) und von Furfooz-Wahlweis (F) auf. Er kommt zu dem Resultate, dass Schweden nach den Schädeln in »Crania suecica antiqua« in der Stein- und Bronzezeit 13 Schädelform C., 13 Form E., 19 Form B. unter den Langkopfformen, 11 Form T. und 6 Form F. unter den Kurzköpfen aufzuweisen hat.

NIELSEN teilt seine dänischen Schädel in fünf verschiedene Typen ein. Cromagnon mit wenigstens 62 Schädel, Avigny mit 19, Orroy-Furfooz 18, Mön 14 und Borreby 6.

<sup>1</sup> ARTHUR KEITH. Ancient types of Man. 1911.

<sup>2</sup> SCHLIZ. Die vorgeschichtlichen Schädeltypen der deutschen Länder in ihrer Beziehung zu den einzelnen Kulturkreisen der Urgeschichte. Archiv f. Anthropologie, N. F., Band VII, 1909.

Wir sehen also, dass wir keinen Mangel an Vergleichen und Einteilungen haben, bei denen die Cromagnonschädel eine grosse Rolle spielen, und sie stimmen alle darin überein, dass der Cromagnonschädel und der nordische Schädel etwas gemeinsames haben.

Ganz neulich ist eine Arbeit von SCHWERZ<sup>1</sup> erschienen, die den nordischen Schädel sehr nahe berührt. SCHWERZ findet nämlich, »dass die alten Alamannen der Nordschweiz in den kranziologischen Merkmalen sich völlig von der rezenten Bevölkerung dieses Gebietes unterscheiden. Sie zeigen eine grosse Übereinstimmung mit den in den gleichen Jahrhunderten lebenden Völkern von Süd- und Norddeutschland, Frankreich, Belgien und Schweden. Auch in Süddeutschland und zum Teil in Frankreich und Belgien hat sich der Typus geändert. Nur in Schweden und Nordwestdeutschland wohnen heute noch Völker, die in physischer Beziehung ähnliche Merkmale darbieten, wie wir sie bei den Alamannen kennen gelernt haben. Die Annahme, dass wir in diesen Völkern Zweige eines und desselben Stammes vor uns haben, wird wohl gemacht werden dürfen.« Ich stimme vollständig in SCHWERZ' letzter Äusserung ein, will aber betonen, dass er noch andere nordische Völker als die Schweden angeben können hätte, die zu demselben Stamme gehören.

SCHWERZ spricht, wie verschiedene Anthropologen die skandinavische Halbinsel als die Heimat der Alamannen und der ihnen verwandten Stämme annehmen, betrachtet aber die Frage nach der Urheimat des germanischen dolichocephalen Typus noch nicht als definitiv gelöst. Ich glaubé auch so und wenn RETZIUS und ich in der »Anthropologia suecica« uns dahin aussprechen konnten, dass »sich der reine Typus im inneren Lande, nach der norwegischen Grenze hin, im Gegensatze zu dem Küstenlande, gegen äussere Einmischung am besten bewahrt hat«, so bedeutet das gewiss nicht, dass wir behaupteten, dass dieses Binnenland die Urheimat dieses Typus gewesen sei.

Ich finde auch keine Stütze für diese Meinung darin, dass ich die obenerwähnten nordischen dolichocephalen Schädel schon in der schwedischen Steinzeit in so hoher Prozentzahl angetroffen habe. Die germanische Völkerfrage ist wohl eigentlich nicht eine anthropologische Frage, wenn auch die anthropologischen Momente von grosser Wichtigkeit dafür sind. Wir können nämlich z. B. nur beachten, wie der nordische Schädeltypus in der Eisenzeit dominiert, sowie dass zu Anfang der älteren Eisenzeit die Goten und anderen Stämme von der skandinavischen Halbinsel nach Süden auswanderten. Es ist auch nicht ganz ausgeschlossen, dass auf der skandinavischen Halbinsel die nordische Rasse mit den kombinierten Merkmalen des dolichocephalen Schädels, der blauen Augen, blonden Haare und der bedeutenden Körpergrösse sich entwickelt hat. — Die Schädelformen und die Körpergrösse können wir von der Steinzeit an untersuchen. Betreffs der Haarfarben haben wir von Funde aus der Bronzezeit bestimmen können, dass die blonde Farbe in dieser Zeit vorkommt. — Um der Frage über den Ursprung des nordischen Volkes der Steinzeit und der verschiedenen Schädelformen aus dieser Zeit, die ich oben beschrieben habe, näher zu treten, will ich zuerst hier sehr kurz einige neuere archäologische Ansichten über die Steinzeitbevölkerung berühren.

<sup>1</sup> FRANZ SCHWERZ. Die Alamannen in der Schweiz. Zeitschr. f. Morphologie und Anthropologie, Band XIV, H. 3.



Durch die neuen, nicht abgeschlossenen Untersuchungen des schwedischen Geologen GERHARD DE GEER können wir jetzt mit grösserer Sicherheit als früher bestimmen, dass das Gletscher in Skåne um 12,000 Jahre zu schmelzen begann. Bezugnehmend auf die auf der skandinavischen Halbinsel von der epipaläolithischen Zeit gefundenen Artefakten und Fundverhältnisse konnte der allzufrüh verstorbene Archäologe KNUT STJERNA seine Meinung dahin aussprechen, dass die Menschen ungefähr in oder unmittelbar vor der Zeit des Maximums der Litorina-Senkung über den Öresund gegangen sind und die Küstenstrecke, von Blekinge entlang, sich ausgebreitet haben. Andere Gruppen sind wahrscheinlich weiter an der Westküste nach Bohuslän und den grossen Seenbecken in Västergötland gewandert. Von oder über Skåne war also die Bevölkerung der skandinavischen Halbinsel gekommen.

Vor den megalithischen Gräbern existierte eine submegalithische Kultur auf der Halbinsel und diese submegalithische Kultur unserer früheren grablosen »Dös«-zeit, die zuerst »sich niederliess auf der skandinavischen Halbinsel von Meer zu Meer«. In Skåne findet man Beispiele von epipaläolithischer Zivilisationsform mit submegalithischem Zuschuss. Die »Dös«-en kamen nach STJERNA als Grabform über Britannien zu Schweden. Sicherlich kamen sie auch über Dänemark. Mit der »Dös«-kultur wurden auch Ackerbau, Viehzucht, Hausbau etc. mitgebracht. — Wenn wir STJERNA noch weiter in seinen Besprechungen der Ausbreitung der Megalithenkultur, die er auf archäologische Untersuchungen gründet, folgen, so finden wir, dass diese Kultur sich in der Ganggräberzeit ansehnlich ausgebreitet hat, dass doch die megalithischen Gräber auf dem grössten Teil der Halbinsel fehlen und dass die Gegensätze, die in der »Dös«-zeit zwischen den nordöstlichen und den südwestlichen Teilen von Skandinavien existierten, noch eine Zeit lang bestehen. Ostwärts ist nämlich eine Zivilisation mit epipaläolithischen Traditionen, westwärts die volle megalithische Kultur und nach Norden und Osten von dieser eine breite Zone mit der submegalithischen Kultur. Von den wichtigsten Fundorten auf der baltischen Seite Skandinaviens sind die Wohnplätze auf Gotland (Gullrum, Hemmor, Stora Karlsö und, wie oben erwähnt ist, Visby und Sixarve). Die Gräber oder richtiger die Skelette waren in den Wohnplätzen belegen. Die Geräte verändern sich mit der Megalithenkultur. Im Westen sind die grossen Ganggräber durch ihre Feuersteinwaffen bezeichnet. Der Jäger und Fischer sind jetzt auch Bauern und Krieger geworden. Die Gegenden, wo die grossen Gräber fehlen, wie die gotländischen Wohnplätze, behalten ihre alte Natur.

STJERNA fasst die Resultate seiner Untersuchungen in folgender Weise zusammen. »Während der Ganggräberzeit Skandinaviens haben gleichzeitig drei Völker — jedes mit seiner Zivilisation — verschiedene Teile von Skandinavien besessen. Im Osten und im Westen haben Volkstämme, nach allem zu urteilen von einheimischer Abstammung gewohnt, die in vielen Beziehungen die epipaläolithischen Traditionen und ihre Verbindungen mit den Völkern in Osteuropa beibehalten haben. Die dänischen Inseln und die diesen naheliegenden Küsten von Jütland und Skandinavien waren von einem wahrscheinlich aus Skandinavien stammenden aber mit fremden Elementen vermischten Volke bewohnt. Dieses ackerbauende Volk hatte militärische Ausstattung und trieb lebhaft Schiffahrt speziell über die Nordsee. Die in vielen



Beziehungen hohe Kultur dieses Volkes nähert sich dem Kulturkreise der östlichen Stämme. Im Westen treffen wir ein von Zentraleuropa hereindringendes fremdes Volk, das die wichtigste Reichtumsquelle des Nordens (den Bernstein) zu erwerben suchte. Das Volk war im Besitz einer eigenartigen Kultur, die am Ende der Ganggräberzeit ihren Einfluss auf die naheliegenden skandinavischen Stämme auszuüben beginnt.»

Wenn ich zu untersuchen versuche, wie die anthropologischen Ergebnisse mit den STJERNA'schen archäologischen Behauptungen übereinstimmen, so kann ich wie natürlich mich nicht aussprechen über das Volk im Westen, das STJERNA zuletzt erwähnt, teils weil dieses Volk nicht bis nach Schweden gekommen ist, teils weil keine Schädel in den Flachgräbern auf Jütland gefunden worden sind. Von ganz besonderem Interesse ist es indessen, dass SCHLIZ von den Flachgräbern bei Ostorf und Roggow in Mecklenburg einen besonderen Schädeltypus aufstellt, den er »Ostorfer Typus« nennt. Er sagt, dass »die ganze Reihe, der von G. RETZIUS veröffentlichten Steinzeitschädel kein einziges Exemplar bietet, welches die Ostorfer Merkmale in sich vereinigt«.

STJERNA sagt, dass er nicht über Rassen nur Völker spricht. Ich glaube indessen, dass wenigstens zwei verschiedene Rassen und Menschentypen existiert haben, die den beiden Völkern entsprechen, die STJERNA als verschieden bezeichnet. Das ackerbauende Volk, das überhaupt die megalithischen Gräber bevölkern, gehört zu der Rasse mit dem nordischen Schädeltypus. Wir haben auch andere Schädeltypen, die als einzelne Schädel mit dem nordischen Schädeln in den grossen Gräbern in Bohuslän und Västergötland vorkommen. In Skåne treffen wir aber diesen anderen Schädeltypus teils als reine charakteristische Typenschädel teils als gemischte Schädelformen. Wir haben gewiss keine Schädel aus der epipaläolithischen Zeit bewahrt. Gehört aber der dolichocephale nordische Schädel zu dem Volke und zu der Rasse der megalithischen Zeit, so ist zu vermuten, dass der brachycephale Schädel das Rassenmerkmal einer früheren Bevölkerung darstellt. Von Westen kam die megalithische Kultur nach Skandinavien und STJERNA weist speziell auf Britannien als das nächste Ursprungsland hin. — Denken wir infolgedessen an die Menschenreste der neolithischen »Long-Barrows« in England, so sind ihre Schädel dolichocephal und die Menschen dieser Epoche waren von kleiner Körpergrösse. Unser Megalithenvolk war auch dolichocephal und überhaupt kleingewachsen. In dem »Dös«-grabe in Slutarp, wo wir die meisten langen Knochen haben, ergibt sich für Männer eine Variation der Körpergrösse 145—168 cm, für Weiber 147—162.<sup>1</sup> Die bedeutende Körpergrösse der nordischen Rasse ist ganz gewiss viel später entstanden. — Das britische Megalithenvolk war ganz gewiss eine reinere Rasse als das schwedische und dänische war oder wurde. Hier, scheint es, nahm dieses einwandernde Volk einheimische Elemente in den dicht bevölkerten Gegenden auf, in Skåne und Dänemark mehr, in Bohuslän, Västergötland und Öland weniger. In den Ganggräbern in Skåne treffen wir also

<sup>1</sup> Ein Schenkelbein von Öland gibt eine Körpergrösse von 160 cm an. Die Schenkelbeine von Visby N:o 10 und N:o 13 geben 166 cm an, das Weib N:o 11 154 cm. Von Hemmor ist ein Mann 162 cm und ein Weib 157 cm. Eine Tibia aus Gullrum gibt eine Körpergrösse von 176 cm an. Die dänische steinzeitliche Körpergrösse ist nach NIELSEN ganz hoch, durchschnittlich für Männer 170 cm (65 St) für Weiber 155 cm (44 St).

verschiedene Schädelformen, viele deutlich gemischter Abstammung. Aus dem Ganggrabe bei Fjälkinge hat RETZIUS einen schönen Schädel abgebildet, den er als eine Mischungsform ansieht, in die auch nordische Schädelmerkmale eingegangen sind. Die Schädel aus einer Steinkiste bei Köpinge, die RETZIUS beschrieben und abgebildet hat, sind nicht von nordischem Typus, geben aber deutlich an, dass sie hauptsächlich von anderen Rassen stammen. Von ganz besonderem Interesse für diese Frage sind die Schädel funde aus Hvellinge. Dieser Ort ist südlich von Malmö gleich am Öresund belegen. Wir haben hier drei sehr verschiedene Gräber, in denen wir Skelette gefunden haben, ein Ganggrab, eine Steinkiste in einem unbedeutenden Erdhügel und ein unmarkiertes Grab. Aus dem Ganggrabe stammen ein Schädel mit dem Längenbreitenindex 69,9 und ein anderer Schädel mit Index 78,1. Der erste Schädel besitzt den, wenn auch nicht reinen, nordischen Typus, der andere steht unserem Schädel N:o 1 und also dem Borrebytypus nahe. Der defekte Schädel aus der Steinkiste in Hvellinge ist brachycephal, dessen Typus wir nicht sicher bestimmen können. Von den beiden Schädeln N:o 1 und N:o 2 war der männliche aus spezifischem Borrebytypus und der weibliche ein hochbrachycephaler Schädel. — Die nordische Schädelform fehlt also nicht in dem Ganggrabe von Hvellinge und hier fehlen auch nicht die Schädelformen von Menschen, welche in derselben Gegend sich nicht dieser megalithischen Grabform oder überhaupt eines markierten Begräbnisses bedienten. In dem unmarkierten Grabe waren die Beilagen aus der megalithischen Zeit. Also mussten die Leichen in dem unmarkierten Grabe entweder zu einem Volkstamme mit anderen Sitten oder religiösen Gebräuchen, oder zu einer Kaste gehören, die gewiss eine niedrigere Stellung einnahmen als die andere Kaste, die ihre Repräsentanten in den grossen Steingräbern beigesetzt hatte. Dass in den unmarkierten Gräbern Skelette von verschiedenem Geschlecht und Alter in der Nähe von einander liegen, deutet wohl darauf hin, dass die Begräbnisform absichtlich gewählt worden ist und dass also Familien in derselben Gegend gleichzeitig lebten, die verschiedene Begräbnisgebräuche beobachteten. Wenn die Menschen, die in dem unmarkierten Grabe, also in einem Grabe von ursprünglicher Art, liegen, anthropologische Merkmale besitzen, die ebenso ausgeprägt wie abweichend von denen sind, die wir bei den Menschen treffen, die die Ganggräber hauptsächlich bevölkern, so dürfen wir daraus den Schluss ziehen können, dass wir in der Steinzeit in Schweden *nicht nur zwei verschiedene Volkstämme oder Kasten sondern auch wenigstens zwei verschiedene Rassen haben, die gewiss teilweise gemischt vorkommen können, chronologisch aber verschiedenen Kulturen repräsentieren. Die eine Rasse hat die nordische dolichocephale Schädelform und gehört den megalithischen Gräbern besonders an, die andere Rasse — oder möglicherweise eine von den anderen Rassen — ist brachycephal und gewiss ursprünglicher im Lande.*

SCHLIZ hat die nordische Schädelform hauptsächlich mit Stütze auf die Schädel in »Crania suecica antiqua« den megalithischen Schädel benannt. Für Schweden und überhaupt für Norden passt dieser Name eigentlich ganz gut. Der Name »megalithisch« schliesst aber in sich eine solche Verallgemeinerung und fordert eine anthropologische Kenntnis von megalithischen Völkern in anderen Weltteilen, die wir noch nicht besitzen, dass wir ihn noch nicht ohne Reservation verwenden dürfen.

Die beiden in den Tafeln I und II abgebildeten Schädelformen aus Hvellinge sind von einem Manne und einem Weib. Es ist nicht leicht zu bestimmen, in welchem anthropologischen Verhältnisse sie zu einander stehen oder ob sie anthropologisch nichts mit einander zu tun haben. Im letztgenannten Falle repräsentierten sie zwei verschiedene Rassen. Stehen sie im anthropologischem Verhältnisse zu einander, so ist das Weib ganz gewiss der reinste Typus. Der Borrebytypus, den der Mann repräsentiert, kann möglicherweise ein ausgebildeter Mischungstypus sein. Dieser ist jedenfalls dann ein so fester Typus geworden, dass er sich durch Jahrtausende erblich in derselben Gegend bewahrte.

Alles deutet also daraufhin, dass die langschädelige, nordische Rasse in den von einem brachycephalen Volke dicht bevölkerten Skåne (so wie in Dänemark) eindringt und sich mit diesem Volke vermischt. In den Ganggräbern und in den späteren Steinkisten stossen wir auf ein Gemisch von Schädelformen, die das alte so wie das neue Volk repräsentieren. In Västergötland und Bohuslän haben wir in den früher von RETZIUS und jetzt von mir beschriebenen Schädeln des megalithischen Volkes nur einzelne Schädel mit einem Typus, der wahrscheinlich die alten Bewohner repräsentiert.

In der megalithischen Kolonie bei Mysinge auf der Insel Öland sind nur Menschen mit dem nordischen Schädeltypus also von unserer megalithischen Rasse angetroffen worden. Ein oder zwei Tierknochen, die in der vom Privat-Dozent Dr. O. HOLMQVIST hier beigefügten Schilderung der Tierknochenfunde erwähnt sind, gehören möglicherweise zu einer grossen Hundart (*Canis Inostranzewi* ANUTSCHIN), die wir sonst gar nicht auf der skandinavischen Halbinsel kennen, die aber »in steinzeitlichen Ablagerungen am Ladogasee vorkommt«. Dieser Umstand könnte also darauf hindeuten, dass diese Verbindung mit den östlichen Ländern, die für Gotland die meisten und die natürlichsten Voraussetzungen hatte, auch für die öländischen Megalithenmenschen bestand. Die Schädel von Gotland beweisen deutlich, dass nicht nur die megalithische Kultur sondern auch das megalithische Volk mit dem nordischen Schädeltypus eingewandert ist und sich auch mit anderen Rassen vermischt hat. Sie beweisen auch durch die brachycephalen und hochmesocephalen Schädeltypen, dass hier andere Rassen als jene, die auf der Halbinsel wohnten, gelebt haben. Die Schädelformen von Gotland sprechen nicht gegen Verbindungen mit mehreren Völkern und dann auch gewiss nicht gegen Berührungen mit den ostlichen Völkern.<sup>1</sup> Die Ergebnisse meiner Untersuchungen stimmt also auch hier gut mit dem von STJERNA ausgesprochenen oben zitierten Satze, dass »im Osten und Norden Völkerstämme gewohnt haben, nach allem zu urteilen von einheimischer Herstammung, die in manchen Beziehungen die epipaläolithischen Traditionen und ihre Verbindungen mit den Völkern in Osteuropa beibehalten haben«.

Hierher nach Gotland mit seiner Fischerbevölkerung, die auch zu einer Zeit Robbenjäger waren, da noch die Sattelrobbe (*Phoca groenlandica*) in der Ostsee lebte

<sup>1</sup> Die Schädel, die A. INOSTRANZEFF in seiner russischen Arbeit: »L'homme préhistorique de l'âge de la pierre sur les côtes du lac Ladoga«, St. Petersburg 1882, abbildet, zeigen ebenso mannigfaltige Formen wie die gotländischen Schädel.

(siehe unten den HOLMQVIST'schen Anhang), drang nun dies megalithische Volk mit seinen Rindern. Die Eindringlinge erwarben aber doch hier nicht eine solche Oberklassestellung, dass sie ihre grossen Gräber einführen konnten. Es scheint auch als ob sie mit ihrer hohen Kultur den vermutlich hier existierenden Kannibalismus nicht gleich aufheben konnten. Die wenigen und doch so verschiedenen Schädel von Gotland machen es unmöglich weitere Schlüsse über die anthropologischen Verhältnisse der Insel zu ziehen.

### Anomale und pathologische Veränderungen der Knochen aus den oben- erwähnten steinzeitlichen Gräbern.

Im Bestreben unsere Vorfahren näher kennen zu lernen steht ganz gewiss die Kenntnis der Entwicklung des Volkstammes und der Rassen in erster Linie. Für den Naturforscher und Anthropologen ist auch mehr und mehr die Bedeutung der

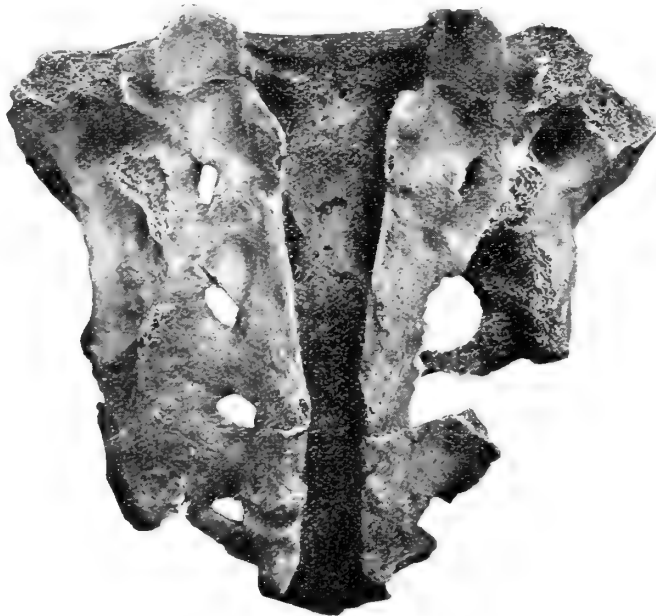


Fig. 41. Kreuzbein mit Spina bifida ossis sacri von dem Wohnplatze bei Gullrum.  $\frac{2}{3}$ .

prähistorischen Krankheiten klar geworden. Ich habe schon bei dem jungen Vistesködel aus früher Steinzeit eine Skaphocephalie durch frühzeitige Knochenkrankheit der Scheitelbeine nachgewiesen. NIELSEN hat uns in seiner letzten Arbeit einen Bericht über die Krankheiten, die er an den dänischen Steinzeitknochen ablesen konnte, gegeben. Ich will hier ebenfalls eine kurze Mitteilung anschliessen, über die Krankheitsanzeichen, die ich an den zu meiner Verfügung stehenden schwedischen Knochenresten aus der Steinzeit gefunden habe.

Die *Sutura frontalis* war dauernd bei dem weiblichen Schädel N:o 11, Tafel V, aus Visby. Bei seinen Schädeln N:o 12, 22 und 27 aus Västergötland hatte RETZIUS die *Sutura frontalis* beobachtet.

*Spina bifida ossis sacri.* Nichtzusammengeschlossene Wirbelbogen des Sacrum habe ich in drei Fällen angetroffen. Das eine Kreuzbein war ein schönes Beispiel dieser Hemmungsbildung und ist hier in Fig. 41 abgebildet. Es gehört zu dem Skelette eines ca. Dreissigjährigen von Gullrum auf Gotland. Die beiden anderen Kreuzbeine oder richtiger Kreuzbeinteile mit dieser Bildung stammen, das eine von einem Erwachsenen und das andere von einem Kinde aus dem Ganggrabe bei Mysinge auf Öland.

*Zusammenwachsung der End- und Mittelphalanx einer Zehe* habe ich in zwei Fällen an den Knochen des Ganggrabes bei Mysinge auf Öland gefunden. Solche Zusammenwachsungen der End- und Mittelphalanx der fünften Zehe, Fig. 42, sind in den meisten Fällen als eine Hemmungsbildung aufgefasst worden. Trifft es aber andere Zehen, Fig. 43, so liegt gewiss eine pathologische (arthritische) Bildung vor.



Fig. 42.



Fig. 43.

Fig. 42 und 43. Zusammenwachsene End- und Mittelphalanx; Fig. 42 der fünften Zehe; Fig. 43 einer mittleren Zehe. Aus dem Ganggrabe bei Mysinge.  $\frac{1}{1}$ .

*Arthritis deformans* ist die gewöhnlichste Krankheit, die man bei prähistorischen Knochen antrifft, und diagnostizieren kann. Ich habe arthritische Knochen von Öland und Gotland gefunden und bilde einige von diesen hier ab. Der Radius von Öland mit seinem sehr veränderten Capitulum erweist sich mit seinem grossen Osteophytkamm als eine echte *Arthritis deformans* (Fig. 44 und 45). Von der reichlichen Sammlung der arthritischen Wirbel gebe ich hier zwei Bilder der *Arthritis deformans simplex* mit reichlichen Osteophytenbildungen. Die



Fig. 44 und 45. Radius mit *Arthritis deformans Capituli*. Aus dem Ganggrabe bei Mysinge.  $\frac{1}{1}$ .

Fig. 46 zeigt zwei Wirbel, die zu dem männlichen Skelette des Schädels N:o 10 von Visby gehören. Der Wirbel Fig. 47 ist von Mysinge. Von den Mysinger Knochen stammt auch die beiden ankylosierten, zusammengewachsenen und veränderten Wirbel,

die eine Kyphose andeuten, Fig. 48. Noch ein Beispiel der *Arthritis deformans anchylopoietica* zeigt Fig. 49, bei den zweiten und dritten Halswirbeln die in der Knochen-sammlung von Hemmor gefunden worden sind. Über die Ursache der eigentümlichen Knochenbildung des linken Processus transversus atlantis (Fig. 36—38), die auch ein falsches Gelenk auf dem Hinterhauptbeine zustande gebracht hat (Fig. 35), wage ich



Fig. 46. Zwei Lendenwirbel mit Arthritis deformans simplex. Gehört zum Schädel N:o 10 von Visby.  $\frac{1}{1}$ .

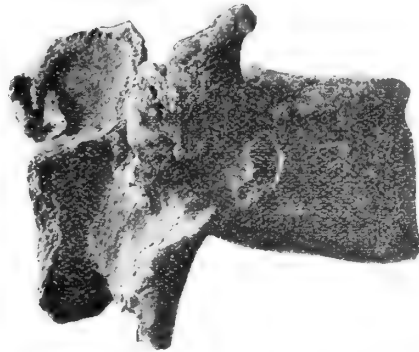


Fig. 47. Ein Lendenwirbel mit Arthritis deformans simplex. Aus dem Ganggrabe bei Mysinge.  $\frac{1}{1}$ .

mich nicht auszusprechen. Ich habe schon oben bei der Beschreibung des Schädels N:o 27 aus Slutarp in Västergötland diese Bildungen erwähnt.

Eine Exostose auf der inneren rechten Seite des Stirnbeins (Fig. 50) habe ich an demselben Schädel N:o 27 von Slutarp gesehen und bilde sie hier ab.



Fig. 48. Zwei zusammengewachsene Brustwirbel. Arthritis deformans anchylopoietica. Aus dem Ganggrabe bei Mysinge.  $\frac{1}{1}$ .



Fig. 49. Zusammengewachsene Epistropheus und dritte Halswirbel. Arthritis deformans anchylopoietica. Aus dem Wohnplatze bei Hemmor.  $\frac{1}{1}$ .

Eine kleine pathologische Veränderung an dem Stirnbein des Schädels N:o 18 von Hunnebo in Bohuslän, kam möglicherweise als *tuberkulotisch* aufgefasst werden. Karies der Zähne habe ich oben im Zusammenhang mit den Schädelbeschreibungen geschildert. Ich habe nämlich Zahnkaries bei Zähnen von Skåne, Öland, Gotland (Sixarve) und Västergötland gefunden. Wenigstens zweimal habe ich *Zahnfistel* konsta-

tieren können. Als von ganz besonderem Interesse ist zu erwähnen, in wie hohem Grade die beiden Menschen aus dem Flachgrabe in Hvellinge sowohl das alte Weib als der erwachsene Mann von Zahnkaries angegriffen worden waren.

An dem Schädel N:o 12 fehlt ein grosser Teil des rechten Oberkiefers. Das ganze macht den Eindruck, als ob zwei Zähne mit naheliegender Alveolarfortsatzpartie durch Gewalt einmal ausgeschlagen worden wären.

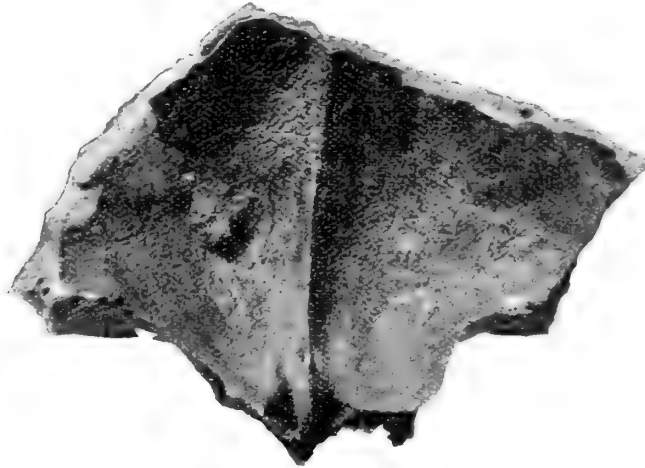


Fig. 50. Eine Exostose auf der inneren Seite des Stirnbeins des Schädels N:o 27.  
Aus dem »Dös«-grabe bei Slutarp.  $\frac{1}{1}$ .

Eine gut geheilte *Fractura ossis femoris* des unteren Drittels eines Knochens von Mysinge ist der einzige Knochenbruch, den ich angetroffen habe.

Fälle von Schädeltrepanation habe ich ebensowenig wie RETZIUS bei unserem Material aus der Steinzeit gesehen. In Dänemark haben SÖREN HANSEN und NIELSEN viele sehr interessante Fälle angetroffen und beschrieben.

Möglicherweise können einige Fälle der gewiss nicht bedeutenden *Clinocephalie* bei den Schädeln, die ich oben beschrieben habe, von artifiziellen Ursachen herrühren.



## Anhang.

---

### Tierknochen aus den steinzeitlichen Wohnplätzen in Visby und bei Hemmor sowie aus einem Öländischen Ganggrabe.

Von

Otto Holmqvist.

(Universität Lund.)

Das Material, das dem nachstehenden Verzeichnis zu Grunde liegt, befand sich teilweise unter den aus obigen Fundörtern stammenden menschlichen Skeletten und wurde mir vom Herrn Prof. CARL M. FÜRST zwecks der Bestimmung übergeben; ausserdem sind mir neuerdings viele Knochen aus Visby und besonders Hemmor von dem Historischen Museum in Stockholm zur Verfügung gestellt worden, um so einen wo möglich vollständigen Überblick der fraglichen Fauna zu gestatten. Leider kamen mir diese Knochenreste so spät in die Hände, dass ich sie nur hinsichtlich des Fundes von Visby verwerten konnte; jener Teil meines Verzeichnisses, der sich auf diesen Platz bezieht, dürfte somit allem aufgehobenen Material entsprechen, obschon der Mangel an Vogel- und Fischknochen etwas verdächtig erscheint, wenn es sich um die Mahlzeitreste eines Jäger- und Fischervolks, das überdies seine Angelhaken unter den Knochen hinterlassen hat, handelt. Meine Angaben über die Fünde aus Hemmor und aus Öland beziehen sich also *nur* auf die mir von FÜRST mitgeteilte kleine Sammlung.

Die bei weitem überwiegende Mehrzahl der Knochen rührt vom *Schweine* her: fast alle Teile des Skelettes sind vertreten und zwar sehr oft in jungen bis jüngsten Alterstufen. Recht viele Knochen sind derart gross und kräftig, das sie vielleicht dem wilden Schweine, dem *Sus scrofa ferus antiquus* RÜTIM., hinzuzurechnen wären, können aber ebensogut von alten Individuen einer grossen und wenig degenerierten, *zahmen* Rasse entstammen. Vergl. PIRA, Studien zur Geschichte der Schweinerassen, insbesondere derjenigen Schwedens; in den Zoolog. Jahrbüchern, Supplement 10. H. 2. Jena 1909. Die allermeisten Knochen aber, und ganz besonders alle Schädelreste, gehören sicher einer kleinen, z. Teil sehr kleinen, domestizierten Rasse, welche dem s. g. Torfschwein ganz gut entspricht. Mehrere im Wohnplatze von Visby ausgegrabene Pfieme sind aus der unteren Hälfte der Schweine-fibula verfertigt worden;

so u. a. der von WENNERSTEN in »Fornvännen«, H. 4, 1909, S. 201, abgebildete und auf S. 202 als ein Vogelknochen erwähnte, schön erhaltene Pfriem. Ein Einzelaufrechnen der bestimmten Schweineknochen entbehrt das Interesse und wird im nachfolgenden unterlassen.

Dem Schwein an Zahl der aufbewahrten Reste nächstkommend sind die *Robben*. Ihr häufigster Vertreter ist die Sattelrobbe (*Phoca groenlandica* FABRICIUS); von den mit Sicherheit zu bestimmenden Robbenknochen gehören nur drei anderen Arten und zwar *Phoca hispida* SCHREBER (2 Stücke) und *Halichoerus grypus* (FABR.) (1 Stück). *Phoca vitulina* (LIX.) findet sich nicht unter den Knochenresten, insofern diese bestimmbar sind. Da der Erhaltungszustand der Robbenknochen grösstenteils ein sehr unglücklicher war, und da mir auf der anderen Seite gerade diese Knochen ein besonderes Interesse zu besitzen schienen, habe ich sie in zweifelhaften Fällen dem Urteil einer Autorität auf dem Gebiete der speziellen Osteographie, dem Herrn Vice-Inspektor H. WINGE an dem Zoologischen Museum der Kopenhagener Universität, unterstellt; ich sage dem Herrn Inspektor meinen aufrichtigen Dank für die wertvollen Mitteilungen, womit er meinen Anfragen liebenswürdigerweise entgegengekommen ist. Da ich eine schon angefangene Untersuchung über unsere Robben in prähistorischer Zeit in Erwartung einer grösseren Materialsendung vorläufig unterbrechen musste, bin ich genötigt, jede nähere Erörterung der diesbezüglichen Fragen für eine spätere Gelegenheit aufzuheben. Auf einiges möchte ich jedoch schon jetzt hinweisen:

Die Sattelrobbe trat während der Steinzeit sehr häufig in der Ostsee auf; schon allein aus dem Wohnplatze von Visby, wo das untersuchte Bodenareal nur 40 Meter Länge und 2 Meter Breite beträgt, stammen 10 Schläfenbeine, und eine nähere Besichtigung gibt an die Hand, dass sich kein richtiges Paar aus diesen Knochen zusammenstellen lässt. Wir haben folglich hier, insofern die Schläfenbeine in Betracht kommen, Überreste von 10 Individuen, eine Zahl, die natürlich nur einem schwindenden Bruchteil des tatsächlichen Vorkommens entspricht. Die aufgefundenen Knochen können somit nicht unmittelbar von mehr oder minder zufällig durch den Sund und die Belte eingewanderten Individuen herrühren: die Ostsee besass einen festen, starken Stamm von Sattelrobben.<sup>1</sup> Die Frage, ob dieser als ein Glacialrelikt aufzufassen ist, muss ich gegenwärtig unbeantwortet lassen, halte jedoch eine solche Möglichkeit für unwahrscheinlich. Und diese baltische Sattelrobbe zeichnete sich in der Regel durch eine auffallend geringe Grösse aus. Auch in den dänischen »Kjökkenmöddingen« finden sich die Knochen der Sattelrobbe, aber sehr spärlich, vor; auf 17 robbenführende die ganze Steinzeit umfassende Fundörter kommen nicht mit Sicherheit mehr als 12 Individuen, und von diesen gehören 5 der jüngeren Steinzeit an (WINGE, Om jordfundne Pattedyr fra Danmark; in »Vidensk. Meddel. fra den naturh. Foren. i Kjöbenhavn«, 1904).

<sup>1</sup> Etwa gleichalterige Funde von den Knochen der baltischen Sattelrobbe sind schon von G. ADLERZ (2 Individ. aus Littorina-thon bei Sundsvall, in »Geol. Fören. Förhandl.«, Bd. 28, S. 189) und von MUNTHE (1 halber Unterkiefer aus Hoburgen auf Gotland, in »Sveriges Geolog. Undersökning«, Ser. Ca., Nr. 4, 1910) beschrieben worden.

In schroffem Gegensatz zu dem jetzigen Befunde steht die relativ grosse Seltenheit des *grauen Seehundes* an den Gestaden des steinzeitlichen Gotlands, insofern sein Vorkommen aus den in den untersuchten Kulturschichten erhaltenen Knochen ersichtlich ist. Dies fällt um so mehr auf, da gerade diese Robbe in den gleichzeitigen Ablagerungen Dänemarks ganz massenhaft auftritt (WINGE, l. c.).

Die *Hundeknochen* aus Hemmor deuten auf eine Rasse von etwa Schakalengrösse hin, wären somit dem gewöhnlichen s. g. Torfhund hinzuzurechnen. Die aus dem Öländischen Ganggrab stammenden Hundeknochen dagegen haben einem Tiere, das dem Windhunde an Grösse gleichkam, zugehört; der Atlas erreicht ganz dieselben Dimensionen wie bei einem grossen Windhund, hat aber kräftigere Muskel-festen. Das Kreuzbein stimmt in jeder Beziehung mit demjenigen des Wolfes überein und ist in der Tat durch nichts von diesem zu unterscheiden. Diese grosse Form dürfte mit dem wolfsähnlichen *Canis Inostranzewi* ANUTSCHIN, der in steinzeitlichen Ablagerungen am Ladogasee sowie in den Pfahlbauten der Westschweiz vorkommt, zusammenfallen. Wie dieser sich wiederum zu den übrigen prähistorischen Hundeformen verhält, ist fortwährend eine offene Frage.



Fig. 51.



Fig. 52.

*Sula bassana* LIN. aus dem Wohnplatze in Visby. Rechter Mittelhandknochen; Fig. 51 Aussenseite, Fig. 52 Innenseite. Natürl. Grösse.

Der Fund eines Knochens von dem Tölpel (*Sula bassana* LIN.) in dem Wohnplatze zu Visby ist von Interesse. Das Tier mag ja nur ein vereinzelter, windgetriebener Streifer gewesen; es wäre auf der anderen Seite ein eigentümlicher Zufall, wenn solch' eine *rara avis* nicht nur erbeutet sondern bis auf den heutigen Tag erhalten worden war. Die Möglichkeit, dass der Tölpel ähnlich wie z. B. der Riesenalk eine viel grössere Verbreitung in prähistorischer Zeit besass als späterhin, ist bei weitem nicht ausgeschlossen; geeignete Brutplätze gab es an den felsigen Teilen der Ostseeküste genug, und die damalige Ostsee entsprach sicher viel mehr als die jetzige den Bedürfnissen dieses Vogels in Bezug auf Klima und Nahrungsverhältnisse. Ein vereinzelter Knochen des Tölpels ist aus den älteren steinzeitlichen Kulturschichten Dänemarks (unfern der Nordsee) bekannt geworden (WINGE in »Affaldsynger fra Stenalderen i Danmark«, Kjöbenhavn 1900, S. 83), und merkwürdigerweise dasselbe Stück wie der Fund von Visby.

Heutzutage ist der Tölpel, so viel ich weiss, niemals an der Ostsee beobachtet worden.

*Verzeichnis der bestimmten Knochen (mit Ausnahme der Schweineknochen).*

1. Visby.

*Erinaceus europæus* LIN. 1 Oberarm. Die Vermutung MUNTIE's (Studier öfver Gotlands senkvartära historia; Sveriges Geologiska Undersökning. Ser. Ca, N:o 4, 1910), dass der Igel in der Steinzeit vom Menschen nach Gotland eingeführt wurde, ist wohl nicht zutreffend. Eine Landverbindung mit dem Kontinent über die Insel Bornholm, wie sie die geologischen Befunde wenigstens sehr wahrscheinlich machen, dürfte vielmehr dem Tier eine natürliche Einwanderungsmöglichkeit dargeboten haben.

*Canis familiaris palustris* RÜTIM. 1 Jochbein; 1 untere Epiphyse des Oberschenkels.

*Vulpes vulpes* LIN. 1 halber Unterkiefer. Der Knochen hat einem alten Individuum zugehört, ist aber verhältnismässig klein.

*Halichoerus grypus* (FABR.). Ein etwas beschädigtes *os cuboideum* gehört nach WINGE dieser Art.

*Phoca groenlandica* FABR. 1 Bruchstück des linken Stirnbeines; 1 grösseres Bruchstück des Hinterhauptsbeines mit Gelenkhöcker, rechts; 4 rechte, 5 linke Schläfenbeine; 1 Bruchstück vom Schläfenbein; Bruchstücke von 2 verschiedenen Schulterblättern; 2 Oberarme; 1 untere Hälfte desselben Knochens; 1 halbes Becken (jung); 1 Bruchstück vom Beckenbein; 1 Oberschenkel ohne untere Epiphyse; 1 Bruchstück vom Unterteil des Oberschenkels. Die beiden letzten Knochen rühren nach WINGE von dieser Art her.

*Phoca hispida* SCHREBER. 1 Schläfenbein; 1 halbes Becken. Ausserdem sind nach WINGE folgende, grösstenteils sehr beschädigte Knochen wahrscheinlich der Ringelrobbe hinzuzurechnen; 1 Bruchstück des Schulterblattes; Bruchstücke von 2 jungen Oberarmen; 1 Oberteil der Speiche; Bruchstücke von 2 Becken; 2 junge Oberschenkel ohne Epiphysen; 1 Bruchstück vom Scheinbein; 1 obere Epiphyse von Scheinbein + Wadenbein; 3 Mittelfussknochen. Da aber in der ganzen Sammlung das Schläfenbein, ein sehr widerstandsfähiger Bestandteil des Robbenskelettes, nur in einem einzigen Stück vorhanden ist, und da es sich zugleich herausstellt, dass die soeben aufgerechneten Knochen von mehreren Individuen herrühren müssen, scheint es mir wohl denkbar, dass einige dieser Knochen von der Sattelrobbe entstammen können, zumal da diese meistens in so kleiner Gestalt auftritt, dass ihre Knochen in vielen Fällen, bei der überdies grossen Ähnlichkeit mit denjenigen der Ringelrobbe, kaum von diesen zu unterscheiden sind.

*Lepus timidus* LIN. 1 halber Unterkiefer; 1 obere Hälfte der Speiche; 1 Darmbein; 1 Mittelfussknochen, in einen Pfriem verarbeitet; obere Hälfte eines Mittelfussknochens.

*Bos taurus domesticus*. 1 Bruchstück des Stirnbeines mit Hornzapfen; 3 Backenzähne; 1 Bruchstück des Schulterblattes; 1 obere Epiphyse der Speiche; 1 Mittelhandknochen; Bruchstück eines Mittelfussknochens; 4 Zehenglieder.

*Ovis aries* LIN. 1 Bruchstück des Unterkiefers mit Articular- und Angularfortsätzen; 1 junger Mittelhandknochen.

*Sula bassana* LIN. 1 Mittelhandknochen.

## 2. Hemmor.

*Canis familiaris palustris* RÜTIM. 1 halber Unterkiefer; 1 Oberschenkel; 1 Scheinbein; 1 Wadenbein; 1 Mittelfussknochen.

*Phoca groenlandica* FABR. 1 Schläfenbein; ? 1 Oberschenkel.

? *Phoca hispida* SCHREB. 1 Bruchstück des Beckens rührt nach WINGE wahrscheinlich von der Ringelrobbe her.

## 3. Öland.

*Canis familiaris*. 3 Eckzähne; 1 Atlas; 1 Brustwirbel XI; 1 Kreuzbein; 1 Mittelhandknochen; 1 Mittelfussknochen.

? *Vulpes vulpes* (LIN.). Ein Schwanzwirbel.

(*Felis domestica*. 1 halber Unterkiefer, jung; 1 Oberarm, jung; 1 halbes Becken, ebenfalls. Die Katzenknochen haben mit dem ursprünglichen Inhalt des Grabes nichts zu thun; ihr Aussehen, das übrigens ganz rezent ist, schliesst jeden Gedanken auf die Wildkatze aus.)

*Microtus terrestris* (LIN.). Sehr beschädigter Schädel. Wahrscheinlich ein späterer Zuschuss des Grabinhaltes.

*Lepus timidus* LIN. 1 Bruchstück des Beckens; 2 Mittelfussknochen, der eine mit zühörendem 1:sten Zehenglied.

*Bos taurus domesticus*. 1 Gelenkteil des Schulterblattes; 1 Bruchstück des Kreuzbeines; 1 Scheinbein mit zühörenden Sprung- und Fersenbeinen; 1 Fersenbein.

*Ovis aries* LIN. Zweite, fünfte und sechste Halswirbel; 2 Halswirbel VII; 3 Brustwirbel; 1 Lendenwirbel; 2 Oberarme; 1 Speiche; 1 untere Epiphyse des Mittelfussknochens; 1 Sprungbein.

(*Bufo bufo* [LIN.]. 3 Oberschenkel, 1 Unterschenkel; sind wahrscheinlich in späterer Zeit in den Grab hineingekommen.)

**Tafelverzeichnis.**

- Tafel I.* Der Schädel Nr. 1 aus Hvellinge, Skåne.  
*Tafel II.* Der Schädel Nr. 2 aus Hvellinge, Skåne.  
*Tafel III.* Der Schädel Nr. 5 aus Mysinge, Öland.  
*Tafel IV.* Der Schädel Nr. 10 aus Visby, Gotland.  
*Tafel V.* Der Schädel Nr. 11 aus Visby, Gotland.  
*Tafel VI.* Der Schädel Nr. 12 aus Visby, Gotland.  
*Tafel VII.* Der Schädel Nr. 13 aus Visby, Gotland.  
*Tafel VIII.* Der Schädel Nr. 15 aus Hemmor, Gotland.  
*Tafel IX.* Der Schädel Nr. 17 aus Hunnebo, Bohuslän.  
*Tafel X.* Der Schädel Nr. 18 aus Hunnebo, Bohuslän.  
*Tafel XI.* Der Schädel Nr. 19 aus Hunnebo, Bohuslän.  
*Tafel XII.* Der Schädel Nr. 21 aus Slutarp, Västergötland.  
*Tafel XIII.* Der Schädel Nr. 22 aus Slutarp, Västergötland.  
*Tafel XIV.* Der Schädel Nr. 23 aus Slutarp, Västergötland.  
*Tafel XV.* Der Schädel Nr. 29 aus Slutarp, Västergötland.  
*Tafel XVI.* Der Schädel Nr. 31 aus Slutarp, Västergötland.

## Inhalt.

	Seite
<b>Einleitung</b> . . . . .	3
<b>Beschreibung der Schädel</b> . . . . .	6
<i>Schädel aus Skåne</i> . . . . .	7
Schädel aus Flachgräber im Kirchspiele Hvellinge . . . . .	7
Schädel aus einem Flachgrabe bei Virestad im Kirchspiele Brösarp . . . . .	12
<i>Schädel von Öland</i> . . . . .	13
Schädel aus einem Ganggrabe bei Mysinge im Kirchspiele Resmo . . . . .	13
<i>Schädel aus Gotland</i> . . . . .	19
Schädel aus einem Wohnplatze in der Stadt Visby . . . . .	19
Schädel aus einem Wohnplatze bei Gullrum . . . . .	22
Schädel aus dem Wohnplatze bei Hemmor im Kirchspiele När . . . . .	24
Schädel von Sixarve im Kirchspiele Alskog . . . . .	27
<i>Schädel aus Bohuslän</i> . . . . .	27
Schädel aus einem Ganggrabe bei Hunnebo im Kirchspiele Tossene . . . . .	27
<i>Schädel aus Västergötland</i> . . . . .	30
Schädel aus einem »Dös«-grabe bei Slutarp im Kirchspiele Kinnevad . . . . .	30
<b>Besprechung der Schädelmasse und Schädelformen</b> . . . . .	45
<i>Anomale und pathologische Veränderungen der Knochen aus den obenerwähnten steinzeitlichen Gräbern</i> . . . . .	67

## ANHANG.

OTTO HOLMQVIST, Tierknochen aus den steinzeitlichen Wohnplätzen in Visby und bei Hemmor sowie aus einem Öländischen Ganggrabe . . . . .	71
---	----

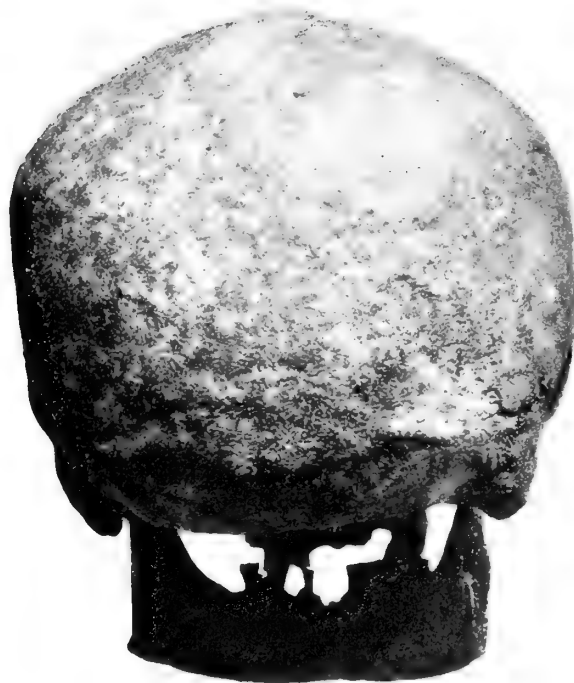
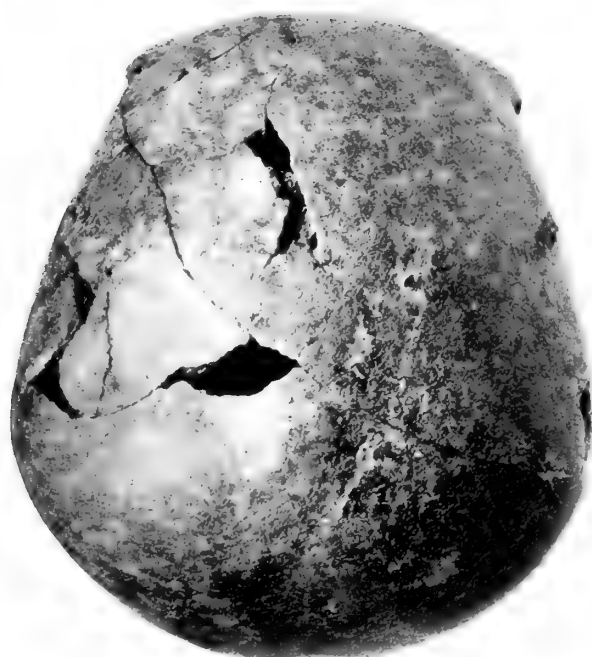
Tryckt den 12 oktober 1912.





















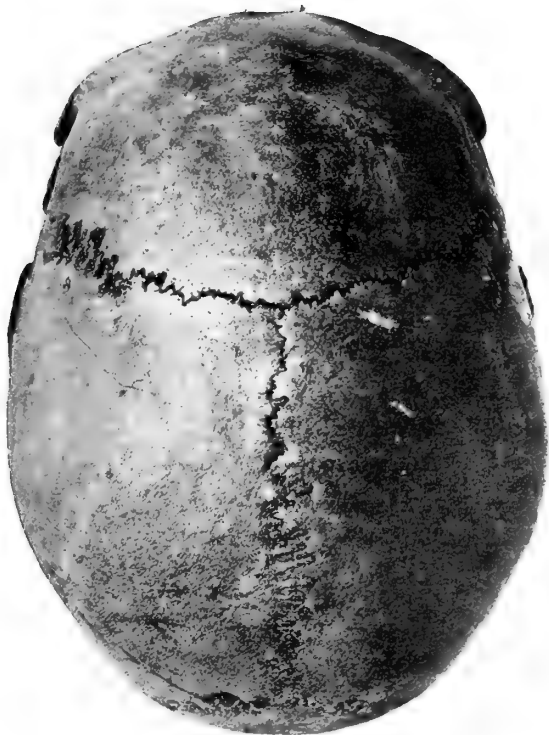




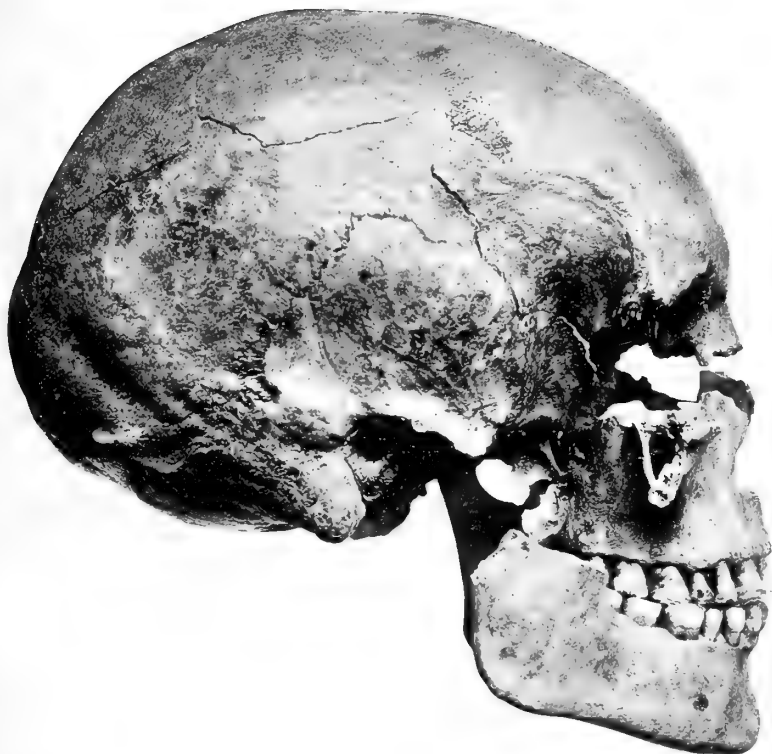


















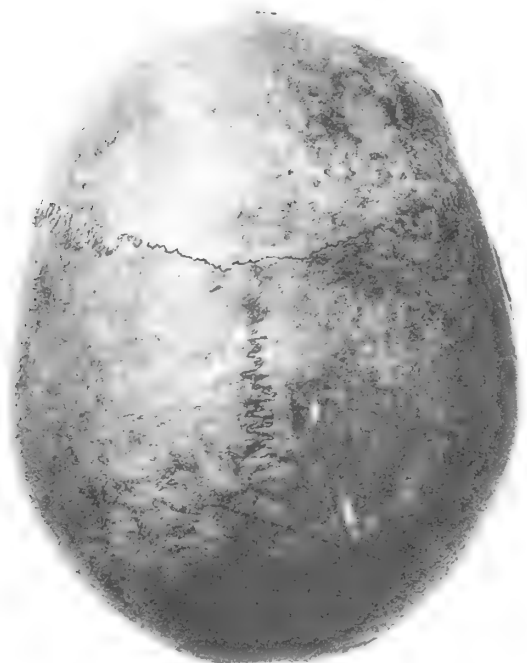
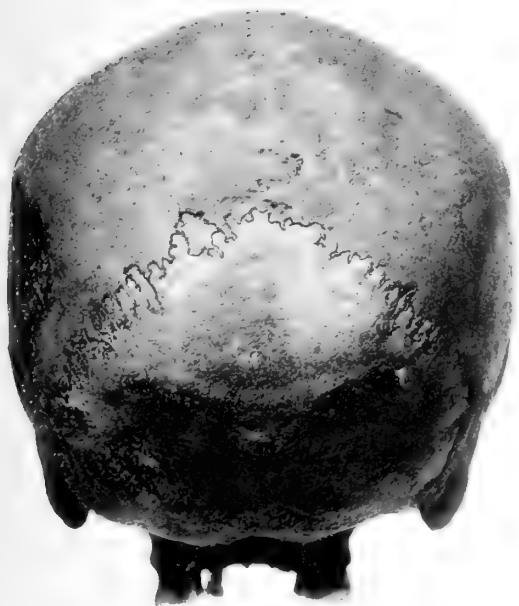










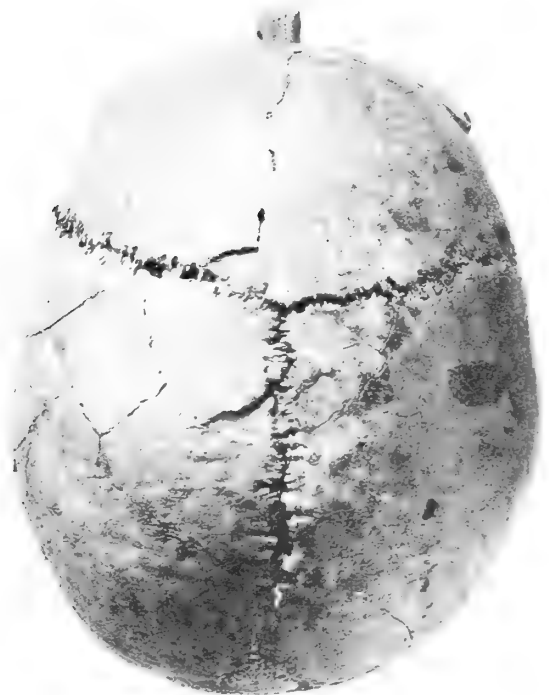




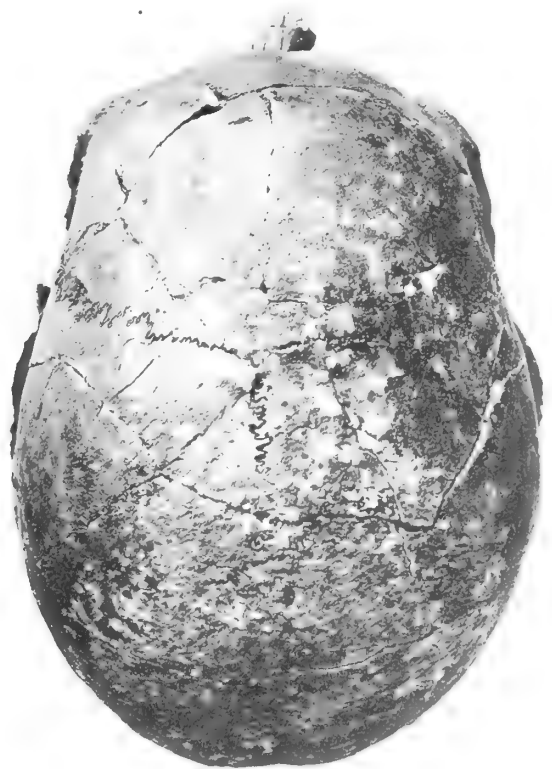




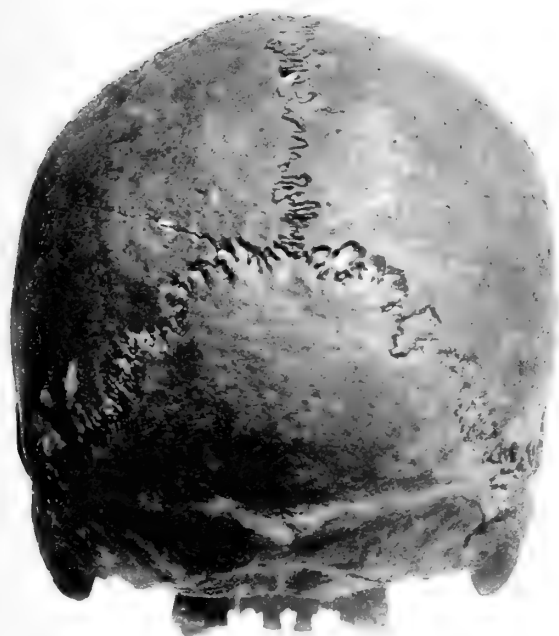
















KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 49. N:o 2.

WEITERE UNTERSUCHUNGEN

ÜBER


DIE MORPHOLOGISCH NACHWEISBAREN  
STOFFLICHEN VERÄNDERUNGEN

DER MUSKELFASERN

VON

PROFESSOR D:R EMIL HOLMGREN

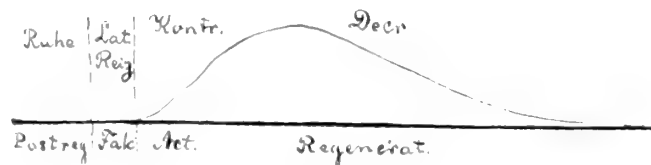
MIT 12 TAFELN UND 4 ABBILDUNGEN IM TEXTE



UPPSALA & STOCKHOLM  
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.  
1912

gendermassen ab: »Tel est le résumé des travaux de HOLMGREN, appuyés sur de nombreuses observations qu'illustrent une série de microphotographies très démonstratives. Il est possible que certains de ces observations soient inexacts, peut-être par la trop grande précision même que l'auteur a voulu leur donner, ou que l'interprétation de certains détails soit fautive. Il n'en demeure pas moins que l'ensemble des ces recherches sur l'histophysiologie musculaire est tout à fait impressionnant. On peut dire que HOLMGREN a réellement ouvert une voie nouvelle d'investigation, en faisant entrer en ligne de compte dans les phénomènes de l'activité du muscle le sarcoplasme et ses grains, auxquels jusqu'alors on s'était contenté d'accorder un rôle trophique et dont on avait tout au plus soupçonné le rôle fonctionnel, sans le préciser. Le progrès accompli par HOLMGREN dans l'étude histophysiologique du muscle nous parait comparable à celui qui a été réalisé du jour où l'on ne s'est plus contenté de définir la participation du cytoplasma à la vie cellulaire, en disant simplement qu'il était l'usine de la cellule et que sa substance en était l'ouvrier, mais où on a cherché à préciser cette notion par trop générale et trop vague, en tenant un compte physiologique des formations protoplasmiques variées que l'observation morphologique révélait dans la cytoplasma.» — Vor solchen schwerwiegenden Aussprechungen muss ich annehmen, dass ich durch meine Muskelstudien in der Tat etwas nützlich geleistet habe.

An den Muskelfasern habe ich den verschiedenen Stadien der myographischen Zuckungskurve entsprechende Phasen stofflicher Umsetzungen aufgefunden und zwar sowohl hinsichtlich der kontraktiven Fibrillen, als auch der interfibrillären Substanz, des Sarkoplasmas. Ich möchte hier einleitungsweise eine myographische Kurve wiedergeben, um den Kongruenz der verschiedenen Perioden dieser Kurve mit den von mir aufgefundenen Stadien stofflicher Transformationen zu zeigen (Textfig. 1).



Textfig. 1.

An der Zuckungskurve kann man bekanntlich seit HELMHOLTZ' Tagen folgende Perioden oder Einzelheiten auseinanderhalten. 1. »Stadium der latenten Reizung« (Lat. Reiz. der Figur); 2. »Stadium der steigenden Energie« (Kontr. d. Figur) und 3. »Stadium der sinkenden Energie« (Deer. d. Figur). Wenn überhaupt die physiologische Tätigkeit der Muskelfasern ihren Grund in stofflichen Umsetzungen hat, so darf man wohl, wie schon oben gesagt, a priori annehmen, dass die verschiedenen Perioden der myographischen Kurve ihre entsprechenden Phasen stofflicher Transformationen haben müssen. Ich habe nun in der Tat zeigen können, dass diese Phasen

sowohl den kontraktiven Fibrillen, als auch dem interfibrillären Sarkoplasma eigen sind. Die dem »Stadium der latenten Reizung« entsprechende Phase habe ich als *das fakultative Stadium* bezeichnet (Fak. der Figur), weil die Fibrillen infolge der Absorption gewisser eiweissartiger Materie aus dem Sarkoplasma her eine solche Zusammensetzung bekommen, dass sie, wenn sie gereizt werden, sich unmittelbar, momentan kontrahieren können. — Die dem »Stadium der steigenden Energie« entsprechende Periode habe ich als *Aktivitätsstadium* (Act. der Fig.) bezeichnet auf Grund der in der Kontraktion stattfindenden Umsetzung, beziehungsweise Auflösung und Quellung der Materie, welche die Fibrillen im fakultativen Stadium aufgenommen haben. — Das »Stadium der sinkenden Energie« endlich wird in meiner Nomenklatur *Regenerationsstadium* genannt (Regenerat. d. Fig.), infolge der in der Dekreszenzperiode vorsichgehenden Absorption von aussen her in das Sarkoplasma hinein solcher Stoffe, die für die Tätigkeit der Fibrillen unumgänglich zu sein scheinen und von denen gleich oben die Rede war. — Der der »Ruhe« der myographischen Kurve entsprechende Zustand der Muskelfaser, den ich *Postregenerationsstadium* genannt habe (Postreg. d. Fig.), stellt in der Tat die vollständige Ruhe der Muskelfaser dar, worin die Fibrillen noch nicht mit den Stoffen geladet sind, die für das fakultative Stadium kennzeichnend sind, und auch gleichzeitig in keinem solchen Zustande sich befinden, dass sie bei Reizung momentan in Kontraktion übergehen können.

### Technisches.

In Betreff der histologischen Methoden, wovon ich mich bedient habe, habe ich schon in meinen früheren Publikationen über das fragliche Thema hervorgehoben, dass keine Methode wenigstens für mich so viel hat leisten können, als die BENDA'sche Mitochondrienmethode. Ich verwende also das starke FLEMMING'sche Gemisch nach BENDA's Vorschrift, d. h. 1% Chromsäure 15 ccm, 2% Überosmiumsäure 4 ccm, Eisessig 3 Tropfen. Das Präparat bleibt in der Fixierung wenigstens 8 Tage; sodann Nachbehandlung: einstündige Wässerung; Acet. pyrolignos. rectificat. + 1% Chromsäure  $\bar{a}\bar{a}$  partes auf 24 Stunden; 2% Kaliumbichromat auf 24 Stunden mit nachfolgender 24-stündiger Wässerung. Sodann Entwässerung u. s. f. Um die Muskelfasern momentan zu tödten und fixieren habe ich bei den Insekten stets die Fixierungsflüssigkeit durch eine Stichinjektion in Thorax eingeführt. Nach einigen Minuten habe ich den Inhalt des Thorax in einem Gazebeutel eingeschlossen und in der Fixierungsflüssigkeit aufgehängt, um eine so vollständige Drainage als möglich zuwegebubringen. Bei dem Studium der Muskelfasern der Säugetiere habe ich mit Vorliebe das Zwerckfell benutzt, weil es so dünn ist und leicht ausgespannt werden kann. Vor der Ausbreitung auf einer Korkeplatte habe ich die Fixierungsflüssigkeit von dem Herzen aus injiziert, seitdem ich jedoch eine vorläufige Injektion durch physiologische Kochsalzlösung bei Körpertemperatur von derselben Stelle aus vorgenommen hatte.

Bei der Färbung der angefertigten sehr dünnen (2—3  $\mu$  dicken) Paraffinschnitte habe ich mich in den letzten Jahren besonders von der BENDA'schen Alizarin-Krystallviolettmethodē bedient. Früher kam auch die HEIDENHAIN'sche Eisenalaunhämatoxylinmethode zu ausgedehnter Verwendung. Über meine experimentelle Methodik werde ich an geeigneten Stellen weiter unten berichten. Übrigens kann ich auf meine früheren Arbeiten verweisen.

## Flügelmuskelfasern der Libelluliden.

In dieser Muskelfaserart hat man für Muskelstudien in der fraglichen morphologischen Richtung ein Objekt, das so weit meine Erfahrung hinreicht — unvergleichlich geeignet ist. Die Befunde, die man an derselben in fast schematischer Deutlichkeit machen kann, kehren doch an allen Muskelfaserarten mit reger und anhaltender Tätigkeit prinzipiell wieder. Ich habe schon vorher eine eingehende Beschreibung dieser Muskelfasern in verschiedenen funktionellen Stadien geliefert.<sup>1</sup> Ich möchte doch hier an den wesentlichsten Details dieser Beschreibung erinnern, aber auch neue Erfahrungen hinzufügen.

### I. Fakultatives Stadium.

Das *Längsschnittsbild* dieser Phase fällt hinsichtlich der kontraktiven Fibrillen mit demjenigen der sog. Extension der Muskelfasern zusammen (Tafel I Mikrophotogr. 1, 2 und 3). Durch die Alizarin-Krystallviolett-färbung werden die Querscheiben (Q) der Fibrillen (a an den Mikroph.) tief blau tingiert, während die niedrigen isotropen Streifen (I) ungefärbt hervortreten; und die Zwischenscheiben (Z) sind kaum zu sehen. Zwischen den Fibrillen und zwar in der Höhe von Q treten aber in ausserordentlich regelmässiger Anordnung ovale und blasenähnliche Körperchen hervor (b an den Mikroph.), deren grösste Ausdehnung der Länge von Q genau entsprechen. Diese Körperchen, die in dem fraglichen Stadium einen homogenen, ungefärbten Inhalt und eine deutliche festere Abgrenzung zeigen, stellen die organisierten Körner der Muskelfasern dar, die ich wegen ihrer charakteristischen Lage als *Q-Körner* bezeichnet habe. Die Fibrillen nebst den zugehörigen interstitiellen Q-Körnern konstituieren die kortikale Zone, das Exoplasma, der Muskelfasern, während die zentrale Zone der Fasern (an den vorgelegten Mikrophotographien nicht zu sehen) wie ein flüssigkeitgefülltes Rohr aussieht, worin die langgestreckten und in einer einfachen Reihe angeordneten Kerne nebst sehr spärlichen und nur schwach färbbaren, unregelmässigen Körnern eingelagert sind. Die zentrale Zone stellt das Endoplasma dar. Die endoplasmatischen Körner sind nicht organisiert, sondern stellen nur zufällige Einschlüsse

<sup>1</sup> l. c.

dar, während — wie schon oben bemerkt — die exoplasmatischen Körner, die Q-Körner, wahre Organellen sind. In dem Horizonte von Z sind die Muskelfasern in transversaler Richtung bekanntlich durch die Grundmembranen (die von HEIDENHAIN als Telophragmen bezeichnet werden) in Muskelfächer eingeteilt. Diese Membranen hängen an der Oberfläche der Faser mit dem Sarkolemma zusammen.

Das *Querschnittsbild* desselben Stadiums zeigt die in der Tat blätterähnliche Form der Fibrillen (Tafel 1, Mikrophotogr. 4 bei a), die übrigens tiefblau gefärbt sind. Zwischen denselben treten die Q-Körner hervor (Mikroph. 4 bei b) mit ähnlichem Aussehen wie an den Längsschnitten. Das Endoplasma, das vergleichsweise breit ist, enthält deutlicher Weise vital etwaige Flüssigkeit, worin nur spärliche und nicht besonders färbbare Körnchen ungleicher Grösse suspendiert liegen. In der Mitte des Endoplasmas die Kerne (Mikroph. 4 c).

Die Libelluliden sind für *experimentelle Studien* sehr geeignet, indem man im Verhalten der Flügel ein sicheres Mittel hat zu beurteilen, ob die Flügelmuskelfasern bei der momentanen histologischen Fixation derselben in Ruhe oder in Tätigkeit sich befinden. Bei einer Serie von mir vorgenommenen experimenteller Versuche wurden die Tiere am Vormittag um 11—1 Uhr eingesammelt und in einem Käfig für 8—9 Stunden eingeschlossen, der so plaziert wurde, dass keine stärkeren äusseren Reize die Tiere erregen konnten. Am Abend (7—8 Uhr) des sonnigen Tages waren die Tiere noch wach. Durch eine möglichst schnelle Stichinjektion der Fixationsflüssigkeit wurden die Flügelmuskelfasern momentan getötet. Jedoch war es nicht möglich, das Fixierungsmittel so schnell anzuwenden, dass nicht wenigstens einige und zwar blitzschnelle Flügelschläge von dem Tiere ausgeführt werden konnten. Die Tiere, deren Flügel vor der Fixierung sich etwas lebhafter bewegten, wurden weggelassen. Bei der nachfolgenden Untersuchung der übrigen Tiere zeigten die Flügelmuskelfasern in auffallend prädominierender Ausdehnung das oben beschriebene fakultative Stadium; und dasselbe Verhalten kehrte bei sämtlichen wohl gelungenen Experimenten derselben Art in so konstanter Weise wieder, dass man sicher berechtigt sein kann, das Urteil zu ziehen, dass *das fakultative Stadium eben eine solche Phase der stofflichen Zusammensetzung der Muskelfasern repräsentiert, in der diese Fasern nicht kontrahiert sind* (die Flügel waren im grossen Ganzen still), *aber sich in einem solchen Zustande befinden, dass sie auf einen Reiz durch Kontraktion sogleich, blitzschnell reagieren können.* — Schon seit lange her ist übrigens den Einsichtigen bekannt, dass die Kontraktionen eben an solchen Fibrillen zustande kommen, deren Querscheiben als färbbare Segmente deutlich hervortreten und niemals an Fibrillen mit einem anderen Aussehen.

## 2. Aktivitäts- oder Kontraktionsstadium.

Das *Längsschnittsbild* dieser Periode (Tafel 1, Mikrophotogr. 5, 6 und 7) zeigt das allgemein bekannte Aussehen der kontrahierten Fibrillen. Sie sind nämlich auffallend dick; und von spezifisch gefärbten Querscheiben ist nichts zu sehen (Mikroph. 5 und 7 bei a). Gleichzeitig mit der in der Breite starken Quellung der Fibrillen sind diese auch in hohem Grade verkürzt, indem die Muskelfächer zwischen den Grund-

membranen weit niedriger sind (ungefähr zu der halben Höhe reduziert) — vergl. die Mikroph. Die in Zusammenhänge mit der Kontraktion bekanntlich hervortretenden sog. Kontraktionsstreifen beziehen sich unzweideutig zu den Grundmembranen und den Zwischenscheiben und färben sich durch die BENDA-Färbung tief blau (Mikroph. 5, 6 und 7 bei b). Die Dicke der Streifen geht doch weit über diejenige der Grundmembranen im fakultativen Stadium, wo diese letzteren als ausserordentlich zarte Gebilde hervortreten, und sie zeigen auch keine distinkte Konturierung, sondern vielmehr wie vertönen in einer schwächer oder stärker violett färbbaren Materie, die sich diffus interfibrillär ausbreitet. Die Grundmembranen haben augenscheinlich eine blaugefärbte Materie aufgenommen, die zwischen die Fibrillen hinaus zu diffundieren scheint. In dieser diffusen interfibrillären Materie liegen die Q-körner eingebettet (Mikroph. 5 und 7 bei c). Diese sind so weit verkleinert, dass ihre beiden Pole die naheliegenden Kontraktionsstreifen erreichen, und entspricht also ihre Länge der Höhe der niedrigen Muskelfächer. Die Q-körner sehen am öftesten wie kleine helle Perlen aus. Nicht selten können sie doch ungefähr dieselbe schwache Färbbarkeit zeigen wie die genannte interfibrilläre Materie. Das sehr verdrängte Endoplasma (vergl. die Mikroph.) enthält rundliche Kerne, die in einer einfachen Säule dicht aufeinander gelagert sind. Die feinen Spalten zwischen denselben und dem Exoplasma tragen grössere und kleinere rundliche Körner, die sich tiefblau färben lassen (vergl. dieselben Mikroph.). An mehreren Stellen hängen diese Endoplasmakörner mit den in ähnlicher Weise gefärbten Kontraktionsstreifen direkt zusammen.

Das *Querschnittsbild* desselben Stadiums (Tafel 2 Mikrophotogr. 8) zeigt einen bedeutenden Zuwachs in der Breite der Muskelfasern, während gleichzeitig die endoplasmatische Zone fast zu dem Umfange der Kerne reduziert worden ist. Das Querschnittsbild lässt auch erkennen, dass diese auffallende Veränderung der Muskelfasern besonders durch die Umgestaltung der blätterförmigen Fibrillen zustande kommt. Die grössten Fibrillen erstrecken sich nämlich von der Oberfläche der Fasern bis in die nächste Nähe der zentralen Kerne (Mikroph. 8 bei a). Sie sind also wesentlich verbreitet. Daneben sind die Fibrillen hochgradig verdickt und von einem homogenen, gequollenen Aussehen. Bei BENDA-Färbung zeigen sie auch eine für die Kontraktionszustände sehr kennzeichnende bräunliche oder blaurötliche Nüance. Die interfibrillären Interstitien enthalten nicht nur Q-Körner, sondern auch eine diffus verteilte und ausserordentlich feinkörnige Materie, worin die Körner eingebettet liegen. Bei BENDA-Färbung wird diese Materie sehr schwach blaugefärbt. Die Q-Körner sind bedeutend verkleinert und zeigen bezüglich ihrer Färbbarkeit entweder eine ähnliche, aber noch schwächer ausgesprochene Nüance wie die diffuse Materie, oder sind ungefärbt, vakuolenähnlich. Das zu seinem Umfange so stark reduzierte Endoplasma enthält mehr oder weniger spärliche blaugefärbte Körnchen wechselnder Grösse und Gestalt.

Bei einer Serie *experimenteller Untersuchungen* habe ich die Flügelmuskelfasern durch einen intermittenten faradischen Strom gereizt. Bei diesen Versuchen habe ich — wie ja auch a priori zu erwarten war — die Muskelfasern in auffallend grosser Anzahl in dem vorliegenden stofflichen Umsetzungsstadium wiedergefunden.

### 3. Regenerationsstadium.

Kann man Übergangsstadien zwischen das fakultative und das Aktivitäts- oder Kontraktionsstadium erkennen, indem man hin und wieder das sukzessive Abbleichen und die gleichzeitige Quellung der Querscheiben verfolgen kann, so ist doch das Regenerationsstadium, das der weit länger ausgedehnten Periode der Dekreszenze entspricht (vergl. die myographische Kurve) und weit langsamer in die Ruhephase herabsinkt, an allerlei morphologischen und stofflichen Übergängen viel reicher. Je mehr die Fibrillen und die Grundmembranen denjenigen des Kontraktionsstadiums gleichen, desto näher muss das resp. Übergangsstadium der Kontraktion stehen; und je weiter dieselben Strukturen in ihrem Aussehen sich von denen der Kontraktion entfernen, desto näher muss das resp. Übergangsstadium der Ruhephase angerückt sein. Trotzdem aber das Regenerationsstadium also zu seinem allgemeinen Aussehen eine vergleichsweise grosse Variationsbreite hat und auch haben muss, so wäre es doch meines Erachtens verfehlt, die von einander mehr oder weniger abweichenden Bilder dieses Stadiums als verschiedene Phasen zu bezeichnen; denn diese Bilder fließen innig in einander über und stellen im grossen Ganzen eine sehr typische Periode stofflicher Transformationen dar.

Ein *Längsschnittsbild* giebt Mikroph. 9 Tafel 1 wieder. Es steht dem Längsschnittsbilde des Kontraktionsstadiums deutlicher Weise sehr nahe. Die Muskelfächer sind nämlich derselben niedrigen Höhe und von einander durch tiefblau gefärbte und dicke Kontraktionsstreifen geschieden. Die diffuse interfibrilläre Materie färbt sich aber wesentlich stärker als in Kontraktion, vor allem wenn man mit dem Kontraktionsbilde Mikroph. 5 vergleicht, und geht, wie in der Kontraktion, von einem Muskelfache in die anliegenden über. An zahlreichen Stellen (besonders rechts unten in Mikroph. 9) bemerkt man weiter ein Zerspalten der genannten Materie in tiefblau gefärbten Querbändern, die den einzelnen Muskelfächern entsprechen. Die endoplasmatische Zone ist jetzt deutlich breiter als in Kontraktion und enthält dicht angehäufte und tiefblau gefärbte Körnchen oder unregelmässige Schollen, die in einander und auch an mehreren Stellen in die Kontraktionsstreifen direkt übergehen.

Ein anderes und von der Kontraktion mehr entferntes Längsschnittsbild ist in Mikrophotographie 10 Tafel 2 zu sehen. Die Muskelfächer sind noch niedrig, aber doch etwas höher als im vorigen Falle. Die Kontraktionsstreifen treten auch nicht weiter hervor, wohl aber sind die Zwischenscheiben noch blau gefärbt. Eine Mittelscheibe ist angedeutet. Die interfibrilläre, tiefblau gefärbte Materie tritt noch deutlicher als im vorigen Bilde in metamerer Anordnung auf, und zwar in der Form dunkler Querbänder, die den Muskelfächern entsprechen (Mikroph. 10 bei a); und nur hier und dort gehen sie durch die Grundmembranen durchsetzende, breitere oder schmalere Stiele in einander über. In diesen Querbändern liegen die nunmehr etwas vergrösserten Q-Körner (Mikroph. 10 bei b) eingebettet und zeigen ungefähr dieselbe Färbbarkeit wie die interfibrilläre Materie selbst. Die Endoplasmasäule (Mikroph. 10 bei c) ist deutlich breiter als im vorigen Falle und mit sehr zahlreichen, tiefblau gefärbten

Körnchen ausgefüllt. Die Kerne sind länglich-rundlich, liegen noch nahe an einander und zeigen stachelförmige Vorsprünge, die in endoplasmatische Verlängerungen der Grundmembranen direkt auslaufen. Die Chromiolen der Kerne sind desgleichen auffallend vermehrt.

Das Längsschnittsbild Mikrophotographie 11 Tafel 2 zeigt die Zwischenscheiben kaum deutlicher hervortretend als im fakultativen Stadium. Die Querbänder der interfibrillären Materie gehen an mehreren Stellen unmittelbar in endoplasmatische Schollen und Körner direkt über und hängen durch Brücken an mehreren Stellen noch mit einander direkt zusammen. Die Kerne sind langgestreckt und weiter von einander entfernt.

Das Längsschnittsbild Mikrophotographie 12 Tafel 2 zeigt die in ähnlicher Weise wie oben färbbare interfibrilläre Materie nebst den in derselben eingebetteten Q-Körnern. Die Querbänder sind jedoch nunmehr von einander vollständig geschieden. Die Muskelfächer zeigen ungefähr dieselbe Höhe wie vorher, und das breite Endoplasma ist mit grösseren und kleineren Körnern prall gefüllt. An mehreren Stellen kann man auch hier nachweisen, dass diese tiefblau gefärbten Körner in die ähnlich gefärbten Querbänder der interfibrillären Materie direkt übergehen.

Mikrophotographie 13 Tafel 2 endlich gibt in auffallender Weise die direkte Kontinuität der Endoplasmaschollen mit den erwähnten Querbändern wieder. Die bei den oben demonstrierten Längsschnitten sehr unregelmässig angeordneten Endoplasma-körner sind nämlich mit einander zusammengeflossen zu Körperchen (bei a), die Querbänder bilden, die sich von den jetzt langgestreckten Kernen in transversaler Richtung erstrecken und in ihrer Lage den exoplasmatischen Querbändern der interfibrillären Materie genau entsprechen. In diese letzteren gehen sie auch direkt über und stehen desgleichen in sehr intimer Beziehung zu den Kernen, deren oberflächlich lokalisierten chromatischen Substanzen ebenfalls — wie es scheint — transversal angeordnet sind (bei b). Die Muskelfächer sind nunmehr deutlich höher als in Kontraktion.

Das *Querschnittsbild* des Regenerationsstadiums ist etwas einheitlicher als die Längsschnittsbilder. Aber auch hier kann man sukzessive Veränderungen beobachten, die parallel mit dem gradatim vorsichgehenden Herabsinken der Zuckungskurve verlaufen. Diese Periode der myographischen Kurve hat an Querschnittsbildern zunächst ihre morphologische Bedingung in der Verkleinerung der Breite der Faser, die ihrerseits in der Abnahme der Dicke und der Breite der blätterförmigen Fibrillen ihre erste Motivierung hat. Hand in Hand mit der genannten Verkleinerung der Fibrillen geht indessen eine sukzessive Vermehrung der interfibrillären, blau gefärbten Materie und der granulären Einschlüsse des Endoplasmas, in folge dessen das Endoplasma umfangreicher wird. *Es darf wohl nicht als allzu unwahrscheinlich erscheinen, dass es in nicht geringem Grade eben diese zuwachsende stoffliche Anhäufung innerhalb der Muskelfaser bei ihrer Wiederkehr von Kontraktion zu der Ruheperiode ist, die den vergleichsweise tardierten Verlauf der Dekreszenzphase zu stande bringt.*

Mikrophotographie 14 Tafel 2 gibt Querschnittsbilder von Fasern in Regeneration wieder. Die interfibrillären Interstitien sind durch eine tiefblau gefärbte



Materie völlig ausgefüllt (bei a). Hier und dort geht diese Materie in Endoplasmakörner direkt über (z. B. bei b). Mikroph. 15 Tafel 3 zeigt dasselbe. In der genannten Materie liegen die Q-Körner eingebettet und sind von ungefähr derselben Färbbarkeit.

Mikrophotographie 16 Tafel 3 lässt bei a eine quergeschnittene Faser erkennen, die deutlicherweise der regenerativen Periode noch entspricht. Bei b dagegen sind anstatt der diffusen interfibrillären Materie mit den Q-Körnern nur die letzteren zu sehen, die tiefblau gefärbt und zwischen kontraktiven Fibrillen eingelagert sind, die vergleichsweise sehr dünn sind. Die letztgenannte Faser repräsentiert in der Tat eine völlige Ruheperiode, die sich unmittelbar aus der Regeneration entwickelt, indem gleichzeitig mit der Verdünnung der Fibrillen die interfibrilläre Materie von den Q-Körnern vollständig absorbiert wird. Von dieser Phase wird weiter unten näher besprochen.

Schon der sukzessive Übergang der Kontraktion in das Regenerationsstadium, wobei mit der zunehmenden Höhe der Muskelfächer und der Abnahme der Dicke und der Breite der blätterförmigen Fibrillen die interfibrilläre blaugefärbte Materie immer mehr zuwächst, um endlich als regenerative interfibrilläre Querbänder hervorzutreten, und auch die ebenfalls blaugefärbten Endoplasmakörner und Schollen immer mehr vermehrt werden, beweist meines Erachtens, dass die Dekreszenzphase der myographischen Kurve in der Tat einer regenerativen Periode entsprechen muss. Aber auch in Betreff dieses Stadiums der stofflichen Umsetzungen habe ich *experimentelle Untersuchungen* vorgenommen, um einen noch festeren Grund für die exakte Beurteilung der Dekreszenze zu ihrer Stellung in der Reihe der stofflichen Umsetzungen zu gewinnen. Bei einer Serie dieser Versuche injizierte ich nämlich Kochsalzlösungen von 0,75 %—1 % in die thorakalen Teile der Versuchstiere, wonach ich die Tiere ungefähr eine Stunde leben liess. Nach der Injektion bewegten die Tiere anfangs ihre Flügel mehr oder weniger intensiv, um jedoch bald völlig ruhig zu bleiben. Bei der nachfolgenden mikroskopischen Untersuchung waren die verschiedenen morphologischen Phasen zu sehen; das Regenerationsstadium und auch gewissermassen das Kontraktionsstadium (nämlich der Übergang des letzteren in das erstere) waren indessen in Betreff der interfibrillären Materie auffallend verändert, während die übrigen Phasen etwa normal aussahen. Bei schwacher Vergrösserung sahen die Regenerationsstadien an Längsschnitten wie unregelmässig granuliert und auch weniger stark gefärbt aus. Bei stärkerer Vergrösserung (Tafel 3 Mikrophotographie 17) war die in normalem Zustande so typisch als regelmässige regenerative Querbänder angeordnete interfibrilläre Materie durch sehr unregelmässige grössere oder kleinere Schollen ersetzt, die durch Zacken und Brücken in einander überall übergingen. Das Bild zeigte unwiederleglich, dass die interfibrilläre Materie in Zusammenhange mit der Kochsalzinjektion wesentlich verdünnt, verringert und unregelmässig verteilt war. Bei sämtlichen Versuchstieren kehrten dieselben augenscheinlichen Veränderungen wieder.

In einer anderen Reihe von Versuchen wurden die Tiere thorakal mit einer oxydierenden Flüssigkeit und zwar mit einer 3 % Perhydraulösung injiziert. Bei nachfolgender mikroskopischer Untersuchung zeigte sich, dass das ausserordentlich allgemein vorhandene Regenerationsstadium gewiss das allgemeine normale Aus-

sehen hatte, aber die regenerativen Querbänder der interfibrillären Materie waren weit voluminöser und auch, wenn möglich, noch viel intensiver gefärbt als in normalen Zuständen. Desgleichen waren in demselben Stadium die Endoplasmakörner enorm entwickelt. Ich kann auch gleichzeitig bemerken, dass bei denselben Tieren die nach der Regeneration unmittelbar folgende stoffliche Periode, die einer völligen Ruhe entspricht und von der ich schon oben eine Abbildung geliefert habe (Mikroph. 16 bei b) und weiter unten näher besprochen wird, unvergleichlich grosse und intensiv blaugefärbte Q-Körner darbot.

*Meines Erachtens müssen experimentelle Ergebnisse genannter Art dringend dahin zeigen, dass die Muskelfasern eben im Dekreszenzestadium (und auch im Kontraktionsstadium) und nicht in anderen Perioden der morphologischen und physiologischen Veränderungen von aussen her Substanzen aufnehmen; dass also in den genannten Phasen die regenerative Arbeit vor sich geht.* Wir werden ebenfalls weiter unten bei Erörterung der Wege der Muskelfasern für substanziellen Import noch weitere und schwer wiegende Belege für die Wahrheit dieser Schlüsse kennen lernen.

#### 4. Postregenerationsstadium.

Es gibt allerdings noch eine Periode der substanziellen Veränderungen der fraglichen Muskelfasern, nämlich die Postregeneration, die schon aus dem Grunde der absoluten Ruhe entsprechen muss, dass die kontraktile Fibrillen in diesem Stadium am dünnsten und fast völlig homogen, ohne deutliche und färbbare Querscheiben sind. Die Kontraktion geht nämlich bekanntlich und wie übrigens schon oben auseinandergesetzt wurde, stets ohne etwaige Ausnahmen aus dem Stadium hervor, worin die Querscheiben am deutlichsten und am stärksten färbbar sind, nämlich aus dem fakultativen Stadium. — Das fragliche Stadium entwickelt sich auch ohne Ausnahme direkt aus der Regeneration.

Das *Längsschnittsbild* der Postregeneration (Mikrophotographie 18 Tafel 3) zeigt die Fibrillen als unvergleichlich feine, homogene und durch BENDA's Methode nicht blaugefärbte Fäden. Oft sieht man dieselben paarweise angeordnet, wobei der Un-erfahrene leicht zwei Fibrillen als eine einzige deuten könnte (links in der Figur sind die Fibrillen paarweise angeordnet). Die Grundmembranen sind sehr fein. Trotzdem die Fibrillen keine färbbaren Querscheiben besitzen, so zeigt jedoch das Längsschnittsbild ein sehr ausgeprägtes quergestreiftes Aussehen, infolge der intensiven Färbbarkeit der vergleichsweise grossen exoplasmatischen Q-Körner (bei a), die sich tiefblau färben und in wundervoll regelmässiger transversaler Anordnung auftreten. Sie sind in den Horizonten der Querscheiben zwischen den Fibrillen eingeschoben und sind im grossen Ganzen von genau derselben Grösse, oval und füllen die Zwischenräume zwischen den Fibrillen in ebenso grosser Ausdehnung aus, als sich die Querscheiben der Fibrillen erstrecken sollten, wenn sie gefärbt wären. Das Endoplasma (in der Abbildung nicht zu sehen) zeigt an den Längsschnitten eine geringe Menge von Körnchen ungleicher Grösse, Gestalt und Färbbarkeit. Die Kerne sind langgestreckt.

Das *Querschnittsbild* desselben Stadiums (von dem schon oben die Rede war Mikroph. 16 bei b) zeigt die blätterförmigen Fibrillen (Mikrophotographie 19 Tafel 3) als durchaus homogen, ungefärbt und auffallend dünn. Zwischen die Fibrillen treten als für das Bild am meisten charakteristisch rundliche oder mehr langgestreckte, vergleichsweise voluminöse Körner auf, die sich intensiv blau färben lassen und selbstverständlich den Q-Körnern des Längsschnittsbildes entsprechen. Diese Körner treten um so deutlicher zu Tage, als zwischen denselben und den Fibrillen keine in etwaiger Weise färbbare Materie zu sehen ist. Die breite Endoplasmasäule enthält nur spärliche grössere oder kleinere Körnchen, die niemals die Grösse der exoplasmatischen Q-Körner erreichen. Die Kerne haben ihre chromatischen Substanzen wandständig.

Auch hinsichtlich des postregenerativen Stadiums habe ich *experimentelle Prüfungen* bewerkstelligt, um zu zeigen, dass diese Periode eine physiologisch selbständige Phase darstellt und in der Tat einer völligen Ruhe entsprechen muss. Bei dieser Serie von Experimenten habe ich die Tiere am Vormittag eingesammelt, in einem dunklen Käfig bei Zimmertemperatur bis in die Mitte der nachfolgenden Nacht eingeschlossen. Hierbei verhielten sich die Tiere im allgemeinen schläfrig und träge, und die Flügel waren unbeweglich. Gewisse Tiere waren aber noch in der Nacht etwas lebhafter, wobei jedoch die Flügelschläge nur zögernd, nicht momentan erfolgten. Die meisten Muskelfasern zeigten nun bei der nachfolgenden mikroskopischen Untersuchung die Charaktere der Postregeneration. *Dieses Stadium darf also einem Zustande der Muskelfasern entsprechen, in dem diese nicht kontrahiert sind und auf einen Reiz nicht momentan durch Kontraktion reagieren können.*

Wenn man weiter die Tiere bis in die Nacht, aber bei niedrigerer Temperatur aufbewahrt, werden die Tiere nachher völlig unbeweglich, auch bezüglich ihrer Beine, und es kann Minuten dauern, ehe sie wieder lebhaft werden. Bei solchen Tieren findet man ausserordentlich allgemein die Muskelfasern in einem der Postregeneration entsprechenden Stadium, aber *die Q-Körner sind mehr oder weniger unregelmässig verteilt* (Mikrophot. I Tafel 7) und oft durch nicht quer-, sondern anstatt dessen längslaufende Brücken mit einander direkt verbunden (Mikrophot. II Tafel 7). Die Körner können hierbei in den Grundmembranen liegen, oder die genannten längslaufenden Brücken können dieselben ohne weiteres durchsetzen. — Es ist von gewissem Interesse in Zusammenhange mit diesen Befunden zu erfahren, dass wenn man in der kühlen Nacht Netzflügler einsammelt, die sich also in natürlicher Letargie befinden, die Muskelfasern ganz dieselben Bilder zeigen.

Erfahrungen ähnlicher Art scheinen mir dahin zu zeigen, dass es zunächst *chemotaktische Kräfte sein müssen, die in lebhaftem Zustande die Q-Körner in ihrer so regelmässigen Lage an der Oberfläche der Querscheiben der Fibrillen fesseln, dass also mit anderen Worten es eine gewisse chemische Affinität zwischen den Q-Körnern und den entsprechenden Querscheiben existieren muss.*

*Aus allem, was man von der Postregeneration erfahren kann, muss meines Erachtens dringend hervorgehen, dass diese Phase einer vollständigen Ruhe entsprechen muss.*

Die oben beschriebenen Perioden stofflicher Umsetzungen, die deutlicherweise ihre entsprechenden Phasen der myographischen Kurve haben, sind nun in der Regel sämtlich zu sehen bei einem lebhaften Tiere, das gleich nach der Einsammlung getötet und fixiert wurde.

Wenn man die morphologischen Charaktere der Postregeneration (der absoluten Ruhe) mit denen des fakultativen Stadiums (»Stadium der latenten Reizung« der myographischen Kurve) vergleicht, wird man wohl ungesucht zu der Vermutung geleitet, dass es ein reziprokes Verhalten zwischen den exoplasmatischen Q-Körnern und den entsprechenden Querscheiben der kontraktiven Fibrillen existieren muss. Denn die morphologischen Merkmale der beiden genannten Stadien stofflicher Umsetzungen sind einerseits so ausserordentlich konstant und andererseits einander ja gerade entgegengesetzt. Sie entsprechen desgleichen Stadien der physiologischen Tätigkeit, die aufeinander unmittelbar folgen und nicht durch andere Phasen mit anderen ebenso ausgezeichneten Merkmalen von einander getrennt sind. In der Postregeneration sind die Q-Körner vergleichsweise sehr voluminös und durch die BENDASche Methode intensiv blau gefärbt. Die entsprechenden Querscheiben der kontraktiven Fibrillen sind vergleichsweise sehr dünn (überhaupt am dünnsten) und zeigen keine etwaige Färbung. Die Fibrillen sehen fast homogen aus. Im fakultativen Stadium dagegen sind die vergleichsweise kleineren Q-Körner typisch abgebleicht, sehen wie helle Blasen aus, ohne etwaige blaue Farbe, und die entsprechenden Querscheiben sind in etwas verdickten und sehr tiefblau gefärbten Segmenten der Fibrillen umgewandelt. Diese morphologischen Befunde habe ich bei anderen Tierformen, und zwar zunächst an den Flügelmuskelfasern der Hymenopteren und des Netzflüglers Myrmeleon mit dem direkten Nachweisen eines Überfließens des färbbaren Inhaltes der Q-Körner in die anliegenden Querscheiben komplettieren können (1910). Desgleichen zeigte ja die Erfahrung bei letargischen Tieren, von denen gleich oben die Rede war, dass es eine gewisse physikalisch-chemische Verwandtschaft existieren muss zwischen den Q-Körnern, beziehungsweise ihrem färbbaren eiweissartigen Inhalte, und den entsprechenden Querscheiben. — *Befunde ähnlicher Art scheinen mir die Auffassung sehr nahe zu legen, dass die Q-Körner eine gewisse färbbare Materie den Querscheiben der kontraktiven Fibrillen zu überliefern haben, die für die Funktion der Muskelfasern unumgänglich sein mag und die bei der Tätigkeit der Fasern, bei der Kontraktion, in den Fibrillen einer erheblichen Veränderung unterliegt, indem die Färbbarkeit der Querscheiben in Zusammenhange mit der Quellung der Fibrillen ganz erlöscht wird. Oder mit anderen Worten: die Q-Körner müssen auf Grund der morphologischen Bilder als für die Muskeltätigkeit unumgängliche Gebilde angesehen werden.*

Auch hinsichtlich dieser Deutung der physiologischen Bedeutung der Q-Körner habe ich *experimentelle Versuche* angestellt, die wirklich darlegen, dass die Q-Körner mit ihrem färbbaren und transitorischen Inhalte für die Tätigkeit der fraglichen

Muskelfasern durchaus unentbehrlich sind. Ich habe nämlich die Netzflügler (*Libellula*) durch unablässliche Reizung zum Fliegen so weit ermüdet, dass sie ihre Flügel nicht mehr zu bewegen vermochten. Bei dieser *Erschöpfung* der Flügel-muskelfasern tritt bei der nachfolgenden histologischen Untersuchung ein sehr typisches morphologisches und von den normalen Verhältnissen durchaus abweichendes Bild konstant hervor (vergl. die Mikrophotographien 20, 21 und 22 Tafel 4). Die Merzzahl der Muskelfasern befindet sich nämlich in einem Stadium, das zunächst der fakultativen Periode oder vielleicht eher einem Zwischenstadium zwischen derselben und der Postregeneration zuzurechnen wäre, das aber von dem normalen Aussehen der Q-Körner und der Fibrillen wesentlich abweicht. Die Körner sind nämlich zu minimalen Dimensionen und auch zu minimaler Anzahl reduziert und treten als kleinste blaugefärbte Körnchen oder und am öftesten als minimale, helle, ungefärbte Bläschen hervor (z. B. in Mikroph. 21 bei a). Infolge der reduzierten Grösse und Menge der Q-Körner stehen die Fibrillen viel dichter an einander als normal. Sind die kleinen Q-Körner noch gefärbt, so sind auch die Querscheiben ungefärbt. Stellen dagegen die Q-Körner kleinste helle Bläschen dar, so sind die Fibrillen an Querschnitten nur in ebenso geringer Ausdehnung blaugefärbt als diese Bläschen den Fibrillen anliegen. Übrigens sind sie ungefärbt geblieben. — Als ein weiterer Ausdruck des Erschöpfungszustandes mag hier noch erwähnt werden, dass fast regelmässig die Kerne innerhalb des Endoplasmas, anstatt — wie in normalen Zuständen konstant der Fall ist — in einer einfachen Reihe angeordnet zu sein, in doppelten Reihen auftreten, was sicherlich durch eine amitotische Teilung der ursprünglichen Kerne zustande gebracht worden war (vergl. Mikroph. 22 bei k Tafel 4).

Diese Ermüdungsexperimente zeigen mit genügender Deutlichkeit, dass, gleichzeitig mit einem nachweisbaren Unvermögen die Flügel zu bewegen, die Q-Körner in hohem Grade reduziert sind, nicht nur hinsichtlich ihrer Grösse und ihrer Anzahl, sondern auch ihres färbbaren Inhaltes. Ich muss aus diesen Tatsachen den Schluss ziehen, dass *die Q-Körner mit ihrem färbbaren Inhalte für die normale Tätigkeit, für die normalen stofflichen Umsetzungen, die den materiellen Grund dieser Tätigkeit ausmachen, willkürlich sein müssen.*

### Rückblick auf die oben referierten Ergebnisse.

Wie oben zu sehen ist, und wie ich übrigens schon in vorherigen Publikationen (s. oben) begründet habe, laufen parallel mit den seit HELMHOLTZ' Zeit bekannten verschiedenen Perioden der myographischen Zuckungskurve ebenso viele Phasen stofflicher Umsetzungen sowohl der kontraktiven Fibrillen als auch des exoplasmatischen interfibrillären Sarkoplasmas (Q-Körner und diffuse interfibrilläre Materie, bez. regenerative Querbänder) und des endoplasmatischen Inhaltes. Die verschiedenen Perioden der Zuckungskurve haben also jede für sich ihre genau entsprechende Phase stoff-

licher Umsetzung des ganzen Inhaltes der Muskelfaser. — Das Stadium der latenten Reizung der Zuckungskurve entspricht in betreff der stofflichen Umsetzungen dem fakultativen Stadium, indem die Querscheiben der kontraktiven Fibrillen aus den Q-Körnern eine spezifisch färbbare Materie entnehmen, infolge dessen die Q-Körner selbst ihre spezifische Färbbarkeit mehr oder weniger vollständig verloren. Weil die Kontraktion ohne Ausnahme sich aus diesem Stadium entwickelt, wobei die spezifische Färbbarkeit der Querscheiben eingebüsst wird, so habe ich eben die Bezeichnung »fakultatives Stadium« gewählt. Ich bin der Meinung, dass ich gute Gründe für die Auffassung vorgelegt habe, dass die genannte, aus den Q-Körnern ursprünglich her-stammende spezifisch färbbare Materie der Querscheiben eine besonders wichtige Substanz für die Muskeltätigkeit sein muss.

Das Stadium der steigenden Energie, die Kontraktion, der Zuckungskurve, entspricht augenscheinlich dem Aktivitätsstadium der stofflichen Veränderungen, indem eben in diesem Stadium die färbbare Materie der Querscheiben — in Übereinstimmung mit der Dissolution der färbaren Vorstufengranula der Drüsenzellen und der färbbaren Tigroidsubstanz der Nervenzellen bei ihren Aktivitätszuständen — einer Dissolution anheimfällt. Hierbei quellen besonders die Querscheiben der Fibrillen, gleichzeitig als die Muskelfächer weit niedriger werden. Die sehr charakteristische Braunfärbung oder rötlich-blaue Färbung bei BENDA-Tinktion der Fibrillen darf man wohl mit der Dissolution der blaugefärbten Materie innerhalb der Querscheiben, kombiniert mit Aufnahme des Alizarins, in kausalem Zusammenhange bringen können. Die Verkürzung der Fibrillen, d. h. die Verkleinerung der Höhe der Muskelfächer gleichzeitig mit der Zunahme der Breite der Fibrillen bei Kontraktion, scheint mir recht erklärlich aus der Quellung der Querscheiben, während die isotropen Streifen nur als dehnbare Teile der Fibrillen bei dieser molekulären Bewegung mitfolgen. Es ist nämlich ganz auffallend, dass an solchen Muskelfasern, die im fakultativen Stadium niedrige isotrope Streifen haben — wie z. B. an den Flügelmuskelfasern der Hymenopteren —, die Verkürzung in der Kontraktion auch vergleichsweise geringwertig ist, während an solchen Muskelfasern, die im fakultativen Stadium hohe isotrope Streifen haben — wie im allgemeinen an den Skelettmuskelfasern —, auch die Verkürzung in der Kontraktion sehr ansehnlich wird. Die bläschenförmigen Q-Körner werden auch wesentlich verkleinert und zwar zu derselben Höhe, wie die sehr erniedrigten Muskelfächer. Gleichzeitig treten im Horizonte der Grundmembranen und auch der Zwischenscheiben die blaugefärbten und dicken Kontraktionsstreifen hervor, aus denen teils eine diffuse interfibrilläre Materie zu diffundieren beginnt, teils auch ebenfalls blaugefärbte Körnchen in das Endoplasma hervorzusprossen scheinen.

Die Umsetzung der in der Ruhe angesammelten chemischen Energie in anderen Formen während der Aktivität erfordert eine Regeneration der verbrauchten Stoffe. Diese Regeneration in Zusammenhange mit der Elimination der intermediären Stoffwechselprodukte muss meines Erachtens eine weit längere Zeit heischen als die glatte Umsetzung der im fakultativen Stadium in den Querscheiben angehäuften stofflichen Verbindungen bei der Aktivität; und so wird auch tatsächlich die regenerative Periode, die übrigens schon in der Aktivität beginnt (Kontraktionsstreifen, diffuse interfibrilläre

Materie, Endoplasmakörnchen), über das ganze Stadium der sinkenden Energie, der Dekreszenze, der Zuckungskurve ausgedehnt; und die Fertigstellung der kontraktiven Fibrillen für eine neue Kontraktion geht noch weiter durch das Stadium der völligen Ruhe, die Postregeneration, bis in das fakultative Stadium hinein. Die schon in der Kontraktion angedeutete diffuse interfibrilläre Materie wird stetig vermehrt, wobei sie sich zu den regenerativen Querbändern umgestaltet, die nicht weiter mit den Kontraktionsstreifen zusammenhängen, indem die Grundmembranen als spezifisch färbbare Streifen immer mehr verschwinden. Hierbei scheinen die Kerne in die stofflichen Umsetzungen einzugreifen, indem sie in nahen Beziehungen zu den endoplasmatischen Einschlüssen treten, vielleicht teilweise als Oxydationsvermittler (vergl. Mikroph. 13). Gleichzeitig werden parallel mit der sinkenden Schenkel der Zuckungskurve (die eben davon abhängt) die Muskelfächer stetig höher; die Q-Körner werden durch Absorption aus der sie umgebenden interfibrillären Materie grösser und immer intensiver spezifisch gefärbt, gleichzeitig als das Endoplasma umfangreicher, mit stark gefärbten Schollen und Granulis vollgeprofft wird, die in die exoplasmatischen interfibrillären Querbänder direkt überfließen. Infolge der Absorption der interfibrillären Materie von den Q-Körnern, wodurch, wie schon bemerkt, diese letzteren immer stärker gefärbt und auch wesentlich grösser werden, schwindet nach und nach die diffuse Materie zwischen den Fibrillen; und endlich als die Fibrillen zu den äusserst dünnen und homogenen kontraktiven Elementen der Ruhephase, der Postregeneration, herabgesunken sind, stehen zwischen denselben nur die intensiv blaugefärbten und grossen Q-Körner zurück.

Meines Erachtens müssen die Kontraktionsstreifen (zunächst die gefärbten Grundmembranen) sicher einen Weg für Transport gewisser Substanzen und wohl zunächst von aussen her in die interfibrillären Interstitien und in das Endoplasma hinein bezeichnen. Wenigstens kann man keinen anderen Weg für den Import der färbbaren Substanzen nachweisen, indem diese Streifen die einzigen spezifisch gefärbten Strukturen sind, die sich bis an die Oberfläche der Muskelfasern erstrecken. Ich habe deswegen diese in querer Richtung angeordneten Sarkoplasmastrukturen *Plasmophoren* genannt.

Während der Kontraktion und vor allem während der Dekreszenzphase wird also eine Regeneration der Stoffe bewerkstelligt, die zuletzt in die Q-Körner eingeführt werden, um diese für eine neue nachfolgende Tätigkeit oder Aktivität zu laden. Diese Regeneration setzt sich aus wenigstens zwei Phasen zusammen, nämlich teils aus einer Absorption von aussen her unter Vermittlung oder Leitung der Grundmembranen (»Kontraktionsstreifen«) und teils aus einem Übertreten der absorbierten und wahrscheinlich durch das Endoplasma mit seinen Kernen modifizierten Substanzen unter Vermittlung der transitorischen exoplasmatischen, interfibrillären Querbänder in die Q-Körner. — MARTIN HEIDENHAIN hat in seinem grossen und so hoch bedeutsamen Werke »Plasma und Zelle« meine früheren Untersuchungen über die vorliegenden Fragen referiert und auch etwas kritisch analysiert, wobei er zu dem freundlichen Urteil gekommen ist, das ich schon im Anfange dieser Schrift wiedergegeben habe. Indessen hat HEIDENHAIN leider meine Darstellung teilweise unrichtig aufgefasst und damit auch unrichtig



referiert. Die Deutung der regenerativen Querbänder (der interfibrillären Materie), die HEIDENHAIN für eigene Rechnung entwickelt, ist auch von der meinigen durchaus abweichend, während meine Beurteilung derselben Befunde von HEIDENHAIN als »weniger glücklich« bezeichnet wird. Ich finde mich deshalb im vorliegenden Zusammenhange veranlasst zu zeigen, dass die mechanistische Anschauung in betreff der inneren Natur der Dekreszenzphase der myographischen Kurve, die HEIDENHAIN zu seiner eigenen macht, in der Tat nicht haltbar sein kann. Hinsichtlich einer anderen Einwendung HEIDENHAIN's, dass meine Zusammenstellung der beobachteten morphologischen Zustände der Q-Körner mit entsprechenden Phasen bei der Tätigkeit der kontraktiven Substanz wegen dessen »weniger wahrscheinlich« sein müsste, dass die Zusammenziehungen der Flügelmuskeln so schnell vor sich gehen, möchte ich auch zeigen, dass eine solche Kombination in der Tat leicht aufrecht zu halten ist — übrigens auf Gründe, die HEIDENHAIN schon bekannt waren. — HEIDENHAIN sagt auf der Seite 635 u. f. in betreff meiner Untersuchungen u. a. folgendes: »Über die Lagebeziehungen der Körner und ihr Verhältnis zum Kontraktionsakte berichtet E. HOLMGREN im einzelnen folgendes. Sobald bei Libellula die Säulchen (d. h. die Fibrillen) der Flügelmuskulatur einigermassen weite Räume zwischen sich lassen, sind die Körner im allgemeinen unregelmässig gestellt; bei dichter Lagerung der Säulchen hingegen treten sie in bestimmte Horizonte ein, welche den Q-Streifen (d. h. den Querscheiben) entsprechen.« Woher HEIDENHAIN diese Meinung bekommen habe, ist mir unbekannt. Wenigstens stammt dieses Ergebnis nicht aus meinen Erfahrungen. Hingegen habe ich immer hervorgehoben, dass selbst in dem Zustande der Flügelmuskelfaser, wo die Fibrillen am dünnsten sind (in der Postregeneration) und also den grössten Raum zwischen sich lassen, liegen die Q-Körner in lebhaftem Zustande trotzdem in der regelmässigsten Anordnung und zwar in den Horizonten der Querscheiben. Nur in letargischen Zuständen können die Q-Körner unregelmässig verteilt sein. Doch wäre es für die HEIDENHAIN'sche Deutung sehr vorteilhaft gewesen, wenn die Q-Körner in der Postregeneration in der Tat unregelmässig angeordnet wären; denn HEIDENHAIN vermuthet, dass die regelmässige Anordnung der Q-Körner nur eine mechanische Bedingung haben soll, indem die Grundmembranen als feste Stützstrukturen dienen sollen und also nur in Kontraktion, bei der Verkleinerung der Höhe der Muskelfächer, die Q-Körner in einer regelmässigen Gruppierung fesseln können. Diese HEIDENHAIN's Auffassung hat aber keinen Grund in den tatsächlichen Verhältnissen. Die regenerativen Querbänder der interfibrillären Materie in der Dekreszenzphase werden auch von HEIDENHAIN, und zwar mit einigermassen grösserer Berechtigung, nur als durch mechanische Bedingungen zustande gebrachte morphologische Veränderungen erklärt, indem er behauptet, dass dieselben sich entwickeln müssen durch das Zusammenpressen der Muskelfächer, wobei die Q-Körner nach den Seiten hin flügel förmig umgestaltet werden sollen. »Diese Flügel form der Körner«, sagt HEIDENHAIN, »wurde schon von KÖLLIKER und CAJAL gesehen. Beide Autoren vergleichen sie in diesem Zustande mit den bekannten Sehnenzellen, welche mit flügel förmigen Anhängen zwischen die benachbarten Sehnenbündelchen sich eindrängen. Der Vergleich ist offenbar zutreffend, denn wir haben in beiden



Fällen die nämlichen mechanischen Verhältnisse.» HEIDENHAIN hat bei dieser Auseinandersetzung doch besonders an den Flügelmuskelfasern der Hummeln gedacht. Indessen setzt er folgendermassen fort. »Auch bei *Libellula* wurden die geflügelten Formen (der Q-Körner), welche für den Kontraktionszustand typisch sind, aufgefunden, erfahren jedoch neuerdings bei HOLMGREN eine andere, wahrscheinlich weniger glückliche Deutung.»

Wie aus meinen oben gelieferten Demonstrationen der Längsschnittsbilder der Postregeneration, wie auch aus meinen früheren, von HEIDENHAIN zitierten Publikationen zu entnehmen ist, hat HEIDENHAIN die Darstellung meiner Befunde von Libelluliden in der postregenerativen Periode fehlerhaft wiedergegeben. Trotzdem die kontraktile Fibrillen in dieser Periode überhaupt am dünnsten und die Muskelfächer am höchsten sind, wobei die Länge der Q-Körner bei weitem nicht der Höhe der Muskelfächer gleichkommt, so sind nichts desto weniger die Q-Körner in wundervoll regelmässiger Anordnung orientiert und zwar im Horizonte der Querscheiben. Diese Orientierung kann also absolut sicher durch keine etwaige mechanische Wirkung von der Seite der Grundmembranen bedingt sein. Sind die Flügelmuskelfasern dagegen in derselben Periode stofflicher Umsetzungen mit gleich dünnen Fibrillen und gleich hohen Muskelfächern, aber bei nicht lebhaften, sondern in letargischem Zustande sich befindenden Tieren, so können die Q-Körner unregelmässig verteilt sein und liegen dabei oft selbst an der Stelle der von HEIDENHAIN als mechanisch funktionierende Strukturen aufgefassten Grundmembranen. Oft hängen die Körner verschiedener Muskelfächer hierbei durch färbbare breite Substanzbrücken in longitudinaler Richtung, wie Perlbänder, mit einander direkt zusammen, welche Brücken ohne weiteres die Grundmembranen durchsetzen. Eine so lockere oder vielleicht richtiger ausgedrückt, weiche Zusammensetzung der genannten Membranen kann meines Erachtens unmöglich geeignet sein, die HEIDENHAIN'sche Deutung der biologischen Natur dieser Membranen fester zu tun. Was die Q-Körner bei der so lockeren Zusammensetzung der Muskelfasern in der Postregeneration an der Oberfläche der Querscheiben so regelmässig fesselt, kann also unter keinen mechanischen Faktoren gesucht werden, sondern man muss an solchen chemotaktischer Natur zunächst denken. — Was weiter die HEIDENHAIN'sche Meinung von der Art der Entwicklung der regenerativen Querbänder, der »geflügelten Körner« betrifft, so könnte man vielleicht voraussetzen, dass HEIDENHAIN hierbei der Wahrheit näher gekommen wäre, weil die regenerativen Querbänder in dem Stadium der sinkenden Energie zu sehen sind, wo noch die Muskelfächer vergleichsweise niedrig sind. Bei dem näheren Nachdenken wird es doch mit dieser HEIDENHAIN's Hypothese nicht besser bestellt, als mit dem oben genannten. Wenn wir uns nämlich nur erinnern, dass bei der intensivsten Zusammenziehung der Muskelfaser, an der Spitze des »Stadiums der steigenden Energie«, die Q-Körner als kleine helle ungefärbte Perlen rundlicher Form hervortreten und dass zuerst nachher in der Dekreszenz-Periode, wo die Muskelfächer wieder in der Höhe stetig zunehmen, parallel mit dieser Zunahme der Höhe die interfibrillären Querbänder immer mehr zuwachsen und sich vollständig ausbilden, wobei die anfangs bläschenförmigen Q-Körner immer intensiver gefärbt werden, so fällt ja der HEIDENHAIN'sche Erklärungsversuch

unhelflich zum Boden. Ein direkter Vergleich der »geflügelten Körner« mit Sehnenzellen wirkt irreleitend und kann die fortschreitende Entwicklung unsrer Kenntnis schädigen. — Was nun endlich HEIDENHAIN'S Einwendung betrifft, dass die verschiedenen Phasen der myographischen Zuckungskurve nicht dessentwegen bestimmten Stadien stofflicher Umsetzungen entsprechen könnten, weil die Zusammenziehungen der Flügelmuskelfasern der Insekten so geschwind vor sich gehen, so habe ich schon in meinen früheren Muskelarbeiten darauf hingewiesen, dass bei einer Flügelbewegung nicht sämtliche Muskelfasern auf ein Mal gleichzeitig sich kontrahieren, sondern fasteher dass während ein Teil der Fasern sich kontrahiert, sind andere Fasern in etwaiger Vorbereitung zu einer nachfolgenden Zusammenziehung. Das darf indessen eine allgemein verbreitete Meinung sein, dass an der Kontraktion eines Muskels sämtliche Fasern Teil nehmen. Diese Vorstellung ist aber falsch. Das zentrale Nervensystem (bei den Vertebraten insbesondere das Kleinhirn) reguliert ja die Muskeltätigkeit hinsichtlich der Folge, in der die Kontraktionen auf einander laufen sollen, hinsichtlich der Duration der einzelnen Zuckungen, in betreff der Stärke der Zusammenziehungen, um eine gewisse Arbeit zu leisten. Diese Stärke hängt nicht so viel von der quantitativen Art der Zusammenziehungen, sondern fasteher von der Anzahl der in die Kontraktionen einhergehenden Muskelfasern, also von der Anzahl der einzelnen Innervationen. Bei der physiologischen Reizung einer Drüse sezernieren nicht sämtliche Drüsenzellen auf ein Mal, sondern einige Zellen zeigen die Phasen der Dissolution der Drüsengranula, also der Aktivität, andere dagegen zeigen andere Stadien ihrer stofflichen Umsetzungen. So auch die Muskelfasern. Selbst in der Periode, wo der ganze Muskel keine Lageveränderungen der betreffenden Skeletteile, beziehungsweise der Flügel der Insekten, zustande bringt, und wo also makroskopisch der Muskel »ruht«, mag man sich an der anderen Seite nicht vorstellen, dass sämtliche ihrer Muskelfasern sich in einer tatsächlichen Ruheperiode befinden. Wer eine solche Vorstellung hegt, geht irre. Dieselben stofflichen Phasen, wie bei der augenscheinlichen Tätigkeit des Muskels, kann man auch bei einer solchen »Ruhe« nachweisen. Aber es ist dabei nur die Frage von Aktivierungen einfacher Muskelfasern innerhalb verschiedener Muskelbündel; und die unvergleichlich meisten Fasern können bei der momentanen Fixierung eines solchen Muskels in »Ruhe« oder »latenter Reizung« sich befinden. Bei diesen stofflichen Umsetzungen, die natürlicherweise nur zu sporadischen Zuckungen Veranlassung geben, die keinen wahrnehmbaren äusseren Effekt hervorrufen brauchen, werden nur Stoffe produziert, die in die Zirkulation übergehen und dadurch zu der allgemeinen chemischen Ökonomie des ganzen Körpers Beiträge liefern. Das Essentielle in den biologischen Momenten der quergestreiften Muskelfasern ist nicht die mechanische Zusammenziehung der kontraktilen Fibrillen, sondern die stofflichen Umsetzungen, auf welche die Fasern infolge ihrer innewohnenden Konstitution durch Kontraktionen antworten können. Die Kontraktionen stellen nur die äusseren Phänomene der Aktivierung der organisierten Stoffe her, welche die Fasern während der Regeneration und der »Ruhe« aufgenommen und weiter verarbeitet haben, gleich wie die Sekretion der Drüsenzellen das besondere äussere Phänomen ähnlicher Akti-

vierung darstellt, das für diese Zellen, auf Grund ihrer speziellen Organisation, auszeichnend ist.

Selbst wenn nun auch die Kontraktionsverhältnisse sich nicht in der Tat so gestalteten, wie ich oben angedeutet habe, sondern fast sämtliche Muskelfasern sich bei einer einzelnen Muskelkontraktion zusammenziehen sollten, so wäre es meines Erachtens nichts desto weniger leicht zu verstehen, dass bestimmte stoffliche Umsetzungen den einzelnen Perioden der Zuckungskurve eigen sein könnten. Wie schnell können nämlich nicht die stofflichen Umsetzungen innerhalb der chemisch so unvergleichlich labil gebauten lebenden Materie vollendet werden. Man denke z. B. an der Fortleitung einer nervösen »Reizung« durch die Leitungsbahnen des Nervensystems. Eine geringere oder selbst sehr grosse Anzahl Meter pro Sekunde, wobei als sicher angesehen werden darf, dass bei der Nervenleitung eine fortlaufende Wechselwirkung zwischen Fibrillen und Fibrillensäure (BETHE) stattfindet. Selbst bei der leblosen Materie mit einer vergleichsweise weit stabileren chemischen Konstitution können ja stoffliche Umsetzungen in weitem Umfange ausserordentlich schnell vor sich gehen, z. B. bei den kinematographischen Momentaufnahmen photographischer Negative bei dem Studium des Fluges der Insekten (VON R. VON LENDENFELD), wo ein und derselbe Flügelschlag dargestellt wurde und wo die Zeitintervalle zwischen aufeinander folgenden Aufnahmen auf  $\frac{1}{1500}$  bis  $\frac{1}{2500}$  Sekunde herabgesetzt wurde.

Oben habe ich auf Grund meiner Befunde hervorgehoben, dass ich es als nicht wohl begründet ansehen kann, die Grundmembranen als festere Differenzierungen des Muskelfaserplasmas zu bezeichnen. Ihre tinktoriellen Eigenschaften, ihre wechselnden Verhältnisse in verschiedenen Perioden stofflicher Umsetzungen der Muskelfasern, ihr Verhalten zu den Fibrillen und den Q-Körnern (z. B. in letargischen Zuständen) dürfen dagegen darauf hindeuten, dass ihre Konstitution ausserordentlich weich, halbflüssig sein muss. Ihre Bedeutung kann also meiner Meinung nach nicht in mechanischer Richtung gesucht werden, sondern muss viel eher im Gebiete der stofflichen Prozeduren liegen. Meinesteils möchte ich glauben — sowohl auf Grund schon oben gelieferter Darstellungen, als auch und besonders infolge gewisser Befunde, die unten vorgelegt werden —, dass sie mit dem *Importe* von aussen her gewisser Substanzen in den Perioden der absorbierenden Tätigkeit der Muskelfasern zu tun haben. PRENANT hat nun auch in seiner oben zitierten referierenden Arbeit eigene Erfahrungen mitgeteilt, die eine solche Auffassung sehr wohl stützen könnten. Selbst scheint übrigens PRENANT meine Deutung des biologischen Wertes der Grundmembranen als richtig anzusehen. Er schreibt nämlich u. a. »Nous verrons — — — que ce rôle mécanique des membranes Z« (hier werden deutlicherweise die Grundmembranen gemeint) »n'est sans doute pas le principale et qu'il leur revient surtout sans doute de constituer moins des plans d'appui mécaniques que des plans directeurs pour les mouvements nutritifs dont la cellule musculaire est le siège pendant son activité.« PRENANT hat

weiter an den Muskelfasern von Oestrus durch die BENDA'sche Methode intensiv färbbare körnige oder stäbchenähnliche Einschlüsse innerhalb der Grundmembranen aufgefunden. Er schreibt: »J'ai observé sur les membranes fondamentales des muscles de l'Oestre vues de face un détail de structure curieux, mais dont je ne puis donner la signification exacte. Dans des préparations fixées et colorées par la methode de BENDA les membranes fondamentales présentent sur un fond anhiste une foule de petits bâtonnets d'aspect analogue à des condriocotes — — —.» »Le sarcolemme, auquel les membranes fondamentales se rattachent, a d'ailleurs la même structure.» Von meinem eigenen Standpunkte her scheint es mir nicht unwahrscheinlich, dass diese färbbaren Einschlüsse eben absorbierte Stoffe repräsentieren, die in die Faser unter Leitung der Grundmembranen hineingeführt werden. Ich habe einen um so viel grösseren Grund für eine solche Vermutung, als ich selbst und mein Schüler IVAR THULIN (s. unten!) ein direktes Überfliessen körnchenartiger Substanzen von aussen her in die Grundmembranen hinein während der regenerativen Perioden mehrfach beobachtet haben. Hierüber näher weiter unten.

### Muskelfasern anderer Tiere.

Wenn man nun nachsehen will, ob und in wie weiter Ausdehnung die morphologischen Bilder der stofflichen Umsetzungen an den Flügelmuskelfasern der Libelluliden auch an anderen Formen quergestreifter Muskelfasern eventuell vorhanden sein könnten, so kann ich — infolge meiner reichen Erfahrung — gleich erwähnen, dass alle Muskelfasern, die mehr kontinuierlich und intensiv arbeiten — wie die Herzmuskelfasern evertebrierter und vertebrierter Tiere, Flügelmuskelfasern der Vespertilionen und der Vögel, Flügelmuskelfasern aller Insektenformen — stets prinzipiell ganz dieselben Merkmale zeigen.

Vergleichen wir dann zunächst die Herzmuskelfasern der Crustaceen und auch der höchsten Tiere, der Säugetiere.

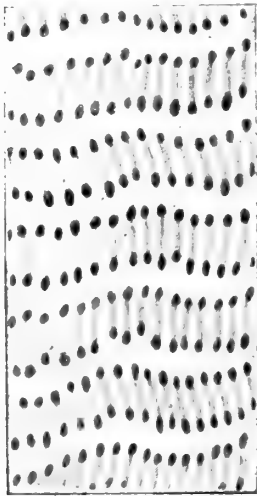
Die Mikrophotographien 23—26 Tafel 4 und 5 gehören *Herzmuskelfasern von Astacus fluvialis* an. Eine nähere Beschreibung der einzelnen Bilder scheint mir überflüssig. Die Bilder dürfen für sich selbst sprechen können. Nur möchte ich einleitungsweise daran erinnern, dass diese Herzmuskelfasern ausserordentlich sarkoplasmareich sind, und dass die kontraktile Fibrillen in von einander durch Sarkoplasma mehr oder weniger entfernten Faszikeln angeordnet sind. In Mikroph. 23 Tafel 4 ist ein fakultatives Stadium wiedergegeben. Die Querscheiben sind durch BENDA's Methode tiefblau gefärbt. An der Oberfläche der Fibrillen und im Horizonte der Querscheiben (bei a) sind typisch orientierte, nicht blau gefärbte bleiche Q-Körner zu sehen. Die sarkoplasmatischen Septa zwischen den Faszikeln der Fibrillen stellen zusammen das Endoplasma dar, worin auch abgebleichte, aber zu ihrer Form, Grösse und Lage sehr wechselnde Körnchen und die Kerne (bei b) eingeschlossen liegen. — Mikroph. 26 Tafel 5 gibt eine Akti-

vität, eine Kontraktion wieder (der emporsteigenden Schenkel der Zuckungskurve entsprechend). Die Kontraktionsstreifen sind tiefblau gefärbt. Von Querscheiben als elektiv gefärbte Segmente der Fibrillen ist nichts zu sehen. Die Fibrillen haben übrigens die für das fragliche Stadium charakteristische braune oder blaurötliche Farbe angenommen. — Mikrophotographie 25 Tafel 5 zeigt eine avanzierte Dekreszenzphase der Zuckungskurve, also ein typisches regeneratives Stadium mit regenerativen Querbändern. — Mikrophotographie 24 Tafel 4 endlich gibt eine Postregeneration wieder, wo im Horizonte der noch nicht blaugefärbten Querscheiben intensiv blaugefärbte Q-Körner auftreten.

Die Mikrophotographien 27—34 Tafeln 5 und 6 geben entsprechende Phasen stofflicher Umsetzungen von den *Herzmuskelfasern der Säugetiere* (des *Eichhörnchens*) wieder. In den Mikroph. 27, 28 und 29 ist das fakultative Stadium zu sehen. Die Querscheiben der kontraktiven Fibrillen sind tiefblau gefärbt, und zwischen denselben treten abgebleichte oder bläschenförmige Q-Körner (wenigstens in Mikroph. 27 sehr deutlich) hervor. In Mikroph. 28 Tafel 6 ist auch die zentrale Endoplasmasäule (bei a) mit einem langgestreckten Kerne (bei k) von dem Schnitte getroffen. Das Endoplasma enthält, wie zu sehen ist, in dem fraglichen Stadium nur vergleichsweise spärliche und abgebleichte Körner. — Mikrophotographie 30 Tafel 5 zeigt ein Aktivitätsstadium, eine Kontraktion. Die blaugefärbten Kontraktionsstreifen treten deutlich hervor, und die Querscheiben sind nicht gefärbt. Auch hier ist die für die Kontraktion eigene blaurötliche diffuse Farbe der Fibrillen sehr hervortretend. Das Endoplasma ist sehr verdrängt und enthält rundliche Kerne (bei k; — bei bl rote Blutkörperchen). — Die Mikrophotographien 31—33 stellen Dekreszenzphasen dar mit regenerativen Querbändern (bei a) und das breite Endoplasma (bei b) durch Körnchen vollgepropft, die in die genannten exoplasmatischen Querbänder an mehreren Stellen direkt übergehen. Bei k in den Figuren die Muskelfaserkerne. — Mikrophotographie 34 Tafel 5 endlich zeigt ein postregeneratives Stadium mit ungefärbten Querscheiben und intensiv blaugefärbten Q-Körnern, die ausserordentlich regelmässig in der Höhe der Querscheiben orientiert sind.

Die morphologische Übereinstimmung der oben demonstrierten verschiedenen Muskelfaserarten ist ja augenscheinlich. Wenn aber auch die *gewöhnlichen Skelettmuskelfasern* verschiedener Tierformen prinzipiell ähnliche strukturelle Verhältnisse darbieten, so zeigen jedoch ihre exoplasmatischen, speziell organisierten Körner in topographischer Hinsicht einigermassen andere Merkmale. HEIDENHAIN, der bei der Frage nach der morphologischen Zusammensetzung der quergestreiften Muskelfasern — wie schon oben gezeigt wurde — seine eigenen und von den meinigen so weit entfernten Anschauungen zu hegen scheint, zieht auch in Zweifel, dass die organisierten exoplasmatischen Körner der Skelettmuskelfasern mit den oben beschriebenen Q-Körnern identisch sein sollen. Da indessen die exoplasmatischen Körner bei Flügelmuskelfasern und anderen ähnlichen Muskelfaserarten durchaus dieselben stofflichen Umsetzungen zeigen, auch hinsichtlich der verschiedenen Perioden der Tätigkeit der Fasern, als bei

den Skelettmuskelfasern, so kann wohl eine einigermaßen stattgefundene Verschiebung der interfibrillären Körner keinen zwingenden Grund geben für die Auffassung, dass diese Körnerbildungen keine vergleichbaren Strukturen wären. An den Skelettmuskelfasern scheinen nämlich die exoplasmatischen Körner nicht in der Höhe der Querscheiben zu liegen, sondern an den Enden derselben, also eher im Horizonte der isotropen Streifen und sind auch wesentlich kleiner. Diese Körner, die in der Tat schon KRAUSE signalisiert hatte und seitdem durch RETZIUS' Studien über die quergestreiften Muskelfasern näher bekannt wurden, habe ich infolge ihrer topographischen Beziehungen als I-Körner genannt. — Ich halte es indessen als nicht allzu unmöglich, dass die von denjenigen der Q-Körner abweichenden Lagebeziehungen der I-Körner in der Tat sich einmal als nur illusorisch erweisen sollen. Wenigstens habe ich einen Befund zu verzeichnen, der geeignet zu sein scheint, die Frage zu erwecken, ob nicht *die I-Körner nur eine*



Textfig. 2.

*Modifikation der Q-Körner in betreff der Art der Ladung der Körner mit spezifisch färbbarer Materie darstellen.* An gewissen Skelettmuskelfasern von Libelluliden, und zwar im dorsalen Thorakalteile mesial und sagittal verlaufenden, habe ich nämlich Q-Körner aufgefunden (vergl. Textfigur 2), die sehr langgestreckt sind und nur an ihren beiden Polen in der Regeneration durch färbbare Materie impletiert werden, während ihre zentralen Partien hell und ungefärbt und infolge dessen auch etwas schwierig zu sehen sind. Durch diese Organisation geben diese einzelnen, doch in der Tat als Q-Körner zu bezeichnenden Körnerbildungen eine Illusion von zwei I-Körnern an beiden Enden der Querscheiben. Auf dem gegenwärtigen Standpunkte meiner objektiven Erfahrungen möchte ich gewiss nicht die Behauptung wagen, dass sämtliche I-Körner ähnlicher Natur sein sollten. Dieser Befund scheint mir doch eine Hinweisung zu geben, dass die prinzipielle Verschiedenheit der I- und der

Q-Körner nicht notwendigerweise allzu gross sein mag. — RETZIUS hat fadenähnliche Verbindungen der beiden Reihen von I-Körnern innerhalb eines und desselben Muskelfaches beobachtet. Es scheint mir nicht völlig ausgeschlossen, dass diese Fäden in der Tat die geschrumpften zentralen Teile von Q-Körnern darstellen, die doch den Schein von I-Körnern geben.

Um meine vorliegende Schrift nicht zu weit auszudehnen, beschränke ich mich indessen zu einem kurzen Referate meiner Befunde an den *Skelettmuskelfasern der Insekten*, weil diese Fasern bei den Säugetieren und den letztgenannten Tieren dieselben Merkmale zeigen, möglicherweise von den Besonderheiten abgesehen, die in Beziehung zu den ENGELMANN'schen Nebenscheiben bei den Insekten stehen. Diese letzteren Strukturen werden im vorliegenden Zusammenhange nicht berührt. Den Interessierenden kann ich zu meinen früheren Muskelarbeiten hinweisen, wo auch die bezüglichen Litteraturangaben zu sehen sind. Weiter unten werde ich in Gelegenheit gesetzt, einige Stadien der stofflichen Umsetzungen der Diaphragmamuskelfasern von Kaninchen zu demonstrieren.

Mikrophotographie 35 Tafel 6 zeigt ein reguläres fakultatives Stadium mit intensiv blaugefärbten Querscheiben. Das zentrale Endoplasma ist nicht im Schnitte.

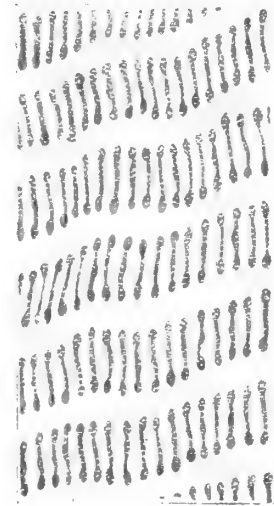
Mikrophotographie 36 Tafel 6 gibt eine Kontraktion wieder. Die zentrale Endoplasmasäule ist nicht durch den Schnitt getroffen. Man sieht die kontinuierlichen und intensiv blaugefärbten Kontraktionsstreifen. Die Querscheiben der niedrigen Muskelfächer sind durch keine spezifische Färbung deutlich hervortretend.

Mikrophotographie 37 Tafel 6 zeigt eine Dekreszenzephase, eine regenerative Periode. Jederseits der nicht gefärbten Grundmembranen, beziehungsweise der Kontraktionsstreifen und dicht nahe an denselben gerückt, treten tiefblau gefärbte regenerative Querbänder hervor als horizontale Stäbchenbildungen, die kleine Körnerbildungen, die ebenfalls tiefblau gefärbt sind, mit einander verbinden. Diese Körner sind eben die I-Körner.

Die Mikrophotographien 38 und 39 Tafel 6 und 7 stellen ein postregeneratives Stadium dar. Die Muskelfächer sind deutlich wesentlich höher als in den vorigen Stadien und die Fibrillen auch weit dünner. Die I-Körner sind tiefblau gefärbt, vergleichsweise voluminös und als separate, individuelle Strukturen hervortretend.

Es gibt nun indessen noch eine postregenerative Periode mit einem gewissermassen anderen Aussehen als die eben beschriebene, und die sich zwischen die letztgenannte und das fakultative Stadium hineinschiebt. Mikrophotographie 40 Tafel 7 zeigt diese zweite postregenerative Phase. Die Muskelfächer sind derselben Höhe wie im vorigen Falle und die Fibrillen vergleichsweise geringerer Dicke. Aus den tiefblau gefärbten I-Körnern sprossen aber fädenförmige Fortsätze, die mit ähnlichen Fortsätzen der obenliegenden I-Körner desselben Muskelfaches zusammenschmelzen. Hierdurch werden die Querscheiben von spezifisch gefärbter Materie umgeben, die aus den I-Körnern stammt. — An den Muskelfasern, von denen gleich oben die Rede war und wo die gefärbten I-Körner sich in der Tat als nur die gefärbten polaren Enden von Q-Körnern entpuppten, begegnet man ganz dasselbe Herausfliessen färbbarer Materie von den Polen heraus in die ganzen Q-Körner bei derselben Periode stofflicher Umsetzungen (vergl. Textfigur 3, wie auch Textfigur 2). Wenn man nun mit mir annehmen wollte, dass sämtliche I-Körner in der Tat ähnlicher Natur wären, wie die genannten abweichenden Q-Körner, so wäre ja die zweite postregenerative Periode leicht verständlich, indem sie nur eine solche Phase bezeichnen würde, in der das ganze Q-Korn mit spezifisch gefärbter Materie geladet wäre; und dass also an den Skelettmuskelfasern die Ladung der exoplasmatischen interfibrillären Körner eigentlich in zwei Perioden geteilt wäre, nämlich in einer ersten mit Ladung der beiden Pole der Körner (I-Körner) und einer zweiten, wo die ganzen ausgezogenen Körner vollständig geladet erschienen.

Endlich möchte ich hinzufügen, dass besonders bei lebhafter Tätigkeit der Skelettmuskeln die postregenerativen Perioden nicht selten die kontraktile Fibrillen recht



Textfig. 3.



dick noch zeigen. Die Fibrillen sind also nicht mit Notwendigkeit zu völliger Ruhe zurückgekehrt, als die exoplasmatischen Körner schon fertiggeladet sind.

## Über die Wege des stofflichen Importes der Muskelfasern.

Wie oben auseinandergesetzt wurde, hat man sicherlich in den Kontraktionsstreifen, beziehungsweise in den Grundmembranen, plasmophore Strukturen zu sehen, also Wege, auf welchen in den regenerativen Perioden die zu Absorption bestimmten Stoffe in die Fasern hineingelangen. Schon a priori ist auch einzusehen, dass die Muskelfasern nicht allerlei beliebige Stoffe aufnehmen, sondern eben die Materien, die für ihr Leben und ihre Verrichtungen unentbehrlich sind. Deswegen müssen an der Oberfläche der Muskelfasern Einrichtungen vorhanden sein, die in stofflicher Hinsicht als Analysatoren funktionieren können, die vermögen sind, aus den zirkulierenden Nährflüssigkeiten die richtigen Stoffe auszuwählen, eventuell zu verarbeiten und endlich den Muskelfasern zu überliefern. Bei den vertebrierten Tieren müssen diese Analysatoren in intimer Beziehung stehen nicht nur zu den Muskelfasern, sondern auch zu den die Fasern umspinnenden Blutkapillaren. Bei den Tracheaten müssen sie sich gleich nahe den Tracheen, den Körperflüssigkeiten und den Muskelfasern anschliessen.

Ich möchte nun in dieser letzten Abteilung meiner vorliegenden kurzen Anführung näher auf dieses wichtige Thema eingehen, um zu zeigen, wie weit man sich bisher hierüber hat orientieren können.

Meinesteils habe ich in Anschluss an den ähnlichen Befunden von RAMON Y CAJAL<sup>1</sup> durch die GOLGI'sche Chromsilbermethode nachweisen können,<sup>2</sup> dass die Tracheen der *Insekten* in die Muskelfasern hineindringen, um hier ein terminales protoplasmatisches Querfadennetz herzustellen. Dieses Netzwerk umflechtet die kontraktile Fibrillen. VERATTI<sup>3</sup> verneint gewiss infolge seiner Untersuchungen durch dieselbe Methode die Herstammung des genannten Querfadennetzes von den trachealen Verzweigungen. Wer aber eine eigene Erfahrung über diese Strukturen hat gewinnen können, muss jedoch diese VERATTI's Auffassung ohne weiteres bei Seite legen und sich CAJAL's und *meiner* Meinung anschliessen. Schon KÖLLIKER hat übrigens seit lange her über das Vorkommen selbst Spiralfaden führender Trachealröhre innerhalb der Muskelfasern berichtet. An den Flügelmuskelfasern der Coleopteren und zwar

<sup>1</sup> Coloration par la methode de Golgi des terminaisons des trachées etc. Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie 1890.

<sup>2</sup> l. c.

<sup>3</sup> Ricerche sulla fina struttura della fibre muscolare striata. Mem. del R. Istituto Lomb. di Scienza e Lettere. 1902.



besonders an den Fasern von *Dytiscus marginalis* habe ich weiter schon seit mehreren Jahren durch die Chromsilbermethode nachweisen können, dass die trachealen Endzellen bei diesen Tieren an der Oberfläche der Muskelfasern liegen und dass diese Zellen gröbere Zweige in die Fasern hineinsenden (vergl. Mikrophotographie 41 Tafel 8), die anfangs überwiegend transversal verlaufen, um weiter longitudinal orientierte feinere Fortsätze abzugeben, aus welchen die transversal angeordneten perifibrillären terminalen »Querfadennetze« (um HEIDENHAIN's Bezeichnung zu verwenden) hervorsprossen. Ich habe auch vorher darauf hingewiesen, dass die trachealen Verhältnisse bei den Muskelfasern der Insekten ein in seiner Handgreiflichkeit fast schematisches Beispiel an dem Inhalte meiner Trophospongiumlehre darstellen. Die trachealen terminalen und perifibrillären Netze bilden die Trophospongialnetze, die tatsächlich nicht sarkoplasmatische Differenzierungen, sondern exogene, während der Histeogenese in die Fasern hineingelangte Strukturen sind, indem sie sich als protoplasmatische Ausläufer der trachealen Endzellen entwickeln. Die letztgenannten Zellen stellen also die Trophozyten her, die in der Regel an der Oberfläche der Muskelfasern liegen.

Gleichzeitig mit dem Nachweisen dieser Strukturen bei den Insekten war ich auch im Stande zu zeigen,<sup>1</sup> dass die durch Chromsilber herstellbaren Querfadennetze der Herzmuskelfasern der Säugetiere mit verzweigten Zellen an der Oberfläche dieser Fasern direkt verbunden sind, die sich den die Fasern umflechtenden Blutkapillaren dicht anschmiegen. Ich war infolgedessen geneigt, an einem Vergleich dieser verzweigten Zellen mit den trachealen Endzellen der Insekten zu denken.

Nun hat bekanntlich inzwischen mein Schüler IVAR THULIN<sup>2</sup> an den Flügelmuskelfasern der Coleopteren durch BENDA's Mitochondrienmethode in ausserordentlich klarer, unanfechtbarer Weise nachgewiesen, dass sowohl zwischen den Faszikeln der Muskelfasern als auch an der Oberfläche der letzteren grosse protoplasmatische Zellen liegen, die vor allem durch einen körnigen Inhalt ausgezeichnet sind. Als diese an den Muskelfasern liegenden Zellen augenscheinlich einen Teil ihres Inhaltes den Muskelfasern überliefern und also zu dem Sarkoplasma in spezieller Beziehung stehen, hat THULIN dieselben *Sarkosomozyten* genannt. Hinsichtlich ihrer geweblichen Stellung hatte THULIN anfangs<sup>3</sup> sie als interstitielle Bindegewebszellen gedeutet und kam hierbei zu einer Beurteilung dieser Elemente, die schon früher KÖLLIKER, welcher entsprechende Zellen an den Muskelfasern von *Lucanus* sah, gehuldigt hatte. THULIN war es jedoch schon am Anfange seiner bezüglichlichen Studien nicht entgangen, dass diese Zellen zu den trachealen Röhren nahe Beziehungen hatten. Es ist nun aber weiter für die Entwicklung der Kenntnis in betreff der Ernährungswege der einzelnen Muskelfasern bei den vertebrierten Tieren von grundlegendem Wert, dass THULIN auch an verschiedenen Muskelfaserarten dieser Tiere zwischen den die einzelnen Muskelfasern umflechtenden Blutkapillaren auffallend voluminöse und Körnchen tra-

<sup>1</sup> l. c.

<sup>2</sup> Morphologische Studien über die Frage nach der Ernährung der Muskelfaser. Skand. Arch. f. Phys. 1909. — Studien über den Zusammenhang granulärer interstitieller Zellen mit den Muskelfasern. Anat. Anzeig. 1908.

<sup>3</sup> l. c.

gende Bindegewebszellen hat nachweisen können, die teils die Zwischenräume zwischen den genannten Blutkapillaren fast vollständig ausfüllen und also den Kapillarwänden dicht anliegen, teils ihren körnigen Inhalt direkt den bezüglichen Fasern überliefern, wodurch sie sich auch als Sarkosomozyten dokumentieren.

Für die endgültige Klarlegung der morphologischen Stellung der Trophospongien wäre es natürlich von entschiedener Bedeutung zu wissen, wie sich die THULIN'schen Sarkosomozyten zu den peripheren trachealen Verzweigungen tatsächlich verhalten: wenn sie mit trachealen Endzellen identisch sind oder nicht. Wie schon erwähnt, war THULIN selbst anfangs geneigt, diese Zellen als interstitielle Bindegewebszellen zu deuten. Neulich ist er aber der von mir ausgesprochenen Meinung näher getreten, dass die Sarkosomozyten in der Tat Trachealendzellen darstellen und also mit den Zellen identisch sind, die die intrazellulären und interfibrillären Querfadennetze (die Trophospongien) der Muskelfasern erzeugen. THULIN schreibt nämlich in einer seiner letzten Publikationen:<sup>1</sup> »Es ist doch nicht unwahrscheinlich, dass die Sarkosomozyten identisch mit den Trophozyten (Trachealendzellen) sein können.« Ich möchte im vorliegenden Zusammenhange der gewiss noch nicht abgeschlossenen Diskussion der wichtigen Frage nach der wahren Natur der THULIN'schen Sarkosomozyten meine eigene Erfahrung und Auffassung beilegen. Zuerst und zwar als etwas besonders wichtiges kann ich an den hochbedeutsamen Untersuchungen von PRENANT<sup>2</sup> über die sog. Oenozyten bei den Oestrus-Larven erinnern, die wahre grosse und mit binnenzelligen Tracheenkanälchen versehene Trachealendzellen darstellen, welche zu einer Art sekretorischer Elemente transformiert werden, um endlich in typische Fettzellen überzugehen. Die binnenzelligen Tracheenröhrchen dieser Zellen sind nicht exogen, sondern autochton gebildet. *Eine sekretorische Aufgabe trachealer Endzellen ist also schon vorher bekannt*, wie auch dass solche Zellen in Zellen eines Corpus adiposum übergehen können. Ich gebe in Textfigur 4 eine Reproduktion von PRENANT's Abbildung solcher Oenozyten bei den Oestrus-Larven (bei a ein gröberer mit Spiralfaden versehener Tracheenzweig, bei b Oenozyten mit zahlreichen intrazellulären feinsten Tracheenröhrchen (c)).

Es hat sich erwiesen, dass unter den Insekten sind die Coleopteren für das Studium der Sarkosomozyten besonders vorteilhaft, weil bei diesen Tieren die fraglichen Zellen so voluminös und hochgradig körnig sind. Dagegen zeigen die Muskelfasern derselben Tiere ihre eigenen Merkmale, wodurch sie — wenn auch nicht prinzipiell — von den oben beschriebenen Muskelfasern abweichen und sich am nächsten den Flügelmuskelfasern der Hymenopteren und Dipteren gleichkommen. Wer sich indessen über die näheren strukturellen Verhältnisse der Flügelmuskelfasern der Coleopteren orientieren will, kann dieselben in meinen eigenen früheren und in THULIN's Arbeiten kennen lernen. Hier möchte ich nur darauf zeigen, dass die Flügelmuskelfasern dieser Tiere unvergleichlich grobe kontraktile Fibrillen haben und dass die körnigen Einschlüsse der Fasern auch unvergleichlich reich sind. Die Endoplasma-

<sup>1</sup> Studien über die Flügelmuskelfasern von *Hydrophilus piceus* etc. Anatom. Hefte 1912.

<sup>2</sup> Notes cytologiques. Arch. d'Anatom. microscop. 1900 und Traité d'histologie.

und die Exoplasmakörner sind aber nicht topographisch geschieden, sondern treten gemischt hervor; und die Kerne der Fasern sind unregelmässig verteilt. Nur die besonderen Beziehungen gewisser Körnerbildungen zu den Querscheiben der Fibrillen lassen diese Körner als Q-Körner erkennen.

Wenn man einen Längsschnitt durch die Flügelmuskeln eines Käfers (Mikrophotographie 42 Tafel 8; das Präparat verdanke ich IVAR THULIN) bei geringer Vergrößerung ansieht, so kann man sich über den charakteristischen queren Verlauf der Muskeltracheen gegen die Muskelfasern leicht orientieren, weil die groben Tracheenröhren (bei a) von auffallend voluminösen und an grösseren und kleineren Fetttropfen und Granulis reichen Zellen begleitet werden. — Geht man so weiter zu einem genaueren Studium bei hoher Vergrößerung der trachealen periferen Verzweigungen



Textfig. 4.

zwischen den Muskelfasern, so findet man überall in querer oder schräger Richtung angeschnittene, gröbere und feinere mit Spiralfaden versehene Tracheenkanäle (vergl. die Mikrophotographien 43, 44 und 45 Tafel 9 bei a), die allgemein ringsherum von einem mehr oder weniger voluminösen, körnigen und kernführenden Protoplasma umgeben werden. Diese körnigen peritrachealen Zellen werden von feinen Tracheenröhren durchbohrt, die nicht Spiralfaden zeigen und in die grösseren direkt ausmünden (vergl. Mikrophotographie 46 Tafel 7 bei a und b). Ein Bild wie das letzte darf wohl beim Vergleich mit den PRENANT'schen Abbildungen der Oenozyten, von denen ich schon oben eine Reproduktion geliefert habe, fast zwingend die Vermutung hervorrufen, dass die genannten peritrachealen und körnertragenden Zellen in der Tat mit den Oenozyten identisch sein müssen. An gewissen Stellen der grösseren Tracheen ist ihre Wand ausserordentlich dünn und nicht mit Körnern versehen, sondern ist die proto-

plasmatische dünne Wand fast homogen und enthält sehr abgeplattete kleine Kerne. Sehr oft ist es aber leicht den direkten Übergang der dünnen trachealen Wandzellen in die voluminösen körnchenträgenden Zellen zu verfolgen. Meines Erachtens darf es also keinen Zweifel leiden können, dass die grossen Körnerzellen wirklich Oenozyten sind, dass sie also mit anderen Worten tracheale Endzellen darstellen, die teils aus der Wand gröberer Tracheen direkt hervorgehen, teils auch an den periferen Enden der Tracheen sitzen. — Wenn man endlich solche körnige Trachealzellen beobachtet, die sich der Oberfläche der Muskelfasern dicht anschmiegen, so kann man sich davon ziemlich leicht überzeugen, dass zwischen diesen Zellen und den Fasern kein Sarkolemma eingeschoben ist. Wenigstens ist an diesen Stellen der Oberfläche der Fasern von einer solchen Abgrenzung auch bei den verschiedensten Konservierungs- und Färbungsmethoden nichts zu sehen. Dagegen sind sarkolemmaartige Begrenzungen der Fasern zwischen den Territorien der Körnerzellen hervortretend, — was ja übrigens für die Richtigkeit meiner schon seit Jahren verfochtenen Anschauung sehr spricht, dass die Sarkolemmastrukturen der Insekten von terminalen Trachealausbreitungen zunächst hervorgehen dürfen. Übrigens hat KÖLLIKER seit längerer Zeit die Aufmerksamkeit auf die Unvollständigkeit des Sarkolemmas bei den fraglichen Tieren gelenkt. — In den regenerativen Perioden der betreffenden Muskelfasern sind die fraglichen, an der Oberfläche der Fasern befindlichen körnigen Trachealendzellen an körnigen und stark spezifisch färbbaren Einschlüssen sehr reich (vergl. Mikrographien 47 und 48 Tafeln 8 und 9). Sie sind desgleichen von feinsten Trachealröhren durchbort, was man auch durch die GOLGI'sche Methode nachweisen kann (THULIN). Infolge der prallen Ausfüllung der Fasern durch Sarkoplasmakörner treten — wie ich schon seit lange her gezeigt habe — die gröberen trachealen und transversal angeordneten Fortsätze binnen den Fasern als negative, ausgesparte Gebilde hervor (vergl. Mikrographien 44 Tafel 9 und 49 Tafel 8 bei b). — Wenn man nun diese den trachealen binnenzelligen Fortsätzen entsprechenden hellen Zeichnungen mit den Bildern derselben trachealen Verzweigungen, die man durch die GOLGI'sche Chromsilbermethode zur Ansicht bringen kann, vergleicht (Mikrophot. 41), so wird wohl die Identität ohne weiteres augenscheinlich. Die an der Oberfläche der Muskelfasern befindlichen Trachealendzellen scheiden sich also in einem wichtigen Verhalten von denjenigen, die zwischen den Fasern liegen, indem sie *verzweigt* sind und ihre Fortsätze in die Fasern hineinsenden, wo sie durch ihre periphersten Verzweigungen die »Querfadennetze«, die interfibrillären trophospongialen Netze bilden. *Ich muss also aus den vorgelegten morphologischen Befunden den logischen Schluss ziehen, dass die THULIN'schen Sarkosomozyten, die unzweideutig mit den von PRENANT beschriebenen trachealen Endzellen, mit den Oenozyten identisch sind, auch in der Tat wahre Trophozyten darstellen, aus denen die Trophospongien hervorgehen.*

Wie schon oben bemerkt, hat THULIN nachweisen können, dass diese Zellen, die PRENANT als »Cellules sécrétrices« schon früher bezeichnet hat, Stoffe in der Form von Körnern den Muskelfasern überliefern. Es ist nun in der Tat sehr leicht an BENDA-Präparaten sich davon zu überzeugen, dass dieser Befund auch richtig ist. Bei dem Überfliessen der Körner aus den Sarkosomozyten (Oenozyten, Tropho-

zyten) in die Muskelfasern hinein, gelangen aber die Körner nicht in diffuser Weise in die Fasern, sondern sie scheinen den binnenzelligen Fortsätzen, den trophospongialen Verzweigungen dieser Zellen zu folgen (vergl. Mikrophotographie 49 bei b (unten), und Mikrophotographie 48 bei b, wo die Körner einem tangential angeschnittenen Fortsatze folgen). Sie liegen hierbei — wie an den Figuren zu sehen ist — nicht *in* sondern *an* den Fortsätzen. Mit diesen letzteren gelangen die Körner besonders in die kernführenden und an Sarkosomen so reichen endoplasmatischen Septen der Fasern hinein, wo sie sich mit den Sarkosomen mengen, oder auch gehen sie gleich in den ebenso körnigen und kernführenden oberflächlichen Endoplasmamantel der Fasern über. Die Kerne dieser Muskelfasern sind vergleichsweise sehr klein, oft stäbchenförmig ausgezogen (Mikrophotographien 44 und 48 bei c).

Das direkte Nachweisen von Körnchenströmen, die sich von den Sarkosomozyten in die Muskelfasern hinein erstrecken, muss meines Erachtens dahin deuten, dass diese Zellen auch tatsächlich Körnchen zu den Fasern überliefern. Die oft zu sehenden isochronen Veränderungen der Färbbarkeit der Sarkosomen und der Körnchen der Sarkosomozyten geben einen weiteren und schwerwiegenden Beleg derselben Beurteilung. In den regenerativen Perioden der Fasern, da die Sarkosomen durch die BENDA'sche Methode intensiv gefärbt sind, zeigen nämlich auch die Körnchen der Sarkosomozyten ähnliche Färbbarkeit (vergl. Mikrophotographien 44, 47, 48, 49); und in fakultativen Phasen der Fasern, wo die Querscheiben der Fibrillen intensiv gefärbt sind, während gleichzeitig die Sarkosomen mehr oder weniger vollständig ihre Färbbarkeit eingebüsst haben, sind auch die Körnchen der granulären Zellen nicht oder nur wenig färbbar (vergl. Mikrophotographie 50 Tafel 10). Nun findet man doch an der anderen Seite, dass im fakultativen Stadium sowohl ein Teil der Sarkosomen, als auch eine grössere oder geringere Menge der Körnchen der Sarkosomozyten sich noch intensiv färben lassen (vergl. Mikrophotographie 51 Tafel 10). Dies darf jedoch meiner Meinung nach davon abhängen, dass die fraglichen Muskelfasern von einer so hochgradigen Geschwindigkeit ihrer Tätigkeit vermögen sein können, dass die Sarkosomozyten mehr kontinuierlich und von den einzelnen Kontraktionen mehr unabhängig neue Materie zu den Fasern abgeben können. Dieses irreguläre Verhalten ist aber nicht so dominierend, dass man nicht dessen ungeachtet die verschiedenen stofflichen Phasen auseinanderhalten könnte.

Es ist nun von grosser Bedeutung, dass man, wie schon vorher THULIN nachgewiesen hat, leicht beobachten kann, dass die aus den Sarkosomozyten herstammenden Granulationen eine besondere Affinität zu den Grundmembranen beziehungsweise zu den Zwischenscheiben zeigen. Oft ist man nämlich im Stande zu sehen, wie diese Körner in die genannten Membranen direkt überfliessen, wobei sie ausgezogen werden und wodurch in kontrahiertem Zustande sicherlich die gefärbten Kontraktionsstreifen, beziehungsweise die Zwischenscheiben zu stande kommen. Es ist aber gewiss nicht überall, als man die Grundmembranen überhaupt sehen kann, wie auch die Kontraktionsstreifen sich sehr oft nur zu den Zwischenscheiben in Beziehung stehen. Meinesteils glaube ich auch deshalb, wie auch THULIN, dass die Grundmembranen nur akzidentelle Strukturen darstellen und dass sie an den fraglichen Muskel-

fasern, im Gegensatz zu solchen Fasern, wo sie stets vorhanden sind, nur eine mehr untergeordnete Rolle spielen. An solchen Fasern, wo sie ein permanentes Strukturverhalten repräsentieren, dürfen sie als Plasmophoren dienen, als Wege für den stofflichen Import der Fasern. Bei der besonderen Art des Importes an den fraglichen Fasern wieder, wo die Körner aus den Sarkosomozyten direkt in das diffuse Endoplasma überschwemmen, sind besondere plasmophore Strukturen nicht notwendig und treten deshalb auch tatsächlich in den Hintergrund. Meinerseits möchte ich auch vermuten, dass die granulären Produkte, die aus den Sarkosomozyten stammen — so zu sagen — mehr reif sind, um nicht auf Umwegen durch die Tätigkeit des kernführenden Endoplasmas weiter verarbeitet werden zu brauchen, ehe sie sich zu den Q-Körnern in näherer Beziehung treten sollen. Denn die Muskelkerne sind nur vergleichsweise rudimentär, und die endoplasmatischen Sarkosomen gehen ohne weiteres in die regenerativen Querbänder bei der Regeneration direkt über. Durch die besondere Art des Importes zu den Muskelfasern von der Seite der Sarkosomozyten kann also eine weit schnellere Umsetzung der absorbierten Stoffe der Fasern für die nachfolgende Ladung der Q-Körner zu stande kommen. — Die als Q-Körner zu bezeichnenden Sarkosomen manifestieren sich als solche durch ihr typisches topographisches Verhalten zu den Querscheiben, worin ihr färbbarer Inhalt direkt überfließt, was man an geeigneten Stellen ziemlich leicht sehen kann.

Die oben vorgelegten Erfahrungen, die mit den von THULIN schon früher publizierten Studien in vielen Fällen konform sind, zeigen in genügender Weise die Wege, auf welchen die Muskelfasern gewisser Insekten von aussen her eine neue Materie aufnehmen. — Wenn man nun mit Leitung dieser gewonnenen Kenntnisse nachsehen will, wie die oben näher beschriebenen *Flügelmuskelfasern der Libelluliden* von aussen her absorbieren, so findet man in der Tat prinzipiell dieselben Faktoren wieder. Nur giebt es doch strukturell nicht unwesentlich abweichende Verhältnisse. Die Oenozyten, die trachealen Endzellen, sind nämlich gewiss auch hier vorhanden, aber sie sind bei weitem nicht so voluminös; und es kostet deshalb auch eine grössere Mühe, sich über die wahren Verhältnisse zu orientieren. Wenn man aber eine Methode benutzt, wovon schon oben besprochen wurde, um die stofflichen Phänomene bei den regenerativen Perioden quantitativ zu vermehren, nämlich eine vitale Injektion durch 3 % Perhydraulösung, die ja eine besonders hohe oxydierende Wirkung hat, so kann man sich leichter als unter gewöhnlichen Verhältnissen mit den fraglichen Strukturen zu recht kommen. Die trachealen Endzellen werden hierbei voluminöser und also leichter zu verfolgen. Die Oenozyten (Trophozyten, Sarkosomozyten) sind normal durch gelbbraune Pigmentkörnchen ausgezeichnet, und in den regenerativen Perioden werden sie bei BENDA-Färbung durch intensiv blaugefärbte kleinere und grössere Schollen oder am öftesten durch eine mehr diffus verteilte blaugefärbte Masse imprägniert. Niemals darf man diese färbbare Materie in einer so exquisit granulären Form wiederfinden können, wie bei den Coleopteren. Diese Materie fliesst indessen bei Regeneration in der Peripherie des Exoplasmas der Fasern direkt in die hier viel deutlicher als bei den Coleopteren nachweisbaren Grundmembranen über, wodurch die Kontraktionsstreifen hervorgerufen werden. Die Oenozyten oder Trophozyten als

Sarkosomozyten zu bezeichnen, darf vielleicht also bei den Libelluliden weniger zweckmässig sein, weil die endoplasmatischen Sarkosomen zuerst innerhalb des zentralen Endoplasmas aus der diffusen Materie ausmodelliert werden, die von den Trophozyten unter Vermittelung der plasmophoren Grundmembranen demselben zugeführt wird. Bei den Libelluliden ist bekanntlich die Flügelbewegung weit langsamer als bei den Coleopteren, Hymenopteren und Dipteren; und die stofflichen Umsetzungen können deshalb auch vergleichsweise langsamer vor sich gehen. — Ich bin infolge meiner Erfahrungen der Meinung, dass die Wege des stofflichen Importes zu den Muskelfasern, die man bei den Libelluliden nachweisen kann, die allgemeinere Regel bei den Insekten überhaupt ist, während die so exquisiten Verhältnisse bei den Coleopteren, von denen oben die Rede war, gewissermassen eine Ausnahme bildet, obwohl die prinzipiellen Faktoren für alle Insektenformen gemeinsam zu sein scheinen.

Wenn man sodann zu den Muskelfasern der *Säugetiere* übergeht, um nachzusehen, ob auch bei diesen Tieren etwaige ähnliche Wege stofflichen Importes zu den Fasern vorhanden sein könnten, so habe ich schon oben angedeutet, dass es THULIN gelungen war, den Sarkosomozyten der Insekten ähnliche granuläre Zellen auch u. a. an den Flügelmuskelfasern der Vögel und den Zwerekfellsfasern des Kaninchens nachzuweisen. Hier stellen diese Granulazellen interstitielle, zwischen den die Muskelfasern transversal umflechtenden Blutkapillaren ausgebreitete und sehr voluminöse Elemente dar.

Wenn man einen durch die BENDA'sche Methode behandelten Schnitt durch die Diaphragmamuskelfasern des Kaninchens bei geringerer Vergrösserung durchmustert, so kann man an solchen Stellen, wo die Fasern tangential angeschnitten sind, ein Bild bekommen, wie die Mikrophotographien 52 und 53 Tafel 11 wiedergeben. Zwischen den transversal angeordneten Blutkapillaren treten grosse körnige Zellen auf, die die Maschen des Kapillarnetzes (bei a) vollständig ausfüllen (bei b). Bei Längsschnitt durch die Fasern werden die Zwischenräume zwischen den Kapillaren durch diese Zellen fast vollständig ausgefüllt (Mikrophotographie 59 Tafel 10 bei a; vergl. auch Mikrophotographie 54 Tafel 12 bei a; b Blutkapillare). Die körnigen Einschlüsse dieser interstitiellen Zellen färben sich in Regenerationszuständen der Fasern (Mikroph. 59) intensiv blau. Wie an den Flügelmuskelfasern der Coleopteren, ist es an solchen Stellen der Oberfläche der Fasern, wo die fraglichen körnigen Zellen den Fasern dicht anliegen, nicht möglich ein deutliches Sarkolemma nachzuweisen. — In den regenerativen Zuständen der Muskelfasern gehen aus den Körnerzellen Körnerbildungen in die Fasern über, wobei sie teils in die endoplasmatischen Septen hinein gelangen oder auch an der Oberfläche der Muskelfasern sich ansammeln. Innerhalb der Septen fliessen sie gern in longitudinaler Richtung mit einander zusammen (Mikrophotographie 55 Tafel 11; bei a Kern einer Körnerzelle; bei b eine Blutkapillarschlinge; bei c Körner der granulären Zelle; bei d hineingedrungene Körner,



die mit einander konfluieren). Sowohl innerhalb der Septen als auch an der Oberfläche der Fasern fließen die Körner in die Grundmembranen über, wodurch die Kontraktionssteifen hervorgerufen werden (Mikrophotographie 56 Tafel 11; bei a eine Körnerzelle; bei b Kern derselben Zelle; bei c Überfließen von Körnern derselben Zelle in die Grundmembranen). Die übereinstimmenden tinktoriellen Verhältnisse der Sarkosomen und der Granulationen der Sarkosomozyten, die man an den Flügel-muskelfasern der Coleopteren in verschiedenen funktionellen Zuständen beobachten kann, kehren an den Diaphragmamuskelfasern in noch konstanterer Weise wieder. Die Mikrophotographien 54 und 57 Tafel 12 und 58 Tafel 10 geben Muskelfasern und interstitielle Körnerzellen im fakultativen Zustande wieder. Gleichzeitig als die I-Körner ungefärbt und die Querscheiben gefärbt sind, sind auch die Körner der genannten Zellen ungefärbt (bei a). Mikrophotographie 59 Tafel 10 zeigt ein Kontraktions-Regenerationsstadium bei schwacher Vergrößerung, wo die Granulazellen stark gekörnt sind mit starker Färbung der Körner.

Mikrophotographie 60 Tafel 12 zeigt eine Regeneration; bei a ist eine oberflächliche Kornzelle mit intensiv gefärbten und dicht angehäuften Körnern. Es existiert ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Zelle und den regenerativen Querbändern. Mikrophotographie 61 Tafel 12 zeigt einen Übergang zu Postregeneration; bei a eine Kornzelle; Mikrophotographie 62 Tafel 12 endlich zeigt eine Kontraktion, wo die körnigen Zellen (bei a) noch nicht besonders stark färbbar sind.

Aus allem, was ich hier kürzlich vorgelegt habe, darf wohl mit hinreichender Deutlichkeit hervorgehen, dass die interstitiellen Zellen der Diaphragmamuskeln als mit den Sarkosomozyten der Flügelmuskelfasern der Coleopteren analoge Zellen anzusehen sind — wenigstens in morphologischer und vor allem in physiologischer Hinsicht — und verdienen deshalb auch Sarkosomozyten genannt zu werden. Da die Chromsilberbilder an der Hand geben, dass sie desgleichen die Matrixzellen der Trophospongien der Muskelfasern sind (vergl. die oben stehende Notiz von den Herzmuskelfasern), so scheint auch bei den Säugetieren das Gesetz gültig zu sein, dass die Sarkosomozyten in der Tat auch Trophozyten sind.

Mit der Entwicklung der Trophospongienfrage dahin, dass die Trophozyten tatsächlich »trophische« Elemente für die Zellen höherer physiologischer Dignität, den sie angehören, sind, steht doch nichts desto weniger die Frage noch völlig unbeantwortet, welche Bedeutung die »Querfadennetze«, die interfibrillären Trophospongialnetze im Leben der Muskelfasern zu erfüllen haben. Hinsichtlich der trachealen Tiere sollte man vielleicht zunächst an einer fermentativen, vielleicht auch etwaigen oxydierenden Funktion zu denken haben. Die bisher bekannten stofflichen Prozeduren der Muskelfasern geben jedoch für die Beantwortung dieser Frage — wenigstens so weit ich meinesteils sehen kann — leider keinen annehmbaren Fingerzeig.

Stockholm Mai 1912.



## Inhalt.

	Seite
<i>Einleitung</i> . . . . .	3
<i>Technisches</i> . . . . .	5
<i>Flügelmuskelfasern der Libelluliden</i> . . . . .	6
1. <i>Fakultatives Stadium</i> . . . . .	6
2. <i>Aktivitäts- oder Kontraktionsstadium</i> . . . . .	7
3. <i>Regenerationsstadium</i> . . . . .	9
4. <i>Postregenerationsstadium</i> . . . . .	12
<i>Rückblick auf die oben referierten Ergebnisse</i> . . . . .	15
<i>Muskelfasern anderer Tiere</i> . . . . .	22
<i>Herzmuskelfasern von Astacus fluviatilis</i> . . . . .	22
<i>Herzmuskelfasern der Säugetiere</i> . . . . .	23
<i>Gewöhnliche Skelettmuskelfasern</i> . . . . .	23
<i>Über die Wege des stofflichen Importes der Muskelfasern</i> . . . . .	26

## TAFELERKLÄRUNG.

Sämtliche Mikrophographien sind von dem Verfasser hergestellt. Sie sind nicht retouchiert worden.

### Tafel 1.

*Flügelmuskelfasern von Libellula.* Vergrößerung ca. 1,750 mal.

1, 2 und 3. Längsschnitte durch das Exoplasma in fakultativem Stadium. Kein Endoplasma in den Schnitten. a Querscheiben der kontraktiven Fibrillen; b exoplasmatische Q-Körner. In der Mitte der Mikrophot. 3 sind die Fibrillen paarweise angeordnet.

4. Quergeschnittene Fasern in fakultativem Stadium. In der Mitte der einzelnen Querschnitte das Endoplasma mit Kernen (c). a blätterförmige Fibrillen; b Q-Körner.

5, 6, 7 und 9. Längsschnitte durch Fasern in Kontraktion. b Kontraktionsstreifen; a Fibrillen; c Q-Körner. In der Mitte der Fasern das Endoplasma mit Kernen. In Fig. 7 ist links eine Faser mit Endoplasma und Kernen und rechts hat der Schnitt nur das Exoplasma einer anderen Faser getroffen. In Fig. 9 ist die Kontraktion eigentlich in das regenerative Stadium übergetreten. Besonders rechts unten sind regenerative Querbänder zu sehen. Das Endoplasma mit Körnern und Schollen vollgeprofft. An mehreren Stellen hängen diese Schollen mit den Kontraktionsstreifen zusammen. Oben sieht man die Kerne mit stachelförmigen Fortsätzen versehen.

### Tafel 2.

*Flügelmuskelfasern von Libellula.* Vergrößerung ca. 1,750 mal.

8. Quergeschnittene Fasern in Kontraktion. In der Mitte der einzelnen Fasern das stark reduzierte Endoplasma mit Kernen. a die dicken und breiten blätterförmigen Fibrillen.

10, 11, 12 und 13. Längsschnitte durch Fasern in Regeneration. In der Mitte das körnige Endoplasma mit Kernen. Das Exoplasma mit interfibrillärer Materie (regenerativen Querbändern). Fig. 10 c das Endoplasma; a regenerative Querbänder; b in denselben liegende Q-Körner. Fig. 13 a Endoplasmkörner in Querbänder umgewandelt, die an mehreren Stellen in die regenerativen Querbänder des Exoplasmas übergehen; b transversal angeordnete chromatische Substanzen der Kerne.

14. Querschnittene Fasern in Regeneration; a regenerative interfibrilläre Materie mit Q-Körnern. b. Übergang endoplasmatischer Körner in die interfibrilläre Materie. Die Fibrillen sind nicht hervortretend.

### Tafel 3.

*Flügelmuskelfasern von Libellula.* Vergrößerung ca. 1,750 mal.

15. Quergeschnittene Fasern in Regeneration. Das Exoplasma mit interfibrillärer Materie (regenerativen Querbändern) und Q-Körnern.

16. Quergeschnittene Fasern; a mit regenerativen Querbändern; b in Postregeneration.

17. Längsschnitt durch zwei Fasern in Regeneration. Infolge der Behandlung mit Kochsalzlösung treten anstatt regelmässiger regenerativer Querbänder unregelmässige Schollen auf, die durch gegenseitiges Zusammenfließen ein scheckiges Bild hervorrufen.

18. Längsschnitt durch das Exoplasma von Fasern in Postregeneration. Die Fibrillen mit ungefärbten Querscheiben (links sind sie paarweise angeordnet). In den Horizonten der Querscheiben intensiv gefärbte und gleich grosse Q-Körner.

19. Quergeschnittene Fasern in Postregeneration. Zwischen den vergleichsweise sehr dünnen Fibrillen treten intensiv gefärbte Q-Körner auf. Das weite Endoplasma mit Kernen (in der Mitte des Bildes und unten).

### Tafel 4.

20, 21 und 22. *Flügelmuskelfasern von Libellula*. Vergrößerung ca. 1,750 mal.

23 und 24. *Herzmuskelfasern von Astacus fluviatilis*. Vergrößerung ca. 1,500 mal.

20, 21 und 22. Quergeschnittene Fasern in Erschöpfungszustande, das zunächst der Postregeneration oder einem Übergang derselben in das fakultative Stadium entspricht. In der Mitte der einzelnen Fasern das Endoplasma mit Kernen (in 22 sind die Kerne nicht in einer einfachen, sondern in doppelten Reihen angeordnet — k). 21 a bläschenähnliche Q-Körner.

23. Ein längsgeschnittenes Stück einer Faser, worin die Fibrillen in Faszikeln angeordnet sind, die durch endoplasmatische Septen von einander geschieden sind. Fakultatives Stadium. a abgebleichte Q-Körner; b Kerne.

24. Ein längsgeschnittenes Stück einer Faser in Postregenerationsstadium. Stark spezifisch gefärbte Q-Körner in den Horizonten der Querscheiben. Wie im vorigen Bilde sind die Faszikeln der Fibrillen durch körniges Endoplasma von einander geschieden.

### Tafel 5.

25 und 26. *Herzmuskelfasern von Astacus fluviatilis*. Vergrößerung ca. 1,500 mal.

27, 30, 31, 32 und 34. *Herzmuskelfasern von Eichhörnchen*. Vergrößerung ca. 2,000 mal.

25. Ein längsgeschnittenes Stück einer Faser in Regeneration. An den Faszikeln der Fibrillen treten in den Horizonten der Querscheiben regenerative Querbänder auf.

26. Ein längsgeschnittenes Stück einer Faser in Kontraktion. An den Faszikeln der Fibrillen sind stark gefärbte Kontraktionsstreifen zu sehen. Rechts ist ein grosser blasenähnlicher Kern.

27. Von einer längsgeschnittenen Faser in fakultativem Stadium. Besonders im oberen Teil des Bildes sieht man in dem Horizonte der gefärbten Querscheiben blasenähnliche Q-Körner.

30. Längsgeschnittene Faser in Kontraktion. Kontraktionsstreifen. Bei k ein Kern; bei bl Blutkörperchen.

31 und 32. Längsgeschnittene Fasern in Regeneration. k Kerne; a regenerative Querbänder des Exoplasmas; b körnchengefülltes Endoplasma.

34. Längsgeschnittene Faser in Postregeneration. In den Horizonten der Querscheiben treten zwischen den ungefärbten Fibrillen in regelmässiger Anordnung stark gefärbte Q-Körner auf.

### Tafel 6.

28, 29 und 33. *Herzmuskelfasern von Eichhörnchen*. Vergrößerung ca. 2,000 mal.

35, 36, 37 und 38. *Skelettmuskelfasern von Libellula*. Vergrößerung ca. 1,500 mal.

28 und 29. Längsgeschnittene Fasern in fakultativem Stadium. 28 a Endoplasma mit Kern (k) und nicht gefärbten Körnern.

33. Längsgeschnittene Faser in Regeneration. a regenerative Querbänder; b mit Körnchen ausgefülltes Endoplasma; k Kern.

35. Ein längsgeschnittenes Stück einer Faser in fakultativem Stadium. Endoplasma links.

36. Ein Längsschnitt durch das Exoplasma einer Faser in Kontraktion. Kontraktionsstreifen.

37. Eine längsgeschnittene Faser in Regeneration. In der Mitte das Endoplasma mit den Kernen. Infolge der scharfen Einstellung des Exoplasmas sind die zahlreichen Körnchen des Endoplasmas nicht zu sehen. Im Exoplasma treten die paarweise angeordneten und als horizontale Fäden aussehenden regenerativen Querbänder hervor. Zwischen den Bändern der einzelnen Paare liegen die nicht gefärbten Grundmembranen.

38. Ein Längsschnitt durch das Exoplasma einer Faser in Postregeneration. Die gefärbten I-Körner in paarigen Querstreifen angeordnet. Zwischen den Körnern der einzelnen Paare liegen die nicht gefärbten Grundmembranen.

## Tafel 7.

- 39 und 40. *Skelettmuskelfasern von Libellula*. Vergrößerung ca. 1,500 mal.  
 I und II. *Flügelmuskelfasern von Libellula*. Vergrößerung ca. 1,750 mal.  
 46. *Sarkosomozyten von einem Käfer (Ergates Faber)*. Vergrößerung ca. 600 mal.  
 39. Längsgeschnittene Fasern in Postregeneration. Querstreifen von I-Körnern jederseits der Grundmembranen (Zwischenscheiben sichtbar).  
 40. Längsgeschnittene Faser in Postregeneration (zweite Periode). Aus den I-Körnern sprossen Fortsätze hervor, die die I-Körner desselben Muskelfaches in longitudinaler Richtung verbinden.  
 I. Von einer längsgeschnittenen Faser eines Tieres, das in Letargie war. Unregelmässig verteilte Q-Körner in Postregeneration.  
 II. Von einer längsgeschnittenen Faser eines Tieres, das in Letargie war. Q-Körner durch longitudinal gehende Brücken mit einander verbunden. Postregeneration.  
 46. An der Oberfläche einer längsgeschnittenen Flügelmuskelfaser befindliche Sarkosomozyten (Oenozysten, Trophozyten); a ein grosser Tracheenzweig mit seinen Fortsätzen, die bei b als endozelluläre Gänge innerhalb der Sarkosomozyten auftreten (Zwischenscheiben sichtbar).

## Tafel 8.

- Flügelmuskelfasern und Sarkosomozyten (Trophozyten) von einem Käfer (Ergates Faber); 41 von Dytiscus marginalis*. 42. Vergrößerung ca. 20 mal; 41 und 49 ca. 600 mal und 47 ca. 1,000 mal.  
 41. Längsschnitt durch eine mit GOLGI'S Chromsilbermethode behandelte Faser. Unten an der Oberfläche der Faser eine Sarkosomozyte (Trophozyte), deren Fortsätze in die Muskelfaser hineindringen, um die Trophospongien zu bilden.  
 42. Von einem Längsschnitte durch den Muskel. Oben und unten Fasern. In querer Richtung laufen die Tracheen (a), von Sarkosomozyten umgeben.  
 47. Links ein längsgeschnittenes Stück einer Faser. Die sehr dicken Fibrillen mit Kontraktionsstreifen (Zwischenscheiben). Die Sarkosomen sind massenhaft. An der Oberfläche der Faser eine Sarkosomozyte mit einem binnenzelligen Tracheenzweig (a).  
 49. Ein längsgeschnittenes Stück einer Faser, an deren Oberfläche Sarkosomozyten liegen. Bei b helle Zeichnungen in der Faser, die Negative der binnenzelligen Fortsätze der Sarkosomozyten darstellen (vergl. das Bild 41). Bei dem unteren b folgen mit den Fortsätzen Körner in die Muskelfaser.

## Tafel 9.

- Flügelmuskelfasern und Sarkosomozyten von einem Käfer (Ergates Faber)*. Vergrößerung ca. 1,000 mal.  
 43. a ein Tracheenzweig mit Sarkosomozyten; links eine längsgeschnittene Muskelfaser mit Kontraktionsstreifen (Zwischenscheiben) und Sarkosomen.  
 44. a gröbere und feinere Tracheenzweige mit teils dünnerem Protoplasma, teils gekörnten Sarkosomozyten; b ein negatives Bild eines Fortsatzes der Sarkosomozyte (Trophozyte); c stäbchenförmiger Kern der Muskelfaser. Die Faser mit Kontraktionsstreifen.  
 45. Sarkosomozyten an der Oberfläche einer Faser. a Tracheenzweig.  
 48. Links in der Mitte eine Sarkosomozyte (Trophozyte), längs deren binnenzelligen und tangential geschnittenen Fortsätze Körner in die Muskelfaser hineingelangen (b). c Kerne der Muskelfaser, deren Fibrillen Kontraktionsstreifen zeigen.

## Tafel 10.

- 50 und 51. *Flügelmuskelfasern und Sarkosomozyten von einem Käfer (Ergates Faber)*. Vergrößerung ca. 1,000 mal.  
 58 und 59. *Diaphragmamuskelfasern von Kaninchen*. 58 Vergrößerung ca. 1,500 mal. 59 Vergrößerung ca. 900 mal.

50. Rechts Muskelfaser in fakultativem Stadium mit gefärbten Querscheiben und abgebleichten Sarkosomen. Links Sarkosomozyten ohne gefärbte Körner.

51. Rechts Muskelfaser in fakultativem Stadium, wo doch die Querscheiben noch nicht vollständig gefärbt sind, und die Sarkosomen nicht völlig abgebleicht sind. Links die Sarkosomozyten mit noch teilweise gefärbten Körnern.

58. Zwei Muskelfasern in fakultativem Stadium. Zwischen denselben Sarkosomozyten (a) mit ungefärbten Körnern.

59. Längsgeschnittene Fasern mit Kontraktionsstreifen. Zwischen denselben Sarkosomozyten (a) mit intensiv gefärbten Körnern.

## Tafel 11.

*Diaphragmamuskelfasern und Sarkosomozyten (Trophozyten) von Kaninchen.* 52 und 53 Vergrößerung resp. ca. 900 und 1,500 mal; 55 und 56 Vergrößerung ca. 2,000 mal.

52 und 53. Links eine längsgeschnittene Faser; rechts tangential geschnittene Fasern mit transversal verlaufenden Blutkapillaren (a) und zwischen diesen letzteren befindlichen Sarkosomozyten (b).

55. Rechts eine längsgeschnittene Faser in Regeneration-Postregeneration; links eine Blutkapillarschlinge (b), von einer Sarkosomozyte eingefasst; a Kern dieser Zelle, c Körner derselben, bei d Körner derselben, die in die Faser hinein wandern und teilweise mit einander in longitudinaler Richtung zusammenschmelzen.

56. Rechts eine längsgeschnittene Faser mit Kontraktionsstreifen; bei a Sarkosomozyten; bei b Kerne derselben; bei c Überfließen von Sarkosomozyten-Körnern in die Kontraktionsstreifen.

## Tafel 12.

*Diaphragmamuskelfasern und Sarkosomozyten (Trophozyten) von Kaninchen.* Vergrößerung ca. 1,500 mal

54. Zwei längsgeschnittene Fasern in fakultativem Stadium. Zwischen denselben Blutkapillare (b) und Sarkosomozyten (a). Die letzteren ohne intensiv gefärbte Körner.

57. Links eine längsgeschnittene Faser in fakultativem Stadium. An der Oberfläche derselben (rechts) eine Sarkosomozyte (a) ohne intensiv gefärbte Körner. Die schwarzen Körner sind Fett.

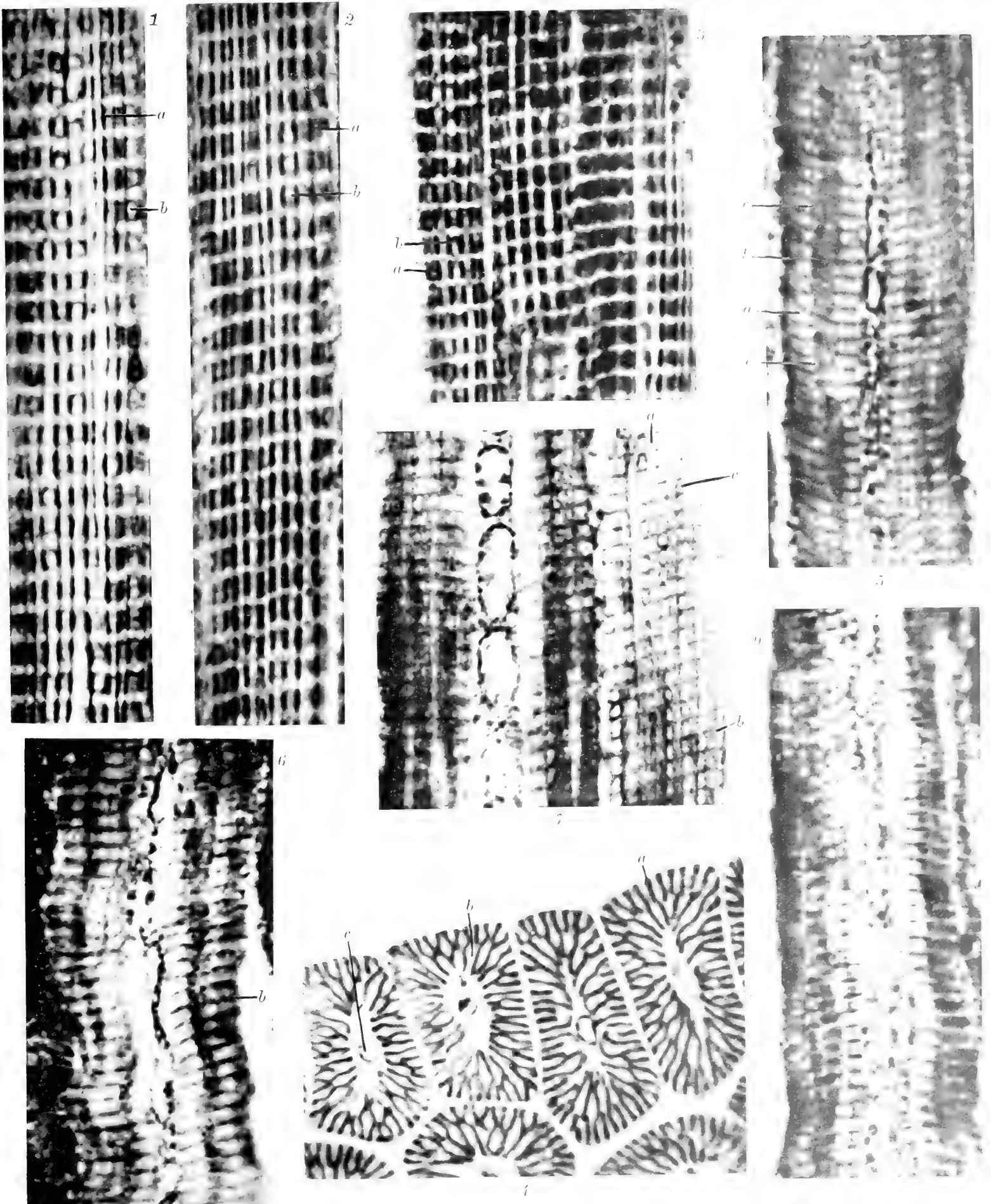
60. Eine längsgeschnittene Faser in Regeneration. An der Oberfläche derselben (links) eine zugeplattete Sarkosomozyte (a), mit intensiv gefärbten Körnern vollgeprofft, die in die regenerativen Querbänder der Faser direkt übergehen.

61. Zwei längsgeschnittene Fasern in Regeneration-Postregeneration. Zwischen denselben Sarkosomozyten mit intensiv gefärbten Körnern; bei a ein Kern dieser Zellen.

62. Längsgeschnittene Faser mit Kontraktionsstreifen. An der Oberfläche der Faser (links) eine Sarkosomozyte angedeutet, in der (bei a) nur spärliche Körner gefärbt sind.









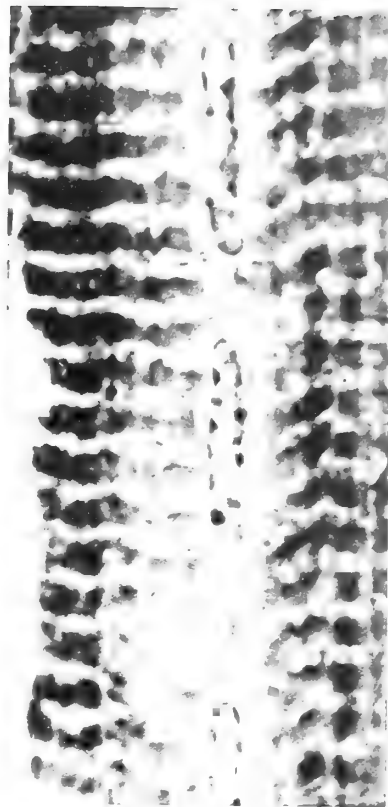




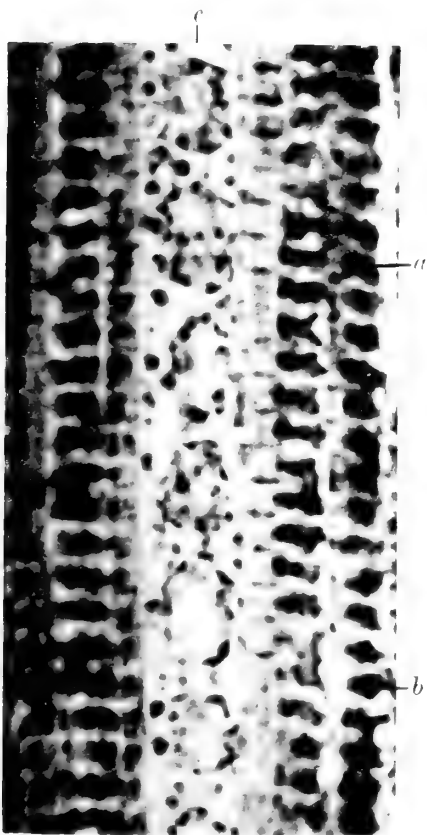
14



12



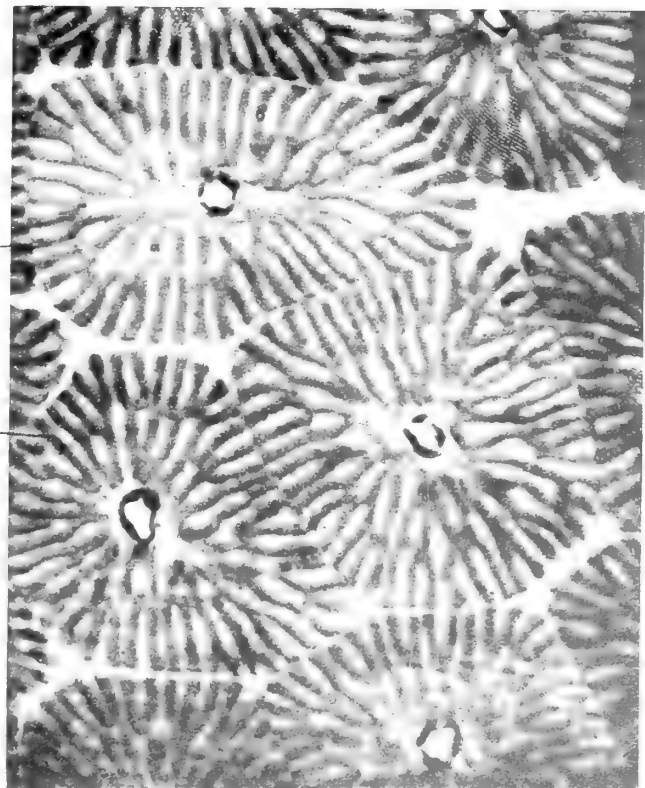
11



10

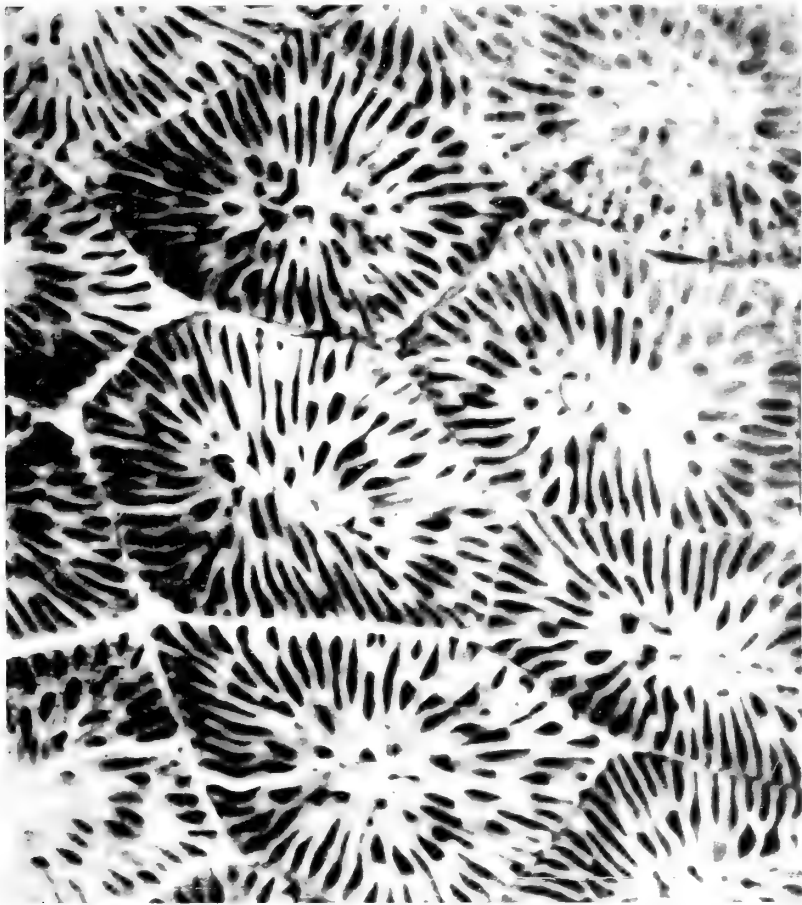


13

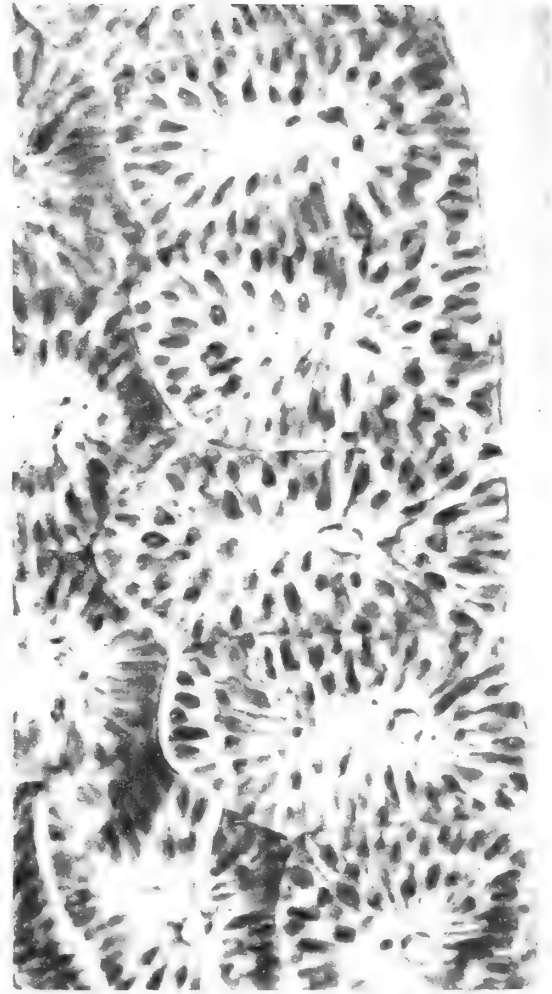


9

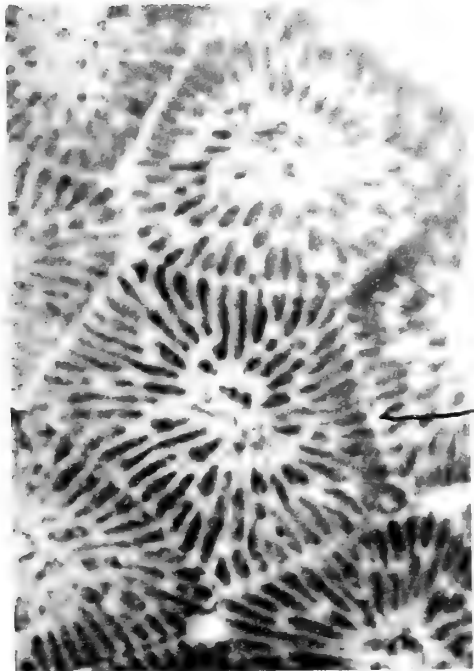




15



19



16

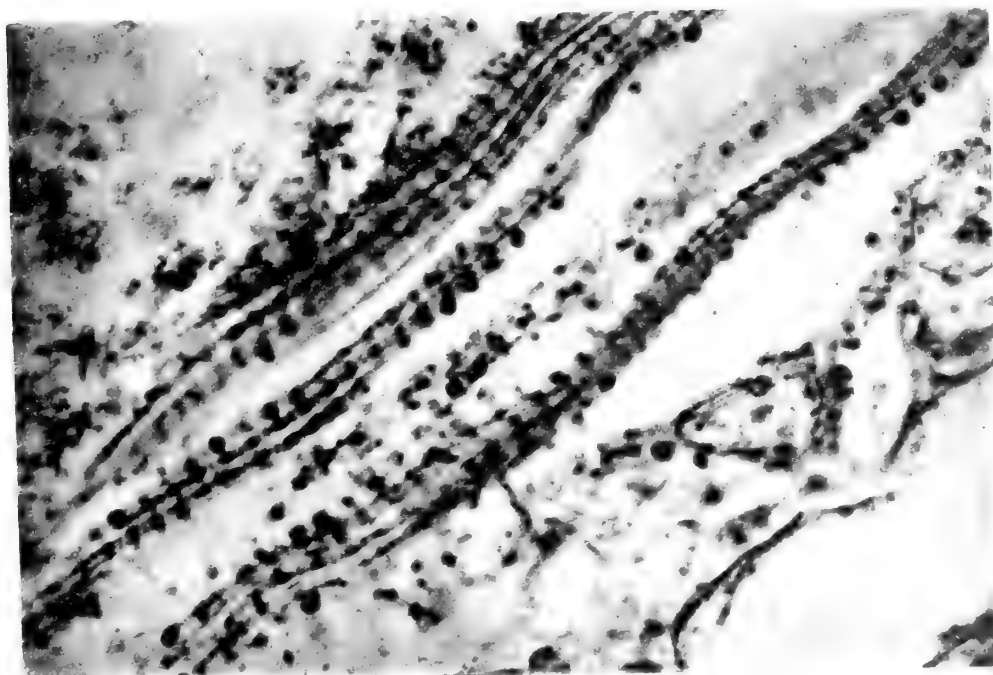
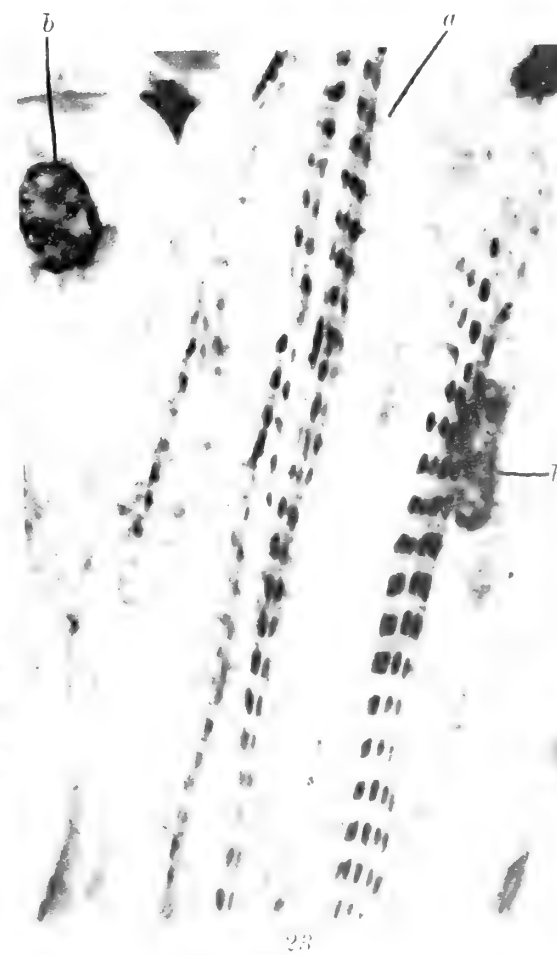
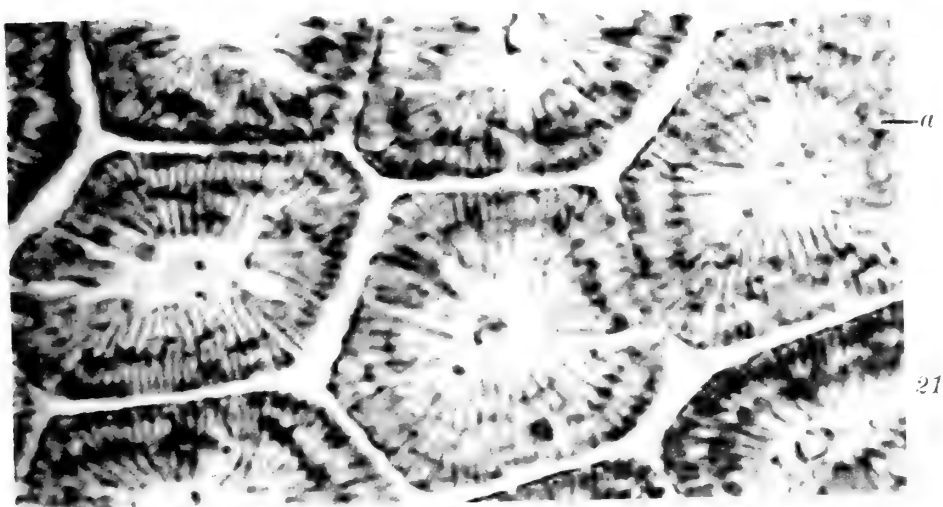
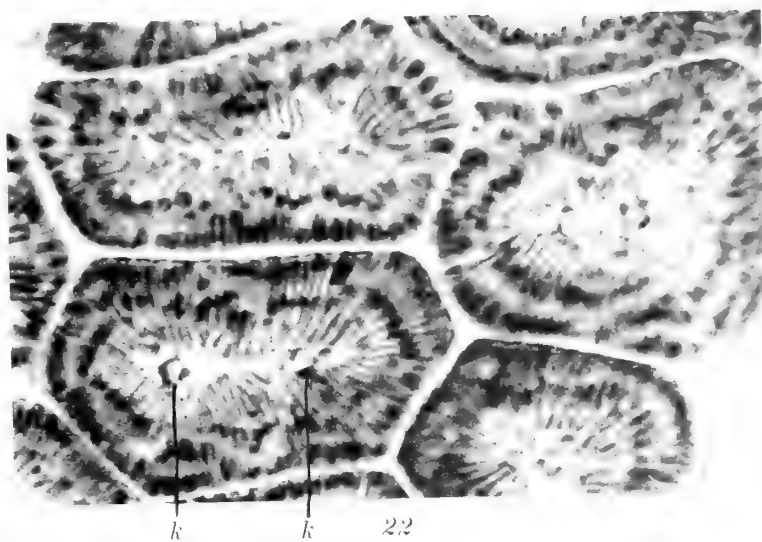
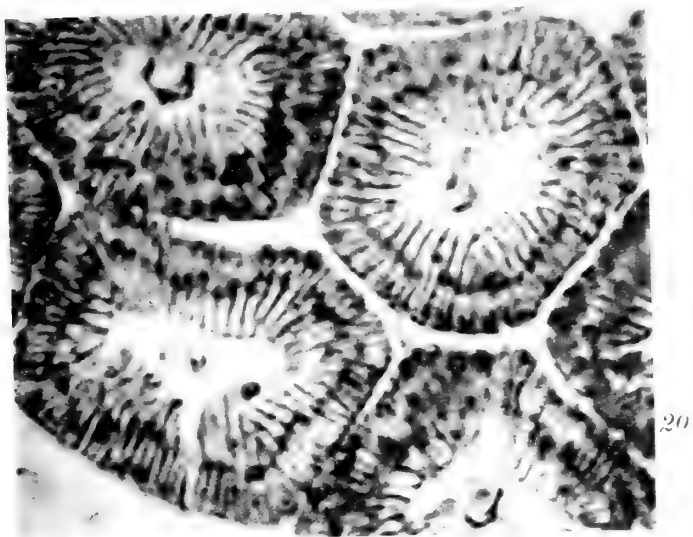


18



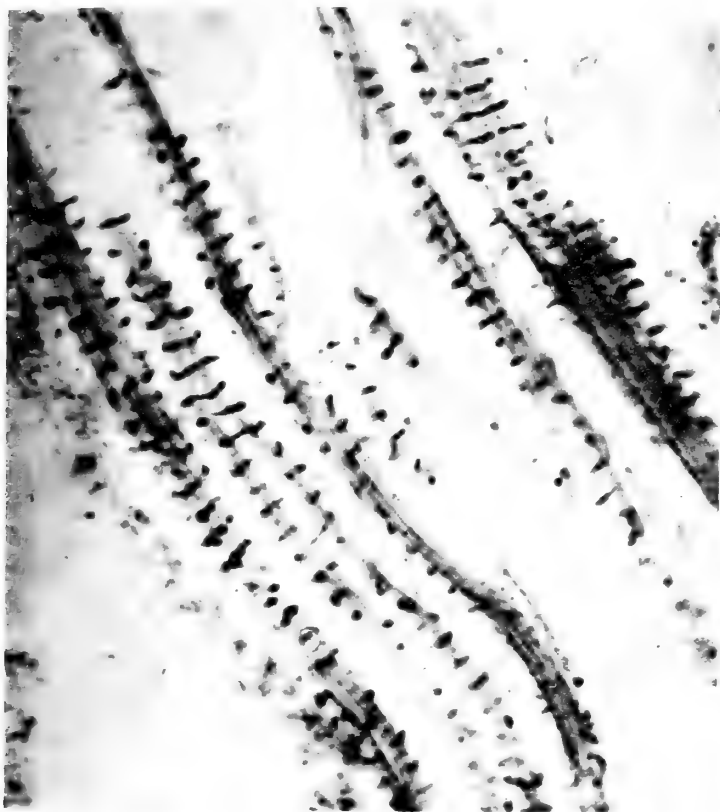
17











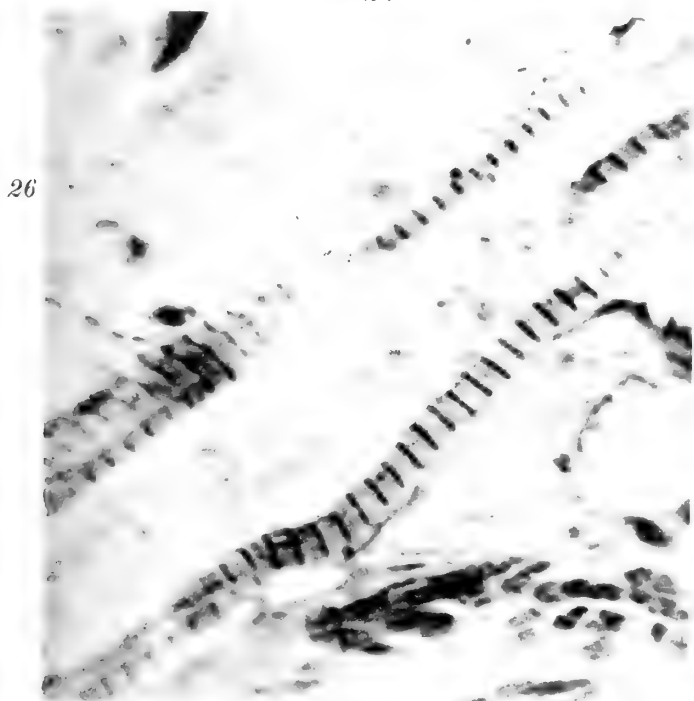
25



26



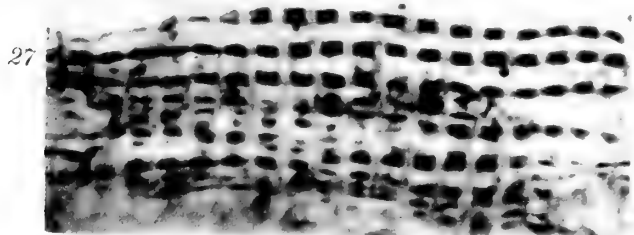
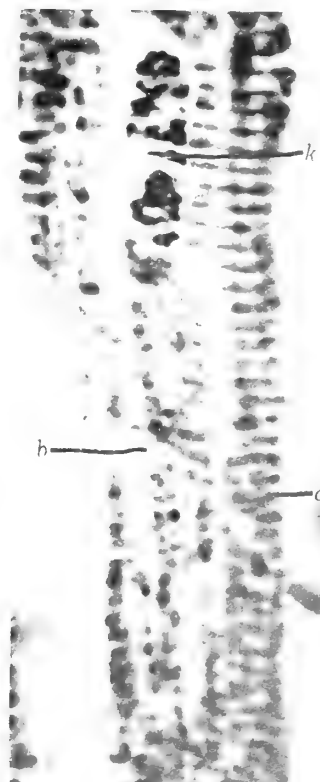
27



28



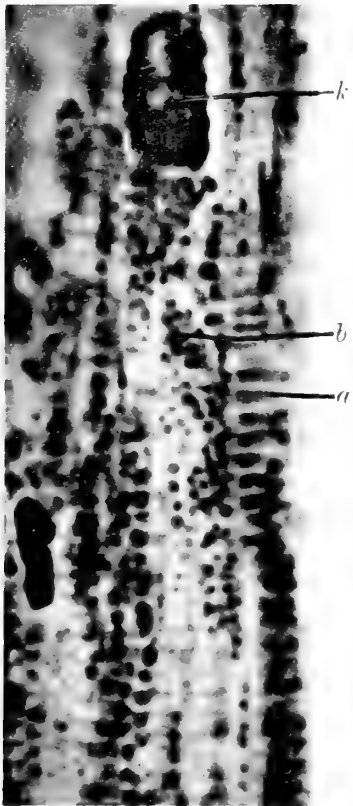
29



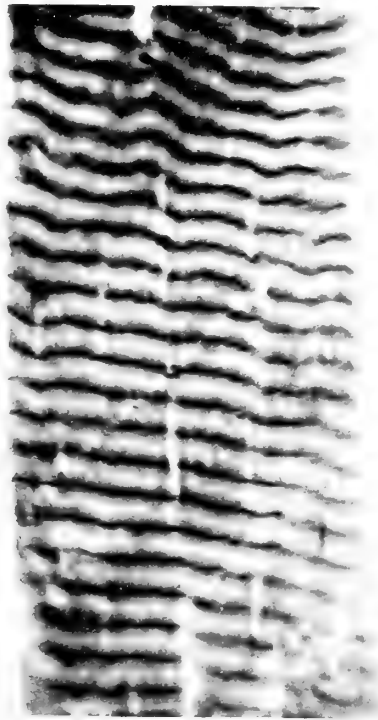
31



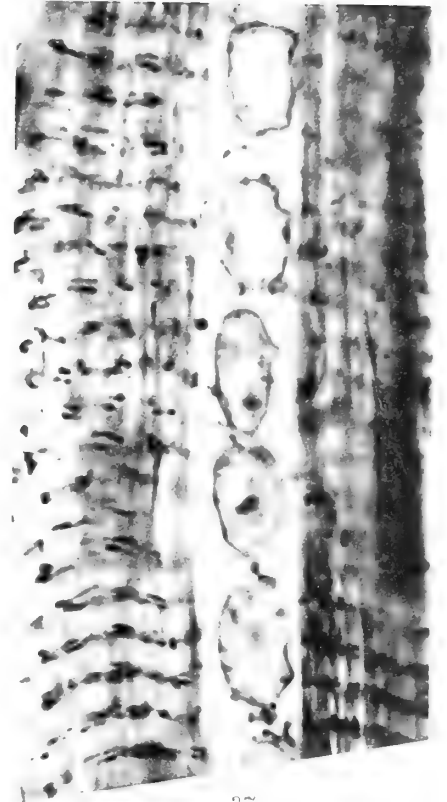




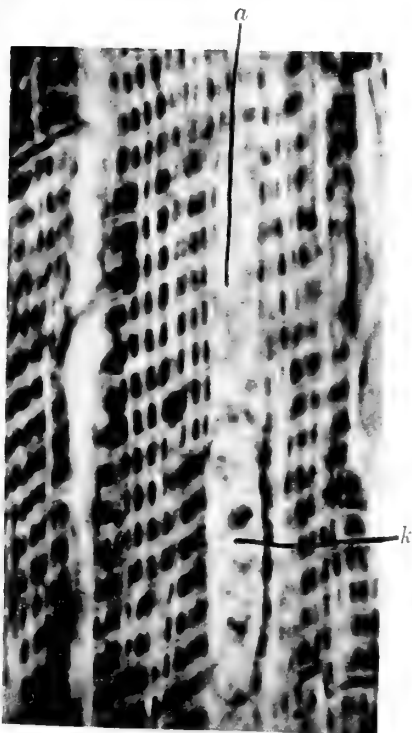
33



36



37



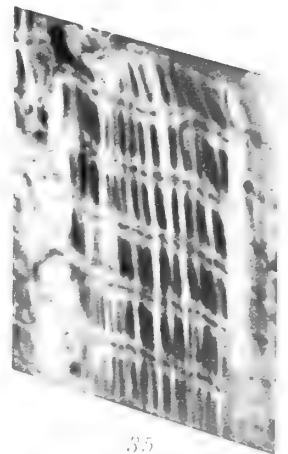
28



29

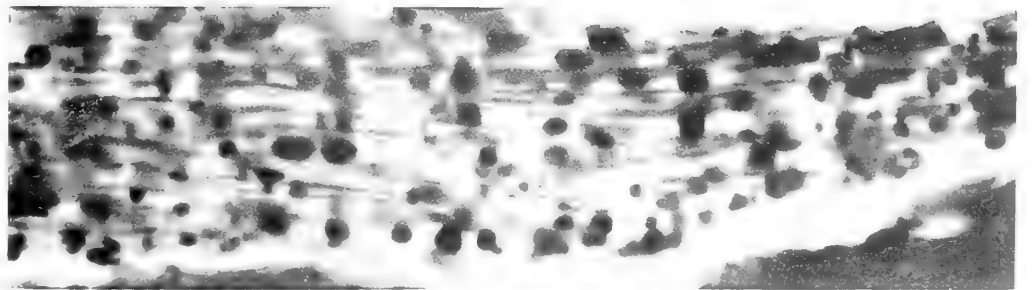
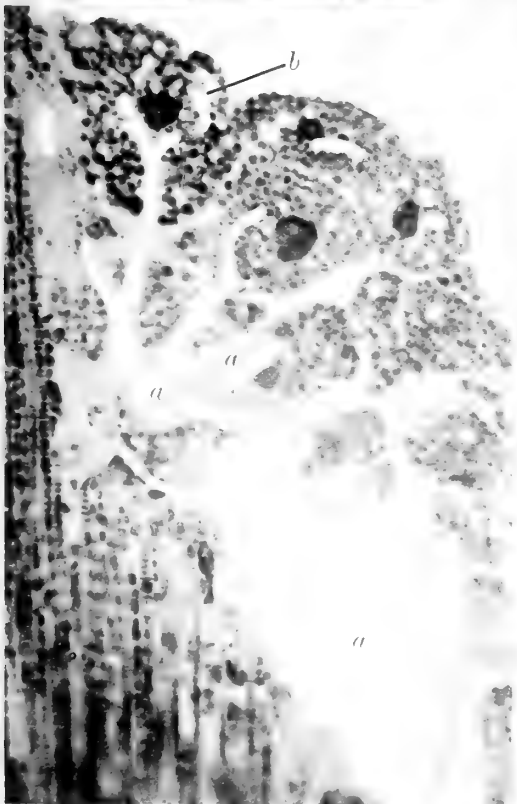


38



35



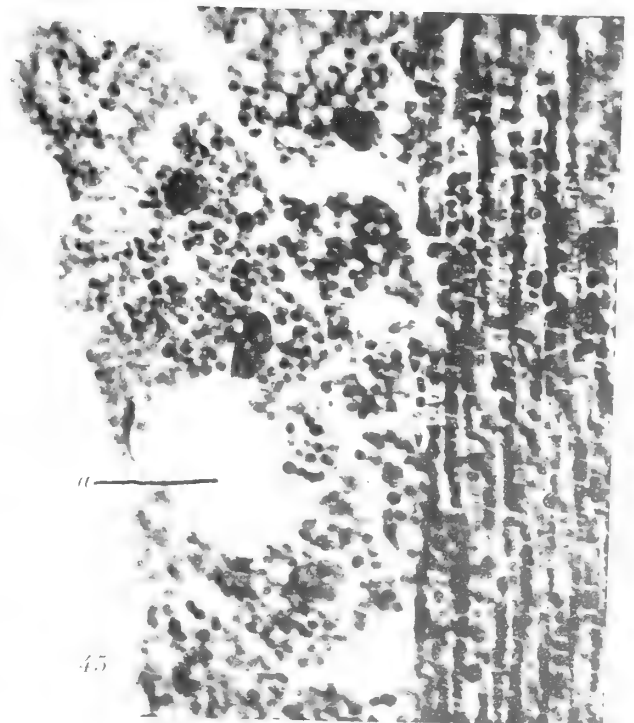
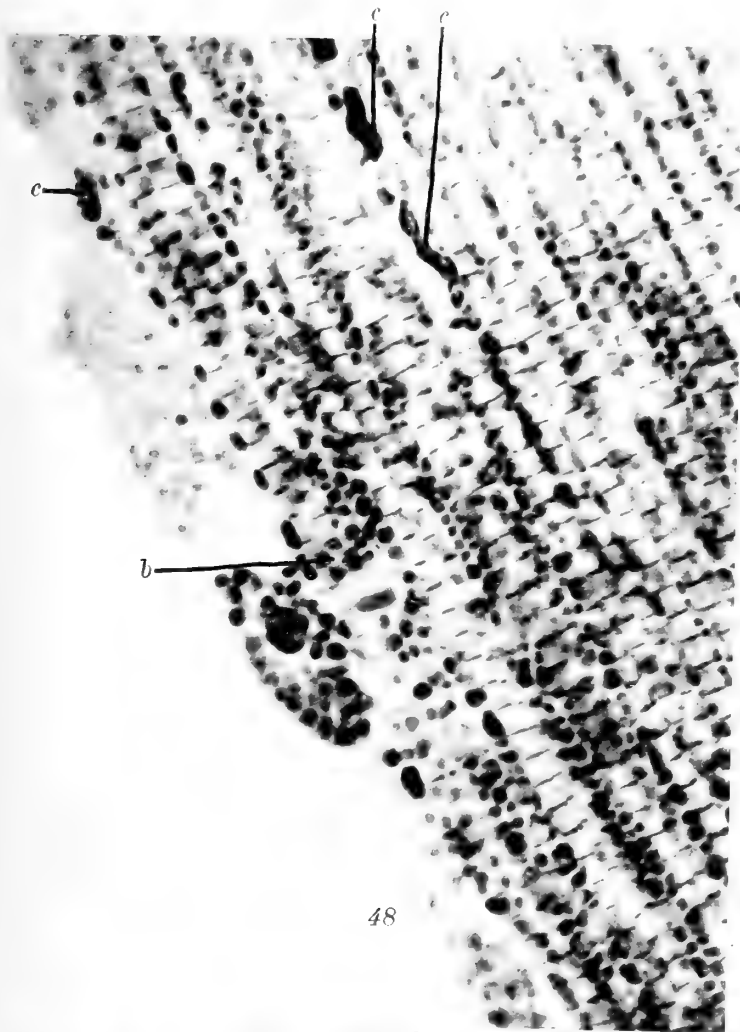






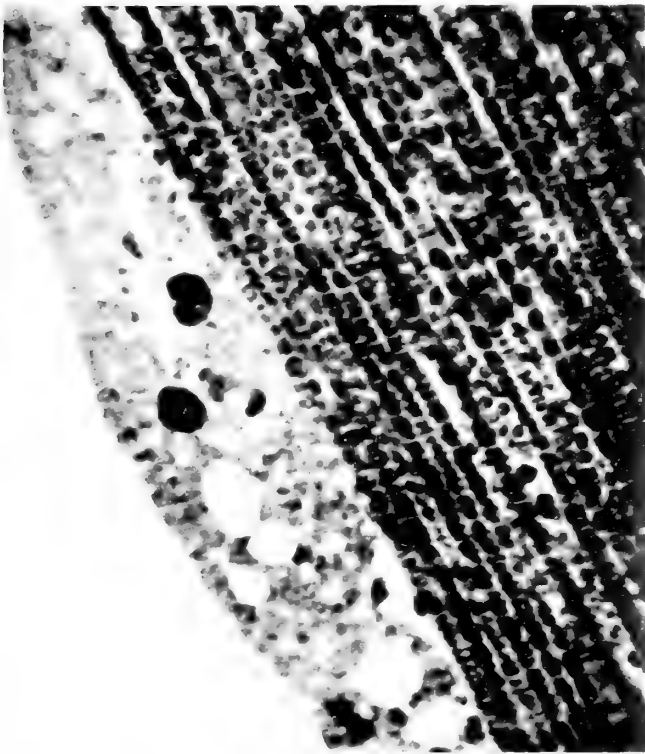
















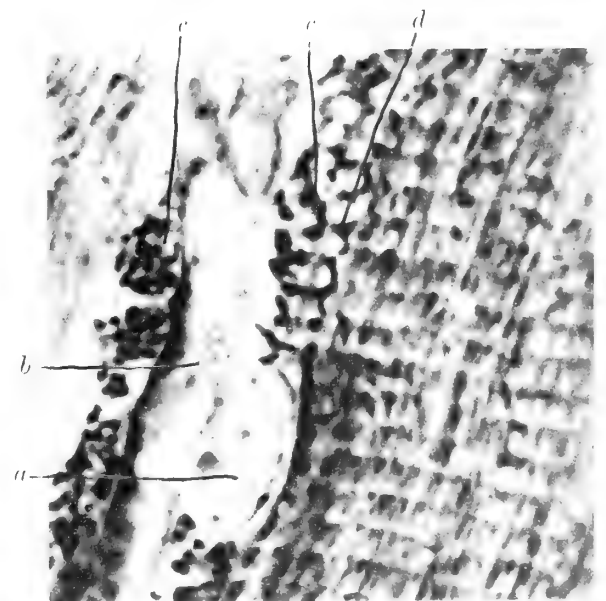
52



56

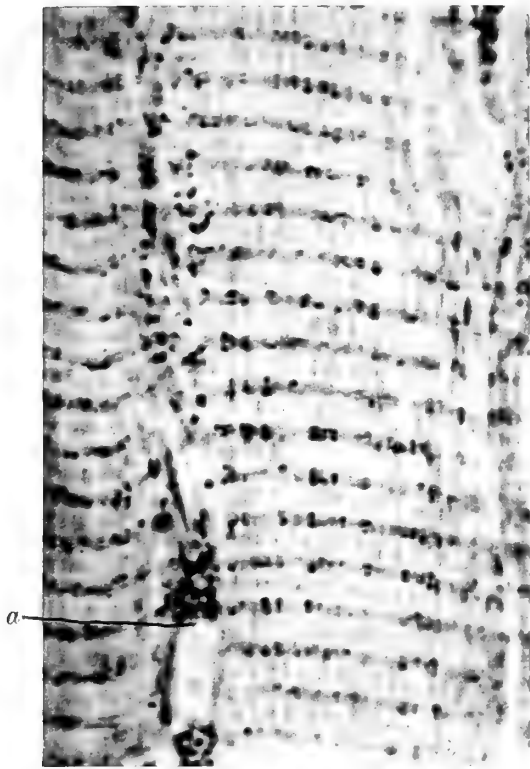


53

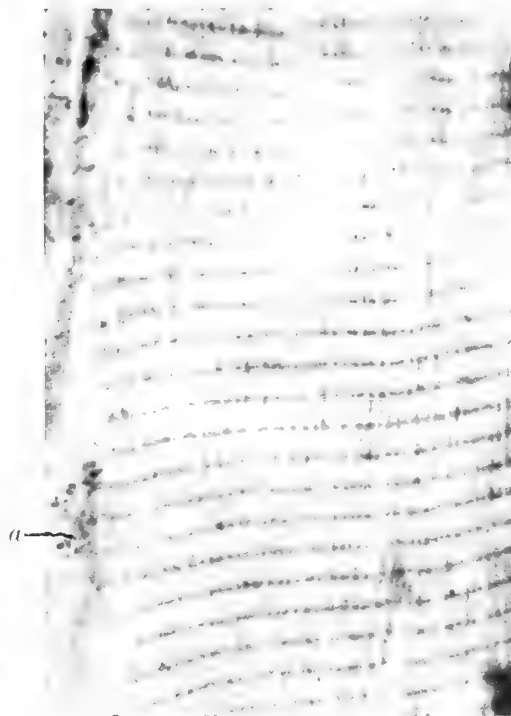


55

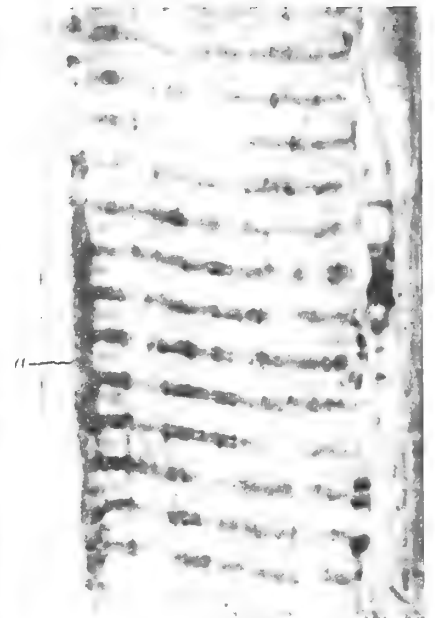




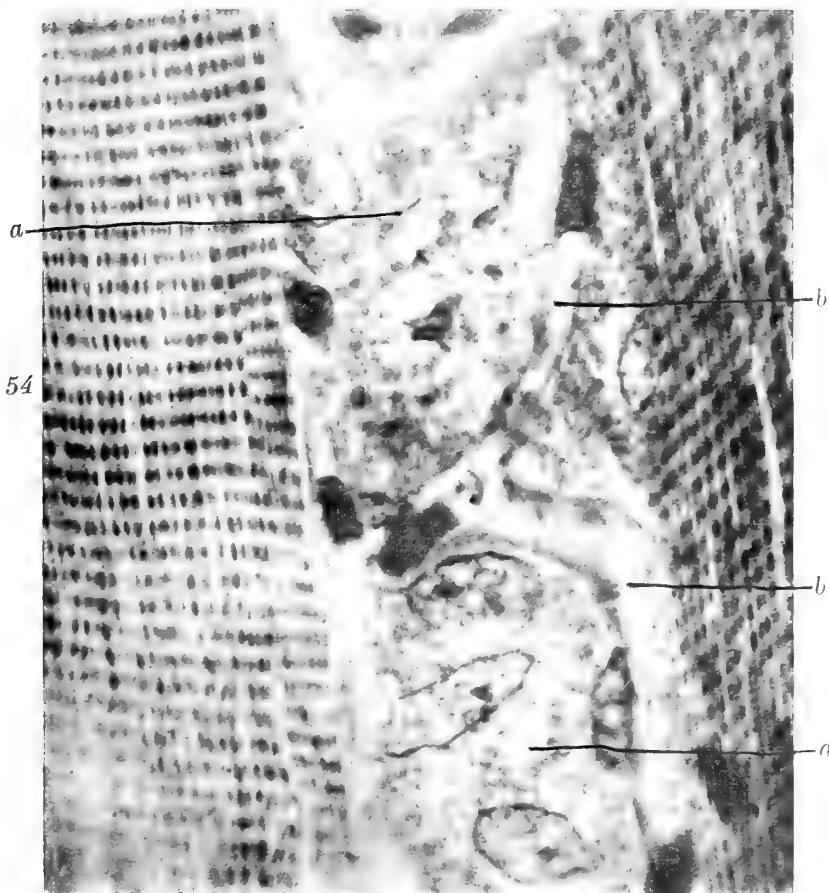
61



62



60



54



57



KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 49. N:o 3.

**LIPOIDBILDUNG**  
**IN DEN WEISSEN BLUTKÖRPERCHEN**

**MIKROSKOPISCHE STUDIEN ZUR AUTOLYSE DES BLUTES**

**NEBST EINIGEN BEOBACHTUNGEN ÜBER VITALFÄRBUNG DES ZELLKERNS**

VON

**J. AUG. HAMMAR**

MIT 1 TAFEL

—◆—  
UPPSALA & STOCKHOLM  
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.  
1912

bung des Blutes, die trotz vielfacher Verwendung in allen ihren Erscheinungen noch nicht hinreichende Verwertung gefunden zu haben scheint.

Die fragliche Form von Farbenapplikation bei Vitalfärbung ist von PAPPENHEIM (1899), UHMA (1899), NAKANISHI (1900) und LEVADITI (1901) eingeführt und findet sich in der Literatur bald unter dem einen, bald unter dem anderen dieser Verfassernamen angeführt. Laut ULLMANN (1911 p. 312) soll die Methode ihm jedoch schon 1894 von EHRLICH mitgeteilt worden sein, welcher deren Kenntnis einem unbenannten italienischen Forscher verdanken soll.

ROSS, WALKER und SALVIN-MOORE (1907) verlegen ihre erste Veröffentlichung noch weiter zurück. Sie soll schon im Jahre 1890 von SOULÉ im Druck vorgelegt worden sein, jedenfalls in einer wenig zugänglichen Zeitschrift. Offenbar sind verschiedene Forscher zu verschiedenen Zeiten selbständig zu demselben, nicht allzu fernliegenden Verfahren gekommen.

Mit Brillantkresylblau ist eine solche Vitalfärbung im Jahre 1901 von LEVADITI, 1902 von E. SCHWARZ und 1903 von PUCHBERGER zuerst ausgeführt worden. Im Jahre 1905 hat CESARIS-DEMEL diese Methode zum Gebrauch aufgenommen. Ihre Ergebnisse hat er in späteren Veröffentlichungen (1906, 1909) näher geschildert. Der von letzterem Autor dermassen gegebenen Anregung hat eine beträchtliche Anzahl grösstenteils italienischer Forscher Folge geleistet, so dass eine bedeutende, überwiegend italienischsprachige Literatur über die hieher gehörigen Forschungsergebnisse schon vorliegt. CESARIS-DEMEL hat das Brillantkresylblau mit Vorliebe in Mischung mit Sudan III benutzt, und die diagnostische Bedeutung der auf dieser Weise unter Umständen sichtbar zu machenden intrazellularen Fettkörnchen hat auch die Aufmerksamkeit seiner Nachfolger in hohem Grade gefesselt. Die übrigen Erscheinungen haben bislang eine weniger eingehende Prüfung erfahren. Dass nichtsdestoweniger manche der von mir behandelten Bilder und Vorgänge nicht unbeachtet geblieben sind, wird aus dem unten Angeführten erhellen.

Der von mir benutzte Farbstoff ist von GRÜBLER bezogen worden. Wenn man die mit demselben gewonnenen Färbungsergebnisse mit den in der Literatur vorliegenden Schilderungen vergleicht, ist es auffällig, dass die erreichten tinktoriellen Effekte in den beiden Fällen nicht unwesentlich abweichen. Ich werde Veranlassung finden, hierauf unten mehrmals zurückzukommen, bitte aber mit Rücksicht auf eventuelle Nachprüfungen die wahrscheinliche Inhomogenität verschiedener Brillantkresylblaupräparate schon hier hervorheben zu dürfen.

Die Untersuchung wurde hauptsächlich mit einem ZEISS'schen Achromat 2 mm. Hom. Imm. Ap. 1,30, Komp. Ok. 8 ausgeführt. Die folgenden Angaben beziehen sich in der Regel auf diese Vergrösserung.

Als Lichtquelle wurde ACERSCHES Gasglühlicht mit ungefärbter Schusterkugel und ohne jedwelche Farbkorrektur benutzt. Dies ist von Bedeutung für die Beurteilung gewisser der unten angegebenen Farbnuancen, die schon bei Tageslicht etwas anders ausfallen.

Untersucht wurde vor allem das Blut von Menschen und Kaninchen. Vergleichsweise wurde auch das Blut von Hund, Katze, Maus, Meerschweinchen und Frosch herangezogen. Wo nichts anderes erwähnt wird, beziehen sich die Angaben auf Menschenblut.

### Vitalfärbung des Kerns.

In dem also angefertigten Präparat färbt sich der Kern der weissen Blutkörperchen vom ersten Moment an und bleibt meistens Stunden lang gefärbt, während die Zelle kräftige und andauernde Kriechbewegungen ausführt. Es handelt sich hier allen Anzeichen nach nicht um eine »agonale« Färbung, eine Färbung der absterbenden Zelle, sondern die Färbung ist von Anfang an ohne schätzbare Latenzperiode vorhanden und demnach wohl als eine im engeren Sinne »vitale« aufzufassen. Dies soll um so kräftiger betont werden, als die geläufigen diesbezüglichen Angaben seit lange darin ziemlich einig sind, dass der lebende Kern einer wirklichen Färbung nicht zugänglich ist. Für die allermeisten zwecks der Vitalfärbung geprüften Farbstoffe ist die Behauptung gewiss auch zutreffend — jedenfalls für alle sonstigen von mir geprüften (siehe unten) — für das Brillantkresylblau aber nicht.

Ich glaube dies um so mehr behaupten zu können, als letztgenannte Färbung in den weissen Blutkörperchen das hochinteressante Phänomen darbietet, dass die Nuance der Färbung des Kerns mit den verschiedenen Phasen des Absterbens der



Zelle auf eine gesetzmässige Weise Änderungen erfährt gleichzeitig damit, dass die absolute Farbstärke auffallend zunimmt. Die fragliche Farbenskala kann (beim Auerlicht) etwa folgendermassen angegeben werden: hellgrün — grünlich blau — mattblau — hellviolett — dunkelviolett. Die ersteren Glieder dieser Reihe werden u. a. durch die Figg. 1, 2 u. 14, die späteren durch die Fig. 3 beleuchtet.

Wenn die Zelle möglichst unbeschädigt ist, d. h. wenn man ein frisch angefertigtes, gut gelungenes und nicht überfärbtes Präparat in seinen zentralen, vom Deckglasrande entfernteren Teilen untersucht, tritt der Kern mit einer hellgrünen Farbe hervor (Fig. 1 a, 2 a, 15 a, 22 a, 30 a, 43 a), welche zwar schwach, aber doch völlig deutlich ist; am leichtesten ist sie an den kompaktkernigen Formen zu sehen. An den gelapptkernigen kommt sie sehr häufig gar nicht zum Vorschein. Die Farbe hat dann von Anfang an einen mehr bläulichen Ton (Fig. 4 a, 5 a).

Es kann sich ereignen, dass die Farbe, während die Zelle typische amöboide Bewegungen zeigt, allmählich abblasst und der Kern auf diese Weise wiederum ungefärbt hervortritt, wie dies auch für die Autolysekörnchen (s. unten) vorkommt. Ein derartiges Abblasen der Kernfärbung ist in Fig. 43 a—h andeutungsweise vorhanden. Es tritt diese »Umwandlung in Leukoprodukte« hauptsächlich bei einer allzu knappen Zufuhr von Farbstoff ein. Bricht man ein solches abgeblasstes Präparat wieder auf und bringt das Blutkoagel, das an dem einen Präparatglas haften bleibt, augenblicklich mit einem anderen Glas, je nach Umständen Objektträger oder Deckgläschen, in Berührung, das mit einer frischen eingetrockneten Farbschicht beschickt ist, so nimmt der fragliche Kern wiederum Farbe auf; allerdings ist die Nuance dann meistens eine andere, dem späteren Teil der Farbenskala angehörige, was wohl darauf hindeutet, dass das Aufbrechen des Präparats kein für die Zelle ganz indifferenter Eingriff ist.

Der Regel nach bleibt aber, wenn die ursprüngliche Farbschicht nicht allzu knapp bemessen wurde, die Färbung des Kerns bestehen. Der lichtgrüne Farbenton kann sich hierbei unter günstigen Verhältnissen eine bis ein paar Stunden lang erhalten (Fig. 43 a—d). Es scheint mir, als ob dies Stadium der lichtgrünen Färbung bei den Lymphozyten und Mononukleären durchschnittlich länger andauert als bei den gelapptkernigen Formen. Früher oder später geht aber die Farbe in einen grünlich blauen Ton über (Fig. 1 b, Fig. 2 b, c). Die Regel ist, dass die Zelle auch in dieser Phase ihre Wanderungen fortsetzt, sie zeigt aber nunmehr bisweilen schon Autolyseprodukte (siehe unten).

Die grünlich blaue Farbe wird gleichfalls allmählich durch eine mehr oder weniger schmutzig oder matt blaue abgelöst (Fig. 1 e—h, Fig. 2 d—h). Dies Färbungsstudium kann relativ langdauernd sein. Je nach Umständen früher oder später wird die blaue Farbe durch eine hellviolette ersetzt (Fig. 1 i, j, Fig. 3 a, b). Das Hervortreten einer auffälligen Molekularbewegung der Zellgranula, oftmals nur in einem kleineren Abschnitt des Zelleibs (Fig. 2 h), zeigt nun häufig an, dass sich die Zelle nicht mehr in ihrer vollen Vitalität befindet. Ihre Beweglichkeit und die Bildung von Autolysekörnchen erlöschen allmählich.

Es tritt die Kernfärbung schliesslich in das Endstadium ein, wo der Kern eine

(dem Methyl- oder Gentianaviolett ähnelnde) leuchtende violette Farbe zeigt (Fig. 3 c—f). Das Protoplasma wird nun entweder vakuolisiert oder durch und durch aufgehellt und angeschwollen, von einer membranartigen Aussenschicht umgeben, innerhalb welcher die Körnchen eine lebhaftere Molekularbewegung zeigen. Die Zelle hat solchergestalt denselben allgemeinen Charakter wie das Speichelkörperchen (Fig. 3 f, Fig. 4 b, Fig. 5 b). Der Eintritt dieser Violettfärbung des Kerns zeigt ihr Absterben an.

Es ist nun gar nicht selbstverständlich, dass die ganze Reihe dieser Farbenänderungen in jedem Blutpräparat zur Ansicht kommt. Wenn irgend eine Schädlichkeit die Blutprobe getroffen hat, wenn der Finger vor der Blutentnahme nicht gehörig gereinigt war, wenn der Bluttröpfchen zu klein ausfällt, so dass der Kapillardruck zwischen den beiden Präparatgläsern übermässig stark wird, wenn die Farbschicht zu dick bemessen wurde, so dass die Zellen mit Farbe überladen worden sind u. s. w., fallen ein oder mehrere der Anfangsglieder der Farbenskala fort, und die violette »Totenfarbe« nebst den sie meistens begleitenden Erscheinungen im Protoplasma kann unter solchen Umständen sehr früh hervortreten (Fig. 4, Fig. 5, Fig. 32). Und auch im sonst gut gelungenen Präparat zeigen Zellen, welche in der Nähe des Deckgläschenrandes oder neben einem Luftbläschen oder einer sonstigen Verunreinigung liegen, fast regelmässig von Anfang an wenigstens die grünblaue Färbung.<sup>1</sup>

Ebenso kommt die hellgrüne Anfangsfarbe im allgemeinen nicht zum Vorschein, wenn das Brillantkresylblau mit einem anderen, anscheinend weniger indifferenten Farbstoff vermischet zur Verwendung kommt. Wenn man also nach dem Beispiel von CESARIS-DEMEL den Objektträger mit einem alkoholischen Gemisch von genanntem Farbstoff und Sudan III beschickt, so fällt meistens das hellgrüne Anfangsstadium ganz fort, und die Kerne treten schon beim ersten Anblicke grünblau bis blau gefärbt hervor.

Es ist von Interesse, das Verhalten der Brillantkresylblaufärbung des Kerns mit dem anderer »Vitalfärbungen« zu vergleichen. Ich habe diesbezüglich ausser Neutralrot und Methylenblau auch eine Reihe anderer Farbstoffe (siehe S. 15) vergleichsweise herangezogen. Die Prüfung ist überall unter Benutzung einer auf dem Objektträger angetrockneten Schicht der in Spiritus gelösten Farbe ausgeführt worden.

Die Kernfärbung mit Neutralrot tritt, wie ja allgemein bekannt ist, an der gut erhaltenen Zelle nicht sogleich ein. Der Kern bleibt vorläufig ungefärbt, und erst zu einem Zeitpunkte, der der grünblauen bis blauen Phase der Brillantkresylblaufärbung ungefähr entsprechen dürfte, rötet er sich allmählich. Dies wird durch Doppelfärbung unter Benutzung eines Gemisches aller beiden Farben bestätigt. Zuerst tritt nämlich die reine lichtgrüne Färbung ein, dann wird sie allmählich durch eine schmutzig-bläuliche abgelöst, welche offenbar durch eine Mischung beider Farben hervorgerufen ist, und endlich nimmt das Rote im Kernsaft immer mehr überhand, während das Kerngerüst durch Doppelfärbung nach und nach fast schwarz wird.

Auf ähnliche Weise verhält es sich mit dem Methylenblau. Auch hier gibt es ein Anfangsstadium, wo der Kern ungefärbt bleibt, ehe eine zuerst schwache, dann

<sup>1</sup> In einem Fall beginnender Influenza war es mir überhaupt nicht möglich, bei den polymorphkernigen ein grünes Anfangsstadium aufzufinden; der Zelltod erfolgte auch weit früher als sonst.

an Stärke stetig zunehmende Färbung auftritt. Dasselbe lässt sich von den meisten der übrigen geprüften Farbmittel sagen, nur dass das Latenzstadium hier meistens noch länger ausfällt. Ja, gewisse, wie Bismarkbraun, gaben überhaupt keine Färbung, so lange die Zelle noch Lebensäusserungen aufwies.

Aus dem Angeführten erhellt, dass die Brillantkresylblaufärbung des überlebenden Kerns früher eintritt als alle anderen geprüften Färbungen und zwar ohne auffälliges Latenzstadium von der ersten Fertigstellung des Präparates an und in einer Epoche, wo die weissen Blutkörperchen noch alle Anzeichen voller Vitalität darbieten. Obzwar es immer eine heikle Sache ist, in solchen Fällen wie dem vorliegenden zu entscheiden, wann das Zelleben noch ganz unbeschädigt ist, scheint mir hier doch gar kein Grund vorzuliegen, zu behaupten, dass eine Schädigung eingetreten ist. Die allgemein verbreitete Auffassung, dass sich der lebende Kern nicht färben lässt oder, wie FISCHER (1903) die Sache auch ausdrückt, dass das Ausbleiben der Kernfärbung als das histologische Charakteristikon einer gelungenen Vitalfärbung anzusehen ist, besitzt betreffs der Brillantkresylblaufärbung der Leukozyten m. E. nicht Gültigkeit.

Es ist auch fraglich, ob es sich nicht hier um etwas anderes als um eine »einfache diffuse Durchtränkung der Kernflüssigkeit mit der Farblösung« (FISCHER) handelt. Freilich ist die Färbung anfangs durchgehends schwach. In dem gefärbten Kern tritt aber — und dies ist von grosser allgemeiner Bedeutung — die Kernstruktur mit recht grosser Deutlichkeit hervor. So lassen sich innerhalb der kompakt-kernigen Zellen sowohl die Kernmembran wie das Kernnetz und der Nukleolus mit einiger Aufmerksamkeit recht deutlich wahrnehmen. Und in den gelapptkernigen treten innerhalb der Kernmembran die von den Ausstrichpräparaten bekannten Chromatinbrocken hervor. Die genannten Teile heben sich als etwas stärker lichtbrechende und, soweit ich finden kann, auch etwas dunkler gefärbte Partien von dem gleichfalls, aber anscheinend schwächer gefärbten Kernsaft ab. Es ist von grossem Interesse, zu konstatieren, dass diese bisweilen ohne alle Färbung im lebenden Kern hervortretende Struktur in vielen Punkten das bestätigt, was man im gefärbten Strichpräparate zu sehen gewöhnt ist. In anderen Punkten, z. B. betreffs der im vitalgefärbten Präparat sehr deutlich hervortretenden Nukleolen der Lymphozyten und Mononukleären, ist freilich die Übereinstimmung weniger genau. Bei kriechenden Zellen kommt häufig auch eine andere Art von Kernzeichnung zum Vorschein, nämlich in der Form oft multipler Parallelstreifen vergänglicher Natur. Sie dürften während der Bewegungen entstehenden Faltungen der Kernmembran entsprechen.

Der rasche Eintritt der vitalen Brillantkresylblaufärbung ist schon von ROSIN und BIERGEIL (1904) beobachtet worden, wurde aber von diesen Autoren als Ausdruck einer raschen Schädigung der Zelle gedeutet. Nach dem, was ich oben angeführt habe, hat dies für das von mir benutzte Farbstoffpräparat sicher nicht Gültigkeit.

Eine ähnliche, jedoch nicht konstante Erfahrung wie die hier mitgeteilte hat offenbar auch CESARIS-DEMEL (1909) mit der vitalen Brillantkresylblaufärbung gemacht, obgleich er auf die erste Phase mit ihrer schwächeren Färbung wenig Gewicht gelegt zu haben scheint. Es heisst bei ihm (S. 15): »Bei der Frischfärbung färbt sich der Kern, solange er lebend ist, entweder gar nicht oder er erscheint nur schwach gefärbt, wie auch mehrere andere Autoren beobachtet haben. Wenn dagegen der Kern sofort nach Anfertigung des Präparates intensiv gefärbt erscheint, so deutet dies auf eine präexistierende Veränderung hin. Wenn er sich langsam färbt, so kann das als ein Anzeichen des Todes betrachtet werden, welchem der Kern wegen der veränderten Verhältnisse des Mittels entgegengerät, in welchem er sich befindet.«

### Auftreten lipoider Tröpfchen im Protoplasma.

Die Verhältnisse im Zelleib erheischen für jede Leukozytenart des Blutes eine besondere Darstellung.

I. In den **Neutrophilen** treten die Granulationen schon beim ersten Fertigstellen des Präparats mit einer mehr oder weniger gesättigten blauviolettten Farbe hervor (Fig. 1, Fig. 2). Es ist ein anziehendes Schauspiel, die durch die distinkte Färbung scharf hervortretenden Körnchen in allen Einzelheiten stundenlang verfolgen zu können, während die Zelle, ihre amöboide Fähigkeit entfaltend, meistens relativ rasch umherkriecht. Es lässt sich hierbei wahrnehmen, wie die Farbenstärke mehrfach wechseln kann, indem die Granula bald fast ungefärbt erscheinen, bald ihre ursprüngliche Farbenstärke ganz oder fast ganz wiederannehmen.

Hat ein solches Umherkriechen bei einer Zimmertemperatur von 20°–25° C etwa eine halbe Stunde gedauert, so sieht man (Fig. 1 b, Fig. 2 c) unter den bisher gleichförmig gefärbten Granula einzelne auftauchen, die, von derselben winzigen Grösse wie die neutrophilen Granula, von diesen durch eine klare purpurne Färbung scharf abstechen. Bald mehren sich diese purpurfarbigen Granula, indem neue desselben unbedeutenden Umfangs wie die vorigen im Protoplasma sichtbar werden. Sie sammeln sich häufig im Laufe der mit den Zellenbewegungen verknüpften Protoplasmaströmungen allmählich nach einer oder einigen Stellen im Zelleib hin, wo auf diese Weise Häufchen solcher Körnchen entstehen. Sie verkleben oder verschmelzen hierbei meistens zu immer grösseren Gebilden, welche bald die Gestalt von perlschnurartig angeschwollenen kurzen Fäden, bald und noch öfter die von grösseren Kügelchen annehmen. Immerfort sieht man hierbei neue purpurfarbige Granula kleinsten Umfangs in näheren oder ferneren Protoplasmaebenen auftauchen, um sich den schon gebildeten Häufchen allmählich zuzugesellen.

Nach Verlauf von etwa 2 Stunden (Fig. 1 f, g, Fig. 2 e) ist der Vorgang dermassen vorgeschritten, dass diese Häufchen von purpurfarbigen Körnchen einen sehr prominenten Zug im Zellenbild darstellen; wenn das Präparat im Brutschrank bei etwa 37° C aufbewahrt wurde, ist dies in noch höherem Grade der Fall. Auch nach dieser Zeit schreitet der Prozess häufig fort (Fig. 1 h—j, Fig. 2 f—h, Fig. 6—11). Ja, in Präparaten, die für das Fortleben der Zelle besonders günstig ausgefallen sind, kann man ihn noch nach dem Verlaufe von 16—20 Stunden in vollem Fluss finden. Die grössten der Granula können das Aussehen kleiner Kugeln fast vom Umfange des Zellkerns aufweisen (Fig. 9). Meistens treten weit früher, 2—3 Stunden nach Anfertigung des Präparates, weitere Veränderungen ein, welche eine fortschreitende Herabsetzung der Vitalität der Zelle anzeigen.

Die Molekularbewegung, welche bisher in der Zelle kaum angedeutet war, kommt nun in dem einen oder anderen Abschnitt des Zelleibs zum deutlichen Vorschein. Es treten Vakuolen auf (vergl. Fig. 3 b—f). Die pseudopodienähnlichen Fortsätze, welche die Zelle hier aussendet, haben einen anderen Charakter als bisher (Fig. 2 h), sie werden meistens nicht mehr eingezogen, sondern vergrössern sich

häufig derart, dass sie einen immer bedeutenderen Teil des Zelleibs umfassen. Sie haben offenbar einen relativ dünnflüssigen Inhalt, in welchem die Körnchen, neutrophile wie purpurfarbige, eine zitternde Molekularbewegung zeigen. Wenn der ganze Zelleib eine derartige Umwandlung erfahren hat (Fig. 3 f.), ist — von den purpurfarbigen Granula abgesehen — ihre Ähnlichkeit mit den Speichelkörperchen recht auffallend.<sup>1</sup> Sie kann auch demselben Schicksal wie diese Körperchen anheimfallen, indem sie schliesslich durch Berstung der sie umgrenzenden Hüllschicht, der »Membran« älterer Autoren, desaggregiert wird. Meistens haben aber die purpurfarbigen Granula schon früher Änderungen erfahren. Sie schwellen an, werden weniger scharf konturiert und weniger glänzend, ihre Färbung wird blasser, und endlich schwinden sie, bald allmählich, bald ganz plötzlich. Man erhält hierbei den Eindruck, dass sie sich in dem abnorm wasserreichen Protoplasma auflösen. Wenn sie aber durch Berstung der ballonartig angeschwollenen Zelle frei werden, erfolgt ihre Lösung im umgehenden Medium fast momentan. Analoge Veränderungen zeigen nun andere spezialgekörnte Zellen. Die Pseudoeosinophilen des Kaninchens (Fig. 12, 13) zeigen von Anfang an eine hellrote Körnchenfärbung, die sich beim Aufbewahren des Präparates häufig ändert, so dass die Granula in der Folge bald ungefärbt, bald schmutzig-blau, bald rötlich gefärbt hervortreten. Die purpurfarbigen Körnchen treten mit ähnlichem Aussehen und in analoger Weise wie bei den Neutrophilen auf. Nur scheint ihre Menge im allgemeinen nicht ganz so gross zu werden bei jenen als bei diesen.

Einige Male habe ich in Neutrophilen kleine purpurfarbige Granula so früh nach Anfertigung des Präparates angetroffen, dass ich mich fragen musste, ob sie in diesen Fällen, gleichwie unten für die Lymphozyten und die Mononukleären berichtet werden wird, schon im strömenden Blut vorhanden waren. Jedenfalls handelt es sich dann betreffs der Neutrophilen lediglich um ganz seltene Ausnahmefälle.

### Frühere Beobachtungen.

Beim Durchsuchen der Literatur hat es sich herausgestellt, dass die von mir hier beschriebenen Granulabilder wahrscheinlich schon früher mehrfach zur Beobachtung gekommen und unter verschiedenen Benennungen und Deutungen veröffentlicht worden sind. Betreffs der etwas älteren Literatur — und sie braucht hier nicht älter als aus den ersten Jahren des Jahrhunderts zu sein — bleibt man allerdings meistens in Ungewissheit, was hierher zu rechnen ist. Dies gilt z. B. von den als phagozytäre Einschlüsse von PLATO (1900) aufgefassten, durch Vitalfärbung dargestellten »Vakuolen«. Ob die von LEVADITI (1901) u. a. als »heterochromatische Granulationen« beschriebenen Gebilde hierher gehören, ist gleichfalls im allgemeinen schwer zu entscheiden. Für gewisse der mit Vitalfärbung gewonnenen Bilder erscheint dies jedenfalls nicht ausgeschlossen.

Auch wo man mit grösserer Zuversicht mutmassen kann, dass ähnliche Bilder wie die meinigen vorliegen, sind nicht selten auffallende Abweichungen in den Beobachtungen vorhanden. Eine Zusammenstellung der zerstreuten Literatur existiert m. W. bisher nicht. Die meisten Autoren haben auch ihrer Veröffentlichung eine Form gegeben, die davon zeugt, dass sie von ganz neu entdeckten Dingen zu sprechen glauben.

Unter der Bezeichnung »Kugelbildung« beschreiben ROSIN und BIBERGEL (1902, 1904: 1 und 2) Bilder, welche sie bei ihren vitalen Blutfärbungen fanden, und welche sie als eine besondere Art des intrazellulären Auftretens gewisser basischer Farbstoffe auffassen. »Es tritt anfänglich der Farbstoff in Form grober runder Kugeln in den Zelleib ein. Diese sitzen zwischen den Granulis und bleiben sichtbar, auch wenn diese selbst sich zu färben beginnen, zuweilen auch noch wenn der Kern bereits die Farbe anzunehmen anfängt.« Es begegnete ihnen diese Erscheinung bei Färbung mit Neutralrot, Toluidinblau, Kresylblau und Methylenazur. Sie vermissten sie aber in Kombinationen mit Methylgrün, speziell bei Neutralrot-Methylgrün. Sie erklären diese Kugelbildung

<sup>1</sup> Dieser »Körnchentanz« ist unlängst von ULLMANN (1911) wiederum als Lebenserscheinung aufgefasst worden.

durch die Annahme, dass im Zelleib kleine granulafreie Hohlräume sich finden, in die der Farbstoff mit Leichtigkeit eindringt. »Allerdings bleibt es dabei unerklärt, weshalb nur gerade die erwähnten basischen Farben diese Erscheinungen hervorrufen, aber nicht die anderen, wozu alle übrigen bekannten basischen Farbstoffe gehören dürften.»

BIFFI (1904) beschreibt unter dem Namen »granuli sarcodici« metachromatisch blauviolett gefärbte Körnchen, die bei Vitalfärbung mit Borax-Methylenblau in den weissen Blutkörperchen, besonders den Neutrophilen etwa 1 Stunde nach Anfertigung des Präparats hervorzutreten beginnen und allmählich bis zur Grösse kleiner Tropfen anwachsen. Es ist ihm auch gelungen, die grösseren Tropfen im ungefärbten Präparat zu sehen, u. zw. mit dem Aussehen und der Lichtbrechung kleiner Myelintropfen. Er glaubt, dass sie aus dem Kern durch Chromatolyse hervorgegangen sind, und deutet den Vorgang als eine Absterbeerscheinung der Zelle. In Fällen stärkerer Leukozytose können sie viel schneller als im normalen Blut entstehen, und er findet es nicht unwahrscheinlich, dass sie unter Umständen intra vitam im zirkulierenden Blut entstehen können. Er hebt hervor, dass sie zur Verwechslung mit präformierten heterochromatischen Körnchen Veranlassung geben können.

RENAUT (1906) findet in der Peritonealflüssigkeit des Hundes und des Kaninchens Zellen, die seiner Meinung nach nicht Leukozyten, sondern bewegliche Drüsenelemente, »cellules rhagiocrines rondes migratiles«, seien; die in ihrem Innern in Vakuolen eingeschlossene Sekretkörnchen (»des grains de ségrégation envacuolés«) ausarbeiten. »Denn keine der Granulozytenspezies entwickelt um jedes der Körnchen, mit welchen ihr Cytoplasma durchsetzt ist, Vakuolen, die in der lebenden Zelle Neutralrot aufnehmen und die Körnchen, je eines und eines umfassen.«

ACHARD (1909) bezeichnet diese Zellen als Leukozyten. Die fraglichen Vakuolen enthalten entweder Stoffe, die in festem oder gelöstem Zustande resorbiert sind, oder Produkte der Zellentätigkeit. Freilich zeigen nicht alle Leukozyten solche durch Neutralrot färbbare Vakuolen. Ihr Vorhandensein zeigt aber immer das Leben der betreffenden Zelle an.

VON R. ROSS, WALKER und MOORE (1907) wurden Körnchengebilde gesehen, welche sie als Zentrosomen auffassten. Im folgenden Jahre wurde dieselben Gebilde von H. C. ROSS (1908), der sie mit dem indifferenten Namen rote Flecke (»red spots«) bezeichnete, einer näheren Prüfung unterzogen. Letzterer Forscher untersuchte das Blut teils nach Verdünnung durch eine Lösung von 1% Natriumcitrat + 0,5% Kochsalz + etwas vom UNNA-schen polychromen Methylenblau, teils unverdünnt auf einer mit denselben Reagentien versetzten Agarplatte.

Nach einer halben Stunde im Wärmeschrank bei 37° beginnen die roten Flecke zu erscheinen. »The appearance of the red spots is always gradual. They only begin to appear some time after the blood has been shed and always commence as minute specks of a scarlet colour, smaller than the granules of the cells, and they become larger as the time progresses, until they may attain the size of the lobe of the nucleus. They may appear in all the cells of normal blood, including the red cells. Their number in any cell may reach as many as twenty, but about five or six is the average. They are never seen in any way connected with the nucleus. Two or more may coalesce to form one large red spot. They may suddenly disperse and this dispersal may occur irrespective of their size. The red spots at the periphery of the cells generally disperse before those more central. If a cell ruptures they disperse immediately. Before a red spot disperses, part of its circumference is surrounded by granules which are showing Brownian movement.«

Die Flecke treten auch ohne Färbung hervor. In fixierten Abstrichpräparaten sind sie nicht zu sehen. Bei einer Temperatur von 15° C war ihre Bildung sehr verspätet oder ganz aufgehoben; eine Temperatur von 45° hinderte gleichfalls ihr Entstehen. Eine schwache Zugabe von Natriumchlorid oder Natriumphosphat beförderte, ein stärkerer Zusatz von Alkali oder ein Zusatz von Säure wirkte hindernd.

Der Autor sieht in der beim Tode eintretenden Fluidisierung des Protoplasmas den Grund des Schwindens der roten Flecke und weist auf ähnliche Verschiedenheiten in der Färbbarkeit des festen und des flüssigen Agars hin. Wenn der Tod und die Fluidisierung des Protoplasmas schnell erfolgt, bleibt die Bildung der Flecke allerdings aus.

Die Flecke sind Flüssigkeitströpfchen, welche von der Zelle absorbiert worden und in dem gelatinösen Zytoplasma suspendiert sind. Wenn der Tod eintritt, verflüssigt sich das Zytoplasma, und so bald es dieselbe Konsistenz wie die absorbierten Tröpfchen erreicht hat, lösen sich diese auf und schwinden.

Eine recht ähnlich lautende Darstellung findet man im selben Jahre bei PATELLA (1908). Es heisst bei ihm: »Wenn man die Beobachtung des frisch mit Kresylbrillantblau gefärbten Blutpräparates lange ausdehnt, so beobachtet man, dass nach Verlauf von 2 bis 3 Stunden und bisweilen selbst früher einige Polymorphen beginnen kleine runde stark blau (sic!) gefärbte Körper zu zeigen, die deutlich das Phänomen des Dichroismus erkennen lassen. Diese Körperchen sind identisch mit jenen der Mononukleären! Nach Verlauf von 4 bis 6 oder mehr Stunden zeigen alle diese Polymorphen in ihrem Zytoplasma diese runden Körnchen, die sehr klein, sehr gross und auch sehr zahlreich sein können, während der Kern des Polymorphen anfängt, ein wenig himmelblaue Farbe anzunehmen«. Während sich diese Körper in den Polymorphen zeigen, fangen sie an, bei den Mononukleären zu verschwinden. So kommt es bei der Betrachtung zu einem Moment (nach zehn Stunden oder darüber), wo die Mononukleären ihrer fast gänzlich entbehren, während die Polymorphen damit angefüllt sind. Und auf gleiche Weise verschwinden nach Verlauf von zwanzig und mehr Stunden diese Körper auch in den Polymorphen.



Diese Veränderungen werden als Degenerations- oder Absterbeerscheinungen aufgefasst. Inbetriff ihrer Deutung heisst es: »Solange die Polymorphen lebend sind, halten sie das Kresyl-Brillantblau auf den Zustand der Leukobase reduziert. Wenn sich die Degeneration in ihnen vollzieht, erscheinen in ihrem Zytoplasma die vom Blau des Kresyl-Brillantblau passiv gefärbten Kugeln unter Beibehaltung des Dichroismus. Die Farbe wird vom Zytoplasma nicht mehr auf die Leukobase reduziert gehalten, weil es sich im Ableben befindet.»

Neben den bisher angeführten Arbeiten findet sich in der Literatur eine Reihe von Beobachtungen verzeichnet, wo man, meistens unter abnormen Verhältnissen, in den weissen Blutkörperchen Einschlüsse gefunden hat, welche mit grösserer oder geringerer Wahrscheinlichkeit als mit den von mir geschilderten Granula verwandt angenommen werden können.

Derartige Einschlüsse rief CESARIS-DEMEL (1905, 1906, 1909) in den zirkulierenden Leukozyten durch toxische Einwirkungen hervor. Unter den dermassen hervortretenden degenerativen Veränderungen erwähnt er (1909 p. 17) eine deutliche Metachromasie, welche sowohl einige Granulationen vor ihrer Verschmelzung als die von dieser Verschmelzung herstammenden Massen im Vergleich zu anderen Granulationen aufweisen, welche unverändert bleiben. Die degenerativen Veränderungen, also wohl auch die uns hier besonders interessierenden metachromatischen, können alle Leukozytenformen befallen, am häufigsten aber die Leukozyten mit polymorphem Kern und neutrophilen Granulationen, dann die uninukleierten und zuletzt »die multinukleierten eosinophilen und basophilen Zellen«. Später aber deutet er einen grossen Teil der gefundenen Metachromasien als phagozytären Ursprungs und hält nur für einen kleinen Teil derselben die ursprüngliche Deutung aufrecht.

COMESATTI (1907) fand bei Typhuskranken, bei septischer Endocarditis mit Diplokokkämie und bei anderen Infektionskrankheiten bei eitrigen Prozessen häufig gleichzeitiges Vorhandensein von sudanophilen und metachromatischen Körnchen in demselben Leukozyt. Das Auftreten von metachromatischen Körnchen und Schollen ist bei den mononukleären Zellen häufiger als das Erscheinen eines sudanophilen Inhalts. Inbetriff der Deutung der erstgenannten führt er zitationsweise an, dass sie als Produkte einer trüben Entartung des Leukozytenprotoplasmas und als Zelltrümmer oder bakterielle, durch Phagozytose aufgenommene Haufen angenommen wurden, hält aber mit dem eigenen Urteil zurück.

ARRIGONI (1908) fand die metachromatische Substanz bei einem Falle von progressiver perniziöser Anämie wieder u. zw. besonders bei den neutrophilen und eosinophilen Zellen myelogenen Ursprungs, in den Lymphozyten war sie seltener und weniger scharf. Auch im gesunden Blut fehlt sie nicht. Er beschreibt ihr allmähliches Entstehen. Sie ist mit der metachromatischen Substanz der roten Blutkörperchen identisch, eine Auffassung, gegen welche PAPPENHEIM in einer beigegebenen Nachschrift Einspruch erhebt. Eine längere Beobachtung erlaubt es, das Verschwinden dieser Tropfen zu sehen; es vollzieht sich wie in den Erythroblasten durch plötzliches Abblassen und Übrigbleiben eines hellen vakuolenartigen Raums. Nach einigen Minuten kann ein mit metachromatischen Tropfen gefüllter Leukozyt keinen einzigen Tropfen mehr aufweisen, ohne dabei irgend eine andere sichtbare Veränderung zu erleiden.

MARTELLI (1908) soll Metachromasie bei entzündlicher Leukozytose gefunden haben.

LEVI bezeichnet die durch Metachromasie ausgezeichneten Zellen als CESARIS-DEMELsche Korpuskeln. Er vermisst sie in der normalen Gravidität und im normalen Puerperium. Sie sind aber im Puerperium bei einigen nicht-infektiösen Komplikationen spärlich, bei Infektionen zahlreich vorhanden.

VARALDO (1910) hat nach den »CESARIS-DEMELschen Korpuskeln« im Nabelgefässblute des Neugeborenen vergebens gesucht. Nicht selten waren aber Spuren von Metachromasie in den Leukozyten sowohl des Venen- wie des Arterienblutes zu sehen.

ZANCLA (1911), dessen Aufmerksamkeit aber hauptsächlich auf die Sudanophilen gerichtet war, fand Metachromasie in zahlreichen Fällen von Gravidität und Puerperium, die durch »Graviditätsintoxikation« (Albuminurie, Eklampsie u. a.) kompliziert waren, während sie in Fällen ohne solche Komplikationen spärlich waren oder gänzlich fehlten.

Angesichts seiner Untersuchungen über »Leukozyten und Natriumnukleinat« fand ANZILOTTI (1911) im Eiter der mit letzterer Substanz behandelten Abszesse zahlreiche Leukozyten, die (nach vitaler Neutralrotfärbung) »vitale erythrophile Vakuolen« zeigten.

**Die purpurfarbigen Körnchen sind nicht blosse Erzeugnisse des Farbstoffes.** Eine der ersten Fragen, die sich in bezug auf die hier geschilderten Vorgänge erheben, ist nun die, ob es sich bei der Bildung der purpurfarbigen Granula um wirkliche Veränderungen der Zellsubstanz handelt, oder ob lediglich Aufspeicherungen bzw. Abänderungen des vital aufgenommenen Farbstoffes hier vorliegen.

Um dies zu beantworten, habe ich zwei parallele Reihen von Präparaten angefertigt, die eine auf Objektträgern, die mit Brillantkresylblau beschickt waren, die andere ungefärbt. Nach zwei Stunden Thermostatbehandlung bei etwa 35° C zeigten

die Präparate der ersten Reihe eine reichliche Entfaltung von purpurgefärbten Granula. Bei den Präparaten der zweiten Reihe wurde das Deckgläschen rasch aufgehoben und, samt dem anhaftenden Koagel, auf farbenbeschickte Objektträger übertragen. Wo das Blutkoagel an dem Objektträger haften blieb, wurde es hingegen mit einem auf gleiche Weise vorbereiteten Deckgläschen überdeckt. Das Resultat wurde in beiden Reihen dasselbe: schon beim ersten Anblicke traten in den nachgefärbten Präparaten purpurfarbige Granula in gleicher Grösse und Zahl wie in den vorgefärbten hervor.

Die purpurfarbigen Körnchen sind demnach offenbar nicht aus dem Farbstoff, sondern aus der Zellsubstanz hervorgegangen. Dies wird auch durch die direkte Beobachtung des ungefärbten Präparates bestätigt. Für das durch Studium des gefärbten Präparates geschulte Auge treten die fraglichen Gebilde als blasse körnchen- bis tropfenähnliche Einschlüsse im Zellkörper hervor.

**Die purpurfarbigen Körnchen sind lipoiden Gebilde.** Beim Vergleichen der bei Zimmertemperatur und im Thermostat aufbewahrten Präparate fiel es auf, dass die purpurgefärbte Substanz in jenen häufig überwiegend in der Form kleiner und kleinster Körnchen auftrat, während diese öfters sie in grösseren Kugeln oder Tropfen angesammelt aufwies. Es lag da nahe zu vermuten, dass es sich hier um lipoiden Substanzen handelte, welche bei Erhöhung der Temperatur leichtflüssiger und leichter zusammenfliessend wurden.

Diese Vermutung fand einigermaßen in dem Umstand eine Stütze, dass sich aus der wässrigen Lösung des Brillantkresylblaus ein purpurner Farbstoff mit Chloroform herausschütteln liess. Alkalizusatz gibt der Farblösung eine durchgehend rote Farbe, und man darf wohl in der purpurroten Farbe die freie Farbbase vermuten. Versuche, sie durch Abdampfen isoliert darzustellen, scheiterten aber an dem Umstande, dass sich die Flüssigkeit dabei in Berührung mit der Luft wiederum schnell bläute. Es scheinen ähnliche Verhältnisse hier vorzuliegen wie die, über welche M. HEIDENHAIN (1903) betreffs der Nilblaubase berichtet hat.

Die angegebenen Beobachtungen gaben mir Veranlassung, unter dem Mikroskope systematische Prüfungen der Löslichkeit, des optischen Verhaltens und der Färbbarkeit der purpurgefärbten Körnchen anzustellen, über deren Ergebnisse hier kurz berichtet werden soll.

#### *Löslichkeit.*

Die fraglichen Körnchen erwiesen sich als *leicht löslich* in:

Äther (löst den Farbstoff nicht);

Alkohol absolutus (löst den Farbstoff mit blauer Farbe);

Azeton (löst den Farbstoff mit blauer Farbe);

Benzol (löst den Farbstoff nicht);

Chloroform (löst aus dem Farbstoff eine purpurne Komponente aus);

Schwefelkohlenstoff (wie Chloroform; die Rotfärbung ist aber schwächer);

Xylol (wie Chloroform);

Aqua destillata (löst den Farbstoff mit blauer Farbe);

Brechweinstein 4 % Lösung;



Chlorgold, 1 % Lösung;  
     D:o 10 % Lösung;  
 Chlorkadmium, konzentrierter Lösung;  
 Essigsäure, 1 %;  
 Essigsaurem Kupferoxyd, konzentrierter Lösung;  
 Formol, 40 % Lösung;  
 Jod-jodkalium (5 + 5 + 10 aq); gibt mit der Farbenlösung schwarze Fällung;  
 Kalilauge, 0,6 %;  
 Kaliumpermanganat, 5 % Lösung;  
 Osmiumtetroxyd, 1 % Lösung;  
     D:o 2 % Lösung;  
 Platinchlorid, 1 % Lösung }  
     D:o 2 % Lösung } fällt die Farbenlösung;  
     D:o 10 % Lösung }  
 Tinctura jodi;  
 Zenker-Formol (10: 1).

Die Körnchen sind *schwer-*, bezw. *unlöslich* in:

Benzin (löst den Farbstoff nicht);

Petroleumäther (löst den Farbstoff nicht);

Bleizucker, 10 % Lösung;

    D:o 20 % Lösung;

    D:o 40 % Lösung;

Chlormagnesium, 1,5 % Lösung;

    D:o 3 % Lösung;

    D:o 6 % Lösung;

    D:o 12 % Lösung;

    D:o 25 % Lösung;

Cuprum sulphuricum, konzentrierter Lösung;

Kalium bichromicum, 2,5 % Lösung;

    D:o d:o 5 % Lösung;

    D:o d:o 7,5 % Lösung;

Kadmium sulphuricum, 8 % Lösung;

Rubidium bichromicum, konzentrierter Lösung;

Salicylas natrius, gesättigter Lösung;

Sublimat, gesättigter Lösung;

Zenkerscher Lösung (ohne Essigsäure).

Wie ersichtlich habe ich u. a. eine Anzahl der in der Chemie der Lipide zur Verwendung kommenden Reagentien und einige als Fixierungsmittel in der histologischen Technik verwendete Stoffe geprüft. Die Prüfung geschah durch Vorbeileiten der Flüssigkeit unter dem Deckgläschen unter stetiger mikroskopischer Kontrolle gewisser vorher ausgewählter Zellenindividuen.

Es erhebt sich bei der Beurteilung der zuerst angeführten Gruppe von Lösungs-

versuchen zunächst die Frage, ob eine wirkliche Lösung der untersuchten Granula, nicht nur eine Entfärbung und Undeutlichmachung derselben eingetreten ist. Besonders zuverlässig sind offenbar in dieser Hinsicht solche Versuche, welche mit Lösungsmitteln angestellt worden sind, die wie Äther und Benzol den Farbstoff überhaupt nicht lösen. Aber auch in betreff der übrigen lässt sich der Vorgang dermassen mit der Ölimmersion kontrollieren, dass ein Bestehenbleiben der Körnchen mit Sicherheit auszuschliessen ist. Bei gewissen Reagentien, vor allem bei Wasser und Kalilauge, tritt eine sichtbare Schwellung und Vergrösserung mit gleichzeitigem Abblässen der Körnchen ein, ehe eine wirkliche Lösung erfolgt. Eine kurzwährende Vakuole zeigt auch nicht selten wenigstens betreffs der grösseren Körnchen den Platz des ausgelösten Gebildes vorübergehend an.

Das Verhalten gegenüber Osmiumlösung ist gleichfalls charakteristisch. Auch hier schmilzt das Körnchen gleichsam weg, und in unmittelbarer Nähe der solcherweise entstandenen häufig wiederum verschwindenden Vakuole bleibt nur — und dies nicht ganz konstant — eine Art von Reifen, ein der Vakuole auf einer längeren oder kürzeren Strecke anliegender Faden, der allerdings nicht schwarz, sondern nur gelblich gefärbt und glänzend ist. Eine Schwärzung tritt überhaupt nicht ein. Zwar habe ich mitunter ein in der Nähe gelegenes winziges schwarzes Körnchen wahrnehmen können, das nur einen unbedeutenden Bruchteil des ursprünglich vorhandenen purpurgefärbten Granulums betrug, und das deshalb höchstens die Vorstellung erwecken könnte, dass ein osmiumschwärzbarer Rest bei der Lösung der Hauptmasse des Granulums übrig geblieben wäre. Da ich aber andere Male solche kleine primär osmierbare Körnchen am Platz des früheren purpurfarbigen Granulums gänzlich vermisste, sie aber an anderen Stellen fand, wo überhaupt kein solches Granulum früher lag, so bin ich am meisten geneigt, solche Bilder auf zufällig in der Nähe gelegene intrazelluläre Fettröpfchen zu beziehen.

Andererseits könnte man vielleicht vermuten, dass in den Fällen, wo eine Nichtlösung angegeben wird, es sich lediglich um eine Fällung des Farbstoffes handelt. Eine solche Fällung kommt manchmal vor, so z. B. bei Behandlung mit Platinchloridlösung oder mit Jod-jodkalium, gibt aber ein ganz anderes Bild, als wo das Körnchen selbst bestehen bleibt. Bei dem Zusatz des letztgenannten Reagens ist die Beobachtung am leichtesten. Die bisher purpurfarbigen Granula nehmen zuerst eine blaue, dann eine schwarze Farbe an, dabei verkleinern sie sich stark. An der Stelle eines grösseren purpurfarbigen Granulums findet man nicht selten einen Kreis winziger schwarzer Körnchen, die um eine dem ursprünglichen Granulum entsprechende Höhlung herum angeordnet sind. Angestellte Reagensglasversuche lehren auch, dass die wässrige Lösung des Brillantkresylblaus durch das Jod-jodkalium schwarz gefällt wird.

In einer Hinsicht dürfen die gelieferten Angaben allerdings nicht allzu wörtlich genommen werden, nämlich in bezug auf die Konzentration der verwendeten Flüssigkeiten. Der Umstand, dass die angegebene Flüssigkeit auf den Rand des Deckgläschens geträufelt und unter dasselbe geleitet wurde, gewährt natürlich keine Garantie dafür, dass sie in derselben Konzentration mit der untersuchten Zelle in Berührung gekommen ist. In den meisten Fällen dürfte sie dieselbe erst durch das Blutplasma mehr

oder weniger verdünnt erreicht haben. Die Konzentrationsangaben besitzen demnach hauptsächlich die Bedeutung eines oberen Grenzwertes.

Die *Untersuchung mit polarisiertem Licht*, sowohl am gefärbten wie am ungefärbten Präparate des menschlichen und des Kaninchenblutes angestellt, hat in bezug auf Doppelbrechung ein gänzlich negatives Resultat ergeben. Da die Analyse nur unter Verwendung einer Trockenlinse mittlerer Stärke ausgeführt werden konnte, waren nur die allergrössten Körnchen ihr zugänglich, und die Angabe gilt deshalb streng genommen nur für sie.<sup>1</sup>

*Färbbarkeit.*

Die Ergebnisse der angestellten Färbungsversuche, welche sämtlich nach dem für das Brillantkresylblau angegebenen Anstrichverfahren ausgeführt wurden, seien hier kurz zusammengestellt. Die fraglichen Körnchen erwiesen sich als

*Ungefärbt durch:*

Alizarin sicc. (GRÜBLER);  
 Bismarekbraun (GRÜBLER);  
 Chlorophyll. bis depur. (nach BOAS 1911, von G. HELL, Troppau, bezogen);  
 Janusgrün (GRÜBLER);  
 Indigkarmin (GRÜBLER);  
 Indophenol (GRÜBLER);  
 Methylenviolett 2 RA (Höchst);<sup>2</sup>  
 Methylorange (GRÜBLER);  
 Muscarin (GRÜBLER);  
 Prune (GRÜBLER);  
 Pyrrholblau (GRÜBLER);  
 Rosolan T (Höchst);  
 Safranin AN extra (Höchst);  
 Scharlach R (GRÜBLER);  
 Sudan III (GRÜBLER);  
 Trypanblau (GRÜBLER);

*Folgendermassen gefärbt durch:*

Azur II (GRÜBLER) purpurrot;  
 Brillantkresylblau (GRÜBLER) purpurrot;  
 Diazingrün (GRÜBLER) blau ohne deutliche Metachromasie (wenn die Zelle abgestorben ist, färbt sich der Kern metachromatisch rotviolett);  
 MAY-GRÜNVALDS Farbstoff (GRÜBLER) purpurrot;  
 Methylenblau medic. (Höchst) purpurrot;

<sup>1</sup> Für gütige Hülfe bei der Ausführung dieser Untersuchung bin ich Hrn. Laborator Dr G. GÖTHLIN zu grösstem Dank verpflichtet.

<sup>2</sup> Die von den Höchster Farbwerken bezogenen Farbstoffe wurden in liberalster Weise von der Fabrik mir zur Verfügung gestellt, wofür ich auch hier meinen besten Dank abstaten möchte.

Neutralrot (GRÜBLER) gelblich rot;

Neutralrot + Brillantkresylblau schwarz;

Nilblau BB (Höchst) purpurrot.

Bei den negativen Färbungsergebnissen sind die mit den Fettfärbungsmitteln Chlorophyllum, Indophenol, Scharlach R und Sudan III gewonnenen besonders hervorzuheben. Da die beiden letztgenannten beim Antrocknen an dem Objektträger kristallinisch ausfallen, die beiden erstgenannten hierbei auf ihn einen Belag von Tropfen grünlicher bezw. blauer Farbe bilden, ist die Möglichkeit einer Fehlannahme durch solche korpuskulär aufgenommene Partikel wohl zu beachten. Solche intrazelluläre Farbstoffpartikel habe ich aber nur für Sudan und Scharlach beobachtet. Hier sind sie meistens schon durch ihre eckige Form und mehr gesättigte Farbe von intrazellulär gefärbten Körnchen oder Tröpfchen leicht zu unterscheiden. Derartige rundliche sudanophile Gebilde allem Anschein nach fettartiger Beschaffenheit kommen in den meisten Blutleukozyten unter Umständen vor, sind aber schon durch ihre positive Färbung durch  $\text{OsO}_4$ , ihre negative bei Brillantkresylblautinktion von den durch letztere purpurgefärbten Körnchen zu unterscheiden.

Meine Erfahrungen über den normalen Gehalt der weissen Blutkörperchen an mikroskopisch sichtbarem Fett stimmen wesentlich mit den Befunden CESARIS-DEMELS (1909 p. 33) überein. Er fand, »dass die Anwesenheit von kleinen und seltenen Fettröpfchen in einigen der zirkulierenden Leukozyten (und besonders in den neutrophilen multinukleierten) einen bei allen . . . untersuchten Tieren konstanten Befund darstellt. Diese Fettröpfchen findet man aber auch, obwohl seltener und in geringerer Zahl in den uninukleierten Leukozyten, in welchen sie auch voluminöser sein können.« Ich möchte nur hinzufügen, dass die Fettröpfchen auch in den Eosinophilen und Basophilen nicht fehlen. Bei vitaler Färbung mit Brillantkresylblau treten sie als vereinzelte ungefärbte Körnchen, stärkerer Lichtbrechung, unter den typisch gefärbten Granulationen hervor.

Die kristallinische Beschaffenheit der Sudanfällung wird übrigens auffallend feiner gestaltet und dadurch weniger störend, wenn sie statt aus einer einfachen Sudanlösung aus einer gemischten Sudan-Brillantkresylblau-Spirituslösung hervorgeht, wie ja die Methode von CESARIS-DEMEL angegeben worden ist. Nach ZANCLA (1911) soll eine Aufbewahrung der Lösung der beiden gemischten Farbstoffe 15 Tage im Thermostat den fraglichen Übelstand gänzlich aufheben.

Das Methylviolett 2 RA verleiht den fraglichen Körnchen eine rötliche Färbung, aber so schwach, dass sie nicht praktisch verwertbar ist, weshalb ich das Tinktionsergebnis als negativ bezeichnet habe.

Für die Färbung mit Azur II, MAY-GRÜNWALD-Farbstoff, Methylenblau und Nilblau gilt, dass die Granula nicht immer sogleich purpurrot hervortreten, sondern dass ihre Farbe zuerst eine Zeitlang dunkelblau ist und dann erst in die typische rote übergeht. Dies gilt insbesondere für die entsprechenden, von der ersten Anfertigung des Präparates an vorhandenen Granula der Lymphozyten und Mononukleären, kommt aber auch beim Erscheinen der purpurnen Granula der Neutrophilen vor. Auch bei Anwendung des Brillantkresylblaus scheint ein solches blaues Vorstadium der Färbung nicht ganz ausgeschlossen. Ich habe es aber hier bloss relativ selten u. zw. als schnell verschwindend wahrgenommen. Deshalb ist die letztgenannte Färbung, weil in ihren Resultaten konstanter, den zuerst angeführten vorzuziehen, und ich habe im allgemeinen auch vorzugsweise mit ihr gearbeitet. Bei langwierigeren Versuchen

habe ich indessen aus gleich anzuführenden Gründen auch die Neutralrotfärbung herangezogen.

Für die Klarstellung der Bedeutung des eben berührten Farbenwechsels dürften nähere Untersuchungen vonnöten sein. Vielleicht handelt es sich lediglich um ein weniger schnelles Eindringen der in den resp. Farbmitteln vorhandenen roten Komponente als der blauen. Es scheint übrigens, als ob sich nicht jedes Brillantkresylblau auf dieselbe Weise verhält wie das von mir benutzte. Den Beschreibungen und Abbildungen nach zu urteilen, hat in dem von gewissen Forschern verwendeten Brillantkresylblau die blaue Komponente eine über die rote viel mehr dominierende Rolle gespielt, wodurch die oben schon berührte Inkongruenz in unseren Färbungsergebnissen ihre Erklärung findet. Ich komme hierauf noch weiter unten zurück.

Die gleichzeitige Färbung mit Neutralrot und Brillantkresylblau verleiht den Körnchen eine schwarze Färbung, die offenbar ein Produkt beider Farbmittel ist. Die Neutralrotfärbung ist indessen die beständigere der beiden. Es kann sich demnach ereignen, dass in einem nachtsüber aufbewahrten derartig doppelgefärbten Präparate nur die vom Neutralrot verliehene rote Farbe bei den Körnchen übrig geblieben ist. Wenn es sich um etwas länger dauernde Versuche handelt, ist deshalb die Neutralrotfärbung vorteilhafter als die mit Brillantkresylblau.

Wenn man die Lösungsverhältnisse der purpurgefärbten Granula überblickt, so fällt es in die Augen, dass sie in den allermeisten der lipoidlösenden Reagentien Azeton, Äther, Alkohol, Benzol, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Xylol leicht löslich sind und also wenigstens der von BANG (1911) formulierten Definition der Lipoidstoffe entsprechen. Unter den untersuchten bilden nur Petroleumäther und Benzin Ausnahmen.

In Wasser ist der fragliche Stoff auch leicht löslich. Ich lasse dabei dahingestellt, ob es sich um eine wirkliche oder eine sog. kolloidale Lösung handelt. Vielleicht zeugt die am Mikroskop nachweisbare Schwellung, welche der Lösung vorausgeht, am ehesten zu Gunsten der Annahme einer kolloidalen Lösung. Jedenfalls weist jene Löslichkeit darauf hin, dass es sich hier nicht gut um Fette oder Cholesterine handeln kann. Ihr Verhalten färbenden Reagentien gegenüber bestärkt eine solche Auffassung. Durch  $\text{OsO}_4$  werden sie nicht geschwärzt, sondern gelöst. Die fettfärbenden Anilinfarben Indophenol, Scharlach und Sudan sowie Chlorophyll lassen sie ungefärbt. Für Neutralrot hingegen sind sie sehr empfänglich. Endlich sprechen die negativen Ergebnisse der Prüfung auf Doppelbrechung gleichfalls gegen ihre cholesterinartige Natur.

Mit weit weniger Sicherheit lassen sich Zerebroside ausschliessen schon deshalb, weil die Chemie dieser Gruppe, der BANG'schen Darstellung nach zu urteilen, noch recht unklar zu sein scheint. Die Löslichkeit der fraglichen Granula in kaltem Alkohol, in Äther und in Wasser stimmt jedenfalls nicht zu dem, was für die bisher am besten bekannten Vertretern dieser Gruppe angegeben wird.

Übrig ist die Gruppe der Phosphatide. Das einzige bekannte Phosphatid, das weder durch Platin- noch Cadmiumchlorid gefällt wird, dagegen — gleichfalls im Gegensatz zu anderen Phosphatiden — mit Bleizucker einen Niederschlag gibt, soll

ja das von THUDICHUM dargestellte Myelin sein (BANG 1911 pag. 69), dessen Existenz aber nach der Darstellung Anderer vorläufig nicht über allen Zweifel erhaben zu sein scheint.

Was die Eigenschaften des fraglichen Myelins anbetrifft, ist es nach THUDICHUM (1901) in Alkohol und in Äther, obwohl in heissen leichter als in kalten, löslich. Inwiefern es in Wasser löslich ist, ist nach ihm aber noch nicht gehörig untersucht. Die einzigen, welche das nach den Vorschriften THUDICHUM's dargestellte Myelin mikroskopisch geprüft zu haben scheinen, sind FAURÉ-FREMIET, MAYER und SCHAEFFER (1910); ihr Präparat wurde aus dem Gehirn des Pferdes gewonnen. Ihr Myelin war »mehr oder weniger« löslich in Alkohol, sehr löslich in Äther. Unter den auch von mir geprüften Farben färbten es Azur, Brillantkresylblau, Methylenblau und Nilblau (schwach), ohne dass Metachromasie für diese Farben angegeben wird. Neutralrot gab ebenfalls positives Resultat. Negativ verhielt sich Bismarckbraun; Scharlach R. und Janusgrün gaben eine schwache, Sudan, Safranin und Methylviolett eine starke Färbung. Die Autoren sagen: »En dehors de l'orange G, du congo rouge et du bleu à l'eau, la myéline, la lécithine et la céphaline dissolvent presque tous les colorants, que nous avons essayés.»

Wie ersichtlich, bieten die Ergebnisse der angeführten Myelinfärbungen dieser Autoren recht viele Abweichungen von den von mir an den fraglichen Granula gewonnenen dar. Hierzu kommt, dass das von ihnen geprüfte Myelin sich in  $OsO_4$  stark schwärzen soll. Unter solchen Umständen erscheint eine Identifizierung der Substanz dieser Granula mit dem THUDICHUM'schen Myelin kaum berechtigt.

Der hier angestellte Versuch einer mikrochemischen Analyse der purpurgefärbten Granula hat also zwar zu einer gewissen Umgrenzung ihrer Art geführt, indem sich Fett und Cholesterin mit ziemlicher Sicherheit ausschliessen lassen; in diesem wie in zahlreichen ähnlichen Fällen ist es aber nicht gelungen, das Vorhandensein einer bestimmten, chemisch wohl charakterisierten Substanz festzustellen. Dies kann ja verschiedene Gründe haben. Es kann beispielsweise darauf beruhen, dass eine Substanzgemenge mehr oder weniger komplizierter Natur vorliegt. Auch die Möglichkeit, dass es sich um eine chemisch noch nicht gehörig untersuchte Substanz handeln könnte, lässt sich wohl nicht ausschliessen. Die Analysen des autolytierten Blutes, welche ich in der chemischen Literatur gefunden habe, sind auch nicht geeignet, einen weiteren Fingerzeig zu geben.

Unter solchen Umständen bleibt die fragliche lipoide Substanz vorläufig wesentlich durch ihre tinktoriellen Eigenschaften charakterisiert. Da nun die meisten der geprüften Farbmittel sie in Purpurfarbe hervortreten lassen, bezeichne ich sie in der Folge als *Purpurlipoid*. Die feinen Tropfen, als welche sie in den Zellen auftreten, nenne ich *Purpurlipoidgranula* oder der Kürze halber *Purpurgranula*.

**Das Purpurlipoid als Myelin in morphologischem Sinne.** Der Myelinbegriff ist bekanntlich zuerst von VIRCHOW u. zw. für einen optisch-morphologisch charakterisierten Stoff aufgestellt worden. Nebst der starken Lichtbrechung war die Bildung von doppelkonturierten Myelinfiguren vor allem massgebend; hierzu kam nach den

Untersuchungen von BENEKE, ALBRECHT, ORGLER, HERXHEIMER u. a. die Doppelbrechung.

Nichts spricht nun dafür, dass es sich bei den fraglichen Granula um Myelin in diesem älteren Sinne handelt. Anzeichen einer Doppelkonturierung habe ich nur ganz ausnahmsweise und dann meistens an grösseren Tropfen gefunden. Allem Anschein nach fehlt gleichfalls die Doppelbrechung. Die Färbung durch Sudan und die sekundäre Osmiumschwärzung bleibt aus; die Färbung durch Neutralrot fällt positiv aus (vergl. W. H. SCHULTZE 1910).

In den letzten Jahren hat ja indessen der Name Myelin in noch einer anderen Bedeutung Verwendung gefunden, nämlich als Benennung des bei der postmortalen Autolyse entstehenden Produkts. Hauptsächlich durch die Untersuchungen über die aseptische Autolyse von ALBRECHT, DIETRICH, WEICHSEL und CESA BIANCHI begründet, ist diese Myelindegeneration besonders von ASCHOFF und seinem Schüler KAWAMURA als endogene postmortale Lipoidbildung von der exogenen oder Fettspeicherung scharf gesondert worden. An die letztgenannten Myelinsubstanzen bietet das Purpurlipoid offenbar Anknüpfungen dar.

KAWAMURA (1911), welcher den Gegenstand jüngst behandelt hat, unterscheidet unter den hier in Frage kommenden Myelinbildungen aus verborgenen Lipoidsubstanzen zwei Gruppen, nämlich nekrobiotische und autolytische Myeline. Die ersteren zeigen gelegentlich, wenn auch selten, die Doppelbrechung und zeigen auch ein wechselndes Verhalten bei den Färbungen mit Nilblau, Sudan und Neutralrot; doch gibt die letztere Färbung fast immer wenigstens beim Erwärmen positive Resultate. Mit der SMITH'schen Methode färben sich die Substanzen positiv. Schon dadurch unterscheiden sie sich von den doppelbrechenden Cholesterinestern. Wichtig ist es, dass diese Doppelbrechung sich bei geringem Erwärmen wenig oder gar nicht ändert.

Die »postmortal oder autolytisch auftretenden Myeline« sind nach dem genannten Autor niemals doppelbrechend. Ihr Verhalten gegen Neutralrot, Nilblau und Sudan ist ganz ähnlich wie bei den nekrobiotischen, nur tritt die Neutralrotfärbung, allerdings in einzelnen Organen wechselnd, relativ schnell auf. Die SMITH'sche Methode fällt positiv aus.

Obzwar auch die in den weissen Blutkörperchen »aus verborgenen Lipoidsubstanzen« hervorgegangenen Purpurgranula einfach brechend und der Neutralrotfärbung leicht zugänglich sind, stimmen sie in der Art ihres Auftretens keineswegs mit dem überein, was für die Bildung des postmortalen Myelins beschrieben worden ist. Eine totale oder partielle Herleitung aus dem Kern, wie sie für diesen Vorgang von SCHMAUS, ALBRECHT, DIETRICH u. A. behauptet worden ist, lässt sich für jenen mit recht grosser Sicherheit ausschliessen. Wenn Purpurgranula in ihrer ersten winzigen Gestalt auftauchen, geschieht dies immer ohne jeglichen nachweisbaren Zusammenhang mit dem Kern, was ja hier, wo letzterer auch gefärbt ist, relativ leicht festzustellen ist.

Dagegen bekommt man bisweilen, besonders wenn das Auftreten solcher Körnchen mit dem Abblassen der präformierten Granulationen der Zelle zeitlich zusammenfällt, Veranlassung, die Frage zu erheben, ob die Purpurgranula aus diesen



Granulationen hervorgehen. Besonders drängt sich die Frage betreffs der Eosinophilen auf. Die den  $\alpha$ -Granulationen zukommende Oberflächenschicht (hiervon mehr unten) steht in der Färbbarkeit den Purpurgranula nahe. Entstehen nun die letzteren durch Abspaltung von Tröpfchen aus jener Oberflächenschicht? Ganz abzuweisen ist diese Möglichkeit gewiss nicht. Gegen dieselbe spricht aber einmal, dass, wenn die  $\alpha$ -Granula abgeblasst sind, gleichzeitig damit, dass die purpurfarbigen hervortreten, sich doch ihre Färbung durch erneute Farbenzufuhr aufs neue wiederherstellen lässt, was anzudeuten scheint, dass die färbbare Oberflächenschicht nur abgeblasst, nicht verschwunden ist; zweitens dass in den Lymphozyten und Mononukleären, wo keine solche perigranuläre Substanz nachweisbar ist, Purpurgranula nichtsdestoweniger erscheinen.

Es erscheint nun nach diesen Ausführungen als das Nächstliegende, an einen Ursprung der letztgenannten Granula aus dem eigentlichen Protoplasma vielleicht durch eine Art »tropfiger Entmischung« zu denken. Zwar erfolgt dann dieser Prozess ohne alle sichtbare Vermittlung durch »Liposomen«. Eine solche Entstehung weder aus dem Kern noch aus Liposomen, sondern »durch Konfluenz kolloidal im Protoplasma gelöster myelogener Substanzen« gibt auch ASCHOFF (1910) für die postmortalen Myeline als eine denkbare Möglichkeit an.

**Die fragliche Lipoidbildung lässt sich als ein enzymatischer Vorgang auffassen.** Wie aus dem hier Angeführten zu ersehen ist, zeigen die Purpurlipoidgranula hinreichende Ähnlichkeiten mit den autolytischen Myelinen, um eine Prüfung zu veranlassen, inwiefern der beschriebene Vorgang enzymatischen Charakters ist und sich als eine Autolyse auffassen lässt.

Bei dieser Prüfung gilt es zunächst, die Bedeutung gewisser äusseren Faktoren, die möglicherweise durch ihren schädigenden Einfluss die fraglichen Veränderungen hervorrufen könnten, festzustellen.

Eine Einwirkung von *Bakterien* erscheint bei Berücksichtigung des schnellen Anfanges des Prozesses schon a priori recht wenig wahrscheinlich. In der Tat, wenn man die Präparate anfertigt unter Wahrnehmung aseptischer Kautelen, genauer Flammbierung der mit Spiritus vorbehandelten Präparatgläser, Sterilisierung der Nadel durch Wärme und der Hautoberfläche durch wiederholtes Abreiben mit Alkohol-Äther, so hat dies auf den Verlauf der Bildung des Purpurlipoids gar keinen Einfluss.

Ein anderer zu berücksichtigender Faktor ist die *Alkaleszenz der Gläser*. DEETJEN (1906) hat bekanntlich auf sie als ein blutschädigendes Moment hingewiesen. Eine orientierende Versuchsreihe, wobei Objektträger aus vielen verschiedenen im Handel gewöhnlich vorkommenden Glassorten zur Verwendung kamen, ergab zwischen ihnen keinen greifbaren Unterschied.

Um die Sache näher zu prüfen, habe ich von der Firma C. ZEISS Objektträger aus Quartz und Deckplättchen aus geschmolzenem Quartz, »Quartzglas«, bezogen. Die Schärfe der unter Benutzung dieser Präparatgläser gewonnenen Bilder ist, besonders bei Verwendung von Oimmersion, wesentlich herabgesetzt; sie genügt jedoch, um ohne Schwierigkeit das Vorkommen und die Anzahl der etwas grösseren Purpurgranula festzustellen.



Ferner habe ich, um den Einfluss des Glases fern halten zu suchen, die gegen die Blutschicht sehende Fläche sowohl des Deckgläschens wie des Objektträgers mit einer dünnen Celloidinschicht überzogen. Das Celloidin wurde in einer ganz dünnen Alkohol-Äther-Lösung aufgetragen und gleichmässig ausgebreitet. Nach völligem Eintrocknen der Celloidinschicht wurde der Objektträger durch »Anmalen» und Eintrocknenlassen einer schwachen Wasserlösung von Brillantkresylblau mit Farbe beschickt.

Endlich wurde versucht, durch Untersuchung »im hängenden Tropfen» in geschlossener Kammer den Einfluss der Gläser auf die Hälfte herabzubringen.

Ich habe also vier Parallelversuche wiederholt angestellt: a) mit gewöhnlichen Präparatgläsern, b) mit Objektträger und Deckgläschen aus Quarz, c) mit celloidinbedeckten Präparatgläsern und d) mit gewöhnlichem, farbenbeschicktem Deckgläschen und Untersuchung im hängenden Tropfen.

Bei keiner der angegebenen Versuchsanordnungen trat ein auffälligerer Unterschied im Verhalten der Purpurgranula hervor. Dass sie zwischen den Quarzgläsern nicht weniger rasch entstanden als zwischen den gewöhnlichen Gläsern, ist sicher. Eher ist es mir vorgekommen, als ob die Körnchenbildung im ersteren Fall schneller vor sich ging als im letzteren, was dann wohl auf einen verzögernden Einfluss des Alkalis des Glases zu beziehen wäre;<sup>1</sup> der Unterschied war aber allzu wenig ausgeprägt, um ihn mit völliger Sicherheit feststellen zu können. Dagegen scheint mir eine Verzögerung in der betreffenden Körnchenbildung nach Celloidinbekleidung der Gläser nicht ganz ausgeschlossen. Jedenfalls handelte es sich auch hier um wenig auffällige Verhältnisse.

Auch bei den Versuchen im hängenden Tropfen war, wie gesagt, ein positiver Erfolg inbetreff der Granulabildung zu verzeichnen, u. zw. ohne dass eine Verzögerung merkbar wurde. Diese Versuche dokumentieren auch, dass *der Kapillardruck* zwischen den Präparatgläsern, welcher in gewöhnlichen Präparaten herrscht, für die Hervorrufung der Purpurgranula keine positiv bestimmende Rolle spielt.

Es scheint demnach ausgeschlossen, dass die fraglichen äusseren Faktoren, Bakterien, Alkaleszenz der Gläser, Kapillardruck, das Auftreten der fraglichen Granula hervorrufen. Dagegen liegen Erfahrungen vor, die sich in der Richtung einer Enzymwirkung deuten lassen.

Hier ist zunächst der *Versuche mit verschiedenen Temperaturen* Erwähnung zu tun. Die Bildung der Purpurgranula vollzieht sich, wie schon gesagt, bei Zimmertemperatur, und viele meiner Versuche sind bei 20°—25° C ausgeführt. Schneller geht aber der Prozess im Wärmeschrank vor sich, wo ich meistens einen Wärmegrad von 35°—37° C benutzt habe. Das Optimum der Granulabildung scheint etwa bei 40° C zu liegen. Die Leukozyten sind dann noch stark beweglich. Bei 45° haben sie die Beweglichkeit eingebüsst und zeigen die Kugelform der »Wärmestarre». Bei

<sup>1</sup> Man könnte versucht sein, die rötliche Farbe, welche die blaue Lösung des Brillantkresylblaus beim Eintrocknen auf dem gläsernen Objektträger annimmt, als eine Wirkung des Alkalis des Glases aufzufassen. Eben dieselbe Farbennuance kehrt aber beim Eintrocknen auf Quarz wieder, wodurch eine solche Annahme ihren Grund verliert.

diesem und bei den höheren zur Verwendung gekommenen Wärmegraden zeigen die Zellkerne sehr bald die prämortale hellviolette Farbe. Nichtsdestoweniger geht die Bildung von Purpurgranula bei 45° immer noch und in beträchtlichem Umfange vor sich. Schon nach 1 1/2 Stunden sind sie in bedeutender Zahl und Grösse zu finden. Bei 50° ist unter sonst ähnlichen Verhältnissen die Granulabildung so stark abgeschwächt, dass nur vereinzelte und kleine derartige Körnchen sogar nach 2 1/2 Stunden zu sehen sind. Bei 55° scheint überhaupt keine Granulabildung zustande zu kommen. Die recht wenigen und kleinen, welche vorkommen, gehören den Mononukleären, den Übergangsformen und den Lymphozyten an und dürften den hier schon bei der Blutentnahme vorhandenen (s. unten) entsprechen. Viele Zellenkerne treten nun nach kurzer Zeit (1/4—1/2 Stunde) grell violett gefärbt hervor.

Bei niedrigen Temperaturgraden hingegen wird der Prozess auffallend verlangsammt. Nach 2 Stunden bei 10° C ist in den Neutrophilen nur selten ein Purpurgranulum und dann nur ein ganz kleines zu sehen. Einzelne Kerne sind schon violettgefärbt. Nach 8 Stunden haben die meisten Kerne diese Farbe angenommen, aber auch jetzt sind die purpurgefärbten Körnchen spärlich und klein. Dasselbe Verhältnis tritt bei 5° C noch ausgeprägter hervor: nach 2 1/2 Stunden fast gar keine der fraglichen Körnchen in den Neutrophilen, nach etwa 4 Stunden nur ganz ausnahmsweise und noch nach 8 Stunden nur wenige und kleine zu finden. Die in Kälte aufbewahrten Präparate zeigen in Zimmertemperatur übergeführt in manchen Zellen eine rasche Vermehrung der Granula.

Das einmalige Frierenlassen hebt endlich den Vorgang gänzlich auf. Sind Purpurgranula schon vorhanden, so lösen die sich auf, neue werden nicht gebildet.

Wie ersichtlich, verhält sich der zur Bildung von Purpurgranula führende Prozess im grossen und ganzen verschiedenen Temperaturgraden gegenüber auf eine Weise, die mit der Annahme einer Fermentwirkung gut vereinbar ist. Er wird durch Abkühlung verzögert, durch Wärme bis zur »Tötungstemperatur« des Enzyms befördert. Es ist diesbezüglich von Bedeutung, dass diese Tötungstemperatur des Enzyms nicht mit derjenigen Temperatur zusammenfällt, wo der Tod der Zelle selbst eintritt, sondern höher liegt.

Von Interesse ist auch, dass viele Zellen unter Kälteeinwirkung offenbar allmählich absterben, ohne dass eine Bildung von Purpurgranula dabei zustande kommt. Dieser Umstand zeigt nämlich, dass die fragliche Granulabildung auch mit dem *langsamen* Absterben nicht unlösbar verknüpft ist. Ihre Ausbleiben nach Einfrieren und Wiederauftauen der Zelle stimmt wiederum mit den Erfahrungen überein, dass der Prozess bei jedem *schnellen* Abtöten der Zelle ausbleibt (Fig. 4 und 5). Ich komme auf diese Verhältnisse bei der Erörterung meiner Giftversuche zurück.

Es ist hier der Ort, an Versuche zu erinnern über die eventuelle Bedeutung enzymatischer Vorgänge bei der *postmortalen* Myelinbildung. Es wurden einige solche Versuche 1904 von ALBRECHT veröffentlicht. Er setzte die Präparate vor ihrer Einstellung in den Thermostaten je einige Minuten lang verschiedenen hohen Temperaturen zwischen 40°—80° aus. Eine 5 Minuten lange Erhitzung auf 52° bzw. 56° hob die nachherige Bildung von Myelin nicht auf. Von denjenigen Temperaturen an, bei welchen die Eiweisskörper fangen zu gerinnen an, traten aber keine nachherigen Myelinbildungen mehr auf, während dagegen die Liposomen als solche erhalten blieben und mit Kalilauge auch nach Einwirkung von Siedehitze wieder sichtbar gemacht werden konnten, also bei 56° thermostabil waren.

Im folgenden Jahre bringt er weitere, von DIETRICH (1904) aber bestrittene Wahrscheinlichkeitsgründe für seine Auffassung von der enzymatischen Natur der postmortalen Myelinbildung bei. In der Regel reichen schon Temperaturen von 58°, mit Sicherheit solche von 60° und 62° aus, um die spontane Myelinbildung in Leber und Niere von Maus und Kaninchen zu unterdrücken. »Die Kerne bleiben hierbei zunächst gefärbt, behalten ihr Chromatingerüst, erst ganz allmählich tritt einfache Karyolyse verbunden mit m. W. intensiver diffuser Färbbarkeit des Zelleibs ein.« Durch weitere Experimente wurde ferner dargelegt, dass der Kern der betreffenden Zelle, wenigstens in seinem chromatischen Teile, nicht notwendig ist, damit in der Oberfläche der Zelle neutralrotfärbbares Myelin entstehe. Diese Entstehung kommt auch an den durch Erhitzung »inaktivierten« Zellen zustande, u. zw. sowohl durch Heranbringung von (nicht inaktiviertem) Zellbrei, von filtriertem Saft oder von alkoholfällbaren Bestandteilen des Saftes des betreffenden Organes, wie durch Heranbringung von Blutserum. Auf alle erwähnten Weisen liess sich also die Myelinbildung reaktivieren.

Ich habe nun demnächst zu prüfen gesucht, inwiefern dieser wahrscheinlich enzymatische Prozess sich *in vitro* durch einige *Gifte* beeinflussen lässt. Es wurden folgende Stoffe in hier angegebenen Konzentrationen benutzt:

Arsenige Säure 1 : 500, 1 : 2,500, 1 : 25,000, 1 : 250,000;  
 Chinin 1 : 100, 1 : 1,000, 1 : 10,000, 1 : 100,000;  
 Coffein<sup>1</sup> 1 : 200;  
 Cyankalium 1 : 300, 1 : 1,500, 1 : 15,000, 1 : 150,000;  
 Kupferazetat 1 : 5,000, 1 : 50,000, 1 : 500,000;  
 Phosphor 1 : 100, 1 : 1,000, 1 : 10,000, 1 : 100,000;  
 Sublimat 1 : 100, 1 : 1,000, 1 : 10,000, 1 : 100,000.

Die Prüfung wurde derart ausgeführt, dass von sämtlichen Stoffen ausser dem Phosphor Spirituslösungen in den respektiven Konzentrationen in dünner und möglichst gleichmässiger Schicht auf Objektträgern eingetrocknet wurden. Für das Phosphor wurde aber Benzin als Lösungsmittel verwendet. Die Farbe, eine dünne Alkohollösung von Neutralrot, wurde in gleicher Weise auf dem Deckgläschen eingetrocknet, das Blut auf dem letztgenannten aufgefangen, sogleich auf den betreffenden Objektträger aufgelegt und umrandet. Die Prüfung wurde sowohl in Zimmertemperatur wie in Körperwärme u. zw. immer unter Benutzung entsprechender Kontrollpräparate ausgeführt.

Sie wird durch einige Momente in hohem Grade erschwert. Einmal verläuft der Prozess auch ohne Giftzusatz für verschiedene gleichartige Leukozytenindividuen auch eines und desselben Präparates gar nicht gleichmässig, sondern führt bei dem einen zur raschen Bildung relativ grosser Körnchen, beim anderen zum ganz allmählichen Entstehen mehr oder weniger zahlreicher kleinerer Granula. Zweitens können auch bei sorgfältigster Anfertigung die verschiedenen Kontrollpräparate, sogar wenn sie zu derselben Zeit angefertigt wurden, diesbezüglich recht bedeutend variieren. Da es mir zudem nicht gelungen ist, eine brauchbare und handliche quantitative Bestimmungsmethode für die absolute Menge des Purpurlipoids zu ersinnen, so ist es offenbar, dass positive Schlüsse erst aus grösseren und bei wiederholten Versuchen regelmässig wiederkehrenden Unterschieden zu ziehen sind.

<sup>1</sup> Zur Prüfung des Coffeins wurde ich veranlasst durch die Mitteilung WINKLER'S (1907) über experimentelle Darstellung von Granulationen in den Leukozyten des gonorrhöischen Eiters. Die Ergebnisse wichen in keiner Hinsicht von denen der übrigen untersuchten Stoffe ab.

Was ich gefunden habe, lässt sich auch mit kurzen Worten anführen. Nirgends habe ich eine *Beförderung* des Prozesses durch die Giftwirkung mit Sicherheit feststellen können, u. zw. weder in bezug auf den zeitlichen Verlauf noch auf die Menge der gebildeten Substanz. Eine *hemmende* Einwirkung trat bei sämtlichen Substanzen bei den etwas höheren Konzentrationen hervor. Soweit ich finden konnte, ging aber dieselbe der Schädigung der betreffenden Zellen parallel. Ein Aufhören der Bildung der fraglichen Granula war nicht zu beobachten, ohne dass die Zelle auch Zeichen einer beschädigten Beschaffenheit, starke und veränderte Färbbarkeit des Kerns, Zerfliessungserscheinungen des Protoplasmas, darbot.

Die fraglichen Versuche haben mir also hauptsächlich eine Bestätigung dessen gegeben, was sich schon aus den auf S. 12 angeführten Reagenzversuchen herausstellte, nämlich dass solche Eingriffe, die einen schnellen Zellentod bewirken, im allgemeinen auch den Vorgang der Bildung von Purpurgranula abschneiden. (Dass der Wärmetod, wenn er durch Erhitzung bis auf 45—50° hervorgerufen wird, hiervon eine Ausnahme macht, ist schon hervorgehoben worden.) Bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse ist es nicht möglich, mehr als Vermutungen über die Ursache dieses Verhältnisses auszusprechen. Man könnte sich die Sache sowohl durch die Annahme einer Abänderung des Enzyms wie durch die einer Änderung des lipogenen Substrats, auf welches das Enzym einwirkt, zurechtlegen. Aus dem Vorausgeschickten geht indessen hervor, dass das Purpurlipoid gegen chemische u. a. Einflüsse ungemein empfindlich ist. Vielleicht liegt es da am nächsten zu vermuten, dass auch das Substrat, aus welchem er hervorgeht, dieser Empfindlichkeit teilhaftig ist, so dass durch seine Veränderung das Enzym seine Wirkung nicht entfalten kann.

**Das lipogene Enzym ist in den weissen Blutkörperchen selbst, nicht im Plasma lokalisiert.** Handelt es sich bei der Bildung der purpurfarbigen Granula um eine Enzymwirkung, so erhebt sich zunächst die Frage, ob dies Enzym im Plasma vorhanden oder innerhalb der weissen Blutzellen selbst lokalisiert ist. Um dies zu entscheiden, habe ich drei Serien von Versuchen angestellt.

In *Serie I* wurde an frisch angefertigten mikroskopischen Präparaten von Menschenblut das Plasma durch Absaugen mittels Filtrierpapier entfernt und durch physiologische Kochsalzlösung (0,85—0,9 %) ersetzt. Zusammen mit dem Plasma wurden die allermeisten der roten Blutkörperchen abgesogen, während die weissen durch in das Präparat eingelegte Seidenfäserchen teilweise unter dem Deckgläschen zurückgehalten wurden. Die Durchleitung der Kochsalzlösung wurde so lange fortgesetzt, bis die zentralen Teile des Präparats makroskopisch betrachtet ganz farblos aussahen. Der letzten Portion der verwendeten Kochsalzlösung wurde eine Spur von Neutralrot hinzugefügt.

Nicht wenige der Leukozyten boten nach der obigen Behandlung ein stark verändertes Aussehen dar, und in solchen Zellen blieb die Bildung von purpurfarbigen Körnchen ganz aus. Die übrigen, besser erhaltenen liessen aber auch im Kochsalzmedium solche Körnchen hervortreten, nur schien der Vorgang etwas verringert und verlangsamt zu sein. Im allgemeinen erschienen also die Granula etwas später und

in geringerer Zahl als sonst, was aber auf einer eingetretenen Beschädigung auch der resistenteren Zellen beruhen könnte.

Da die Versuchsanordnung nicht genügende Garantie dafür darbot, dass nicht ein Rest des Blutplasmas trotz aller Durchleitung immerhin im Präparat geblieben war, so wurden diese Versuche, welche hauptsächlich eine vorläufige Orientierung bezweckten, durch die zweite Serie ergänzt.

*Serie II.* Das durch Einstich hervorgeholte Menschenblut wurde direkt in einem Zentrifugenrohre mit 0,9 % abgekühlter Kochsalzlösung aufgefangen und durch leises Umrühren mit ihr innig vermischt. Dann wurde ein paar Minuten lang zentrifugiert, die klare Flüssigkeit abpipettiert und durch neue Kochsalzlösung ersetzt. Nach Aufschwemmung des Bodensatzes wurde wiederum zentrifugiert, und dasselbe Verfahren fünfmal wiederholt. Aus dem letzten Zentrifugate wurden mikroskopische Präparate u. zw. sowohl auf Objektträgern, die mit Brillantkresylblau, als auf solchen, die mit Neutralrot beschickt waren, angefertigt.

Das Resultat bestätigte das der vorigen Serie. Auch hier waren ziemlich viele Leukozyten offenbar im Absterben begriffen. Ihr Kern nahm das Neutralrot sogleich an, färbte sich durch Brillantkresylblau recht bald klar violett, das Protoplasma zeigte Schwellung mit Molekularbewegung der Granula; dabei war die typische Gestaltung der roten Blutkörperchen völlig erhalten. Diese Leukozyten liessen, wie unter solchen Verhältnissen gewöhnlich, keine Lipoidbildung erkennen. In den unbeschädigteren weissen Blutkörperchen trat aber solche hervor. Der Prozess schritt aber auch hier langsamer vorwärts als normal. Die Bilder entsprachen nach 2 Stunden etwa den sonst nach einer Stunde erhaltenen, und bald danach traten völliger Stillstand der Bewegungen und Absterbeerscheinungen der Zellen ein.

*Serie III.* Am klarsten Bescheid gaben die Versuche dieser Serie. Hier kam Kaninchenblut zur Verwendung. Die Pseudoeosinophilen verhalten sich wie gesagt, wenn das Blut ohne Zusatz untersucht wird, in bezug auf Lipoidbildung ähnlich wie für die Neutrophilen des Menschenblutes oben geschildert wurde.

Nach wiederholtem Waschen der weissen Blutkörperchen durch Zentrifugieren wurde ihr Lipoidbildungsvermögen in drei verschiedenen Flüssigkeiten parallel geprüft, nämlich 1:0 in physiologischer Kochsalzlösung, 2:0 in Kaninchenserum, das kalt aufbewahrt worden war, und 3:0 in Kaninchenserum, das vorher einer Erwärmung über die für die Lipoidbildung kritische Temperatur von 55° (die auch für das Kaninchen Geltung hat) unterworfen worden war.

Die Versuche wurden im Einzelnen folgendermassen ausgeführt: An einem soeben getöteten Kaninchen wurde der Bauch rasch aufgeschnitten, eine Klemmpinzette an dem hintersten Teil der V. cava inf. angelegt, das Gefäss gleich nach vorn davon punktiert und das hervorströmende Blut direkt in den Zentrifugenröhren aufgefangen. Nach völligem Koagulieren des Blutes wurde es während 5 Minuten zentrifugiert und das obenstehende Serum dann abpipettiert, nochmals zentrifugiert und wiederum abpipettiert. Das klare Serum wurde dann in zwei Hälften geteilt, deren eine bei etwa 5° aufbewahrt, die andere in einen bis auf 55°—60° aufgewärmten Thermostat auf eine Stunde gestellt wurde. Ein im selben Thermostat liegendes mikroskopisches Präparat von unvermischem Kaninchenblut diente zur Kontrolle dafür, dass die Bildung von Purpurgranula bei und nach dieser Erwärmung nicht vorsichgeht.

Einem anderen Kaninchen wurde gleich nach dem Tode auf ähnliche Weise Blut entnommen, von dem einige Tropfen in einem mit 1,5 %-iger Natriumcitratlösung (neutraler Reaktion) gefüllten Rohr, einige in einem mit 0,9 %-iger Kochsalzlösung gefüllten Rohr aufgefangen wurden. Beide der letzterwähnten Flüssigkeiten wa-

ren vorher abgekühlt; gleich nach dem Hervorquellen des Blutes wurde seine innige Vermischung mit der betreffenden Verdünnungsflüssigkeit durch behutsames Schwenken und Umstülpen des Rohres bewirkt. Nach Zentrifugierung und genauer Abpipettierung wurde die Flüssigkeit in beiden Röhren durch 0,85 %ige Kochsalzlösung ersetzt, welche auf gleiche Weise noch viermal erneuert wurde. Vor jeder Zentrifugierung wurde der Bodensatz vorsichtig in der neuen Flüssigkeit gleichmässig verteilt.

Aus jeder der beiden Röhren wurden drei Portionen genommen: die erste blieb in 0,85 %iger Kochsalzlösung, die zweite wurde in das kühl gehaltene Serum, die dritte in das über 55° erwärmte Serum übergeführt und verteilt. Von jeder der also entstandenen sechs Mischungen wurden sowohl mit Neutralrot als mit Brillantkresylblau vitalgefärbte Präparate angefertigt und von Zeit zu Zeit untersucht.

Es stellte sich hierbei heraus, dass das Natriumcitrat den Zellen gegenüber weniger indifferent war, als das Chlornatrium; das mit ersterem vorbehandelte Blut zeigte zahlreichere beschädigte Zellen als das nur mit Kochsalzlösung verdünnte.

Sonst waren die Verhältnisse in allen sechs Blutportionen dieselben, und sie kehrten bei mehrmals wiederholten Versuchen mit völliger Konstanz wieder. In allen Präparaten trat eine Lipoidbildung ein, welche weder im zeitlichen Verlauf noch im Umfange auffälligere Abweichungen von dem im normalen Kaninchenblut vorsichgehenden Prozess aufwies. Dies gilt vor allem für die nur mit Kochsalzlösung vorbehandelten Präparate, welche noch nach Ablauf von 24 Stunden fortschreitende Granulabildung erkennen liessen. Irgendein bemerkenswerter Unterschied war demnach zwischen den in Kochsalzlösung gebliebenen, den in erhitztes Serum und den in kühl aufbewahrtes Serum übergeführten Zellen nicht zu erkennen.

Die drei Untersuchungsserien lehren also einstimmig, dass die Zellen die fragile Lipoidbildung ohne Mitwirkung der Plasmabestandteile zu besorgen vermögen. Die Verlangsamung und zeitliche Beschränkung des Vorganges, welche in den an Menschenblut ausgeführten Experimenten hervortraten, dürften sich, wie schon angedeutet, durch die eingetretene Beschädigung der Zellen unschwer erklären lassen.

Wird der fragile Vorgang durch ein Enzym hervorgerufen, so muss dies demnach ein intrazelluläres sein. Es sind ja nun verschiedene Enzyme schon früher im Innern der Leukozyten nachgewiesen worden. TSCHERNORUTZKI (1911) zählt neulich deren sechs auf. Inwiefern das eine oder andere schon bekannte Enzym mit dem hier fraglichen identisch ist, muss vorläufig unentschieden bleiben. Besonders wahrscheinlich erscheint dies aber nicht. Mit völliger Klarheit geht diese Nicht-Identität betreffs des am besten studierten Leukozytenenzym, des proteolytischen, hervor. Da auch letzteres Bedeutung für die Autolyse mit Fug beansprucht, kann ein kurzer Vergleich von Interesse sein.

Das proteolytische Leukozytenenzym ist nur beim Menschen, Affen und Hund angetroffen worden, Lipoidbildung hingegen bei allen Spezies (Mensch, Hund, Katze, Maus, Meerschweinchen und Frosch), wo ich ihr nachgeforscht habe.

Die Lipoidbildung ist auch nicht wie das proteolytische Enzym auf die Neutrophilen beschränkt, sondern kommt, wie unten berichtet werden soll, bei sämtlichen weissen Blutkörperchen, sowohl Lymphozyten, Mononukleären und Übergangsformen wie bei Azidophilen und Basophilen, vor.

Das proteolytische Enzym ist am ersten Tage bei Körpertemperatur unwirksam, wird aber durch Erwärmung auf 55° aktiviert. Die Lipoidbildung fängt schon in der ersten Stunde nach dem Entleeren des Blutes an, hat bei 40° ihr Optimum



und wird durch Erwärmung auf 55° dauernd sistiert. Eine gleichzeitige Wirkung beider Enzyme scheint demnach nicht besonders wahrscheinlich.

Es sei hier auch erwähnt, dass sich die Oxydasewirkung, wie ich festgestellt habe, vor wie nach der Lipoidbildung auf einerlei Weise verhält. Auch nachdem purpurfarbige Körnchen in grosser Menge in den weissen Blutkörperchen erschienen sind, gibt die Oxydasereaktion nach W. H. SCHULTZE mit  $\beta$ -Naphtholnatrium und Dimethylparaphenylchlorhydrat dasselbe Resultat wie vorher, ein positives bei den gekörnten Zellen, ein negatives bei den Lymphozyten, Mononukleären und Übergangsformen.

## II. Lymphozyten, Mononukleären und Übergangsformen.

Nachdem ich oben die Verhältnisse der Neutrophilen ausführlich beschrieben habe und es dabei nicht vermeiden können, die Verhältnisse der übrigen Formen der weissen Blutkörperchen etwas zu streifen, lässt sich die Darstellung bezüglich der letztgenannten kürzer fassen, indem ich mich hauptsächlich darauf beschränke, gefundene Verschiedenheiten hervorzuheben.

**Präformierte und neuentstehende Purpurgranula.** Zum Unterschied von den Neutrophilen, wo in der Regel purpurfarbige Körnchen im normalen Blut erst nach einer kürzere Zeit dauernden Aufbewahrung allmählich auftreten, sind in den kompaktkernigen Leukozyten sogleich von der Anfertigung des Präparats an solche Körnchen häufig, wenn auch nicht in allen Zellenindividuen der fraglichen Art, zu sehen. Alles spricht dafür, dass sie solchenfalls hier schon im strömenden Blute präformiert waren. Bei den protoplasmaarmen kleinen Lymphozyten sind sie sehr winzig und spärlich (Fig. 14 a, 15 a, 16—18, 22 a, 23—25). Bisweilen handelt es sich um ein einziges punktförmiges Körnchen, bisweilen fehlen sie gänzlich. Ein solches gänzlich Fehlen scheint in den grösseren kompaktkernigen Formen etwas seltener zu sein. In den Mononukleären<sup>1</sup> sind sie in der Regel von Anfang an etwas zahlreicher (Fig. 29 a, 30 a, 31 a, 32 a, 33—37, 43 a, 44); wo der Kern eingebuchtet ist, liegen sie meistens als eine Gruppe staubfeiner und grösserer Körnchen der Einbuchtung gegenüber.

In beiden Zellengattungen mehren sich die Körnchen beim Aufbewahren des Präparats, indem neue solche auftauchen eben auf dieselbe Weise, wie für die Neutrophilen geschildert worden ist. In den Lymphozyten (Fig. 14, 15, 22) ist diese Vermehrung wenig augenfällig. Um sie mit Sicherheit festzustellen, muss man nicht selten die Veränderungen an einer und derselben Zelle ein paar Stunden lang zeichnerisch verfolgen. Auch wenn sie am ausgeprägtesten sind, sind die nach dieser Zeit eingetretenen Veränderungen nicht besonders umfangreich. Es sind einige wenige kleine Körnchen oder ein bzw. ein paar etwas grössere Kügelchen im schmalen Protoplasmasaum zu sehen (Fig. 19—21, Fig. 26—28).

Um so ausgeprägter ist die Körnchenbildung in den Mononukleären. Der Vorgang übertrifft meistens den der Neutrophilen sowohl an Schnelligkeit wie an Um-

<sup>1</sup> Unter diese Benennung beziehe ich hier und im Folgenden der Kürze halber auch die Übergangsformen ein, da sich diese beiden Formen in der hier fraglichen Beziehung wesentlich gleich verhalten.

fang. Besonders auffallend tritt das analoge Verhältnis in den Mononukleären und Pseudoeosinophilen des Kaninchenblutes hervor (Fig. 43, 45—48). Beim Menschen bleibt der Vorgang in der Regel innerhalb etwas engerer Grenzen stehen (Fig. 29—31, 38—41). Nach Verlauf von ein paar Stunden findet man beim Kaninchen häufig die Mononukleäre in einen Haufen von purpurfarbigen Kügelchen umgewandelt, wobei das einzelne Kügelchen mitunter den Durchmesser des halben Kerns erreicht oder sogar übertrifft. Um den Kern herum dicht gruppiert, verdecken sie ihn mehr oder weniger vollständig. Das Bild der Zelle weicht solchergestalt so sehr vom ursprünglichen ab, dass sie fast ganz unkenntlich geworden ist. Die früher wenig augenfällige Mononukleäre ist nunmehr häufig zu dem auffallendsten Element des Präparats geworden.

**Frühere Beobachtungen.** Ausser dem, was schon für die Neutrophilen aus der Literatur angeführt worden ist,<sup>1</sup> sind einige Angaben mir begegnet, deren Analogie mit dem, was für die Lymphozyten und Mononukleären nun angedeutet worden, mehr oder weniger wahrscheinlich ist.

Dies gilt für die »plasmomischen Körper«, welche FERRATA (1906, 1907) in den kleineren und grösseren Uninukleären gefunden hat. Da auch FERRATA mit vitaler Färbung mit Brillantkresylblau und Neutralrot arbeitete, konnte die Identität der Beobachtungen als gesichert erscheinen. Da er aber die plasmomischen Körper mit dem erstgenannten Farbstoff »schwarzblau« gefärbt und von einem hellen Hof umgeben antrifft und ausdrücklich einen Unterschied zwischen ihnen und den rotvioletten metachromatischen Tropfen der mittleren und grossen uninukleären Zellen und der Zellen mit gebogenem Kern macht, bleibt allerdings diesbezüglich Raum für eine gewisse Unsicherheit. Es können aber, wie schon berichtet, die kleinen Granula ein erstes Färbungsstadium darbieten, wo sie blaugefärbt hervortreten. Da auch die grösseren im Eiter bisweilen blau- oder blauviolett gefärbt angetroffen werden, könnte es sich jedoch lediglich um den schon mehrmals berührten Unterschied in der Beschaffenheit des Farbstoffes handeln, wenn nicht auch andere Verschiedenheiten angegeben werden, die geeignet sind, die Sache unklar zu machen.

FERRATA identifiziert seine plasmomischen Körper mit den KURLOFF'schen Körpern des Meerschweinchens, sondert sie aber von den metachromatischen Tropfen, welche er mit CESARIS-DEMEL als eine Form der Involution oder der Degeneration des Protoplasmas auffasst. Sie sind nach ihm wahrscheinlich nicht lipoider Natur, aber vielleicht mit einem lipoiden Überzug versehen. In Säuren und Alkalien sind sie unlöslich. Er will auch eine Vermehrung »der metachromatischen Reaktion« der Uninukleären nach experimentell hervorgerufenen Blutveränderungen bemerkt haben. Er nahm eine Identität der plasmomischen Körper auch mit den Azurkörnern an, was aber PAPPENHEIM (Fol. haem. Bd. 5 p. 30) vorläufig unbewiesen fand.

Schon früher hatte sich LEVADITI (1905) gegen eine Identifizierung der azurophilen Granula (von ihm x-Körnchen genannt) mit den von ihm aufgefundenen heterochromatischen ausgesprochen.

CORTI (1907) hat mittelst Vitalfärbung mit Neutralrot und Brillantkresylblau in den mononukleären weissen Blutkörperchen des Igels feine Körnchen tingiert. Mit letzterem Farbmittel nahmen sie eine intensive dunkle Blaufärbung an. In einem fortgeschrittenen Stadium der Färbung waren sie mit den Granulationen der Polymorphen vergleichbar. Spärlich, meistens zerstreut, bisweilen in kleinen Haufen angesammelt, hatten sie in der Regel eine perinukleäre Lage. Die Auffassung, dass die verschiedenen Formen der mononukleären weissen Blutkörperchen mit einander verwandt sind, wird von dem Autor bestätigt.

Wie schon angeführt wurde, analogisiert PATELLA (1908) die Körnchen der Mononukleären mit den bei Aufbewahrung der Polynukleären ausserhalb des Körpers auftretenden Granula und deutet sie demgemäss als Degenerationsprodukte. Er findet, dass sie früher schwinden als die entsprechenden Bildungen der Polynukleären. Ihre starke und regelmässige Vermehrung innerhalb der Mononukleären scheint ihm aber entgangen zu sein. Er findet nämlich, »dass nicht alle Mononukleäre diese Kugeln zeigen, noch im weiteren Verlaufe der Beobachtung, selbst dann, wenn sie sich durch mehrere Stunden hindurch ausdehnt«. Die Identität dieser Gebilde mit den KURLOFF'schen Körpern lehnt PATELLA ab; letztere werden von ihm als Protozoen gedeutet.

CESARIS-DEMEL (1909), der früher gleichwie FERRATA für die Identifizierung mit den KURLOFF'schen Körpern eintrat, wurde später wieder unsicher in seinem Urteil und liess die Frage ausdrücklich offen. Er neigt ferner nunmehr dazu, den rötlich-violetten Massen eine degenerative Bedeutung abzusprechen »wenigstens in dem Sinne, dass dieselben nicht eine Entartung der präexistierenden eingeschlossenen Körper darstellen«. Ihr Er-

<sup>1</sup> Soweit ich finden kann, spricht BIFFI (1904) nirgends im Texte davon, dass seine »Granuli sarcodice« in den fraglichen Zellformen vorkommen. Er gibt aber einige Abbildungen, die kaum auf andere Formen Bezug haben können.



scheinen ist an die phagozytäre Tätigkeit gebunden; sie gehen aber nicht aus phagozytierten Kernfragmenten hervor.

Auch von H. C. ROSS und MACALISTER (1909) wird eine Darstellung gegeben, die etwas an die hier berührten Verhältnisse erinnert. Sie fanden in Lymphozyten und Mononukleären, welche mit Mitteln, die die Bewegungen der Leukozyten stimulieren (entweder Plasma von Cancerpatienten oder einer alkalischen Atropinlösung), behandelt und durch polychromes Methylenblau gefärbt worden sind, einige Körnchen »of a brilliant scarlet colour«. Sie sammeln sich in kleine Gruppen innerhalb des Cytoplasmas. Eben an Zellen mit solchen Einschlüssen finden sie ferner geisselförmige Verlängerungen (Flagellae) ausgehen, die von den Pseudopodien deutlich verschieden sind. Bei der Bildung solcher Verlängerungen wird das Körnchen aus der Zelle derart verschoben, dass es mit ihr nur durch die dünne Flagella zusammenhängt. Später kann letztere zusammen mit dem Körnchen sich von der Zelle ganz abtrennen. Die Flagellae, deren Beweglichkeit unsicher erscheint, und die nie wieder eingezogen werden, werden hypothetisch als Spermien, die Körnchen als Chromatin gedeutet. Die letztgenannten sind mit den roten Flecken von ROSS nicht identisch.

BUCHANAN (1909), der über einen ähnlichen Befund u. a. an der Zellen der einen Magenkrebs umgebenden Rundzelleninfiltration berichtet, fand aber, dass die Körnchen auch in Schnittpräparaten vorhanden waren und sich tinktoriell wie Chromatin verhielten, z. B. mit EHRlich-BIONDI-HEIDENHAIN'scher Färbung grün tingierten. Unter solchen Verhältnissen darf man wohl vermuten, dass es sich hier um etwas anderes als um die von mir geschilderten Körnchen gehandelt hat.

Neuerdings finden sowohl PAPPENHEIM wie FERRATA (1910) in einer gemeinsamen Veröffentlichung, dass die Tatsachen für eine Entwicklung der grossen typischen KURLOFF-Körperchen aus kleinen Azurkörnchen sprechen, und sie nehmen im Zusammenhang hiermit die Identität der Azurgranula mit den vital darstellbaren Körnchen der Lymphozyten und Monozyten an.

**Die präformierten und die in vitro entstandenen Purpurkörnchen der Lymphozyten und Mononukleären sind unter sich und mit den in den Neutrophilen erscheinenden Purpurkörnchen gleichartig.** Dass die grösseren beim Aufbewahren des Präparats entstandenen Körnchen mit den entsprechenden Gebilden der Neutrophilen in Allem übereinstimmen, lässt sich relativ leicht feststellen. In der Tat habe ich hier keine Abweichung weder in der Löslichkeit, der Färbbarkeit und der Lichtbrechung noch in der Art und den Vorbedingungen ihres Auftretens angetroffen.

Eine andere Frage ist aber die, ob diese in vitro entstandenen Körnchen mit den primär in den Lymphozyten und Mononukleären vorhandenen gleichartig sind. In der Färbung und im Glanze stimmen in meinen Präparaten diese mit jenen so völlig überein, dass man geneigt sein kann, schon daraufhin ihre Identität anzunehmen. Die für die Mastleukozyten des Menschen unten zu schildernden Verhältnisse zeigen aber, dass eine ähnliche Übereinstimmung mit grossen Verschiedenheiten in der Löslichkeit und sicherlich auch in der chemischen Beschaffenheit verknüpft sein kann und warnen so entschieden vor einer übereilten Identifizierung. Weil die Sache in ihren Konsequenzen von Belang ist, habe ich sie einer besonderen Prüfung unterzogen.

Da die winzigen präformierten Körnchen der Lymphozyten für eine solche Prüfung ein manchmal schwieriges Objekt darstellen, und da die Mononukleären des menschlichen Blutes verhältnismässig spärlich sind, habe ich hier neben menschlichem Blut auch Kaninchenblut benutzt, wo die Verhältnisse innerhalb der betreffenden Zellen recht ähnlich, die Mononukleären aber weit zahlreicher repräsentiert sind. Die Prüfung wurde in der Regel sowohl direkt, d. h. gleich nach dem Fertigstellen des Präparats, als auch indirekt, d. h. nachdem sich Purpurgranula in beträchtlicher Menge herausgebildet hatten, ausgeführt. Letzteres Verfahren, wo auf Verschiedenheiten in der Löslichkeit verschiedener Körnchen einer und derselben Zelle geachtet

wurde, bietet die Möglichkeit einer unmittelbaren Vergleichung der primär vorhandenen Granula mit den sekundär entstandenen.

Die Ergebnisse dieser Prüfung gehen aus der hier folgenden Tabelle hervor. Die primären Körnchen der Lymphozyten und Mononukleären waren

*leicht löslich in:*

Azeton; Äther; Alkohol absol.;  
Chloroform;  
Schwefelkohlenstoff;  
Aqua destillata;  
Chlorkadmiumlösung;  
Osmiumtetroxydlösung;  
Platinchloridlösung.

*schwer-bezw. unlöslich in:*

Benzin;  
Petroleumäther;  
Bleizuckerlösung;  
Chlormagnesiumlösung.

Wie ersichtlich, ergibt sich in allen geprüften Löslichkeitsverhältnissen eine völlige Übereinstimmung zwischen den präexistierenden und den sekundär gebildeten Körnchen. Eine Prüfung des Verhaltens der erstgenannten gegenüber polarisiertem Licht war ihrer Winzigkeit halber leider nicht ausführbar. Da sie aber auch in ihrer Färbbarkeit mit den sekundär entstandenen eine durchgehende Übereinstimmung erkennen lassen, glaube ich nichtsdestoweniger, dass hinreichende Daten vorliegen, um ihre Identität als erwiesen zu betrachten.

Die präformierten Purpurgranula sind mit den Azurgranula nicht identisch. Eine zweite Frage von Interesse ist die nach den Beziehungen der Purpurgranula, besonders der präformierten, zu den durch GIEMSA-Färbung darstellbaren Azurgranula. Eine Prüfung ist hier um so mehr angezeigt, als in gewissen Hinsichten eine unverkennbare Analogie der beiden Arten von Granula vorhanden ist, was offenbar gewisse frühere Autoren bewogen hat, sie ohne weiteres zu identifizieren.

Um eine sichere Ansicht hierüber zu begründen, genügt es nicht, zwei verschiedene Zellindividuen je nach einer der respektiven Methoden der Vitalfärbung und der Azurfärbung zu behandeln und zu vergleichen. Wünschenswert ist offenbar, eine und dieselbe Zelle sukzessiv mit den beiden Methoden prüfen zu können. Dem stellen sich aber viele Umstände hindernd in den Weg. Eine vorausgegangene Vitalfärbung mit Brillantkresylblau oder Neutralrot ist für die empfindliche GIEMSA-Färbung nicht irrelevant, sondern ändert die Färbbarkeit der Zelle im Trockenpräparat mehr oder weniger. Auch die blosse Aufbewahrung des Präparates eine Zeitlang vor dem Eintrocknen wirkt in derselben Richtung. Das Ersetzen des Plasmas durch Serum mittels Zentrifugieren und Waschen ändert meistens der Zelle hinreichend, um die Strichmethode mehr oder weniger unbrauchbar zu machen. Ohne diese Methode angefertigte Trockenpräparate lassen hingegen die Zelle nicht in hinreichend dünner Schicht hervortreten, um genau analysiert werden zu können u. s. w.

Nach ziemlich vielen fruchtlosen Versuchen, welche recht zeitraubend waren, die ich aber hier übergehe, ist es mir gelungen, eine Methode herauszuprobieren, welche ohne grössere Mühe es erlaubt, der gestellten Aufgabe gerecht zu werden. Um Nachprüfungen zu erleichtern, gebe ich sie in allen Einzelheiten hier an.

Mitten auf ein Deckgläschen von  $52 \times 26$  mm Grösse wurden aus einem dünnen Objektträger zugeschnittene millimeterbreite Leisten mit geschmolzenem Kanadabalsam derart befestigt, dass sie eine quadratische Kammer dicht abgrenzen. Die obere Fläche der Leisten wurde mit einer dünnen Schicht von weissem Vaseline überzogen. Ein zweites Deckgläschen grösseren Umfanges als das vorige ( $56 \times 29$  mm) wurde einseitig mit einer dünnen Schicht von Azur II in Methylalkohollösung überzogen und getrocknet. Der durch Nadelstich entnommene Blutropfen wurde am Rande eines 18-mm-igen Deckgläschens aufgefangen, und mit diesem Rande wurde wie beim Anfertigen eines gewöhnlichen Trockenpräparates über die farbige Seite des  $56 \times 29$  mm messenden Deckgläschens rasch gestrichen. Ehe die dermassen ausgestrichene Blutschicht Zeit zum Trocknen findet, wird dies Gläschen mit der Blutseite abwärts auf die vorher zugerichtete Kammer gestülpt und derart zugedrückt, dass die vaselinebestrichenen Leisten fest ankleben und ein luftdichter Raum unter ihm entsteht. Beim Auflegen wird darauf geachtet, dass die linke kurze und die dem Beschauer zugekehrte längere Kante des oberen Deckgläschens die entsprechenden Kanten des unteren deutlich überragen. Hierdurch wird bewirkt, dass bei dem nun stattfindenden Übertragen des Präparates auf den beweglichen Mikroskopisch, den grossen Kreuztisch von ZEISS, die erwähnten Kanten des oberen Deckgläschens für die Lage des Präparates bestimmend werden; man kann sie deshalb kurzweg die Orientierungskanten des Gläschens nennen.

Es wird nun das Präparat gegen die Immersion schnell durchsucht, bis eine Zelle gefunden wird, die in bezug auf Granula, Abplattung gegen das Gläschen u. s. w. den Anforderungen genügt. Die vitale Azurfärbung ist deutlich genug, um eine solche Prüfung zu ermöglichen, obzwar die hierdurch gewonnenen Bilder an Prägnanz mit den durch Brillantkresylblau hervorgerufenen keineswegs wetteifern können.

Nachdem die ausgewählte Zelle abgezeichnet und ihre Lage sowohl durch Anzeichnen der Skalennummern des Kreuztisches wie durch die Aufnahme einer Situationskizze bei schwacher Vergrösserung gehörig präzisiert worden ist, wird das Präparat vom Mikroskop entfernt, das obere Deckgläschen abgehoben und die ihm anhaftende dünne Blutschicht eintrocknen gelassen. Sodann erfolgt die Nachfärbung, welche nach den unlängst von PAPPENHEIM (Fol. haem. Bd. 10 pag. 132) gegebenen Vorschriften durch Doppelfärbung nach MAY-GRÜNWARD und GIEMSA geschah. Beim Aufheben des Deckgläschens wird wiederum darauf geachtet, dass seine Orientierungskanten die entsprechenden des Objektträgers überragen, wodurch das Wiederfinden der abgezeichneten Zelle erleichtert wird. Ohne Betrachtung der früheren Zeichnung wurde die fixierte und gefärbte Zelle im Trockenpräparat abgebildet, und dann erst wurden die beiden Bilder miteinander verglichen.

Beim Vergleichen der Abbildung der getrockneten und GIEMSA'gefärbten Zelle mit der der vital gefärbten ist es eine seltene Ausnahme, dass man ein Azurkörnchen antrifft, das in seiner Lage einem Purpurkörnchen des Vitalpräparates zu entsprechen scheint. Die Regel ist, dass sich die beiden Körnchenkategorien weder in der Lage noch in der Zahl oder Grösse miteinander decken.

Es wäre nun denkbar, dass während des Austrocknens Verschiebungen im Zelleninnern vorkommen könnten, die die Körnchen bis zur Unkenntlichkeit verschöben. Dies findet aber durch die Bilder keine Bestätigung. Einerseits ist die Form sowohl der Zelle wie des Kerns meistens auffallend unverändert geblieben, andererseits sind die Verschiedenheiten in Zahl und Grösse manchmal allzu gross, um durch eine solche Annahme ihre Erklärung zu finden. Ich habe also auf diesem Wege dieselbe Auffassung gewonnen wie die, zu welcher schon die Untersuchungen der Löslichkeit der primären Purpurgranula der Lymphozyten und Mononukleären einluden, nämlich dass die Purpurgranula und die Azurgranula *nicht* identisch sind.

Hiermit soll nicht behauptet werden, dass die fraglichen Gebilde voneinander ganz unabhängig auftreten. Diese Frage will ich vorläufig ausdrücklich offen lassen. Ich habe nämlich in einigen Fällen einen auffallenden Parallelismus im Auftreten der beiden Gebilde bemerken zu können geglaubt. Insbesondere habe ich ausnahmsweise Zellen mit auffallend zahlreichen Purpurkörnchen gefunden, wo auch Azurgranula in ungewohnter Zahl vorhanden waren, aber unter Umständen, die ihre Identität ausschlossen.

Also nur dies behaupte ich, dass die Azurgranula aus der leicht löslichen lipoiden Substanz nicht bestehen, aus der die Purpurgranula zusammengesetzt sind.

**Andere Körnchen im Zelleib der Lymphozyten und Mononukleären. Absterbeerscheinungen.** Wenn man von den Purpurgranula absieht, bleibt der Zelleib der Lymphozyten und Mononukleären sowohl bei Färbung mit Brillantkresylblau wie bei den meisten übrigen benutzten Vitalfärbungen ungefärbt. Innerhalb des den schwachgefärbten Kern umgebenden Protoplasmasaums lässt sich aber mit Ölimmersion in der lebenden Zelle meistens eine nicht unbeträchtliche Menge feiner ungefärbter Körnchen wahrnehmen (Fig. 14, 29—31 u. a.). Einzelne derselben haben einen stärkeren Glanz und färben sich durch Sudan; es sind offenbar feine Fettröpfchen (Fig. 36 rechts vom Purpurgranulum). Die übrigen sind blasser; sie in der unbeschädigten Zelle färberisch zu isolieren, ist mir wie gesagt nicht gelungen.

In ganz dünnen nach GIEMSA gefärbten Strichpräparaten tritt im Protoplasma der fraglichen Zellen häufig eine feine Schaumstruktur mit ungefärbten Alveolen auf dem himmelblauen Protoplasma Grund hervor. Bei einem Vergleich der beiden Arten von Bildern, denen des Vitalpräparats und denen des Trockenpräparats, liegt es nahe zu vermuten, dass die Alveolen den vital sichtbaren ungefärbten Körnchen entsprechen, während hie und da im Strichpräparate vorkommende distinktere Vakuolen von den ausgelösten Fettröpfchen (und Purpurkörnchen?) hinterlassen sein könnten. Eine nähere Prüfung lässt aber jene Deutung recht fraglich erscheinen. Eben die blau gefärbten Alveolenwände lassen nämlich häufig eine undeutliche Körnelung erkennen, die es nicht undenkbar macht, dass die ungefärbten Körnchen des Vitalpräparats vielleicht eher hier zu suchen sind. Ich habe diesbezüglich recht viele Versuche gemacht, ohne infolge der oben angedeuteten technischen Schwierigkeiten zu einer ganz sicheren Meinung zu kommen.

So viel steht aber meiner Erfahrung nach fest, dass auch abgesehen von den Purpurgranula freie (d. h. dem Protoplasma gerüst nicht angehörige) präformierte Granula auch in Lymphozyten und Mononukleären in beträchtlicher Menge wirklich vorkommen. Ihre Beziehungen zu den Azurgranula und zu den SCHRIDDE'schen Granula mögen vorläufig unentschieden bleiben.

Bei Beobachtung der lebenden Blutkörperchen im Dunkelfeld hat SCHILLING (1908) eine ähnliche Körnchenstruktur der lymphozytären Elemente festgestellt. Es liess sich mit Sicherheit auch in diesen Zellen ein körniges Endoplasma von einer körnchenfreien Aussenzone sondern. Die Körnchen waren sehr fein und schwer zu beobachten. Ihre Molekularbewegung war nicht lebhaft, obwohl vorhanden.

Auch PAPPENHEIM (1908) findet unter ähnlichen Umständen eine Körnung der lymphoiden Zellen, die er mit der azurophilen identifiziert, aber mit der Bemerkung, dass sie von der neutrophilen in einkernigen Zellen nicht abzugrenzen ist (Fol. haem. Bd. 6 p. 191).

Dasselbe findet auch JAGIĆ (1909). Er sieht die fragliche feine Granulierung nicht bloss bei der Untersuchung im Dunkelfeld, sondern stellt sie am unfixierten luftgetrockneten Strichpräparate durch Benutzung einer wässrigen Lösung von Säurefuchsin dar. Sie färben sich auch mit Indophenolblau resp. Toluidinblau. Der Autor hält diese feinen distinkten Körnchen für identisch mit den Azurgranula und mit den SCHRIDDE'schen Granula. Die Granula der kleinen und grossen Lymphozyten, der Mononukleären, der Übergangsformen und der lymphoiden Markzellen zeigen in physikalisch-chemischer Hinsicht so weitgehende Analogien, dass der Autor keinen Grund sieht, sie als verschiedenartig zu bezeichnen.

PAPPENHEIM betont 1910 (Fol. haem. Bd. 9 T. 2 p. 172), »dass man auch im Dunkelfeld bei denjenigen Leukozytenformen, die für gewöhnlich nicht als gekörnt gelten, z. B. Lymphozyten, grossen Mononukleären

u. s. w., eine Unmenge von kleinsten sich bewegenden lichtbrechenden Körnchen sieht, die man jedoch nicht ohne weiteres mit den üblichen Granula vergleichen kann. Es ist nicht ausgeschlossen, ob es auch hier bei den Leukozyten der Maus um irgend welche nutritiven Substanzen, z. B. Lipide, handelt, und ihre wahre Körnchennatur scheint durch das Dunkelfeld allein nicht erwiesen.»

Während stundenlanger Beobachtung der mit Brillantkresylblau gefärbten lebenden Zelle ändert sich nun das Aussehen des Protoplasmas ganz allmählich (Fig. 14, 28, 32 und 42). Die Bildung von Purpurgranula hört auf, und gleichzeitig werden die schon vorhandenen allmählich weniger scharf sichtbar. Dies scheint aber weniger auf den Purpurgranula selbst als auf einer Veränderung ihrer Umgebung zu beruhen.

Der bisher ungefärbte und durchsichtige Zelleib trübt sich allmählich, und an ihm tritt eine immer stärker werdende Blaufärbung hervor. Letztere scheint an ganz feine dicht liegende Granula geknüpft zu sein, welche unregelmässig um den Kern herum gruppiert sind und ihn mit einem immer deutlicher werdenden kontinuierlichen oder diskontinuierlichen blauen Rand umsäumen. Ob diese basophilen Körnchen durch eine Umwandlung der primär vorhandenen ungefärbten hervorgegangen sind, ist schwer zu entscheiden, liegt aber nahe anzunehmen. Gleichzeitig hiermit wird die bisher sichtbare Kernstruktur undeutlich, und eine mehr diffuse bläuliche bis violette Färbung tritt an dem Kern auf.

In diesem Zustande mit diffus gefärbtem Kern und stark blaugefärbtem Protoplasmasaum, in welchem sich unter Umständen halb versteckte Purpurgranula entdecken lassen, findet man am meisten in etwas älteren Präparaten die abgestorbenen Zellen dieser Art.

### III. Eosinophile.

LEVADITI und CESARIS-DEMEL beschreiben an den mit Brillantkresylblau gefärbten Eosinophilen eine grünlichblaue graubläuliche Färbung, die ich mit dem von mir benutzten Farbstoff hier nie erhalten habe. Dieser verleiht hingegen den  $\alpha$ -Granula konstant eine nicht starke hellrote Farbe (Fig. 49, 50); bei hoher Einstellung leuchten die Körnchen fast farblos. Man bekommt bei näherer Prüfung den Eindruck, dass das Körnchen aus zwei verschiedenen Komponenten zusammengesetzt ist: einer zentralen Hauptmasse, die ungefärbt geblieben ist, und einer ganz dünnen Oberflächenschicht (lipoider Beschaffenheit?), welche die Farbe an sich gebunden hat. Es dürfte der zentrale hier ungefärbte Teil sein, der am konservierten Material Eosinophilie zeigt.<sup>1</sup> Eine ähnliche Auffassung ist schon früher aus verschiedenen Gründen mehrfach ausgesprochen worden. So von ALBRECHT (1904: 2) für alle Granulationen der Leukozyten, von DIETRICH (1904) und PAPPENHEIM (1911) für die eosinophilen.

Unter diesen rötlichen Granula bemerkt man nicht selten hier und da ein ganz

<sup>1</sup> Ähnliche Strukturvorstellungen erwecken auch gewisse andere Granulationen. So z. B. die pseudoeosinophilen des Kaninchens (Fig. 12 a).

ungefärbtes, stark lichtbrechendes Körnchen. Durch Färbung mit Sudan oder  $\text{OsO}_4$  lässt es sich als Fettröpfchen feststellen.

Für die Eosinophilen hat ARNOLD (1902, 1903) eine Fettbildung durch granuläre Synthese, eine Umbildung von Liposomen in Fettkörnchen feststellen zu können geglaubt. Ich habe in meinen Präparaten nichts hierauf Hindeutendes gefunden. Die Körnchen liegen frei, nicht in Körnchenkettchen. Übergangsbilder fehlen. Zwar ladet der Umstand, dass die Fettkörnchen häufig desselben Umfanges sind wie die eosinophilen, zur Annahme einer Umwandlung ein. Bei näherem Betrachten findet man aber auch ganz kleine Fettkörnchen, die eine genügende Erklärung für die Entstehung der grösseren abgeben und selbst keine sichtlichen Beziehungen zu den eosinophilen Granula darbieten. Übergangsformen, wie sie z. B. HESSE (1902) schildert, sind mir auch nicht unter den Granula begegnet.

Neben diesen schon beim Anfertigen des Präparates vorhandenen Granula entstehen nun auch in diesen Zellen beim Aufbewahren im lebenden Zustande Purpurgranula (Fig. 49, 50). Sie heben sich durch ihre gesättigtere, bis zur Mitte des Granulums gleichmässige Färbung von den  $\alpha$ -Körnchen ab, vermehren sich allmählich an Zahl und Grösse, erreichen aber nie einen auffallenderen Charakter, sondern treten immer gegen die  $\alpha$ -Granula zurück, zwischen denen sie mehr oder weniger versteckt liegen. Selten übertreffen sie diese etwas bedeutender an Umfang.

Das Vorkommen von »granuli sarcodici« in den Eosinophilen wird schon von BIFFI (1904) erwähnt.

ARRIGONI (1908), der dem Vorkommen »metachromatischer Substanz« in diesen Zellen etwas grössere Aufmerksamkeit zuwendet, teilt die fraglichen Zellen diesbezüglich in drei Typen ein: a) Zellen mit kleinem, ungeteiltem, tief violettem Kerne mit himmelblauen protoplasmatischen Granula; letztere bewegen sich lebhaft und sammeln sich um den Kern herum; b) Zellen mit polymorphen, nicht scharf violettem Kerne und himmelblauen, wenig beweglichen Granula; unter denselben befinden sich metachromatische Tropfen; c) Zellen mit zwei- bis dreilobulärem, blass himmelblauem Kerne; mit unbeweglichen, im ganzen Protoplasma bis zur Peripherie verteilten protoplasmatischen Granula; metachromatische Substanz abwesend. Die Farbenangaben scheinen für alle beide verwendeten Farbstoffe, Brillantkresylblau und Methylenblau, Geltung zu beanspruchen.

#### IV. Mastleukozyten.

Im menschlichen Blute treten in diesen Zellen die basophilen Granulationen schon gleich von der Anfertigung des Präparates an mit Brillantkresylblau scharf gefärbt hervor. Die Farbe ist genau dieselbe purpurne, welche die Purpurgranula auszeichnet (Fig. 53). Ähnlicherweise verhält sich die Sache bei Färbung mit Neutralrot; auch hier ist die Farbennuance für die beiden Gebilde die nämliche. Bei beiden Farbmitteln ist das Granulum nicht bloss oberflächlich, sondern einheitlich durch und durch gefärbt.

Dass die chemische Beschaffenheit der basophilen Granula trotz dieser Ähnlichkeit des Tinktionsvermögens eine ganz andere ist als die der Purpurkörnchen, ist leicht nachzuweisen. Gegen fast alle für diese angegebenen Lösungsmittel verhalten sich jene refraktär.

Durch die grosse Ähnlichkeit der Färbbarkeit, welche auch für andere geprüfte Farbmittel wiederkehrt, wird es für die Mastleukozyten des Menschen recht schwer, entstehende Purpurgranula von den primär vorhandenen basophilen sicher auseinanderzuhalten. Dass die Untersuchung überdies durch die grosse Spärlichkeit der fraglichen Zellen im Menschenblut erschwert wird, braucht kaum hervorgehoben zu werden.

Weit leichter stellt sich die Sache beim Kaninchen (Fig. 51, 52). Hier kommen zwei Arten von Mastleukozyten in etwas grösserer Anzahl im Blute vor; die eine hat ganz feine, die andere sehr grobe Granulationen. In beiden Arten färben sich die Körnchen in einem von dem der Purpurgranula abstechenden blauvioletten Farbenton. Ein Unterscheiden ist demnach hier nicht schwer. In der Tat konstatiert man hier ähnliche Verhältnisse in bezug auf die Purpurgranula wie diejenige, welche für die Eosinophilen soeben geschildert wurden. Es kommt also auch hier eine deutliche, aber nicht reichliche Lipoidbildung mit spärlichen und meistens kleinen Körnchen vor.

### Erythrozyten und Thrombozyten.

Anhangsweise seien diesen Gebilden hier ein paar Worte gewidmet.

In *Erythrozyten* treten bekanntlich bei der Brillantkresylfärbung nebst einer körnig-fädigen Zeichung im Blau — »Substanz A» (CESARIS-DEMEL), »Substantia filamentosa» — rotgefärbte Kügelchen wechselnder Grösse — »Substanz B» (CESARIS-DEMEL), »Substantia metachromatica» — hervor. Letztere Kügelchen sind häufig in der Einzahl, nicht allzu selten aber als zwei oder drei in einem Blutkörperchen schon sogleich von der Anfertigung des Präparats an vorhanden. Bei gesunden Menschen sind diese Bilder spärlich (nach CESARIS-DEMEL fehlen sie hier gänzlich), scheinen sich bei der Aufbewahrung des Präparates etwas zu vermehren. Bei coccidienkranken Kaninchen und Winterfröschen habe ich sie häufig in einer beträchtlichen Anzahl der Erythrozyten gesehen. In älteren Präparaten schwellen sie an und lösen sich, helle Vakuolen im Diskoplasma hinterlassend.

Ich habe diese von ROSIN, BIFFI, CESARIS-DEMEL und vielen Anderen schon beschriebene und studierte Substanz nicht zum besonderen Gegenstand meiner Untersuchungen gemacht. Bei aller hierdurch bedingten Reserve will ich aber nicht unerwähnt lassen, dass mir nirgends weder in färberischer Hinsicht noch betreffs der Löslichkeit auffallende Verschiedenheiten zwischen dieser »metachromatischen Substanz» und dem Purpurlipoid der Leukozyten aufgestossen sind. PAPPENHEIM (1910) vermutet in dieser Substanz Neutralfett. Auf Grund der Feststellungen von LORRAIN-SMITH und KAWAMURA deutet er sie neuerdings (1911) als aus neutralem Cholestearin-Olein bestehend.

Die *Blutplättchen* zeigen bei vitaler Brillantkresylblaufärbung purpurrote punktförmige Körnchen. Bei einem neu angefertigten Präparat vermisst man sie, und erst nach dem Verlaufe einer Viertel- bis halben Stunde sind sie deutlich zu sehen. Sie stechen von dem schwach bläulich gefärbten Innenkörper, um welchen herum sie sich gruppieren, scharf ab und sind in der farblosen Aussenschicht eingelagert. Durch Beobachtung und mehrmaliges Abzeichnen eines und desselben Blutplättchens während einer Stunde nach ihrer Färbung gelingt es festzustellen, dass sich diese Körnchen an Zahl allmählich etwas mehren und auch an Grösse etwas wachsen. Ein Zusammenfliessen zu grösseren Tröpfchen oder ein stärkeres Anhäufen derselben habe ich aber nicht sicher feststellen können.



Diese Körnchen bieten also in ihrem Verhalten einige recht auffallende Analogien mit den Purpurkörnchen der weissen Blutkörperchen. Eine eingehendere Vergleichung in bezug auf Löslichkeit u. s. w. habe ich vorläufig nicht angestellt. Bei Brillantkresylblaufärbung sind sie schon von PUCHBERGER (1903) gesehen und von H. C. Ross (1909) mit polychromem Methylenblau dargestellt worden. Letzterer Autor hat auch ihre Vergrösserung wahrgenommen. Er identifiziert sie mit den von ihm in den Leukozyten beschriebenen »roten Flecken.«

Ob diese Gebilde mit den von LEVADITI u. A. an Trockenpräparaten dargestellten Azurgranula der Blutplättchen identisch sind, erscheint unsicher. Die unverkennbare Analogie der beiden Bilder lädt zu einer solchen Annahme ein, in welchem Fall sie ja offenbar eine ganz andere Löslichkeit besitzen müssen als die Purpurgranula der weissen Blutkörperchen. Vielleicht handelt es sich aber doch auch hier bloss um derartige Ähnlichkeiten, wie sie für die Purpur- und Azurgranula der Lymphozyten und Mononukleären oben festgestellt worden sind.

### Schlussfolgerungen.

Aus den hier vorgelegten Daten erhellt, dass in sämtlichen Formen von weissen Blutkörperchen bei der Aufbewahrung des Blutes ausserhalb des Körpers eine Bildung von Körnchen stattfindet, welche sich bei angestellter Analyse chemisch und tinktoriell abweichend von den typischen Granulationen der Granulozyten verhalten, und welche sich als Lipoidkörnchen besonderer Art darstellen.

Ihre Entstehung scheint nicht durch äussere Faktoren bestimmt, sondern durch in den Zellen selbst obwaltende Kräfte bewirkt zu werden. Diese intrazelluläre Lipoidbildung bietet gewisse Analogien mit dem, was über Enzymwirkung bekannt ist, dar, und nichts spricht z. Z. dagegen, dass es sich um die Wirkung eines intrazellulären Enzyms handelt.

Da überdies der Vorgang offenbar eine für die Zelle destruktive Einwirkung ausübt, lässt er sich mit Fug als eine Autolyse bezeichnen. Um eine postmortale Autolyse handelt es sich allerdings nicht. Alles spricht vielmehr dafür, dass die Zelle, innerhalb welcher sich der Prozess abspielt, noch lebend ist; in der Regel macht der eintretende Tod ihm ein Ende. Unter solchen Umständen scheint hier das richtigste, von einer **prämortalen Autolyse** zu sprechen.

Das Vorkommen eines solchen Prozesses kann auf den ersten Blick hin befremden. Bei näherem Nachdenken besagt jedoch der Ausdruck nicht mehr, als dass es sich um Absterbeerscheinungen handelt, die enzymatischer Natur sind. In seinem gedankenreichen Vortrag über trübe Schwellung und Fettdegeneration hat ALBRECHT (1904) schon die Vermutung ausgesprochen, dass »die myelinige Degeneration« sich vielleicht sondern liesse in eine postmortale und eine intra vitam entstehende, welche letztere z. T. vor der Chromatolyse auftreten sollte.



Ein besonderes Interesse beansprucht diese Absterbeerscheinung dadurch, dass sie so früh auftritt, und dass sie morphologisch sich verhältnismässig so gut charakterisieren lässt. Ihre Morphologie ist dabei eine ganz verschiedene von der, welche für die postmortale Autolyse angegeben worden ist, indem weder der Kern noch Liposomen an dem prämortalen Vorgang beteiligt sind. Letzterer spielt sich offenbar zu einem weit früheren Zeitpunkt ab als der, wo sich die durch das proteolytische Enzym bewirkte Autolyse (JOCHMANN 1908) geltend macht.

Bei der grossen Bedeutung, die einestheils den Leukozyten, anderenteils den Lipoidstoffen in der Immunitätslehre zugeschrieben worden ist, ist es gewiss beachtenswert, dass solche Stoffe in den weissen Blutkörperchen *in vitro* sehr früh zum Vorschein kommen und aus denselben bald austreten. Ein noch höheres Interesse hat aber dieser Vorgang in dem Augenblick, wo sein Vorkommen im lebenden Organismus erwiesen ist.

Dass derselbe bei krankhaften Zuständen vorkommen kann, dafür liegen nun zahlreiche Zeugnisse vor. Obwohl es sich nicht behaupten lässt, dass alles, was in den Leukozyten als metachromatische Substanz bei Eiterungen u. dgl. beschrieben worden ist, wirklich zur Kategorie der Purpurgranula gehört, so habe ich mich doch durch eigene Anschauung überzeugen können, dass in den bei Entzündungen auftretenden Leukozyten solche Körnchen reichlich anzutreffen sind. In besonders grosser Menge habe ich sie in den ersten Stadien der Entzündung angetroffen, ehe Fettbildung und Absterben der Zellen in grösserem Masstabe hinzugetreten sind. Vielleicht lässt sich ein solches Material ausfindig machen, wo die Menge des vorhandenen Purpurlipoids seine chemische Analyse ermöglicht.

Trotz der nicht wenigen Einzelbeobachtungen, die z. Z. schon vorliegen, kann man wohl sagen, dass das Vorkommen und die Bedeutung der prämortalen Autolyse in der Pathologie im grossen und ganzen noch unerforscht ist.

Dass die prämortale Autolyse andererseits nicht bloss unter pathologischen Verhältnissen im Organismus stattfindet, davon zeugt der hochinteressante Umstand, dass Körnchen der nämlichen Natur in zahlreichen Lymphozyten und Mononukleären schon im frisch aufgefangenen Blute normal nachzuweisen sind. Hier scheint somit die prämortale autolytische Veränderung schon in der Blutbahn vorhanden zu sein. Diese für die Feststellung der Lebensgeschichte der fraglichen Zellen wichtige Tatsache wird den Gegenstand eines folgenden Aufsatzes bilden.

In technischer Hinsicht ist endlich auf die grosse Empfindlichkeit des Purpurlipoids Reagentien gegenüber ausdrücklich hinzuweisen. Die für den Nachweis der meisten Lipoiden übliche Formalinfixierung löst sie schnell auf, ebenso Osmiumlösung u. s. w. Dasselbe bewirkt einmaliges Einfrieren- und Auftauenlassen. Schon das Eintrocknen der Zelle im Strichpräparate lässt die Purpurgranula zusammenfliessen und aus der Zelle teilweise austreten. Die nachfolgende Fixierung des Präparats lässt sie verschwinden. In den meisten solcher Fälle verschwinden sie sogar spurlos. Es bleibt nicht einmal eine Pseudovakuole nach dem verschwundenen Granulum bestehen, die sein früheres Vorhandensein mutmassen liesse.

Einige Versuche, die ich gemacht habe, auf Grund der oben gewonnenen Erfahrungen über ihre Schwerlöslichkeit gewissen Lösungen gegenüber eine brauchbare Konservierungsmethode zu konstruieren, haben bisher kein praktisches Resultat ergeben. Ehe eine brauchbare Fixierungsmethode ausprobiert worden ist, lässt sich aber nur durch Vitalfärbung der isolierten Organzellen der Frage nach dem Vorkommen ähnlicher autolytischer Prozesse in den Geweben und Organen des Körpers näher treten.

Upsala, im Mai 1912.

## Tafelerklärung.

Sämtliche Bilder sind nach Präparaten, die mit Brillantkresylblau vitalgefärbt waren, und zwar unter Benutzung von ZEISS' Apokr. 2 mm Hom. Imm. Apert. 1,30, Komp.-Okular 8 angefertigt worden. Die Fig. 4—6, 32—34 und 43 sind von Fräulein S. OLSSON, die übrigen vom Verf. angefertigt.

*Fig. 1 a—j.* Neutrophile des Menschen in zehn sukzessiven Aufnahmen; das Präparat war bei der ersten Aufnahme etwa  $\frac{1}{4}$  Stunde alt; die untenstehenden Zahlen geben die resp. Tagesstunden an.

*Fig. 2 a—h.* Neutrophile des Menschen in acht sukzessiven Aufnahmen; das Präparat war bei der ersten Aufnahme etwa  $\frac{1}{4}$  Stunde alt; die untenstehenden Zahlen geben die resp. Tagesstunden an. Die Zellenfortsätze in *h* haben den Charakter von hervorquellenden Tropfen mit einzelnen in Molekularbewegung begriffenen Körnchen.

*Fig. 3 a—f.* Neutrophile des Menschen in sechs sukzessiven Aufnahmen. Die Zelle war, wahrscheinlich wegen zu grosser Dünne des Präparats, von Anfang an beschädigt, die Lipoidbildung fand nur in ganz beschränktem Masstabe statt. Schwellung und Vakuolenbildung beginnen schon in *b*. Von *c* ab war eine immer stärker werdende Molekularbewegung wahrzunehmen. Die Bilder beleuchten hauptsächlich die Vorgänge beim *schnellen* Absterben der Zelle.

*Fig. 4 a—b.* Neutrophile des Menschen in zwei sukzessiven Aufnahmen; die untenstehenden Zahlen geben die Tagesstunden an. Hier erfolgte das Absterben noch rascher, so dass Lipoidbildung überhaupt nicht eintrat.

*Fig. 5 a—b.* Wie Fig. 4.

*Fig. 6—11.* Neutrophilen mit Lipoidbildung resp. 2,  $3\frac{3}{4}$ , 5, 5, 6 und 7 Stunden nach Anfertigung des betreffenden Präparats.

*Fig. 12 a—f.* Pseudoeosinophile des Kaninchens in sechs verschiedenen Aufnahmen. Die untenstehenden Zahlen geben die Tagesstunden an.

*Fig. 13.* Pseudoeosinophile des Kaninchens 2  $\frac{1}{2}$  Stunden nach Anfertigung des Präparats.

*Fig. 14 a—g.* Lymphozyt des Menschen in sieben sukzessiven Aufnahmen; die untenstehenden Zahlen geben die resp. Tagesstunden an.

*Fig. 15 a—d.* Menschenlymphozyt in vier sukzessiven Aufnahmen; sonst wie Fig. 14.

*Fig. 16—18.* Menschenlymphozyten gleich nach dem Fertigstellen der betreffenden Präparate.

*Fig. 19—21.* Menschenlymphozyten resp. 2, 2 und 4 Stunden nach Anfertigung der Präparate.

*Fig. 22 a—e.* Kaninchenlymphozyt in fünf sukzessiven Aufnahmen; die untenstehenden Zahlen geben die resp. Tagesstunden an; nach dem Stadium *e* fand eine Vermehrung der Purpurgranula nicht mehr statt.

*Fig. 23—25.* Kaninchenlymphozyten gleich nach Anfertigung der betreffenden Präparate.

*Fig. 26—28.* Kaninchenlymphozyten resp. 1  $\frac{1}{2}$ , 2 und 3 Stunden nach Anfertigung der betreffenden Präparate.

*Fig. 29 a—d.* Mononukleäre (»Übergangsform«) des Menschen in vier sukzessiven Aufnahmen; das Präparat war beim Anfertigen des Bildes *a* 5 Min. alt; die untenstehenden Zahlen geben die resp. Tagesstunden an.

*Fig. 30 a—e.* Fünf sukzessive Aufnahmen; sonst wie Fig. 29.

*Fig. 31 a—e.* Wie Fig. 30.

*Fig. 32 a—e.* Schnelles Absterben eines Mononukleärs des Menschen mit beschränkter Lipoidbildung. Fünf sukzessive Aufnahmen.

*Fig. 33—37.* Mononukleäre des Menschen gleich nach Anfertigung der resp. Präparate.

*Fig. 38—42.* Mononukleäre des Menschen resp. 1, 1, 1 1/2, 1 3/4 und 6 Stunden nach Anfertigung des betreffenden Präparats.

*Fig. 43 a—h.* Mononukleäre des Kaninchens in acht sukzessiven Aufnahmen; das Präparat war bei Anfertigung des Bildes *a* 5 Min. alt; die untenstehenden Zahlen geben die resp. Tagesstunden an.

*Fig. 44.* Mononukleäre des Kaninchens gleich nach Anfertigung des Präparats.

*Fig. 45—48.* Mononukleären des Kaninchens resp. 2, 2 1/2, 2 3/4, 3 Stunden nach Anfertigung der resp. Präparate.

*Fig. 49 a, b.* Eosinophile des Menschen; *a* gleich nach Anfertigung des Präparats; *b* dieselbe Zelle 2 Stunden später.

*Fig. 50.* Eosinophile des Kaninchens 3 Stunden nach Anfertigung des Präparats.

*Fig. 51 a, b.* Blutmastzelle des Kaninchens; *a* gleich nach Anfertigung des Präparates; *b* eine Viertelstunde später.

*Fig. 52.* Blutmastzelle des Kaninchens 2 Stunden nach Anfertigung des Präparats.

*Fig. 53.* Blutmastzelle des Menschen 1 Stunde nach Anfertigung des Präparats; die basophilen Granula purpurgefärbt.

## Literatur.

- ACHARD, CH., 1909, Vitalité, résistance et activité des globules blancs dans les maladies. Semaine méd. Année 29.
- ALBRECHT, E., 1904: 1, Über trübe Schwellung und Fettdegeneration. Verh. d. deutsch. path. Ges. 6. Tag. Kassel 1903.
- , 1904: 2, Die Bedeutung myelogener Stoffe im Zelleben. Ibid.
- , 1905, Neue Beiträge zur Pathologie der Zelle. Verhandl. d. deutsch. path. Gesellsch. 8 Tag. Breslau 1904.
- , 1907, Pathologie der Zelle. 3. T.: Zur Physik des Zelleibs in normalen und pathologischen Zuständen. Erg. d. allg. Path. u. path. Anatomie, Bd. 11: 2.
- , 1907, Die physikalische Organisation der Zelle. Frankf. Ztschr. f. Path., Bd. 1.
- ANKARSVÄRD, G. F. V., Zur Kenntnis der Ganoidenthymus (noch nicht erschienen).
- ANZILOTTI, G., 1911, Leucociti e nucleinato di sodio. Pathologica Anno 3, N:o 62.
- ARNOLD, J., 1899, Über Granulafärbung lebender und überlebender Leukozyten. Virch. Arch., Bd. 157.
- , 1902, Über Phagocytose. Synthese und andere intrazelluläre Vorgänge. Münch. med. Woch. Jg. 49.
- , 1903, Über Fettumsatz und Fettwanderung, Fettinfiltration und Fettdegeneration, Phagocytose, Metathese und Synthese. Virchows Arch., Bd. 171.
- , 1906, Zur Morphologie und Biologie der Mastzellen, Leukozyten und Lymphozyten. Münch. med. Woch. Jg. 53.
- ARRIGONI, C., 1908, Über die Metamorphose des Kernes der menschlichen Erythroblasten und über die Natur der chromatophilen Substanz der Erythrozyten. Folia haemat., Bd. 6.
- ASCHOFF, L., 1910, Zur Morphologie der lipoiden Substanzen. Zieglers Beitr., Bd. 47.
- BANG, I., 1911, Chemie und Biochemie der Lipide. Wiesbaden.
- BIFFI, U., 1904, Cause d'errore in alcune indagini ematologiche e nei relativi apprezzamenti. Lo Sperimentale Anno 58.
- BIONDI, C., 1908, Neue Beobachtungen über die Erythrozyten in anämischen Zuständen. Folia haemat., Bd. 6.
- BOAS, I., 1911, Ueber einen neuen Fettfarbstoff. Berliner klin. Woch., Jg. 48 N:o 28.
- BUCHANAN, R. J. M., 1909, Flagellation of Lymphocytes. Brit. med. Journ. N:o 2509, p. 306.
- BUTTERFIELD, E. E., HEINCKE, A., und MEYER, E., 1909, Über das Vorkommen der Altmannschen Granulationen in den weissen Blutkörperchen. Folia haemat., Bd. 8.
- CESA-BIANCHI, D., 1909: 1, Experimentelle Untersuchungen über die Nierenzelle. Frankf. Zeitschr. f. Path., Bd. 3.
- , 1909: 2, Leber- und Nierenzellen während der Verhungerung. Frankf. Zeitschr. f. Path., Bd. 3.
- , 1909: 3, Beobachtungen und experimentelle Untersuchungen über die fettige Degeneration und die Myelindegeneration. Frankfurt. Ztschr., Bd. 3.
- CESARIS-DEMEL, A., 1906, Sulle alterazione degenerative dei leucociti nel sangue studiati col methodo dei colorazione a fresco. Commun. alla R. Ac. di med. Torino.
- , 1907: 1, Sulle modificazione cromat. e morfologiche e sul significato dei leucociti in attività fagocitica. Giorn. della R. Ac. di med. di Torino.
- , 1907: 2, Studien über die roten Blutkörperchen mit den Methoden der Färbung in frischem Zustande. Folia haemat. Jg. 4 Suppl.

- CESARIS-DEMEL, A., 1909, Über die morphologische Struktur und die morphologischen und chromatischen Veränderungen der Leukocyten auf Grund von Untersuchungen nach der Methode der Vitalfärbung des Blutes. Virchows Arch., Bd. 195.
- CIACCIO, C., 1909: 1, Sur la physio-pathologie des tissus hémopoïétiques. 2:me Partie. Métabolisme des tissus lymphoïdes. Fol. haemat., Bd. 8.
- , 1909: 2, Über das Vorkommen von Lecithin in den zellulären Entzündungsprodukten und über besondere lipoidbildende Zellen (Lecithinzellen). Zentralbl. f. path. Anat., Bd. 20.
- , 1909: 3, Beitrag zum Studium der Zellipoide in normalen und pathologischen Verhältnissen und einer besonderen Entartung von lipoidem Typus (lecithinische Entartung). Centralbl. f. allg. Path. u. pathol. Anat., Bd. 20.
- COMESSATTI, 1907, Über die sudanophilen Leukozyten des Blutes im Verlauf von Infektionskrankheiten. Folia haemat., Suppl. Bd.
- CORTI, A., 1907, Granulazioni e fatti morfocinetici delle cellule mononucleate migranti nell' epitelio del villo intestinale di mammiferi. Biologica Vol. 1.
- DANTSCHAKOFF, WERA, 1908, Untersuchungen über die Entwicklung von Blut und Bindegewebe bei Vögeln, in: Arch. f. mikrosk. Anat. Vol. 73.
- , 1910, Über die embryonale Blutbildung bei Reptilien, Verh. anat. Ges. Brüssel.
- DEETJEN, H., 1906, Teilungen der Leukozyten des Menschen ausserhalb des Körpers. Bewegungen der Lymphocyten. Arch. f. Anat. u. Phys., phys. Abt.
- DIETRICH, A., 1904, Die an aseptisch aufbewahrten Organen auftretenden morphologischen Veränderungen in ihren Beziehungen zur »Autolyse«. Verh. d. deutsch. path. Gesellsch. 6. Tag. Kassel 1903.
- , 1910, Die Störungen des zellulären Fettstoffwechsels. Ergebn. d. allg. Path. u. patholog. Anatomie Jg. 13.
- FAURÉ-FREMIET, E., MAYER, A. et SCHAEFFER G., 1910, Sur la microchemie des corps gras; application à l'étude des mitochondries. Arch. d'anat. micr., Bd. 12.
- FERRATA, A., 1906, Sui globuli bianchi mononucleati. Arch. per le scienze med. Vol. 30 N:o 2.
- , 1907, Über die plasmosomischen Körper und über eine metachromatische Färbung des Protoplasmas der uninucleären Leukocyten im Blut und in den blutbildenden Organen. Virch. Arch. Bd. 187 p. 351.
- FISCHEL, A., 1903, Färbungen, intravitale. Encyklopädie d. mikr. Technik. Bd. 1 Berlin u. Wien.
- GALEOTTI, G., 1894, Ricerche sulla colorabilità delle cellule vivente. Ztschr. f. wiss. Mikrosk., Bd. 11.
- GERLACH, 1858, Mikroskopische Studien aus dem Gebiete der menschlichen Morphologie. Erlangen (cit. n. Galeotti).
- GUARNIERI e DADDI, 1898, Sulla metamorfosi nucleinica degli eritrociti. Soc. Edit. Libreria Milano (cit. n. Arrigoni).
- HAMMAR, J. A., 1907, Über die Natur der kleinen Thymuszellen. Arch. f. Anat. u. Phys., anat. Abt.
- , 1908, Zur Kenntnis der Teleostierthymus. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 73.
- , 1909, Über den gegenwärtigen Stand der Morphologie und Physiologie der Thymusdrüse. Wiener med. Wochenschr. (Auch in Verh. d. 16 internat. med. Kongr. in Budapest.)
- , 1910, Fünfzig Jahre Thymusforschung. Ergebn. d. Anat. u. Entw.-gesch., Bd. 19.
- , 1911, Zur Kenntnis der Elasmobranchierthymus. Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. u. Ontog., Bd. 32.
- HEIDENHAIN, M., 1903, Die Nilblaubase als Reagens auf die Kohlensäure der Luft. Münch. med. Woch. Jg. 50.
- HESSE, FR., 1902, Zur Kenntnis der Granula der Zellen des Knochenmarks bezw. der Leukozyten. Virch. Arch., Bd. 167.
- V. JAGIĆ, N., 1909, Über die Granulationen der weissen Blutkörperchen. Berl. klin. Woch. Jg. 46, N:o 26.
- JOCHMANN, G., 1908, Zur Bedeutung des proteolytischen Leukozytenfermentes für die pathologische Physiologie (Resorption, Autolyse, Fieber, Änderung der Gerinnungstendenz des Blutes). Virchows Arch., Bd. 194.
- JONSON, A., 1909, Studien über die Thymusinvolution. Die akzidentelle Involution nach Hunger, Arch. f. mikrosk. Anat., Vol. 73 (auch schwedisch in: Upsala Läkareför. förh. [N. F.], Bd. 13).
- KAISERLING, C., und ORGLAR, A., 1902, Über das Auftreten von Myelin in Zellen und seine Beziehung zur Fettmetamorphose, Virch. Arch., Bd. 167.
- KAWAMURA, R., 1911, Die Cholesterinesterverfettung (Cholesterinsteatose). Jena.
- LANDSTEINER, K., und EHRLICH, H., 1908, Über bakterizide Wirkungen von Lipoiden und ihre Beziehung zur Komplementwirkung. Centralbl. f. Bakteriol. I. Abt., Bd. 45, H. 3.
- LEVADITI, C., 1901, Un cas de leucémie myélogène. Journ. de phys. et path. gén. T. 3.
- , 1905, Über Lymphozytengranula. Virch. Arch., Bd. 180.
- LEVI, Sulla colorazione vitale del sangue durante lo stato puerperale. Folia gynaecologica vol. 3 (cit. n. Zancla 1911).
- MARTELLI, 1908, Le alterazioni morfologiche e cromatiche e specialmente la degenerazione albuminelle leucositosi. Tesi di Pisa (cit. n. Cesaris-Demel 1909).

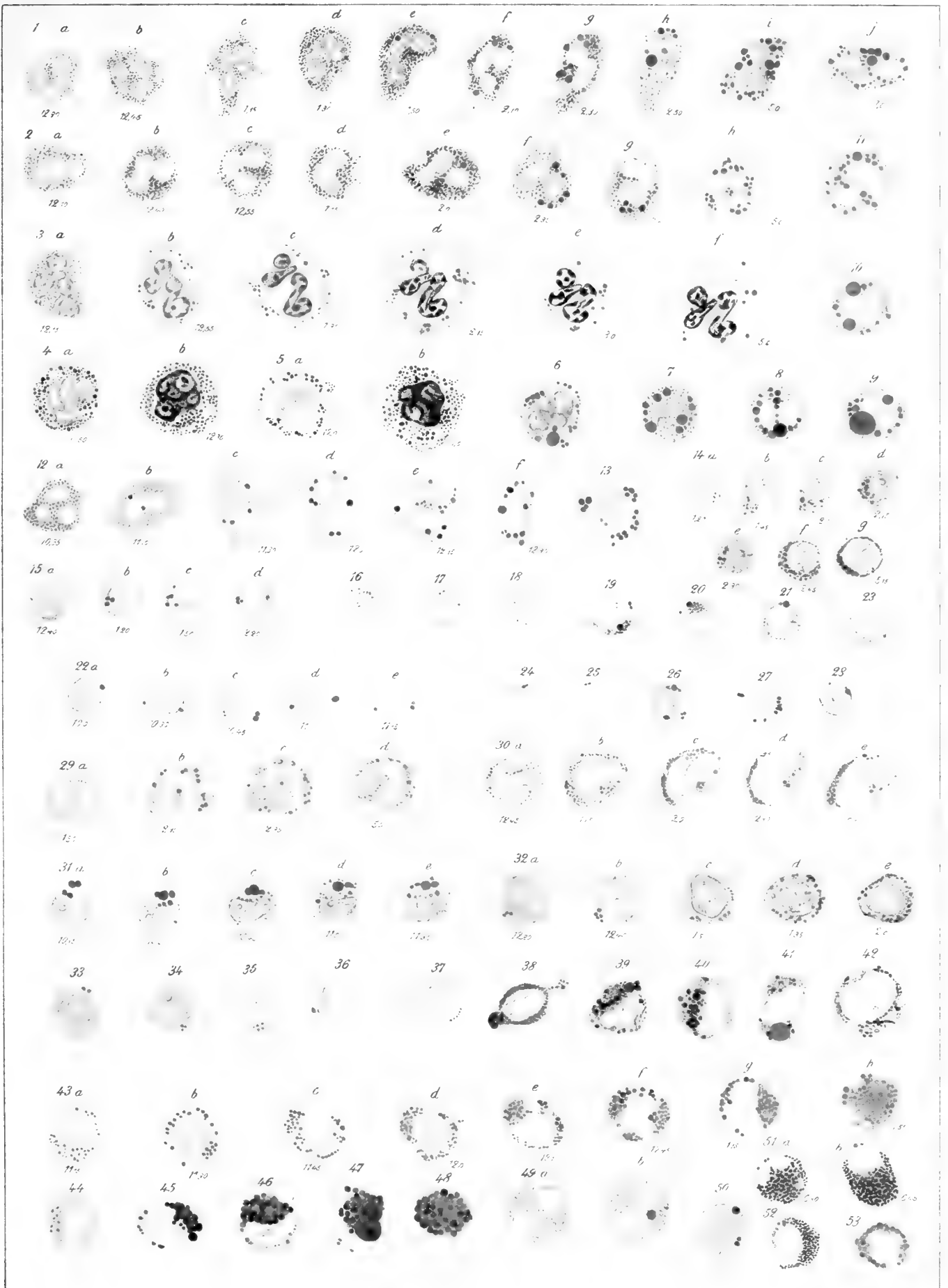
- MAXIMOW, A., 1908, Über embryonale Entwicklung der Blut- und Bindegewebszellen bei den Säugetieren. *Verh. anat. Ges. Berlin.*
- , 1909: 1, Der Lymphozyt als gemeinsame Stammzelle der verschiedenen Blutelemente in der embryonalen Entwicklung und im postfötalen Leben der Säugetiere. *Folia haematol.*, Bd. 8.
- , 1909: 2, Untersuchungen über Blut und Bindegewebe II. Über die Histogenese der Thymus bei Säugetieren. *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. 74.
- , 1912: 1, Untersuchungen über Blut und Bindegewebe IV. Über die Histogenese der Thymus bei Amphibien. *Ebenda*, Bd. 79 Abt. 1.
- , 1912: 2, Untersuchungen über Blut und Bindegewebe V. Über die embryonale Entwicklung der Thymus bei Selachiern. *Ebenda* Bd. 80 Abt. 1.
- MICHAELIS, L., und WOLFF, A., 1902, Über Granula in Lymphozyten. *Virch. Arch.*, Bd. 167.
- NAKANISHI, M., 1900, Vorläufige Mitteilung über eine neue Färbungsmethode zur Darstellung eines feineren Baues von Bakterien, *Deutsch. med. Wochenschr.*
- PAPPENHEIM, A., 1899, Vergleichende Untersuchungen über die elementare Zusammensetzung des roten Knochenmarkes einiger Säugetiere. *Virch. Arch.*, Bd. 157.
- , und FERRATA, A., 1910, Über die verschiedenen lymphoiden Zellformen des normalen und pathologischen Blutes. *Fol. haem. T. I*, Bd. 10.
- , 1911, Über die Vitalfärbung und die Natur der vitalfärbbaren Substanzen der Blutkörperchen. *Folia haemat.*, Bd. 12 T. I.
- PATELLA, 1908, Zur neuen Klassifizierung der Leukozyten des Blutes, vorgeschlagen von A. FERRATA. *Fol. haematol.*, Bd. 6.
- PLATO, J., 1900, Über die »vitale« Färbbarkeit der Phagozyten des Menschen und einiger Säugethiere mit Neutralrot. *Arch. f. mikr. Anat.*, Bd. 56.
- PUCHBERGER, G., 1903, Bemerkungen zur vitalen Färbung der Blutplättchen des Menschen mit Brillantkresylblau. *Virchows Arch.*, Bd. 171.
- RENAUT, J., et DUBREUIL, G., 1906, Les cellules connectives de la lignée rhagiocrine. *Bibliogr. anat.* T. 15.
- RITCHIE, W. T., 1908, The specificity and potency of adrenolytic and thymolytic sera. *Journ. of path. and bact.* Vol. 12 p. 140.
- ROSIN, H., u. BIBERGEL, E., 1902, Ergebnisse vitaler Blutfärbung. *Deutsche med. Wochenschr.* Jg. 28. Nr 3 u. 4.
- , 1904: 1, Das Verhalten der Leukozyten bei der vitalen Blutfärbung. *Virch. Arch.*, Bd. 178.
- , 1904: 2, Über vitale Blutfärbung und deren Ergebnisse bei Erythrozyten und Blutplättchen. *Ztschr. f. klin. Med.*, Bd. 54.
- ROSS, R., WALKER, C. E., and MOORE, S., 1907, A new microscopical diagnostic method and some simple methods for staining liquid blood. *Lancet* July 27.
- ROSS, H. C., 1908, On the vacuolation of leucocytes and the liquefaction of their cytoplasm. *Journ. of physiol.* Vol. 37.
- , 1909: 1, On a combination of substances which excites amoeboid movement in Leucocytes, by which living can be differentiated from dead cells. *Lancet* N:o 4455 p. 152.
- , 1909: 2, On the modification of the excitant for leucocytes composed of methylene blue and atropine, in order to reduce its poisonous effects and to render it suitable to be tried medicinally. *Lancet.*
- , and MACALISTER, C. J., 1909, On the flagellation of lymphocytes in the presence of excitants both artificial and cancerous *Brit med. journ.* N:o 2508 p. 206.
- , 1909: 3, The Vacuolation of the blood platelets: an experimental proof of their cellular nature. *Lancet* Vol. 177 N:o 4488 p. 710.
- RUDBERG, H., 1907, Studien über die Thymusinvolution I. Die Involution nach Röntgenbestrahlung, *Arch. f. Anat. u. Physiol.*, anat. Abt.
- , 1909, Om Thymusinvolutionen efter röntgenbestralning jämte några iakttagelser öfver leukolysen i öfrigt hos röntgenbestralade djur. *Akad. afhandl. Upsala.*
- SCHILLING, V., 1908, Lebende weisse Blutkörperchen im Dunkelfeld. *Fol. haem.*, Bd. 6.
- , 1909, Über Kurloff'sche Körperchen beim Meerschweinchen. *Fol. haem.*, Bd. 7.
- SCHULTZE, W. H., 1910, Über das Vorkommen von Myelin im normalen und kranken Organismus. *Ergebn. d. allg. Path. u. path. Anat.* Jg. 13, 2. Abt.
- SOULIÉ, 1890, *Bull. méd. de l'Algérie* p. 230 (cit. n. ROSS, WALKER and MOORE 1907).
- THUDICHUM, J. L. W., 1901, Die chemische Konstitution des Gehirns des Menschen und der Tiere. *Tübingen.*
- TSCHERNORUTZKI, M., 1911, Über die Fermente der Leukozyten. *Ztschr. f. phys. Chem.*, Bd. 75, H. 3.
- UHMA, 1899, Die Schnellfärbung des Neisserschen Diplococcus im frischen nicht fixierten Präparate. *Arch. f. Dermatologie u. Syphilis*, Bd. 1 H. 2.
- ÜLLMANN, B., 1911, Über physiologische und Reiz-Bewegungserscheinungen an Leukozyten. *Virchows Archiv*, Bd. 205.

- VARALDO, F., 1910. La colorazione vitale del sangue della vena e delle arterie ombelicali nel neonato. *Boll. Acc. med. Genova* (cit. n. *Pathologica*, Bd. 3 p. 160).
- VIRCHOW, R., 1854. Über das ausgebreitete Vorkommen einer dem Nervenmark analogen Substanz in den tierischen Geweben. *Virch. Arch.*, Bd. 6.
- WALLGREN, A., 1909. Zur Kenntnis der lymphoiden Zellen des Kaninchenblutes. *Fol. haemat.*, Bd. 8.
- WIENS, 1911. Das proteolytische Leukozytenferment. *Ergebn. d. Pathologie*. Jg. 15.
- WINKLER, F., 1907. Der Nachweis von Oxydase in den Leukozyten mittelst der Dimethylparaphenylendiamin- $\alpha$ -Naphtholreaktion. *Fol. haem.*, Bd. 4.
- ZANCLA, L., 1911. I leucociti del sangue circolante studiati mediante la colorazione vitale nelle autointossicazioni gravidiche. *Ann. di Ostet. e Ginec.* Anno 33 Vol. 1.



Tryckt den 9 september 1912.







SOME NOTES ON THE DEVELOPMENT  
OF  
**ECHINOCARDIUM CORDATUM** (PENN.)  
AND  
**PARECHINUS MILIARIS** (L.)

BY

**HJALMAR THÉEL**

---

WITH ONE PLATE AND THREE ILLUSTRATIONS IN THE TEXT

---



UPPSALA & STOCKHOLM  
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

1912



It is a great pleasure to me to dedicate this small paper to my old friend Professor GUSTAF RETZIUS, as a humble tribute to the celebration of his 70<sup>th</sup> birthday. On such a solemn occasion I should have desired to make a contribution of greater value, but urgent duties have not permitted me to do so. The present »Notes» may properly be looked upon as a completion of our knowledge of the earlier stages of the development of the Echinids.

I must admit, however, that it is with a certain delight that I dedicate these notes to GUSTAF RETZIUS, for my investigations, which were commenced many years ago (1892—1894) will, no doubt, evoke in him the memory of the many happy days we spent together at our beloved marine station, Kristineberg. For more than 30 years we met almost yearly at Kristineberg and we spent our summer-seasons there in working at the solution of various scientific questions. He, especially, worked with an interest and energy quite unparalleled and unprecedented. For this work Swedish biological Science is deeply indebted to him.

But Science is cosmopolitan, and I am convinced that scientists of all nations concur with me in the opinion that the works of GUSTAF RETZIUS are highly appreciated all over the world.

---

In 1892 and the following years, when I was working at the development of *Echinocyamus pusillus* (O. F. MÜLLER) and *Parechinus miliaris* (L.), I also devoted my attention to the development of *Echinocardium cordatum* (PENN.). With regard to the two former species my experiments were successful. I was able to follow their development step by step, from the artificially fertilized egg to the stage when the young sea-urchin has sunk and settled on the bottom of the aquarium, the larva having passed through all the metamorphoses in captivity.

With regard to *Echinocardium cordatum* (PENN.), on the other hand, there was, of course, no difficulty in impregnating the eggs in an artificial manner and bringing about a development in the aquaria, but after about a week or slightly more the

larvæ suddenly perished. Repeated attempts were attended by the same results, but I was quite unable to understand the reason why they were destroyed. The oldest larva obtained had an age of 11 days and attained a length of 0,7 mm (pl. I fig. 1). This figure represents a larva in the pluteus stage with four well-developed arms and with traces of the posterior dorsal arms.

The larva is characteristic by possessing a dark reddish pigment.

During the last decade of the eighteenth century mature specimens of *Echinocardium cordatum* were met with in great abundance at a trifling depth in the bay of Kristineberg. At that time they could be dredged by thousands. Seeing that I was unable to rear young sea-urchins of this kind in my aquaria, and being badly in need of older pluteus stages and sea-urchins of different ages, I tried another process in order to attain the main object of my efforts. Every summer of the decade mentioned and at every year at the same time too, the water in the bay of Kristineberg was dense with masses of pluteus of *Echinocardium cordatum* in all stages of development. With a very fine-meshed tow-net I caught numbers of the larva and placed them in my aquaria, where the water was kept in motion by means of turbines or pumps driven with the aid of water-works.

This procedure was necessary in order to keep the larvæ floating and to prevent their sinking to the bottom before they had reached the desired stage of development; for a pluteus larva is always doomed to destruction when it sinks to the bottom too early.

My attempts were successful, and after a few days I had plenty of young sea-urchins of *Echinocardium cordatum* in all stages of development crawling on the bottom of the aquaria. As far as I know, nobody has hitherto seen such young specimens of *Echinocardium cordatum* with their dark reddish pigment, and thus I consider myself entitled to publish my own drawings of them (pl. I figs. 2 and 3). On the same plate (figs. 4 and 5) two young sea-urchins of *Parechinus miliaris* are figured, drawn at the beginning of the 'nineties from specimens which were born in the aquaria. These present an entirely different colour and general aspect.

For obvious reasons I cannot enter into an explanation of the developmental process of the Echinids mentioned. Considering that the time at my disposal is very limited, the present paper must be confined to a few pages. With regard to *Echinocardium cordatum*, I have already admitted that its larvæ, raised in my aquaria, did not attain an age of more than 11 days, viz. the first pluteus stage; and concerning the earlier development of *Parechinus miliaris* I have very little to add to what was known before (BURRY, MAC BRIDE, THÉEL etc.). But there are two things which I intend to treat here, because they have a close connection with the early development of the Echinoderms in general and, moreover, because my own views about them in some respects do not agree with those expressed by other investigators. The two problems in question are the following:

I. *The activity of amoeboid cells of Echinid larvæ.*II. *The development of the Hydrocoele ring.*

I. In dealing with the amoeboid cells, I do not take into consideration the rest of the corpuscles which are to be found in the perivisceral cavity of the more advanced Echinids, viz., pale and brown granular corpuscles and small globular cells with a long vibratile cilium, of which the granular ones at least must be derived from the true amoeboid cells.<sup>1</sup>

The amoeboid cells play a significant part in the vital process of the Echinid life, in the developmental stages as well as in the more advanced stages, and are known by the name of migratory or wandering cells, leucocytes, pale or colourless corpuscles, lymphoid cells and also phagocytes. They take their origin from the vegetative pole of the larva at a rather early period, lose their connection with surrounding cells, and immigrate into the blastocoel as free wandering cells. The separation of such cells from the walls of the invaginated portion is going on during the whole process of gastrulation, and they generally present fine pseudopodial filaments connecting the ectoderm of the gastrula with the archenteron.

Later on, in more advanced stages of the development and metamorphosis a multiplication of them evidently must take place by division too.

As soon as these cells have lost their connection with the layer of cells which constitute the vegetative pole and the entodermic invagination and immigrated into the body cavity, a differentiation of them evidently takes place. Some of them still remain true amoeboid cells, while the rest change into what might suitably be termed »osteoblasts» and »ostoclasts», the former being calciferous, the latter, on the other hand, having the function of absorbing calcareous particles. Evidently a remarkable change of functions has taken place here.

With regard to those cells which remain true amoeboid or migratory, they incessantly change in form and position.

Owing to rather long pseudopodia which anastomose with protrusions of other cells and even with the cells of the larval body-wall itself, they often exhibit a kind of meshwork in the cavity of the larvæ. Considering, however, that the pseudopodia become withdrawn again and lose their connection, such a meshwork, or rather syncytium, is only to be looked upon as *temporary*, never as fixed. Thus, according to my opinion, the cells in question are incessantly changing in order to bring forth new pseudopodial combinations.

However, MAC BRIDE<sup>2</sup> seems to hold a different opinion, when he writes as follows: »These mesenchyme cells were of two kinds: (1) aggregated masses of rounded cells, which formed the matrix of the future larval skeleton, (2) wandering cells

<sup>1</sup> CUENOT, Archives de Zool. Exp. et générale. Ser. II. T. 9. 1891. p. 614.

<sup>2</sup> Note on the continuity of mesenchyme cells in the Echinid larvæ. — Proc. Phil. Soc. Cambridge. Vol. 9. 1896.

or amoebocytes. Of these latter, again, there were two varieties, of which the first were obviously stellate in form and connected with each other and the walls of the blastocoele by long processes. This kind of cells has been seen and figured by THÉEL,<sup>1</sup> who, however, regarded the union of the processes of these stellate cells as a secondary phenomenon.»

The second kind of wandering cells is rounded in form, and is in fact precisely similar to the Amoebocyte familiar to all who have studied Echinoderm anatomy. It has always been described and figured as if they were perfectly free: yet if one examines a slightly compressed living gastrula of *Echinus esculentus* one observes that the rounded cells, which at first sight look as if they were completely free, are in every case connected either with neighbouring cells or with the walls of the blastocoele by excessively fine threads along which they apparently travel.»

I have never been able to observe anything to confirm the account given by MAC BRIDE.

Those amoeboid cells, on the other hand, which play the leading part in the formation and absorption of the larval skeleton, do certainly operate in a somewhat different manner, their pseudopodial connections and fusions being more intimate and more constant. Besides, there does not seem to exist any essential structural difference between the calciferous and absorbent cells; at least, I for my own part have never been able to discover any distinguishing character between them. In 1894<sup>2</sup> I accordingly wrote: The cells which effect the absorption and destruction of the larval skeleton are hardly to be distinguished from those which deposit unorganic substances, and they may presumably be considered to have their origin in the latter. Like those they are unprovided with a cell-wall, possess evidently a single nucleus, and present amoeboid movements, though in a much higher and more active degree than the calciferous ones. It almost conveys the impression that the process of absorption demands a much more intense labour on the part of the cell than that of deposition.»

Both kinds of cells, the calciferous as well as the absorbent, do not operate independently but each of them enters into communication with other cells of its own kind, their protoplasm having run together and become mixed. In this manner the calciferous and absorbent cells constitute syncytia or plasmodia, each on their own account; there may be no perceptible difference in the structure of these two syncytia, but a certain divergence seems to exist with regard to their mode of operation and, of course, especially in their functions.

The calciferous syncytia seem to be more constant and immovable, at least until the larval skeleton has grown to the full, while the absorbent ones protrude slender pseudopodial filaments which give off branches and anatomose with each

<sup>1</sup> On the development of *Echinocyamus pusillus* (O. F. M.) with nine plates. — Roy. Soc. Sc. Upsala 1892.

<sup>2</sup> Notes on the formation and absorption of the skeleton in the Echinoderms. — Öfversigt af Kungl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar 1894. N:o 8. Comp. also the following paper of 1896:

Remarks on the Activity of amoeboid cells in the Echinoderms, with one plate. — Festskrift tillägnad W. Lilljeborg. Upsala 1896.



other, thus giving rise to a network with finer and wider meshes. The absorbent syncytia are incessantly changing, their appearance at one moment being quite different from that at another. Presently the pseudopodia begin to withdraw again, causing a gradual disappearance of the meshwork, and simultaneously other protrusions are sent out, constituting new meshes and new communications with neighbouring cells.

But while these changes are going on, the main granular portion of the cells which constitute the absorbent syncytia is by no means immovable. When a coarser pseudopodium has been protruded, it often extends itself further, forcing the granular portion with its nucleus to change place and to pass gradually into the clear pseudopodial protrusion.

This mode of operation is something quite different from that of the true amoeboid cells of the blastocoel, which do not form more than simple and temporary meshworks.

Let us now return for a moment to the calciferous syncytia, in order to consider their mode of operation.

It is a well-known fact that the first stage of the pluteus is characterized by possessing only two centres of calcification, which during the growth of the larva give rise to the two spicules or rods, which support the posterior ventral arms. These two rods — I pass over all the other subsequent rods of the more advanced pluteus, because they originate in the same way — and their branches are bilateral in position and symmetrical in shape, and present quite the same appearance; only very inconsiderable differences being noticeable with regard to the small unimportant lateral spines. How to explain the remarkable fact, that two bilateral calcareous rods of exactly the same shape originate simultaneously within the hollow larval cavity, and are able to increase there, in order to assume a definite and characteristic aspect. As far as I know, nobody has made an attempt to explain this mystery. For my own part, I think there is only one acceptable explanation of this problem.

My opinion is as follows. The two earliest centre of calcification consist of two small syncytia of close-lying, fused amoeboid cells, which remain bilateral and separate. In each heap of cells the clear peripheral plasm has flowed together and mixed so as to form a syncytium. Within each of these syncytia an extremely small calcareous corpuscle arises, which rapidly grows and finally takes the shape of a characteristic rod, one on each side of the pluteus in its first stage of development. This has happened owing to the two syncytia in question having prepared the way for the future rods, and the process seems to be governed by a general law. For the marvellous and rapid increase of a microscopical calcareous particle into a comparatively large rod, which in all normal larvæ has an almost absolutely definite and fixed shape, and which, besides, has arisen in a hollow body-cavity, cannot be explained in any other way. The two symmetrically arranged rods must be entirely due to the activity of the two syncytia and their pseudopodia, besides which there must be laws which regulate their operations. The two first formed centres of calci-

fication gradually extend and increase owing to other calciferous cells associating and fusing together by longer or shorter, coarser or finer plasma-threads.

The ultimate result of all these operations is the formation of two amoeboid syncytia which gradually take the form of the two future rods and, so to say, direct the gradual formation of the calcareous rods in question.

In short, I entertain the opinion that the syncytia in question serve as a kind of moulds which predetermine the shape of the gradually arising calcareous rods, and that the numerous small lateral spines of these rods are due to short pseudopodial protrusions of the syncytia.

To sum up, the original amoeboid cells, which have disengaged themselves from the combination of cells which constitutes the vegetative pole of the larva, have been subjected to a change of functions. *A part* of them still remain true amoeboid cells of a stellate appearance which move within the larval cavity and are capable of forming small *temporary* meshwork by the junction of their pseudopodia; later on they may remain free, or partake of the formation of tissues and, consequently, lose their relative freeness.

*Another part* of the wandering cells become immediately transformed into calciferous cells which communicate with other cells of the same kind and form syncytia which increase and gradually acquire the shape of the future calcareous rod. These syncytia have the function of taking up calcareous salts in fluid form from the seawater and solidifying them, thus giving rise to the larval calcareous skeleton. The fate of these calciferous syncytia is mysterious; considering that the Echinoderms during their whole term of life are in need of calcareous salts in great quantities, they probably remain calciferous.

Finally we have to note *a third kind* of cells, the absorbent ones, which form syncytia too, but differ from the former by possessing the power of absorbing and destroying such parts of the larval skeleton which are unsuited for further evolution of the larva. The appearance of absorbent cells and the process of destruction take place when the larva is in need of greater quantities of calcareous salts, that is to say when the pluteus has attained its mature state. »At this period of the development not only plates and spines but even pedicellaria, pedicels, sphaeridia and theeth with their alveoli begin to arise almost simultaneously, all these organs requiring calcareous salts in abundance. Under such circumstances it must be very suitable if not a necessity to have a supply of calcareous substances in reserve within the body.»<sup>1</sup>

Finally, I cannot pass over in silence the marvellous fact that these two kinds of syncytia, the calciferous and the absorbent, appear to cooperate and to fuse together by the union of their longer and shorter pseudopodial protrusions. Thus in these *composed* syncytia the main granular portion of their cells perform quite different functions. »The above remarks may be sufficient to prove that the absorption and destruction of the skeleton in the Echinoderms go on hand in hand

<sup>1</sup> THÉEL, loc. cit., p. 352. 1894.

with new formation of calcareous substances, and that these processes are facilitated by the dissolved salts being directly transferred through the pseudopodial intercommunication from one place to another.»<sup>1</sup>

II. The second subject of investigation which is to be treated here relates to the shape and aspect of the hydrocoele in its earlier stage of development, when it has separated from the left posterior coelom and is going to meet the ectodermic invagination in order to establish together with it and the coelom the main portion of the future sea-urchin. I have reason for subjecting this question to a fresh discussion, inasmuch as MAC BRIDE<sup>2</sup> and myself<sup>3</sup> seem to entertain different views of the matter. Thus in 1902 MAC BRIDE wrote (p. 272): »At 19—20 days the ectodermic invagination on the left side of the larva has become flask-shaped, and its floor is now in close contact with the hydrocoele. The latter has now taken on the form of a flattened pentagon (fig. 6). *It never has the form of an open hoop, so characteristic to the corresponding organ in Asteroidea, Ophiuroidea and Holothurioidea.* And further on he says (p. 275): »*The first trace of the adult mouth and oesophagus appears as an invagination of the oral disk, indenting the centre of the hydrocoele. At a later period it completely perforates the hydrocoele, thus converting it from a flattened plate into a ring.*»<sup>4</sup>

From the above quotation one would naturally gather that the Echinoids form an exceptional case. This is certainly not the case with *Parechinus miliaris* and, in my conviction, never in other forms of Echinoids either.

In 1902<sup>5</sup> I undertook an investigation of the matter in question, and I explained my views in the following manner: »The floor [of the flask-shaped ectodermic invagination = the primary amniotic cavity], also called oral disc by MAC BRIDE, which is destined to be transformed into oesophagus, nervous ring etc., is first rounded in shape but subsequently acquires a pentagonal form. I prefer to call it solely »*ectodermic disc*«. The hydrocoele, being almost in contact with the pentagonal floor of the amniotic cavity, has become transformed into a hollow ring open posteriorly and provided with five hollow processes which constitute the first traces of »*radial canals*« of the future Echinus. Later on the ring becomes closed posteriorly.»

Thus I stated that the hydrocoele first forms a hoop open posteriorly, just as is the case in the Holothurids etc. and that the hoop subsequently becomes converted into a complete ring.

<sup>1</sup> THÉEL, loc. cit. p. 57. 1896.

<sup>2</sup> The development of *Echinus esculentus*. — Proceed. Roy. Soc. London. Vol. 69, 1902, pp. 268—276. The development of *Echinus esculentus* together with some points in the Development of *E. miliaris* and *E. acutus*. — Phil. Trans. Roy. Soc. London. Ser. B. Vol. 195. London 1903, pp. 285—327, pl. 7—16.

<sup>3</sup> Preliminary account of the development of *Echinus miliaris* L. with three double-plates. — Bihang, K. Svenska Vet. Akad. Handlingar, Stockholm 1902. Bd. 28. Afd. 4. N:o 7, pp. 1—11.

<sup>4</sup> Italics by the author.

<sup>5</sup> loc. cit. 1902. p. 5.

However, in 1903 MAC BRIDE<sup>1</sup> subjected this part of the evolution of the hydrocoele to a revision, and in a foot-note he pronounced an opinion somewhat different from his former views. His account runs as follows: »I could not with certainty determine how the ring-form is attained. In the preliminary account of this paper ('Proc. Roy. Soc.', vol. 69) I stated that it was caused by the perforation of the disc by the oesophagus. This is a mistake, as I find by careful revision of my sections that the ring-form is attained much earlier. I believe, however, that it is formed as described for *Echinus miliaris* in a paper by THÉEL, of which I received a copy after the MS. of this paper was sent in. In that paper (»Preliminary Account of the Development of *E. miliaris*» 'Proc. Roy. Swedish Akad.', vol. 28) he descri-

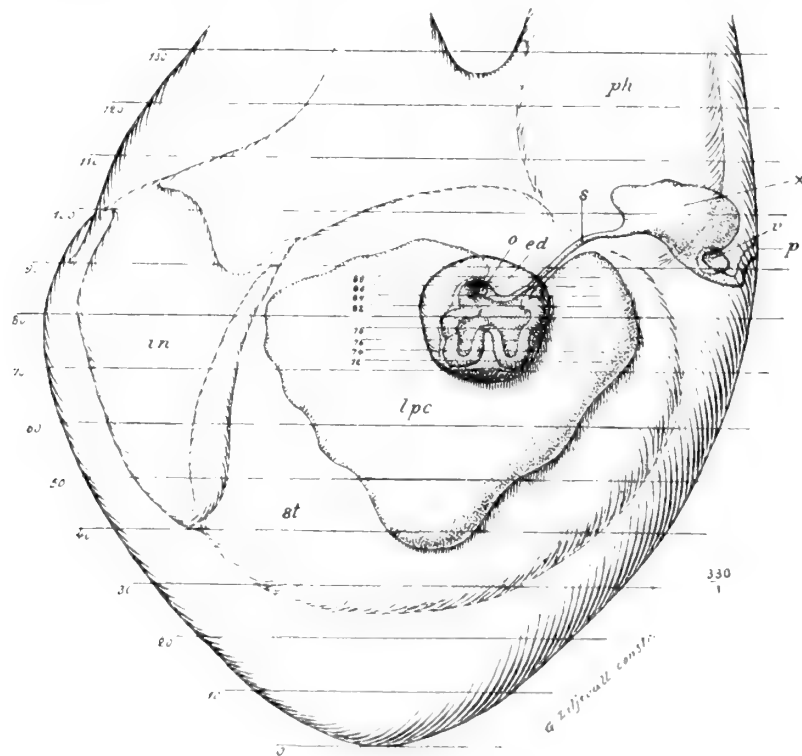


Fig. 1. — Left side view of the posterior portion of a young pluteus of *Parechinus miliaris* (L.); reconstructed from sections. — ph., pharynx; st., stomach; in., intestine; lpc., left posterior coelom almost surrounding the hydrocoele hoop; o., exterior opening of the ectodermic invagination; ed., ectodermic disc; s., stone-canal; x., ampulla of the stone-canal (= left anterior coelom of MAC BRIDE); p., madreporic pore; v., madreporic vesicle (?) (= right hydrocoele of MAC BRIDE). The numerals indicate the order of the sections. Highly magnified.

bes the hydrocoele as having at first a pentagonal form, but soon a small notch appears on the posterior border of this, which, by the meeting of its edges, is made into a perforation of the pentagon, and so the ring-form is attained. In *Mellita*, according to GRAVE, the hydrocoele is for a long time an open hoop, as in the Asteroidea. — November 6, 1902.»

I must confess that I was highly astonished when I read this explanation of

<sup>1</sup> loc. cit. 1903, p. 301.

MAC BRIDE of my views on the development in question. It is, indeed, quite opposed to my account, as quoted above. Considering his misapprehension of the views I have expressed, I am unable to understand how it can be possible that he should approve them. Referring to the above quotation, or better still, to my paper of 1902, every reader will understand that I never intended anything such as MAC BRIDE would impute to me. For I wrote: »The hydrocoele, being almost in contact with the pentagonal floor of the amniotic cavity, has become transformed into a hollow ring open posteriorly . . .».

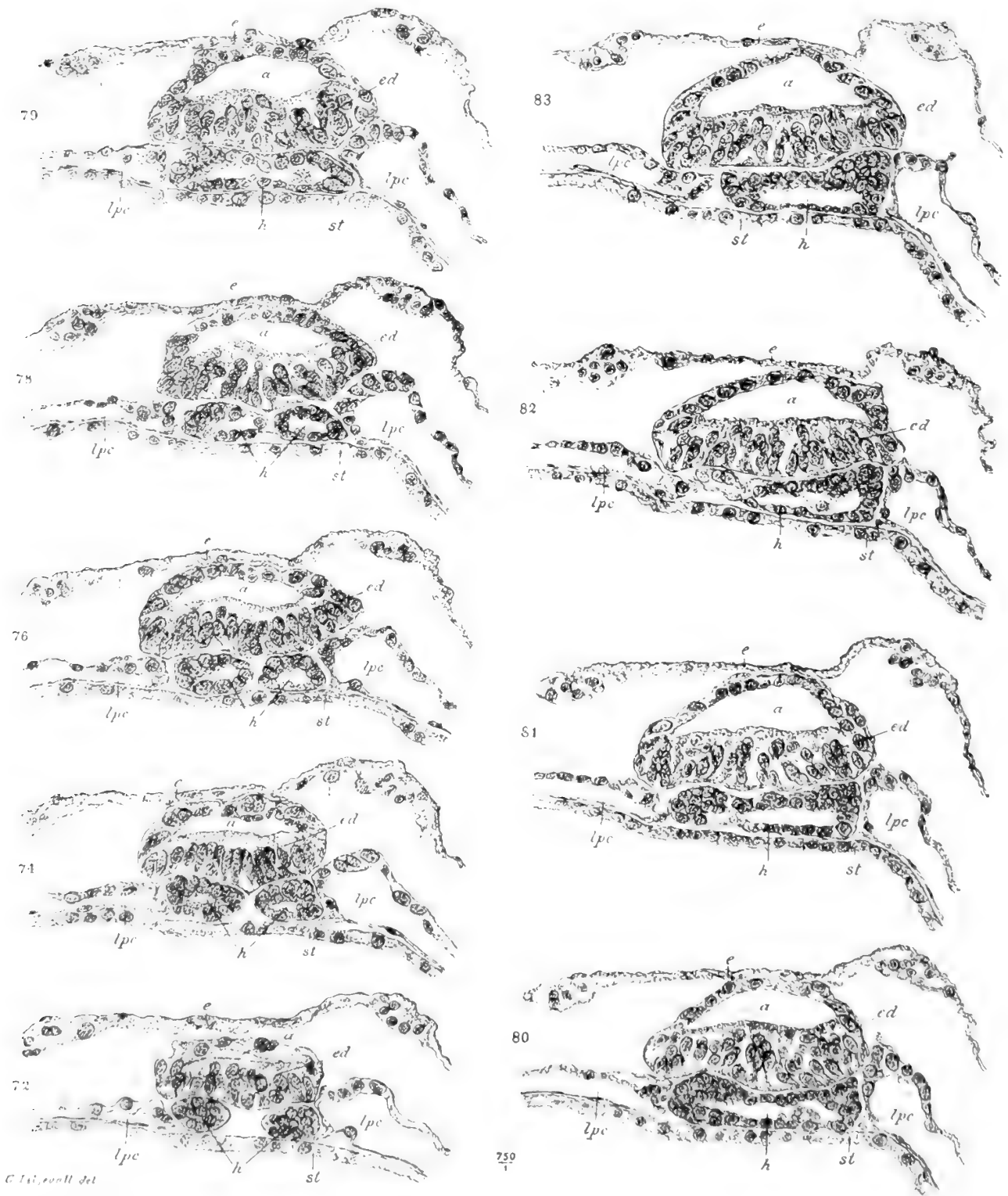
Thus I have expressly accentuated that the hydrocoele of *Parechinus miliaris*, like that of other Echinoderms, at first takes the aspect of an open hoop. Besides, the examination of the adjoined illustrations in the text of this paper reveals the fact that the open hoop does not become closed posteriorly until that the primary tubes have attained a considerable growth.

MAC BRIDE's last paper induced me to undertake a fresh investigation into the matter and I made a complete series of transverse sections of very young pluteus. The clever artist, Mr GEORG LILJEVALL, has drawn them under a high magnifying power and with the aid of an Abbe's camera, and the same artist has also made the figure in the text reconstructed from these sections. The figured sections confirm my former views in a striking manner.

The reconstructed figure 1 represents an exact view of the hydrocoele in a very early stadium and indicates, moreover, how the sections are made. Every other section has been drawn on an enlarged scale. Thus, the figs 72—87 represent a series of sections which indisputably prove that the hydrocoele has taken the appearance of a hoop or ring, open posteriorly. On fig. 72 the section has cut through the two blind ends of the hoop (h), and the 87<sup>th</sup> section presents the curved upper wall of the hoop. Moreover, the reconstructed figure exhibits also the fact that the five primary tube-feet are in a state of development before the originally open hoop has been closed posteriorly.

Finally, I desire to express my opinion with regard to the right hydrocoele of BURY and MAC BRIDE. In 1903 the latter writes (p. 297): »BURY's two papers are the only communications in which the transverse division of the coelomic sacs into anterior and posterior halves is described. This indication of metamerism in the larva has been generally received with scepticism. THIÉEL remarks that he was unable to confirm it, and SPENGLER rejects it.»

A revision of new sections of young pluteus (fig. 1 in the text, v) reveals the fact that a very inconsiderable vesicle can be discerned close to the ampulla of the stone-canal and on its right side. This vesicle is probably identical with MAC BRIDE's right hydrocoele or madreporic vesicle. Considering that I have never been able to detect any traces of a right anterior coelom, the origin of this vesicle seems to call for a revision.



G. Teitelbaum del.

Fig. 2. Sections through the ectodermic invagination (= the primary amniotic cavity) and the hydrocoele hoop, every other section having been drawn; highly magnified. — a., primary amniotic cavity; e., ectoderm of the pluteus; ed., ectodermic disc; h., hydrocoele hoop; lpc., left posterior coelom; st., stomach.

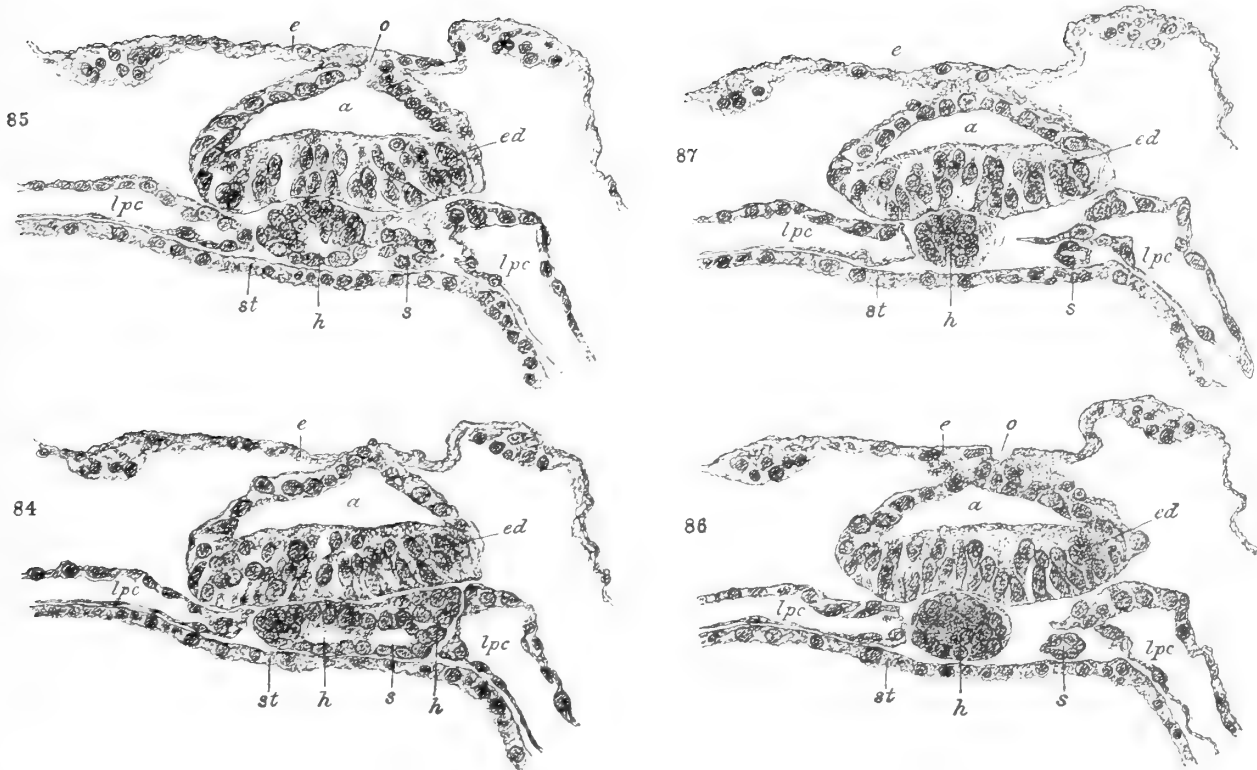


Fig. 3. — Sections through the ectodermic invagination (= the primary amniotic cavity) and the hydrocoele hoop, every other section having been drawn; highly magnified. Names as before; in addition, s., stone-canal.

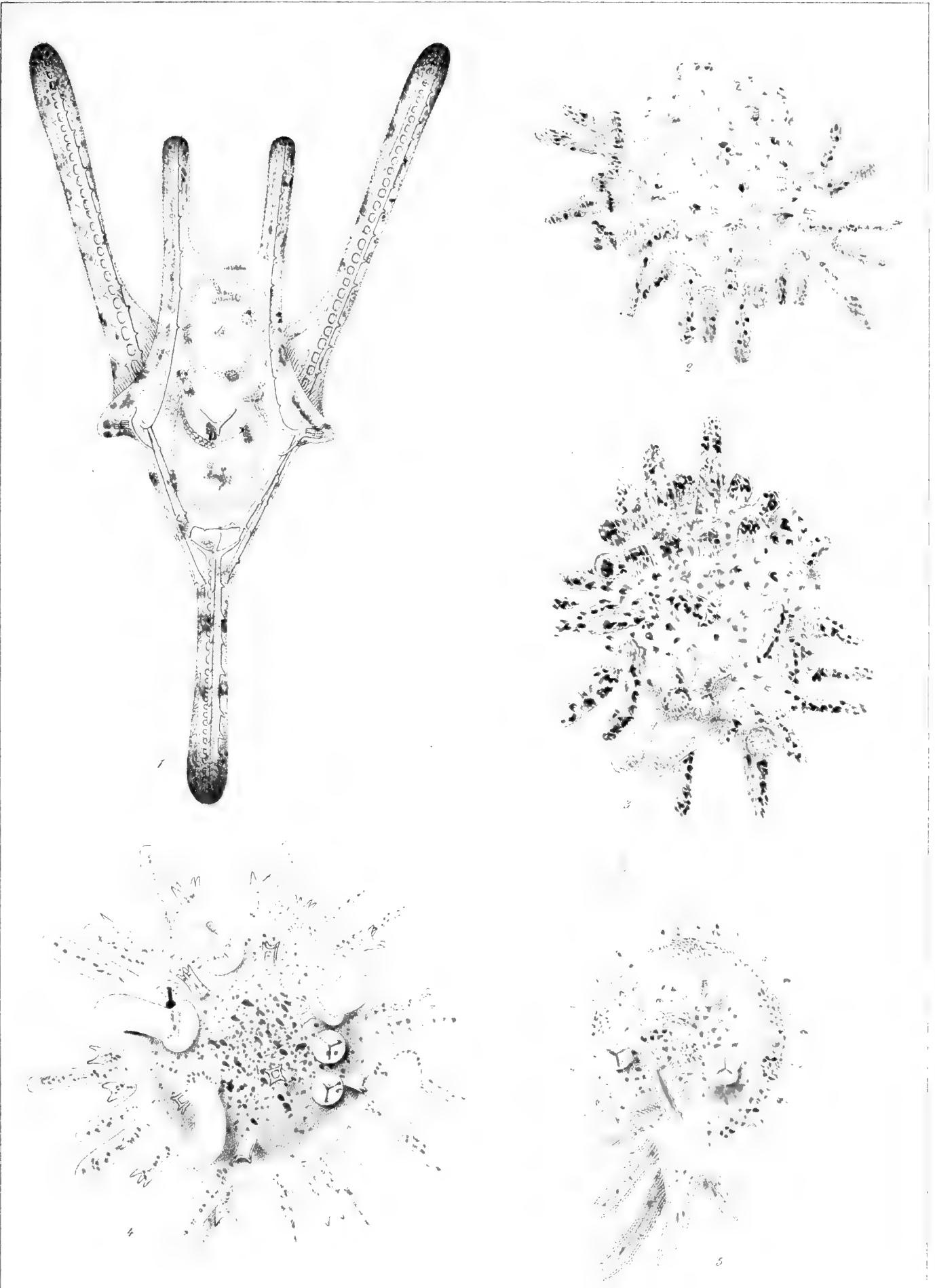
### Explanation of the plate.

- Fig. 1. — Pluteus of *Echinocardium cordatum* (PENN.) seen from the dorsal surface; eleven days old; raised in the aquarium from artificially fertilized eggs. Length of the larva 0,7 mm.
- Fig. 2. — Side view of a young sea-urchin of *Echinocardium cordatum* (PENN.), hatched in the aquarium from more advanced pluteus-larvæ caught from the surface of the sea. Highly magnified.
- Fig. 3. — The same as before, seen from the under surface.
- Fig. 4. — Upper view of a young sea-urchin of *Parechinus miliaris* (L.), raised in the aquarium from artificially fertilized eggs. Highly magnified.
- Fig. 5. — Under view of the same.



Tryckt den 2 augusti 1912.







KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 49. No 5.

ÜBER

DIE ENTWICKLUNG DER "BURSA OMENTALIS"

BEI DEN GYMNOPTIONEN

VON

**IVAR BROMAN**

LUND

MIT 3 TAFELN UND 19 ABBILDUNGEN IM TEXTE



UPPSALA & STOCKHOLM  
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

1912



»**W**ie kann man von der Entwicklung einer 'Bursa omentalis' sprechen bei Tieren, welche keine Bursa omentalis besitzen!« So höre ich alle diejenigen Morphologen ausrufen, welche mit den mesenterialen Verhältnissen der entwickelten Gymnophionen vertraut sind.

Denn bei diesen findet man, wie schon aus RATHKE's (1852) Beschreibung hervorgeht, und wie später WIEDERSHEIM in seiner »Anatomie der Gymnophionen« (1879) noch deutlicher hervorgehoben hat, den ganzen Magen und Darm entlang ein sehr schönes, einfaches Gekröse und also *keine Bursa omentalis*.

Dasselbe konnte ich (BROMAN, 1904) bei einem Exemplar von *Coecilia pachynema* bestätigen.

Indessen passte es mir gar nicht, die definitiven mesenterialen Verhältnisse dieser Tiere als primäre aufzufassen. Denn bei allen anderen Wirbeltieren hatte ich gesetzmässig eine *Bursa omentalis* gefunden, sobald dieselben eine *Vena cava inferior* besaßen; und ich war zu dem Rückschluss gekommen, dass die Leber bei allen solchen Wirbeltieren während der Embryonalzeit durch einen taschenförmigen Rezess von dem Digestionskanal isoliert werden müsste, und dass Hand in Hand hiermit an der rechten Seite des Hauptmesenteriums in dieser Höhe ein *Nebenmesenterium* entstehen müsste. Die Eintrittsstelle der *Vena cava inferior* in die Leber kommt nämlich schon bei den Lungenfischen als *dritter fixer Punkt* der Leber hinzu zu den bei den niederen Fischen schon vorhandenen beiden fixen Punkten dieses Organs (die Austrittsstelle der Lebervene bzw. diejenige des Gallenganges aus der Leber); und, wie ich in meiner Bursa-omentalis-Monographie (BROMAN, 1904) näher begründet habe, muss, wenn meine Ansichten über die Entstehungsursache der Mesenterialrezesse richtig sind, das Vorhandensein dieser drei fixen Punkte der Leber zu der Entstehung eines taschenförmigen rechtsseitigen Mesenterialrezesses (= einer »Bursa omentalis«) führen.

Bei meiner Untersuchung der erwachsenen *Coecilia pachynema* frappierte nun — ausser der Abwesenheit einer Bursa omentalis — auch die beim ersten Anblick sehr merkwürdig erscheinende dorsale Fixation der Leber. Dieses Organ war nämlich durch ein kurzes Kollateralligament (c) mit dem dorsalen Mesogastrium (a + b) verbunden (vgl. Fig. 1). Ein Ligamentum hepato-entericum schien ganz zu fehlen. Diese, von denjenigen aller anderen Wirbeltiere abweichenden mesenterialen Verhältnisse bildeten

für mich noch einen Grund, nach Spuren einer ehemaligen Bursa omentalis zu suchen. Und bei genauerer Untersuchung glaubte ich auch solche Spuren zu finden, indem ich an der linken Seite des Mesenteriums zwei sehr kleine Taschenbildungen fand, die ich nach ihren Organrelationen als die noch persistierenden kranialen bzw. kaudalen Enden einer ehemaligen Bursa omentalis deutete.

Auf Grund dieser Beobachtungen sprach ich, da die Entwicklung der Gymnophionen-Mesenterien gänzlich unbekannt war,<sup>1</sup> die Hypothese aus, dass bei den *Gymnophionen* während der Embryonalzeit wahrscheinlich eine Bursa omentalis gebildet wird, die aber später wieder fast vollständig verschwindet, indem einerseits ihre ursprüngliche Eingangsöffnung durch Verlötung geschlossen wird, und andererseits das dorsale Hauptmesenterium kranialwärts von dieser Verlötungsstelle grösstenteils atrophiert.

Diese Hypothese hatte den Vorteil, nicht nur das Fehlen der Bursa omentalis, sondern auch die Entstehung der obenerwähnten merkwürdigen Leberbeziehung zum dorsalen Mesenterium nach den bei anderen Wirbeltieren gültigen Gesetzen zu erklären.

Wenn diese Hypothese richtig war, war nämlich »das Gekröse, welches den Digestionskanal in der Höhe der Leber mit der dorsalen Körperwand verbindet, nicht als ein wahres dorsales Mesenterium zu betrachten«. »Wenn der Digestionskanal ventralwärts gezogen und das mehrerwähnte Gekröse dadurch gestreckt wird« — so führte ich die Hypothese weiter aus — »bildet das (rechte) Nebengekröse die dorsale und das Omentum minus die ventrale Partie des anscheinend einfachen Gekröses. An der Grenze zwischen dem Nebengekröse und Omentum minus inseriert das dorsale Leberligament, welches als eine Fortsetzung des Omentum minus zu betrachten ist.« (Vgl. Fig. 1 und 2).

Auf diese Weise aufgefasst, weichen die mesenterialen Verhältnisse der Gymnophionen nicht mehr wesentlich von denen anderer Wirbeltiere ab. »Eine anfangs frappante Abweichung ist zwar die, dass das Nebengekröse in seiner ganzen Ausdehnung<sup>2</sup> nicht an die Leber, sondern an das Omentum minus inseriert, und dass also kein *Lobus Spigeli* beim erwachsenen Tier zu finden ist. Eine ähnliche Abweichung von dem gewöhnlichen Sachverhalt kommt aber auch bei gewissen Reptilien mehr oder weniger vollständig vor.« (BROMAN, 1904.)

\* \* \*

Durch das freundliche Entgegenkommen des Herrn Privatdozent Dr H. MARCUS in München bekam ich neulich die von mir lange ersuchte Gelegenheit, meine obenerwähnte Hypothese durch entwicklungsgeschichtliche Untersuchung zu prüfen.

In kollegialster Weise stellte mir nämlich für diesen Zweck Herr Doktor MARCUS sämtliche Schnittserien der von BRAUER auf den Seyschellen gesammelten *Hypogeophis-*

<sup>1</sup> Weder das SARASIN'sche noch das BRAUER'sche Embryonalmaterial war in dieser Beziehung untersucht worden.

<sup>2</sup> Dies war bei *Cocilia pachynema* der Fall. Bei *Hypogeophis rostratus* verbindet sich die kranialste Partie des Nebengekröses mit der Leber (vgl. Fig. 29, S. 11).

Embryonen und ein erwachsenes Exemplar von *Hypogeophis rostratus* zur freien Verfügung. Für diese Liebenswürdigkeit bitte ich, auch an dieser Stelle, ihm meinen herzlichsten Dank sagen zu dürfen.

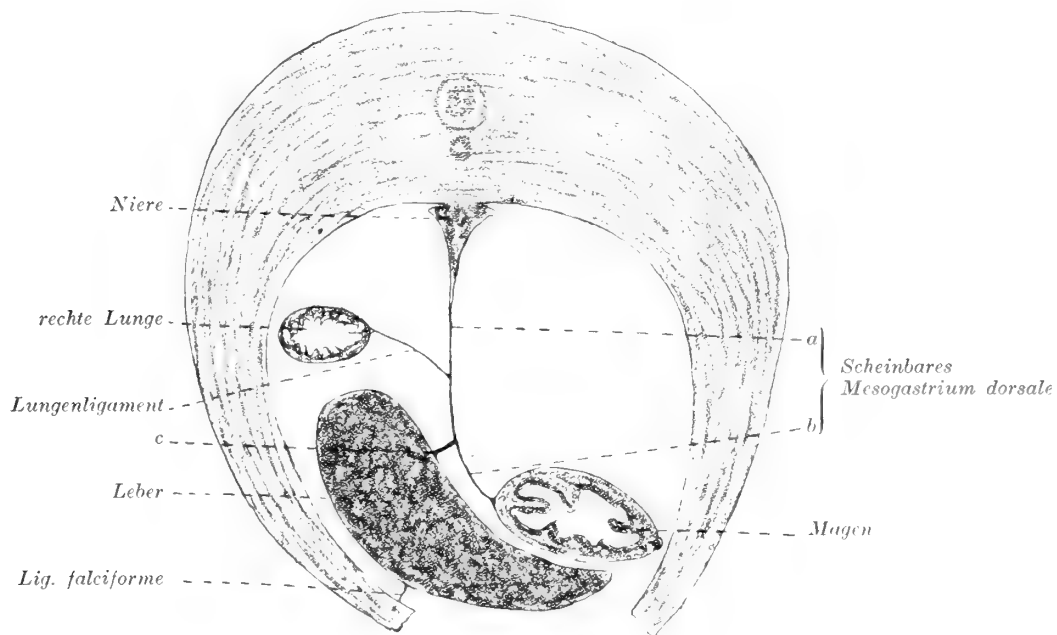


Fig. 1.

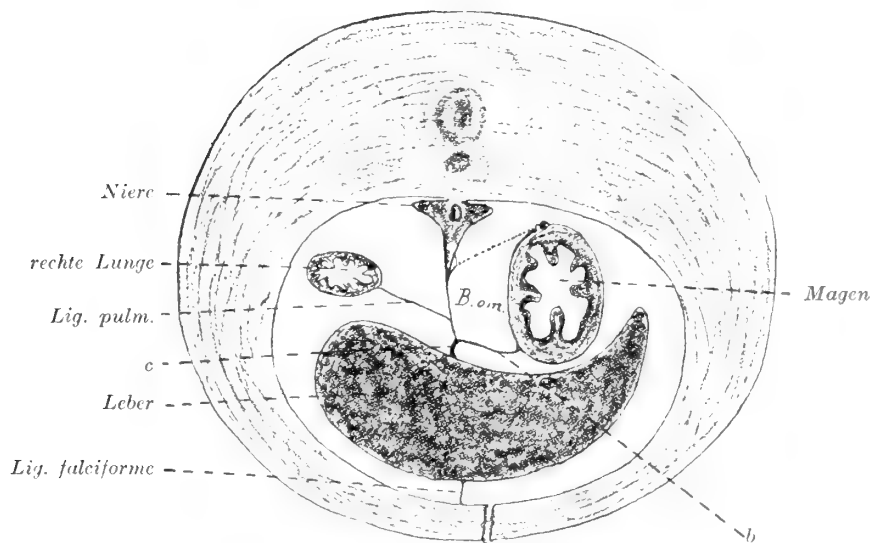


Fig. 2.

Figg. 1 und 2. Querschnitte von *Hypogeophis rostratus* in der Höhe der Lebermitte. <sup>5</sup>/<sub>1</sub>.

In Fig. 1 ist die ventrale Bauchwand aufgeschnitten; Leber und Magen sind ventralwärts gezogen. — In Fig. 2 sind die Bauchwandschnittflächen wieder zusammengefügt und der Magen in seine ursprüngliche Lage zurückgeschoben. Das hypothetische *Mesogastrium dorsale* ist *punktiert* bezeichnet. B. om. Bursa omentalis; a. Nebenmesenterium; b + c = Omentum minus (Ligamentum hepato-gastricum).

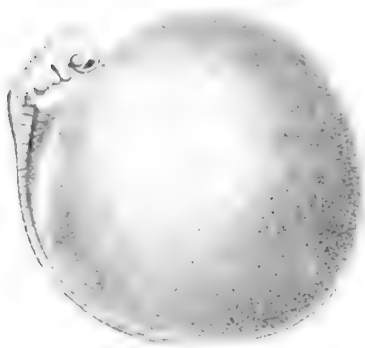


Fig. 3. 1/1. (Stadium 17 von BRAUER.)



Fig. 4. 1/1. (Stad. 20.)



Fig. 5. 1/1. (Stad. 22.)



Fig. 6. 1/1. (Stad. 23.)



Fig. 7. 2/1. (Stad. 25.)



Fig. 8. 2/1. (Stad. 27.)

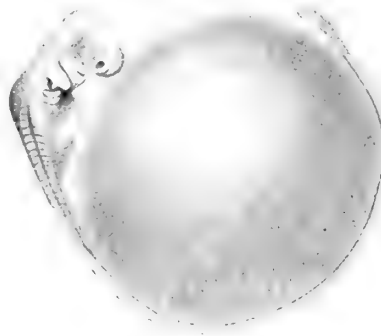


Fig. 9. 1/1. (Stad. 28.)



Fig. 10. 2/1. (Stad. 30.)

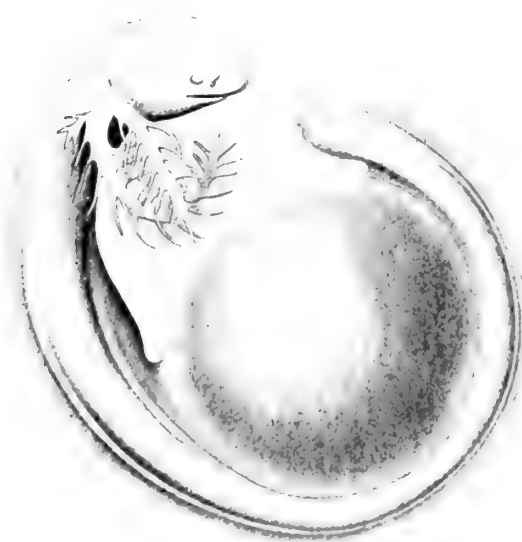


Fig. 11. 1/1. (Stad. 41.)



Fig. 12. 2/1. (Stad. 47.)



Auch bin ich Herrn Professor AUG. BRAUER in Berlin dafür zu grossem Dank verpflichtet, dass er mir zwei erwachsene, gut konservierte Exemplare von *Hypogeophis rostratus* zur Verfügung gestellt hat.

Ich gehe jetzt zunächst zu einer kurzen Beschreibung der uns hier interessierenden Embryonalstadien über. Die Nummer der Stadien sind dieselben, die BRAUER (1899) ihnen in seiner Schilderung der äusseren Körperentwicklung gegeben hat.

### Stadienbeschreibung.

Im *Stadium 20* von BRAUER (Fig. 4) ist die erste Anlage<sup>1</sup> eines rechtsseitigen Mesenterialrezesses beim *Hypogeophis*-Embryo zu erkennen. Der betreffende Rezess ist am Querschnitt sehr deutlich (Fig. 13 *B. om.*), obgleich er noch nicht taschenförmig geworden ist. Leberanlage noch nicht deutlich.

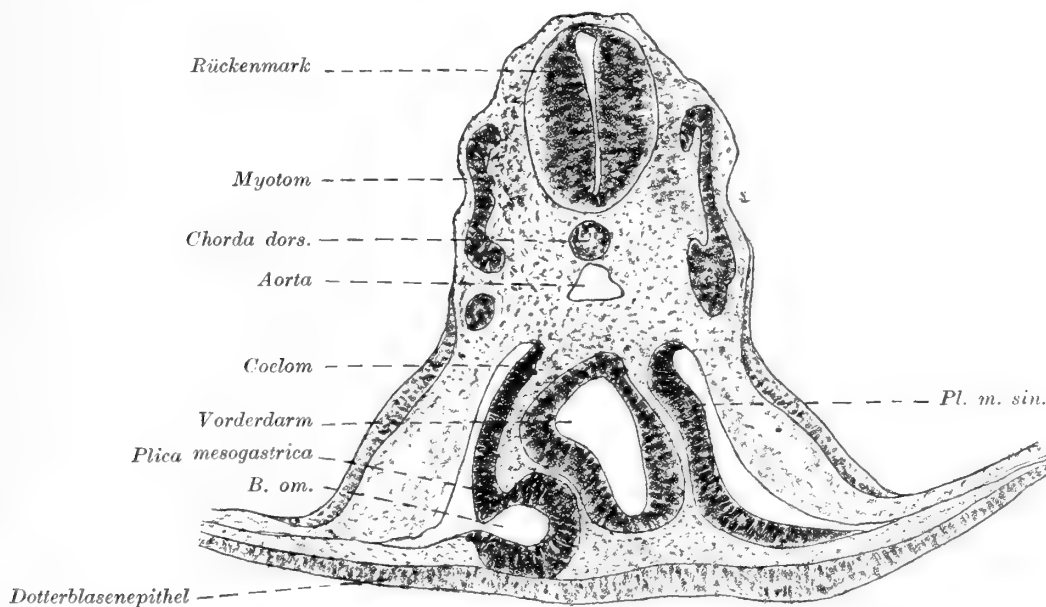


Fig. 13. Querschnitt eines *Hypogeophis*-Embryo vom Stad. 20. <sup>100</sup>/<sub>1</sub>.

Im *Stadium 22* (Fig. 5) ist dieser Rezess taschenförmig und schon recht tief geworden (Fig. 14). Das kraniale, blinde Ende des Rezesses bildet eine auf dem Querschnitt frontal gestellte, geradlinige Spalte, die ventral vom Vorderdarm liegt und diesen von dem Sinus venosus trennt. — Unmittelbar kaudalwärts von dem Sinus venosus befindet sich die *Leberanlage*. In dieser Höhe breitet sich der Rezess

<sup>1</sup> Unter Umständen scheint diese erste Anlage doch auch etwas frühzeitiger auftreten zu können. So habe ich sie in einem Falle schon bei einem Embryo vom Stadium 18 beobachtet.

allmählich immer mehr nach rechts von dem Vorderdarm aus, denselben von der Leberanlage trennend. Gleichzeitig wird sein Querschnitt sichelförmig und mit dem längsten Diameter sagittal gestellt. — Kaudal von der Leberanlage öffnet sich der Rezens nach rechts in die grosse Körperhöhle und zwar durch eine Öffnung (Fig. 14, *F. W.*), welche dorsal von einer hohen *Plica mesogastrica* (Fig. 14 *Pl. m.*) begrenzt wird.

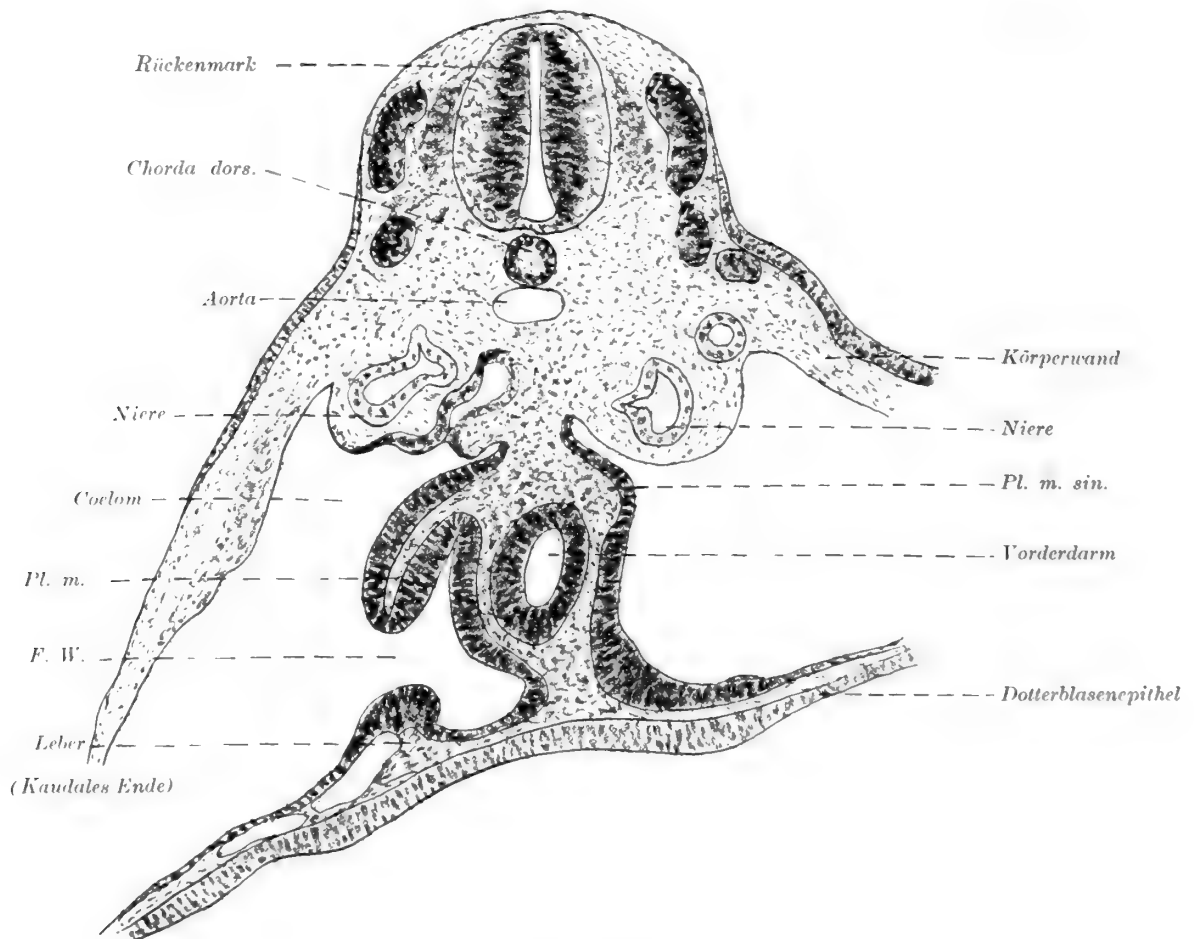


Fig. 14. Querschnitt eines *Hypogocphis*-Embryo vom Stad. 22. <sup>100</sup>/<sub>1</sub>.

Vergleichen wir dieses Stadium mit ähnlichen Entwicklungsstadien anderer Amphibien, so erhellt es, dass wir in der obenerwähnten Taschenbildung (Fig. 13 *B. om.*) den *Recessus hepato-mesenterico-entericus* vor uns haben.

Entodermale Lungenanlagen fehlen noch.

Im Stadium 23 (Fig. 6) ist die *rechte entodermale Lungenanlage* (Fig. 15 *r. Lg. [ent.]*) deutlich zu sehen. In der Höhe derselben befindet sich schon das kraniale Ende des *Recessus hepato-mesenterico-entericus* (Fig. 15. *B. om.*).

Eine *linke entodermale Lungenanlage* ist noch nicht vorhanden. Dagegen scheint die *mesodermale Anlage* der linken Lunge (Fig. 15 *l. Lg. [mes.]*) angelegt zu sein.

Im *Stadium 25* ist dies noch deutlicher zu sehen. Die kaudale Partie der linken mesodermalen Lungenanlage (*l. Lg. [mes.]*) wird hier ventral durch eine Rezessbildung (Fig. 16, Taf. I *Rec. pn.-e. sin.*) begrenzt, die mit der ersten Anlage des Recessus hepato-mesenterico-entericus (vgl. Fig. 13, S. 7) grosse Ähnlichkeit hat. — In der kranialen Partie der linken mesodermalen Lungenanlage steckt jetzt die soeben gebildete *linke entodermale Lungenanlage*. — Das kraniale Ende des Recessus hepato-mesenterico-entericus reicht bis zur Höhe der Trachealbifurkation hinauf. Über die weiter kaudalwärts stattfindenden Veränderungen der Lage und der Organrelationen dieses Rezesses geben die Figg. 16—19 auf Tafel I Aufschluss. — Kaudalwärts vom

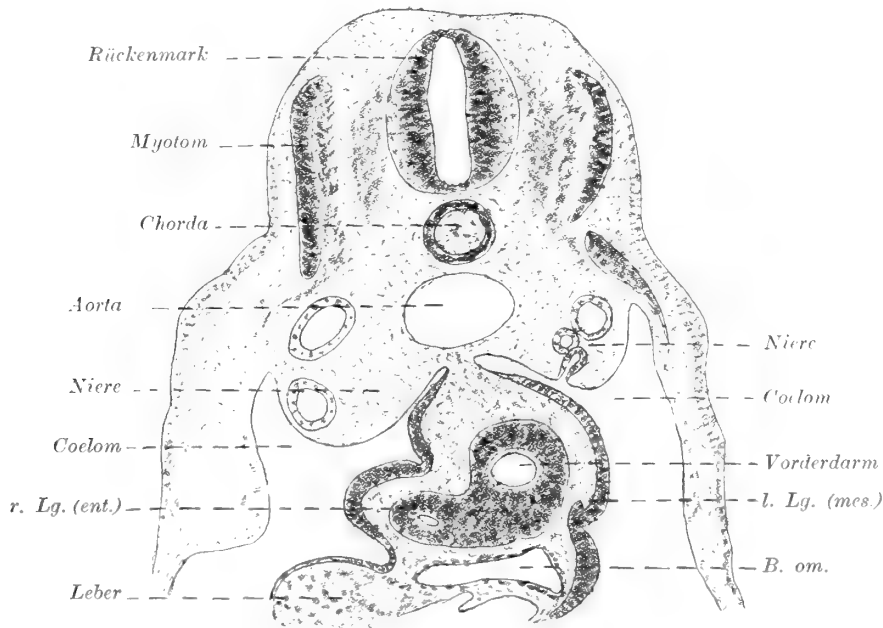


Fig. 15. Querschnitt eines *Hypogeophis*-Embryo vom Stad. 23. <sup>100</sup>/<sub>1</sub>.

Schnitte Fig. 19 verstricht der Rezzess allmählich, indem die seine Eingangsöffnung begrenzenden Falten immer niedriger werden und zuletzt (in der Höhe der kranialen Darmnabelpartie) vollständig verschwinden.

Die kaudale Leberpartie ist mit der Dotterblase mesenchymatös verbunden (Fig. 18). Die kraniale Leberpartie ist ventralwärts frei (Fig. 16 u. 17). Kranialwärts ist sie mit dem Sinus venosus der Herzanlage breit verbunden.

Der *Sinus venosus* wiederum ist jederseits durch ein *Mesocardium laterale* an der lateralen Körperwand befestigt. (Vgl. Fig. 16, worin das *rechte Mesocardium laterale* sichtbar ist.)

Sowohl ventral wie dorsal von den beiden *Mesocardia lateralia* kommuniziert noch weit die Pericardialhöhle mit der Pleuroperitonealhöhle.

Das *Stadium 27* zeigt der Hauptsache nach ähnliche Verhältnisse. — Die linke entodermale Lungenanlage ist deutlicher geworden (Fig. 20, Taf. 2); und die

mesodermale Anlage derselben Lunge (Fig. 21 u. 22) erstreckt sich jetzt ebensoweit kaudalwärts wie diejenige der rechten Lunge, während die entodermale Anlage der letztgenannten dreimal länger als diejenige der linken Lunge ist. — Die Plica mesogastrica ist dicker geworden und enthält in ihrer kranialen Partie die erste Anlage der Vena cava inferior (Fig. 23 *Pl. mesog.*).

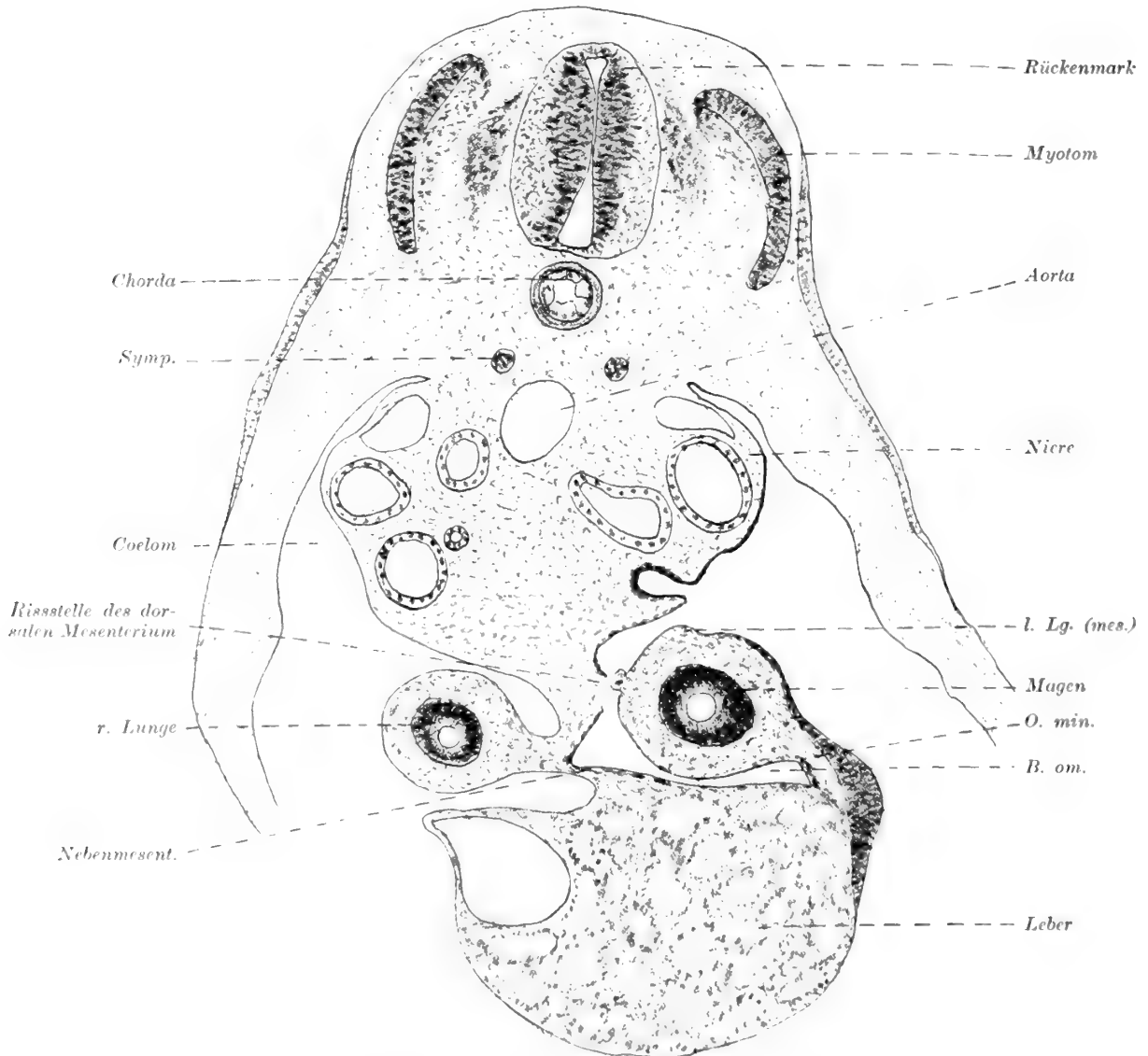


Fig. 21. Querschnitt eines *Hypogophis* Embr. vom Stad. 30.  $\frac{100}{1}$ .

Im *Stadium 30* ist an einer Stelle das den Recessus hepato-mesenterico-entericus begrenzende Hauptmesenterium dorsalwärts vom Magen zerrissen (vgl. Fig. 24). (Dasselbe ist ausnahmsweise schon bei einzelnen Individuen des Stadium 27 zu beobachten.) Sowohl kranial- wie kaudalwärts von der Rissstelle zeigt der Recessus hepato-mesenterico-entericus noch ähnliche Verhältnisse wie im Stadium 27.

Im *Stadium 35* ist das dorsale Hauptmesenterium noch vollständiger in der Höhe des Recessus hepato-mesenterico-entericus zugrundegegangen. Nur die kranialste Partie des diesen Rezess nach links begrenzenden Mesenterium ist noch erhalten. Hier zeigen die Querschnitte also noch die ursprünglichen Verhältnisse (Fig. 25, Taf. 3). Weiter kaudalwärts sind dagegen sekundäre mesenteriale Verhältnisse eingetreten, indem erstens durch das Zugrundegehen des dorsalen Mesogastriums die Haupt-

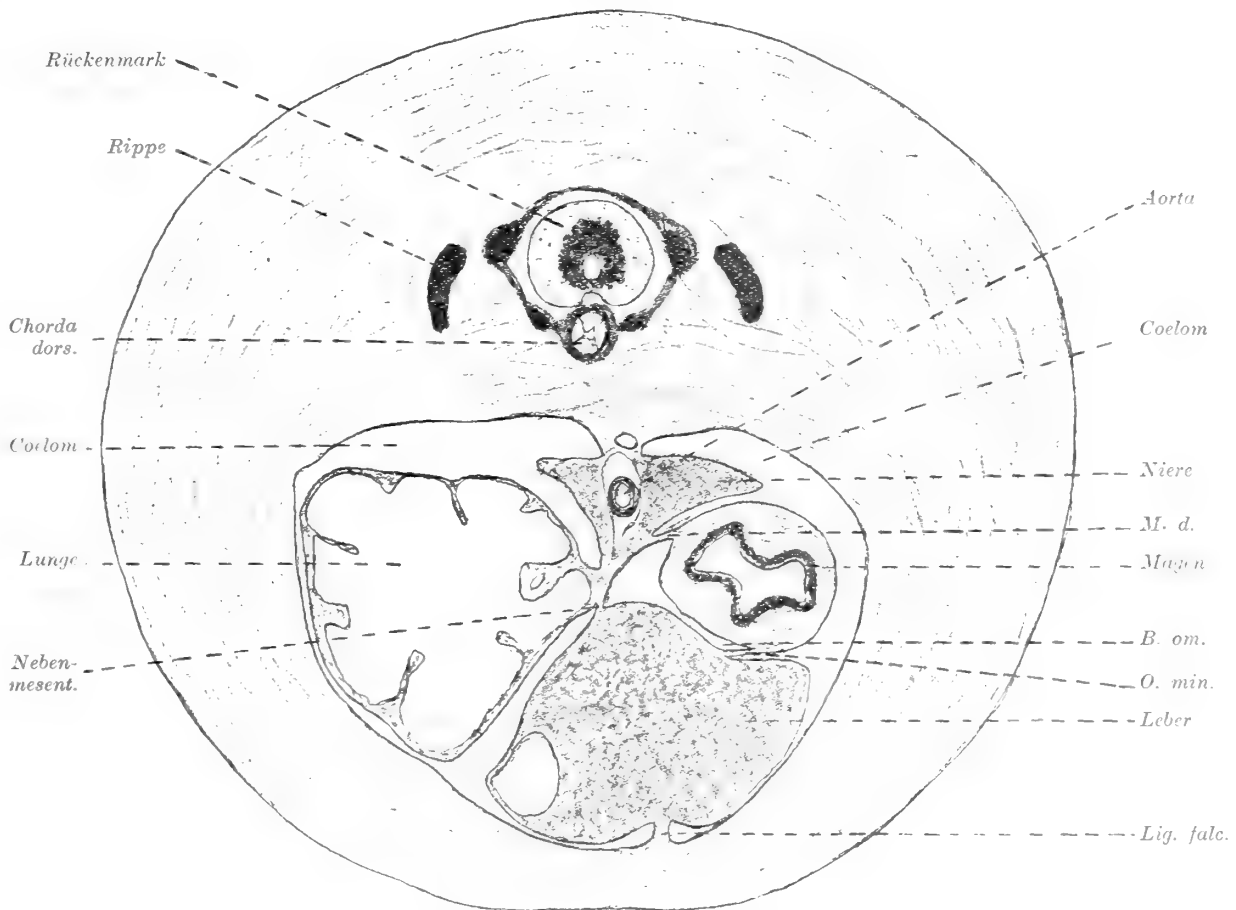


Fig. 29. Querschnitt eines *Hypogeophis*-Embryo vom Stadium 47. <sup>50</sup>/<sub>1</sub>.

partie des Recessus hepato-mesenterico-entericus mit der grossen Pleuroperitonealhöhle einverleibt worden ist (Fig. 26 u. 27, Taf. 3); und zweitens die rechtsseitige Eingangsöffnung des Recessus hepato-mesenterico-entericus durch Verwachsung des Nebenmesenteriums mit dem Hauptmesenterium (unmittelbar kaudalwärts von der Rissstelle) obliteriert worden ist. — Zuletzt ist hervorzuheben, dass in diesem Stadium eine kleine (60  $\mu$  tiefe), kaudalwärts blind endigende Mesenterialtasche (Fig. 27 u. 28, Taf. 3 *Rec. pancr.-ent.*) gebildet worden ist, die die neugebildeten Anlagen des Pankreas und der Milz von dem Digestionskanal trennt und also dem *Recessus pancreatico-entericus* anderer Wirbeltiere gleichzustellen ist. — Die rechte Lunge hat sich

stark kaudalwärts verlängert. — Der vollständig ungelappten Leberanlage fehlt noch das *Ligamentum falciforme hepatis*. Dasselbe ist noch im *Stadium 40* der Fall.

Im *Stadium 47* dagegen ist das *Ligamentum falciforme hepatis* fast in seiner ganzen Ausdehnung gebildet.<sup>1</sup> In der Höhe des kranialen Leberendes ist nicht nur das Nebenmesenterium, sondern auch das Hauptmesenterium erhalten. Der *Recessus hepatomesenterico-entericus* ist, mit anderen Worten, hier noch vorhanden (Fig. 29, B. om.).

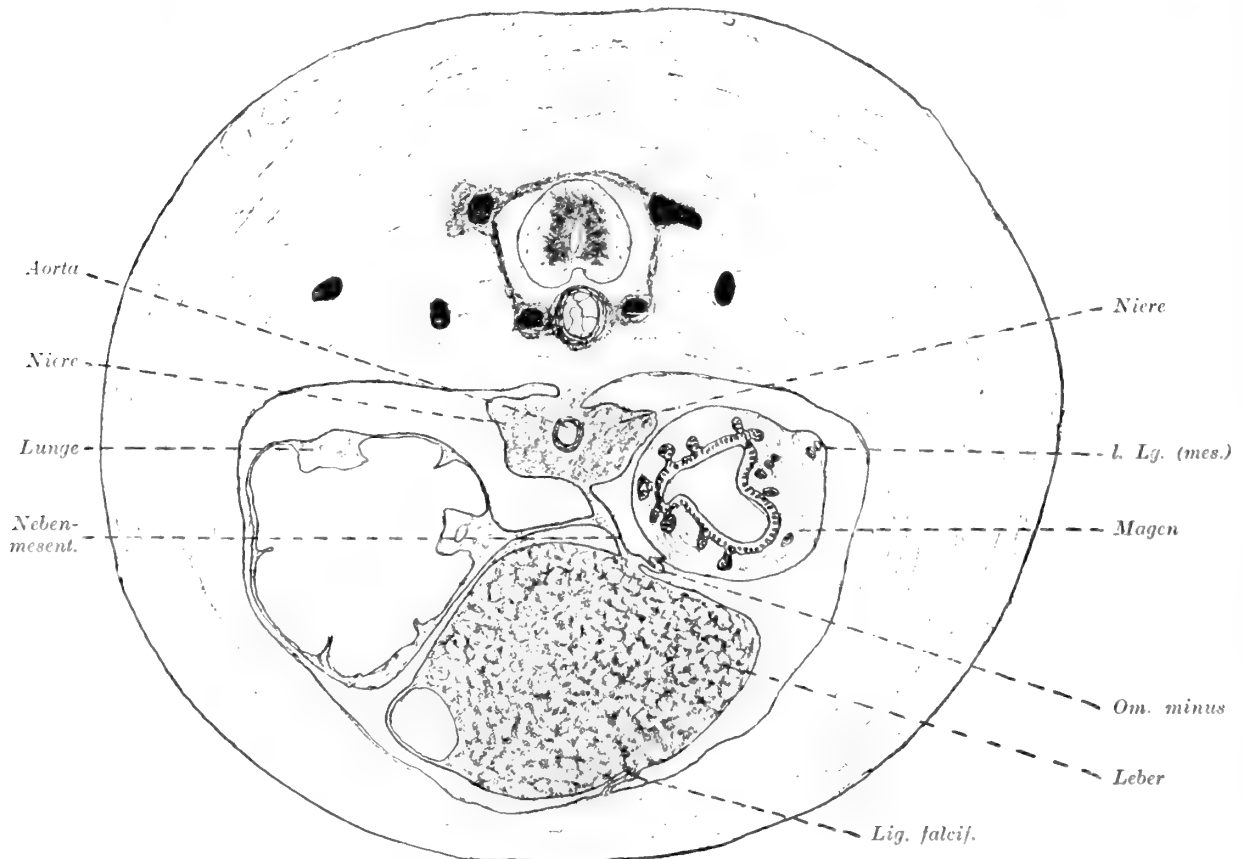


Fig. 30. Querschnitt eines *Hypogeophis*-Embryo vom Stadium 47. <sup>50/1</sup>.

Der Hauptpartie des Magens fehlt dagegen vollständig das ursprüngliche, dorsale Hauptmesenterium (Fig. 30). Der Magen wird hier nur indirekt, und zwar unter Vermittelung 1) von dem Ligamentum hepato-gastricum ( Omentum minus) und 2) von dem Nebenmesenterium an die dorsale Körperwand fixiert. — Der *Recessus pancreatico-entericus* ist noch erhalten, obgleich er seine ursprüngliche nahe Beziehung zum Pankreas und zur Milz grösstenteils wieder verloren hat (Fig. 31).

Bei erwachsenen Exemplaren von *Hypogeophis rostratus* findet man der Hauptsache nach ganz ähnliche mesenteriale Verhältnisse wie im Stadium 47.

<sup>1</sup> Über seine Entstehung, die mit der Trennung der Pericardialhöhle von der Pleuroperitonealhöhle eng verknüpft ist, werde ich in einem besonderen Aufsatz demnächst berichten.

## Überblick über die Entwicklung der Mesenterialrezesse bei *Hypogeophis rostratus*

In den Stadien 18 bis 20 von BRAUER (1899) entsteht bei *Hypogeophis*-Embryonen an der rechten Seite des Vorderdarmes die erste Anlage eines Mesenterialrezesses (Fig. 13 *B. om.*, S. 7), den wir mit dem Namen *Recessus hepato-mesenterico-entericus* bezeichnen können.

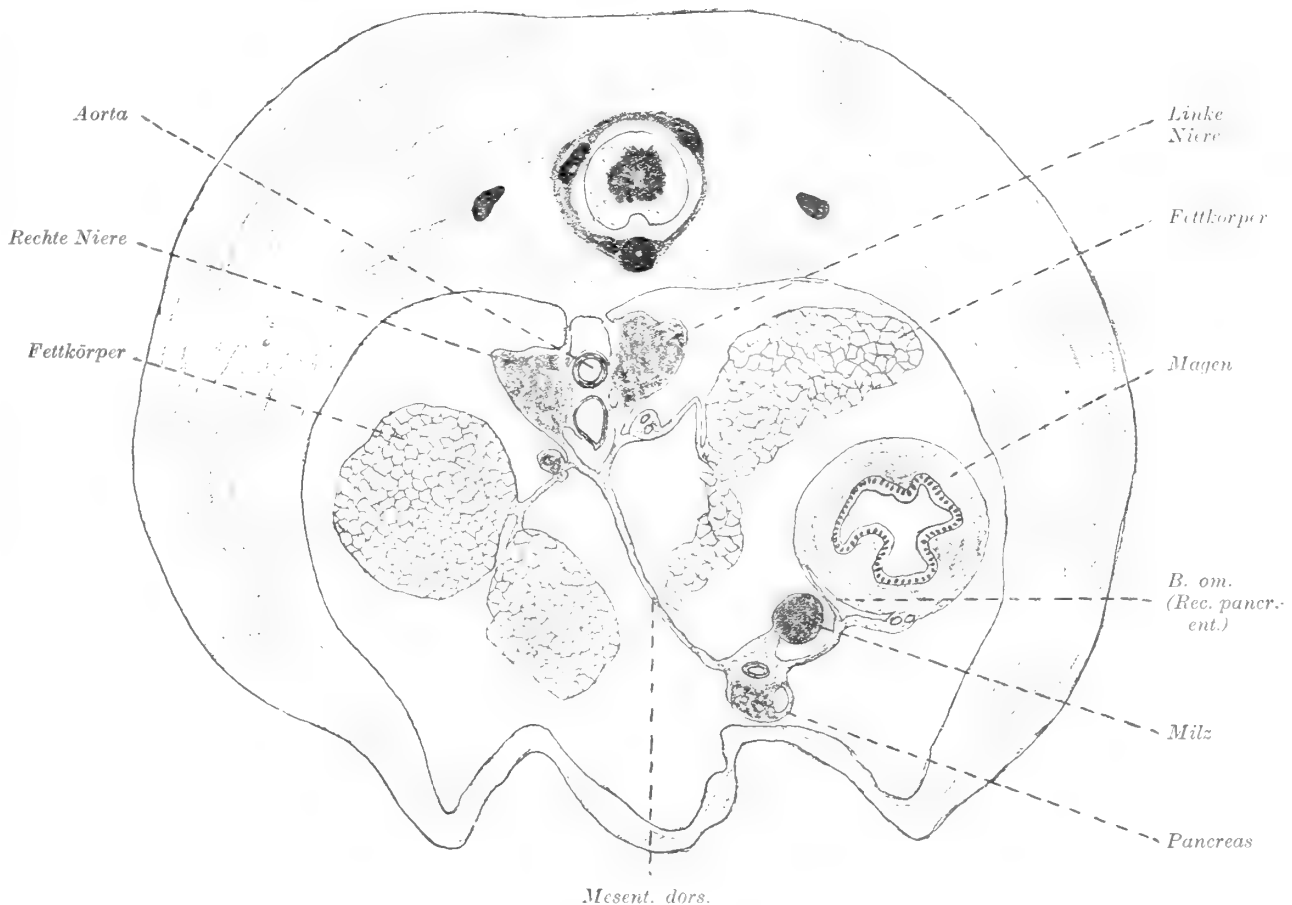


Fig. 31. Querschnitt eines *Hypogeophis*-Embryo vom Stadium 47.  $\frac{1}{1}$ .

Dieser Rezess vergrößert sich bald bedeutend (vgl. Fig. 13 u. 14) und dringt hierbei kranialwärts taschenförmig hervor. Gleichzeitig wird in derselben Höhe das embryonale Leberparenchym zum ersten Mal deutlich.

Nur die ventrale Partie des Rezesses isoliert die Leber vom Vorderdarm (vgl. Fig. 14, S. 8) und ist also als *Recessus hepato-entericus* anzusprechen. Die dorsale Rezesspartie (der *Recessus mesenterico-entericus*) isoliert vom Vorderdarm eine Mesenterialfalte, die ich früher (BROMAN, 1904) mit dem Namen *Plica mesogastrica* (Fig. 14, *Pl. m.*) bezeichnet habe.

Diese Falte verbindet sich kranialwärts von der Eingangsöffnung des Recessus hepato-mesenterico-entericus mit der dorsalen Leberfläche (vgl. Fig. 19 und 18, Taf. 1). Durch diese Verbindung entsteht das *Nebenmesenterium*, das durch die taschenförmige Rezesspartie von dem Hauptmesenterium isoliert wird.

Die dorsale Partie dieses Nebenmesenteriums trägt eine laterale Ausbuchtung (Fig. 18, Taf. 1), die ich als die mesodermale Anlage der rechten Lunge bezeichne. Diese Ausbuchtung setzt sich kaudalwärts in die *Plica mesogastrica* direkt fort (vgl. Fig. 18 u. 19, Taf. 1).

Je weiter man den Recessus hepato-mesenterico-entericus kranialwärts verfolgt, desto unbedeutender wird die dorsale Abteilung derselben, der Recessus mesenterico-entericus (vgl. Fig. 19—16, Taf. 1); und zuletzt — in der Höhe der werdenden Trachealbifurkation — verschwindet der Recessus mesenterico-entericus vollständig, während der Recessus hepato-entericus noch zu sehen ist (Fig. 15, S. 9 und Fig. 16, Taf. 1). Das kraniale, blinde Ende des Recessus hepato-mesenterico-entericus wird — mit anderen Worten — allein von dem Recessus hepato-entericus gebildet. Daraus erklärt sich gewissermassen, dass der auf dem Querschnitt wie eine sagittal gestellte, sichelförmige Spalte aussehende Recessus hepato-mesenterico-entericus kranialwärts immer schiefer und zuletzt rein frontal zu stehen kommt (vgl. Figg. 19—16, Taf. 1).

Die rechte *entodermale Lungenanlage* entsteht schon im Stadium 23 (vgl. Fig. 15, S. 9), die linke dagegen erst im Stadium 25. Die rechte Lungenanlage hat also bei diesen Tieren von Anfang an Vorsprung.

Die rechte entodermale Lungenanlage wächst nun bald in die mesodermale Lungenanlage immer weiter kaudalwärts herab (Fig. 17, Taf. 1 u. Fig. 26, Taf. 3). Gleichzeitig macht sich die mesodermale Lungenanlage von dem Nebenmesenterium immer freier, sodass sie zuletzt grösstenteils mit diesem nur durch ein einfaches dünnes Lungenligament in Verbindung bleibt (vgl. Fig. 30, S. 12).

Ursprünglich stellte aber die rechte mesodermale Lungenanlage die Hauptpartie des Nebenmesenteriums selbst dar (vgl. Fig. 21 u. 22, Taf. 2). Man würde daher sicher nicht fehlgehen, wenn man die kraniale Partie der bis auf Weiteres mit dem indifferenten Namen *Recessus mesenterico-entericus* belegten Mesenterialtasche mit dem mehr sagenden Namen *Recessus pneumato-entericus dexter* bezeichnen würde. Ja sogar für die kaudale partie dieses Rezesses, die die *Plica mesogastrica* von dem Hauptmesenterium trennt, finde ich es nunmehr glaubhaft, dass der Name *Recessus pneumato-entericus dexter* ursprünglich auch berechtigt war.

Betreffs der ursprünglichen Bedeutung der *Plica mesogastrica* habe ich mich (vgl. BROMAN, 1904, S. 601) folgendermassen geäussert: »Mit Rücksicht darauf, dass in der Ontogenie die mesodermalen Organanlagen oft früher als die entodermalen auftreten, finde ich es wahrscheinlich, dass die *Plica mesogastrica* als die mesodermale Anlage eines gewissen Organs zu betrachten ist. Am nächsten liegt es wohl anzunehmen, dass sie als die mesodermale Anlage einer ursprünglich sehr langen einfachen, rechtsseitigen Lunge oder eines ursprünglich stark entwickelten Lobus venæ cavæ hepatis zu bezeichnen ist.»



Nach meinen später gemachten Erfahrungen namentlich bei den *Gymnophionen* finde ich es sehr wahrscheinlich, dass meine ersterwähnte Vermutung die richtige ist, und dass also die von mir bis auf Weiteres sogenannte *Plica mesogastrica* tatsächlich als eine ursprüngliche mesodermale *Lungenanlage* zu betrachten ist, obgleich sie bei den meisten höheren Wirbeltieren (bei der Verkürzung der rechten Lunge) für andere Zwecke ausgenutzt wird. Dass hierbei die Entstehung der Vena cava inferior innerhalb der *Plica mesogastrica* auf dieselbe erhaltend wirken muss, ist leicht einzusehen.

Die erste Andeutung einer ähnlichen, aber *linksseitigen Mesogastriumfalte* ist bei den *Hypogeophis*-Embryonen schon in den Stadien 20 bis 22 auf Querschnitte zu erkennen (vgl. Fig. 13 S. 7, u. 14, S. 8 *Pl. m. sin.*).

Diese Falte wird in den Stadien 23 bis 25 noch deutlicher (Fig. 16, Taf. 1), indem sie ventralwärts von einem Mesenterialrezess begrenzt wird, der (im Querschnitt) mit der ersten Anlage des Recessus hepato-mesenterico-entericus (vgl. Fig. 13, S. 7) grosse Ähnlichkeit hat.

Dass diese linksseitige Mesogastriumfalte als die *linke mesodermale Lungenanlage* zu betrachten ist, unterliegt — meiner Ansicht nach — keinem Zweifel. Den sie ventralwärts begrenzenden Rezess (Fig. 22, Taf. 2) habe ich daher *Recessus pneumato-entericus sinister* genannt.

Dieser Rezess wird bei den Gymnophionen nie taschenförmig. Bei der späteren Verdünnung des linken Lungenligamentes verstreicht er als solcher und wird in die grosse Pleuroperitonealhöhle einverleibt.

In die kaudale Partie der linken Mesogastriumfalte (Fig. 25, Taf. 3) wächst die (bei diesen Tieren bekanntlich relativ sehr klein bleibende) linke entodermale Lungenanlage nie hinein. Indem aber längsgehende Gefässe in diese Faltenpartie hineinwachsen, wird sie trotzdem als niedrige Erhebung erhalten. (Fig. 30, S. 12).

Dass der *Recessus pneumato-entericus sinister* in späteren Embryonalstadien wieder als solcher verschwindet, kann nicht Wunder nehmen, da er bei diesen Tieren nie taschenförmig gewesen ist.

Dagegen hätte man erwarten können, dass die vereinigten rechtsseitigen Mesenterialrezesse, welche eine gemeinsame Tasche bilden, als eine solche auch persistieren würden.

Dies ist aber nicht der Fall. Denn in den Stadien 27 bis 30 berstet an einer Stelle das dorsale Hauptmesenterium (vgl. Fig. 24, S. 10); und die hierbei entstandene sekundäre Öffnung des Recessus hepato-mesenterico-entericus (vgl. auch Fig. 26 u. 27, Taf. 3) vergrössert sich in den nächstfolgenden Stadien durch weitere Dehiscenz des Hauptmesenteriums so stark, dass von dem letztgenannten in der Rezesshöhe nur kranial- und kaudalwärts kleine Reste zurückbleiben. Auf diese Weise werden auch die rechtsseitigen Mesenterialrezesse in die grosse Körperhöhle wieder einverleibt.

Etwa gleichzeitig hiermit findet eine andere Komplikation statt, die die ursprünglichen Verhältnisse noch undeutlicher macht. In Stadium 35 werden die Wände der primären, gemeinsamen Eingangsöffnung der rechtsseitigen Mesenterialrezesse, des sog. *Foramen Winslowi* (Fig. 23. Taf. 2. *F. W.*), gegen einander gepresst und zur Verwachsung gezwungen.

Hiermit geht der kaudale freie Rand des Nebenmesenteriums als solcher verloren, so dass an der rechten Seite eine Grenze zwischen Haupt- und Nebenmesenterium nicht mehr zu sehen ist.

Etwa gleichzeitig mit der Obliteration des *Foramen Winslowi* oder vielleicht kurz vorher entsteht von der kaudalen Partie des Recessus hepato-mesenterico-entericus aus ein neuer taschenförmiger Rezess, der mit dem blinden Ende kaudalwärts gerichtet ist und die neugebildeten Anlagen des *Pankreas* und der *Milz* vom Digestionskanal trennt (vgl. Fig. 27 u. 28, Taf. 3).

Dieser *Recessus pancreatico-entericus* wird indessen nie tief.

Bei der folgenden starken Verlängerung des dorsalen Mesenteriums in dieser Höhe (vgl. Fig. 28, Taf. 3 und Fig. 31, S. 13) werden *Pankreas* und *Milz* von den Rezesswänden mehr oder weniger vollständig frei, so dass der persistierende Recessus pancreatico-entericus kaum mehr diesen Namen verdient. Hiermit verliert dieser Rezess die ursprüngliche Existenzberechtigung (*Pankreas* und *Milz* vom Digestionskanal zu isolieren) und wäre wohl auch zugrunde gegangen, wenn nicht ein im Hauptmesenterium dorso-ventral verlaufendes Gefäss ihn vom Untergange gerettet hätte.

Zusammen mit den übrigen rechtsseitigen Mesenterialrezessen würde dieser Recessus pancreatico-entericus eine vollständige *Bursa omentalis*<sup>1</sup> gebildet haben, wenn nicht schon vor seiner Entstehung das dorsale Hauptmesenterium grösstenteils dehiszent geworden wäre.

Von der ganzen *Bursa omentalis* bleiben nach dieser Dehiszenz nur das kraniale (Fig. 29, S. 11) und das kaudale Ende (Fig. 31, S. 11) erhalten.

\*       \*       \*

Nebenbei ist zu bemerken, dass die Magenanlage schon frühzeitig nach links hin verlagert wird, obgleich die Leber grösstenteils rein ventral vom Vorderdarm liegt (vgl. Fig. 17 u. 18, Taf. 1).

Als nächste Ursache dieser Verlagerung würde man vielleicht die stärkere Entwicklung der rechten Lunge betrachten können.

Es lässt sich aber, meiner Ansicht nach, noch leichter denken, dass die rechte Leberhälfte stärker als die linke wächst und auf diese Weise die erwähnte Magenverlagerung veranlasst. Daraus würde sich dann auch die Tatsache erklären, dass bei den jungen Gymnophionenembryonen das Omentum minus (= Ligamentum hepato-gastricum) so weit nach links hin auf die dorsale Leberfläche inseriert (vgl. Fig. 18, Taf. 1, Fig. 22, Taf. 2 und Fig. 25, Taf. 3).

Erst in späteren Entwicklungsstadien wird diese Insertion des Omentum minus auf die dorsale Leberfläche — sei es durch ungleiches Wachstum der Leber oder in

<sup>1</sup> Unter diesem Namen fasse ich alle diejenigen rechtsseitigen Mesenterialrezesse zusammen, die in dem *Foramen Winslowi* eine gemeinsame Eingangsöffnung haben. Bei den Säugetieren wird von der *Bursa omentalis* die *Bursa infracardiaca* abgeschmürt. Näheres hierüber vgl. BROMAN 1904 u. 1906.

anderer Weise — mehr nach der Medianebene hin verschoben (vgl. Fig. 25, Taf. 3 u. Fig. 29, S. 11; Fig. 26, Taf. 3 u. Fig. 30 S. 12).

\* \* \*

Ich verzichte darauf, hier alle meine *speziellen Ergebnisse* aufzuzählen. Denn als solche kann ich alle meine hier kurz erwähnten Befunde betrachten.

Nur möchte ich zum Schluss einige Worte über die *allgemeine Bedeutung* dieser Befunde sagen.

Für mich sind dieselben von sehr grossem Wert gewesen; und zwar nicht nur, weil sie meine oben (S. 4) erwähnte Hypothese in allen wichtigen Punkten bestätigt haben, sondern vor allem, weil ich sie als ein Kriterium dafür betrachte, dass *das Bursa-omentalis-Problem jetzt als endgiltig gelöst* anzusehen ist. Wäre es mir doch sonst unmöglich gewesen, so komplizierte Entwicklungsvorgänge, wie die Bursa omentalis der *Gymnophionen* sie zeigt, in allen Hauptpunkten richtig vorauszusagen, und zwar nur nach Untersuchung eines entwickelten Tieres, welches keine Bursa omentalis mehr besass!

Lund, Anfang Juni 1912.

### Literatur.

- BRAUER, AUG. (1899): Beiträge zur Kenntniss der Entwicklung und Anatomie der Gymnophionen. II. Die Entwicklung der äusseren Form. — Zoolog. Jahrb. — Abt. f. Anat. u. Ontog. d. Thiere. Bd. 12. Jena 1899. S. 477.
- BROMAN, IVAR (1904): Die Entwicklungsgeschichte der Bursa omentalis und ähnlicher Rezessbildungen bei den Wirbeltieren. — Wiesbaden (Verlag v. J. F. Bergmann).
- , (1905): Über die Entwicklung der Mesenterien, der Leberligamente und der Leberform bei den Lungenfischen. — SEMON'S Zool. Forschungsreisen in Australien und dem Malayischen Archipel. Bd. I. S. 587.
- , (1906): Über die Entwicklung und Bedeutung der Mesenterien und der Körperhöhlen bei den Wirbeltieren. — Ergebnisse d. Anat. u. Entw.-gesch. Bd. XV. S. 332.
- RATHKE, H. (1852): Bemerkungen über mehrere Körpertheile der *Cocilia annulata*. — Archiv f. Anat., Phys. u. wiss. Med. herausgeg. v. JOHANNES MÜLLER. — Berlin. S. 334.
- SARASIN, PAUL, u. FRITZ (1887—1890): Zur Entwicklungsgeschichte und Anatomie der Ceylonesischen Blindwühle *Ichtyophis glutinosus*. Wiesbaden (Kreidel's Verlag).
- WIEDERSHEIM, R. (1879): Die Anatomie der Gymnophionen. — Jena (Verlag v. G. Fischer).



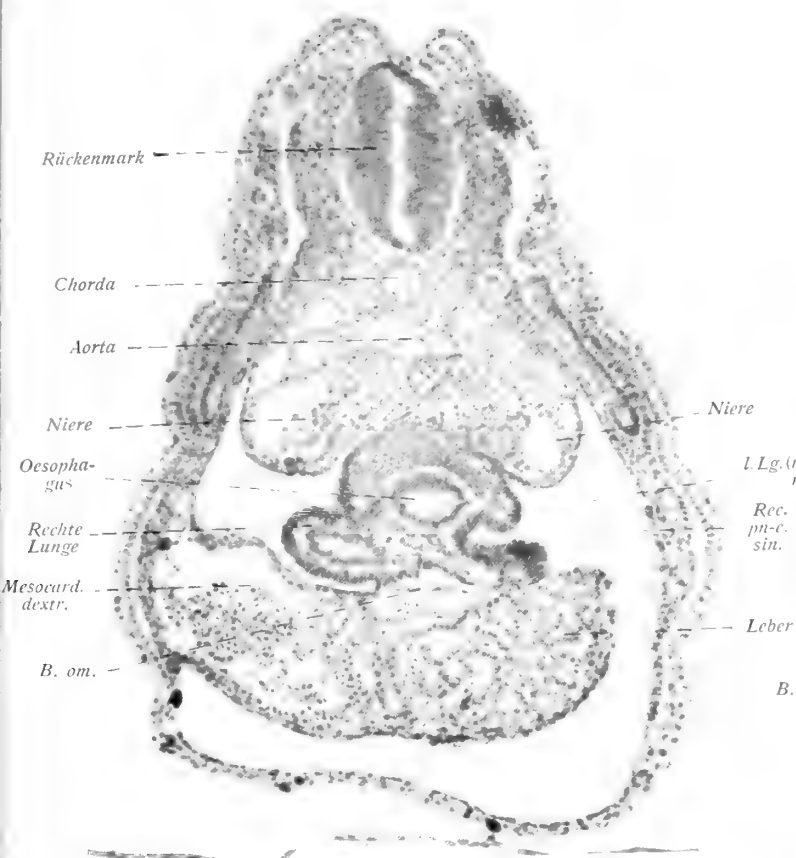


Fig. 16.



Fig. 17.

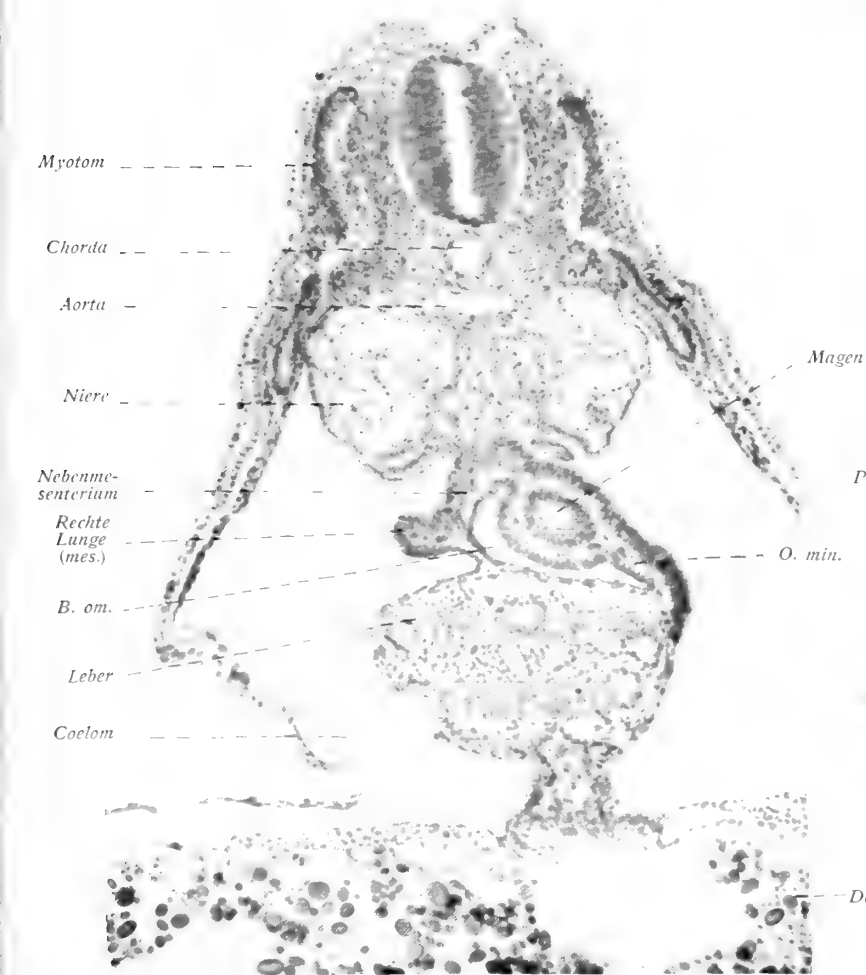


Fig. 18.

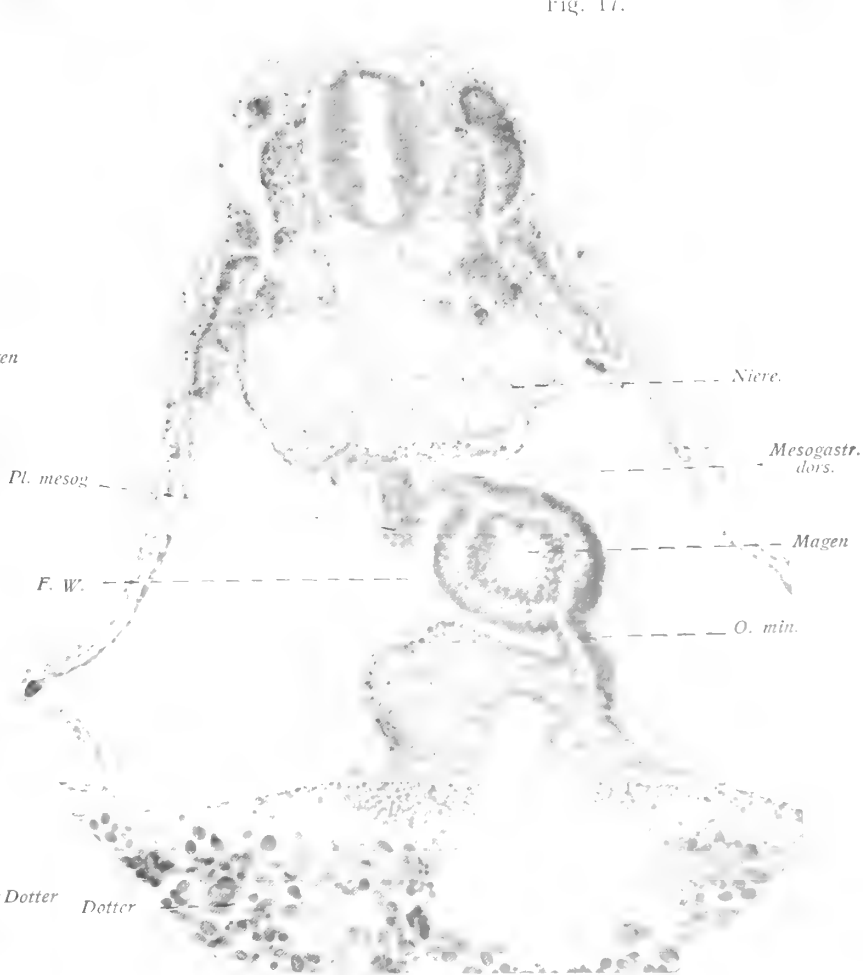


Fig. 19.

O. Mattsson phot.

Cederquists Graf, A.-B., Sthlm.



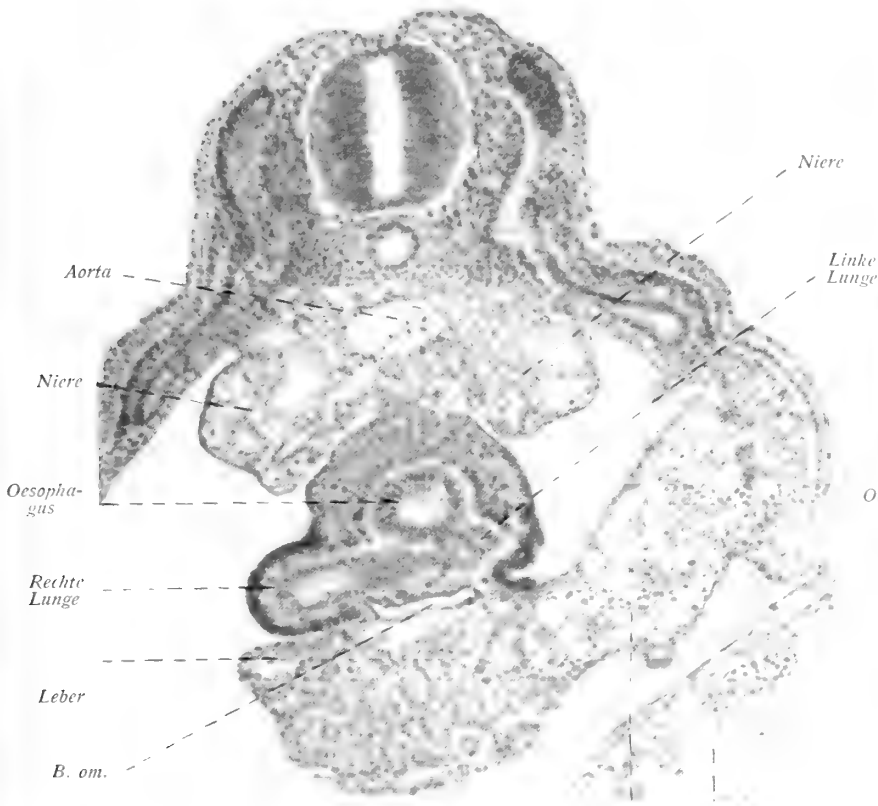


Fig. 20.

Mesocard. lat. sin. Dotterblase

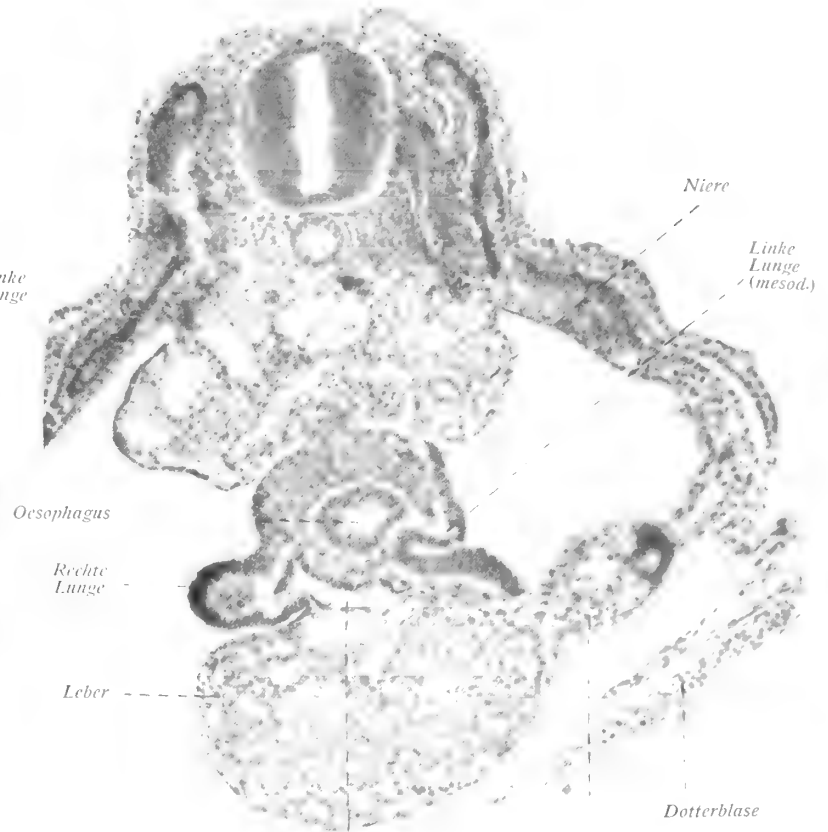


Fig. 21.

B. om.

Mesocard. lat. sin.

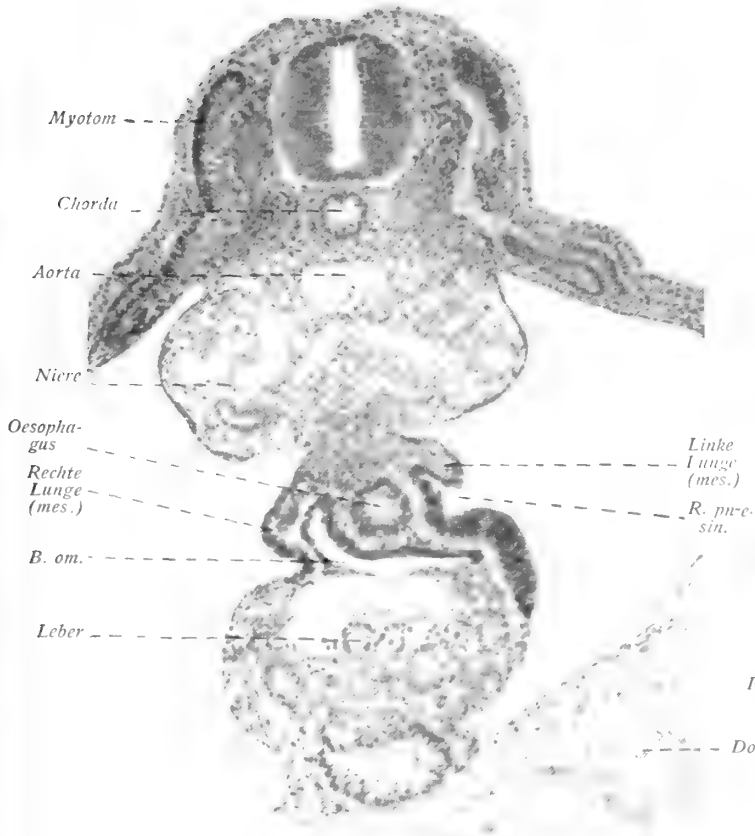


Fig. 22.

O. Mattsson phot.

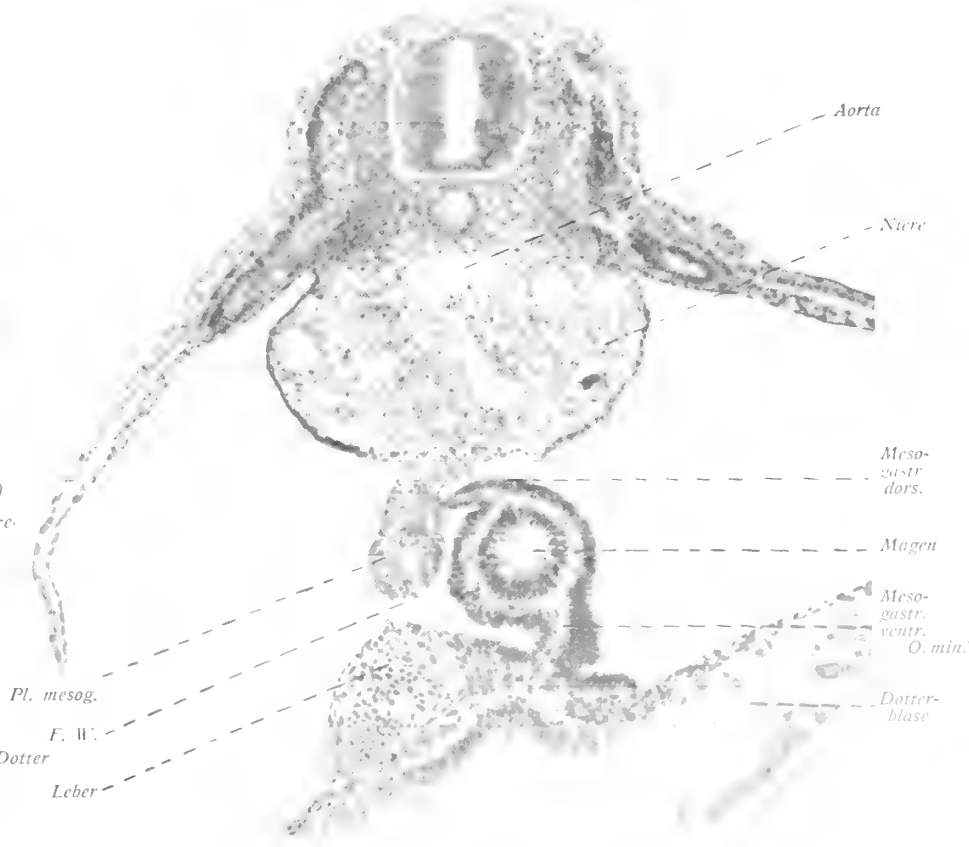


Fig. 23.

Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.





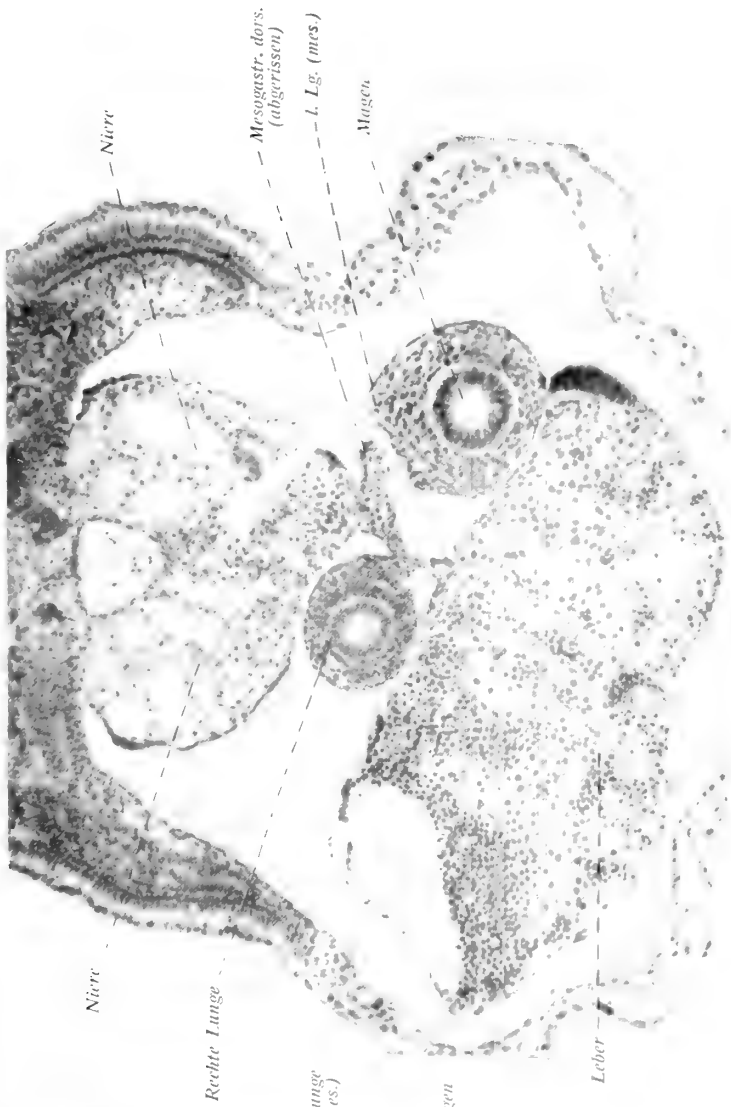


Fig. 26.

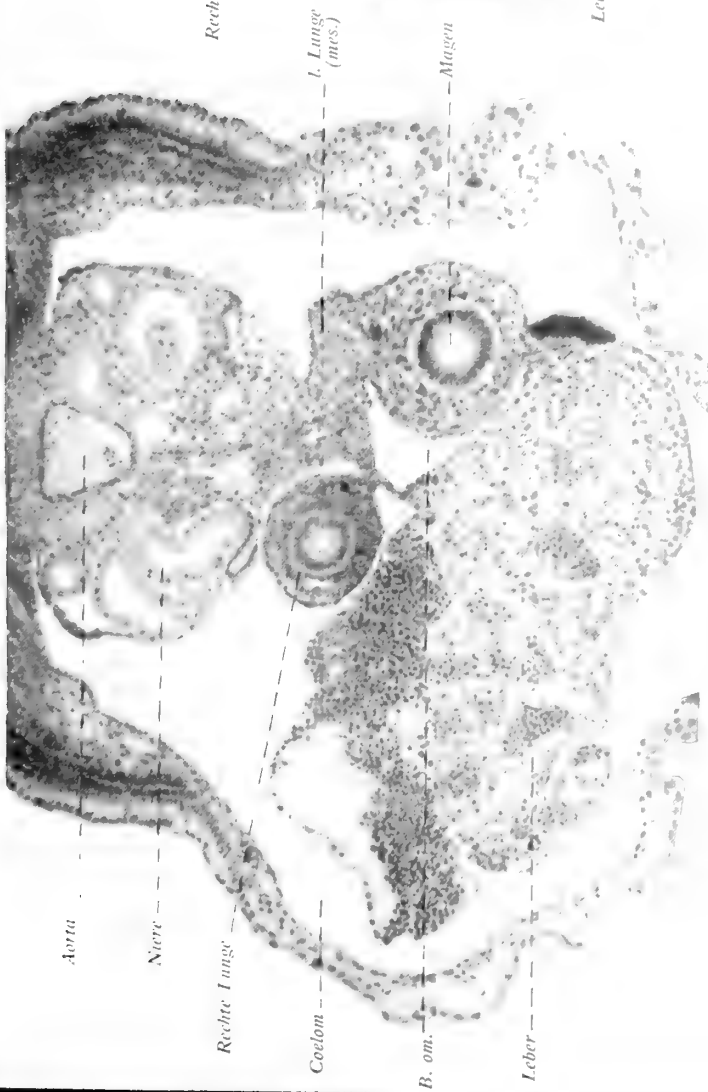


Fig. 25.

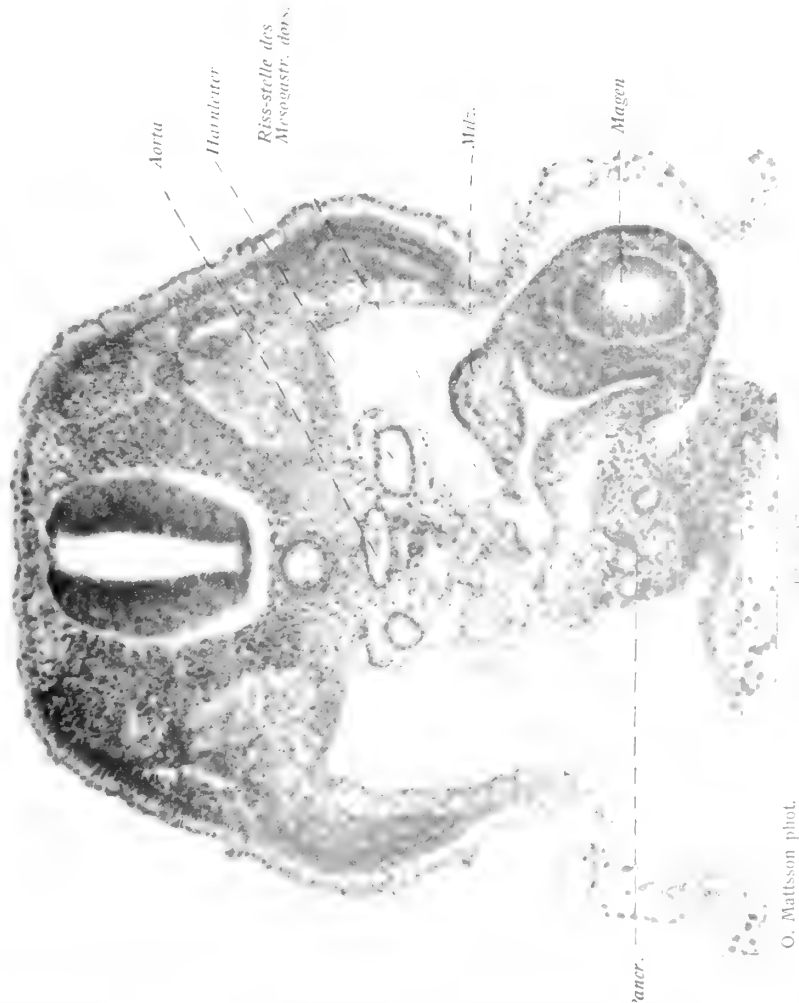


Fig. 27.

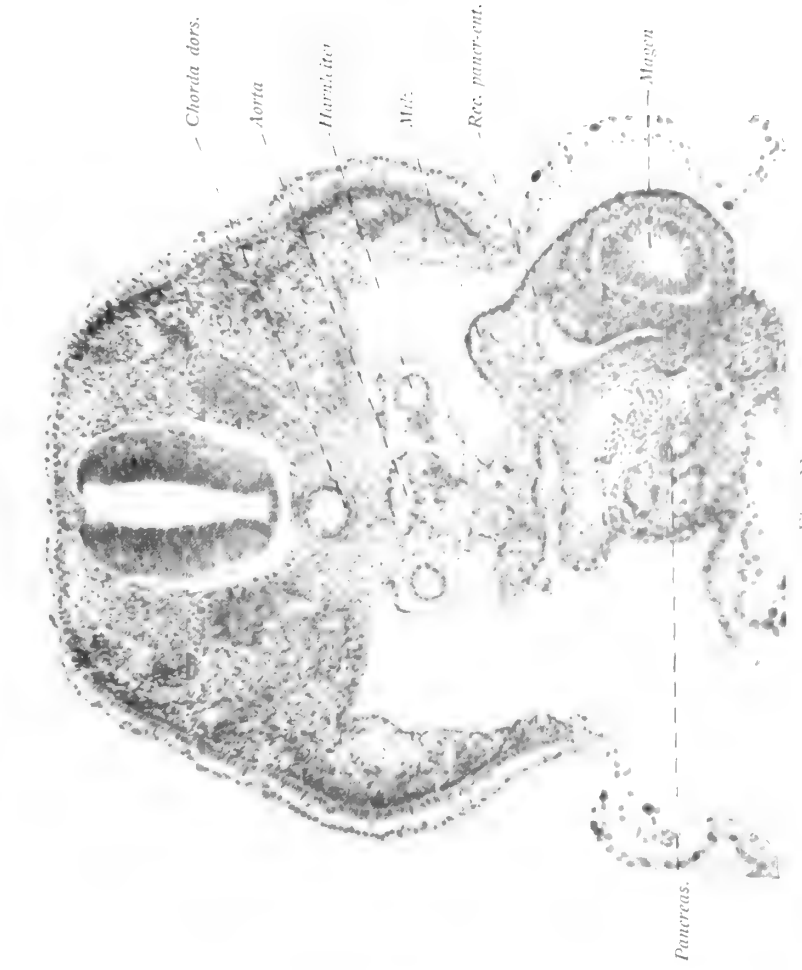


Fig. 28.

Querschnitte eines Hypophyseembryo, *Stad. 35.* 100  $\mu$



KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 49. N:o 6.

UNTERSUCHUNGEN ÜBER  
EIN FASERIGES STÜTZGEWEBE BEI DEN EMBRYONEN  
VON ACANTHIAS VULGARIS

VON

**ERIK MÜLLER**

---

MIT 4 TAFELN

---

UPPSALA & STOCKHOLM  
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.  
1912

werden, dass mein Material ganz lebensfrisch in die Fixierungsflüssigkeit gebracht wurde. Von postmortalen Veränderungen kann kaum die Rede sein. Ich betrachte die Körnchenreihen als ein natürliches Strukturverhältnis. Die Gründe hierfür sind zweierlei. Erstens findet man in demselben Schnitte dicht neben einander Körnchenreihen und homogene Fasern von ungefähr demselben Kaliber. Es ist nun nicht zu verstehen, warum eine Faser in Körnchen zerfällt und eine andere daneben liegende dieses Schicksal nicht teilt. Zweitens machen die Körnerreihen ganz bestimmt den Eindruck einer natürlichen Struktur. Die Körner liegen nicht einzeln, sondern werden durch eine helle Verbindungsmasse zusammengehalten. Ich finde es also ebenso berechtigt, bei meinen Präparaten ein natürliches Strukturverhältnis anzunehmen, als in den vielen Fällen, wo man innerhalb des Zellkörpers Fäden von Körnern aufgebaut beschreibt. Die Frage ist natürlich von grosser Bedeutung, denn wenn meine Beurteilung richtig ist, so ist es klar, dass die Fasern aus Körnern hervorgehen.

Unter einander verhalten sich, wie schon erwähnt, die Fasern so, dass sie ein zusammenhängendes Netz bilden. Daneben findet man kürzere Faden-Elemente (Fig. 8 u. 9), welche frei in dem Gewebe liegen. Hinsichtlich des stark gewundenen Verlaufes, den die Fasern zeigen, ist es natürlich schwierig festzustellen, ob die kurzen Fäden, welche in den beiden erwähnten Figuren massenhaft vorhanden sind, wirklich frei, oder nur Schnitte durch lange gewundene Fasern sind. Bei den 10  $\mu$  dicken Schnitten lässt sich aber durch Anwendung der Einstellung bestimmt feststellen, dass viele der genannten Fadenelemente nach beiden Seiten in dem Schnitte frei endigen und also wirklich frei liegende Fasern darstellen. Ich denke mir also die Entwicklung der Fasern so, dass zuerst aus Körnern kürzere stab- oder kommaförmige Fäden entstehen, welche sich dann mit ihren Enden aneinander legen und zur Bildung der längeren netzartig angeordneten Fasern zusammenschmelzen.

Stützfasern von der Art, wie ich eben beschrieben habe, finde ich nun nicht nur in den Flossenanlagen sondern auch in den übrigen Organen, mit Ausnahme des zentralen und peripheren Nervensystems, innerhalb welchem nur Nerven-elemente gefärbt werden. Zu den Myotomen, welche in der Körperwand verlaufen, verhalten sich die Fasern in ganz derselben Weise wie zu den Myotomknospen der Flossen, d. h. sie bilden reiche Netz- und Geflechtwerke, welche die Myotome umgeben und mit einander reichlich in Verbindung stehen. In der Darmwand findet man subepithelial eine schöne membrana terminans gefärbt von demselben Aussehen wie unter dem Ektoderm. Um den Leberschläuchen sieht man ausserordentlich schöne und dichte Netze von schwarzgefärbten Fasern.

In den späteren Stadien d. h. bei Embryonen von einer Länge von 31 bis 35 Mm. finde ich Fädenwerke von derselben Art, aber von wesentlich anderer Anordnung. Ich fange wieder die Beschreibung mit den Verhältnissen in den Flossen an. Die Knospen haben sich nun bedeutend verlängert und liegen mit ihren äusseren Flächen nahe dem Ektoderm. Auf Grund ihrer inneren Beschaffenheit können sie nun, wie ich in meiner vorigen Abhandlung gezeigt habe, als Radialmuskeln bezeichnet werden. Die direkt unter dem Ektoderm belegene Grenzmembran ist viel stärker geworden (Fig. 13, 14, 15, 16 u. 17 M. T.). Im Flächenbild gesehen, scheint sie aus

einer Menge feiner parallelen Fasern aufgebaut zu sein. Auf derselben Höhe wie die Radialmuskeln und zwischen diesen liegt ein wohl entwickeltes Netz von feineren und gröbereren Fasern, welche die Fasernetze um den Muskeln mit einander verbinden (Fig. 19). Die schönsten Bilder zeigen aber die Querschnitte durch die Flossen (Fig. 13—18). Aussen sieht man das Ektoderm und darunter folgt die obenerwähnte Grenzmembran (M. T.). Unter dieser liegen die schräg geschnittenen Muskeln. In der Mitte der Flosse sieht man als eine Verdichtung der Zellen die erste Anlage des Flossenskelettes. Das Hauptinteresse der Bilder knüpft sich aber an eine Menge von Fasern, welche quer in den Flossen von der einen Fläche nach der anderen parallel mit einander verlaufen. Wenn sie gut gefärbt sind, haben diese Fasern eine grosse Ähnlichkeit mit den im Golgi-Bilde hervortretenden Ependymfasern des Rückenmarkes oder die Müllerschen Fasern der Retina. Die quer verlaufenden Fasern verhalten sich verschieden, je nachdem sie in derselben Höhe wie die Muskeln liegen oder zwischen diesen belegen sind. Im ersteren Falle endigen sie an der Muskel-Grenze (Fig. 17), indem sie sich hier zu einem zierlichen Netze mit einander verbinden. In den Räumen zwischen den Muskeln verlaufen sie dagegen bis zu der obenerwähnten Grenzmembran (Fig. 13, 14, 15 u. 16). Bevor sie diese erreichen, teilen sie sich oft in eine Anzahl von Ästen, welche unter schwacher Divergenz weiter verlaufen und so eine schöne kegelförmige Bildung erzeugen, dessen Basalteil mit der Grenzmembran sich verbindet. Die ungeteilten Fasern vereinigen sich gleichfalls mit diesen. An gewissen Stellen zwischen den Muskeln werden wellig verlaufende Membranen gebildet, welche in einer gewissen Entfernung von der membrana terminans parallel mit dieser verlaufen.

Die nun beschriebenen Stützfasern gehen nicht selbständig durch das Gewebe, sondern sind mit einander verbunden. Besonders in der Mitte der Flosse zeigt sich dies deutlich. Hier gehen von den Fasern unter rechten oder spitzen Winkeln Äste ab, welche direkt in eine andere, nahe oder ferner liegende Faser übergehen (Fig. 13, 14 u. 18). In dieser Weise kommt ein zusammenhängendes Netz zu Stande, welches besonders in der Mitte der Flosse schön entwickelt ist.

Die Stützfasern bilden also in diesem Stadium der Flossenentwicklung eine sehr regelmässige Struktur. Unter dem Epitel der gerade auswärts gerichteten, horizontal gestellten Flossenplatte breiten sich auf beiden Flächen die faserigen Grenzmembranen aus. Sie sind durch ein System von quer verlaufenden kräftigen Fasern verbunden, welche wieder durch Querbrücken mit einander in Verbindung stehen. In diesem Stützgerüste sind die Muskeln dadurch aufgehängt, dass jeder durch ein Netzwerk von Fasern umspunnen ist, welches kontinuierlich mit den Stützfasern zusammenhängt. Hierdurch kommt in der zarten Flossenanlage ein System von Trajektorien zu Stande, die ebenso regelmässig angeordnet sind wie die Elemente der spongiösen Knochen-substanz.

Fasern von derselben Art wie in der Flosse findet man in ungeheuren Mengen durch den ganzen Embryonalkörper verbreitet. In der Peripherie des Vorknopfels um die Chorda dorsalis finde ich dichte Netze mit länggezogenen, in der Körper-richtung verlaufenden Maschen. In dem mehr zentralen Teile sind die Netze ausein-

andergefallen. An ihrer Stelle sieht man Körner in Ringen um den Zellen angeordnet. Das Rückenmark ist von einer dicken Scheide paralleler, zickzackförmiger Fasern gebildet. Die Myocommata sind nun breiter geworden und enthalten dichte Geflechte und Netze von Fasern. Hie und da (Fig. 20) findet man feinere und gröbere Bündel von feinen Fasern, welche direkt von den Muskelfasern eines Myotomes nach denjenigen eines anderen verlaufen. Ohne Zweifel stehen die Muskelfibrillen in direkter Kontinuität mit den Stützfasern. Auch innerhalb der Myotome findet man nun dieselben Fasern. Sie verlaufen parallel mit den Muskelbündeln und sind durch quergehende Spangen mit einander verbunden. Auf diese Weise kommt innerhalb jedes Myotomes ein dreidimensional angeordnetes Netz zu Stande. — Die schönen Netze um den Leberschläuchen sind noch stärker als im vorherigen Stadium entwickelt. Überall in dem Mesenchym sieht man Netze von ähnlichen Fasern wie in den Flossen.

In den beschriebenen Präparaten sind auch die Nerven gefärbt. Sie liegen längs den ungeraden Myotomknospen resp. Radialmuskeln als kräftige Stämme, welche mit groben knotigen Enden versehen sind. Von diesen Stämmen gehen feinere Äste ab (Fig. 5 u. 6), welche in dem Mesenchym nach den naheliegenden Myotomen verlaufen. Sie sind im Kaliber und Verlauf von solcher Beschaffenheit, dass sie von dem Gewirr der Stützfasern nicht zu unterscheiden sind (Fig. 5 u. 6). In den Präparaten, wo sowohl Stütz- wie Nervenfasern gefärbt sind, kann nur der Zusammenhang mit den groben, deutlichen Nervenstämmen entscheiden, ob die betreffende Faser von nervöser Natur ist oder zu den Stützfasern gehört. In gewissen Präparaten liegt freilich ein Unterschied in der Färbungsintensität vor. So z. B. in dem Präparate (Fig. 3), wo die Stützfasern stärker als die Nerven gefärbt sind.

In diesem Zusammenhange muss es erwähnt werden, dass die Nervenfasern sich nach der BIELSCHOWSKY'schen Methode viel leichter färben lassen als die Stützfasern. Es ist also sehr leicht, elektive Färbungen zu erhalten, wo die Nerven ganz allein gefärbt sind, und nichts von den Stützfasern zu sehen ist. Ein Verfahren, wodurch man konstant eine Färbung der Stützfasern bekommt, ist mir trotz vielem Mühe noch nicht gelungen auszuprobieren. Nur so viel kann ich bisher sagen, dass die Färbung der Stützfasern stärkere Silberlösungen und höhere Temperatur als gerade die Nervenfärbung fordert.

In dem Vorhergehenden habe ich versucht, mit Hülfe der Abbildungen eine so objektive Darstellung der betreffenden Faserwerke wie möglich zu liefern. Auf zwei Punkte will ich nun die Aufmerksamkeit richten, die ich als von besonderem Interesse halte, nämlich 1) dass die Fasern sich verästeln und 2) dass sie sich zu einem wirklichen Netze verbinden. Hinsichtlich des ersten Punktes liegen die Verhältnisse so klar, dass sie von niemand bezweifelt werden können. Ich muss nur auf die Figuren 9, F und 12 verweisen, um dies für das jüngere Stadium festzustellen. Für das ältere Stadium verweise ich auf die Fig. 16, wo man die kegelförmige Zersplitterung der Stützfasern sehr gut beobachten kann. Die Feststellung der Netzbildung ist schwieriger, doch glaube ich, dass jeder, welcher unbefangen die Figuren 10 und 18

prüft, mir recht geben wird darin, dass die Fasern nicht übereinander verlaufen, sondern an den Kreuzungspunkten wirklich mit einander zusammenschmelzen.

Eine vollständige Schilderung über das Schicksal der beschriebenen Faserwerke während der weiteren Entwicklung kann ich nicht liefern. Eine lückenlose Serie von älteren Stadien von *Acanthias*-Embryonen stand mir nicht zur Verfügung. Für mich war die Hauptsache, den Unterschied zwischen den Stützfasern und den Nervenfasern während der Zeit der Entwicklung, als die wichtigsten Vorgänge der Nervenentwicklung stattfanden, festzustellen. Doch kann ich nicht unterlassen, über einige Befunde zu berichten, die ich bei älteren Foeten gemacht habe. Hier erhält man auch sehr leicht Bindegewebsfärbungen, wie die Figuren 21 u. 22 zeigen, welche Schnitte durch die Radialmuskeln von älteren *Acanthias*-Foeten (20 cm. Länge) darstellen. Das Bild ist nun ein wesentlich anderes als in den früheren Stadien. Zwischen den Muskeln findet man schwarzgefärbte wellige Bündel oder Fasern, welche frei und unverästelt verlaufen und hierdurch sich als typische gewöhnliche Bindegewebsfasern erweisen. Zwischen den Muskelfasern innerhalb der Radialmuskeln findet man dagegen verästelte Fäden, welche teils längs den Muskelfasern teils schräg und quer über diesen verlaufen. Sie verbinden sich miteinander und bilden reichliche Netzwerke zwischen den Muskelfasern. Schliesslich findet man jede Muskelfaser von einem zierlichen Netz feiner Fäden umspunnen (Fig. 22, 23 u. 24).

Bevor ich nun zu der wichtigen Frage übergehe, von welcher Natur die betreffenden Fasern sind, werde ich darüber berichten, wie sie sich zu anderen Färbungen verhalten. Ich habe Material, welches in CARNOY'scher Mischung, FLEMING'scher und ZENKER'scher Lösung fixirt war, mit Hämatoxylin-Eosin, HEIDENHAIN's Eisen-Hämatoxylin, BENDA's Alizarin-Methode, Pikrin-Fuchsin und Resorcin-Fuchsin nach WEIGERT gefärbt. In Präparaten, welche nach den drei ersten dieser Methoden gefärbt sind, sehe ich keinen Spur von den mit der BIELSCHOWSKY'schen Methode darstellbaren Faserwerken. Dies muss auch die Ursache sein, dass die Forscher, DOHRN, RABL, MOLLIER und BRAUS, welche die Muskelentwicklung eingehend untersucht haben, diese Fasern nicht gesehen haben. Weiter ist es sehr beachtenswert, dass die Fasern absolut nichts von dem Pikrin-Fuchsin aufnehmen. Ich habe wiederholte Versuche hierüber angestellt und die Präparate kürzere oder längere Zeit gefärbt und habe doch immer nur negative Resultate erhalten. In Anbetracht der Leichtigkeit, womit die kollagenen und in gewissen Fällen auch die sog. präkollagenen Fasern sich durch Pikrin-Fuchsin färben, ist dies negative Resultat von besonderer Bedeutung. Mit Resorcin-Fuchsin lassen sich die Fasern teilweise färben, insofern als bei Embryonen von 32—35 mm. sich die Grenzmembranen, die Netze in der Leber, gewisse grobe Netze im Nabelstrange und auch die groben querverlaufenden Fasern färben. Hierbei ist zu beachten, dass die drei zuerst genannten Bestandteile eine viel stärkere Färbung zeigen als die letzteren. Der Farbton, in welchem diese hervortreten, ist beträchtlich schwächer als derjenige, welchen gewöhnliche elastische Fasern zeigen. Die feinsten Fasern färben sich nicht. An Deutlichkeit und Schärfe übertreffen daher die BIELSCHOWSKY'schen Präparate jene, die mit Resorcin-Fuchsin gewonnen sind. In



den früheren Stadien, bei Embryonen von 24 mm. Länge, habe ich mit Resorcin-Fuchsin keinen Erfolg erhalten.

Das Vorhergehende zusammenfassend folgere ich also, dass sich bei den Embryonen von *Acanthias vulgaris* von einer Länge von 18—35 mm. Länge ein System von Stützfasern mit der BIELSCHOWSKY-Methode darstellen lässt. Die Fasern sind von dünnem gleichförmigen Kaliber, verästeln sich und verbinden sich mit einander zu einem wahren Netze. Sie hängen mit faserigen Grenzmembranen unter den Epitelien zusammen. Besonders bei den älteren Embryonen zeigen sie eine deutliche funktionelle Anordnung. In gewöhnlichen Präparaten treten sie nicht hervor, sie färben sich nicht mit Pikrin-Fuchsin und Eisenhämatoxylin. In älteren Stadien färben sie sich mit Resorcin-Fuchsin.

Es ist zuerst zu erwägen, ob diese Stützfasern kollagene Bindegewebsfasern sind. Nach dem Urteile VON EBNER's, der ersten Autorität auf diesem Gebiete, ist ein durchgreifender »Charakter der leimgebenden Fibrille«, »dass sie stets gleichmässig glatt und unverzweigt<sup>1</sup> ist«. In seiner wichtigen Arbeit: »Über die Entwicklung der leimgebenden Fibrillen insbesondere im Zahnbein«, definiert VON EBNER noch eingehender den Begriff der leimgebenden Bindegewebsfibrille: »Der geringe in Bruchteilen des Mikromillimeters sich bewegendes Durchmesser, das glatte, gleichmässig zylindrische Aussehen ohne abgehende Seitenäste<sup>1</sup> sind aber wesentliche morphologische Charaktere zweifellos leimgebender Fibrillen.« Auch VON KÖRFF teilt dieselbe Auffassung von der Morphologie der kollagenen Bindegewebsfibrille: »Charakteristisch ist ihre glatte Oberfläche, ihr homogenes Aussehen, ihr auf weite Strecken hin verfolgbarer ungeteilter<sup>1</sup> Verlauf, ihre Neigung sich in wolligen Bündeln aneinanderzulegen.«

Wenn man nun bedenkt, dass die von mir dargestellten Stützfasern als am meisten ins Auge fallende Charakter die Eigenschaft besitzen, dass sie sich verästeln und sich zu wahren Netzen verbinden, so ist es klar, dass sie in morphologischer Hinsicht sich bedeutend von den kollagenen Bindegewebsfibrillen unterscheiden. Hierzu kommt noch, dass sie die spezifische Färbereaktion des Bindegewebes, die Färbbarkeit mit Pikrin-Fuchsin nicht zeigen, während sie mit Resorcin-Fuchsin wenigstens teilweise gefärbt werden. Schliesslich kommt, dass sich in späteren Stadien bei *Acanthias vulgaris* deutliche Bindegewebsfasern mit allen den obener wählten Charakteren mit der BIELSCHOWSKY'schen-Methode darstellen lassen. Sie sehen aber ganz anders aus als die beschriebenen Stützfasern. Aus diesen Gründen schliesse ich, dass die embryonalen Stützfasern keine kollagenen Bindegewebsfasern sind.

Der Charakter der Fasern Netze zu bilden und ihre Färbbarkeit in Resorcin-Fuchsin führt den Gedanken auf das elastische Gewebe. Hierzu ist aber zu bemerken, dass es natürlich unmöglich ist, dass der weiche Körper eines Selachierkeimes eine so grosse Menge von wirklichem Elastin enthalten kann, wie der Fall sein müsste, wenn alle diese Fasern elastisch wären. Übrigens ist zu bemerken, dass die Färbung mit Resorcin-Fuchsin nicht so stark wie die gewöhnliche Färbung elastischer Gewebe ist. Weiter ist daran zu erinnern, dass die WEIGERT'sche Methode durchaus

<sup>1</sup> Kurs. von mir.



nicht spezifisch das Elastin färbt. So schreibt HANSEN in seiner grossen und wichtigen Bindegewebsarbeit, in der er in eingehendster Weise die verschiedenen Bindegewebsfärbungen behandelt, s. 656: »Auch WEIGERT's Methode ist keine durchaus spezifische. Sie eignet sich für den Knorpel zwar ein wenig besser als die Orceinmethode, weil sie das Chondromucoid nicht ganz so intensiv färbt, dagegen färbt sie Mastzellenkörnchen und im Knorpel das 'Albumoid' ausser dem Elastin.«

Schliesslich wäre an das retikulierte Gewebe zu denken, welches in gewissen Schleimhäute, in den Lymphdrüsen, in der Milz und der Leber vorkommt. Es ist nämlich beachtenswert, dass in meinen Präparaten die Netzwerke um den Leberschläuchen sehr schön gefärbt sind in derselben Weise wie die Netze z. B. in den Flossen. In welchem Verhältnisse nun die von mir beschriebenen Gerüstwerke zu den voll entwickelten Strukturen des retikulierten Gewebes stehen, ist mir gänzlich unbekannt. Beachtenswert sind doch die Beobachtungen von FERGUSON u. a., dass das retikulierte Gewebe mit der BIELSCHOWSKY-Methode eine viel stärkere und distinktere Schwarzfärbung als die echtkollagenen Fasern annimmt.

---

Wenn ich mich nun zu einem Vergleiche meiner Befunde mit denjenigen anderer Untersucher wende, so liegt es wohl am nächsten, der Beobachtungen von A. VON SCILY zu gedenken, welcher ein fibrilläres Stützgewebe bei den Embryonen eingehend beschrieben hat. Nach den schönen Untersuchungen dieses Verfassers kommt es überall in den Zwischenräumen der epithelialen Schichten an allen Stellen vor, wo später embryonales Bindegewebe angetroffen wird, zunächst zur Ausbildung feiner Interzellularbrücken besw. anastomosierender Protoplasmafortsätze. In dieser Weise wird das erste Stadium des embryonalen Bindegewebes in Form eines zellfreien faserigen Stützgewebes gebildet. Ein zweites Stadium kommt dann dadurch zu Stande, dass eingewanderte Mesenchymzellen sich an das Netzwerk angliedern und mit den von Anfang an vorhandenen Fasern in unmittelbare protoplasmatische Verbindung treten. »So entsteht das bei den verschiedenen Tierspecies verschieden zellenreiche embryonale Bindegewebe.« Aus diesem Gewebe entstehen die Gefässe und die Stützsubstanzen, bei der so folgenden Differenzierung geht das Vermögen, kollagene Fasern zu bilden, an die sich nicht in spezieller Richtung (Knorpel, Knochen etc.) umwandelnden Zellen des postembryonalen Bindegewebes über. — Wie sich VON SCILY seine Untersuchungsergebnisse im Verhältnis zu den anderen Autoren über Bindegewebsentwicklung denkt, ist mir nicht möglich gewesen zu verstehen, trotzdem er ausführliche Referate über diese Arbeiten bringt, damit seine Befunde »in den Rahmen dieser Forschungen eingefügt werden« könnten.

Die Anschauungen VON SCILY's werden von STUDNICKA in einer unlängst erschienenen Arbeit über das Mesenchym der Froschlarven akzeptiert. Er findet auch zuerst ein zell- und kernfreies Grundsubstanzgewebe, ein Mesostroma. Später kommen Mesenchymzellen zum Vorschein, welche mit den Zellbrücken des genannten Gewebes zusammenschmelzen.

Wenn ich meine Bilder mit denjenigen von SCILY's welche das zweite Stadium des embryonalen Bindegewebes illustrieren sollen vergleiche, so finde ich eine wesentliche Ähnlichkeit. Ich nehme z. B. zum Vergleich meine erste Figur mit dem Myotomknospen unter der Epidermis und seine Figur 12, welche dem dorsalen Teile eines Querschnittes durch die Ursegmente der Forelle entspricht. In beiden Fällen sieht man ein Gerüstwerk von ähnlichen Fasern, die den Myotom, die Mesenchymzellen und den Epidermis verbinden. Auch die Basalkegel, welche in seinen Präparaten die Verbindung zwischen den Fasern und den epitelialen Zellblättern vermitteln, zeigen eine grosse Ähnlichkeit mit den Basalkegeln die ich bei den Myotomknospen so schön entwickelt beschrieben habe. Wenn ich also auf der einen Seite eine Ähnlichkeit in unseren Befunden konstatiere, so muss ich andererseits hervorheben, dass die Fasern innerhalb der Flosse unmöglich in der Weise gebildet werden können, wie es v. SCILY beschreibt. Hier geht nämlich kein Vorstadium von einem nur faserigen Gerüstwerke der Bildung des embryonalen Bindegewebes voraus, sondern die Fasern werden direkt aus den anastomosierenden Mesenchymzellen und den Myotomen gebildet. Hiermit will ich indessen gar nicht bestreiten, dass die Vorgänge bei dem v. SCILY'schen Objekt so liegen, wie er sie beschreibt.

Die Befunde von BOLL, ROLLETT, LWOFF, FLEMING, SPULER, GOLOWINSKY und MEVES haben mit den meinigen nichts zu tun. Die Fasern, welche von diesen Forschern dargestellt sind, zeigen nämlich andere morphologische oder chemische Charaktere, als die von mir beobachteten Fasern. Freilich hebt BOLL hervor, dass die von ihm untersuchten Bindegewebsfasern in chemischer Beziehung sich anders verhalten, als die fertigen Bindegewebsfibrillen, insoweit als sie resistenzfähiger gegen Essigsäure als jene sind. Morphologisch entspricht seine Beschreibung ganz den fertigen Bindegewebsfibrillen. Übrigens war es wohl mit der von BOLL gebrauchten Methode: Zerpupfung nicht möglich, diese Fasern zu sehen, welche in gewöhnlichen z. B. eosin-gefärbten Präparaten gar nicht hervortreten. Das nun gesagte gilt auch den Fasern von LWOFF. Die Fasern, welche FLEMING als junge Bindegewebsfasern beschrieben hat, sind nach den Angaben von MEVES Chondriokonten und können also mit den meinigen nicht verglichen werden. Die Faserstrukturen, welche SPULER beschrieben hat, gehören wohl, nach den kritischen Äusserungen von v. EBNER und MERKEL zu urteilen, auch zu der inneren Zellstruktur. GOLOWINSKY lässt die kollagenen Fasern zwischen den Zellen aus präkollagenen hervorgehen, welche dicht der Zelle aufliegend von einer Zelle auf die andere, von einem Ausläufer auf den anderen kontinuierlich übergehen und aus Körnerreihen gebildet werden. In den genannten Merkmalen finde ich gewisse Ähnlichkeiten mit den von mir beschriebenen Fasern. Ein grosser Unterschied besteht aber darin, dass die Fasern und Körner von GOLOWINSKI sich durch Eisenhämatoxylin schwarz färben, während die meinigen nach dieser Methode ganz ungefärbt bleiben. Weiter sind die präkollagenen Fasern von GOLOWINSKI nach MERKEL und MEVES mit den sogenannten MALLORY'schen Fasern homolog. Obgleich ich noch nicht Gelegenheit gehabt habe, die MALLORY'sche-Färbung bei meiner Objekt zu prüfen, bin ich doch überzeugt, dass die von mir beschriebenen Fasern nicht von dieser Art sind. Ich stütze mich dabei auf die Untersuchungen von CAROLINE Mc

GILL, welche der Meinung ist, dass sie als eine Art von Myofibrillen angesehen werden müssen. Dass die von mir beschriebenen Fasern nichts mit der Kontraktilität zu tun haben, ist ja ohne weiteres klar. Aus den vorigen Erörterungen ziehe ich das Fazit, dass die präkollagenen Fasern von GOLOWINSKI nicht mit den meinigen homolog sind.

Mit den kollagen Fibrillen, welche MEVES in seinen Präparaten darstellt und die aus den Chondriokonten hervorgehen sollen, bieten meine Fasern keine Vergleichspunkte. Jene laufen glatt und unverästelt, und färben sich lebhaft mit Pikrofuchsin, während diese sich verästeln, anastomosieren und von Pikrinfuchsin gar nicht gefärbt werden.

STUDNICKA hat in mehreren Arbeiten über Strukturverhältnisse berichtet, welche vielleicht Anknüpfungspunkte mit den von mir gemachten Befunden haben können. So beschreibt er 1907 das Gewebe der jungen Zahnpapille der Selachier als ein Gewebe von verästelten Zellen, welches sich nur durch das Vorhandensein von Tonofibrillen von gewöhnlichem Mesenchym unterscheidet. »Man sieht solche im Protoplasma von der einen Zelle zur anderen in verschiedenen Richtungen, wie es eben die Festigkeit des Gewebes verlangt sich hinziehen. Hie und da sieht man Bilder, die auffallend an die bekannten FLEMING'schen Abbildungen der jungen Bindegewebszellen von *Salamandra* erinnern.»

Fasern, welche noch mehr Ähnlichkeit mit den meinigen zeigen, sind von STUDNICKA in seiner Arbeit: »Die radialen Fibrillensysteme bei der Dentinbildung und im entwickelten Dentin der Säugetierzähne nach der BIELSCHOWSKY-Methode gefunden« abgebildet (z. B. Fig. 7). Mit der allgemeinen Ähnlichkeit besteht doch eine wichtige Verschiedenhet. Nach STUDNICKA sollen seine Fasern sich nirgends verzweigen, »wo man Verzweigungen zu sehen glaubt, immer handelt es sich (wie eben nur gut gelungene Präparate zeigen!) um durch nahes Aneinanderlegen der Fibrillen entstandene Trugbilder.« Ein Hauptunterschied zwischen unseren Befunden besteht also darin, dass die Fasern in meinen Präparaten sich verzweigen. Ich bitte, die Fasern zu betrachten, welche in den früheren Stadien nach den Myotomknospen verlaufen und sich hier in zwei Fasern aufteilen, um in verschiedenen Richtungen weiter zu ziehen, oder die Fasern des älteren Stadiums, welche peripherwärts in die kegelförmigen Bildungen übergehen, die sich schliesslich mit der Grenzmembran verbinden. Hier liegen die Verhältnisse so klar, dass von Trugbildern keine Rede sein kann.

Beachtenswert ist auch die kurze Angabe von FERGUSON, dass er »in developing mesenchymal tissue« Fibrillen findet, welche dieselbe Reaktion mit der BIELSCHOWSKY-Methode wie das retikulierte Gewebe bei dem Erwachsenen zeigt.

Ich komme nun zu einigen Angaben in der Literatur, welche mir für die Deutung der vorliegenden Stützfasern von besonderer Bedeutung zu sein scheinen. In seinem ausgezeichneten Werke: Untersuchungen über die Gruppe der Binde-substanzen spricht HANSEN die Ansicht aus: »dass wir allerdings die fertigen Bindegewebsfibrillen durchweg unverästelt finden, dass dies aber nicht ausschliesst, dass sie selbst in ausgewachsenem Zustande, wenn auch seltener, sich verästeln oder anastomosieren könnten und namentlich widerspricht das Verhalten in mehr ent-

wickeltem Zustande *durchaus nicht einer Verästelung oder Anastomosierung in den früheren Stadien der Entwicklung.*»<sup>1</sup> HANSEN hebt weiter hervor, dass die embryonalen Bindegewebsfasern keinen Leim geben und an Löslichkeitsverhältnissen etwas mehr den elastischen Fasern ähneln. Die neugebildeten Bindegewebsfibrillen sollen ein Zwischenstadium zwischen Elastin und Kollagen oder ein Vorstadium zu diesen repräsentieren. — MALL unterscheidet verschiedene Stadien in der Entwicklung des kollagenen Bindegewebes. In sehr frühem Stadium besteht des Mesenchym aus freien Zellen, welche dann schnell zuwachsen und zur Bildung eines dichten Synzytium, the connective tissue — syncytium, sich verbinden. In diesem tritt eine Differenzierung in fibrilläres Exoplasma und Endoplasma mit den Kernen ein. »The fibrillated exoplasma tends to form parallel bundles which anastomose quite frequently with one another.« In solcher Weise kommt »the prefibrous tissue« zu Stande, welches von zahlreichen anastomosierenden Fibrillen aufgebaut ist. Aus diesem gehen schliesslich die freien kollagenen Fasern hervor, indem während der fortgesetzten Entwicklung die verbindenden Anastomosen verschwinden und die dickeren Fibrillbündel sich in die freien individuellen Fasern des kollagenen Bindegewebes aufsplintern.

Weiter ist in diesem Zusammenhang der Untersuchungen von MERKEL zu gedenken. Dieser auf der Entwicklung des Bindegewebes so erfahrener Autor lässt die werdenden Bindegewebsfasern aus einem Netz hervorgehen, welches allerdings nicht von den Zellen seinen Ursprung nimmt, sondern in einer gallertigen Zwischen substanz entsteht. Zuerst entsteht in der Gallert, welche von dem mesenchymatischen Synzytium ausgeschieden wird, ein zartes Netz. MERKEL hat nun direkt beobachtet, wie die unverästelt bleibenden Bindegewebsfasern aus diesem Netze entstehen, durch Schwund gewisser Teile und stärkere Entwicklung anderer Teile. »Die Maschen strecken sich und mit der einseitigen mechanischen Beanspruchung verschwinden die queren Verbindungen und es bleiben die glatten und unverzweigten Fasern übrig, wie sie das fertige fibrilläre Bindegewebe zeigt.«

Ich halte die genannten Angaben von HANSEN, MALL und MERKEL für besonders wichtig, weil sie die einzigen mir bekannten Angaben in der Literatur sind, nach denen die echten kollagenen Bindegewebsfasern aus einem netzartigen Vorstadium hervorgehen. Eine nähere Vergleichung meiner Befunde und derjenigen der genannten Autoren lässt sich doch nicht ausführen, da das Material und die Methoden so verschieden sind.

Wenn ich nun das vorhergehende rekapituliere, so habe ich dargelegt, dass bei den *Acanthias*-Embryonen von 18—35 mm. Länge ein Gerüstwerk von netzförmig verbundenen Stützfasern vorhanden ist, welches so zu sagen das Skelett des Embryonalkörpers bildet. Morphologisch charakterisieren sich die Fasern dieses Gerüstwerkes dadurch, dass sie sich verästeln und sich wieder verbinden; chemisch handelt es sich, nach den Färbungen und den Angaben von HANSEN zu beurteilen, um ein

<sup>1</sup> Kurs. von mir.

Vorstadium zu den bleibenden Stoffen der Stützsubstanzen. Eine Vergleichung mit den Angaben in der Literatur über die Entwicklung der Stützsubstanzen stösst auf Schwierigkeiten vor allem dadurch, dass ich nicht berichten kann, wie dieses Gewebe sich zu den bleibenden Stützsubstanzen verhält. Eine solche Bearbeitung würde mich zu weit von meinem eigentlichen Thema der Nervenentwicklung entfernen. So viel vermag ich aber zu sagen, dass bedeutende Veränderungen stattfinden. So ist es augenscheinlich, dass die schöne funktionelle Struktur, welche die Fasern in den Flossen bei den Embryonen von 32—35 mm. bilden, später im Zusammenhang mit der Entstehung des Skelettes ganz zurückgebildet wird. Vor allem wäre es von Interesse zu erfahren, wie das kollagene Bindegewebe, welches in den älteren Stadien (20 cm. Länge) vorhanden ist, sich bei seiner Entwicklung zu den genannten netzbildenden Fasern verhält. Es muss besonders hervorgehoben werden, dass meine Untersuchungen hierüber gar nichts sagen. Zwei Möglichkeiten liegen hierbei vor, entweder können die beschriebenen Netzwerke sich in die glatten unverästelten kollagenen Fasern umwandeln in einer Weise, wie oben nach MALL und MERKEL skizziert ist, oder sie haben nur eine temporäre Bedeutung und die kollagenen Fasern entstehen in einer formlosen Grundsubstanz in der Weise wie v. EBNER in seinen bekannten Untersuchungen über die Entstehung des Bindegewebes beschrieben hat. Für die letzte Möglichkeit sprechen wohl die Untersuchungen von LAGUESSE, welcher gezeigt hat, dass die kollagenen Bindegewebsfasern in der Selachiermilz in einer formlosen präkollagenen Substanz gebildet werden. Welche von diesen Möglichkeiten oder noch eine andere die richtige ist, müssen kommende Untersuchungen entscheiden.

---

## Figurenerklärung.

### Tafel I.

Alle Figuren auf den Tafeln I—IV sind nach Präparaten von der BIELSCHOWSKY-Methode gezeichnet.

Fig. 1. *Acanthias vulgaris*. 20 mm. Länge. Frontalschnitt durch die Brustflosse. K = Muskelknospe. E = Ektoderm. Zeiss Apochr. Obj. 2 mm. Comp. Ok. 12.

Fig. 2. 18 mm. Länge. Frontalschnitt durch die Brustflosse. K = Muskelknospe. Zeiss Apochr. Obj. 2 mm. Comp. Ok. 12.

Fig. 3. 20 mm. Länge. Frontalschnitt durch die Brustflosse. K = Knospe. N = Nerv. Apochr. 2 mm. 1,30 Comp. Ok. 8.

Fig. 4. 25 mm. Länge. Frontalschnitt durch die Brustflosse. N = Nerv, F = Stützfasern. Apochr. 2 mm. 1,30, Comp. Ok. 4.

Fig. 5. 25 mm. Länge. Frontalschnitt durch die Brustflosse. K = Muskelknospe; N = Nerv; F = Stützfaser. Zeiss Apochr. 2 mm. 1,30, Comp. Ok. 6.

Fig. 6. 25 mm. Länge. Frontalschnitt durch die Brustflosse. Apochr. 2 mm., 1,3, Comp. Ok. 8.

### Tafel II.

Fig. 7. 25 mm. Länge. Frontalschnitt durch die Brustflosse. N = Nerv, F = Stützfaser. Apochr. 2 mm., 1,30, Comp. Ok. 8.

Fig. 8. 25 mm. Länge. Frontalschnitt durch die Brustflosse. N = Nerv, K = Muskelknospe. Apochr. 2 mm. 1,30 Comp. Ok. 4.

Fig. 9. 25 mm. Länge. Frontalschnitt durch die Brustflosse. K = Knospe; N = Nerv; F = Stützfaser. Apochr. Obj. 2 mm. 1,30, Comp. Ok. 12.

Fig. 10. 25 mm. Länge. Frontalschnitt durch die Brustflosse. K = Knospe; F = Stützfasern. Apochr. 2 mm. 1,30, Comp. Ok. 12.

Fig. 11. 25 mm. Länge. Frontalschnitt durch die Brustflosse. Knospe mit Stützfasern. Apochr. 2 mm. 1,30, Comp. Ok. 8.

Fig. 12. Verschiedene Bilder von Stützfasern. Apochr. 2 mm. 1,3, Comp. Ok. 12.

### Tafel III.

Fig. 13. 35 mm. Länge. Querschnitt durch die Brustflosse. R. M. = Radialmuskeln, M. T. = membrana terminans. Apochr. 4 mm., Comp. Ok. 4.

Fig. 14. 35 mm. Länge. Querschnitt durch die Brustflosse, R. m. = Radialmuskeln, M. T. = membrana terminans, N = Nerven. Apochr. 4 mm. Comp. Ok. 4.

Fig. 15. 32 mm. Länge. Querschnitt durch den Basis der Brustflosse. M. T. = membrana terminans, N = Nerv. Apochr. 4 mm. Comp. Ok. 4.

Fig. 16. 35 mm. Länge. Querschnitt durch die Brustflosse. E = Ektoderm, M. T. = membrana terminans, F = Stützfasern. Apochr. 2 mm. 1,30, Comp. Ok. 6.

Fig. 17. 35 mm. Länge. Querschnitt durch die Brustflosse, E = Ektoderm, R. M. = Radialmuskel, M. T. = membrana terminans, F = Stützfaser. Apochr. 2 mm. 1,30, Comp. Ok. 6.

Fig. 18. 35 mm. Länge. Querschnitt durch die Brustflosse. Netz von Stützfäsern aus der Mitte der Flosse. Apochrom. 2 mm. 1,30, Comp. Ok. 6.

#### Tafel IV.

Fig. 19. 31 mm. Länge. Frontalschnitt durch die Brustflosse. K = Muskelknospen. F = Netze von Stützfäsern, Apochrom. 2 mm., 1,30, Comp. Ok. 6.

Fig. 20. 35 mm. Länge. Längsschnitt durch die Rumpfwand. M = Myomer, Mc. = Myocomma. Apochr. 2 mm. 1,30, Comp. Ok. 6.

Fig. 21. 20 cm. Länge. Längsschnitt durch einen Radialmuskel. Geflechte und Netze der Stützfäsern. Apochr. 2 mm. 1,30, Comp. Ok. 4.

Fig. 22. 20 cm. Länge. Querschnitt durch einen Radialmuskel. Nerven und Stützgewebe. Apochr. 4 Mm. Ok. 4.

Fig. 23. 20 cm. Länge. Längsschnitt durch Muskelfäsern. Netze von Stützfäsern. Apochr. 2 mm. 1,30, Comp. Ok. 12.

Fig. 24. 20 cm. Länge. Längsschnitt durch Muskelfäsern. Stützfaser. Apochr. 2 mm., 1,30, Comp. Ok. 8.

## Literatur.

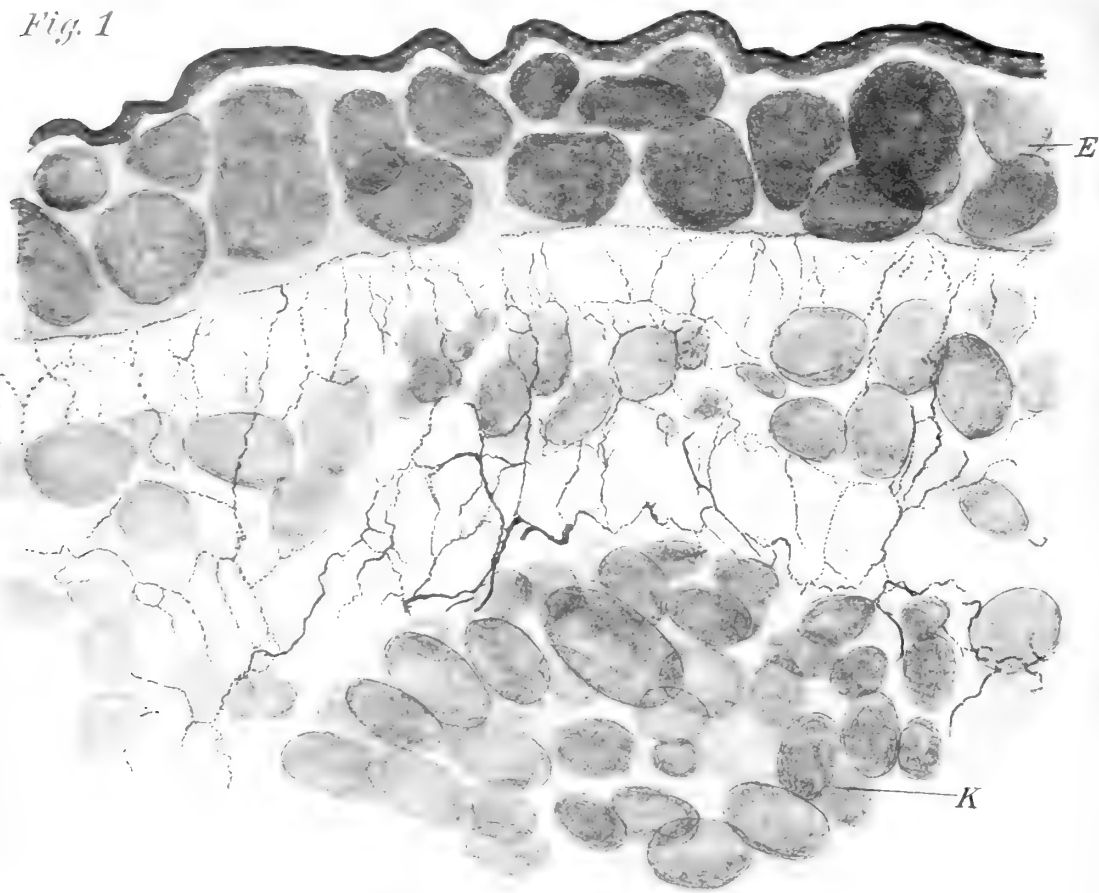
- V. EBNER, V., Die Chorda dorsalis der niederen Fischen und die Entwicklung des fibrillären Bindegewebes. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 62, 1897.
- , Über die Entwicklung der leimgebenden Fibrillen, insbesondere im Zahnbein. Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Math.-naturw. Kl. Bd. 115 Abt. 3, 1906.
- FLEMING, W., Über die Entwicklung der collagenen Bindegewebsfibrillen bei Amphibien und Säugetieren. Arch. f. Anat. u. Physiol. anat. Abth., 1897.
- FERGUSON, J. S., The application of the silver impregnation method of Bielschowsky to reticular and other connective tissues. 1. The mature tissues., The Amer. Journ. of anat. V. 12. 1911.
- GOLOWINSKI, J., Zur Kenntniss der Histogenese der Bindegewebsfibrillen. Anat. Hefte, Abt. 1, Bd. 22, 1907.
- HANSEN, FR. C. C., Über die Genese einiger Bindegewebsgrundsubstanzen. Anat. Anz. Bd. 16, 1899.
- , Untersuchungen über die Gruppe der Binde-Substanzen. I. Der Hyalinknorpel. Anat. Hefte. Abt. 1, Bd. 27, 1905.
- V. KORFF, Zur Histologie und Histogenese des Bindegewebes, Ergebnisse Anat. u. Entw.-gesch. Bd. 17, 1907.
- LAGUESSE, E., Sur l'histogénèse de la fibre collagène et de la substance fondamentale dans la capsule de la rate chez les Sélaciens. Arch. d'anat. micr. t. 6, 1903.
- LWOLFF, B., Über die Entwicklung der Fibrillen des Bindegewebes. Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Math.-naturw. Kl. Bd. 98. Abt. 3, 1889.
- MALL, F., On the development of the connective tissues from the connective — tissue syncytium. Amer. Journ. of Anat. Vol. 1, 1891.
- MC GILL, CAROLINE, Fibroglia Fibrils in the Intestinal Wall of Necturus and their Relation to Myofibrils. Internat. Monatschr. f. Anat. u. Phys. Bd. 25, 1908.
- MERKEL, FR., Betrachtungen über die Entwicklung des Bindegewebes, Anat. Hefte, Abt. 1, Bd. 38, 1909.
- MEVES, FR., Über Strukturen in den Zellen des embryonalen Stützgewebes sowie über die Entstehung der Bindegewebsfibrillen, insbesondere derjenigen der Sehne, Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. 75, 1910.
- MÜLLER, E., Über die Entwicklung der Nerven und Muskeln in der Brustflosse und Körperwand bei Acanthias vulgaris. Anat. Hefte, Abt. 1. Bd. 43, H. 129, 1910.
- ROTHG, P., Entwicklung d. elastischen Fasern, Ergebnisse Anat. u. Entw.-gesch. Bd. 17, 1907.
- V. SOLLY, A., Über das Entstehen eines fibrillären Stützgewebes und dessen Verhältnis zur Glaskörperfrage. Anat. Hefte, Abt. 1, Bd. 35.
- SNESAREW, P., Über die Modifizierung der Bielschowskyschen Silbermethode zur Darstellung von Bindegewebsfibrillennetzen. Zur Frage des Stroma verschiedener Organe. Anat. Anz. Bd. 36, 1910.
- SPULER, A., Beiträge zur Histologie und Histogenese der Binde- und Stützsubstanz. Anat. Hefte. Abt. 1, Bd. 7, 1896.
- STUDNICKA, Die radialen Fibrillensysteme bei der Dentinbildung und im entwickelten Dentin der Säugetierzähne. Anat. Anz. Bd. 30, 1907.
- , Über einige Grundsubstanzgewebe. Anat. Anz. Bd. 31, 1907.
- , Über das embryonale Stützgewebe. Anat. Anz. Bd. 40, 1911.
- ZIMMERMANN, A., Über die Anwendung der Methode von Bielschowsky zur Darstellung der Bindegewebsfibrillen. Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie, Bd. 25, Jg. 1908.

Tryckt den 11 oktober 1912.

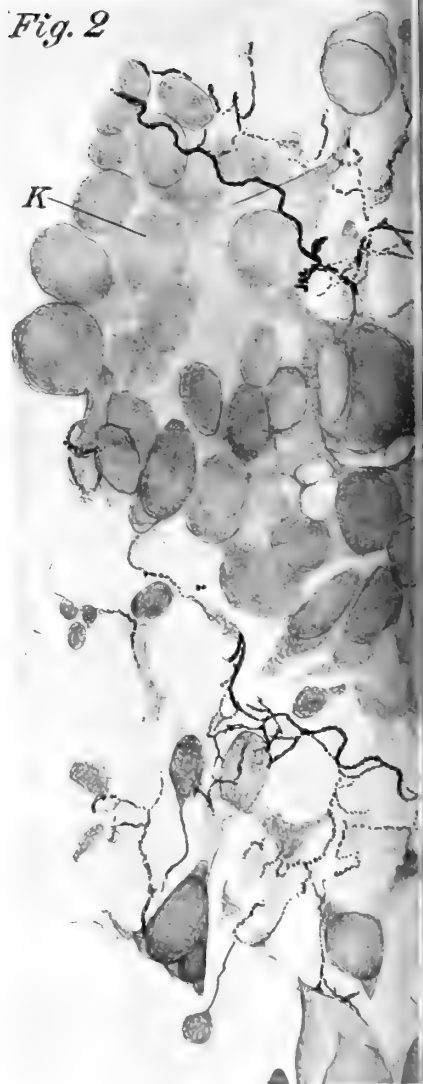




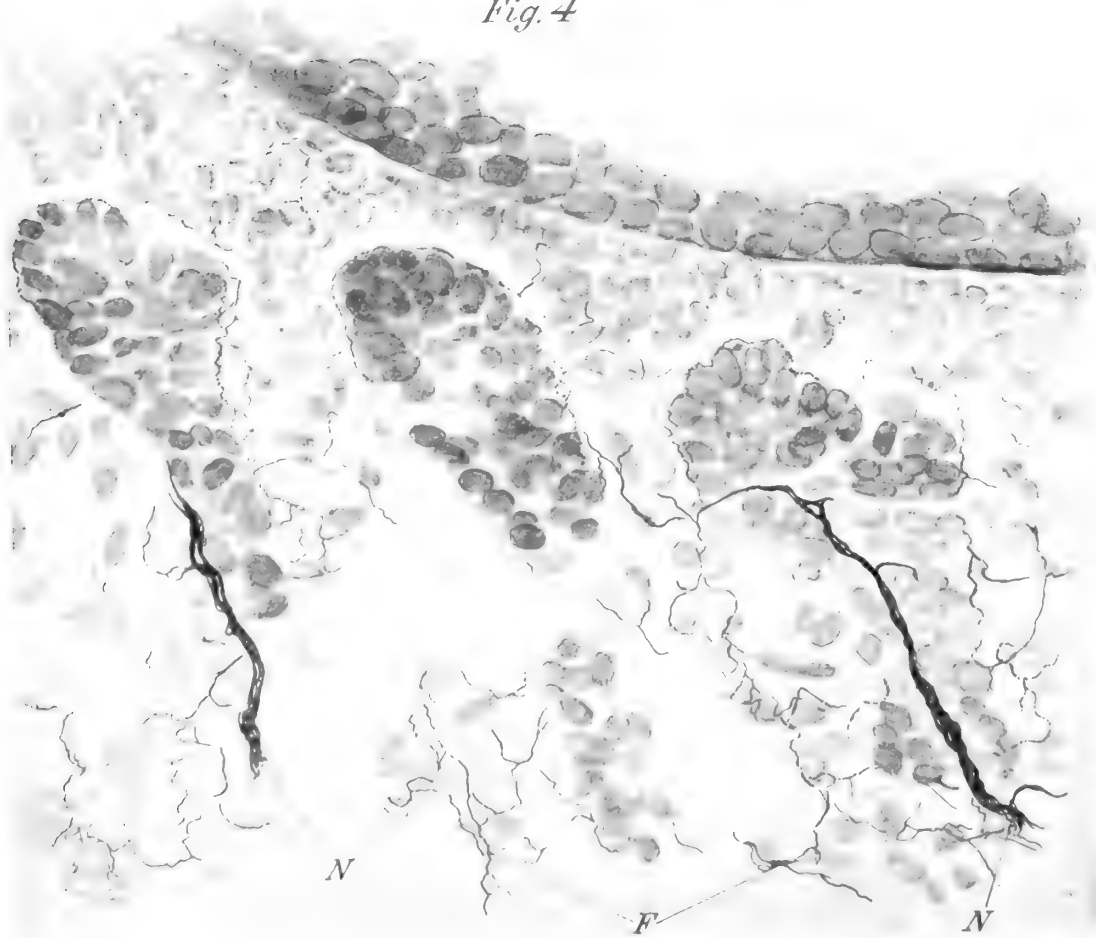
*Fig. 1*



*Fig. 2*



*Fig. 4*



*Fig. 5*

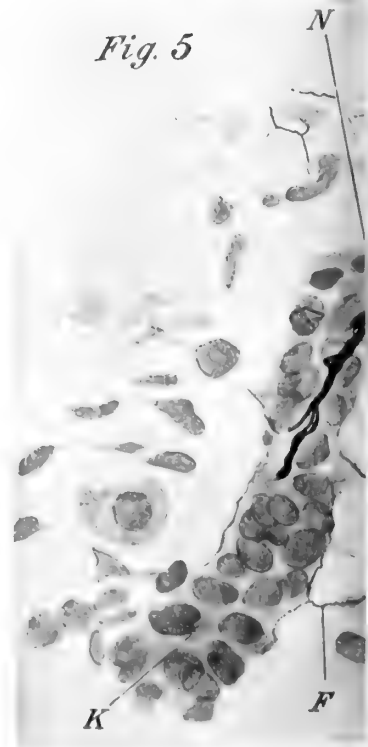


Fig. 3

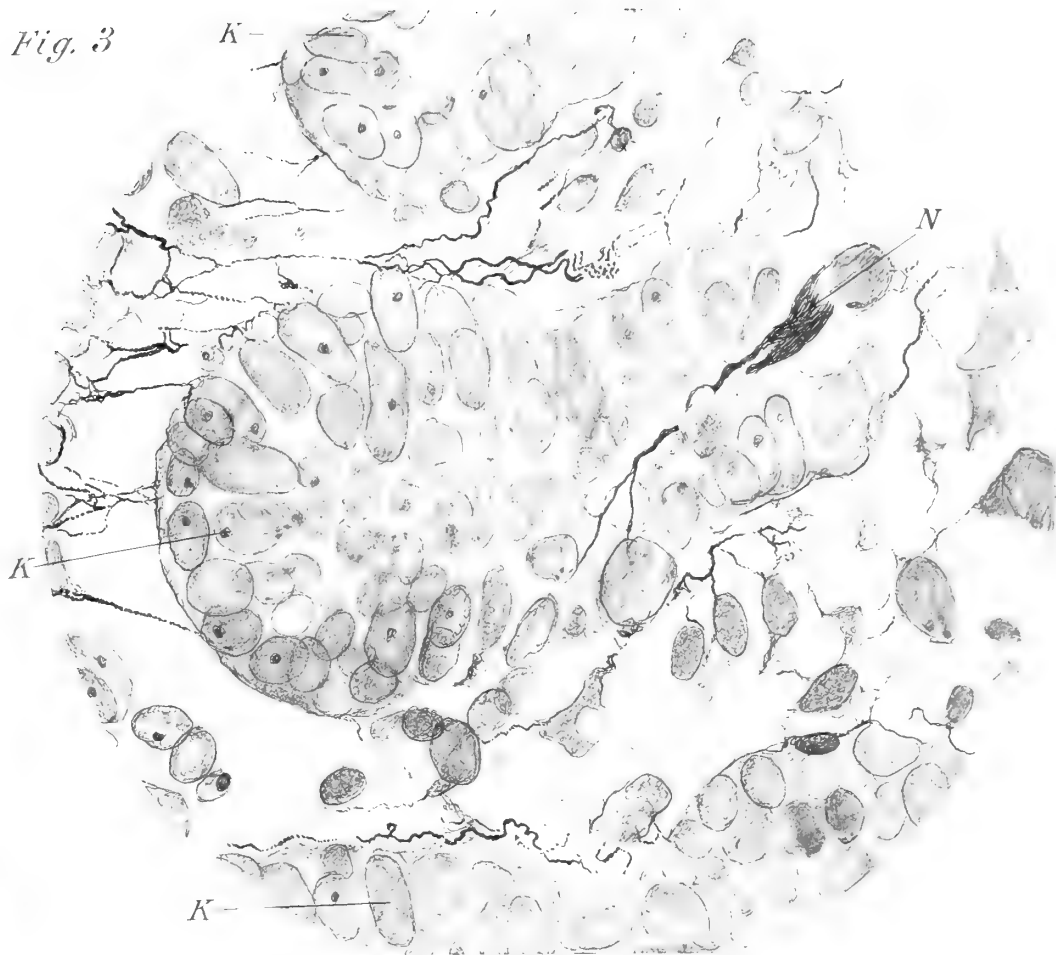


Fig. 6

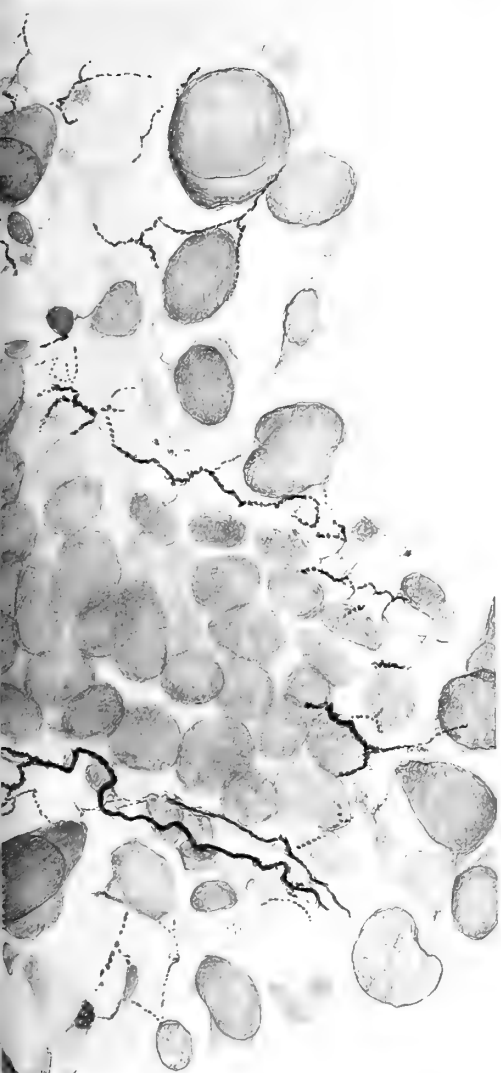
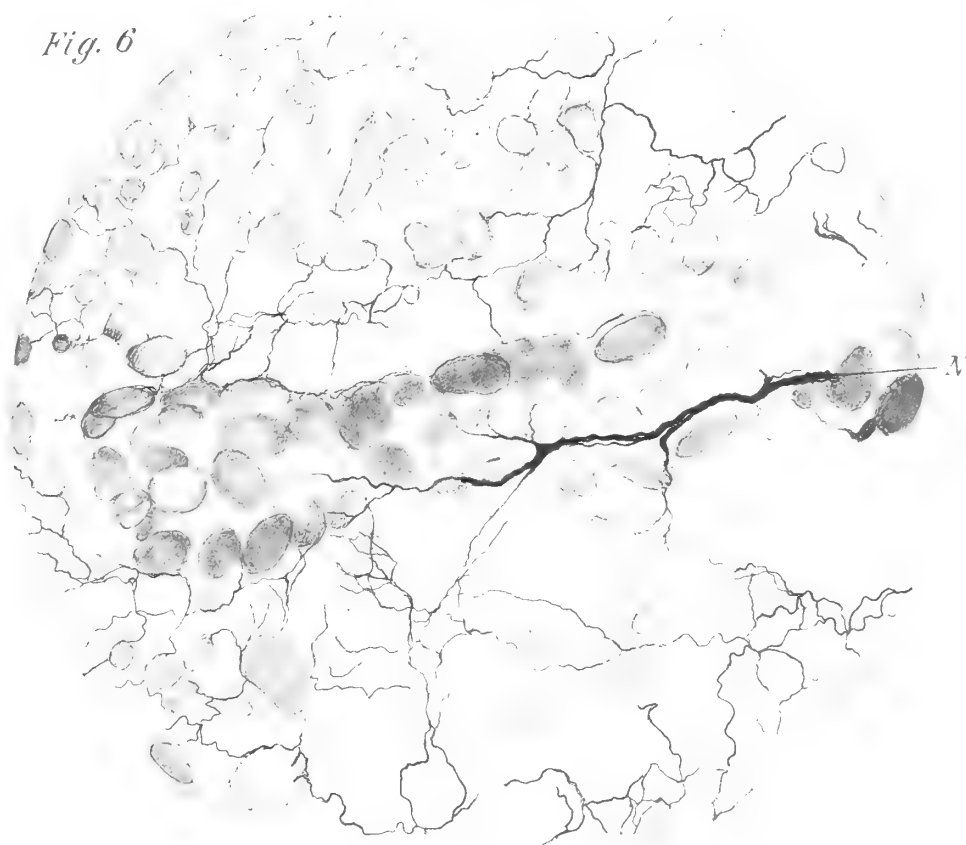






Fig. 7

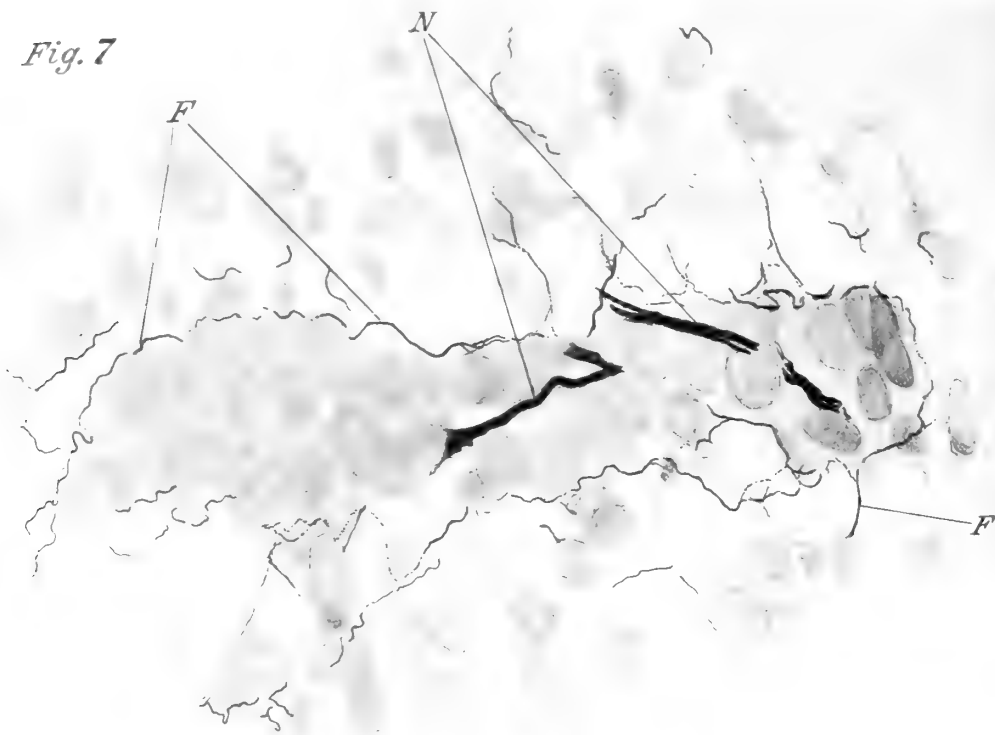


Fig. 8



Fig. 10

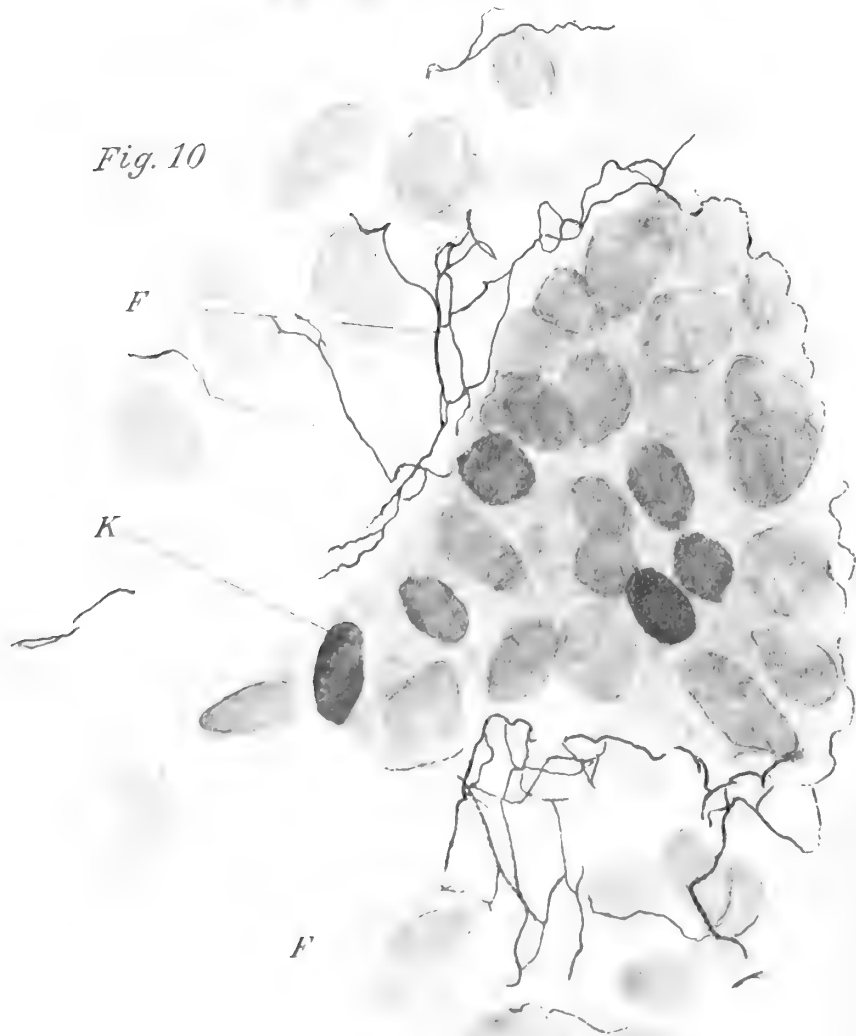


Fig. 11

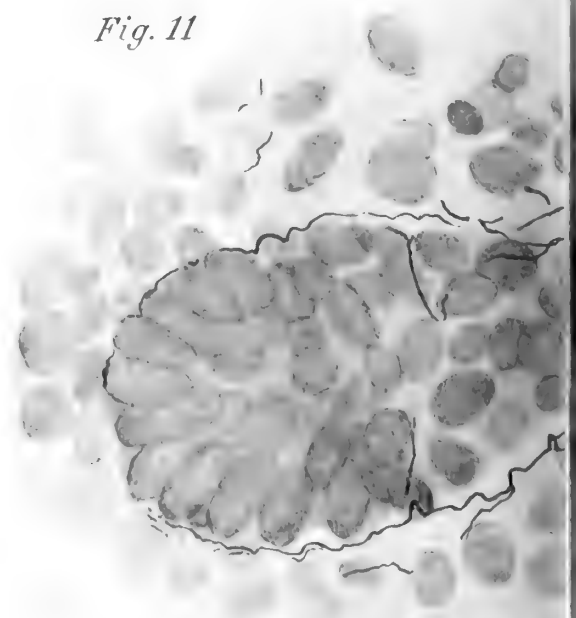


Fig. 9

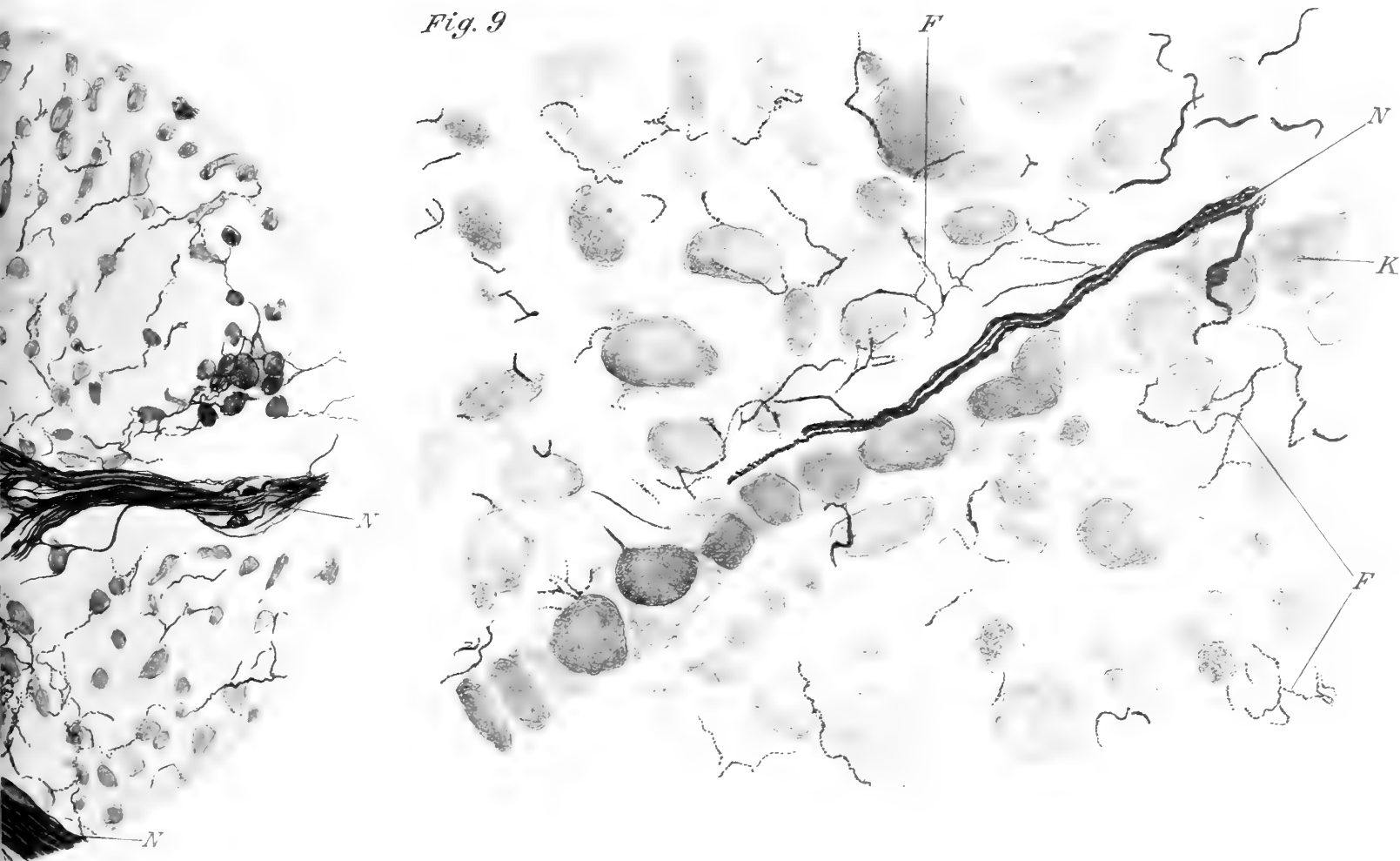


Fig. 12

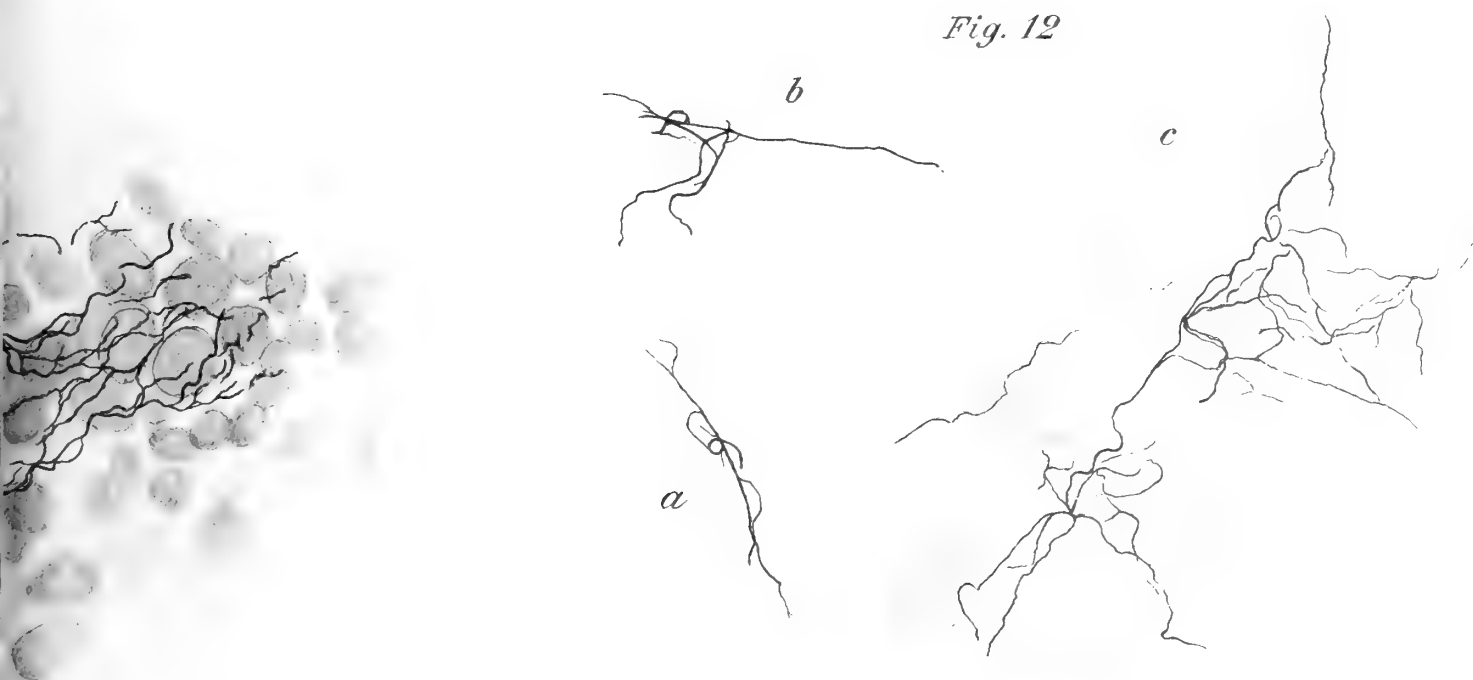




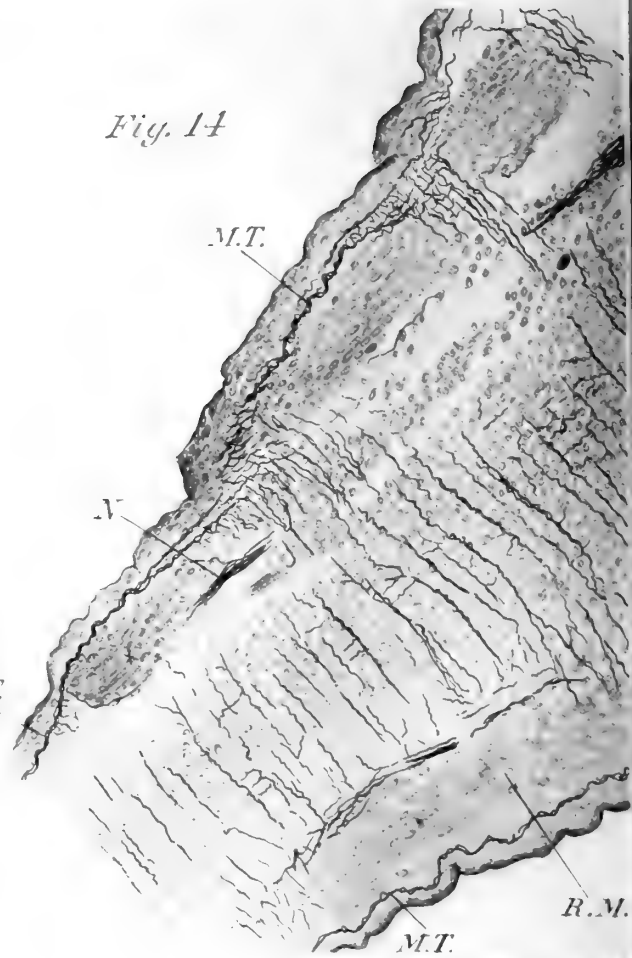






Fig. 13

Fig. 14



F.

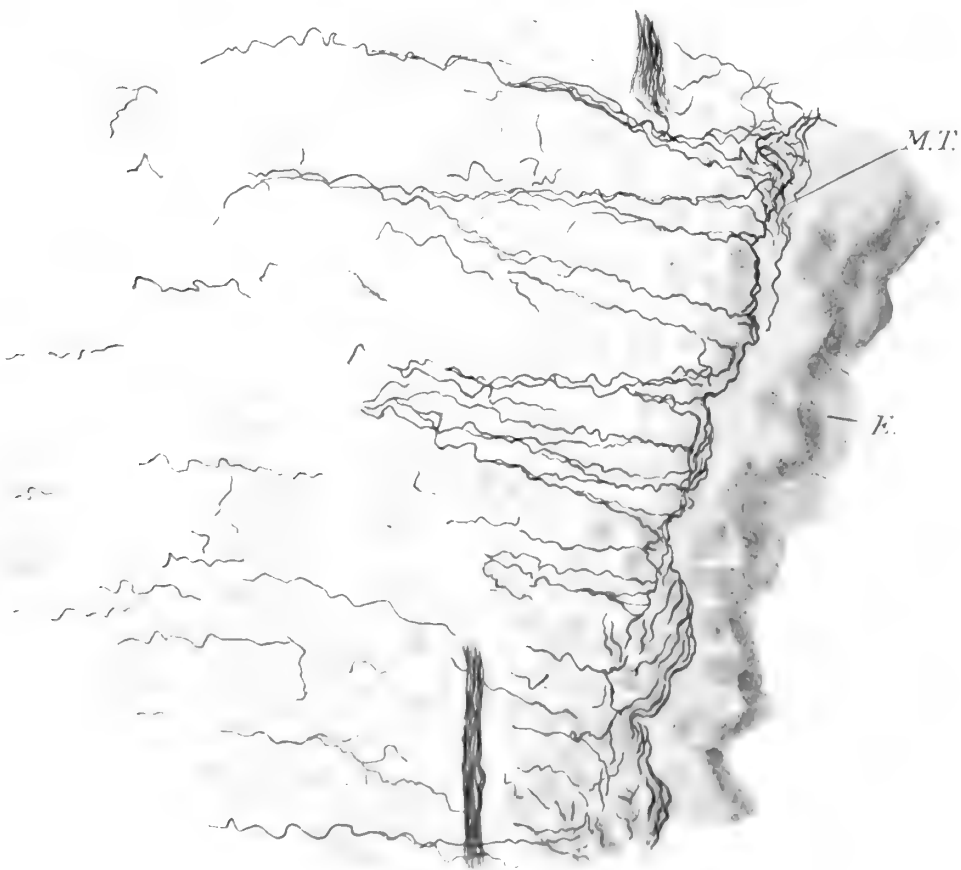


Fig. 17

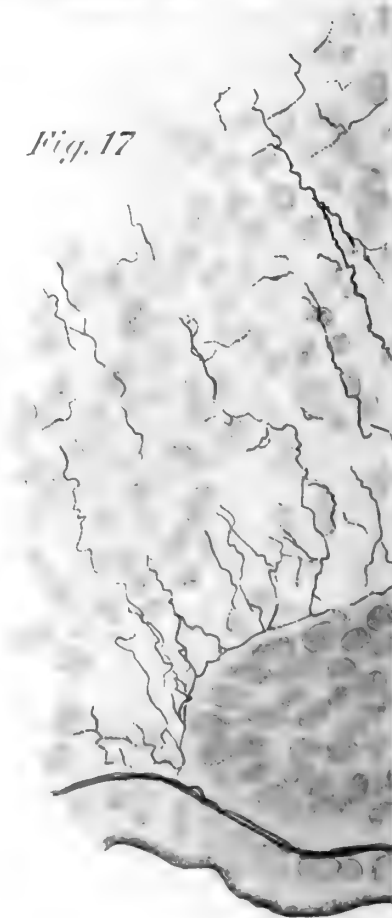


Fig. 15

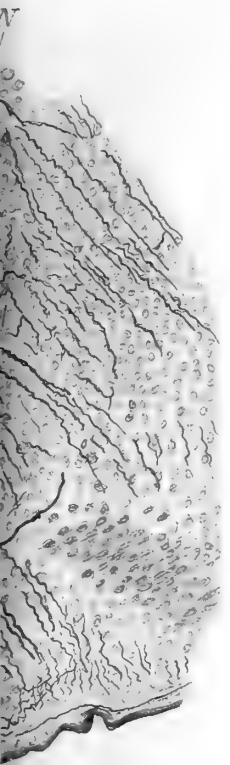
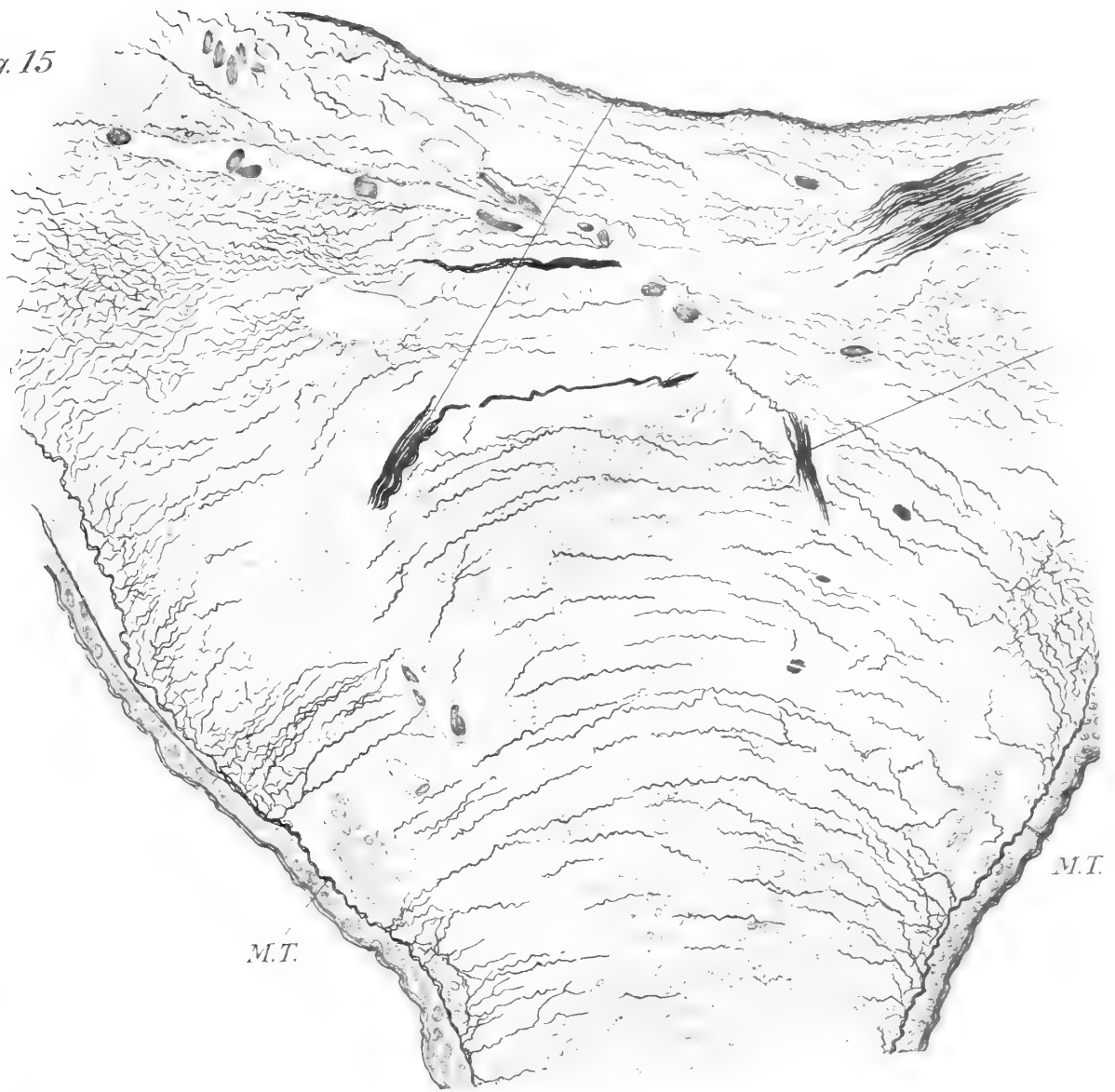
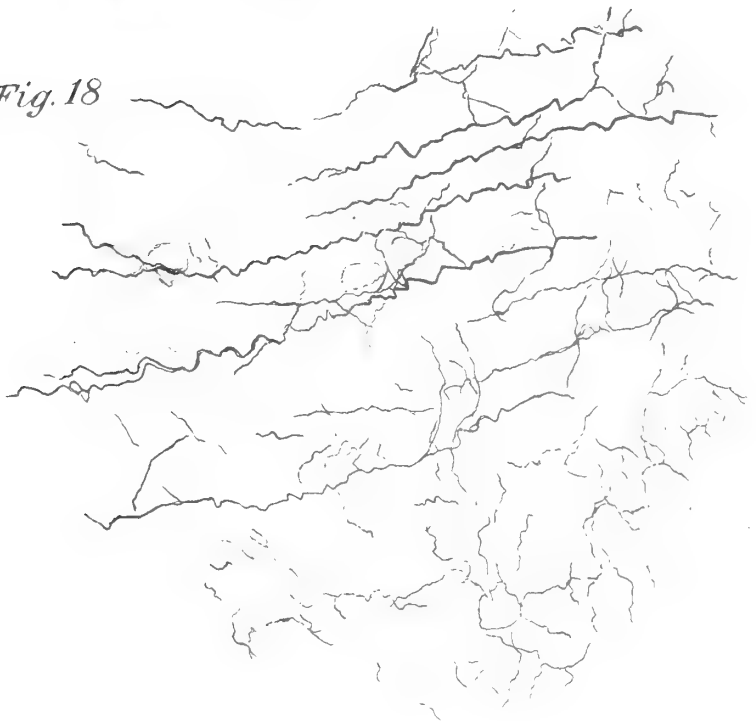


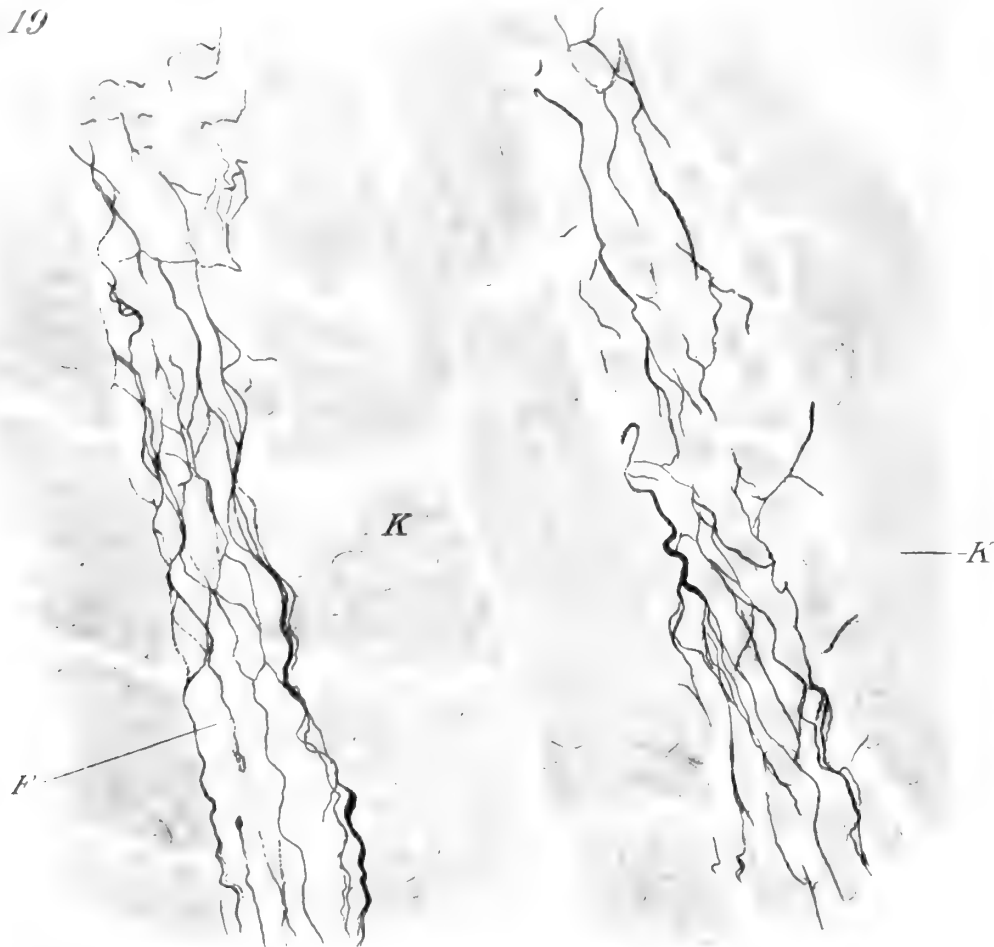
Fig. 18



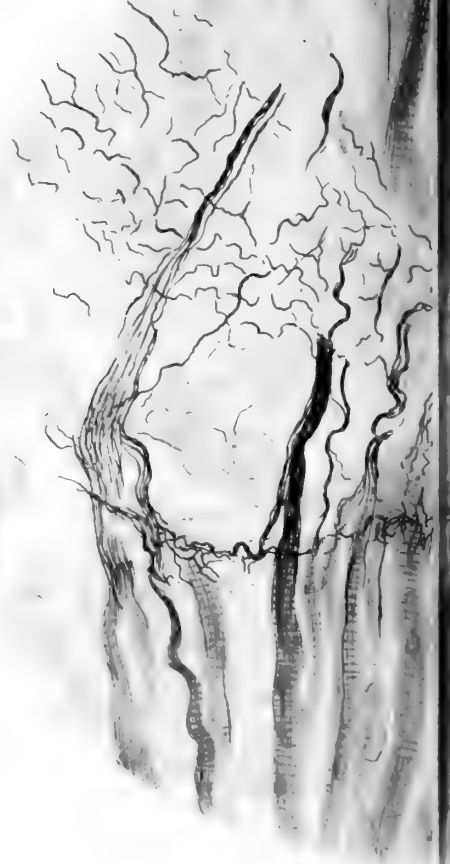




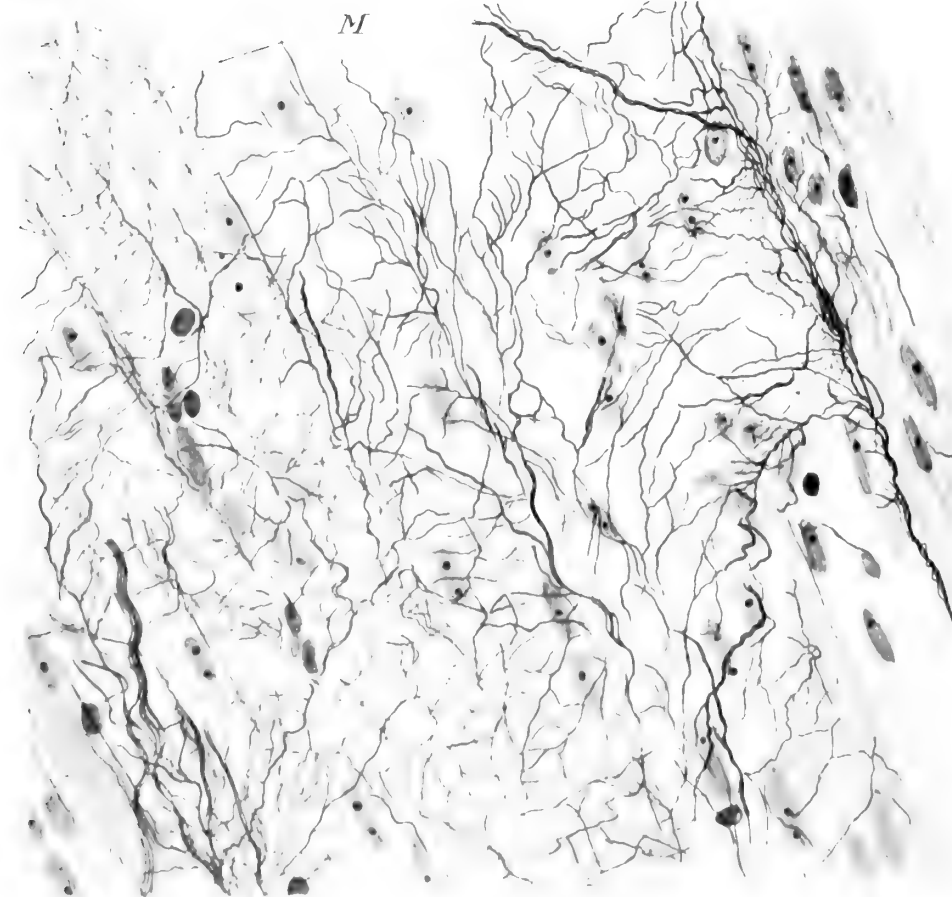
*Fig. 19*



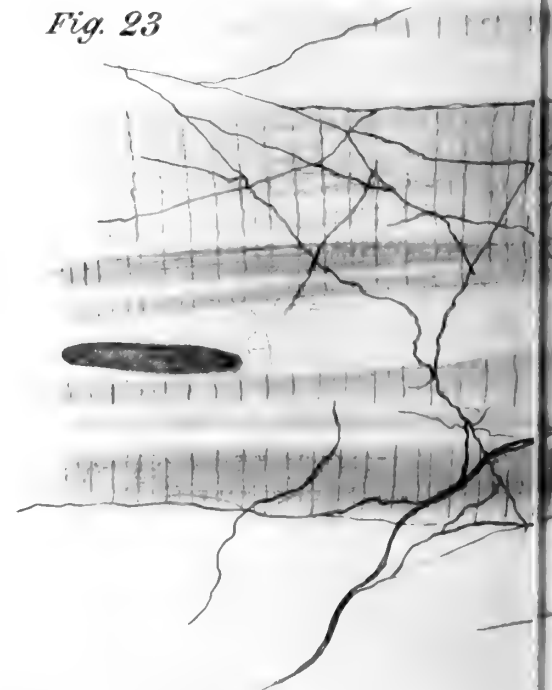
*Fig. 20*



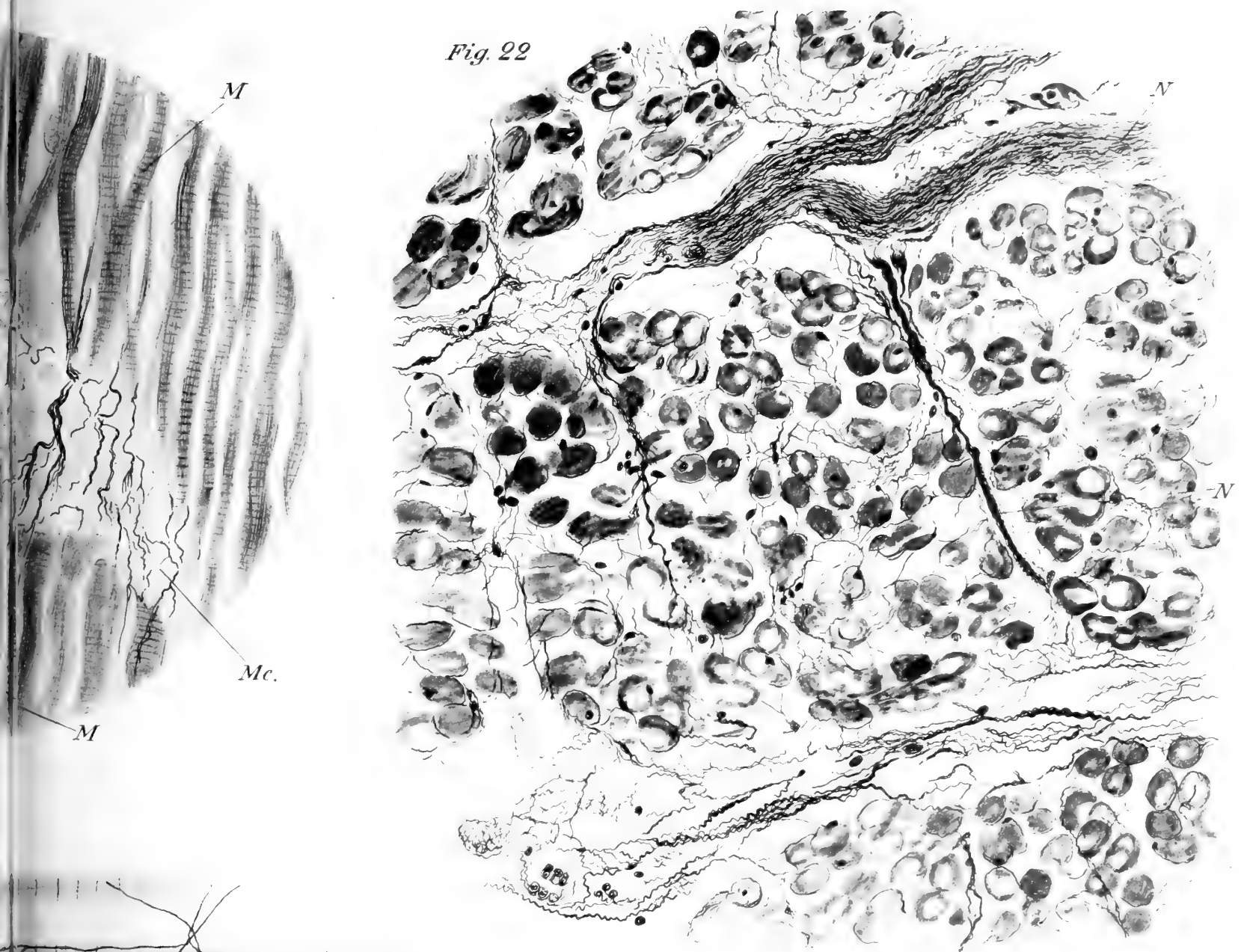
*Fig. 21*



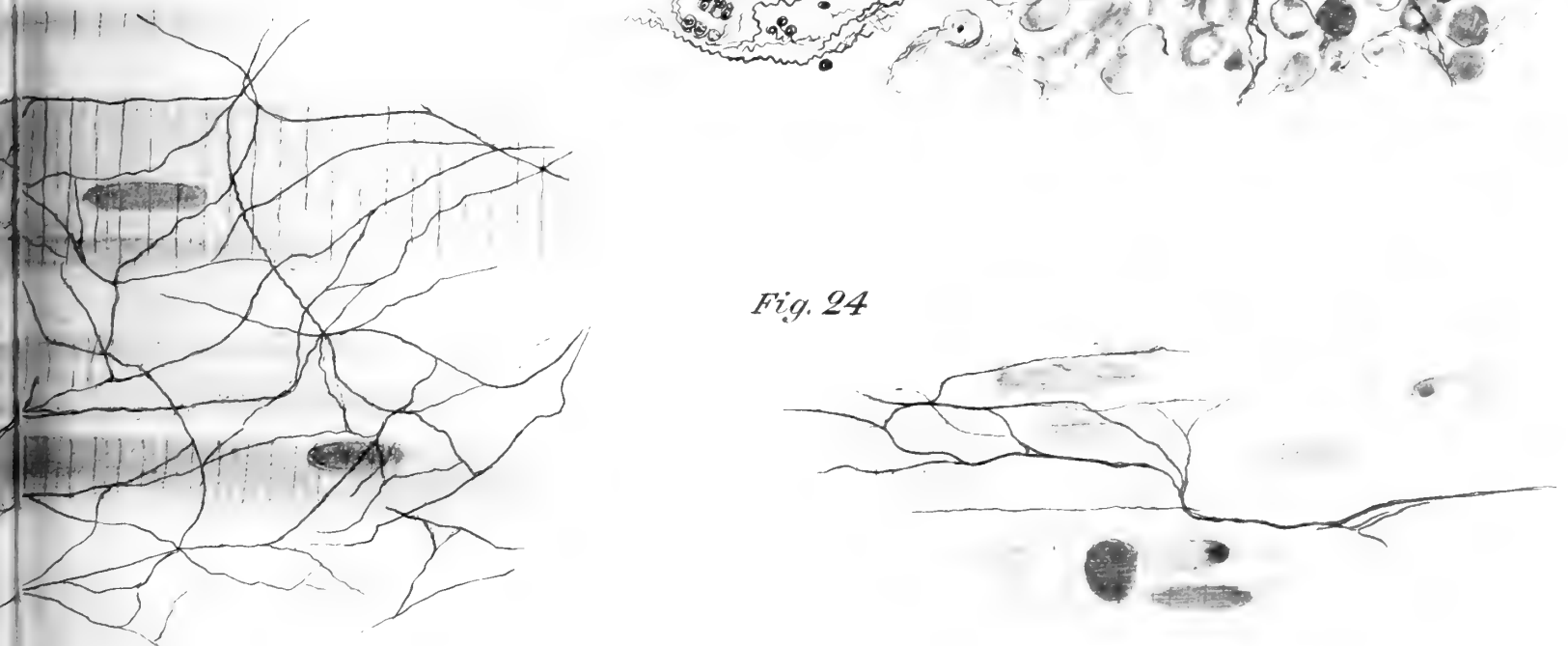
*Fig. 23*



*Fig. 22*



*Fig. 24*







KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 49. N:o 7.

# ANATOMICAL NOTES ON MAMMALS

OBTAINED IN BRITISH EAST AFRICA.

BY

THE SWEDISH ZOOLOGICAL EXPEDITION

1911

I

BY

**EINAR LÖNNBERG**

(WITH TWO PLATES AND THREE TEXTFIGURES)



UPPSALA & STOCKHOLM  
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.  
1912

The number and arrangement of these ridges is thus on the whole in agreement with the condition found in the Common Ox as has been beautifully illustrated by G. RETZIUS,<sup>1</sup> although his figure represents the palate of a calf so that the situation with regard to the permanent teeth is not seen.

The *papillæ fungiformes* are scattered over the basal portion of the tongue. In the cow I did not see but two series of *papillæ vallatæ* on either side. They contained 6 + 6 and 4 + 7 such papillæ respectively. In the bull there were three somewhat oblique and irregular rows of *papillæ vallatæ* on either side. The outermost of these contained 9 papillæ on both sides of the tongue while the other rows only consisted of resp. 3, 4, 5 and 6 papillæ. This irregularity appears somewhat strange but even in common cattle the number of *papillæ vallatæ* is variable from 10 to 17 on either side according to ELLENBERGER and BAUM.<sup>2</sup>

The paunch of the African Buffalo is enormous and extends into the pelvic region, but the abomasus is small.

The spleen is rather thin and elongate, of approximately the same shape as in common cattle, but larger. This organ measured in the Buffalo cow 70 × 30 cm., and in the bull 60 × 17½ cm. According to ELLENBERGER & BAUM this organ has a breadth of 10—15 cm., and a length of 40—50 cm. in common cattle. The spleen of the Buffalo is thus much larger.

The liver of the Buffalo cow had a maximum transversal length of about 50 cm., and its width was about 23 cm. In the bull the corresponding measurements were 62 cm. and 25 cm. The left lobe was 25 × 19 cm. *Lobus caudatus* had a breadth of 7 cm. The Spigelian lobe was only present as a broad rounding which does not project. The gallbladder extended in both sexes free beyond the edge of the liver.

The colic spiral consisted of 5 coils, viz 2½ in each direction, and, like the same organ of the common Ox, it had no peripheric coil. The absence of this latter is a very important characteristic which unites all the members of the Taurine, or Bovine group s. str. of *Bovidæ*, from the pseudo-primitive *Anoa* to *Bos taurus*, in opposition to all other Ruminants, not only those belonging to *Bovidæ*, but also to the members of *Cervidæ* and *Giraffidæ* as well. This peripheric coil of the colon has evidently the function of desiccating the fæces. The African Buffalo in which this coil is wanting has therefore soft and loose excrements, quite similar to those of *Bos taurus*, while the Giraffes, the Deer, the Antelopes, and the Sheep and Goats have hard and dry, more or less bean-shaped droppings. The fact that the Bovine group s. str. is unlike, not only the other *Cavicornia* in this respect, but also differs from *Cervicornia* by the same characteristic, proves that the peripheric coil must have been present in the ancestors of all the enumerated modern Ruminants, and that its absence in the Bovine group is due to a secondary reduction. The question is then: what has been the cause of such a reduction? The effect which the presence of the

<sup>1</sup> Biol. Untersuch. N. F. Bd. XIII, Taf. XXXVIII, Fig. 1.

<sup>2</sup> Handbuch d. vergl. Anatomie d. Haustiere, 11:te Aufl.

peripheric coil has on the fæces proves that the fluid contained in the non-digested remains of the food-material is reabsorbed in this portion of the colon. If this fluid (= water) can be used again by the organism, it must be useful for an animal which lives in a country where the watersupply is scarce, to have such a peripheric coil with the function mentioned. On the other hand it is not necessary for an animal which has a rich watersupply. Some of the present members of the Bovine group are decidedly water-loving. It is possible or even probable that their ancestors have had similar habits in such a decided degree that the peripheric colic coil could be reduced as being no longer useful because no saving of the water was needed, and in such a case the reabsorbtion of the water in the colon would only be an unnecessary work for the organism.

The kidneys of the African Buffalo are strongly lobulated (conf. Pl. 1, Fig. 2). The kidney of the bull measured 19 cm. in length by 9 in breadth. About 25 lobules can be discerned on the surface of the organ.

The lobulation of the kidney is another characteristic indicating the affinity of this animal with the Common Ox. Since I have had the opportunity of seeing African Buffaloes in their natural conditions and of studying their habits as well as their internal anatomy I am perfectly convinced about the very close relationship between these animals and the other members of the Bovine group, especially with the Asiatic Buffaloes.

Among the modern Ruminants, as far as I know, lobulated kidneys are met with only in the subfamily *Bovinae*.

Otherwise this peculiar structure of the kidney appears in several different groups of mammals. The subdivision of the kidney in small lobules reaches its extreme in the Whales especially, the *Mystacoceti*. Lobulated kidneys are also found in the Otters, Sea-Otter<sup>1</sup> and Bears<sup>2</sup> and, although of a somewhat modified type,<sup>3</sup> in the Seals as well. It is thus with the exception of the Bears<sup>4</sup> (and *Bovinae*) animals with aquatic habits which have these organs lobulated. CUVIER put the lobulation of the kidneys of the aquatic animals in connection with the breathing at irregular intervals of these animals when they were diving, and attributed to the hibernation of the Bears a similar effect. It has, however, been pointed out before this that other hibernating animals have not been influenced in a similar way with regard to their kidneys by this habit. It may also be added that all Bears do not hibernate.

<sup>1</sup> STELLER counted 106 small renculi in *Latax lutris*.

<sup>2</sup> In the family *Procyonidae* the kidneys are not lobulated even in the foetal stage as I have stated by examining a foetus of *Nasua*.

<sup>3</sup> Conf. GERHARDT: Zur Morphologie der Säugetiere. Verh. d. Deutsch. Zool. Ges. Basel 1911, p. 267.

<sup>4</sup> Among the present Bears it is only one viz. the Polar Bear which has real aquatic habits, even if the Bears of Alaska, Kamtschatka etc. are clever in fishing, and all Bears are good swimmers. But it is quite possible or even probable, that their ancestors have been somewhat more water-loving without being real water-animals. They might have lived in swamps and moist places at the borders of lakes etc. Some features of the morphology of the Bears may be explained by such an origin, as their plantigrade feet, their heavy and clumsy bodily structure etc.

With regard to the aquatic animals another explanation might be tried. It is clear that such animals which exclusively, or at least chiefly, obtain their food from the water, and often even may swallow it below the surface, are apt to get a considerable quantity of water into the alimentary canal, and certainly more than is needed for the digestion. This surplus of water must be removed so that it shall not hamper the digestion, and this must at least chiefly take place by absorption into the circulatory system and secretion through the kidneys. It appears thus as if the latter organs of such an aquatic animal should be obliged to secrete comparatively more fluid than those of a strictly terrestrial mammal. If this should be the cause of the development of lobulated kidneys, the presence of such in *Bovinae* might be explained as an inheritance from the ancestors which might have acquired that characteristic at the same period as they lost the peripheric colic coil, as is mentioned above.<sup>1</sup>

It must, however, be admitted that it is difficult to conceive that such an increased activity required from the kidneys of aquatic animals should in any way be facilitated by the lobulation of these organs. The secretive power of the kidneys depends, of course, upon the condition and quality of the discerning epithelium, and this can hardly be influenced by the lobulation, as it seems.

Against the connection between aquatic habits and lobulation of the kidneys speaks also, as it will appear at first, the fact that these organs are not lobulated in the now living *Sirenia* in spite of their partaking of their food below the surface of the water. In his valuable manual<sup>2</sup> »Die Säugetiere» WEBER says (l. c. p. 737) about this: »Die Nieren sind bei *Halicore* glatt, bei *Manatus* oberflächlich gelappt, aber niemals in *Renculi* verteilt wie bei *Cetaceen*.» In a foetus of *Trichechus inunguis* which I have examined, the kidneys were comparatively very large, but had a smooth surface. Quite recently RIHA<sup>3</sup> has described the kidneys of *Halicore*, and proved that it has a peculiar structure with the urether dividing in two longitudinal branches running from the *hilus* in either direction. — It is this which OWEN has termed »a single pelvis» into which »several lateral ridges» extend. — The cortical substance of these kidneys form an exteriorly smooth and continuous layer, but the medullary substance is divided by — to quote RIHA — »senkrecht auf die Nierenachse stehenden, bindegewebigen Quersepten, welche sich erst in der Rindensubstanz auflösen. Auf diese Weise ragen die Pyramiden mit freier Papille und freier Seitenwand in den Nierengang». This interior subdivision by septa of connective tissue proves that the kidney of *Halicore* really is not such a simple organ as it looks superficially. It might be assumed that it originally has been a lobulated kidney which secondarily has become more compact by partial fusion of the *renculi*, but from a physiological point of view it appears to be almost equivalent to a lobulated kidney. There is a fact which speaks rather strongly for the assumption that the kidney of the *Sirenia*

<sup>1</sup> It needs perhaps to be emphasized that I do not mean by this that the ancestors of *Bovinae* were real water-animals, far from that, but they may have lived to great extent in and at swamps and found their food chiefly in such places.

<sup>2</sup> Jena 1904.

<sup>3</sup> Zeitschr. f. Morph. u. Anthropol. Bd. XIII. Hft. 3.

originally has been lobulated. This fact is that *Rhytina* had a lobulated kidney. Thanks to STELLER's description<sup>1</sup> of the anatomy of this peculiar animal, which so sadly and within so short time became entirely exterminated, we have fortunately good knowledge about the morphology of its kidneys. The author quoted says that the kidneys of *Rhytina* were enveloped in a very firm capsule (»einer sehr festen Haut«), but when this had been removed, very many small renculi (»sehr viele kleine Niergen«) were seen just as in the Seal or the Sea-Otter, although they, of course, were larger in the Sea Cow.

Concluding from this it appears rather probable that the kidney of *Halicore* can be regarded as an in its peripheral parts consolidated, originally lobulated kidney. At the same time the hypothesis that among the mammals there is a certain connection between aquatic life and lobulated kidneys gains in probability, although at present it is difficult to explain the *causa efficiens* by means of our present knowledge.

### **Connochætes albojubatus** THOMAS.

The viscera of a bull of this species, shot at Juja farm, proved to be very similar, even with regard to dimensions to the corresponding parts of the White-tailed Gnu which I had the opportunity of describing eleven years ago.<sup>2</sup> The paunch of *C. albojubatus* measured about 50 × 64 cm., that of *C. gnu* 48 × 63 cm. The dimensions of the reticulum in the former were 26 × 16 cm., and the corresponding ones of the latter 25½ × 18 cm. The quadruplicate psalterium of the White-bearded Gnu proved a little larger, viz. 19 × 17 cm., than that of the White-tailed species, viz. 19½ × 13 cm., which also is quadruplicate.

The colon of *C. albojubatus* had 2½ centripetal and 2 centrifugal spiral coils in addition to the centrifugal peripheric coils which is the same condition as found in the White-tailed Gnu (conf. l. c. Pl. 3, Fig. 1).

When dissecting the specimen of the latter species I found the gallbladder to be very large and to extend broadly beyond the edge of the liver (conf. l. c. Pl. 3, Fig. 2). This appeared almost pathological, and I was inclined to attribute it to the fact that the animal had lived in captivity. I was therefore very much astonished to find quite the same condition prevailing in the wild Gnu bull of the Athi plains.

The spleen of *C. albojubatus* has also the same elongate and characteristic shape, as described from *C. gnu*, and which differs so much from that of most other Antelopes. The dimensions of the spleen of the former was 38 × 11 cm., and those of the latter 37 × 12½ cm. (at one end, 15 cm. at the other).

This resemblance, even with regard to the exact measurements, between specimens of the two species is very striking, the more so as one was a female which had lived in captivity, and the other a wild bull. It proves that these characteristics are very constant in the Gnus, and that both species in the wild and natural condition must have very similar habits.

<sup>1</sup> GEORG WILHELM STELLERS ausführliche Beschreibung von sonderbaren Meerthieren. Halle 1753, p. 87.

<sup>2</sup> K. Vet. Akad. Handl. Bd. 35. N:o 3, p. 48—57.

A foetus of Kongoni or Coke's Hartebeest (*Bubalis cokei*) had 16 pairs of partly alternating palatal folds which were feebly crenulated, and behind them faint traces of two more were seen. The number of folds is thus smaller than in the Gnu,<sup>1</sup> but greater than in the common Ox.

On the anterior half of the tongue small *papillæ fungiformes* are scattered among the small scale-like *papillæ filiformes*. On the posterior portion of the tongue the *papillæ fungiformes* are larger, but only found laterally among the conical *papillæ filiformes*, not in the central portion where the latter form broad warts. On either side of the base of the tongue there is an irregular partly double row of about 8–9 *papillæ vallatæ*. This number is quite small compared with that of the common Ox but almost similar to that of the Gnu,<sup>2</sup> and several other Antelopes as mentioned in this paper.

### *Cephalophus harveyi keniaë*

possessed about 14 palatal folds which were feebly crenulated. The hindmost was situated on a level with the second premolar.

The *papillæ vallatæ* of the tongue were arranged in two irregular rows on either side. Their number was 10 to 12 on either side, and they did not differ much from the nearest large *papillæ fungiformes*.

The *lobus caudatus* of the liver was three-sided, and *lobus Spigelii* rounded.

The gall-bladder was absent. GARROD stated already 1877 the absence of the gall-bladder in two small members of this genus viz. *Cephalophus maxwelli* and *C. pygmaeus* (= *monticola*). In the year 1903 the present author had the opportunity of making a similar statement about *C. melanorhæus* and *C. ogilbyi*, and 1909 *C. natalensis* was added. Now this species, and the following, viz. *C. abyssinicus hindei* have been found to present the same characteristic, and it is thus probable that all members of this genus in its broadest sense<sup>3</sup> (or at least all the small and medium-sized species) are without gall-bladder. This is a rather remarkable fact, the more so as a well developed gall-bladder is present in other small Antelopes as *Neotragus*, *Rhaphicerus* etc.

The colic spiral of this Red Forest Duiker is rather simple, and all the coils lie in the same plane. Two coils run in a centripetal direction, and one and a half in a centrifugal direction. This condition is found to be more simple than in the foetus which has half a coil more in each direction. These facts prove a simplification of the colic spiral of this species during the ontogenetic development, which indicates that a change in the diet has taken place, and that the ancestors of this animal subsisted on coarser and less easily digested food. A similar condition, viz. that the foetus has a more complicated colic spiral than the adult, has been stated by the present author<sup>4</sup> in *Cephalophus melanorhæus*.

<sup>1</sup> LÖNNBERG: K. Vet. Akad. Handl. Bd. 35. N:o 3, p. 48.

<sup>2</sup> Id. p. 50.

<sup>3</sup> Thus »*Gacrei*, *Cephalophus* and *Sylvicapra*» according to some authors.

<sup>4</sup> Nov. Act. Reg. Soc. Sc. Uppsala 1903, p. 27.

About a buck of *Cephalophus abyssinicus hindei*, shot  $\frac{1}{4}$  at Punda Melia, I made the following short notes. The psalterium is very small. There is no gall-bladder and *lobus quadratus* of the liver is three-sided. The spleen is triangular in outline. The colic spiral consists of  $1\frac{1}{2}$  centripetal and 2 centrifugal coils. These facts were also verified on a young specimen.

This latter had a triangular *papilla incisiva* with the point forward, and the base somewhat convex. There were about 15 palatal folds which were distinctly crenulated, except the two or three innermost. The *papillæ fungiformes* were scattered over the whole upper surface of the tongue, except on the middle of the posterior portion, but they were also found on the lower side near the margin. The *papillæ vallatæ* amounted to 17—18 on either side arranged in irregular double rows.

Concerning the Suni Antelope (*Nesotragus moschatus*) the following notes were made in the field. *Papilla incisiva* is pear-shaped. Not counting the folds surrounding this papilla and two small, almost rudimentary folds nearest behind the same, there are 12 palatal folds which increase considerably in breadth posteriorly. The crenulation of the hind-margin is not much pronounced even on the anterior folds and decreases still more on the posterior ones.

The tongue is covered with *papillæ filiformes* among which only a few *papillæ fungiformes* are scattered. The former increase in size on the posterior portion of the tongue and become wart-like on the central part.

Five well developed *papillæ vallatæ* are arranged in a row on either side of the tongue, and this row is directly continued into a series of *papillæ fungiformes*. Another series of the latter kind of papillæ is directed obliquely towards the base of the tongue and forms an acute angle with the first mentioned series.

The paunch and the reticulum are comparatively large, and the divisions of the former sharply pronounced. The psalterium is about 50 mm. in length with triplicate arrangement of the folds.

The liver is transversely situated. Its maximum transversal breadth is 133 mm. and the maximum vertical diameter of *lobus sinister* about 65 mm. A large three-sided *lobus quadratus* caps the right kidney. The gall-bladder is quite well developed, although it could be suspected that *Nesotragus* should agree with *Cephalophus* in this respect, but that is not the case.

The colon has a well developed *ansa proximalis* and forms  $1\frac{1}{2}$  centripetal, and 2 centrifugal coils in the spiral.

The kidney is about  $3\frac{1}{2}$  cm. and has a smooth surface. It has only one longitudinal papilla.

Some notes on the genital organs of this and some other Antelopes will be found below.

In *Rhaphiceros neumanni* the colic spiral is very simple as it does not display more than one centripetal and one and a half centrifugal coils. An *ansa proximalis* is present but not much developed.

The viscera of a couple of specimens of *Rhynchotragus guentheri wroughtoni* shot

north of Guaso Nyiri <sup>13</sup>/<sub>2</sub> 1911 were preserved and enable me thus to give the following notes.

The paunch is not, even comparatively speaking, large. The width across both sacks is about 12 cm. and the length of either of the subequal sacks is a little more than 11 cm. The dorsal sack is much broader than the ventral, especially if the fundus ends are compared. The fissure between the latter does not appear to be more than about 2 cm. deep, but this depends upon the fact that their walls are connected, and if this connection is removed the fissure is found to be fully  $4\frac{1}{2}$  cm. even exteriorly. The exterior sculpture of the paunch is not very pronounced. On the right side the longitudinal furrow, the posterior transversal furrow (*sulcus coronarius caudalis ventralis*) of the ventral sack, and the anterior transversal furrow are well developed. On the left side the longitudinal furrow is most visible. The interior of the paunch is densely clothed with flat, tongue-like papillæ which are larger in the dorsal sack.

The contents of the paunch consist of remains of leaves and beans of acacias, the latter swallowed whole, although measuring  $14 \times 13$  mm.

The reticulum measures about  $6 \times 5$  cm. The cells of the reticulum which generally have a diameter of 6—8 mm. are bordered by very low septa which more resemble rows of somewhat enlarged papillæ with confluent bases than real septa.

The kidney-shaped psalterium measures 54 mm. in length, 37 mm. in height and 24 mm. in thickness. Compared to the size of the animal this organ is thus quite large, and its longest diameter is not much less than that of the reticulum. The size of the psalterium of this species is quite remarkable, if it is considered that the same organ in the much larger Indian Blackbuck (*Antilope cervicapra*) is  $45 \times 30 \times 25$  mm., in *Cephalophus ogilbyi*  $60 \times 30$  mm.,<sup>1</sup> in *C. natalensis*  $54 \times 35$  mm. in *Rhaphicerus campestris*  $35 \times 20$  mm.<sup>2</sup> In such a small species as *Cephalophus melanorheus* the dimensions of the psalterium are  $25 \times 15$  mm.<sup>3</sup> But in all the species enumerated the reticulum has nearly, or sometimes more than, twice as long diameter as the longest diameter of the psalterium. These facts appear to indicate that the functions of the reticulum and the psalterium are different with regard to their importance to the species mentioned above and to *Rhynchotragus guentheri wroughtoni*.

The psalterium of the latter has about 7 strongly developed primary folds. The secondary folds are low, and tertiary folds are only found as slight traces in a few loculi. The folds are beset with sharply pointed papillæ and extend through the greatest part of the lumen of the organ. It is thus evidently a comparatively powerful organ for grinding and triturating the food-material to facilitate the digestion. The great development of this organ stands probably in connection with the occurrence of this Dikdik in a dry region where during a long time of the year tender vegetable food is not to be obtained. The presence in the ventricle of the acacia-beans mentioned above may also give an explanation of the function of this organ.

<sup>1</sup> LÖNNBERG: Nova Acta Reg. Soc. Sc. Upsala. Ser: III. 1903, p. 4 & 19.

<sup>2</sup> Idem: Ark. f. Zoologi. Bd. 5. N:o 10. 1909, p. 11 & 12.

<sup>3</sup> Idem: 1903, p. 17.



The abomasus has about 7—8 large folds and some smaller folds between. Especially in the posterior portion these folds are strongly undulated. The plicated tract of the abomasus is comparatively long measuring about 9 cm., but even the remaining about  $2\frac{1}{2}$  cm. of the organ are not devoid of plicæ, and there are also some transversally arranged ones. The abomasus of this species is thus well provided with folds.

The spleen is oval  $65 \times 48$  mm. It is quite thin at the free edge, but thick towards the attached side. In this respect, although not in shape, it resembles the same organ of *Cephalophus melanorheus* as figured by the present author.<sup>1</sup>

The liver is divided in two main lobes the right of which is considerably larger,  $78 \times 66$  mm. while the left measures  $76 \times 45$  mm. The Spigelian lobe is rounded, but not prominent. *Lobus quadratus* is three-sided, somewhat curved and sickle-shaped. It caps the kidney.

It is an interesting fact that the gallbladder is very small almost rudimentary in the specimens examined. In this respect *Rhynchotragus* approaches the genus *Cephalophus* among the Antelopes in which the gall-bladder is missing. Some years ago BEDDARD described the anatomy of *Madoqua phillipsi*,<sup>2</sup> but he does not mention anything about the liver and gall-bladder so that it is thus uncertain whether *Madoqua* in this respect differs from *Rhynchotragus* or not.

The duodenal loop is quite short only measuring 3 cm. The length of the small intestine is about 360 cm.

The *cæcum* is long, measuring about 14 cm., and it is wider towards the blind end. The entire length of the large intestine (not counting the *cæcum*) is about 145 cm.

After a short but broad *ansa proximalis* the colon enters the spiral. The latter is different in the two specimens examined. In one which may be regarded as normal there is  $1\frac{1}{2}$  centripetal and two centrifugal coils so that the arrangement is similar to the diagram of *Cephalophus maxwelli* communicated by BEDDARD.<sup>3</sup> In the other specimen the end of the colic loop, representing the last half centripetal and the first half centrifugal coil, has not the regular situation but is so to say bent backwards to the *cæcal* side and has become attached to the mesentery between the recurrent limb of the first centripetal coil and the second centripetal coil. This is, however, most probably an individual anomaly.

BEDDARD has pointed out (l. c. p. 182—184) that the colic spirals of the Ruminants may be referred to two different types. In one of these the centripetal and centrifugal coils are equal in number, and the limb of the spiral which forms the *cæcal* side of the terminal portion is the centripetal spiral. In the other the centrifugal spiral is half a coil longer, and the limb of the spiral which forms the *cæcal* side of the terminal portion is the outgoing spiral. With other words in the first case the last centripetal half coil is bent back upon the preceding centripetal half-

<sup>1</sup> Nov. Acta Reg. Soc. Sc. Upsala 1903. Pl. I, fig. 6.

<sup>2</sup> Proc. Zool. Soc. London 1909, p. 188 and following.

<sup>3</sup> l. c. p. 183.

coil, but in the other the first centrifugal half-coil is bent back on the following centrifugal half-coil. BEDDARD thinks that »there is no common basal form from which might arise either type of spiral». According to him the difference between these two types of colic spirals is thus very fundamental. This appears, however, hardly possible when of nearly related forms one displays the first and another the second type as for instance *Cephalophus dorsalis* and *C. maxwelli* according to BEDDARD, and *Madoqua philippsi* (according to BEDDARD) and *Rhynchotragus guentheri wroughtoni* (as described above). Even if in the former case the animals should not be so closely related as is generally supposed, they cannot stand very widely apart genetically speaking. The same is also the case with *Madoqua* and *Rhynchotragus*. They cannot have very remote common ancestors. »What is wanted», BEDDARD says, »is a simple spiral of a negative character which with further growth might evolve into either type.» Such a primitive form is found in the foetus. In a foetus of this *Rhynchotragus* I have found the colic spiral consist of  $1\frac{1}{2}$  centripetal and  $1\frac{1}{2}$  centrifugal coils.

The kidney of this Dik-dik is short and simple being provided with only a single papilla in the calyx.

A buck of *Gazella granti* had  $2\frac{1}{2}$  centripetal, and 2 centrifugal colic coils.

In a foetus of the same species there can be seen 13 alternating pairs of palatal folds, the three posterior are, however, rather faintly developed.

An Impala buck (*Æpyceros melampus rendilis*) from Guaso Nyiri was found to have a roundish *papilla incisiva* and behind the same about 18 pair of crenulated palatal folds which extended to the interspace between the last premolars.

The *papillæ vallatæ* were about 12 on either side in two somewhat irregular rows. The *papillæ fungiformes* were scattered on the sides of the tongue.

The colon had 3 centripetal, and  $2\frac{1}{2}$  centrifugal coils.

The Gerenuk (*Lithocranius walleri*) has long hairy lips very similar in appearance to those of the Giraffe. The comparatively very long palate is provided with not less than 23 palatal folds which are only little crenulated. They extend backwards to opposite the second premolar. A simple row of 6 to 9 *papillæ vallatæ* parallel to the edge of the tongue is seen on either side. Some of them are, however, similar to the neighbouring *papillæ fungiformes*.

The paunch of the Gerenuks which I shot contained leaves and some small resinous fruits, or berries which grew on a bush.

The *psalterium* was small and contained only a single system of folds. This organ is thus very simple, almost less complicated than in the small Duikers<sup>1</sup> (*Cephalophus*).

The liver of an adult male Gerenuk measured  $19 \times 11$  cm. The left lobe had a breadth of 9 cm. *Lobus caudatus* was three-sided and capped the kidney. The Spigelian lobe was rounded, thus of the »oviform» type. The gall-bladder was small and did not reach the free edge of the liver.

<sup>1</sup> Conf. LÖNNBERG: Material for the Study of Ruminants. Nova Acta Reg. Soc. Sc. Upsala. Ser. III. 1903, p. 18 & 19.

The spleen was about elliptical measuring  $15\frac{1}{2}$  cm. in length by 9 cm. in breadth. It differed thus considerably in shape from the triangular spleen of *Ovis*, *Capra*, *Antilope*, *Cephalophus* etc.

The colon was very little complicated. After a short *ansa proximalis* follow  $1\frac{1}{2}$  centripetal, and  $1\frac{1}{2}$  centrifugal coils before the peripheric coil in connection with the jejunum is formed.

The whole of the digestive apparatus is thus very simple in the Gerenuk, and this stands evidently in connection with the remarkable adaptation of this animal which enables it to secure tender leaves, berries etc., and thus obtain food-material which is comparatively easily digested in spite of the aridity and general barrenness of its native country, at least during a great part of the year.

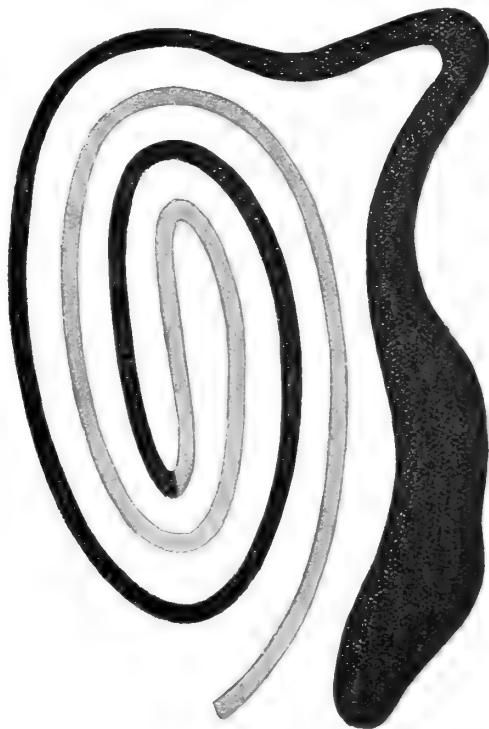


Fig. 1. Diagram of the colic spiral of *Lithocranius walleri*.

A Waterbuck (*Cobus ellipsiprymnus canescens* LÖNNBERG) had a *papilla incisiva* which was rounded behind and situated on a broad anterior callosity of the palate. Behind this a narrow palatal fold extended across the whole palate, but the following 8 on one side, and 9 on the other, alternated and occupied only half the breadth of the palate, although those of the left side extended somewhat across the mesial line. These were all crenulated. Between the anterior premolars a last continuous and arcuate fold extended across the whole palate. The tongue was provided with about a dozen *papillæ vallatæ* on each side arranged in two rows. *Papillæ fungiformes* were rather numerous on the upper surface on the tongue as well.

The *psalterium* was triplicate.

The dimensions of the liver were  $31 \times 21$  cm., and both the main lobes were of about equal size. *Lobus caudatus* capped the kidney and *lobus Spigelii* was tongue-shaped.

The spleen was exactly twice as long as broad,  $42\frac{1}{2} \times 21$  cm., rounded at both ends, one of which was a little broader than the other.

The colon formed an *ansa proximalis* before it entered the spiral which consisted only of  $1\frac{1}{2}$  centripetal and 1 centrifugal coil after which it, in connection with the jejunum, made a peripheric coil.

The kidney was exteriorly smooth but consisted of several pyramides.

An Eland (*Taurotragus oryx pattersonianus*) had, according to notes made in the field, the papillæ of the paunch broad and large. The contents of the ventricle were as well leaves and twigs as grass. The psalterium was triplicate with slight indications of a fourth series.

The dimensions of the liver were about  $52 \times 25$  cm. The breadth of the two main lobes was about 21 and 26 cm. resp. *Lobus caudatus* is large and broad, about tongue-shaped with the dimensions  $15 \times 9$  cm. The gallbladder is large hanging entirely outside the edge of the liver, about 10 cm. from the main fissure.

The spleen is thin about tongue-shaped in outline with the dimensions  $39 \times 13$  cm. Its shape may thus be termed almost taurine, and it differs widely from the triangular spleen of the Ovine group and of some Antelopes (e. g. *Antilope*, *Cephalophus* etc.), or the short elliptic primitive shape.

The colic spiral consisted of  $3\frac{1}{2}$  coils in either direction. It is thus well developed which was to be expected in such a large animal which, at least partly, must be contented with coarse food.

The kidney was quite smooth without any trace of exterior lobulation.

The Somali Giraffe (*Giraffa c. reticulata*) has a pentagonal *papilla incisiva* with the base anteriorly, and the opposite angle behind. On the sides of this papilla and close behind the same the palatal folds are irregular and divided into irregular lobes or flat warts. Further behind, however, the palatal folds soon become plainly developed. Already the third behind the *papilla incisiva* is rather evident, and from the fourth and backwards they become gradually broader and longer. They have all of them a lobulated posterior margin. These lobules are broad and thick on the anterior folds, but become more pointed and thinner behind. About 15 folds can be discerned, the 10 anterior of which may be said to have thick and short lobules, although the change to those with thin, pointed ones is gradual. Between the 10 anterior folds one, or sometimes two rows, of larger or smaller papillæ are intercalated. The five posterior pairs of folds are more distant from each other, partly as much as 2 cm., obliquely arranged, almost alternating, with sharply pointed lobules. Those of the last palatal fold end just in front of the foremost premolar. The anterior portion is partly, the posterior entirely pigmented.

The conical papillæ covering the inside of the buccal tract are very large. On

a level with the five posterior palatal folds they measure 2 cm. in length but decrease in size and number opposite the beginning of the molar series.

The anterior portion of the tongue is twice as long as the posterior and very densely covered with conical papillæ. At the edge of the lower side of the anterior portion as well as on the lateral surfaces of the basal portion *papillæ fungiformes* are seen.



Fig. 2. Palate of *Giraffa camelopardalis reticulata*.

The dimensions of the liver of this Giraffe-bull were  $50 \times 32$  to 28 cm. *Lobus caudatus* was rather small but overlaps the kidney. No gall-bladder was developed.

The spleen was rather elongate, very different in shape from the broadly oval spleen of a Giraffe which I have had the opportunity of examining in the Zoological Museum of Upsala and which I always have considered as normal and therefore used for comparison in my various papers on Ruminants.<sup>1</sup> The length of the spleen of

<sup>1</sup> f. i. »On the soft Anatomy of the Muskox (*Ovibos moschatus*), Proc. Zool. Soc. London 1900.

this Somali Giraffe was 50 cm., and its breadth at the middle where it is widest was 18 cm. but it tapered towards both ends.

The cæcum was very long and had the fundus-end rather pointed. Ten half-coils were counted across the colic spiral.

### The male organ of some Ruminants.

The structure of this organ has been described from quite a number of *Artiodactyla* by GARROD, GERHARDT and the present author.<sup>1</sup> In the following I am, however, able to add some notes on this organ of some species which have not been known in this respect before and among them are also certain species of particular interest as African Buffalo, *Oryx* and *Lithocranius*.

In the subfamily *Bovinae* this organ is described from the common Ox, from the Yak (LÖNNBERG 1909), and from Anoa (LÖNNBERG 1903). In *Buffelus caffer radcliffei* the penis is decidedly taurine in its appearance (Pl. 1, Fig. 5) with *processus urethralis* reduced to complete absence. The urethra opens with a comparatively wide orifice on the lower side of the tip of the male organ which gradually tapers towards the end. The swelling, or cushion which as a rule is found chiefly on the right side of the penis-end is strongly developed and extends from the right side all over to the left with increasing thickness, and ends there rather abruptly as the figure shows (conf. Pl. 1, Fig. 5). Anteriorly, however, this cushion tapers as well as the penis itself, and the whole organ is therefore somewhat more pointed than that of *Poephagus*, but not so compressed from the sides.

The male organ of *Connochætes albojubatus* is very simple in its structure. It is somewhat compressed from the sides, tapers a little, but ends with a blunt point. There is no swelling, or cushion around the penis-end, and there is no *processus urethralis* whatever (conf. Pl. 1, Fig. 6). The urethra curves upwards on the left side about a centimetre from the tip, and its slit-like orifice opens about 3 mm. behind the tip. The upper end of the opening is on a level with the upper contour of the organ. This curving upwards of the urethra on the left side is thus the only remnant of the original spiral twist of this organ exhibited by more primitive *Artiodactyla*. On the whole the penis of the Gnu can be said to be of taurine type, but more simple even than that by the absence of any swelling. It agrees better still with GARROD's figure<sup>2</sup> of *Damalis pygarga*, although the *papilla urethræ* shown by the latter is still more reduced in the White-bearded Gnu. In the figure quoted no terminal swelling, or cushion is to be seen, and the absence of such a one may therefore be characteristic to the subfamily *Bubalidinae* which thus has gone further in reduction of this organ even than *Bovinae* in which the cushion is retained.

<sup>1</sup> References to the principal literature are found in a paper by LÖNNBERG in Ark. f. Zoologi. Bd. 5. N:o 10. Stockholm & Uppsala 1909.

<sup>2</sup> Proc. Zool. Soc. 1877, p. 11, Fig. 22.

In the subfamily *Cephalophinæ* the *processus urethralis* usually is of considerable length extending a great deal beyond the tip of the penis as already GARROD stated about *Cephalophus maxwelli*, and the present author about *C. melanorheus* (1903) and *C. natalensis* (1909).

In a specimen of *C. (Sylvicapra) grimmia* I found the *processus urethralis* to be quite short.<sup>1</sup> Unless this specimen was anomalous the species mentioned is quite unlike *C. (S.) abyssinica hindei* of which species I had the opportunity of obtaining a specimen myself at Punda Melia, British East Africa. In the penis of the latter the spiral twisting is very pronounced, the cushion well developed, and the *processus urethralis* very long, thread-like and extending fully 16 mm. beyond the end of the penis. The male organ of this Duiker exhibits thus a very primitive form.

For the subfamily *Neotraginæ* I have only one additional statement to make viz. concerning the little Suni Antelope (*Nesotragus moschatus*). Its male organ is somewhat spirally twisted but, like the same organ of *N. livingstonianus*, it has no urethral prolongation.<sup>2</sup> As *Rhaphicerus*, as well, does not have its urethra prolonged beyond the tip of the penis this may be the usual condition in this subfamily, although GARROD's description of *Ourebia nigricaudata* proves that in some cases the reduction of the urethral prolongation is less complete. In all cases the organ is slender, and the cushion is only little, or not at all developed.

The shape of the penis of *Kobus defassa* and *Redunca arundinum* have been described before (resp. 1903 and 1909). At this opportunity may be mentioned that in *Kobus ellipsiprymnus canescens* this organ is very similar to the same of *K. defassa*.<sup>3</sup> It is entirely black pigmented. The cushion is strongly developed and bent down at the tip. The urethra curves abruptly to the left and from below upwards. *Processus urethralis* has a length of about 24 mm.

The penis of *Æpyceros melampus* (subsp. *rendilis*) is very simple. It does not taper gradually towards the tip but ends bluntly. In one specimen the tip is rounded off, in the other a little more conical. The swelling, or cushion is only little developed and not abruptly prominent. It is chiefly visible on the right side and there more pronounced near the lower than the upper surface. The urethra is not turned over to the left as usual but projects almost in the median line and bends there upwards. The free portion which rather deserves the name *papilla* than *processus urethralis* is only about 5 mm. in length (conf. Pl. 1, Fig. 7).

In the Gerenuk (*Lithocranius walleri*) the penis is slender. The end which is sparsely mottled with dark pigment is surrounded with a cushion which does not rise abruptly over the surface of the organ but constitutes its blunt end. The urethra is comparatively wide and appears to be quite straight, while the cushioned penis-end itself is a little turned to the right and projects about 2 mm. beyond the truncate end of the urethra (Pl. 1, Fig. 8). The latter is not attached to the penis all the way to the orifice, but the last two millimeters are independent and form a kind

<sup>1</sup> Conf. l. c. 1909. Pl. 3, Fig. 2.

<sup>2</sup> For a figure of the latter see Ark. f. Zoologi. Bd. 5. N:o 10. Pl. 4, Fig. 4.

<sup>3</sup> Conf. LÖNNBERG 1903 l. c. Pl. 1, Fig. 4.



of *papilla urethralis* which, however, rests in a groove on the lower side of the organ. The reduction of *processus urethralis* is thus complete, but if it is assumed that a similar reduction would take place in an organ shaped like that of a Gazelle (e. g. *G. rufina* as figured by the present writer<sup>1</sup>) the result would be exactly such as now has been described and figured (Pl. I, Fig. 8) for the Gerenuk. Although the penis-end of the Gazelles and the Gerenuk at the first look appear to differ, this difference is not at all fundamental, nor does it speak against the affinity of these animals.

Such a shape of the male organ as that found in the Impala might also as a result of reduction and simplification easily be derived from the type exhibited by the Gazelles. This organ does accordingly not support Pocock's view that the Impala should form a separate subfamily<sup>2</sup> of its own which the author quoted places between *Cervicaprinæ* and *Tragelaphinæ*. It is readily admitted that a characteristic resulting from reduction is no strong proof of relationship, but a comparison of the male organ of the Impala with that of a Waterbuck or a Bushbuck on one hand, and with that of a Gazelle on the other will plainly show that while a derivation from the latter is quite easy to understand, a derivation from the Waterbuck is difficult and from a Bushbuck hardly possible.

From the subfamily *Hippotraginæ* already GARROD has described the male organ of one of its representatives viz. *Addax*. The corresponding organ of a specimen of *Oryx beisa annectens* obtained by the present author is very similar. The organ is compressed from the sides and tapers somewhat in front (Pl. I, Fig. 9). The spiral twisting is very pronounced. The urethral portion which is thick, 5—6 mm. in diameter ascends from the lower side obliquely forward to the upper on the left side. It is sunk in a corresponding groove to which it is attached until it reaches the upper surface. It continues then, bending over towards the right side, still resting in the groove but free, and extends forward beyond the tip of the other portion of the penis which is formed by the cushion. The latter is on the left side seen in front of the ascending urethral portion. The distal free part of the urethral portion tapers gradually to its free end, but it does not become filiform, measuring as a minimum a little less than 3 mm. at the orifice. The distance from the extreme tip of the cushion below the free urethral portion and to the orifice of the latter is about 11—12 mm. The type of male organ found in *Hippotraginæ* as represented by *Addax* and *Hippotragus* is thus, as can be judged from this, more primitive and less reduced from the original Traguline, resp. Suine type than in other *Cavicornia*.

Before our knowledge about the male organ of the *Ruminantia* comprised as many different species as now, it has been suggested that there should perhaps be some correlation between the size and bulk of the animal, and the shape of its penis. Against such a supposition the present author has pointed out (1909) that even in quite small antelopes like *Nesotragus* the shape of this organ can be of 'bovine' type. The presence of a penis type like that described above in such a big antelope as *Oryx* gives a further proof that no such correlation exists.

<sup>1</sup> Nova Acta Reg. Soc. Sc. Upsala 1903. Pl. I, Fig. 3.

<sup>2</sup> Proc. Zool. Soc. 1900, p. 918.



Finally it may be mentioned that the male organ of a Somali Giraffe (*Giraffa camelopardalis reticulata*), as could be expected, closely resembles the figure of the same organ of »the Giraffe» (probably the Nubian) which GARROD has communicated in Proc. Zool. Soc. 1877, p. 11, Fig. 23. The *processus urethralis* is perhaps comparatively a little more slender.

### The structure of the uterus of some Antelopes.

A few years ago the present author had the opportunity of stating<sup>1</sup> that GARROD's division of the Ruminants according to the structure of the uterus into two groups viz. *Oligocotyledontophora* comprising *Cervidæ*, and *Polycotyledontophora* including *Bovidæ* and *Giraffidæ*,<sup>2</sup> was not upheld by certain facts obtained from the dissection of some Antelopes. *Redunca arundinum* was found to possess only about 18 cotyledons in either cornu disposed in two rows. *Cephalophus ogilbyi* had also a smaller number of cotyledons than the *Polycotyledontophora*, according to GARROD, ought to have.

To this may now be added some new facts. *Gazella granti* has about 60 cotyledons in either cornu where they are disposed in four rows.

In a gravid specimen of Impala (*Æpyceros*) the two cornua were very different inter se. The right cornu, which contained the foetus and which already was strongly distended by the same, was provided with a little more than 40 cotyledons in four rows. As these rows partly were a little irregular the exact number of each is not quite easy to tell, but there appeared to be about 12 cotyledons in each of two of the rows and about 9 in each of the two others. The other cornu was also enlarged because the foetal membranes extended into it as well, and it partook thus in the nutrition of the foetus. The number of cotyledons was 12 disposed in four rows of 3 each. They were subequal and of large size.

A gravid female of Suni Antelope (*Nesotragus moschatus*) shot at Meru boma  $\frac{1}{2}$  1911 had comparatively few cotyledons. The right cornu, in which the foetus was situated, had 17 cotyledons of comparatively large size and arranged in four rows, containing resp. 4, 5, 4 and 4 cotyledons. The other (left) cornu did not contain but 6 cotyledons in all, in connection with the foetal membranes. They were arranged in two longitudinal series of 3 each. The middle one of either series was much the largest, and the one nearest to the oviduct the smallest.

A specimen of WROUGHTON's Dik-dik (*Rhynchotragus guentheri wroughtoni*) shot  $\frac{14}{2}$  on the northern bank of Guaso Nyiri was gravid and displayed quite interesting conditions of the uterus. The right cornu, in which the foetus was developed, had a great number of cotyledons about 56, but they were not regularly arranged. A lateral, rather regular series of cotyledons could be discerned, and in another place one, or two rows of cotyledons could be seen, but the greater number was partly

<sup>1</sup> Contrib. to the knowledge of the Anatomy of Ruminants. Ark. f. Zool. Bd. 5. N:o 10. 1909, p. 9.

<sup>2</sup> When WEBER wrote the valuable manual »Die Säugetiere» (Jena, 1901) he held the same opinion as GARROD writing: »die Zahl der Kotyledonen ist aber eine geringe bei Cervidæ, eine grosse bei Cavicornia und den Giraffen» (l. c. p. 666).

scattered, partly crowded in groups without any order. The foetal membranes entered into the other (left) cornu as well, and 15 cotyledons arranged in four rows could be counted there. One of these rows was rather suppressed consisting only of 3 somewhat smaller cotyledons.

In another specimen of the same kind of Dik-dik with a bigger foetus the arrangement of the cotyledons was much more regular. Four rows could very plainly be discerned in the right cornu, which contained the foetus, even if there were some cotyledons scattered outside the regular series. 57 cotyledons were counted in this cornu. In the other (left) cornu the strongly enlarged 15 cotyledons completely filled the lumen, and they were so crowded that it was difficult to discern any regular rows. The foetal membranes extended into this cornu as well so that it plainly contributed to the nutrition of the foetus.

In still another specimen of Dik-dik the condition of the uterus was found to be somewhat different. In the right gravid cornu the arrangement of the cotyledons was irregular, although on both sides there was a tendency of their forming series. The number of cotyledons amounted to about 38—40, perhaps not fully as many. In the other (left) cornu as well, the cotyledons were enlarged and in connection with the foetal membranes. They were regularly arranged in four rows and also there about 38 in all. The fact that in this specimen as well as in one of the others the cotyledons of the gravid cornu were not regularly arranged in rows may be explained as a result of unequal growth when the cornu became expanded by the foetus. It is more strange that the non gravid cornu contained as many cotyledons as the gravid one when this was not the case in the two other specimens. It might perhaps be guessed that this has been caused by the simultaneous pregnancy of both cornua at the first conception and their equal development as a result of this, while in the two others one cornu (the right) has become gravid, and in consequence of this only that has been especially enlarged. For such an explanation may speak the fact that the combined number of both cornua is pretty similar in both cases about 76 and about 72. But another explanation may be quite as probable, and this will be set forth below.

A gravid specimen of Red Forest Duiker (*Cephalophus harveyi kenice*) shot near Nairobi in March had 18 rather large cotyledons in the right cornu which contained the foetus. They sat partly at some distance from each other, but 4 rows could be discerned with resp. 4, 4, 4 and 5 cotyledons. The other left cornu had only half the number (9) of cotyledons which appeared to form three series with resp. 4, 2 and 3. This small number of cotyledons corresponds with the condition found by the present author in *Cephalophus ogilbyi*<sup>1</sup> in which the cornu containing the foetus had 22 and the other only 8 cotyledons.

The gravid uterus of an Eland cow (*Taurotragus oryx pattersonianus*) had a great number of cotyledons in the long right cornu which contained the foetus. About 53 could very plainly be counted, and they were arranged in four rows of resp. 15, 12, 12 and 14 cotyledons. The other cornu is also long and occupied by the foetal

<sup>1</sup> Ark. f. Zool. Bd. 5. No 10, p. 10. 1909.

membranes which stand in connection with the cotyledons there as well. The latter are almost as numerous as in the cornu with the foetus. They are arranged in four rows consisting of resp. 12, 10, 9 and 11 cotyledons.

To obtain a review of our present knowledge about the structure of the uterus of the *Cavicornia* as far as the number and arrangement of the cotyledons are concerned the accompanying table has been prepared from the literature and these investigations.

	Number of cotyledons		
	in gravid cornu	in non gravid cornu	total
<i>Bovidae: Bovinae: Bos taurus</i> (fide FRANCK) . . .	40—56 (65)	40—56	80—112 (130)
	in four rows	in four rows	
<i>Caprinae: Ovis aries</i> (fide ELLENBERGER & BAUM)	44—48	44—48	88—96
	in four rows	in four rows	
<i>Capra hircus</i> " " "		Similar to <i>Ovis</i>	
		»As in <i>Ovis</i> »	
<i>Rupicaprinae: Rupicapra rupicapra</i> (GARROD) . .			
<i>Tragelaphinae: Taurotragus oryx pattersonianus</i>	53 in four rows	42 in four rows	95
<i>Antilopinae: Gazella granti</i> . . . . .	about 60 in four rows	about 60 in four rows	about 120
<i>Æpyceros melampus</i> . . . . .	about 40 in four rows	12 in four rows	52
<i>Cervicaprinae: Redunca arundinum</i> (LÖNNBERG 1909) . . . . .	18 in two rows	about 14	about 32
<i>Neotraginae: Nesotragus moschatus</i> . . . . .	17 in four rows	6	23
<i>Rhynchotragus guentheri wroughtoni</i>	in 2 specimens: 56—57 in four rows	15 in four rows	71—72
	in 1 specimen: about 38 rather irregular	38 in four rows	about 76
<i>Cephalophinae: Cephalophus ogilbyi</i> (LÖNNBERG 1903) . . . . .	22 in four rows	8 in three rows	30
<i>Cephalophus harveyi keniae</i> . . .	18 in four rows	9 in three rows	27
<i>Bubalidinae: Connochaetes gnu</i> (LÖNNBERG 1901)	about 70 in five rows	about 70 in five rows	about 140
<i>Damaliscus pygarga</i> (fide GARROD)		very many	

If the domesticated animals are excepted, only a small number of specimens have been examined with regard to the present question, in most cases only single individuals of each species. It is therefore, of course, not possible to draw any general conclusions from so few facts, except that GARROD's statement about the *Cavicornia* being »*Polycotyledonalia*» is not supported. The number of cotyledons varies very considerably within the group from a total number of about 140 in the White-tailed Gnu to only 23 in the Suni or Zanzibar Antelope. The total number of cotyledons does not stand in any direct relation to the size of the animal. The small Dik-dik has, for instance, a greater number, not only than the Duikers (*Cephalophus ogilbyi* and *C. harveyi keniae*), but also than the Reedbuck and the Impala; and the Grant's Gazelle has more than the Eland. But on the other hand the largest antelopes have, as far as is known, as a rule, a at least comparatively large number (conf. Eland and Gnu) of cotyledons.

With regard to the number of rows in which the cotyledons are arranged *Redunca* occupies an isolated position with only two rows. *Connochætes* has five, and all the others four.

With regard to the number of cotyledons found in each cornu of the uterus two different types can be discerned. In one the number is subequal in both cornua as in Eland, Grant's Gazelle, Reedbuck, and White-tailed Gnu. In the other type the number of cotyledons in one cornu is twice, or more than twice, as large as in the other. This condition has been found in Impala, Suni Antelope, Wroughton's Dik-dik (in the greater number of cases), Ogilby's Duiker, and the Red Forest Duiker. When this latter condition prevails it is, of course, the gravid cornu which contains the greater number of cotyledons. The question arises now whether such a condition with unequal number of cotyledons in the two cornua is a constant character, or not. Against its being constant speaks the fact that in one Dik-dik out of three the number was equal, in the two others unequal, but on the other hand in four other additional species the number was found to be unequal. If the latter condition should be normal and constant in some species of Antelopes, it could be concluded that in such species only one cornu, viz. the one with the greater number of cotyledons would be normally pregnant. This appears perhaps at first somewhat strange but this impression will disappear if the observed facts are studied more closely. All Antelopes of which I have obtained gravid specimens for this investigation — even those with a subequal number of cotyledons in both cornua — have had the foetus in the right cornu. The same was after reexamination also found to be the case with a *Cephalophus ogilbyi* and a *Redunca arundinum*. This proves that among Antelopes generally it is at least more usual that the right cornu becomes gravid than the left. For the same may also speak that in a not gravid Grant's Gazelle the right cornu was larger than the left. In ELLENBERGER and MÜLLER's manual it is stated that in common cattle in 60 percent of cases it is the right uterine cornu which contains the foetus, although in these animals both cornua have a subequal number of cotyledons. The prevalence of the right cornu, as mentioned above, stands naturally in connection with the fact that in Ruminants it is less pressure (from the paunch) and more space for the growth of the gravid uterus on the right than on the left side of the abdominal cavity. Considering all this, it does not appear at all impossible that in some species it has become quite a constant feature that only the right cornu is the one in which the foetus normally is developed, and as a result of this, the functions of the left are diminished, and the number of its cotyledons consequently reduced.

If this hypohese is correct the above mentioned specimen of *Rhynchotragus guentheri wroughtoni* with a subequal number of cotyledons in both cornua would exhibit rather an anomaly for the species, although it represents the original state of affairs. Such an anomaly would then be explained by assuming that in this individual the left cornu contrary to the rule had been impregnated at the first conception, and consequently developed when the animal for the first time became gravid.

In later periods of gravidity the right cornu, as usual, has become impregnated as the condition in which it was found proved.

Since it had been stated that in several species of antelopes the right uterine cornu evidently has overtaken the chief function, and the left, even if it still contributes to the nourishing of the foetus, has become to a certain degree reduced, it appeared to be of interest to investigate whether this reduction also has been extended to other parts of the genital apparatus. For that purpose the ovaries of some antelopes were measured and the following results obtained.

	Left ovary	Right ovary
Pattersons Eland . . . . .	13 × 15 mm.	16 × 18½ mm.
Grant's Gazelle . . . . .	12 × 10 »	12 × 11 »
Impala . . . . .	12 × 16 »	13 × 13 »
Wroughton's Dik-dik . . . . .	8 × 6 »	8 × 5 »
	6 × 5 »	7 × 5 »
Ogilby's Duiker . . . . .	13 × 8 »	12 × 11 »
Kenia Duiker . . . . .	12 × 8½ »	10 × 6 »

As can be seen from this, these measurements do not give any satisfactory proof that the left ovary has been subjected to any reduction.

### Notes on the anatomy of the Warthog.

On a pig of Warthog (*Phacochærus* sp.) obtained near Escarpment station, Brit. East Africa the following observations have been made. The specimen measured about 36 cm. from snout to vent, but had, in spite of its small size, the intestinal canal entirely filled with vegetable matter, and no trace of any milk could be detected. It will appear from this that these pigs suck only for a comparatively short period of their early youth.

The general arrangement of the palatal folds of this animal is somewhat similar to that of the domestic Pig as figured by G. RETZIUS.<sup>1</sup> The number of folds or pairs of folds is about 23. They are not perfectly transverse as in the domestic Pig. In the anterior portion of the palate each fold is curved with the convexity on the front side, and with the lateral and mesial ends curved backwards. The posterior folds become gradually straight, but they are a little obliquely arranged so that the lateral end is behind the level of the mesial end. The three hindmost folds are not continuous but formed by a series of papillæ.

The *papillæ filiformes* of the tongue are minute, except at the base of the organ behind *papillæ vallatæ* where they are large and conical. The *papillæ fungiformes* are very numerous and scattered over the whole of the upper surface of the tongue

<sup>1</sup> Biol. Untersuch. N. F. Bd. XIII. Taf. XXXVII.

except on a central area, just as in the domestic Pig. On the anterior portion they are very small, but increase in size laterally and behind. They are especially densely crowded along the margin at the middle of the tongue<sup>1</sup> and extend on the posterior portion also to the lateral surfaces. There is one large *papilla vallata* on either side of the base of the tongue, just as in the Pig, and in this region a number of comparatively big *papillæ fungiformes* are found as well. On the lateral surface of the base of the tongue a *papilla foliata* is found. It presents five slits on one side, on the other it is more irregular.

The salivary glands are similar to those of the domestic Pig.

The large epiglottis was at the dissection found to rest on top of *velum palatinum*. At the back of the beginning of the oesophagus is a comparatively wide *bursa pharyngea* as has been found in *Sus* and *Babirussa*, and which thus appears to be characteristic of *Suidæ*.

The larynx is comparatively large, and compressed from the sides so that the thyreoid cartilage is provided with a distinct ventral keel. There is no *foramen thyreoidium* and no *cornu anterius*. The cricoid is broad behind, and especially its anterior portion is thick, but it becomes gradually thinner in its posterior parts. The arytenoids are united by rather long santorinian cartilages. Both upper and lower vocal cords are well developed and directed obliquely downward. The slit between them opens into a *ventriculus Morgagni* which, just as OWEN<sup>2</sup> describes for the domesticated Pig, »is continued upward into an oblong flattened sacculus».

The division of the lungs is similar to GARSON'S description of the condition found in *Porcula*. Not counting the azygos lobe between the heart and the diaphragm there are three lobes on the right lung as also OWEN has found in the Warthog. The foremost of these is subdivided, and the anterior portion hooks around to the left side in front of the heart, the right auricle of which it covers. The left lung has two lobes the anterior of which is subdivided in an anterior longitudinal and a posterior dorsiventral portion.

The *thyreoidea* is a solid bean-shaped body which is compressed from the sides.

When the abdominal cavity is opened, the colic coils are seen to occupy the greatest space. The ventricle and the spleen are visible on the left side behind the diaphragm and the liver on the right side. The coils of the small intestine lie in the hindmost portion of the abdominal cavity and on the right side.

The ventricle, although distended with vegetable matter, appears to be comparatively small. At *cardia* is a rather thick valve. The recurved pouch at the left end of the ventricle is well defined by the deep fold, or septum which extends into the lumen of the ventricle from the oesophageal side. The walls of the ventricle are rather thin except in the pyloric portion in which there are also some longitudinal folds. One of these, situated on the side of the lesser curvature is thicker than the

<sup>1</sup> Something similar has been stated by GARSON (Proc. Zool. Soc. London 1883, p. 414) in *Porcula* as he says that the fungiform papillæ »are aggregated in a row along either side of the tongue». *Papillæ foliata* are not mentioned in the description quoted.

<sup>2</sup> Comp. Anatomy of Vertebrates III, p. 594.

others and corresponds to the »oval protuberance» in *Sus* (OWEN) and the »oval pad» in *Porcula* (GARSON), but it is about three times as long as broad. Together with the strong *sphincter pylori* it has, of course, the function of occluding the pylorus from the small intestine which in its beginning portion is very wide.

The spleen is not so narrow as in *Sus*. It is about three times as long as broad. The left or lateral end is narrowed to a blunt point; the mesial, or right, end which generally is a little broader, is somewhat curved forward, and it tapers less. The parietal surface of the spleen is flat, but the visceral surface is broadly keeled so that the organ has a triangular section. This keel fits in between the ventricle and the coils of the colon; and the pointed left end of the spleen fits in between the ventricle and the anterior end of the left kidney.

The liver is divided in four main lobes; the two central lobes are subequal, or the right perhaps a little larger. The left lateral lobe is broader, but thinner than the right lateral. The caudate lobe caps the right kidney which makes such an impression upon it that it might nearly be termed forked, and the ventral prong of this fork is quite thin and pointed. This lobe is thus more complex than in *Sus*.

The gall-bladder is well developed, and its fundus end nearly reaches the margin.

*Vena cava* passes through the substance of the liver (unlike the condition found in *Porcula* according to GARSON).

The small intestine runs from the pyloric tract backwards on the right side and is partly attached to the ventral surface of the right kidney which it passes. The posterior end of the loop is firmly attached to the rectum in the sacral region. It returns then forward on the left side of the root of the mesentery on the median side of the left kidney and reaches the pyloric tract again where it is connected as well with the commencement of the duodenum as with the colon. The continuation of the small intestine from this point is laid into numerous coils on the right side of the abdominal cavity which are seemingly irregular, but, if they are more closely examined, these coils are found to run chiefly transversely to the axis of the body in the anterior portion and then more longitudinally. In consequence of the shortness of the mesentery the intestine is, however, forced to form many curves and bend in different directions. The small intestine has everywhere a rather wide lumen.

The cæcum is situated just in front of the pelvis, with the blind end directed towards the right side in the groin. The small intestine enters from the right on the anterior surface of the cæcum with which its terminal portion is connected with a mesentery. The cæcum is sacculated three or four times on its ventral surface (Pl. 2, Fig. 1). It is rather short but wide, somewhat tapering towards the blind end so that the general shape is bluntly conical. A band of muscular fibres is seen on the, when in situ, dorsal side, and others partly radiating on the anterior side which is directed towards the colic spiral and the coils of the ileum. The small intestine protrudes with a tubular mouthpiece deeply into the lumen of the cæcum (Pl. 2, Fig. 2), and transverse folds extend from this tube in both directions across about a third of the lumen of the cæcum. On the colic side of these folds and the protruding end of the ileum a large and wide pocket opens into the lumen of the



cæcum (Pl. 2, Fig. 2), and the walls of this pocket are partly attached to the terminal piece of the ileum on its mesial side. The opening of the ileum is directed obliquely against the colon, but the passage from the cæcum to the colon is very effectively occluded by not less than three constrictions which each of them only leave a narrow opening (Pl. 2, Fig. 2). Between these three constrictions the lumen widens very considerably so that wide pockets are formed between the narrow passages. At the latter the mucosa is laid in longitudinal folds by which the lumen is still better closed. These pockets and constrictions correspond to colic haustra which have become more strongly developed and specialised. The colon forms a spiral the coils of which are quite closely connected and pressed to each other (Pl. 2, Fig. 1) but which in consequence of the large size of its constituents is very big. From the cæcal tract the colon runs forwards on the left side below the kidney to behind the ventricle. From there it returns backwards on the right side and becomes visible on the (ventral) surface of the spiral near the cæcal tract when the first coil is nearly complete. In the second coil the forward ascending limb also soon disappears below other coils<sup>1</sup> and the only superficially visible portion of this coil as well, is behind, just before the second round is completed. The third and last centripetal coil has an altogether superficial situation. The same is the case with the first and second centrifugal coils (the latter is the most peripheric) but the forward on the right side ascending limb of the third centrifugal coil disappears below the surface and completes its turn with rapidly diminished diameter. A fourth and a fifth centrifugal coils with still smaller diameter encircle the root of the mesentery before the large intestine runs backwards as rectum. From this description and the figure communicated (Pl. 2, Fig. 1) it may be seen that the colic spiral of the Warthog is flatter and wider than that of *Sus* and it may be regarded as enlarged and more specialised which also is born out by its structure in details.<sup>2</sup>

The colon of this young Warthog is very strongly sacculated, and the folds between the *haustra* very often cut off the greater part of the lumen of the organ. This sacculatation is well developed on all the centripetal coils, and also on the three and a half first centrifugal coils. In consequence of this arrangement the contents of the large intestine can be retarded in their passage through the organ and retained as long time as is necessary for the digestive process.

The dentition of the Warthog is more specialised than in any other member of the family *Suidæ* and adapted to grind coarse vegetable matter. The development of the colon as described above is evidently also an adaptation to the same kind of a diet. As the stomach is comparatively small it is probably of comparatively less importance for the digestion. The small intestine is wide to facilitate the passage of the coarse food-material, but it is not especially elongated. It is thus chiefly entrusted to the colic portion of the intestine to prepare the food in such a way that its di-

<sup>1</sup> if seen from the ventral surface.

<sup>2</sup> I have regarded the point where the star-mark is seen in the Fig. 1 (Pl. 2) as the turning point of the spiral, but it is quite a matter of taste to remove this point half a turn further upward in the figure. According to the situation of the coils the turning point appeared, however, to be at the place mentioned.



gestible parts can be utilised. With its numerous folds which increase the working surface and which at the same time are able to retard the passage of the food the large intestine forms a kind of chemical laboratory.

The kidney of *Phacochærus* has already by GERHARDT<sup>1</sup> been stated to resemble that of *Sus* and to have several calyces and papillæ. On a longitudinal section through the left kidney of this specimen five independent papillæ are seen. The exterior surface is smooth.

The male organ of this specimen is thin and simple. It does not show any spiral twist at the end as in the domestic Pig. The urethra projects only as a short papilla beyond the other part of the penis. It is possible that this organ is not as yet fully developed in such a young specimen, but on the other hand it must be remembered that among the Antelopes the general structure of the penis is already to be recognized in foetal specimens. It will thus appear as if the penis of *Phacochærus* had been subjected to a certain reduction when compared with that of *Sus*. It is of interest to find that such a reduction has taken place in the most specialised member of the *Suidæ* in an analogous manner as the same organ has become simplified in the most specialised members of the *Bovidæ*.

When BEDDARD some years ago<sup>2</sup> gave an account about the azygos veins in mammals he also described the condition of this vein found in *Phacochærus æthiopicus*.<sup>3</sup> He found there »a long azygos vein on the left side. This vein started with an affluent from the intercostal space between ribs 5 and 6.» In the present specimen as is shown by the accompanying figure (Fig. 3) the first affluent comes from the intercostal space between ribs 3 and 4. From the next intercostal space no affluent was seen to come, so that the second affluent comes from the intercostal space between ribs 5 and 6, and then from every following on the left side. Opposite the intercostal space between ribs 9 and 10 an affluent is seen to come from the right side across the aorta on its ventral side.

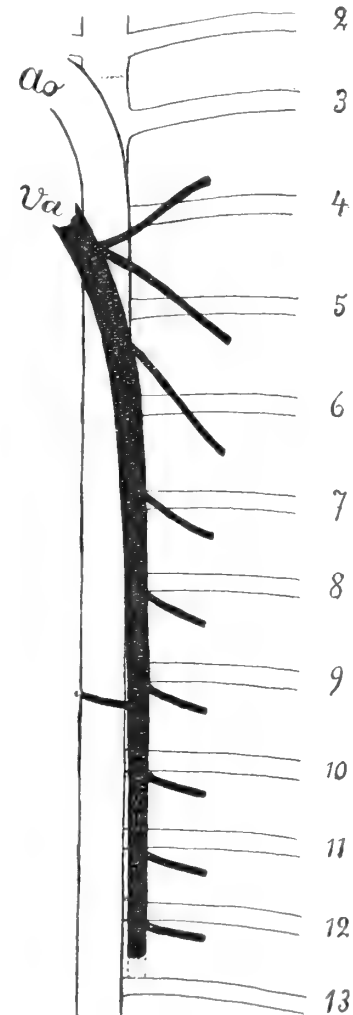


Fig. 3. Diagram showing azygos vein of a young *Phacochærus* from Brit. East Africa. *Ao* aorta, *Va* vena azygos side of a young *Phacochærus*, 2, 3 etc. number of ribs.

<sup>1</sup> Zur Morph. d. Säugetiere, Verh. d. Deutsch. Zool. Ges. 1911, p. 265.

<sup>2</sup> Proc. Zool. Soc. London 1907.

<sup>3</sup> l. c. p. 189.

### The structure of the palate of some Carnivora.

Some years ago G. RETZIUS described and illustrated with beautiful plates<sup>1</sup> the structure of the palate of several *Carnivora* representing different families. According to these figures *Canidæ* and *Felidæ* are rather different not only with regard to the general shape of the palate but also with regard to its structure. In the domestic Cat for instance there is a number of small papillæ more or less arranged in series between the palatal folds while such papillæ are less pronounced if present in the members of the Dog family. A similar difference makes itself often known in other members of the respective families as well. The palate of a Somali Lion is figured in Pl. 1, Fig. 3. It is very similar to that of a Cat apart from the difference in size. In the interspace between the canines a transverse fold is seen and in front of that a couple of arcuate indistinct folds which are more or less absent in the Cat. Behind the transverse fold the Lion has 7 well developed arcuate folds, the Cat only 6. Behind the last of these there are in the Somali Lion traces of two more transverse folds, while the Cat shows only one such. The anterior folds of the Somali Lion are arranged with narrower interspaces than the posterior. As well behind as in front of the arcuate folds a series of small papillæ is to be seen parallel to the fold, and sometimes there are also some such papillæ scattered in between. In the Cat the series of papillæ behind the fold is better developed than the anterior, although both are present and also scattered papillæ. Similar small scattered papillæ occur in many other mammals belonging to different groups as Marsupials, Dasypodids, Insectivora<sup>2</sup> etc. FREUND has quite recently<sup>3</sup> described and figured the palate of a Lion (subspecies not mentioned). His results are, of course, similar to those recorded above, but there are also some differences. In his specimen the two foremost folds are confluent laterally. There is also, as it appears, only one rudimentary fold behind.

The palate of the Black-backed Jackal (*Canis mesomelas*) resembles that of a Fox. The former has 11 palatal folds which are arranged as follows. The first pair runs between  $i^3$ , the second between  $c$ . The following are arcuate and their lateral ends are opposite  $p^1$  in the third fold, opposite  $p^2$  in the fourth, opposite  $p^3$  in the fifth. The sixth ends at the anterior part of  $p^4$ , the seventh further behind at the same tooth, the eight at the anterior part of the heel of  $m^1$ , the ninth at the inside of the same heel anteriorly, the tenth at the middle of the same. The eleventh fold is short and incomplete, it runs between  $m^2$ . The four posterior of these folds are interrupted in the middle.

The anterior palatal folds carry papillæ and there are also scattered papillæ between the folds.

The palate of *Otocyon megalotis virgatus* is represented in Pl. 1, Fig. 4. The folds are well developed and each of them appears almost double because there is a

<sup>1</sup> Biol. Untersuch. N. F. Bd. XIII. Stockholm 1906.

<sup>2</sup> Conf. RETZIUS l. c. Pl. XXXV, Pl. XXXVI, Pl. XLI.

<sup>3</sup> Zeitschr. f. Morph. u. Anthrop. Bd. XIII. Hft. 3.

series of closely set small papillæ forming an edge along the anterior side of each fold, but separated from the same. There are also scattered papillæ elsewhere in the palate. Eleven folds in all can be discerned. The first in front of the canines is least developed. The following five are arcuate but with the forward directed convexity gradually lessened. These five folds run respectively between the canines and the premolars ( $p^1$  to  $p^4$ ). The next three folds have a tendency to be interrupted in the median line and thus form pairs of arcuate folds. The tenth fold consists of two short transverse folds opposite to  $m^2$ . The eleventh fold is continuous but also straight and transverse and situated opposite the interspace between  $m^2$  and  $m^3$ . Behind the last fold there are numerous small papillæ scattered on the palatal surface. Such papillæ are thus very numerous in this species which perhaps stands in connection with its to great extent insectivorous diet.

### The male organ of *Rhinoceros bicornis*.

Among the *Artiodactyla* the very variable shape of the male organ can be traced back to a common type from which all the numerous modifications<sup>1</sup> can be derived by reduction of different portions, or some other alterations. It appears a little more difficult to decide whether a common type may be found from which the male organ of all the recent *Perissodactyla* may be derived. When reviewing our present knowledge about this organ among the vertebrates, especially the *Amniota* GERHARDT<sup>2</sup> points out as common characteristics to the male organs of all *Perissodactyla*: »Bedeutende Länge und Dicke des ganzen Organs, starke Entwicklung der Glans und Fehlen eines Septums samt Penisknochen.» The last two characteristics are negative and shared by others as well.

Of the three families of *Perissodactyla* which have survived to the present time it is in the first rank *Rhinocerotidæ* which will be considered at this opportunity. The genus *Rhinoceros* of the present time has been divided in three subgenera viz. *Dicerorhinus*, *Diceros* and *Rhinoceros* s. str. The male organ of a member of the first and last of these subgenera has been described and figured before. That of *Diceros bicornis* is to be described below, and its appearance is shown on Pl. II, Fig. 3 (dorsal view) and Fig. 4 (lateral view). OWEN described the male organ of *Rhinoceros unicornis* already 1852.<sup>3</sup> He drew attention to the peculiar fact that »the apex is not simple, but resembles a mushroom on a thick peduncle projecting from an excavation at the end of the glans with a thin wall or border, like a second prepuce» — — —; and further that »on each side of the base of the glans, and rather towards its under<sup>3</sup> part, there is a longitudinal ridge or lobe three inches and a half in length and eight lines in basal thickness» — — —.

<sup>1</sup> The *Tylopoda* might, however, form an exception, but I do not know their male organ from my own experience.

<sup>2</sup> Ergebnisse u. Fortschr. d. Zoologie. Bd. 1. Hft. 2. Jena 1908.

<sup>3</sup> Trans. Zool. Soc. London. Vol. IV. Part 2. Pl. 9. This description is also repeated with more details in OWEN's »Anatomy of Vertebrates» III, p. 663 & 664.

<sup>4</sup> ought to be »upper»!

It is difficult to prove such a thing, but the possibility does not appear to be excluded. There is, however, another great resemblance between the male organ of the Horses and Rhinoceroses and that is that both are provided with a deep groove (*fossa glandis*) at the truncate end of the glans, and from this groove the *processus urethræ* projects. The latter has in the Rhinoceroses a more complicated shape with its mushroom-like dilatation at the apex and the thickness of its peduncle etc., but there appears to be no doubt about the homology.

Considering all there is such a great agreement in shape and structure between the male organs of the families *Rhinocerotidæ*, *Tapiridæ*, and *Equidæ* that they evidently can be derived from a common type which ought to have been thick and truncate, provided with a terminal fossa or groove from the bottom of which an urethral appendage probably arose, and with a pair of lateral lobes at the base of the glans. There is thus an equal conformity in the Perissodactyline series as that which has been proved before in the Artiodactyline with regard to this organ.

## Plate I.

- Fig. 1. Palate of *Buffelus caffer radcliffei* THOMAS, to show the arrangement of the folds. Strongly diminished.  
 Fig. 2. Dorsal view of a kidney of *Buffelus caffer radcliffei* THOMAS, to show the lobulation.  $\frac{1}{2}$  nat. size.  
 Fig. 3. Palate of *Felis leo somaliensis* NOACK. ♂.  
 Fig. 4. Palate of *Otocyon megalotis virgatus* MILLER.  
 Fig. 5. End of male organ of *Buffelus caffer radcliffei* THOMAS. Nat. size.  
 Fig. 6. End of male organ of *Connochates albojubatus* THOMAS. Nat. size.  
 Fig. 7. End of male organ of *Apyceros melampus rendilis* LÖNNBERG. Nat. size.  
 Fig. 8. End of male organ of *Lithocranius walleri* BROOKE. Nat. size.  
 Fig. 9. End of male organ of *Oryx beisa annectens* HOLLISTER. Nat. size.

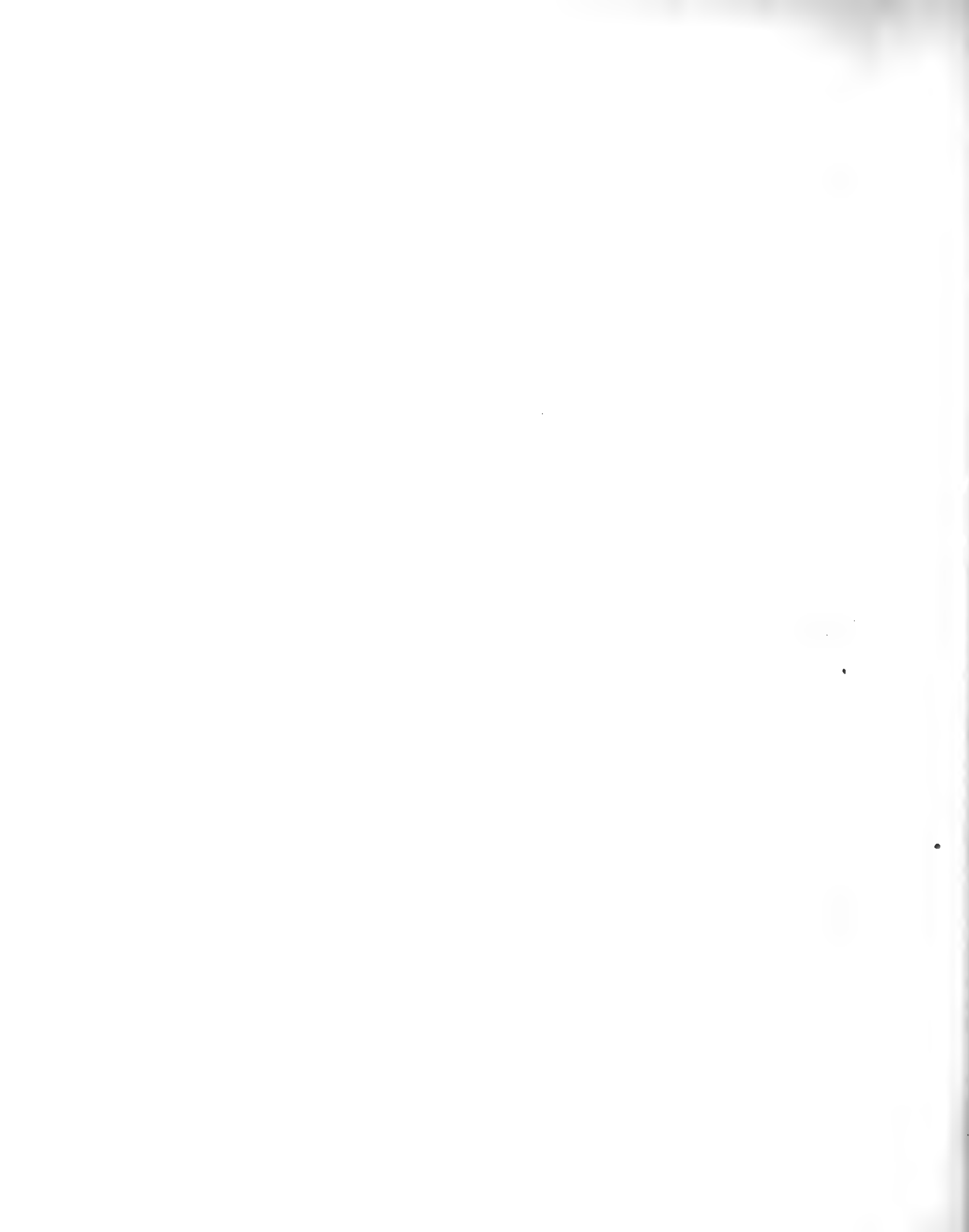
## Plate II.

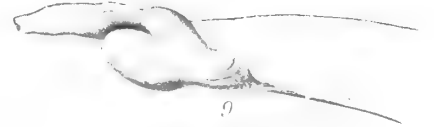
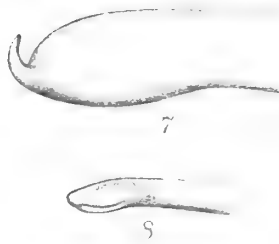
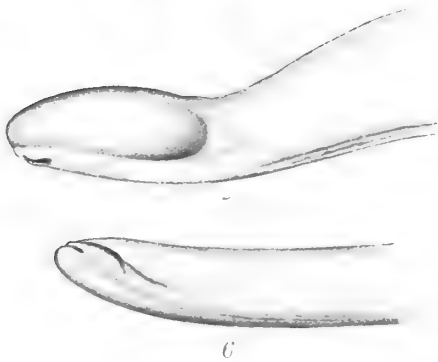
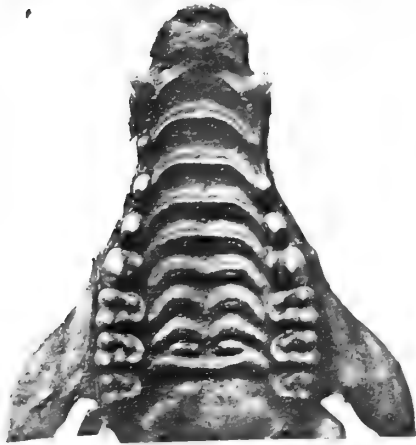
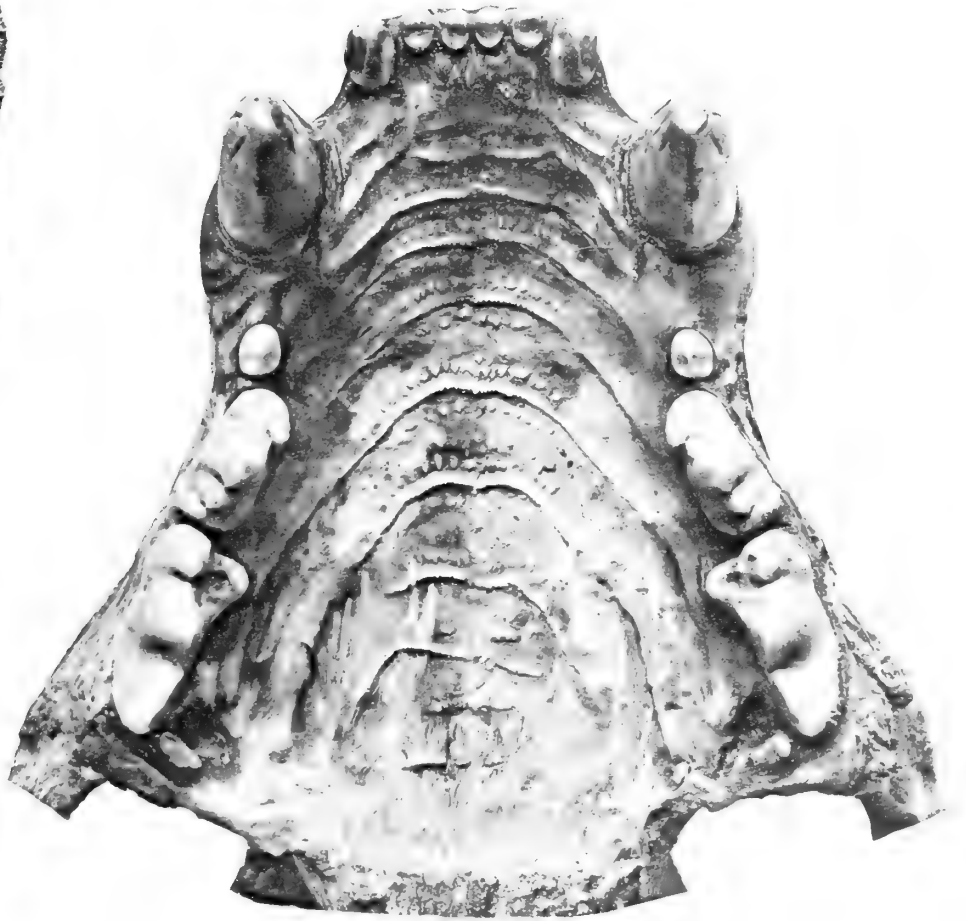
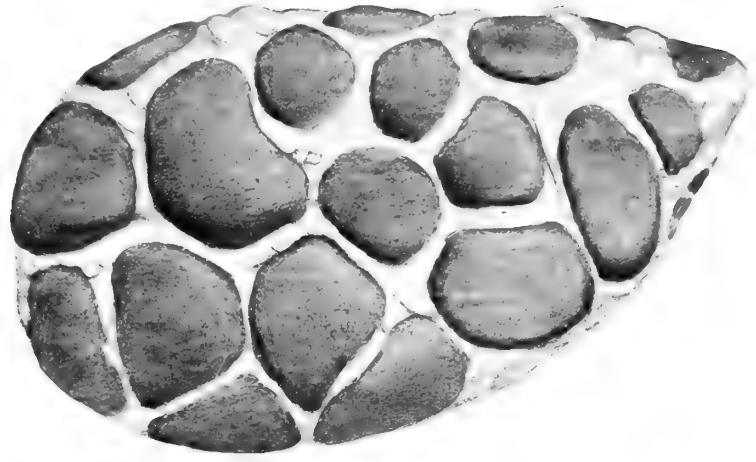
- Fig. 1. Colic spiral and cæcum (*c*) of a young *Phacochærus* pig from the Kedong Valley, Brit. East Africa. *i* small intestine. 1 end of first centripetal coil, 2 end of second centripetal coil, 3 near the end of third centripetal coil. \* turning point of spinal. I end of first centrifugal coil, II end of second centrifugal coil, III first portion of third centrifugal coil before it disappears under the other coils.  
 Fig. 2. Longitudinal section through cæcum (*c*), and adjoining parts of the small intestine (*i*), and the colon (*co*) of a young *Phacochærus* pig from the Kedong Valley, Brit. East Africa.  
 Fig. 3. Dorsal view of the male organ of a *Rhinoceros bicornis* from the northern side of Guaso Nyiri, Brit. East Africa.  
 Fig. 4. Lateral view of the same.



Tryckt den 3 september 1912.

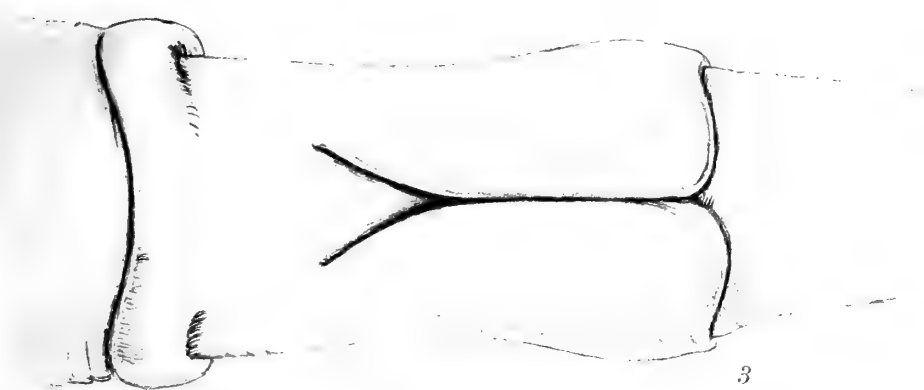
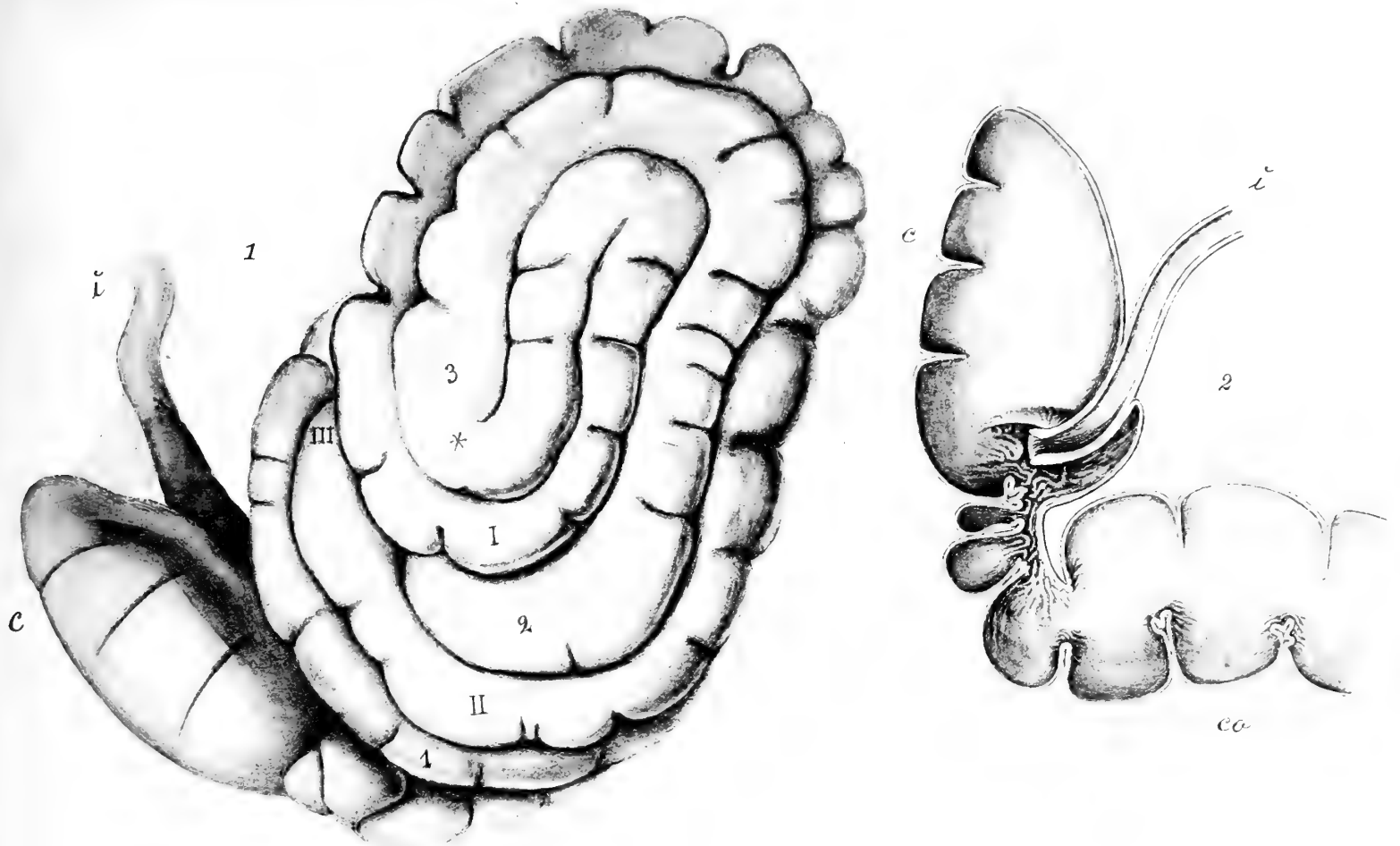
Uppsala 1912. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.













KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 49. N:o 8.

ZUR  
MECHANIK DER KOPFBEWEGUNGEN  
BEIM MENSCHEN

VON

J. VILH. HULTKRANTZ

UPPSALA

MIT 2 TAFELN UND 8 FIGUREN IM TEXTE

UPPSALA & STOCKHOLM  
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.  
1912



Die alte, durch ihre Einfachheit so bequeme Lehre, dass das obere Kopfgelenk ausschliesslich den Nickbewegungen, das untere dagegen nur den Drehungen diene, während die Biegung nach den Seiten in den übrigen Gelenken der Halswirbelsäule verlegt sei, wurde in der Mitte des vergangenen Jahrhunderts von HENKE<sup>4, 5</sup>, GERLACH<sup>2</sup> u. a. solchermassen modifiziert und vervollständigt, dass man dem Atlanto-occipitalgelenk auch eine gewisse Beweglichkeit in seitlicher Richtung zuerkannte und die Bewegung in dem Atlantoaxialgelenk als eine Art von Schraubendrehung auffasste. HENKE gebührt auch hauptsächlich das Verdienst gezeigt zu haben, wie die Bewegungen in den beiden Kopfgelenken wegen des zum Teil gemeinsamen Bandapparates von einander gewissermassen abhängig sind. Wenn wir von einzelnen Autoren absehen, welche die Seitenbewegungen in dem oberen Kopfgelenke in Abrede stellen (z. B. TILLAUX<sup>14</sup>) oder demselben Gelenke auch eine geringe rotatorische Beweglichkeit zuerkennen (z. B. HENLE<sup>7</sup>, HYRTL<sup>8</sup> und KRAUSE<sup>9</sup>), so scheinen sich die Anatomen der HENKE'schen Auffassung ziemlich enig angeschlossen zu haben. Mit dieser stimmt auch die Darstellung des Mechanismus der Kopfgelenke in dem grossen, verdienstvollen Handbuche von R. FICK<sup>1</sup> in allem Wesentlichen überein. Aus der Litteratur späterer Zeiten dürfte kaum etwas anderes neues über die Bewegungen dieser Gelenke zu holen sein als der von H. VIRCHOW<sup>15</sup> 1909 erbrachte Nachweis, dass an Leichen auch sagittalflexorische Bewegungen im unteren Kopfgelenke möglich sind. FICK spricht sich auch dafür aus, dass solche Bewegungen nicht absolut ausgeschlossen sind, und fasst dieselben als kleine »Schaukelbewegungen« auf. Eine gewisse Möglichkeit frontaler Seitenneigungen in demselben Gelenke scheint er auch einräumen zu wollen, verliert aber kein Wort auf die weitere Besprechung dieser letzteren Möglichkeit.

Schon seit Jahren war es mir klar geworden, dass die beiden letztgenannten Bewegungsarten im Atlantoaxialgelenk vorkommen und zwar nicht als nur zufällige, unregelmässige Wackelbewegungen an dem präparierten Gelenke, sondern als ganz typische, obgleich in ihrer Grösse individuell stark wechselnde Bewegungen beim Lebenden. Wie ich unten näher dartun werde, sind besonders die Seitenneigungen in diesem Gelenke von grossem Interesse, — nicht so sehr wegen ihres Umfanges — denn dieser bleibt gewöhnlich auf ganz wenige Grade beschränkt — als vielmehr wegen

## 1. Die Krümmungsverhältnisse der Gelenkflächen in den Kopfgelenken.

Zur Messung der Krümmungshalbmesser der Gelenkflächen in verschiedenen Ebenen habe ich es am zweckmässigsten gefunden, die entsprechenden Profile der Flächen mit Kreisbogen bekannter Radien direkt zu vergleichen. Zu solchem Zwecke habe ich mir eine Reihe von aus dünnem Kupferblech (oder gefirnissetem Karton) ausgeschnittenen konkaven resp. konvexen Kreisbogen verschafft, deren Halbmesser um je 1 mm vom einen zum anderen zunehmen. Wenn man eine solche Schablone senkrecht gegen die Knorpeloberfläche hält, ist es leicht zu sehen, wie weit die Krümmung der Fläche mit der des Kreisbogens übereinstimmt, und so durch Probieren die Schablone mit dem richtigen Radius herauszufinden. Wenn es sich um eine Kurve mit kleinem Halbmesser (z. B. 10 mm) handelt, kann man diesen ganz leicht bis auf einen halben mm genau bestimmen; noch bei einem Radius von 40—50 mm dürfte der Ablesungsfehler nicht mehr als 1 mm betragen. Wenn es auf grosse Genauigkeit ankommt, ist die Methode natürlich etwas zeitraubend, bei weitem aber nicht in dem Grade, wie wenn man an Sägeschnitten durch das Gelenk oder durch Gipsabgüsse desselben entsprechende Messungen und Berechnungen ausführen wollte. Als einen grossen Vorteil betrachte ich es, dass man bei diesem Verfahren von kleineren Unregelmässigkeiten der Oberfläche ziemlich unabhängig ist. Bei der grossen Deformierbarkeit der Knorpelsubstanz dürften diese letzteren keinen merkbaren Einfluss auf die Bewegungen haben, weshalb man in solchen Untersuchungen wie dieser, wo es nicht auf strengste mathematische Genauigkeit ankommt, dieselben unberücksichtigt lassen kann. Auch bei beträchtlicheren Abweichungen, wie man sie z. B. im Sagittalprofil der Hinterhauptskondylen öfter antrifft, kann es wünschenswert erscheinen, den durchschnittlichen Wert der wechselnden Krümmungshalbmesser bestimmen und so auch die Lage der »Kompromissachse« feststellen zu können. In solchen Fällen ist es leicht, diejenige Schablone auszusuchen, die mit dem Profil der Fläche am besten übereinstimmt.

### Das Atlantooccipitalgelenk.

Bei der erwähnten grossen Variabilität der in Frage stehenden Gelenkkörper kann es nicht Wunder nehmen, dass die Form der *Hinterhauptskondylen* von ver-

schiedenen Autoren in verschiedener Weise geschildert wird. Es ist tatsächlich unmöglich, eine Beschreibung zu geben, welche auf alle Fälle passt, und man muss zufrieden sein, wenn dieselbe nur mit der Mehrzahl der Fälle annähernd übereinstimmt. Die Ansicht von SAPPEY<sup>12</sup>, dass die betreffenden Gelenkflächen Segmente einer Sphäre sind, entspricht jedenfalls nur sehr seltenen Ausnahmefällen, und die Wahl steht nur zwischen 1) der in den meisten unserer Lehrbücher gepredigten Lehre, dass die Kondylen Abschnitte eines quergestellten ellipsoidischen, »spindel- oder »eiförmigen« Körpers sind, 2) der Meinung HENKE'S<sup>5</sup>, welcher dieselben eher als Teilstücke eines »ringförmigen« Rotationskörpers mit in der Medianebene verlaufender Achse betrachtet haben will und 3) der von FICK<sup>1</sup> vertretenen Auffassung, dass es sich um einen »Idealeikörper« im Sinne von O. FISCHER handelt, d. h. dass die Form »ein Mittelding zwischen einem Spindel- und einem Ringwurstkörper ist«. <sup>1</sup> Im ersten Falle wäre die um die transversale Achse vorsichgehende Bewegung, die Nickbewegung, als die für das Gelenk typische zu betrachten, während die Seitenneigung um die sagittale Achse nur mit Aufhebung der Kongruenz möglich wäre. In dem zweiten Falle wäre umgekehrt die Neigung zur Seite die typische Bewegung, und die Nickbewegung »nur durch eine Ungenauigkeit zugelassen« (HENKE). Wenn schliesslich die Gelenkflächen einem »Idealeikörper« gehörten, dann würden die Bewegungen in beiden Richtungen gleich günstig verlaufen und das kongruente Schleifen nur eine mässige Knorpeldeformierung voraussetzen.

Da die beiden Hinterhauptskondylen — ebenso wie die entsprechenden Gelenkhöhlen am Atlas — mit einander unbeweglich verbunden sind und bei den gewöhnlichen Bewegungen in der Frontal- oder Sagittalebene immer gleichzeitig fungieren, müssen sie gemeinsame Bewegungsachsen haben, deren Lage aus den Krümmungen beider Flächen berechnet werden kann.

Was zunächst die Krümmung der Kondylen in frontaler Richtung betrifft, so kann man bei symmetrischer Entwicklung des Gelenks erwarten, dass die beiden Profillinien einem und demselben Kreisbogen angehören. Wenn man eine Kreisbogen-schablone passender Grösse quer über die mittlere, am meisten prominente Partie der beiden Kondylen hält, findet man auch in der Mehrzahl der Fälle eine ganz befriedigende Kongruenz; das leichte Klaffen kann schon durch einen sehr mässigen Druck beseitigt werden. Ganz anders ist es, wenn man die vordersten oder die hintersten Abschnitte der Kondylen untersucht. Setzt man die Schablonen senkrecht auf diese Teile der Gelenkflächen, so sieht man bei hinreichender Breite der letzteren deutlich, dass die gemeinsame Profilkurve hier bedeutend flacher erscheint, und auch keinen regelmässigen Kreisbogen bildet. Es stimmt dies alles ganz gut mit der Annahme überein, dass die Kondylen einem Ringkörper oder einem rollenförmigen Drehkörper mit nach aussen konvexer Erzeugungslinie und von vorn nach hinten verlaufender Achse entsprechen. Ein Schnitt durch eine derartige Rotationsfläche

<sup>1</sup> Vom oberen Kopfgelenke sagt Fick nur, dass es ein »Eigelenk« sei; im II. Teil seines Handbuchs aber (S. 218) spricht er sich allgemein dafür aus, dass die in unserem Körper vorkommenden Eigelenke wahrscheinlich diesem »Idealeigelenk« entsprechen.

weichende Bewegungsebene entschieden bevorzugt wird, würde solchenfalls die Annahme eines schrägen Verlaufs der zweiten Achse gewissermassen rechtfertigen.

Meine oben gegebene Darstellung der Form der betreffenden Gelenkflächen setzt aber eine fixe Lage der in der Medianlinie verlaufenden Achse voraus. So leicht es ist, die Entfernung der Achse von dem Profil der Gelenkflächen (= den Krümmungshalbmesser) zu bestimmen, so schwierig ist es, die Richtung dieser Achse genau festzustellen. Nur in solchen, relativ seltenen Fällen, wo die Kondylen verhältnismässig breit sind und zugleich eine scharf ausgesprochene Querfirste zeigen, kann man die Ebene, in welcher diese Firste liegt und damit auch die Richtung der auf diese Ebene senkrecht stehenden Achse des Rotationskörpers annähernd bestimmen. An zwei solchen Präparaten (VI und VIII) konnte ich feststellen, dass die betreffende Achse mit der Horizontalebene einen Winkel von etwa  $30^\circ$  resp.  $45^\circ$  bildete; sie verlief durch die obere Hälfte des Clivus etwa 1—1,5 cm unterhalb des Dorsum sellae und traf die Hinterhauptschuppe 1—2 cm hinter dem Foramen magnum. Die Untersuchung einiger mazerierten Schädel, deren Kondylen eine deutliche Firste hatten, gab ziemlich übereinstimmende Resultate.

Wie oben schon hervorgehoben wurde, ist die Flächenkrümmung der Kondylen von vorn nach hinten viel unregelmässiger als in querer Richtung. Will man aus derselben die Lage der transversal verlaufenden Achse für die Flexions- und Extensionsbewegungen herleiten, so darf man selbstverständlich nicht Radiärschnitte verwenden, welche nur zur Bestimmung der Erzeugungslinie des Drehkörpers dienen können, sondern mit der Medianebene parallele Schnitte durch die Kondylen (wie die Linie *s* in Fig. 1).

Unter meinen 10 Präparaten bildete die sagittale Profillinie dreimal an beiden Seiten, einmal nur an der linken, einen annähernd regelmässigen Kreisbogen, dessen Halbmesser 10 bis 16 mm betrug. Sonst war das Profil mehr oder weniger scharf geknickt. Die Krümmungsradien des vorderen und des hintern Teils können etwa gleich gross sein oder verschiedene Länge haben; die Differenz scheint doch selten mehr als 2—3 mm zu betragen. Dass der vordere Abschnitt, wie STRECKER<sup>13</sup> behauptet, gewöhnlich weniger gekrümmt sei als der hintere, habe ich an meinem Material nicht bestätigen können. Dagegen stimme ich HENKE<sup>5</sup> darin vollständig bei, dass in typischen Fällen die Krümmungsachse der hinteren Halbfläche weiter nach vorne liegt als die der vorderen. Auf die Angaben dieses Autors über die Möglichkeit von Bewegungen genau um jede dieser Achsen komme ich unten zurück.

In den meisten Fragen betreffend die Sagittalbewegungen im Atlantooccipitalgelenke dürfte man indessen von dieser doppelten Krümmungsachse absehen und sich mit einer mittleren »Kompromissachse« (FICK<sup>1</sup>) begnügen können. Zur Bestimmung der Lage dieser Achse habe ich mich ebenfalls der Schablonen bedient, mit deren Hülfe ich den mittleren Krümmungsradius gemessen habe. An meinen Präparaten betrug derselbe 9 bis 16 mm, durchschnittlich 11,7 mm. Dies ist also die mittlere Entfernung der Drehungsachse für die Nickbewegungen oberhalb des tiefsten Punktes der Kondylen.



Betreffend die Krümmungsverhältnisse der *Atlaspfannen* kann ich mich relativ kurz fassen. Im grossen und ganzen können diese als negative Abdrücke der Kondylen betrachtet werden. Die frontalen Profilkurven durch die Mitte der beiden Atlasgelenkflächen bilden also gewöhnlich Abschnitte eines ziemlich regelmässigen Kreisbogens, dessen Radius in meinen Fällen 33—51 mm, durchschnittlich 39,9 mm, betrug. In den oben erwähnten Fällen, wo die Kondylen asymmetrisch entwickelt waren, entsprachen die Krümmungsprofile der Atlaspfannen auch nicht einem gemeinsamen Kreisbogen, sondern waren Teile zweier mit einander konzentrischen Kreise, was ja auch a priori erwartet werden konnte.

Das viel stärker gekrümmte Sagittalprofil hatte einen Halbmesser von 9—19 mm, durchschnittlich 12 mm. Ganz wie an den Kondylen fand sich auch hier öfter eine mehr oder weniger scharfe Knickung, wodurch die Gelenkflächen in zwei Fazetten geteilt wurden, welche mit einander einen nach oben offenen Winkel bildeten.

Aus dem Gesagten ergibt sich, dass auch die Atlaspfannen als Abschnitte eines (selbstverständlich hohlen) Rotationskörpers, mit in der Medianebene verlaufender Achse aufgefasst werden können. Die nach hinten schräg abfallende Richtung dieser Achse lässt sich auch hier an geeigneten Präparaten mit deutlicher Querfurche feststellen.

Wie die Zahlen in der Tab. I zeigen, stimmen die Krümmungshalbmesser der Atlaspfannen mit denen der Kondylen ganz gut überein. Die Differenzen, die nur ausnahmsweise 2—3 mm betragen, dürften wohl im Leben durch die Zusammendrückbarkeit des Knorpels vollständig ausgeglichen werden. Offenbar besteht jedoch diese gute Kongruenz nur in einer bestimmten mittleren Stellung des Gelenks. Sobald bei Streckung oder Beugung die Firsten an den Kondylen die Furchen in den Atlaspfannen verlassen, muss es zu einem Klaffen kommen, das unten näher besprochen wird.

### Das Atlantoaxialgelenk.

Das untere Kopfgelenk wurde bekanntlich in älteren Zeiten als ein echtes Drehgelenk betrachtet und seine Gelenkflächen als Teile eines sehr flachen Kegels beschrieben (MEYER<sup>11</sup>). Nach HENKE<sup>4, 6</sup> wird es dagegen jetzt allgemein als ein doppelgängiges Schraubengelenk aufgefasst. Es scheint mir Zweifeln zu unterliegen, welcher von diesen beiden Lehren der Vorzug gebührt. Beide sind sehr schematisch und entsprechen in vielen Einzelfällen nur schlecht der Wirklichkeit. Es muss dem HENKE'schen Schema zum Verdienst gerechnet werden, dass es auf einen wichtigen Punkt in dem Mechanismus des Gelenks, nämlich das Auf- und Niedersteigen des Atlas längs der Achse bei den Seitendrehungen, gebührende Rücksicht nimmt und eine leichtverständliche Erklärung desselben gibt. Untersucht man aber etwas näher die Krümmung der betreffenden Gelenkflächen, so wird man bald gewahr, dass nur eine Minderzahl der Präparate die Forderungen des letztgenannten Schemas erfüllen. Vor allem gilt dies für die unteren Gelenkflächen des Atlas, welche entschieden viel öfter mit gewöhnlichen Rotationsflächen als mit Schraubenflächen übereinstimmen.

dylus in Zusammenhang stehen. Es sind aber umfassendere Beobachtungen nötig, um auszuschliessen, dass es sich hier nur um ein Spiel des Zufalles handelt.

Bei ausgesprochener Konvexität von vorne nach hinten zeigt die Gelenkfläche im Ganzen eine Andeutung der Sattelform. Es kommt in solchen Fällen auch vor, dass diese Fläche wie die entsprechende an der Axis durch eine Querleiste in zwei Fazetten geteilt wird; eine befriedigende Übereinstimmung mit dem HENKE'schen Schema der doppelten Schraube scheint mir aber jedenfalls sehr selten zu sein.

Was endlich die Gelenkflächen an der Vorderseite des *Zahnfortsatzes* und am *Atlasbogen* betrifft, welche gewöhnlich als Teile einer konvexen resp. konkaven Zylinderfläche mit vertikaler Achse durch die Mitte des Zahnfortsatzes beschrieben werden, so möchte ich nur folgende Bemerkungen machen. An Horizontalschnitten durch das Gelenk ist es leicht zu sehen, dass die Krümmung der Atlasfläche in der Regel flacher ist und also einen grösseren Halbmesser hat als die Densfläche (resp. 4—6 und 3—4 mm); die Krümmungsachsen der Flächen liegen beide etwas hinter der Mitte des Zahnfortsatzes. — Mehrmals fand ich auch die fraglichen Gelenkflächen in vertikaler Richtung etwas gekrümmt und zwar am Zahnfortsatze konvex, am Atlasbogen konkav, was auch an dem Modelle (Fig. 4) zu sehen ist. Diese Details, welche die Krümmung der Flächen betreffen, sind nicht ohne Interesse, da sie, wie unten gezeigt werden soll, zu den Bewegungen in dem Gelenke in Beziehung gestellt werden können.

## II. Die Bewegungen in den Kopfgelenken.

Aus der Form der Gelenkflächen, dem Grade ihrer Krümmung und der Lage ihrer Krümmungsachsen lässt sich schon vieles schliessen hinsichtlich der Art und Natur der in den betreffenden Gelenken möglichen Bewegungen. Wenn man überdies die gegenseitigen Grössenverhältnisse und die Gestaltung der Knochen in der Umgebung des Gelenkes berücksichtigt, so kann man auch gewisse Schlussfolgerungen auf den Bewegungsumfang machen, wenigstens soweit, dass man gewisse Grenzen, über welche die normalen, typischen Bewegungen nicht hinausgehen können, ziemlich sicher feststellen kann. Durch eine direkte Untersuchung der knöchernen und knorpeligen Gelenkteile, wie die oben referierte, kann man also gewisse Möglichkeiten für die Bewegungen kennen lernen; inwiefern aber diese wirklich ausgenützt werden, hängt grossenteils von den umgebenden Weichteilen ab, die ja in verschiedener Weise Widerstand leisten können. Die Einwirkung dieser Faktoren muss an Präparaten, wo die Kapseln, die Bänder und eventuell auch andere umgebende Weichteile erhalten sind, geprüft werden.

Ich habe also an derartigen Leichenpräparaten eine Reihe von Versuchen über die passive Beweglichkeit in den Kopfgelenken angestellt. (Vergl. Tab. II.) In den ersten vier Fällen waren nur die Haut mit dem Unterhautgewebe, die oberflächlichsten Muskeln (Sternocleidomastoideus und Trapezius), sowie der Unterkiefer und der Schlund entfernt; in den übrigen sechs Fällen waren sämtliche Muskeln wegpräpariert, die Gelenkkapseln und die Ligamente aber vollständig erhalten. Aus einem Vergleich zwischen den Zahlen in der Tabelle scheint hervorzugehen, dass die Erhaltung der Muskulatur bei diesen Versuchen auf den Bewegungsumfang sehr wenig Einfluss gehabt hat; nur die sagittalen Bewegungen sind durchschnittlich etwas geringer in der ersten Serie als in der zweiten; sonst sind die Resultate fast ganz identisch.

Die Versuche wurden kurz gesagt in der Weise ausgeführt, dass der zwischen 3. und 4. oder 4. und 5. Halswirbel exartikulierte Kopf mit dem Halse nach oben durch Schrauben ganz unbeweglich an der Tischplatte befestigt und in den Atlas und die Axis je zwei lange, starke Stahlnadeln in frontaler und sagittaler Richtung eingeschlagen wurden. Die Winkel, welche die letzteren mit einander und mit den Hauptebenen bildeten, wurden dann bei verschiedenen, mehrmals wiederholten Bewegungen durch Visieren gegen eine geeignete Gradscheibe bis auf  $\frac{1}{2}^{\circ}$  genau abgelesen. Die Bewegungen der Halswirbelsäule gegen den Kopf habe ich direkt mit der Hand aus-

geführt, um dabei stets kontrollieren zu können, dass die Kraft möglichst genau in derselben Richtung angebracht wurde, wie die Zugwirkung derjenigen Muskeln, welche die betreffende Bewegung auszuführen haben, und dass die Gelenkflächen unter einem ziemlich starken, gleichmässigen Druck auf einander glitten. Ich lege hierauf besonders Gewicht, denn nur unter solchen Umständen kann man erwarten, dass die Bewegungen den natürlichen Verhältnissen beim Lebenden annähernd entsprechen. Bei aufrechter Stellung bewirkt ja schon die Schwere des Kopfes einen Druck von mehr als 4 kg in den Kopfgelenken und dazu kommt noch die Druckwirkung aller fixierenden und bewegenden Muskeln. · Meines Erachtens hat ungenügende Würdigung dieses Umstandes bei Leichenversuchen über die Beweglichkeit der Gelenke schon öfter zu fehlerhaften Schlüssen geführt. Es ist nicht hinreichend, die Bewegungen »ohne Anwendung von grösserer Gewalt«, wie es gewöhnlich heisst, auszuführen, sondern die natürliche Belastung des Gelenkes und die Grösse und Richtung der einwirkenden Muskelkräfte müssen ebenfalls so getreu wie möglich nachgeahmt werden. — Selbstverständlich hatte ich bei diesen Versuchen meine Aufmerksamkeit streng darauf gerichtet, dass die Bewegungen genau in drei auf einander senkrechten Ebenen verliefen. Bei den Seitenneigungen ging ich von einer Mittelstellung zwischen grösster Extension und Flexion aus; in dieser Stellung wurden auch die Rotationsbewegungen ausgeführt. In der Tabelle ist immer der Totalumfang der Bewegung in einer gewissen Ebene, also von voller Streckung bis zu voller Beugung u. s. w., angegeben.

Gegen Versuche an Leichen kann immer die Einwendung erhoben werden, dass die Elastizität sowie die Druck- und Zugfestigkeit der Gewebe durch Totenstarre, Verwesung, Eintrocknen und Einwirkung der Balsamierungsflüssigkeit in hohem Grade und in sehr verschiedener Weise verändert sind, und ich bin mir also wohl bewusst, dass die in der Tabelle angegebenen Versuchsergebnisse betreffs der absoluten Grösse der Exkursionen u. dgl. dem Verhalten im Leben sicherlich nicht entsprechen. In *einer* Hinsicht darf jedoch denselben ein gewisser Wert nicht abgesprochen werden, nämlich insofern, als es sich um die Relation der Exkursionsgrössen nach verschiedenen Richtungen in einem und demselben Gelenke oder um das gegenseitige Verhältnis der Bewegungen in zwei benachbarten Gelenken handelt. Aller Wahrscheinlichkeit nach treffen doch die angedeuteten Veränderungen ziemlich gleichförmig das ganze Gelenk oder die neben einander liegenden Gelenke. Finde ich also am Gelenkpräparat eine grössere Beweglichkeit in einer Richtung als in der andern, oder in dem einen Gelenke als in dem anderen, so dürfte auch in der Regel der Schluss berechtigt sein, dass dies auch im Leben der Fall gewesen ist, wohlgemerkt aber nur betreffs der *passiven* Beweglichkeit.

Bei den *aktiven* Bewegungen des lebenden Menschen kommen noch hinzu die stetig wechselnde Wirkung der Muskeln und das ungemein komplizierte Spiel der Innervation, das an totem Material nie nachgeahmt werden kann. Das letzte und entscheidende Wort muss also Versuchen an Lebenden überlassen werden. Eben bei den hier in Frage stehenden Gelenken begegnen solche Versuche leider besonders grossen Schwierigkeiten wegen der Unmöglichkeit die Nachbargelenke sicher zu fixieren und die Verschiebungen der einzelnen Knochen zu registrieren. Nur von dem Röntgen-

verfahren sind hier etwas zuverlässigere Resultate zu erwarten und ich habe deshalb mit freundlicher Hilfe des Vorstandes des Röntgenlaboratoriums an den Universitätskliniken in Uppsala Dr. G. SÖDERLUND einige Radiographien durch die Kopfgelenke von 4 männlichen Individuen in verschiedenen Stellungen aufgenommen. Trotz der nicht unbedeutenden technischen Schwierigkeiten, die mit der Durchleuchtung gerade dieser Körperregion verbunden sind, ist es uns gelungen, eine Anzahl Aufnahmen zu erhalten, an welchen die sagittal- und lateral-flexorischen Bewegungen in den Kopfgelenken ganz gut zum Vorschein kommen. Eine Versuchsordnung, durch welche es möglich wäre, die Rotationsbewegungen hinreichend klar darzustellen, habe ich nicht ausfindig machen können.

Wenn es sich um die Untersuchung der Nickbewegungen handelte, wurden die Gelenke natürlich in transversaler Richtung durchleuchtet, und zwar je zweimal, einmal bei voller Beugung, einmal bei voller Streckung. Mit Ausnahme des ersten Versuches, wobei sich die Versuchsperson in sitzender Stellung befand, was sich aber wegen der Schwierigkeit einer genauen Einstellung und Fixierung des Kopfes als weniger günstig erwies, geschah die Aufnahme in seitlich liegender Stellung. Der Kopf ruhte direkt auf der Kasette, die auf einer festen, genau horizontalen Unterlage von passender Höhe lag. Um eine exakte und in beiden Aufnahmen absolut gleiche Einstellung des Kopfes zu ermöglichen, hatte ich vorher aus einem Brettchen ein »Gebiss« verfertigt, das mit einer dicken Schicht von einer von Zahnärzten für Gaumenabdrücke verwendeten Formmasse, »Stent's Composition«, überzogen war. Nach Erweichen der Masse in warmem Wasser hatte die Versuchsperson durch Einbeissen tiefe Eindrücke von ihren beiden Zahnreihen darin gemacht, wodurch sichergestellt war, dass das Gebiss bei den verschiedenen Versuchen immer genau dieselbe Lage zum Kopfe einnahm. An diesem Gebisse hatte ich eine sehr empfindliche runde Wasserwaage in solcher Lage befestigt, dass dieselbe angab, wann sich die Medianebene des Kopfes genau in horizontaler Lage befand. Bei der Aufnahme hielt die Versuchsperson das Gebiss im Munde, und machte auf Anforderung selbst eine starke Streckung oder Beugung des Kopfes; mittels der Wasserwaage wurde dann die richtige Lage des Kopfes genau kontrolliert, dieser durch Sandsäcke fixiert, die Anode der Röntgenröhre vertikal über die Spitze des Warzenfortsatzes eingestellt und ganz kurz exponiert.

Zwecks Untersuchung der Seitenbewegungen geschah die Durchleuchtung in Rückenlage, von vorne nach hinten durch den offenen Mund. Die Anordnung war dabei in der Hauptsache dieselbe wie die eben beschriebene. Die Wasserwaage war aber jetzt an dem Gebisse so befestigt, dass sie die horizontale Lage der *Frontalebene* des Kopfes angab. Nachdem die Versuchsperson eine volle Bewegung nach der gewünschten Seite gemacht hatte und der Kopf sorgfältig orientiert und fixiert worden war, wurde das Gebiss vorsichtig entfernt, der Mund weit geöffnet, der Focus der Röhre möglichst genau vertikal über die Mitte des Gelenkes eingestellt und die Exposition vorgenommen.

Durch die angegebenen Vorsichtsmassregeln war es also sichergestellt, dass der »Normalstrahl« immer mit der Bewegungsachse zusammenfiel oder wenigstens ihr

parallel und in ihrer unmittelbaren Nähe verlief. Da weiter durch hinreichende Entfernung der Röhre dafür gesorgt wurde, dass das zur Anwendung kommende Strahlenbündel ganz eng war (die Divergenz der äussersten Strahlen betrug nur 5—7°) und der Röhren- und der Plattenabstand bei den zusammengehörigen Aufnahmen ganz unverändert blieben, ist es offenbar, dass der Einfluss der bei Röntgenuntersuchungen nie zu vermeidenden Verzerrungen des Bildes bei diesen Versuchen nur sehr gering sein konnte. Da es übrigens in diesem Falle auf die absolute Grösse der Bewegungen weniger ankam als auf das Feststellen der Existenz gewisser Bewegungen und ihrer gegenseitigen Beziehungen, schien es mir nicht unzulässig die Aufnahmen direkt mit einander zu vergleichen. Die Hauptresultate meiner Untersuchung sind jedenfalls dadurch nicht beeinflusst worden.

Vier von meinen Radiographien und zwar die aus dem Versuche IV b stammenden habe ich in den Taf. I und II reproduziert. Den ungefähren Winkelwert der jeweiligen Bewegungen in meinen sämtlichen Versuchen findet man in der Tab. III. Um die betreffenden Bewegungswinkel berechnen zu können, habe ich an den mit einander zu vergleichenden Platten mehrere möglichst sicher bestimmbare Punkte an den Schatten des Schädels und der beiden Wirbel aufgesucht und an jedem Bilde dieselben mit einander verbunden, wonach die Winkel, die diese Hilfslinien mit einander bildeten, genau gemessen und mit einander verglichen wurden.

Nach diesen Angaben über das Untersuchungsmaterial und die Versuchsanordnungen, gehe ich zu der Besprechung der einzelnen Bewegungen in den Kopfgelenken über, wobei ich zuerst die aus der Form der Gelenkflächen und dem Bau der Gelenke im übrigen zu ziehenden theoretischen Schlüsse betreffs der Beweglichkeit darlegen will, um dann zu prüfen, in wiefern meine Leichenversuche und Röntgenuntersuchungen dieselben bestätigen oder widerlegen.

### 1. Die sagittalen Bewegungen.

In solchen, relativ seltenen Fällen, wo die Kondylen und ihre Pfannen am Atlas Abschnitte eines regelmässigen Ringkörpers (mit kreisförmiger Erzeugungslinie) sind, können offenbar die Gelenkflächen, dank ihrem geringen Umfange und der Deformierbarkeit des Knorpels, auch in sagittaler Richtung ziemlich kongruent auf einander gleiten. In den häufigeren Fällen dagegen, wo jede Fläche in zwei einen Winkel mit einander bildende Fazetten geteilt ist, ist dies offenbar nicht möglich; nur in der Mittellage dürfte eine befriedigende Kongruenz bestehen, bei jeder Bewegung nach vorn oder hinten muss es zu einem teilweisen Klaffen des Gelenkes kommen. Gegen die Darstellung HENKE's<sup>5</sup>, nach der die Flexion von der Mittellage aus um die Krümmungsachse der hintern Halbfächen und also mit kongruentem Schleifen dieser gegen einander vorsichgehen soll, die Extension dagegen um die Krümmungsachse der vorderen Fazetten, welche Achse, wie oben gezeigt wurde, etwas weiter nach hinten liegt, scheint mir theoretisch nichts einzuwenden zu sein. Nur ist seine Darstellung etwas unvollständig und wegen des Fehlens geeigneter Abbildungen nicht leicht verständlich.

Die Möglichkeit einer Nickbewegung genau um diese Krümmungsachsen wird von FICK<sup>1</sup> bestimmt verneint. Seine schematischen Abbildungen (Fig. 63 im Teil III des Handbuches), durch welche er seine Meinung begründen will, entsprechen aber meiner Erfahrung nach nicht der gewöhnlichen Form der Profile dieser Gelenkflächen, weshalb ich in Fig. 5 und 6 einen mehr typischen Fall schematisch wiedergebe. Die Konturen der Hinterhauptshöcker in mittlerer Lage sind in beiden Bildern durch die gestrichelten Linien angegeben, während die ausgezogenen Linien einer Extension (Fig. 5), resp. Flexion (Fig. 6) von je 15° entsprechen. Es ist nun klar, dass die Bewegung im ersteren Falle genau um die Achse  $A_v$ , welche der Krümmungsachse der vordern Fazette entspricht, vorsichgehen kann, wobei nicht nur diese Fazetten kongruent auf einander schleifen, sondern auch der hinterste Teil der Kondylenfläche mit dem hintern Rande der Atlaspfanne in Kontakt verbleibt,<sup>1</sup> so dass das Klaffen eigentlich nur im tiefsten Teil der Pfanne merkbar wird.

Sind die Krümmungsradien der beiden Halbflächen gleich gross, so kann auch die Flexion genau in derselben Weise verlaufen. Wenn aber die vordere Hälfte, wie

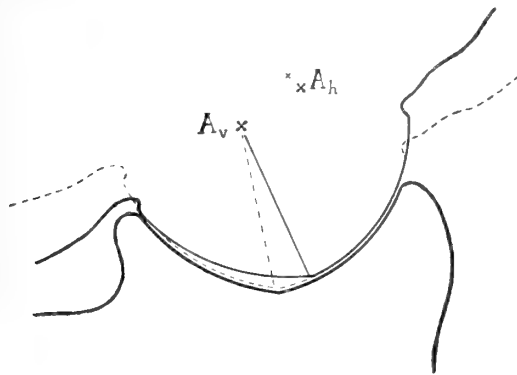


Fig. 5.

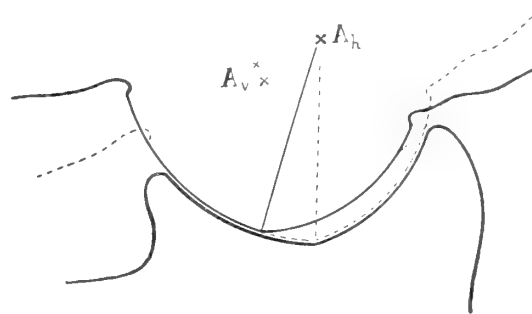


Fig. 6.

ich es in den Figuren dargestellt habe, stärker gekrümmt ist, so müsste eigentlich dieser Teil der Kondylenfläche bei der um die Achse  $A_h$  verlaufenden Flexion in seiner ganzen Ausdehnung von der Atlasfläche abgehoben werden (Fig. 6). Bisweilen findet man aber an dem vorderen Rande der Kondylenflächen eine kleine, anders gekrümmte Ergänzungsfazette, deren Profil ich mit der feinen punktierten Linie angegeben habe. Wenn der Krümmungsmittelpunkt dieser Fazette mit  $A_h$  zusammenfällt, wie es tatsächlich der Fall zu sein scheint, so ist es offenbar, dass sich die letztere während der ganzen Flexion auf den vorderen Rand der Atlasfläche stützen kann.

Den hier besprochenen Details betreffs der Ergänzungsfazette und der verschiedenen Krümmung der Halbflächen möchte ich keine grössere Bedeutung in mechanischer Hinsicht beimessen, da es sich augenscheinlich nur um individuelle Varia-

<sup>1</sup> Eine genauere Untersuchung zeigt, dass die Berührung der Knochen an dieser Stelle nicht *absolut* gleichmässig sein kann, da ja die Krümmung dieser Partie des Profils nicht  $A_v$ , sondern  $A_h$  zum Mittelpunkt hat; aber die Abweichungen sind bei dem begrenzten Bewegungsumfange ganz minimal und werden durch Knorpeldeformierung sicherlich leicht ausgeglichen.



tionen handelt. Theoretisch scheinen mir diese Verhältnisse immerhin ein gewisses Interesse darzubieten, und zwar besonders weil ich völlig entsprechende, aber viel mehr ausgeprägte Anordnungen bei verschiedenen Säugetieren z. B. Carnivoren und Ungulaten vorgefunden habe. Auf die nähere Besprechung derselben kann ich mich an dieser Stelle nicht einlassen.

Für die meisten praktischen Fragen dürfte es dagegen ganz hinreichend sein, die Nickbewegungen in den oberen Kopfgelenken auf die oben besprochene mittlere »Kompromissachse« zurückzuführen. Man muss dabei nur im Auge behalten, dass die Form der Gelenkflächen bei den meisten Individuen weder bei Streckung noch bei Beugung ein völlig kongruentes Gleiten erlaubt, und dass folglich die Belastung nur in einer mittleren Stellung etwa gleichmässig auf die ganzen Flächen verteilt ist. Die Nachgiebigkeit der Knorpelüberzuges, welche besonders in solchen Fällen, wo ein deutlicher Absatz zwischen den Halbflächen besteht, stark in Anspruch genommen werden muss, dürfte doch, wenigstens bei mässigen Exkursionen, die Druckdifferenzen befriedigend ausgleichen und den durch die Inkongruenz etwa vergrösserten Widerstand ermässigen können.

Betreffs des Umfanges der fraglichen Bewegungen kann man aus dem Bau des Gelenkes darauf schliessen, dass derselbe sehr variabel sein muss, da nicht nur die Prominenz der Hinterhauptshöcker, sondern auch die Krümmung ihrer Gelenkflächen bei verschiedenen Individuen stark wechseln. Bei flachen, wenig prominenten Höckern muss ein Anstossen der Ränder der Atlasplatten gegen die Schädelbasis sehr bald eintreten, wenn nicht die Spannung der Kapseln und der übrigen Weichteile schon vorher die Bewegung zum Stillstande bringt, was wohl ziemlich häufig eintreffen dürfte. Die Angabe von HENKE<sup>6 a</sup>, dass bisweilen auch der Griffelfortsatz durch Anstossen gegen den Querfortsatz des Atlas die Flexion des Kopfes begrenzen kann, habe ich in einem Falle bestätigen können.

Obwohl die Form der Flächen in den seitlichen *Atlantoaxialgelenken* einer Verschiebung des Atlas auf der Axis nach vorne oder nach hinten gar nicht im Wege steht, scheint beim ersten Anblicke eine Sagittalflexion im unteren Kopfgelenke wegen der festen Einfügung des Zahnfortsatzes zwischen dem vorderen Atlasbogen und dem Querbande fast ganz ausgeschlossen zu sein. Die meisten Autoren verneinen auch aus diesem Grunde die fragliche Bewegung. Selbst wenn man mit VIRCHOW<sup>16</sup> auf die Dehnbarkeit des Ligamentes und die Kompressibilität des Knorpels Rücksicht nimmt, scheint der Spielraum für Verschiebungen des Zahnfortsatzes nach vorne und hinten ungenügend zu sein, um merkbare Nickbewegungen in diesem Gelenke zu gestatten.

Bei einem solchen Schlusse hat man aber eine Möglichkeit ausser Betracht gelassen, nämlich dass sich die Bewegung um eine transversale Achse durch den Zahnfortsatz zwischen dem vorderen und dem hinteren Zahngelenke vollziehen kann, wie ich es in der Fig. 7 zu veranschaulichen versucht habe. Da diese Bewegungsachse also ziemlich genau durch die Insertionsstellen des Lig. transversum atlantis verläuft, und da die vordere Gelenkfläche des Zahnes ziemlich klein ist und übrigens, wie ich oben bemerkt habe, am Sagittalschnitte öfter eine nach vorne konvexe Krüm-



mung zeigt, deren Mittelpunkt ebenfalls in der Nähe der betreffenden Achse liegt, ist es offenbar, dass die Einfügung des Zahnfortsatzes in dem fibroossösen Ringe der fraglichen Bewegung nicht hinderlich zu sein braucht und dass »in den Zahngelenken vorn und hinten ein abwechselndes Klaffen« (FICK<sup>1</sup> B. III, S. 120) gar nicht nötig ist. Der vordere Atlasbogen gleitet bei Streckung nur etwas aufwärts, bei Beugung etwas abwärts auf der Vorderfläche des Zahnes. Da die Bewegungsachse oberhalb der seitlichen Atlantoaxialgelenke liegt, ist es selbstverständlich, dass auch die unteren Atlasflächen auf der Axis schleifen müssen und zwar nach vorne bei der Streckung, nach hinten bei der Beugung. — Wenn die Achse der sagittalen Krümmung der Atlasflächen mit der Bewegungsachse zusammenfielen, würde die Bewegung einem regelmässigen »Linienschleifen am Ort« (FICK) entsprechen, und es würde auch bei den grössten Exkursionen keine Hemmung von Seiten der Gelenkflächen eintreten. Eine derartige Krümmung dürfte aber kaum jemals vorkommen; gewöhnlich fand ich

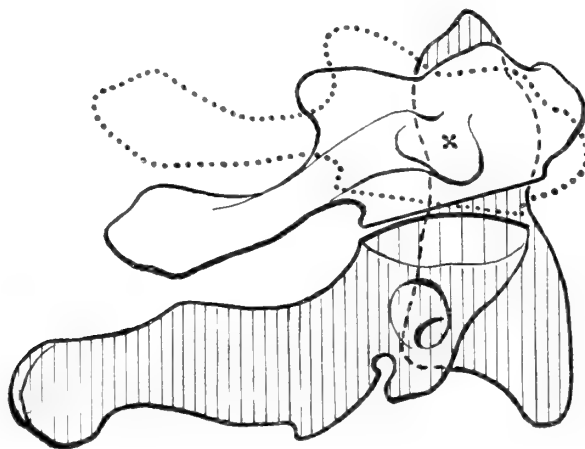


Fig. 7.

das Sagittalprofil der Atlasflächen ziemlich geradlinig, bisweilen sogar etwas konkav gekrümmt. Unter solchen Umständen muss es sich streng genommen um eine Mischbewegung aus Schleifen und Rollen handeln, welche nicht um eine absolut stillstehende Achse verlaufen kann,<sup>1</sup> und bei grösseren Bewegungen muss es zu einem Anstemmen der vorderen oder hinteren Teile der Gelenkflächen gegen einander kommen. Je nach dem Grade der Inkongruenz zwischen den Axis- und Atlasflächen tritt diese Hemmung früher oder später ein; je mehr konvex jene, und je weniger konkav resp. mehr konvex diese Flächen von vorne nach hinten sind, um so grösser muss die Beweglichkeit sein. Aus der grossen Variabilität der Gelenkflächenkrümmung

<sup>1</sup> Von einer näheren Analyse dieser recht komplizierten Bewegung glaube ich um so eher abstehen zu können, als eine solche wegen der grossen Variabilität der Gelenkflächen doch nur auf einen willkürlich gewählten Einzelfall beziehbar wäre. Zu dem oben gesagten möchte ich nur hinzufügen, dass die Benennung »Schaukelbewegung«, welcher sich FICK für die sagittalen Verschiebungen des Atlas gegen die Axis bedient, dem tatsächlichen Verhalten schlecht entspricht; beim Schaukeln liegt die momentane Bewegungsachse an der Grenze der beiden sich bewegenden Körper, was in dem untern Kopfgelenk schon deshalb unmöglich ist, weil die Berührungslinie der Gelenkflächen nicht gerade ist.

kann man also auf einen individuell sehr wechselnden Umfang der Nickbewegungen im hintern Kopfgelenke schliessen. Dass sich auch eine Hemmung durch das Anstossen der beiden Wirbelbogen gegen einander oder durch die Spannung der fibrösen und muskulären Verbindungen des zweiten Wirbels mit dem Atlas und dem Kopfe denken lässt, braucht nicht betont zu werden. In Hinsicht darauf, dass die letzteren in ihrer Länge so bemessen sind, dass sie erhebliche Drehungen um die vertikale Achse erlauben, und dass die Entfernung ihrer Insertionen von der eben angegebenen transversalen Achse ziemlich dieselbe ist, wie von der vertikalen, ist es aber deutlich, dass sie alle in mittlerer Stellung relativ schlaff und auch den Sagittalbewegungen wenig hinderlich sein müssen.

Die obigen theoretischen Schlussfolgerungen betreffs der Möglichkeit von Nickbewegungen wechselnden Umfanges, nicht nur im oberen sondern auch im unteren Kopfgelenke, sind durch meine *Leichenversuche* und meine Röntgenuntersuchungen an Lebenden vollends bestätigt worden.

Aus den Zahlen in den drei ersten Kolumnen der Tab. II, welche den Umfang der unter den S. 16 angegebenen Vorsichtsmassregeln geprüften sagittalen Beweglichkeit der beiden Kopfgelenke an Leichenpräparaten angeben, sieht man, wie starken individuellen Wechselungen dieselbe unterworfen ist. Der Umfang der Nickbewegungen an meinen 10 Präparaten, wechselte in dem oberen Gelenk zwischen  $13\frac{1}{2}^{\circ}$  und  $26^{\circ}$ , in dem unteren Gelenk zwischen  $5^{\circ}$  und  $22^{\circ}$ , in beiden Gelenken zusammen zwischen  $25^{\circ}$  und  $41^{\circ}$ . Wichtiger als diese absoluten Zahlen, welche, wie ich oben begründet habe, nur einen beschränkten Wert haben, scheint mir das Verhältnis zwischen den Bewegungen beider Gelenke in den Einzelfällen. Eine Prüfung der Zahlen in dieser Hinsicht ergibt, dass die Beweglichkeit in dem unteren Gelenke bisweilen ebenso gross (Fall IV) ja sogar etwas grösser (Fall VI) als die in dem oberen Gelenke sein kann, dass sie aber in andern Fällen (I, VII und X) nur etwa  $\frac{1}{3}$  oder  $\frac{1}{4}$  davon ausmacht. Nach den Durchschnittszahlen sind die Exkursionen im unteren Gelenke etwas mehr als halb so gross wie die im oberen ( $= 11^{\circ},2 : 18,9$ ).

Mit meinen obigen Zahlen ziemlich vergleichbar sind die Angaben VIRCHOW'S<sup>15, 16</sup> über die sagittalflexorische Beweglichkeit in den menschlichen Kopfgelenken. Er hat an zwei »Gipsformpräparaten« die Exkursionen in den betreffenden Gelenken gemessen und im oberen Gelenke eine Beweglichkeit von  $20\frac{1}{2}^{\circ}$  resp.  $22^{\circ}$ , im unteren von  $7\frac{1}{2}^{\circ}$  resp.  $14^{\circ}$  gefunden. Trotzdem seine Resultate mit einer ganz anderen Methode gewonnen sind, stimmen sie also mit den meinigen ganz gut überein. Auffallend ist dagegen der Unterschied zwischen VIRCHOW'S und meinen Zahlen einerseits und den sonst in der Litteratur vorkommenden Angaben (HENLÉ<sup>7</sup>, GERLACH<sup>2</sup> u. a.) über den Umfang der Nickbewegungen andererseits. Die letzteren werden gewöhnlich auf etwa  $45^{\circ}$  geschätzt und ausschliesslich in das obere Gelenk verlegt. Da die betreffenden Autoren sich auf keine eigenen Untersuchungen berufen, machen es unsere Versuche wahrscheinlich, dass die letztgenannte Zahl viel zu gross ist. Mit aller Reserve wegen des kleinen Materials möchte ich einstweilen die sagittale Beweglichkeit im oberen Kopfgelenke zu rund  $20^{\circ}$ , im untern zu etwas mehr als  $10^{\circ}$  schätzen.

Um zu erfahren, inwiefern der Umfang der sagittalen Bewegungen in den Kopfgelenken von den fibrösen Verbindungen der beiden ersten Halswirbel mit dem Kopfe und mit einander beeinflusst werde, habe ich an einigen Präparaten nach einander die verschiedenen Kapseln und Bänder durchschnitten und danach die Exkursionsgrösse wieder geprüft. Es zeigte sich dabei, dass meistens nur die Beweglichkeit im oberen Gelenke durch diese Hindernisse beschränkt wurde, und zwar war es hauptsächlich die Membrana atlantooccipitalis posterior und das Ligamentum longitudinale anterius, welche als Hemmungsbänder wirkten. Die Beweglichkeit im unteren Gelenke verblieb gewöhnlich ziemlich unverändert, selbst nach Durchschneidung sämtlicher Bänder (Lig. transvers. atl. ausgenommen), was darauf hindeutet, dass die Hemmung der Nickbewegung in diesem Gelenke hauptsächlich durch das Anstemmen der vordern oder hintern Abschnitte der Gelenkflächen gegeneinander bewirkt wird. Nach Durchschneidung des Lig. transv. liessen sich zwar grössere Bewegungen in der Sagittalebene ausführen, aber diese waren ganz anderer Art als die Bewegungen bei unversehrtem Querbande und eher Schaukel- oder Kippbewegungen ähnlich.

Dass bei Extensions- und Flexionsbewegungen im unteren Gelenke die Atlasflächen nach vorne resp. nach hinten auf den Axisflächen gleiten, wie ich oben angegeben habe, und dass folglich die Bewegungsachse etwas oberhalb der Gelenkspalten liegt, liess sich bei meinen Leichenversuchen ebenfalls leicht konstatieren. Hat man ein Präparat, wo die betreffende Beweglichkeit nicht besonders klein ist, so braucht man nur die Finger auf die vorderen Ränder der Gelenkflächen zu legen, um die Verschiebungen des Atlas nach vorne und hinten direkt fühlen zu können. An geeigneten Präparaten kann man auch das Auf- und Niedergleiten des vordern Atlasbogens vor dem Zahnfortsatze deutlich sehen.

Die einzelnen Details in den Bewegungen des oberen Gelenks lassen sich an Leichenpräparaten nicht so leicht demonstrieren. Das charakteristische Klaffen bei stärkerer Beugung und Streckung kann man jedoch an passenden Sagittalschnitten durch das Gelenk oft gut studieren. Die oben besprochene abwechselnde Bewegung um die Krümmungsachsen der vordern und der hintern Halbflächen (HENKE<sup>5</sup>) habe ich dagegen an Gelenkpräparaten von Menschen nicht sicher feststellen können, was aber in mangelhaften Versuchsanordnungen seinen Grund haben kann.

Was endlich meine *Röntgenuntersuchungen* betrifft, so war es wegen der tiefen Lage dieser Gelenke schon von vornherein kaum zu erwarten, dass sie hinreichend scharfe Bilder liefern könnten, um eine völlig exakte Bestimmung der Gelenkachsen u. dgl. zu erlauben. Meine Absicht war nur, einen unwiderleglichen Beweis dafür herbeizuschaffen, dass die Nickbewegungen auch im Leben nicht ausschliesslich auf das obere Kopfgelenk beschränkt sind, und wenn möglich auch den Umfang dieser Bewegungen in den beiden Gelenken annähernd berechnen zu können. Ein Blick auf Taf. I, wo die Gelenke in Extensions- und Flexionslage bei einem und demselben Individuum radiographisch dargestellt sind, zeigt, dass meine Hoffnung nicht gescheitert ist. Wenn man die beiden Figuren mit einander vergleicht, sieht man sogleich, dass die Entfernung des hintern Atlasbogens nicht nur von der Hinterhauptschuppe, sondern auch von dem Dornfortsatze des zweiten Halswirbels von der Extensionslage aus (Fig. 1) bis zur Flexion (Fig. 2) beträchtlich zugenommen

hat. An der Originalplatte betrug diese Zunahme resp. 7 und 4 mm. Die Berechnung der Winkelgrösse der in diesem Versuche gemachten Bewegung ergab, dass sich das Atlantooccipitalgelenk um  $17^\circ$  und das Atlantoaxialgelenk um  $8^\circ$  bewegt hatte. Von der ganzen  $25^\circ$  betragenden Nickbewegung kamen also rund  $\frac{2}{3}$  auf das obere und  $\frac{1}{3}$  auf das untere Gelenk.

Eine andere Untersuchung an derselben Versuchsperson (IV a) sowie ähnliche Untersuchungen an 3 anderen Individuen ergab als Resultat, dass die sagittalen Exkursionen im oberen Gelenk von  $4\frac{1}{2}^\circ$  bis  $17^\circ$ , im unteren von  $3^\circ$  bis  $20\frac{1}{3}^\circ$ , und in beiden Gelenken zusammen zwischen  $8^\circ$  und  $25^\circ$  wechselten. Dreimal war die Exkursionsweite im oberen Gelenk etwa doppelt so gross wie im unteren; zweimal dagegen übertraf die Winkelgrösse der Bewegung im unteren Gelenke die des oberen; im Versuch I war jene sogar mehr als 4 mal grösser als diese.

Besonders auffallend sind die verschiedenen Resultate der beiden mit IV a und b bezeichneten Versuche, welche an demselben Individuum mit einer Zwischenzeit von nur einigen Minuten gemacht wurden. Bei dem zweiten Versuche war die ganze Bewegung (in beiden Gelenken) mehr als doppelt so gross wie im ersten, aber die Vergrösserung betraf nur das obere Gelenk, während das untere in beiden Versuchen fast genau dieselbe Bewegung ausführte.

Hauptsächlich aus den letztgenannten Versuchsergebnissen glaube ich schliessen zu können, dass die aus meinen Untersuchungen an Lebenden hervorgehenden und in der Tabelle angeführten Zahlen nicht als Maximalwerte der Beweglichkeit bei den betreffenden Individuen aufzufassen sind. Zwar wurde die Versuchsperson immer aufgefordert, eine möglichst vollständige Beugung des Kopfes in angewiesener Richtung zu machen, aber es scheint, als ob man (vielleicht nur wegen mangelnder Übung) die Innervation der einzelnen Muskeln nicht hinreichend beherrsche, um die zu Gebote stehenden Bewegungsmöglichkeiten immer vollständig ausnützen zu können. Gerade die Versuchsperson IV (einer von meinen Assistenten) hatte vollauf die theoretischen Voraussetzungen, um die Bewegungen nach meinen ihm wohl bekannten Intentionen ausführen zu können; und doch fielen die beiden Parallelversuche so verschieden aus. — Auch die auffallend kleine Beweglichkeit im Fall II möchte ich einer für Maximalbewegungen ungeeigneten Innervation zuschreiben. Bei den X-Aufnahmen, die an mir selbst genommen wurden, hatte ich nämlich die Aufmerksamkeit streng darauf gerichtet, die Bewegung so weit wie möglich in den obersten Halsgelenken mit nur unbedeutender Beteiligung der unteren auszuführen. Es kommt mir als sehr wahrscheinlich vor, dass ich gerade dadurch die langen, gemeinsamen Halsmuskeln, die ja auch auf die Kopfgelenke sehr kräftig wirken, aus der Teilnahme an der Bewegung wenigstens partiell ausgeschaltet habe. — Wenn diese meine Erklärung richtig ist, so erscheint es auch ganz natürlich, dass meine Untersuchungen an Lebenden im allgemeinen kleinere Werte für die Beweglichkeit der Kopfgelenke ergeben haben als meine Leichenversuche. (Vgl. Tab. II und III.)

In meinen sämtlichen Versuchen an Lebenden zeigte es sich, dass *beide Kopfgelenke*, obwohl in sehr wechselndem Verhältnis an den Nickbewegungen teilnahmen. In Anbetracht der schon durch die Leichenversuche erwiesenen, relativ bedeutenden

passiven Beweglichkeit beider Gelenke, scheint mir dies leicht verständlich, da ja sowohl die Schwerkraft als auch die meisten und noch dazu die stärksten der von der Wirbelsäule und dem Schultergürtel zum Kopfe ziehenden Muskeln ungefähr in derselben Weise und in etwa gleicher Masse auf die beiden Kopfgelenke einwirken müssen. Um die Bewegungen auf das eine der beiden Gelenke zu beschränken, müsste man das andere in irgendwelcher Weise feststellen können. Es scheint mir aber kaum annehmbar zu sein, dass man die hierzu nötigen Eingelenkmuskeln, die unter den *Mm. recti capitis anter. und lateral., obliqui, rect. post. min. und intertransversar. I* zu suchen wären, zu diesem Zwecke einzeln innervieren könnte.

Die sehr komplizierte Anordnung der ganzen Muskulatur im Verhältnis zu den verschiedenen Bewegungsachsen beider Gelenke macht es auch wahrscheinlich, dass dasselbe Resultat hinsichtlich der Stellung des Kopfes nicht immer in gleicher Weise erreicht wird, und dass also nicht nur individuelle Unterschiede vorkommen können, sondern auch bei einem und demselben Individuum der Verlauf der einzelnen Bewegungsphasen je nach der Ausgangsstellung, der Belastung u. dgl. wechseln kann. Zu Gunsten einer solchen Auffassung sprechen auch meines Erachtens die Resultate der Versuche IV a und b.

## 2. Die seitlichen Bewegungen.

Dass die Krümmung der Gelenkflächen im Atlantooccipitalgelenke Neigungen des Kopfes nach den Seiten erlaubt, dürfte kaum bestritten werden können. Bei der üblichen Auffassung der Gelenkflächen als Abschnitte eines quergestellten Ellipsoides oder eines »Idealeikörpers« braucht man nur eine mässige Inanspruchnahme der Kompressibilität des Knorpels vorauszusetzen, um ein annähernd kongruentes Schleifen der Flächen auf einander annehmen zu können. Wenn man sie dagegen als Teile eines Drehkörpers mit von vorne nach hinten verlaufender Achse betrachtet, was ich als richtiger erachte, dann müssen natürlich Bewegungen um die Drehachse mit völlig erhaltener Kongruenz verlaufen. In Hinsicht darauf sind die Seitenneigungen tatsächlich für das Gelenk viel mehr »typisch« als die sagittalen Bewegungen.

Streng genommen ist ja diese »typische« Bewegung wegen der schräg nach hinten unten verlaufenden Achse keine reine Seitenneigung, sondern die letztere ist, wie schon HENKE<sup>5, 6</sup> hervorgehoben hat, mit einer kleinen Drehung des Kopfes nach der entgegengesetzten Seite verbunden. In Anbetracht des geringen Umfanges der ganzen Bewegung sowie vor allem der grossen Leichtigkeit, womit die rotatorische Komponente derselben durch eine kleine Drehung nach der entgegengesetzten Seite in dem naheliegenden Atlantoaxialgelenke neutralisiert werden kann, scheint mir jener Komponente keine weitere Bedeutung zugemessen werden zu können. Da dieses Detail auch in keiner direkten Beziehung zu dem Mechanismus der Kopfgelenke im übrigen zu stehen scheint, habe ich geglaubt, von demselben absehen zu können, und werde im folgenden nur die reinen, in der Frontalebene verlaufenden Seitenneigungen berücksichtigen. Die Bewegungen der letztgenannten Art sind offenbar mit dem Bau des Gelenkes ebensogut vereinbar, wie die Bewegungen in der Sagittalebene; die

Kongruenz der Gelenkflächen in den verschiedenen Bewegungsphasen muss bei jenen Bewegungen entschieden besser sein als bei diesen, wenn sie auch nicht so vollkommen ist wie bei den typischen Bewegungen um die schräge Achse. — Dass auch eine asymmetrische Entwicklung der Kondylen und der Atlaspfannen, wenn sie nur eine gemeinsame Krümmungsachse haben, ein kongruentes Schleifen der Flächen gegeneinander erlaubt, wurde schon oben S. 8 gezeigt.

Der Umfang der Bewegungen in frontaler Richtung im oberen Kopfgelenke ist selbstverständlich von der Grösse und der Prominenz der Gelenkhöcker sowie von der Tiefe der Atlaspfannen in hohem Grade abhängig und man kann also, wie oben bei der Frage nach den sagittalen Bewegungen (S. 21) auf starke individuelle Schwankungen schliessen. Die daselbst gezogenen Schlüsse betreffs der Hemmung durch Knochen und Weichteile sind ebenfalls auf die Seitenbewegungen anwendbar.

Meine Untersuchungen über die Krümmungsverhältnisse der Gelenkflächen des unteren Kopfgelenkes haben gezeigt, dass das Querprofil der in Mittelstellung sich berührenden Teile der Gelenkflächen in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle einem Kreisbogen ziemlich genau entspricht, dessen Mittelpunkt etwa an der Grenze des dritten und vierten Halswirbels liegt. So gestaltete Flächen können offenbar um eine durch diesen Mittelpunkt verlaufende sagittale Achse mit völlig erhaltener Kongruenz auf einander schleifen. Eine Bewegung dieses Gelenkes in der Frontalebene muss also in dem Umfange möglich sein, wie es einerseits die Form der Knochen im übrigen — namentlich die Einfassung des Zahnfortsatzes zwischen den Seitenmassen des Atlas — andererseits die Weichteile erlauben. Was zuerst den Zahn betrifft, hat mir die Untersuchung einer grossen Anzahl von Präparaten gezeigt, dass so gut wie immer ein gewisser Spielraum für seitliche Verschiebungen desselben vorhanden ist. Im Gegensatz zu den sagittalen Verschiebungen, welche, wie oben angedeutet wurde, bei unversehrtem Querband fast unmerklich sind, betragen jene meistens ein paar mm nach jeder Seite, bisweilen noch mehr. Ich kann mich nur eines einzigen Falles erinnern, wo Seitenverschiebungen des Zahnes fast ganz ausgeschlossen waren, es handelte sich aber dabei um ein durch arthritische Wucherungen stark verändertes Gelenk.<sup>1</sup>

Eine Beschränkung dieser Seitenverschiebungen durch die Kapseln und die übrigen fibrösen Verbindungen ist kaum zu erwarten, wann man erwägt, wie unbedeutend die bei diesen jedenfalls sehr mässigen Verschiebungen entstehenden Dehnungen der Weichteile sein müssen im Verhältnis zu den Verlängerungen, die mit den viel umfangreicheren rotatorischen Bewegungen verbunden sind.

In solchen, weniger häufigen Fällen, wo das Querprofil der fraglichen Gelenkflächen keinen regelmässigen Kreisbogen, sondern eine gerade oder etwas unregelmässig gebogene Linie bildet, kann natürlich eine Bewegung der letztbesprochenen Art nicht mit völlig kongruentem Schleifen vorsichgehen. Da es sich wegen des hinderlichen Zahnfortsatzes immerhin nur um ganz kleine Bewegungen handelt und

<sup>1</sup> Die relativ flache Krümmung in der Horizontalebene, welche die Gelenkfläche am vorderen Atlasbogen im Vergleich mit der mit ihr artikulierenden Densfläche zeigt, muss natürlich den seitlichen Verschiebungen des Zahnfortsatzes günstig sein.

der Knorpelüberzug gerade in diesem Gelenke relativ dick ist und also die etwaigen Inkongruenzen während der Bewegung leicht ausgleichen kann, dürfte auch in solchen Fällen die Krümmung der Gelenkflächen eine mässige Bewegung in seitlicher Richtung nicht hindern.

Durch die hier angeführten Tatsachen scheint der Schluss hinreichend begründet zu sein, dass in der *Articulatio atlantooccipitalis* gewisse Seitenneigungen um eine sagittale Achse durch den Bau des Gelenkes nicht ausgeschlossen sind, sondern im Gegenteil in der Mehrzahl der Fälle den anatomischen Verhältnissen völlig entsprechen. Dass der Umfang dieser Bewegungen (beim Menschen) relativ klein ist, liegt vor allem an dem gegenseitigen Grössenverhältnisse des Zahnes und des Raumes zwischen den Atlasseitenmassen, was auch für die individuellen Schwankungen der Beweglichkeit ausschlaggebend sein dürfte.

In voller Übereinstimmung mit diesen theoretischen Schlüssen haben meine *Leichenversuche* über die Beweglichkeit der beiden Kopfgelenke in der Frontalebene ergeben, dass die Seitenneigungen des Kopfes normalerweise auf die beiden betreffenden Gelenke verteilt sind. Wie aus der Tabelle II hervorgeht, waren meistens die Exkursionen im oberen Gelenke bedeutend grösser als im unteren; in zwei Fällen aber (IV und VIII) waren sie etwa gleichgross; in keinem einzigen von den 10 Fällen fehlte die seitliche Beweglichkeit im unteren Gelenke ganz. Der Umfang der Bewegungen im *Atlantooccipitalgelenke* war auffallend konstant ( $6^{\circ}$  bis  $8^{\circ}$ , Mittel:  $7,05^{\circ}$ ); im *Atlantoaxialgelenke* dagegen fanden sich Schwankungen von  $2^{\circ}$  bis  $9\frac{1}{2}^{\circ}$  (Mittel:  $3,8^{\circ}$ ). Eine gesetzmässige Relation des Bewegungsumfanges im oberen Gelenke zu dem des unteren, oder der seitlichen Beweglichkeit zu der sagittalen, liess sich an meinem Material nicht feststellen. Die ganze seitliche Beweglichkeit in beiden Gelenken zusammen betrug  $8^{\circ}$  bis  $17\frac{1}{2}^{\circ}$ , durchschnittlich  $10^{\circ},85$ . Bestimmte Massangaben über den Umfang der Seitenneigungen des Kopfes habe ich in der Literatur nicht finden können, mit Ausnahme einer Angabe in FICK's Handbuch, dass derselbe »etwa  $15-20^{\circ}$  nach jeder Seite hin» beträgt, dass aber in manchen Fällen eine Seitenneigung geradezu unausführbar ist. Nach Mitteilung Prof. FICK's sind die Worte »nach jeder Seite hin» ein *lapsus calami* statt »nach beiden Seiten zusammen«. Immerhin dürften seine Zahlen zu gross sein. Aus der Länge des Krümmungsradius (rund 4 cm) ist es nämlich leicht zu berechnen, dass eine Bewegung von  $20^{\circ}$  eine Seitenverschiebung der Kondylen in den Atlaspfannen von beinahe  $1\frac{1}{2}$  cm voraussetzt, was aber mit dem Bau des Gelenkes ganz unvereinbar erscheint. Schon die von mir gefundene durchschnittliche Beweglichkeit von  $7^{\circ}$  entspricht Verschiebungen der Gelenkflächen von beinahe  $\frac{1}{2}$  cm.

An meinen Gelenkpräparaten liessen sich die Verschiebungen des ersten und des zweiten Halswirbels gegen einander bei den Seitenneigungen durch Betasten der lateralen Ränder der Gelenkflächen oder durch direkte Beobachtung nach Wegnahme der vordern Kapselwand meistens sehr leicht feststellen. Dagegen war es mir wegen des kleinen Umfanges der Bewegungen nicht möglich, die exakte Lage der Bewegungsachse auf experimentellem Wege zu bestimmen; dies ist aber auch kaum nötig, da kein Zweifel darüber bestehen kann, dass diese mit der auf oben angegebene Weise



bestimmten Krümmungsachse zusammenfällt. — Von meinen Leichenversuchen wäre noch zu erwähnen, dass das Durchschneiden der Kapseln und Bänder auf den Umfang der Seitenbewegungen im unteren Gelenke fast gar keinen Einfluss hatte; das spricht zu Gunsten meiner Meinung, dass die Hemmung dieser Bewegung hauptsächlich durch den Zahnfortsatz geschieht. Im oberen Gelenke fand ich dagegen bisweilen eine nicht unbeträchtliche Zunahme der Beweglichkeit nach Durchschneiden der seitlichen Teile der Gelenkkapseln, welche also als Hemmungsbänder wirken können.

Bei meinen *Röntgenuntersuchungen* über die Seitenbewegungen in den Kopfgelenken hat der Versuch II aus dem Grunde zu keinem Resultat geführt, weil der Schatten der stark gewölbten Hinterhauptschuppe diejenigen der Gelenke grösstenteils verdeckte und dadurch eine sichere Bestimmung der Lageveränderungen der Knochen unmöglich machte. In dem Versuche I ergab die nähere Prüfung der beiden bei Neigung des Kopfes nach links und nach rechts aufgenommenen Bilder nur einen Unterschied von höchstens  $1^\circ$  in der Lage des Atlas im Verhältnis zum Schädel und keinen messbaren Unterschied in der gegenseitigen Lage der beiden obersten Halswirbel. Da aber in diesem Falle die Schattenbilder eine völlig regelmässige Krümmung der Gelenkspalten zwischen dem Atlas und der Axis und auf jeder Seite des Zahnfortsatzes einen etwa 3 mm breiten Raum zwischen ihm und den *Massæ laterales atlantis* zeigten, dürfte man wohl kaum berechtigt sein, aus diesem einzigen Versuche den Schluss zu ziehen, dass das betreffende Individuum wirklich keine Seitenneigungen in den Kopfgelenken ausführen konnte. Es kann in Frage gestellt werden, ob man nicht, in Übereinstimmung mit der oben S. 24 gegebenen Erklärung, die Ursache in einer ungeeigneten Innervation der Muskulatur, welche nur die unteren Halswirbelgelenke in Anspruch nahm, zu suchen hat. Jedenfalls bleibt das Resultat dieses Versuches zweifelhaft.

Um so besseren Erfolg hatten die übrigen Versuche. Die von dem Versuche IV b stammenden Radiographien, welche auf Tafel II wiedergegeben sind, zeigen mit aller erwünschten Deutlichkeit, dass auch im Leben eine Seitenbewegung im unteren Kopfgelenke vorkommt. Der helle Zwischenraum zwischen dem Zahnfortsatze und der Seitenmasse des Atlas ist bei Neigung des Kopfes nach links viel breiter an dieser Seite als an der rechten, während die Neigung nach rechts eine bedeutende Zunahme des rechten Zwischenraumes auf Kosten des linken bewirkt. Dass dies von einem Gleiten des Atlas seitwärts auf der Axis herrührt, kann nicht bezweifelt werden, und erhält übrigens weitere Bestätigung, wenn man die Lage der unteren lateralen Ecke des Atlasschattens im Verhältnis zum Seitenrande des Axisschattens betrachtet. Die bei der Neigung nach der gleichnamigen Seite über die Axis herausragende Ecke zieht sich bei Neigung nach der entgegengesetzten Seite ganz deutlich zurück auf die obere Fläche der Axis. Auch die Veränderungen in der Lage des Atlas im Verhältnis zum Schädel kommen an den Schattenbildern deutlich zum Ausdruck, indem der Schädelschatten den Schatten des Atlas an der Seite, nach welcher die Seitenbiegung geschah, weit mehr als an der andern Seite verdeckt.

Eine genaue Messung und Berechnung der Lageveränderungen der Schatten zu einander ergab, dass in dem jetzt besprochenen Versuche die Bewegung im Atlanto-



occipitalgelenk  $8\frac{1}{2}^\circ$ , im Atlantoaxialgelenk  $3^\circ$  betrug. In einem anderen in derselben Sitzung vorgenommenen Versuche (IV a) an demselben Individuum waren die Bewegungen ein klein wenig grösser ( $9^\circ$  resp.  $4^\circ$ ). Bei einem anderen Individuum (III) fand ich wiederum eine geringere Beweglichkeit. Von dem Gesamtbetrag der Seitenneigungen in den Kopfgelenken, der nur  $7^\circ$  war, kamen  $5^\circ$  auf das obere und  $2^\circ$  auf das untere Gelenk. Dass diese Zahlen nicht als Maximalwerte betrachtet werden können, ist schon aus dem oben über die Sagittalbewegungen gesagten klar.

Da ich die Ablesungsfehler bei meinen Messungen an den Röntgenplatten nur auf etwa  $1^\circ$  schätzen kann, scheinen mir diese Versuche betreffs der Hauptfrage volle Beweiskraft zu haben, und da sie zu ganz demselben Resultate geführt haben wie die oben besprochenen Untersuchungen an totem Material, so lassen sie keinen Zweifel übrig, dass das untere Kopfgelenk normalerweise an den Seitenneigungen des Kopfes teilnimmt.

Der Umfang der dabei vorkommenden Bewegungen in diesem Gelenk ist ja relativ gering, er beträgt nur ganz wenige Grade, und man könnte deswegen vielleicht geneigt sein, dieselben als für den eigentlichen Mechanismus ganz belanglose Wackelbewegungen zu betrachten, wie solche ja in fast jedem Gelenke vorkommen. Gegen eine solche Auffassung möchte ich erstens, das *regelmässige* Vorkommen einer derartigen Beweglichkeit beim Menschen und ferner die schon in der Einleitung berührte Tatsache anführen, dass ich bei den meisten Säugetieren ganz ähnliche Bewegungen im Atlantoaxialgelenk vorfand. Der Umfang derselben beträgt bei vielen Tieren  $20-30^\circ$  oder noch mehr. Vor allem spricht aber dagegen der Umstand, dass die Seitenbewegungen im unteren und oberen Gelenke mit einander so intim verbunden sind, dass sie gewissermassen nur als Teilerscheinungen einer einheitlichen, ganz typischen Bewegung vorkommen. — Diese Kombination der Bewegungen ist schon vom rein mechanischen Gesichtspunkte aus ganz interessant und muss hier etwas ausführlicher besprochen werden.

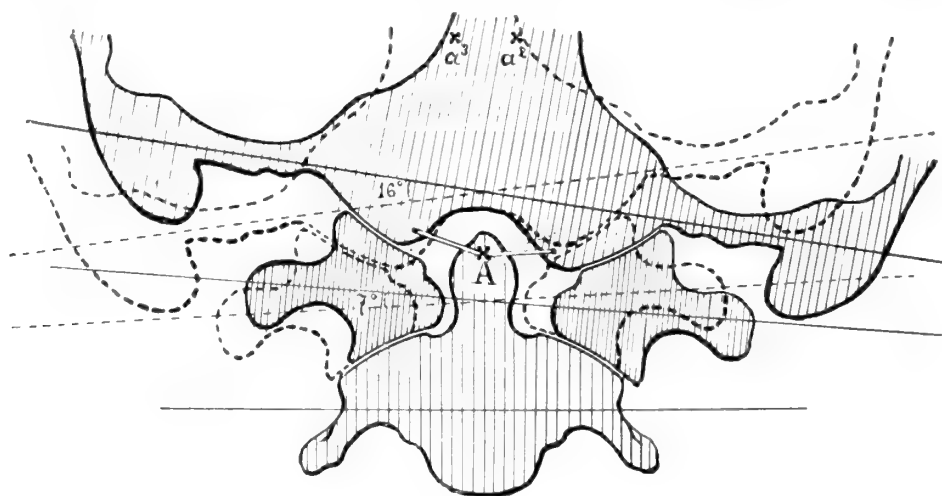
Wenn man an einem Präparat der Kopfgelenke — am besten einem solchen, wo die Wirbelbogen und die Membrana tectoria entfernt sind und die tieferen Teile der Gelenke offen liegen — Seitenbewegungen ausführt, so ist es in der Regel sehr leicht zu sehen, wie der Atlas zwischen das Hinterhauptsbein und die Axis nach derjenigen Seite hinübrückt, nach welcher die Beugung geschieht. Die dabei eintretenden Lageveränderungen der Skelettteile gegen einander habe ich an der nach einem Präparate gezeichneten Fig. 8 dargestellt, an welcher die gestrichelten und ausgezogenen Konturen des Atlas und der Schädelbasis die Endlagen dieser Knochen bei einer im ganzen  $16^\circ$  betragenden Kopfneigung von der einen Seite zur anderen angeben.<sup>1</sup>

Wenn der Atlas seitlich auf die Axis gleitet, was selbstverständlich durch Drehung um die unten gelegene Achse  $a^1$  geschieht, muss auch die durch den Clivus verlaufende Achse, um welche sich die Bewegungen zwischen Schädel und Atlas vollziehen, seitlich verschoben werden (von  $a^2$  nach  $a^3$  oder umgekehrt). Wenn sich aber gleichzeitig das

<sup>1</sup> Nach dieser Figur kann man leicht ein Modell verfertigen, an dem sich der Mechanismus der Seitenbewegungen in den Kopfgelenken vorzüglich demonstrieren lässt. Die schraffierten Durchschnitte der Knochen können aus einem dünnen Brette ausgesägt, die beiden Atlashälften vor und hinter dem Zahnfortsatze in richtiger Entfernung von einander mittels Blechstreifen verbunden (vorderer Atlasbogen und Lig. transversum) und dann an der Stelle der Ligg. alaria dünne Lederstreifen o. dgl. von der Spitze des Zahnes nach den Kondylen gespannt werden.

obere Gelenk nach derselben Seite dreht, ergibt sich, dass die wirkliche (absolute) Seitenneigung des Kopfes annähernd um eine durch die Spitze des Zahnfortsatzes, etwa an der Insertionsstelle der Flügelbänder verlaufende Achse A vorsichgeht. Der Hinterhauptskondylus derjenigen Seite, nach welcher die Beugung geschieht, senkt sich, an der anderen Seite rückt er nach oben und es kommt einem so vor, als würde die keilförmige Seitenmasse des Atlas auf jener Seite aus seiner Lage zwischen dem Kondylus und der Axis hinausgepresst, während sie an dieser Seite in den erweiterten Zwischenraum tiefer hineinglitt. Die Verschiebung des Atlas erinnert etwas an das Vor- und Rückwärtsrutschen der C-Knorpel auf der Tibiafläche bei Streckung und Beugung des Knies.

Eine nähere Untersuchung ergibt, dass der Mechanismus dieser kombinierten Bewegung in den beiden Gelenken hauptsächlich durch die Ligg. alaria geregelt wird. Durch ihre Insertion an der Zahnschneidekante hindern sie jede erheblichere Bewegung die nicht konzentrisch um diesen Punkt verläuft; sie wirken als Hemmungsbänder sowohl im oberen



$x a^1$   
Fig. 8.

Gelenke wie im unteren, wohlgerneht aber in entgegengesetzter Richtung, und gerade dadurch wird die Beweglichkeit freier, wie uns folgende Betrachtung lehrt. Bei einer Seitenneigung des Kopfes z. B. nach *rechts*, die nur in dem oberen Gelenke vorsichginge, würde das *linke* Flügelband binnen kurzem in Spannung geraten und die weitere Bewegung hemmen. Wenn sich wiederum nur das untere Gelenk nach derselben Seite bewegte und also der Atlas mitsamt dem Occiput (ohne eigene Verschiebung der Kondylen gegen den Atlas) nach rechts glitt, so würde das *linke* Flügelband im Gegenteil erschlaffen. Da nun aber beide Gelenke sich gleichzeitig bewegen, muss die Entspannung des betreffenden Flügelbandes durch die Bewegung im unteren Gelenke dem oberen Gelenke zu gute kommen und eine grössere Bewegung in demselben ermöglichen. In ganz derselben Weise muss auch die Bewegung im oberen Gelenke durch das dabei stattfindende Erschlaffen des *rechten* Flügelbandes die Bewegungsmöglichkeit im unteren Gelenke erweitern.

Bei meinen Versuchen an Leichenpräparaten habe ich diese Abhängigkeit der Bewegungen im einen Gelenke von den Bewegungen im anderen sehr oft nachweisen können. Wenn ich mit der Hand den Atlas (unter Freilassung der Axis) anfasste und ihn in seitlicher Richtung gegen die Kondylen bewegte, so trat öfter auch eine deutliche Verschiebung im Atlantoaxialgelenke nach derselben Seite ein, und wenn jede Seitenbewegung im letztgenannten Gelenke gehindert wurde, so wurde sogleich der Umfang der Bewegungen im Atlantooccipitalgelenke etwas geringer.

Durch diese Verbindung der beiden Kopfgelenke mit einander wird also der Totalumfang der Bewegungen in seitlicher Richtung entschieden grösser, als wenn die beiden Gelenke ganz unabhängig von einander wären. Dass diese Vergrösserung der seitlichen Kopfbewegungen beim Menschen in praktischer Hinsicht eine Rolle spielt, glaube ich kaum; bei vielen Vierfüsslern, welche eine grosse Beweglichkeit des Kopfes nach den Seiten nötig haben, dürfte aber diese Einrichtung nicht belanglos sein.

Auch noch in einer andern Hinsicht könnte man vielleicht berechtigt sein, den beschriebenen Mechanismus der Kopfgelenke als eine zweckmässige Einrichtung zu bezeichnen. Durch die Verlegung der wirklichen Achse für die Seitenbewegungen des Kopfes in die Spitze des Zahnfortsatzes, d. h. etwa in die Höhe des Foramen magnum, wird offenbar das verlängerte Mark nicht so starken Verschiebungen und Zerrungen ausgesetzt, als wenn die Lageveränderungen des Kopfes im Verhältnis zur Wirbelsäule um die etwa 4 cm höher gelegene Krümmungs- und Bewegungsachse des Atlantooccipitalgelenkes vorsichgehen würden.

In diesem Zusammenhange möchte ich schliesslich noch darauf aufmerksam machen, dass durch die besprochenen Seitenbewegungen des Atlas, das häufige Vorhandensein eines Schleimbeutels zwischen dem Querbande und der Deckmembran (GRUBER<sup>3</sup>) oder sonst die Auflockerung des Bindegewebes an dieser Stelle vom funktionellen Gesichtspunkte aus leicht erklärlich erscheint. Während das Querband den Bewegungen des Atlas folgen muss, bleibt die Deckmembran relativ still, da ihr Ansatz an der Pars basilaris ziemlich nahe der Bewegungsachse liegt. Die hieraus resultierenden Verschiebungen zwischen den beiden Bändern, welche sich übrigens an einem geeigneten Gelenkpräparate leicht demonstrieren lassen, setzen offenbar eine hinreichend lockere Verbindung der letzteren voraus.

### 3. Die Drehbewegungen.

Im oberen Kopfgelenke, wo der Halbmesser der frontalen Krümmung gewöhnlich 3—4mal grösser ist als der der sagittalen (vgl. Tab. I) muss schon aus diesem Grunde eine Drehung um die vertikale Achse vollständig ausgeschlossen sein. Wenn man von dem Federn des Gelenks absieht, das übrigens wegen des relativ dünnen Knorpelüberzuges der Gelenkflächen sehr mässig ist, so muss jeder Versuch, das Gelenk um diese Achse zu bewegen, sofort ein Aufheben des Kontaktes zwischen den Gelenkflächen fast in ihrer ganzen Ausdehnung zur Folge haben. Das letztere kann aber bei aktiven Bewegungen im Leben schon deshalb nicht vorkommen, weil sämtliche auf dieses Gelenk wirkenden Muskeln

wegen ihrer ziemlich vertikalen Zugrichtung die Gelenkköpfe fester in die Pfannen einzudrücken streben.<sup>1</sup>

Die Angabe gewisser Autoren, dass im Atlantooccipitalgelenke auch kleine Rotationsbewegungen vorkommen, scheint mir kaum anders erklärt werden zu können, als dass sie entweder auf die oben besprochene rotatorische Komponente der Seitenneigungen um die schräge HENKE'sche Achse oder auch auf die atypischen Wackelbewegungen, welche ein präpariertes Gelenk oft nach allen Richtungen hin erlaubt, hinzielen. Die erstgenannte ist aber nur eine Teilerscheinung einer gewissen typischen Bewegung und die letzteren haben mit den physiologischen Bewegungen im Leben nichts zu tun. Um den Verhältnissen beim Lebenden möglichst nahe zu kommen, sind die auf S. 16 angeführten Vorsichtsmassregeln absolut notwendig. Meine unter diesen Kautelen ausgeführten Leichenversuche haben auch konstant ergeben, dass im oberen Kopfgelenke normalerweise keine messbaren Drehungen um die vertikale Achse vorkommen.

Um so viel besser ist das Atlantoccipitalgelenk für rotatorische Bewegungen geeignet. Diese werden weder durch die Einfassung des Zahnes in dem fibroossösen Ringe noch durch die Krümmungsverhältnisse der Gelenkflächen in wesentlichem Grade gehindert. Die Abweichungen der letzteren von dem Typus eines Rotationskörpers mit vertikaler Achse (ev. einer Kugel) sind nicht derart, dass sie auf den Umfang der Drehbewegungen einwirken; überhaupt träte eine Hemmung von Seiten der Knochen nie ein, würde auch die Drehung noch so weit über ihre normalen Grenzen hinaus fortgesetzt. Dagegen müssen die betreffenden Unregelmässigkeiten in der Gestaltung der Flächen auf die *Art* der Bewegung entschieden Einfluss haben.

Meine oben referierten Untersuchungen über die Krümmungsverhältnisse der betreffenden Gelenkflächen ergaben, dass wirklich schraubenförmige Flächen im Sinne HENKE's jedenfalls sehr selten vorkommen, und so ist auch sicherlich keine regelmässige Schraubenbewegung mit gleichförmigem Fortschreiten des sich bewegenden Körpers längs der Drehachse zu erwarten. Damit will ich jedoch keineswegs bestreiten, dass der Atlas bei den Seitendrehungen von der Mittelstellung aus nach abwärts sinkt und bei der Rückdrehung wieder aufsteigt. Dies lässt sich an den meisten Gelenkpräparaten sehr deutlich demonstrieren und gegen die übliche Darstellung des Bewegungsverlaufes habe ich eigentlich nichts einzuwenden. Ich möchte hier nur bemerken, dass meiner Erfahrung nach diese Fortbewegung des Atlas längs der Achse in vielen Fällen nicht auf die ganze Seitendrehung gleichmässig verteilt ist, sondern hauptsächlich den letzten Phasen derselben angehört. Von der Mittelstellung aus gerechnet scheint es sich zuerst um eine annähernd reine Drehung zu handeln, und erst wenn die Bewegung sich ihrem Ende naht, kommt die Senkung des Atlas hinzu. — Mit der Kongruenz der in den Endstellungen einander gegenüberliegenden Teile der Gelenkflächen steht es auch oft ziemlich schlecht. — Bei der grossen Variabilität in der Form der Gelenkkörper, müssen auch die

<sup>1</sup> Eine Ausnahme machen vielleicht die *Mm. obliqui superiores* bei sehr flachen Pfannen und starker Streckung des oberen Kopfgelenkes; sicherlich wird jedoch die Schwere des Kopfes und der Tonus der übrigen mehr longitudinal verlaufenden Muskeln hinreichend sein, um ein Heraufgleiten der Kondylen aus den Pfannen zu verhindern.

Bewegungen bei den einzelnen Individuen stark wechseln und jeder Versuch, dieselben unter ein gemeinsames Schema zu bringen, stösst auf grosse Schwierigkeiten.

Betreffs des Umfanges der Drehbewegungen im Atlantoaxialgelenke von Seite zur Seite ergaben meine Leichenversuche eine mittlere Winkelgrösse von  $45,2^\circ$ , mit Schwankungen von  $30^\circ$  bis  $64^\circ$ . Die Durchschnittszahl ist auch hier wesentlich kleiner als die Angaben anderer Autoren ( $60^\circ$ — $80^\circ$ — $90^\circ$ ). Da Leichenversuche über den Umfang solcher Bewegungen, deren Hemmung ausschliesslich durch die Spannung der Weichteile erfolgt, immer weniger zuverlässig sind, und da ferner meine Versuche gerade über diesen Punkt der wünschenswerten Kontrolle durch Röntgenuntersuchungen an Lebenden entbehren, wage ich ihnen keine volle Beweiskraft den anderen Angaben gegenüber zuzumessen. Dass die letzten der angeführten Zahlen ( $80^\circ$ — $90^\circ$ , LANGER<sup>10</sup>) jedenfalls als Durchschnittszahlen viel zu gross sind, kann jedoch kaum bezweifelt werden.

Bekanntlich sind die Rotationsbewegungen im unteren Kopfgelenke zufolge der Anordnung des Bandapparates mit gewissen Nickbewegungen im oberen Gelenke zwangsmässig verbunden. Auf eine Erörterung dieses Mechanismus werde ich mich hier nicht einlassen, da ich den diesbezüglichen Darstellungen HENKE's und FICK's nichts neues hinzuzufügen habe. Ich begnüge mich hier auf den wesentlichen Unterschied zwischen dieser Bewegungskombination und den oben besprochenen kombinierten Seitenneigungen in den beiden Gelenken aufmerksam zu machen. Trotzdem es sich in beiden Fällen wohl hauptsächlich um die Folgen der Spannung des einen Flügelbandes handelt, ist das Resultat im ersten Falle, dass die beabsichtigte Bewegung (die Drehung) mit einer ihrem Zwecke scheinbar ganz fremde Bewegung (Kopfstreckung) verbunden wird, während bei den Seitenneigungen die Exkursionen in den beiden Gelenken von ganz derselben Art sind und demselben Zwecke dienen. Dazu kommt noch, dass die seitliche Bewegung im einen Gelenke sich nicht einfach zu der im andern summiert, sondern auch die Bewegungsmöglichkeit in diesem direkt erweitert.

Als *Hauptergebnis* meiner Messungen und Versuche an Leichenpräparaten und meiner Röntgenuntersuchungen an Lebenden betrachte ich den Nachweis, dass *das Atlantoaxialgelenk normalerweise sowohl an den Nickbewegungen als an den Seitenneigungen des Kopfes teilnimmt*. Besonders die letzteren Bewegungen in dem betreffenden Gelenke sind beim Menschen relativ klein, da sie aber mit den entsprechenden Bewegungen im oberen Kopfgelenke zwangsmässig verkuppelt sind und zusammen mit diesen einen sehr charakteristischen zweckmässigen Mechanismus bilden, welcher auch den meisten Säugtieren eigen ist, verdienen sie unsere volle Beachtung.

Die *sagittalen Bewegungen im Atlantoaxialgelenke* vollziehen sich um eine quere Achse, die durch den Zahnfortsatz zwischen seinem vorderen und hinteren Gelenke verläuft, und sind als Mischbewegungen aus Schleifen und Rollen zu betrachten, welche hauptsächlich durch die Inkongruenz der Gelenkflächen möglich werden (vgl. Fig. 7, S. 21).

Die *seitlichen Bewegungen* in demselben Gelenke verlaufen um eine sagittale etwa an der Grenze des 3. und 4. Halswirbels liegende Achse und sind von den gegenseitigen Grössenverhältnissen des Axis-zahnes und des Zwischenraumes zwischen den Atlasseitenmassen abhängig. Durch die Anordnung der Flügelbänder sind sie mit den gleichseitigen Bewegungen im oberen Kopfgelenke verbunden, und zwar auf solche Weise, dass eine Bewegung in dem einen Gelenke die Bewegungsmöglichkeit im anderen vergrössert. Die wirkliche Achse für die Seitenneigungen des Kopfes in beiden Gelenken zusammen verläuft annähernd durch die Insertion der Flügelbänder am Zahnfortsatze, und der Atlas verhält sich etwa wie ein Meniskus, der nach der Seite gleitet, wohin die Beugung geschieht (vgl. Fig. 8. S. 30).

Meine Versuche an zehn Leichenpräparaten ergaben, dass im Durchschnitt die sagittale Beweglichkeit im oberen Gelenke  $18,9^\circ$  im unteren  $11,2^\circ$ , und die seitliche Beweglichkeit im obern Gelenke  $7,05^\circ$ , im untern  $3,8^\circ$  betragen. In Einzelfällen war doch die Exkursionsweite im untern Gelenk gleichgross oder sogar grösser als im obern. Wegen des relativ kleinen Materials und der starken individuellen Schwankungen können diese Zahlen zwar nicht mit Sicherheit als allgemeingültige Durchschnittswerte betrachtet werden; doch stehen sie der Hauptsache nach in guter Übereinstimmung mit meinen Röntgenbefunden an Lebenden (vgl. Taf. II und III).

Betreffend der Details muss ich auf den Text und die Tabellen verweisen.

Tab. I. Krümmungshalbmesser der Gelenkflächen in den Kopf Gelenken von zehn Individuen.  
(Die in Klammern stehenden Zahlen liessen sich wegen unregelmässiger Krümmung nur approximativ bestimmen.)

	I	II <sup>1</sup>	III <sup>1,2</sup>	IV	V <sup>2,3</sup>	VI	VII <sup>1,2</sup>	VIII <sup>4</sup>	IX <sup>2</sup>	X	Max.	Min.	Mittel		
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.		
<b>A. Atlantooccipitalgelenk.</b>															
1. <i>Kondylen.</i>															
Gemeinsame frontale Krümmung	43	(38)	(39)	40	37	32	(36)	34	42	50	50	32	39,1		
Sagittale Krümmung . .	}	rechts	(11)	(11)	(10)	(14)	14	(9)	12	(11)	16	(12)	16	9	12,2
		links	(11)	(11)	10	(11)	16	(11)	10	10	(10)	14	(10)	16	10
2. <i>Atlasflächen.</i>															
Gemeinsame frontale Krümmung	43	(38)	(39)	41	39	33	(37)	36	42	51	51	33	39,9		
Sagittale Krümmung . .	}	rechts	(11)	(11)	(10)	(14)	16	(9)	12	(12)	15	(12)	16	9	12,2
		links	(11)	(12)	10	(12)	19	(10)	10	(10)	14	(10)	19	10	11,8
<b>B. Atlantoaxialgelenk.</b>															
1. <i>Axisflächen.</i>															
Gemeinsame frontale Krümmung	34	43	43	30	(40)	32	42	(40)	35	43	43	30	38,2		
Sagittale Krümmung . .	}	rechts	25	31	15	19	30	25	15	15	17	20	31	15	21,2
		links	—	30	16	19	30	30	16	17	15	20	30	15	21,4
2. <i>Atlasflächen.</i>															
Gemeinsame frontale Krümmung	35	43	43	30	(40)	33	42	(42)	36	43	43	30	38,7		
Sagittale Krümmung . .	}	rechts	∞	∞	—	∞	∞	—	—	∞	∞	∞	—		
		links	∞	+	+30	+	∞	∞	+30	+32	∞	∞	∞	+30	

<sup>1</sup> Assymetrie der Kondylen und Atlasflächen.

<sup>2</sup> Sagittale Krümmung der Atl.-occ.-Gelenke ziemlich regelmässig.

<sup>3</sup> Frontales Profil der Atl.-ax.-Gelenke beinahe geradlinig.

<sup>4</sup> Frontales Profil der Atl.-ax.-Gelenke unregelmässig.

Tab. II. Totalumfang der Bewegungen in den Kopfgelenken,  
an zehn Leichenpräparaten gemessen.

	Nickbewegungen			Seitenneigungen			Drehung (im unteren Gelenk)
	im oberen Gelenk	im unteren Gelenk	in beiden Gelenken	im oberen Gelenk	im unteren Gelenk	in beiden Gelenken	
I	21°	7½°	28½°	7°	2½°	9½°	42°
II	17°	14½°	31½°	7°	2°	9°	62°
III	18°	10°	28°	7½°	3½°	11°	38°
IV	13½°	13½°	27°	8°	9½°	17½°	42°
V	14°	12°	26°	7°	2½°	9½°	41°
VI	19°	22°	41°	8°	4°	12°	64°
VII	26°	6°	32°	6°	4°	10°	30°
VIII	22°	10°	32°	7°	6°	13°	48°
IX	18½°	11½°	30°	6°	2°	8°	44°
X	20°	5°	25°	7°	2°	9°	41°
Mittel	18,9°	11,2°	30,1°	7,05°	3,8°	10,85°	45,2°

Tab. III. Totalumfang der sagittalen und seitlichen Bewegungen in den Kopfgelenken  
nach Röntgenuntersuchungen an vier Lebenden.

	Nickbewegungen			Seitenneigungen		
	im oberen Gelenk	im unteren Gelenk	in beiden Gelenken	im oberen Gelenk	im unteren Gelenk	in beiden Gelenken
I. ♂ 18 J. . . . .	4½°	20½°	25°	(1°)	(0°)	(1°)
II. ♂ 49 J. . . . .	5°	3°	8°	?	?	?
III. ♂ 28 J. . . . .	9°	4°	13°	5°	2°	7°
IV a) ♂ 21 J. . . . .	4½°	7½°	12°	9°	4°	13°
b) Derselbe . . . .	17°	8°	25°	8½°	3°	11½°



### Litteratur.

1. FICK, R. Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke. I—III. Jena, 1904—1911.
2. GERLACH, L. Ueber die Bewegungen in den Atlasgelenken etc. Gerlachs Beiträge zur Morphologie und Morphogenie I. 1883.
3. GRUBER, W. Ueber den gesammten Apparat der Bänder zwischen dem Hinterhauptsbeine und den obersten Halswirbeln. Müllers Archiv für Anatomie. 1851.
4. HENKE, W. Die Bewegungen zwischen Atlas und Epistropheus. Zeitschrift für rationelle Medizin III, 2. 1858.
5. ——. Die Bewegungen des Kopfes in den Gelenken der Halswirbelsäule. Zeitschrift für rationelle Medizin III, 7. 1859.
6. ——. Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke 1863.
- 6 a. ——. Topographische Anatomie des Menschen 1884.
7. HENLE, J. Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. 1855.
8. HYRTL, J. Handbuch der topographischen Anatomie 1882.
9. KRAUSE, W. Handbuch der menschlichen Anatomie 1879.
10. LANGER, C. Lehrbuch der systematischen und topographischen Anatomie 1882.
11. MEYER, H. Lehrbuch der physiologischen Anatomie 1877.
12. SAPPEY. Traité d'anatomie descriptive 1876.
13. STRECKER, C. Ueber die Condylen des Hinterhauptes. Archiv für Anatomie und Physiologie. Anat. Abt. 1887.
14. TILLAUX, P. Traité d'anatomie topographique 1877.
15. VIRCHOW, H. Über die sagittalflexorischen Bewegungen im Atlas-Epistropheusgelenk des Menschen. Archiv für Anatomie und Physiologie, Anat. Abt. 1909.
16. ——. Die sagittale Flexion am Hinterhauptsgelenke von Säugetieren. Sitzungsberichte der Berliner Gesellschaft naturforschender Freunde 1909.
17. WEIGNER, K. Über die Assimilation des Atlas etc. Anatomische Hefte XLV. 1911.
18. WERNER, H. Die Dicke der menschlichen Gelenkknorpel. Diss. Berlin 1897.

## Tafelerklärung.

### Tafel I.

*Röntgenaufnahmen durch die Kopfgelenke eines 21jährigen Mannes von der Seite bei aktiver Streckung und Beugung des Kopfes.*

(Platte an der rechten Kopfseite; Röhrenabstand etwa 70 cm.; Verstärkungsschirm.)

Fig. 1. Bei voller Streckung.

Fig. 2. Bei voller Beugung.

### Tafel II.

*Röntgenaufnahmen durch die Kopfgelenke desselben Individuums von vorne durch den offenen Mund bei aktiven Seitenneigungen des Kopfes.*

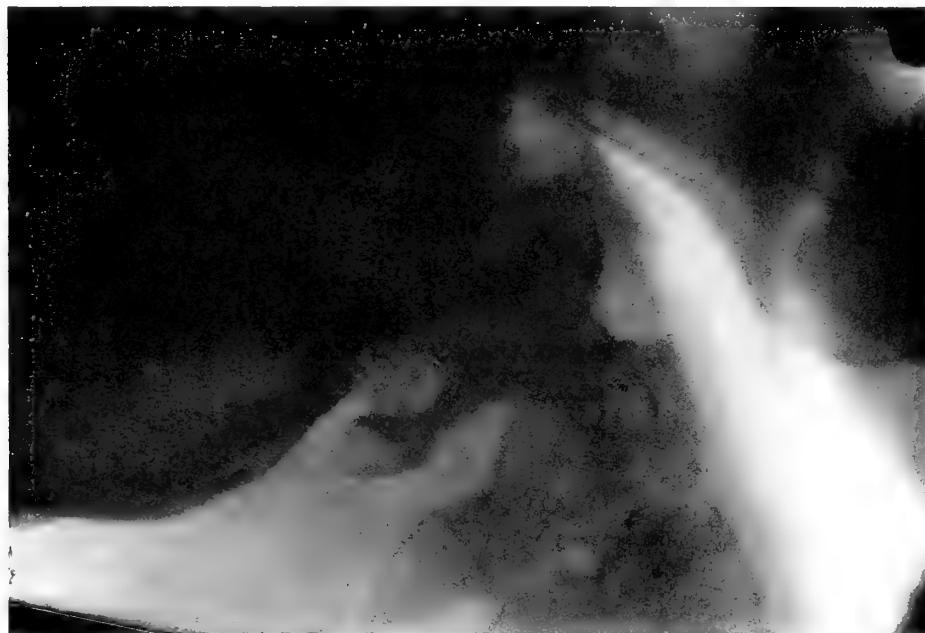
(Platte dorsal; Röhrenabstand etwa 70 cm.; Verstärkungsschirm.)

Fig. 1. Bei voller Neigung nach links.

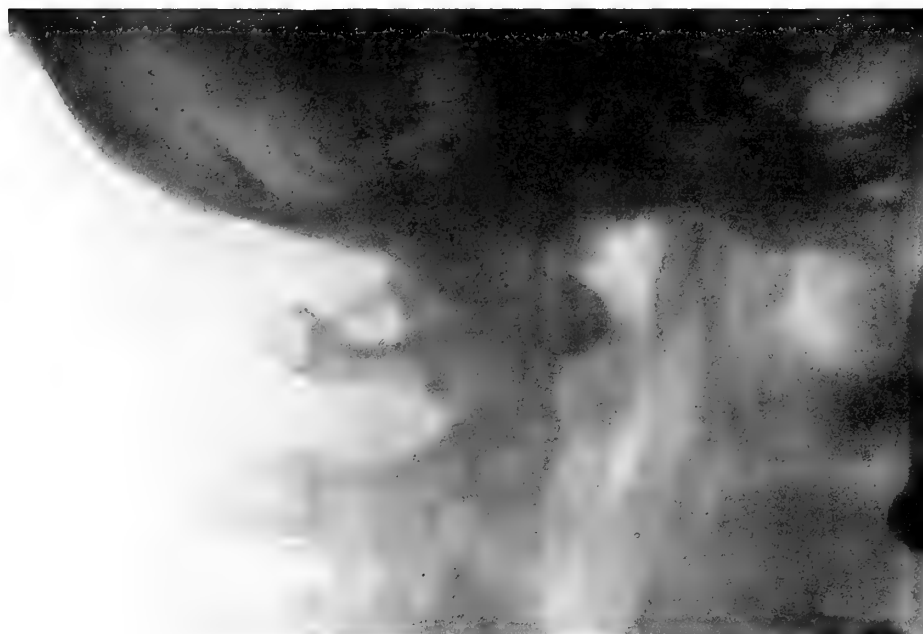
Fig. 2. Bei voller Neigung nach rechts.



Tryckt den 12 oktober 1912.

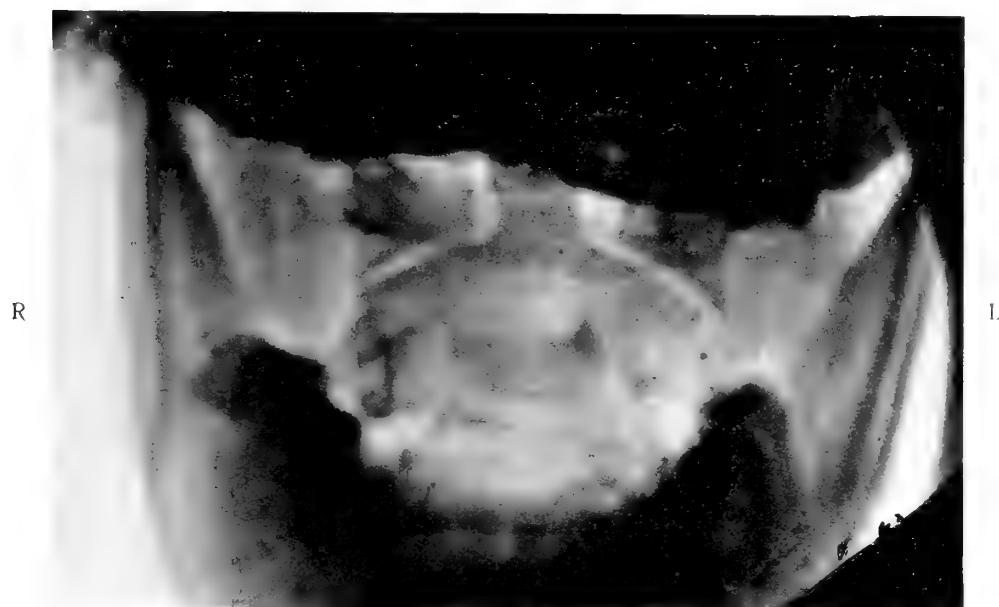


1

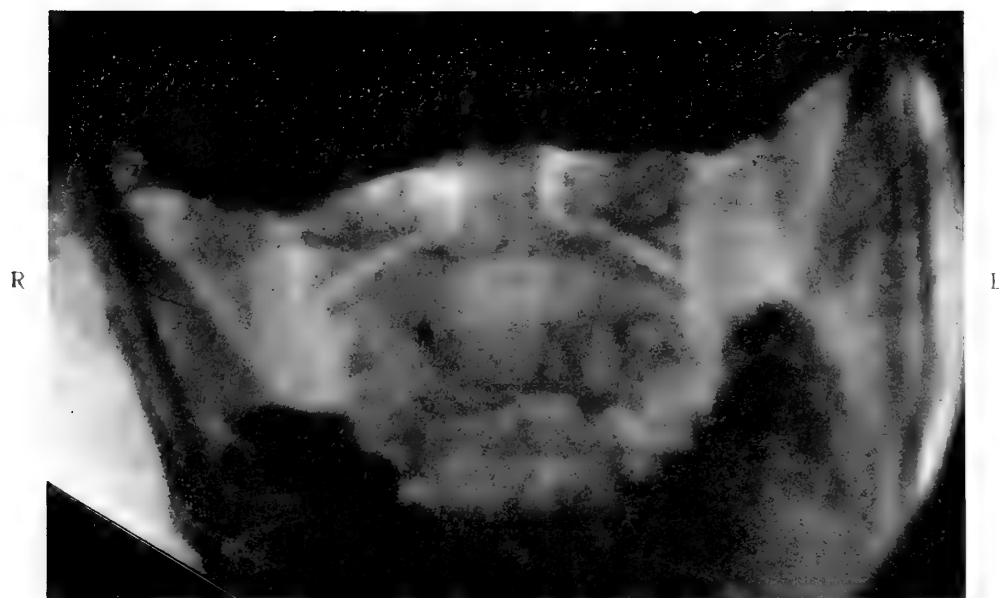


2.





1



2



KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 49. N:o 9.

OM  
CORPORA STRIATA'S  
OCH THALAMI FUNKTION

ENLIGT SWEDENBORG OCH NUTIDA FORSKNING

AF

MARTIN RAMSTRÖM



UPPSALA & STOCKHOLM  
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

1912





## Om Corpora striata's och Thalami funktion enligt Swedenborg och nutida forskning.

När fråga väcktes att hedra professor GUSTAF RETZIUS på hans 70-års-dag med en festskrift, trängde sig genast den tanken på mig, att något af bidragen till denna festskrift borde behandla någon sida af SWEDENBORG's rika forskargärning. Ty bland de många andra forskningsområden, hvarpå professor RETZIUS nedlagt sitt intresserade och insiktsfulla arbete, är äfven »Swedenborgs-forskningen» ett. Mycket intresse har han ägnat åt sträfvan att bringa fram i ljuset de vetenskapliga rön, som SWEDENBORG gjort på en mängd af naturvetenskapens områden och som finnas bevarade i dennes omfattande författarskap men som till stor del lågo och ännu delvis ligga obearbetade i undangömda manuskript. Och det vidtutgrenade arbete å detta område, som under det sista decenniet väckts till lif, och det intresserade deltagande, det omsider rönt på många håll, det hvilar till mycket stor del på de impulser, professor RETZIUS gifvit, och på hans inflytelserika och själfuppoffrande understöd.

Vid valet af ämne har jag bestämt mig för det i öfverskriften angifna: Om Corpora striata's och Thalami funktion enligt SWEDENBORG och nutida forskning, och detta af följande skäl. Man har under forskandet i SWEDENBORG's skrifter åter och åter funnit uttalanden af honom, som till sin innebörd utgöra betydande framsteg framför den tids vetande, då han lefde, och hvilka sedermera af nutida forskning blifvit bekräftade. Vid sådant förhållande uppstår gärna den frågan: Har inte SWEDENBORG uttalat sig äfven i några sådana frågor, som ännu ligga olösta, och skulle icke vetenskapen genom hans uttalanden kunna få en hjälp till klarare insikt i och förstående af dessa? Härvid ledes tanken ganska osökt till frågan om de centrala hjärngangliernas, och särskildt Corpora striata's och Thalami funktion, ty om dessa talar SWEDENBORG ofta i sina hjärnanatomiska arbeten, och dessa gangliers funktion är ju ännu för den nutida vetenskapen höljd i dunkel. Väl har specialforskningen beträffande deras byggnad, förbindelser, utveckling etc. skridit betydligt framåt under senare årtionden, men beträffande deras funktion har man ju ännu icke lyckats komma till någon klarhet. Det är ju om dessa en af våra mest framstående hjärnforskare helt nyligen yttrat följande:

»Es gibt kaum einen Punkt, der so sehr beweist, wie weit bisher noch unsere Beobachtungsfähigkeit zurück ist, als der Umstand, dass wir bis heute weder von

den Funktionen des Corpus striatum noch von den Symptomen etwas wissen, die eintreten, wenn es zerstört oder wenn es gereizt wird. Da ist ein mächtiger Hirnteil, der von enormer Bedeutung sein muss, sonst wäre er nicht von den Fischen an upwards vorhanden, ein Hirnteil, der bei den Vögeln die Hauptmasse des ganzen Grosshirnes ausmacht, zudem ein Gebilde, in dem ausserordentlich oft beim Menschen Krankheitsherde gefunden werden, und doch hat niemals jemand ein Symptom entdeckt, das von ihm ausgeht. Was bisher als Striatumsymptome beschrieben wurde — Hemiplegie, Tremor, vasomotorische Störungen — das alles könnte auch durch Mitbeteiligung der immer nahen Capsula interna entstehen.» Se L. EDINGER: Vorles. üb. d. nervösen Zentralorgane, 8:e uppl. 1911, sid. 408.

Och om Thalamus säger samme författare:

»Der Thalamus ist selbst bei niederen Säugern ein mächtiger Hirnteil. Die Menge der einstrahlenden Faserung und die der von ihm ausgehenden kommt gar nicht in Betracht gegenüber der Gesamtmasse. Es muss deshalb dem Eigenapparat, den Zellen und den Verbindungen innerhalb des Thalamus eine wichtige Rolle zukommen. Unsere Beobachtungskunst hat aber bisher nicht ausgereicht, diesen wesentlichsten Anteil der Thalamusfunktion irgendwie klar zu ermitteln.» Se a. a., sid. 371.

Som sagdt talar SWEDENBORG ofta i sina skrifter om Corpora striata och söker med det lifligaste intresse utröna deras funktion. Och så göra ock flere af den tidens anatomiska forskare. Det är emellertid ofta svårt att förstå och förena de olika författarnas framställningar, hvilka stundom synas hardt när motsäga hvarandra. Och en af de väsentligaste orsakerna härtill är den, att de med namnet »Corpus striatum» ej alla afse samma sak. För att förstå såväl SWEDENBORG's som ock de af honom ofta citerade författarnas framställningar måste vi därför först klargöra för oss den af dessa författare använda

### Nomenklaturen beträffande Corpora striata och Thalami optici.

THOMAS WILLIS (1622—1675) torde vara den förste, som betecknat Corpora striata med detta namn (se VIEUSSENS: »Neurographia universalis», 1685, sid. 66); Han bestämmer emellertid icke deras omfattning närmare, än att de utgöra de »främsta ändarna af Medulla oblongata», sådan denna den tiden uppfattades. Han säger nämligen i sin »Cerebri Anatome» (1667): »Crurum medullæ oblongatæ apices, quibus Cerebrum alligatur, sunt Corpora striata», (Cerebri Anatome: Elenchus rerum, Cap. I). Men med benämningen »Medulla oblongata» betecknade man den tiden ej blott den bakre undre delen af hjärnan, som vi nu för tiden afse med detta namn, utan därjämte äfven hela den basala delen af stora hjärnan med alla dess ganglier. Man ser detta tydligt af bl. a. inledningen till Cap. XIII i WILLIS: »Cerebri Anatome» eller ännu tydligare

af följande yttrande af VIEUSSENS i hans »Neurographia universalis»: »Medulla oblongata är den del af hjärnan i vidsträckt bemärkelse, som dels inneslutes inom Centrum ovale dels ligger under lilla hjärnan: så att den sålunda sträcker sig från främre delen af sidoventriklarna till slutet af fjärde ventrikeln, där denna öfvergår i ryggmärgen». (»Medulla oblongata est ea cerebri lato modo sumpti pars, quæ partim intra ovalis centri ambitum continetur, & partim cerebello subjicitur: adèo ut hæc ab ipsa antica regione anteriorum ventriculorum, ad finem usque quarti ventriculi extendatur, ubi spinalem in medullam desinit». Op. cit., pag. 82.)

Till stora hjärnan i inskränkt bemärkelse räknades alltså blott den egentliga hjärnmärgen (»Medulla cerebri») med tillhörande bildningar, såsom t. ex. Corpus callosum, samt hjärnbarken, det öfriga fördes till »Medulla oblongata».

Som sagdt, bestämde dock WILLIS icke närmare omfattningen af namnet »Corpus striatum», men man kan dock sluta sig till hvad han därmed afsett. Att han först och främst dit räknade *Nucleus caudatus*, ehuru han icke använde denna benämning, det synes dels af de figurer, hvarmed han illustrerat sitt ofvan nämnda arbete (se Fig. 1, A och B, motsvarande Fig. VIII i »Cerebri Anatome») dels ock af hans beskrifningar. Så t. ex. skildrar han i Cap. I på tal om hjärnans dissektion, huruledes man efter aflägsnandet af Corpus callosum kan öfverblicka ytorna af de linsformiga upphöjningar (*latera prominentiarum lentiformium*), som skjuta in i de främre ventriklarna, och tillägger: »sunt enim istæ *prominentiæ crurum medullæ oblongatæ summitates sive apices*» (»Cerebri Anatome», pag. 14), och i början af Cap. II säger han: »Corpora striata seu Medullæ oblongatæ apices sunt *duæ prominentiæ lentiformes*, quæ intra priores Cerebri ventriculos vulgo dictos, conspiciuntur; harum capita, quæ ampliora et magis obtusa sunt, ad se mutuo inclinantur et fere contigua sunt.» — — —

Om WILLIS till »Corpus striatum» äfven räknade *Nucleus lentiformis*, är ovisst och framgår icke vare sig af den nämnda figuren 1, A och B, eller af hans beskrifningar i fortsättningen af Cap. II. Att WILLIS däremot icke räknade Thalami optici till Corpora striata, såsom några följande författare gjorde, det synes tydligt af figuren och af hans yttrande å sid. 18: »ubi corpora striata desinunt, proximam medullæ oblongatæ partem occupant nervorum opticorum Thalami optici appellati». Till »Corpus striatum» räknade WILLIS slutligen ock den däri inneslutna delen af *Capsula interna*. Detta synes dels af snittyttans utseende i den å Fig. 1 affbildade Corpus striatum sinistrum, dels af beskrifningar sådana som följande å sid. 95: »Hæc corpora striata,

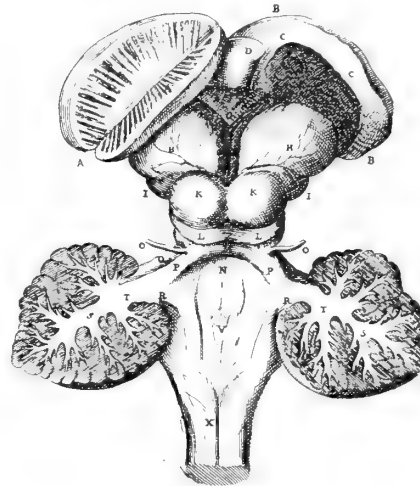


Fig. 1, reproduktion af Fig. VIII i WILLIS: Cerebri Anatome: »Figura Octava medullam oblongatam Capite Ovino exemptam, cum Cerebro abscisso et amoto, cumque Cerebello, et corpore uno striato, per medium dissectis, aliaque præcipue ad Caudicem medullarem pertinentia representat.»

A. »Corpus striatum in medio discissum, ut illius striæ medullares appareant.»

B. »Corpus alterum striatum, integrum.»

H. »Thalami nervorum opticorum.»

K. »Protuberantiæ orbiculares Natiformes.»

L. »Protuberantiæ minores, Testes dictæ.»

V. »Scrobs in medullari Caudicæ quartum ventriculum constituens.»

X. »Medullæ oblongatæ, in spinalem cessuræ, extremitas.»

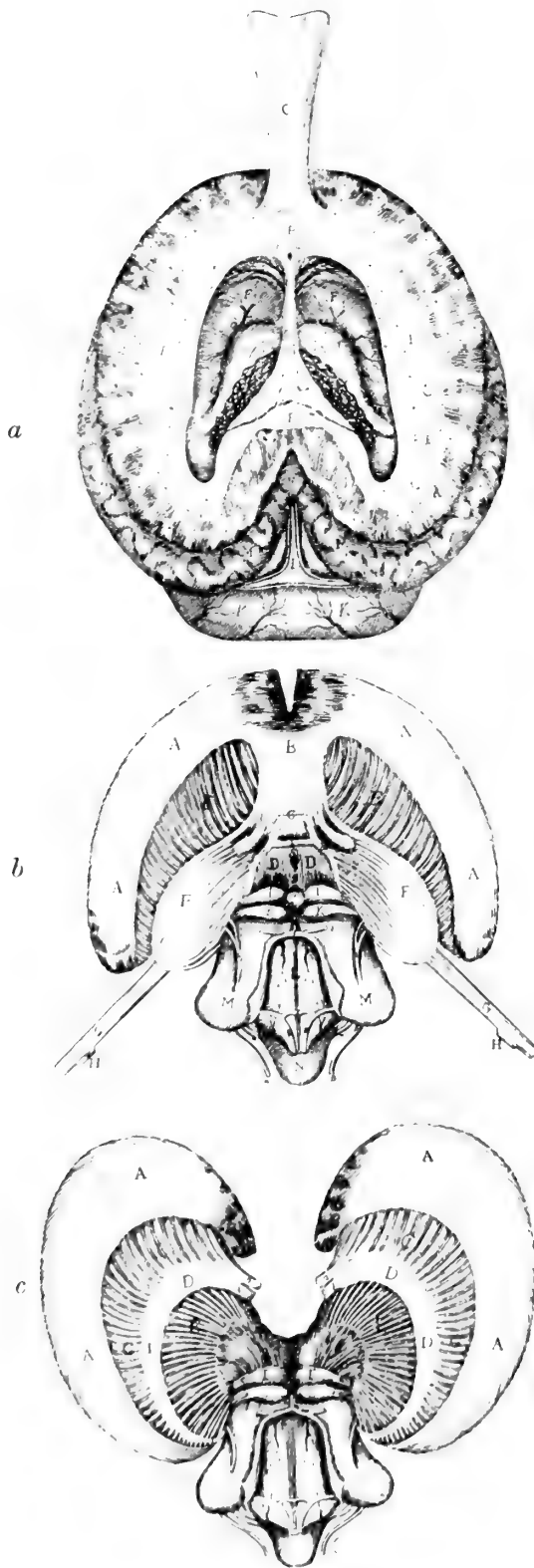


Fig. 2, reproduktion af Tabulæ VI, IX och X i Vieussens: Neurographia universalis.

a. Vieussensii Tabula VI.

»Cerebrum humanum per superiora dissectum representat.» — — — — —

C. »Corpus callosum ad anteriora reclinatum.» — — — — —

F. »Anteriores medullæ oblongatæ processus.» — — — — —

H. »Thalami nervorum opticorum.» — — — — —

b. Vieussensii Tabula IX.

»Cerebrum humanum per superiora dissectum, et à cinerea substantiâ exteriore segregatum exhibet.»

A. »Ovale centrum, postica ejus pars abscissa, ac exempta fuit.»

B. »Pars antica corporis callosi.» — — — — —

E. »Striata corpora superna anteriora, in quibus primâ tantum ipsorum superficië derasâ, tractus medullares exteriores ac minores conspiciuntur.»

F. »Crura medullæ oblongatæ, seu thalami nervorum opticorum, in quibus alba conspicitur membrana, plures distincta in fibrillas, quæ in nervos opticos desinunt.»

G. »Nervi optici.» — — — — —

c. Vieussensii Tabula X.

»Striata corpora superna, tum anteriora, tum posteriora, necnon semicirculare centrum, cujus interjectu utrinque ab invicem distinguuntur, exhibet.»

A. »Ovale centrum.» — — — — —

C. »Striata corpora superna anteriora, in quibus substantiâ ipsorum nonnihil profundè derasâ, tractus medullares interiores ac crassiores planè conspiciuntur.»

D. »Geminum semicirculare centrum.»

a. »Commissura crassioris nervi æmula, per medium secta, paululumque diducta.»

b. »Fornicis sic vulgo dicti radices seu binæ veri fornicis anteriores columnæ ex transverso rescissæ et ab invicem paululum diductæ.»

E. »Striata corpora superna posteriora, in quibus exteriore ipsorum substantiâ paulè derasâ, innumeri, et tenuissimi tractus medullares oculis subjiuntur.»

F. »Nates crasæ, è quibus medullares fibrillæ c. c. prodeunt, quæ striata corpora superna, posteriora subeunt.»

G. »Testes pariter derasi, qui in medullares fibrillas d. d. abeunt, quæ prædicta striata corpora superna, posteriora penetrant.»

si per longum in medio dissecentur, *striis medullaribus* et velut *radiosis* insignita apparent: cujusmodi *striæ duplicem aspectum* sive tendentiam habent; nempe *aliæ* à corporis hujus summitate *descendunt*, — — — atque *aliæ* a parte inferiori *ascendunt*», — — — och å sid. 96: »cum enim istæ striæ, quibus hæc corpora insigniuntur, duplicis sint generis, nempe *aliæ descendentes*, quæ a Cerebro versus Medullam oblongatam spectant, *aliæque ascendentes*, quæ ab hoc versus illud distincte feruntur;» — — —

Af allt detta framgår sålunda, att WILLIS innefattade under namnet »Corpus striatum»: *Nucl. caudatas* (+ *Nucl. lentiformis*?) + mellan dem inneslutna *Capsula interna*.

När RAIMOND VIEUSSENS två decennier senare offentliggjorde sin stora »Neurographia universalis» (1685), gaf han benämningen »Corpora striata» en betydligt mera utvidgad omfattning. Han sammanfattade nämligen däri alla de basala ganglierna i framhjärnan och belade deras olika kärnor med olika epitet.

*Nuclei caudati*, som utgjorde hufvudsakliga delen af Corpora striata enligt WILLIS' terminologi, kallar VIEUSSENS nu »*Striata corpora superna anteriora*». (Se VIEUSSENS: Neur. univ., pagg. 66 och 67 samt Tab. VI, F; IX, E; X, C.)

*Stria terminalis* eller *Tænia semicircularis*, märgsubstansen mellan *Nucl. caudatus* och *Thalamus opticus*, tillika med angränsande del af *Capsula interna* kallade han »*Semicirculare centrum*». (Se Op. cit., pag. 67 samt Tab. X, D, här Fig. 2, c, och XII, D, a, här Fig. 3.)

*Thalami optici*, som han ibland betecknade med detta redan af GALENUS använda namn, äfven dem räknade han vanligen till Corpora striata och benämnde dem då »*Striata corpora superna posteriora*», såsom VIEUSSENS själf säger, på grund af deras läge och inre struktur, »*habitâ sitûs et figuræ interioris eorum ratione*». (Se Op. cit., pag. 68 samt Tab. X, E, här Fig. 2, c.) Därjämte ansluter han dem dock så nära till de underliggande *Pedunculi cerebri*, att han stundom rent af kallar dem »*Crura medullæ oblongatæ*». (Se Op. cit., pag. 67 och Tab. IX, F, här Fig. 2, b.)

*Nuclei lentiformes*, som WILLIS ej ägnat särskild uppmärksamhet, kallar VIEUSSENS »*Striata corpora inferna exteriora*» och lämnar en mycket detaljerad beskrifning af dem; *Putamen* kallar han »*Striatum corp. inf. ext. anterius*»; och märglisten, som skiljer denna från *Globus pallidus*, kallar han »*Tractus medullaris transversus et non-nihil obliquus*»; medan *Commissura anterior* på undre sidan af linsen benämnes »*Commissura crassioris nervi æmula*»; *Globus pallidus* kallar han »*Str. Corp. inf. ext. posterius*». (Se Op. cit., pag. 83 och Tab. XIV, B och C, här Fig. 4, a.)

Med namnet »*Str. corp. inferna interiora*» synes han afse den till linsen anslutna delen af *Capsula interna*, som sedermera i *Centrum ovale* intager det nedersta partiet (se Op. cit., pag. 86 och Tab. XV, D, här Fig. 4, b), medan däremot den återstående hufvudsakliga delen af *Capsula interna*, hvars trådar i *Centrum ovale* intaga »*midtpartiet*» och i ryggmärgen »*den främre regionen*», benämnes »*Striata corpora media*». (Se Op. cit., pag. 87 och Tab. XVI, D, här Fig. 4, c.)

Sålunda: enligt VIEUSSENS nomenklatur omfattar »*Corpus striatum*»: *Nucl. caudatus* + *Nucl. lentiformis* + *Thalamus opticus* + mellan dessa inneslutna *Capsula interna*.



Fig. 3, reproduktion af Tabula XII och XIII i VIEUSSENS: Neurographia universalis.

a. Vieussenii Tabula XII.

»Cerebrum humanum hinc inde diductum, superiore utriusque ipsius hemisphaerii parte secta, ac exempta, et cerebellum per medium sectum, necnon utrinque ad latera reclinatum exhibet.»

C. »Striata corpora superna anteriora, in quibus prima tantum ipsorum superficie derasa, tractus medullares exteriores ac nimores conspiciuntur.»

D. »Fornicis sic vulgò dicti portiones ad latera reclinatae.»

a. »Semicircularis centri pars superior, quam albæ mollisque membranæ, medullæ oblongatæ cruribus instrata limbus exterior obtegit.»

E. »Crura medullæ oblongatæ, utrinque inversa, et supra modum distenta.»

b. Vieussenii Tabula XIII.

D. »Ovalis centri margo medullaris, striata corpora superna ambitu suo comprehendens, iisque profundè derasis supereminens.»

F. »Striata corpora superna anteriora, in quibus profundè derasis, tractus medullares interiores ac crassiores conspiciuntur, qui medullari è margine D. immediatè educuntur.»

G. »Semicirculari centrum, hinc indè diductum.»

H. »Fornicis sic vulgò dicti portiones, ad latera reclinatae.»

I. »Crura medullæ oblongatæ, seu striata corpora superna posteriora utrinque inversa, et supra modum distenta.»

Fig. 4, reproduktion af Tabulæ XIV, XV, XVI i VIEUSSENS: Neurographia universalis.

a. Vieusseni Tabula XIV.

»Cerebri à quadam exterioris suæ substantiæ parte undiquaque liberati, basim paululum derasam exhibet, cerebello et vasis omnibus exemptis: ut vera omnium ferè nervorum qui è cerebro prodire dicuntur, origo, et striata corpora inferiora exteriora planè conspicì possint.»

B. »Striata corpora inferiora exteriora ac anteriora, paululum ab invicem diducta, quorum striæ seu tractus albi, in tractus medullares transversos et nonnihil obliquos D. desinunt.»

C. »Striata corpora inferiora exteriora ac posteriora, quorum tractus albi, è tractibus medullaribus transversis et nonnihil obliquis D. educuntur, et in tractus albos è media ovalis centri regione eductos I. desinunt.»

D. »Tractus uterque medullaris transversus et nonnihil obliquus, striatis corporibus inferioribus exterioribus, anterioribus, et posterioribus intermedius.»

F. »Commissuræ crassioris nervi æmulæ transversim rescissæ, et paululum diductæ, pars infima, quacum prædictus uterque tractus medullaris transversus, et nonnihil obliquus D. unitur.»

H. »Nervi utriusque olfactorii ad posteriora reclinati

I. »Tractus medullares è media ovalis centri regione educti: qui ubi striatis è corporibus mediis emerunt, ad anticam spinalis medullæ partem tendendo, processibus à cerebello ad medullam oblongatam L. sese subjiciunt.»

K. »Nervi optici in situ naturali, paulo ante coalitum transversim secti.»

b. Vieusseni Tabula XV.

»Cerebri humani, cerebello, et vasis omnibus exemptis, à tota ferè substantiâ exteriori liberati basim, paulò profundius, quam in Tabula præcedenti derasam exhibet.»

A. »Pars infima ovalis centri circa anteriora disjuncti.»

D. »Striata corpora inferiora interiora, quorum tractus albi ex infima ovalis centri regione A. educti, nonnihil obliquoductu, in tractus medullares desinunt striatis è corporibus mediis emergentes, qui in Tabula XIV, litteris I. I. designantur.»

Reliqua vide explicata in Tabula XIV.

c. Vieusseni Tabula XVI.

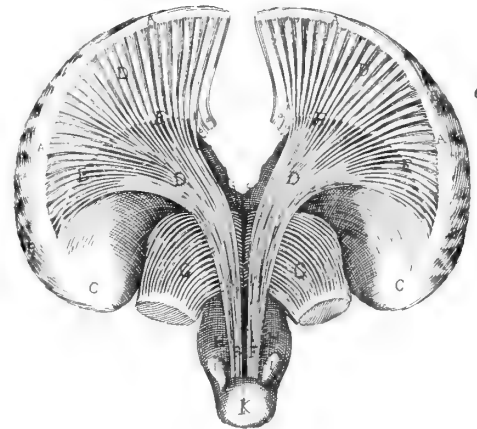
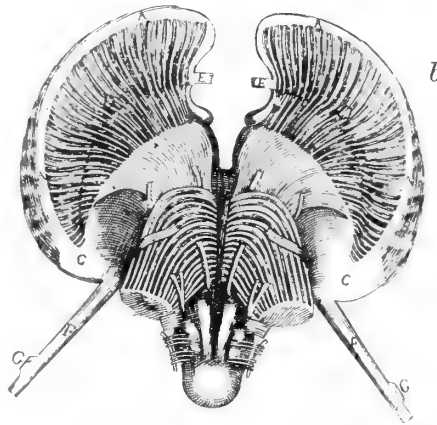
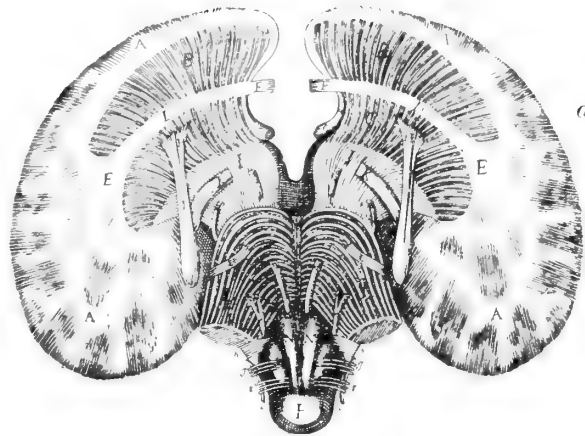
»Cerebri humani, cerebello, et vasis omnibus exemptis, à tota ferè cinerea substantiâ exteriori liberati basim paulò profundius, quam in Tabula præcedenti derasam exhibet.»

A. »Media ovalis centri regio.»

D. »Striata corpora media, quorum tractus albi nonnihil flexuoso ductu, ad anticam spinalis medullæ regionem descendunt.»

E. »Eæ striatorum corporum mediorum partes, sub quibus derasis, inverso scilicet in cerebro, utriusque semicircularis centri pars infima obscurè cernitur.»

F. »Tractus medullares è media ovalis centri regione educti, ad anticam usque partem medullæ spinalis producti.»



Vid bestämmandet af sin nomenklatur går SWEDENBORG en medelväg mellan WILLIS och VIEUSSENS. I likhet med WILLIS och sedermera RIDLEY m. fl., särskiljer han sålunda i regel »Thalami optici» från »Corpora striata»; men (med afskiljande af dessa Thal. opt.) f. ö. fattar han »Corpora striata» i den omfattning,



som VIEUSSENS gifvit denna term. »Corpus striatum» omfattar sålunda enligt SWEDENBORG's nomenklatur: *Nucleus caudatus* + *Nucleus lentiformis* + mellan dem inneslutna *Capsula interna*. Ibland sammanfattar han dock Corp. str. och Thalamus + Caps. int. under uttrycket: de båda strierade kropparna, använder således samma beteckning som VIEUSSENS.

Äfven i öfrigt beträffande Corpora striata och deras angränsande delar ansluter han sig till VIEUSSENS nomenklatur. Af hithörande termer ha redan åtskilliga blifvit förklarade i samband med VIEUSSENS nomenklatur, såsom *öfre* och *nedre*, *yttre* och *inre Corpora striata*, *Semicirculare centrum*, *Commissura crassioris nervi æmula*, m. fl.; och många termer behöfva, såsom sammanfallande med nutida beteckningssätt, ingen förklaring, såsom t. ex. *Centrum ovale*, *Corona radiata*, *Corpus callosum*, *Fornix* etc. Detsamma gäller de angränsande hjärnventriklarna, *Ventriculi laterales* (med *Cornua posteriora* och *descendentia*) och *Ventriculus tertius*; och jag behöfver här endast tillägga, att han använde benämningen »*Vulva*» för att beteckna kommunikationen mellan sido-ventriklarna och tredje ventrikeln, i. e. *Foramen Monroi*.

I sammanhang härmed måste jag framhålla, att namnet »*Vulva*» redan på SWEDENBORG's tid var en sedan gammalt använd beteckning för nämnda öppning, och att sålunda äfven själfva kommunikationen mellan ventriklarna redan den tiden länge varit känd. Jag framhåller detta, emedan åtskilliga af SWEDENBORG's lefnads-tecknare gjort sådana uttalanden, som t. ex. följande: »Swedenborg slöt sig till, att en förbindelse måste finnas mellan de båda hjärnhalfvornas (hemisfärernas) håligheter, de s. k. sidoventriklarna»; och samme författare fortsätter: »denna förbindelse upptäcktes senare af MONRO och benämnes efter honom (*Foramen Monroi*)». — Rätta förhållandet är emellertid, att denna kommunikation, som sagdt, var känd redan före SWEDENBORG's tid. Sålunda skildras denna mycket tydligt redan i BARTHOLINERNAS anatomiska lärobok: »*Institutiones anatomicæ*» (Lugd. Bat. 1641), där å sid. 271 läses följande: — — — »*tertius ventriculus communis portio reliquorum duorum. — — — Nos putamus unicum esse cerebri ventriculum, qui in medio est, sed bipartitum est ejus initium, vel gemini processus*» — — — och »*Cavitas enim una et continua est cerebri et duo dicti ventriculi in communem cavitatem desinunt.*» Och om dess namn: »*Vulva*», se a. a., sid. 278. Och i slutet af 1600-talet beskref VIEUSSENS samma förbindelse i sin »*Neurographia universalis*» (Leyden 1685) sålunda: »*Vulva nihil aliud est, quam foramen circa anticam ventriculorum anteriorum cerebri regionem, subtus fornicem reconditum, et juxta radices illius excavatum; cujus interventu prædicti anteriores ventriculi cum tertio communicant.*» (Op. cit., pag. 64.) Att SWEDENBORG kände till detta uttalande af VIEUSSENS, det synes däraf att SWEDENBORG själf på ett ställe i »*The Brain*», nämligen i n:o 460 (ed. by R. Tafel), citerar de ofvan anförda orden af VIEUSSENS och hänvisar till stället i hans arbete, där de äro att finna. Äfven under förra delen af 1700-talet, således just den tid, då SWEDENBORG sysslade med sitt naturvetenskapliga författarskap, omtalas samma kommunikation af en annan anatomisk författare, J. B. WINSLOW, sålunda: »*Septum lucidum n'est pas adhérent en bas, de sorte que les deux ventricules lateraux communiquent ensemble*» (se J. B. WINSLOW: *Exposition anatomique* — — —, 1732, IV, pag. 155). Och äfven detta



arbete citerar SWEDENBORG, ehuru ej detta ställe. — Emellertid ansågo åtskilliga anatomer på 1700-talet namnet »Vulva» olämpligt (liksom t. ex. beteckningarna »Nates» och »Testes» för Corpora quadrigemina, och »Anus» för ingången till Aqueeductus Sylvii); och därför föreslog t. ex. WINSLOW, att namnet »Vulva» skulle utbytas mot »Foramen commune anterius» och »Anus» mot »For. comm. posterius». (Se J. B. WINSLOW, Op. cit., X, n:o 81.) Det förslaget tyckes dock icke ha tilltalat flertalet, utan i stället upptogs sedermera namnet »Foramen Monroi», troligen efter ALEXANDER MONRO II (Edinburgh), som 1783 utgifvit ett viktigt arbete öfver hjärnan: »Observations on the Structure and Functions of the Nervous System» och däri ägnat denna kommunikation en noggrann beskrifning. — Af det anförda framgår det således, både att ifrågavarande kommunikation var känd för anatomerna långt före SWEDENBORG's tid och att SWEDENBORG äfven kände de föregående författarnas beskrifningar däröfver ja t. o. m. själf noggrant citerat dem och hänvisat till dem! Under sådana förhållanden kan det ju ej anses berättigadt att påstå, att SWEDENBORG »slöt sig till att en sådan förbindelse måste finnas»!

### Corpora striata's och Thalami läge, struktur och förbindelser.

För att komma till insikt om Corpora striata's funktion företog SWEDENBORG en grundlig anatomisk undersökning af dem. Denna utförde han så, att han samlade alla detaljbeskrifningar öfver dessa kroppar, som han kunde finna i litteraturen, utvalde därur hvad han ansåg vara af värde, genomarbetade det så vunna materialet och sammanställde det så, att han därur kunde draga sina slutsatser. Med denna metod ansåg han sig nämligen i stånd att bedöma forskningsresultaten mer opartiskt och därur draga mer objektiva slutsatser än om han själf deltagit i detaljforskningsarbetet. (Se härom Inledningen till »Oeconomia Regni Animalis» eller Upsala Läkareförenings Förhandlingar, Ny Följd, Band XVI, 1910—11, H. 1, sid. 25.) Resultaten af denna sin undersökning har SWEDENBORG nedlagt framför allt i sitt arbete »De Cerebro», hvars Vol. I har ett särskildt kapitel, som omhandlar Corpora striata. Af detta arbete, som finnes i manuskript i Kungl. Sv. Vetenskapsakademiens bibliotek, ha hittills blott 2 volymer utgifvits i tryck, nämligen den af R. TAFEL till engelska öfversatta editionen af år 1882 med titel: »The Brain».

Beträffande Corpora striatas läge i förhållande till omgifvande bildningar framhåller SWEDENBORG här på flere ställen, huruledes de utgöra gränspartiet mellan hjärnan och Medulla oblongata (i den bemärkelse dessa den tiden uppfattades), i det de utgöra främre spetsarna, »apices» eller »processus anteriores», af Medulla oblongata och på samma gång äro djupt insänkta i, liksom »inarbetade» i den omgifvande hjärnmärgen, särskildt i hjärnans främre afdelning. (The Brain, ed. R. TAFEL, I, n:o 475.) Detta läge, hvarpå äfven föregående författare fäst uppmärksamheten,<sup>1</sup> synes för SWEDENBORG vara ett vittnesbörd om att kropparna spela en viktig roll i sambandet

<sup>1</sup> TH. WILLIS: Cerebri anatome, pag. 97: »Corpora striata — — sunt velut internodia, quibus Cerebrum Medullæ oblongatæ cruribus cohæret.»

mellan hjärnan och den öfriga kroppen. I denna mening styrkes han ytterligare genom kropparnas intima anslutning till Corona radiata uppåt och till Thalami optici och Crura Cerebri bakåt, och han uttrycker slutligen denna sin tanke med tillhjälp af det egendomliga bildspråk, som man ofta återfinner i hans skrifter, sålunda: »The corpora striata which are placed in the summit of the medulla oblongata are those sublime portals through which there is an access into the courts of the cerebrum. From the kingdom of the body to the court of the cerebrum there is a royal road through the medulla oblongata as far as its apices, that is, the corpora striata; and thence it is continued by an infinite number of little pathways or fibres towards the highest and spacious cortical envelope where the soul rules its orb by its nod, i. e. where it receives sensations, judges, and governs.» (The Brain, ed. R. TAFEL, n:o 481.) Med »the courts of the cerebrum» afser SWEDENBORG, såsom framgår af sammanhanget, de tre stora psycho-motoriska centra för hufvudets och extremiteternas rörelser, och han framhåller äfven, att Corpora striata hafva sitt läge rätt under dessa.

Beträffande Corpora striatas *struktur och förbindelser* är det strieringen genom de hvita märkestråken, hvilka genomdraga kropparnas grå substans, som framför allt intresserade honom. Redan WILLIS hade fäst uppmärksamheten därpå och framhållit, att »observatu dignum est, quod in toto ἐγκεφάλῳ nulla præterea pars simili ritu striata reperiatur» (Cerebri Anatome, pag. 95). Det var också därför WILLIS kallat dem »Corpora striata». Och VIEUSSENS hade också ägnat dessa märkestråk, striæ, ett intresserad studium, blottlagt dem lager för lager och sökt utforska trådarnas invecklade förlopp. Och till sina detaljerade beskrifningar hade han fogat en del upplysande schematiserade planscher. (De viktigaste af dessa, Tab. VI, IX, X, XII, XIII, XIV, XV och XVI finnas här ofvan reproducerade ss. Figg. 2—4.)

Det är tydligen med ledning af dessa författares arbeten SWEDENBORG beskriver kropparnas striæ och deras somligstädes radierande, annorstädes tvärgående och på ännu andra ställen sneda eller böjda förlopp. Han skildrar, huruledes sådana striæ såsom gröfre eller finare trådar och trådknippen stråla ned i kropparna från hjärnhemisfärernas fibermassor.

Han hänvisar härvid med afseende på *Nucleus caudatus* till VIEUSSENI Tab. IX, X, XII och XIII (se Figg. 2 och 3 här ofvan), hvori synes huru finare och gröfre striæ öfvergå å ena sidan i Centrum ovale och å andra sidan i Centrum semicirculare, d. ä. den djupare delen af Tænia semicircularis, som här sammanhänger med Capsula interna.

Med afseende på *Nucleus lentiformis* hänvisar han till Tab. XIV (se Fig. 4, a här ofvan), hvori synes, huru striæ utifrån hjärnmärgen stråla in genom Putamen (Corp. str. inf. externum anterius) mot märkegliden mellan denna och Globus pallidus (Corp. str. inf. externum posterius), och huruledes från den nämnda märkegliden, (»Tractus medullaris transversus et nonnihil obliquus»), en mängd fiber stryka genom Globus pallidus in i Capsula interna.

Corpora striata vore vidare belägna tätt öfver Regio olfactoria, och Tractus olfactorii strålade därför in i märgen kring Corpora, hvarigenom en nära förbindelse

mellan luktnerverna och dessa syntes komma till stånd, liksom en sådan uppstår genom synnervernas instrålning i Thalami optici.

Äfven de öfriga sinnenas nerver, hörsel-, smak- och känsel-nerverna, som inträngde genom Medulla oblongata och ryggmärgen, stode i förbindelse med Thalami optici och Corpora striata genom »Crura Cerebri», såsom de då fattades.

»The corpora striata are placed over the sense of smell, but the optic thalami over that of sight; — — — The roots of the olfactory nerves or bulbs are inosculated in the medullary tracts around the corpora striata. The visual or optic nerves are immediately continued into the optic thalami; but the nerves of hearing and taste are inrooted in the medulla oblongata, and those of touch in the spinal marrow. These two striated beginnings receive the modes of sensation running towards them»; The Brain, I, n:o 496.

Men utom dessa utifrån kommande fibrer funnes ock i kropparna fibrer, som hade sitt ursprung i dessa själfva, »freshly born, new fibres peculiar to these bodies», »fibres which are indigenous and peculiar to the [beginnings of the] medulla oblongata, i.e. to the corpora striata (se The Brain, R. TAFEL's edition, n:o 483); och de båda slaggen af fibrer bragtes i Corpora striata i intim förbindelse med hvarandra.

Han visar också i öfverensstämmelse med VIEUSSENS, att den s. k. mellersta delen af Corpus striatum, d. ä. hvad vi nu för tiden benämna *Capsula interna*, kan delas i två olika lager. Af dessa komme det ena, det största, det s. k. Corp. str. medium, från mellersta regionen i Centrum ovale och bestode af fibrer, som mestadels vore gröfre och hade ett annat utseende än de, som tillhörde kärnorna. Dessa fibrer förlöpte närmare Nucl. caudatus och Thalamus opticus och kunde följas ned genom Crus Cerebri och Pons och ända ned i ryggmärgen, där de intoge den främre regionen och förbunde sig med ursprungen till de främre ryggmärgsnerverna.

Det andra lagret, Corp. str. inf. int., som komme från den undre regionen i Centrum ovale, vore beläget närmare linsen, och dess trådar »upphörde i de hvita stråk, som komme från mellersta regionen i Centrum ovale», d. ä. blandade sig slutligen med *Capsula internas* öfriga trådknippen.

Till dessa trådar och knippen, som förbunde hjärnhemisfärerna och Corpora striata och de nedanför belägna delarna af Medulla oblongata och ryggmärgen med hvarandra, sällade sig ytterligare ett annat system af trådar, som ringformigt omslöte Corpora striata och förenade deras olika afdelningar med hvarandra. Det var mägbandet *Tænia semicircularis* eller *Stria terminalis*, som löpte fram i fåran mellan Nucl. caudatus och Thal. opticus, och äfven trängde ned i djupet mellan dessa såsom »Centrum semicirculare» och ända ned i *Capsula interna*, och som framtill anslöte sig till *Columna fornicis* och *Commissura anterior*, hvilken senare slutligen böjde om nedåt bakåt till undersidan af *Corpus striatum*, medan den bakre delen af *Tænia semicirc.*, följande *Cauda Nuclei caudati* nedåt, slutligen också strålade ut på undre sidan af *Corpus striatum*. Det var sålunda hufvudsakligen *Tænia semicircularis* jämte *Commissura anterior*, som SWEDENBORG i enlighet med VIEUSSEUS skildrade såsom ett sådant kropparna omslutande trådsystem.

*Thalami optici*, hvilka som sagdt också kallades: »Corpora striata superiora posteriora», låge medialt om Striata, skilda från dem genom Tænia semicirc. och Centrum semicirc. De inneslöte Ventriculus tertius. Thalami ytlager visade fina för blotta ögat knappt synliga striæ; det inre bestode af grå substans och mærgstråk, af hvilka ett uppdelade densamma i en öfre och en undre region. Från den öfre utginge N. opticus; i den undre låge de egentliga Crura, riktade mot Medulla oblongata. Dessutom stråk mot Corp. quadr., Gland. pineale och Infundibulum m. »Gland. magna». Somliga af fibrerna i Thalamus toge sitt ursprung i denna, andra härstammade från hjärnbarken, och i Thalamus inginge de förbindelser med hvarandra. »The cerebrum sends out its fibres, and interweaves them with the native fibres of the thalami themselves; — The fibres of the thalami attached to and entwined by the fibres of the cerebrum are altogether unable to act from their own forces, powers and origins, unless the cerebrum grants them permission» (The Brain, I, N:o 494). Särskildt hänvisade SWEDENBORG till fågel-Thalamus, såsom ett lämpligt studieobjekt. »In birds the optic thalami are like two succenturiate brains with an enclosed cavity. When the more intricate fabric of more perfect brains is compared with these, we may learn from the greater simplicity [which prevails in the latter] what are the effects and the ends of the brain at work;» — — — (The Brain, I, N:o 487).

Den anatomiska undersökningen hade således ådagalagt, att Corpora striata och Thalami optici bilda föreningsleden mellan hjärnhemisfärerna och de öfriga nedanför liggande delarna af centrala nervsystemet, hvarifrån kroppens nerver utgå, och att de härvid äro tätt genomväfda af fiber och trådknippen, som sammanbinda de båda afdelningarna af nervsystemet och delvis taga sitt ursprung i dessa kroppar.

### Corpora striata's och Thalami patologi och embryologi.

Men jämte denna anatomiska undersökning gjorde SWEDENBORG äfven försök att från ett annat forskningsområde vinna ledning vid tolkningen af Corpora striatas och Thalami funktion, nämligen den *patologiska anatomien*. Sålunda lägger han fram några rön, som THOMAS WILLIS beskrefvit i sin Cerebri Anatome, om huru dessa kroppar afficieras *vid vissa förlamningssjukdomar*. Hos personer, som aflidit efter långvariga sådana, »a longa paralyti et gravissima nervorum resolutione», hade WILLIS funnit, att Corpora striata alltid hade en lösare konsistens, vore olivgrönt missfärgade och att de genom striæ utplånande företedde en mycket otydlig teckning (»deprehendi semper hæc corpora præ aliis in Cerebro minus firma, instar amurcæ discoloratæ, et striis multum oblitteratis» (Se Cerebri Anatome, pag. 96 och The Brain, n:o 475.)

SWEDENBORG anför ock i detta sammanhang, att Corpora striata förete liknande grumling af teckningen och utplåning af striæ äfven hos sådana personer, som *förlorat förmågan att tydligt percipiera sinnesintrycken* (»such persons as have lost acute sensation», se The Brain, sidd. 538 och 539).

Hvarifrån SWEDENBORG fått denna senare uppgift, har jag ej lyckats finna; men möjligt är att han fått äfven den från WILLIS, som förlade »Sensorium commune»

till Corpora striata och förfäktade den åsikten, att sinnesintrycken percipierades i Corpora striata, innan de i hjärnmärgen gäfvé upphof till föreställningar etc. (Se Cerebri Anatome, sid. 95.)

I motsättning till dessa fall, som tolkats såsom yttringar af en nedsatt funktion hos Corpora striata, drager SWEDENBORG äfven fram exempel på sjukligt stegrad funktion, som han anser hafva samband med en patologisk retningsprocess i dessa Corpora. Han anför sålunda en del retningsstillstånd (såsom »terrible phantasies», — »convulsions» etc.), som vid autopsien visat närvaro af någon retande vätska (»yellow or acrid ichor») i hjärnventriklarna, hvilken SWEDENBORG i dessa fall antager ha utöfvat en retande inverkan på de delar af Corpora striata, som skjuta in i hjärnans hålrum.<sup>1</sup> (The Brain, N:o 485.) Äfven denna uppgift har SWEDENBORG med all sannolikhet hämtat från WILLIS eller, rättare sagdt, slutit sig till från hans beskrifningar. Ty i dennes Cerebri Anatome finner man, dels att WILLIS härleder vissa rörelser, »*motus locales spontanei*», från Corpora striata (»*hæc corpora [striata] uti sensuum omnium impetus, ita motuum localium spontaneorum primos instinctus suscipiunt*», se Cap. XIII, pag. 95); dels att han skildrar sjukdomsfall, då patienten efter anfall af svår hufvudvärk och sedermera vilda *konvulsioner* slutligen aflidit (»*cephalea immani diu affligebatur, — — in convulsiones atroces cum stupore incidebat*», — —) och då man vid autopsien funnit, att massor af gulaktigt fluidum hopat sig i hjärnventriklarna (se Cap. XII, pag. 92) och härvid träffat Corpora striata's här utbredda yta.

SWEDENBORG söker ock i kropparnas *embryologiska* förhållande finna en ledtråd till förstående af deras funktion. Äfven detta ämne hade WILLIS något vidrört och t. ex. omnämnt, att hos nyfödda hundvalpar, som ännu sakna synförmåga och hvars motoriska och sensoriska förmögenheter ännu äro föga utvecklade, äro striæ i Corpora striata mycket otydliga och ännu ej fullt utbildade. (Se Cerebri Anatome, pag. 96.) »*In catulis recens natis, qui visu carent, aliasque motus aut sensus facultates ægre perficiunt, hæc striæ vix integre formatae, tantummodo rudes apparent.*» Jämte det SWEDENBORG anför detta, tillägger han, att samma förhållande med afseende på striæ också gäller hos barn.

### Corpora striata's och Thalami funktion enligt Swedenborg.

Efter sammanställande af alla dessa anatomiska och patologiska rön, skrider SWEDENBORG till försöket att utreda Corpora striata's och Thalami funktion. Naturligen spelar härvid i hans tankegång den dåtida föreställningen om »*Spiritus animalis*» och hjärnventriklarnas kontraktioner en stor roll. Jag anser mig dock ej behöfva här redogöra därför, utan öfvergår direkt till en sammanfattning af de resultat, hvartill SWEDENBORG kom.

<sup>1</sup> WILLIS anförde detta fall för att visa, att innehållet i hjärnventriklarna under normala förhållanden kan finna aflopp utmed luktnerverna genom lamina cribrosa, men att det, om denna aflödesväg tillstänges (ss. hos dessa patienter var fallet), — kan anhopas i ventriklarna och då genom eventuella patologiska förändringar orsaka patientens död.

Corpora striata vore genom sitt läge och sin intima förbindelse med hjärnan ett ytterst viktigt appendix till denna och en genomgångsstation för flertalet fibrer, som leda till eller från hjärnbarken (»the fibres of the cerebrum descend chiefly by that channel.» Se *The Brain*, I, N:o 88). (Obs. att SWEDENBORG i sin nomenklatur innefattade Caps. int. i »Corp. striata»!)

Och på samma gång de härvid mottoge intryk, utöfvade de själfva ett betydelsefullt inflytande på de ifrågakvarande fibrerna och gäfvade själfva ursprung åt fibrer, som förenade sig med dessa (»every fibre of the cerebrum immerses itself into, and associates itself with, the fibres of the corpora striata in the medulla oblongata, and summons them around itself as auxiliary forces, before descending further», *The Brain*, I, N:o 939).

Hvad den *sensoriska* verksamheten vidkommer, hade Corpora striata att mottaga sinnesintrycken från de olika sinnesorganen (und. synens) och sedan i vederbörlig form fortskaffa dem till hjärnbarken, där, såsom senare skall visas, SWEDENBORG antog, att de medvetna förnimmelserna komma till stånd. (»Sensations creep up from the outermost parts or from the organs of sense to the cerebrum; or again they flash up through the spinal marrow or the medulla oblongata even to the apices, the corpora striata, and thence through that universal medulla which is poured around them, and through its individual fibres into the whole cortical envelope of the cerebrum», *The Brain*, I, N:o 485.)

Men liksom sinnesförnimmelserna i väsentlig grad berodde på huru sinnesorganen mottaga intrycken från yttervärlden, så berodde de ock på huru Corpora striata modifiera och sedan till hjärnan öfverbringa de från sinnesorganen mottagna intrycken (»The cerebrum cannot sense and perceive except in accordance with the mode in which the corpora striata transmit to it these modifications, and thus in which they minister to it; and again the corpora striata cannot submit these modifications to the cerebrum and minister to it, except in accordance with the manner in which the senses receive these impressions, and as it were narrate them», *The Brain*, I, N:o 485).

Detta gällde enligt SWEDENBORG alla slag af sinnesförnimmelser, med undantag af synens, som hade sitt särskilda centrum i Thalami optici. Däremot inginge sinnesintrycken från hörselns, smakens och känselns organ ej endast till Corpora striata utan äfven till Thalami optici, och från båda dessa ganglier fördelades de sedan till hjärnans bark.

(»The corpora striata are placed over the sense of smell, but the optic thalami over that of sight, wherefore they are also called »thalmi nervorum opti-  
corum»; and both together minister to the senses of hearing, taste and touch. — — — These two striated beginnings receive the modes of sensation running towards them; and after receiving them they despatch them towards the cortical expanse, and towards the gray compages of the cerebrum;» *The Brain*, I, N:o 496.)

Hos *barnet* berodde hjärnverksamheten till en början helt och hållet af sinnena och de intryk yttervärlden på dem utöfvar; men småningom lär sig barnet kombinera dessa intryk och uppfatta föremålen på ett mera förståndsmässigt sätt, och sedermera börjar det reflektera däröfver, tänka, vilja och slutligen fatta sina beslut.

(»The infantile cerebrum depends yet entirely upon the senses as its masters, and from these transmissions and the phenomena which they have recorded, infants begin to perceive the objects before them in a suitable manner, and afterwards to judge, think, will, and determine. In this manner the cerebrum manages the reins in the determination of motions, or thus it administers the government. But in receiving the objects of the senses the organs of sense hold the first, the corpora striata the second and the cerebrum itself the last place»; I, N:o 485.)

Och hvad den *motoriska* verksamheten beträffade, stode Corpora striata i det strängaste beroende af hjärnan, d. ä. hjärnbarken, och under dess kontroll; de utgjorde ett under hjärnan underordnad organ, med hvars tillhjälp rörelse-impulserna, som utgått från hjärnbarken, bragtes till utförande.

(»The cerebrum has reserved to itself the control and the highest power»; I, N:o 484;

»These corpora carry out into action, whatever the cerebrum decrees»; I, N:o 939;

»The soul of the cerebrum simply issues its commands, but the corpora striata execute them»; I, N:o 88;

»Thus the fibres (of the corpora striata) are secondary beginnings of the motions in the body»; I, N:o 939.)

Men med hjärnans begifvande eller i dess ställe kunde dock Corpora striata äfven själfständigt inleda vissa rörelser.

(»They [corp. str.] are even primary beginnings, when the cerebrum is as it were absent, and they take its place»; I, N:o 939.)

Vid denna motoriska verksamhet trädde de i samarbete med andra delar af Medulla oblongata, Cerebellum och ryggmärgen, därvid reglerande deras aktion och utöfvande, såsom SWEDENBORG på sitt bildspråk uttryckte sig, en »vice-regents» funktion (»to the corpora striata it has assigned a viceregal office», I, N:o 481); de vore »vicarious cerebra»; I, N:o 939. (»When an opportunity is given, then the fibres of the corpora striata, and the rest which are associated with them in their action — those from the medulla oblongata as well as those from the cerebellum and the spinal marrow — expand together i. e. they act at the same time upon and through their fibres»; I, N:o 484).

På ett annat ställe använder han om dem en annan betecknande bild, då han säger, att Corp. striata äro i viss mening en Olympens Mercurius, ty de förkunna för själen hvad som händer kroppen, och de öfverbringa själens befallningar till kroppen. (The Brain, I, N:o 67.)

Thal. opt. vore dock enligt SWEDENBORG undantagna från detta beroende af Corp. striata på grund däraf att de ej, såvidt den tiden var bekant, hade några förbindelser med Corp. str.; I, sid. 583.

[»The fibres of the thalami — — do not depend at all upon the fibres of the corpora striata, but solely upon those of the cerebrum»; I, N:o 494. »The fibres of the corpora striata tend towards the anterior portions of the medulla oblongata and the spinal marrow, but the fibres of the thalami descend towards their posterior parts. — — The corpora striata are distinct bodies by themselves, and they, as well as the tha-



lami, are the viceregents of one and the same cerebrum, — — each having assigned to it its peculiar province»; I, N:o 494 och 495.]

De rörelser, som sålunda komme till stånd på grund af impulser från Corpora striata, vore en hel del *komplicerade automatiska och vane-rörelser*. Innan dessa rörelser ännu blifvit inöfvade, måste hjärnan (hjärnbarken) själf i detalj dirigera dem; de vore sålunda på detta stadium voluntära. Men, såsom erfarenheten lärer, kunde dessa i början voluntära rörelser småningom genom öfning blifva fullkomligt automatiska, d. ä. rörelsen utfördes liksom af sig själf. Och detta förklarar SWEDENBORG så, att vid inöfningen Corpora striata jämte Thalami optici öfvertaga funktionen att gifva impulserna till dessa rörelser. (»In this case the striated bodies can initiate motions which at first originated with the cerebrum and were voluntary; for it is a well-known fact that voluntary acts by daily habit become spontaneous, or that habit is like second nature»; I, N:o 941.)

Med många exempel förtydligar SWEDENBORG detta. Man kan t. ex. af gammal vana gå en väg, som man en gång lärt sig, utan att man behöfver ägna ens en tanke åt vägen eller gåendet.

(»Experience also declares this. The feet with all their articulations and muscles are taught at last to walk as of themselves on a road that has once been pointed out to them, the cerebrum being unconscious of it at the time»; I, N:o 941.)

*Gester, minspel, tonfall etc.* äro andra sådana exempel. Alla dessa rörelser och åtbörder med vår kropp jämte dem åtföljande medrörelser, som i början måst inöfvas ofta med mycket tankearbete, de låta sedermera ganska lätt afpassa sig, liksom af sig själfva, efter den tanke eller känsla, som skall uttryckas.

(»The arms learn how to fold and throw themselves about in agreement with each gesture of the body; and every least muscle of the body knows how to accommodate itself to the ideas of the mind, and to oratorical effect and gesture. Mimics, actors, gesticulators, nay, even flatterers, learn how to dispose and actuate the single motory fibres of the body at a given signal from the cerebrum, so that the countenance, the voice, the gestures, all conspire in expressing one thing in a natural manner»; I, N:o 941.)

*Talet* med dess olika *språkljud* och *uttryckssätt*, i synnerhet vid talandet af *främmande språk*, är också ett eklatant exempel af hithörande slag: genom öfning kan man ju lära sig uttala och använda alla dessa mångskiftande ljud och uttryck utan att slutligen ägna en tanke åt huru tunga, läppar, svalg och strupe etc. härvid måste tillpassa sig.

(»The mind of its own accord, and by usage alone, flows into the expressions of the various languages, and is not conscious at all in what manner the tongue, the lips, the throat, the larynx and windpipe apply themselves»; I, N:o 941.)

*Spelandet af instrument* är också ett exempel, som SWEDENBORG i detta sammanhang anför. Han erinrar om, huru man under spelet låter fingrarna glida öfver strängarna utan att man alls tänker på de rörelser, man därvid utför.

(»The finger wanders over the chords, and strikes the lyre, the cerebrum itself not knowing anything about it»; I, N:o 941.)



Han erinrar slutligen om *somnambulerna* och de tydligtvis alls icke afsiktliga handlingar de utföra i sömnen.

(»Somnambulists also, while the cerebrum is asleep, indulge in the performance of bodily acts, apparently not their own.»)

Och därpå tillägger han: »This alone is a convincing proof that there is an organ acting as a substitute, in place of the cerebrum which starts the motion. These substituted or secondary organs can be no other than the medulla oblongata and the spinal cord, through which the cerebrum executes the acts of the body, and from which the fibres of the nerves proceed immediately»; I, N:o 941. — Med uttrycket Medulla oblongata menar han tydligen, såsom han ock i början af detta uttalande direkt utsade, de strierade kropparna, (Striatum och Thalamus), som efter den tidens nomenklatur räknades till Medulla oblongata, och som enligt SWEDENBORG'S föregående framställning utgjorde mellanlederna mellan hjärnbarken och ryggmärgen, reglerande denna senares verksamhet.

Intressant är att till sist höra huru SWEDENBORG skattar *betydelsen af dessa sekundära centra*. Han talar därom på ett ställe, där han redogör för den sammanhängande kedjan af centra, som bildas af Cerebrum, Corpora striata, öfriga delar af Medulla oblongata, samt ryggmärgen, och framhåller då, att genom Corpora striata's verksamhet befrias hjärnan d. ä. hjärnbarken tidvis från dirigerandet af en mängd af kroppens rörelser, »— that by means of these corpora striata the cerebrum may take a rest, and have a respite from its work of reasoning, and as it were may withdraw itself from the body» (I, N:o 88), hvarigenom hjärnan naturligen vinner ej blott tillfälle till rekreation utan ock till tankeverksamhetens inriktande på andra föremål än den pågående rörelseakten.

### Thalami optici funktion enligt Swedenborg.

SWEDENBORG lämnar därpå en särskild framställning af Thalami optici funktion och skildrar dem likaledes såsom ett slags genomgångsstation och föreningspunkt för en mängd fibrer, som leda till och från hjärnan, och tillika såsom ursprungskärnor för en hel del fiber, »native fibres of the thalami optici». (The Brain, I, N:o 494.) Härvid är dock att ihågkomma, att SWEDENBORG i enlighet med den tidens nomenklatur sammanförde Thalami optici och de under dem liggande Crura cerebri till ett.

Hvad den *sensoriska* verksamheten beträffar, mottoge Thalami optici framför allt intryck från synens organ, hvars Nervus opticus omedelbart fortsatte in i Thalami optici; men därjämte mottoge de ock, liksom Corpora striata, intryck från hörselns, känselns och smakens organ, nämligen genom Medulla oblongata och ryggmärgen. De sammanställde alla dessa sinnesintryck och befordrade dem därpå till hjärnbarkens alla delar. (»In this wise these two striated bodies collect these rays into one, while they pour them forth at the same time into the circumferences»; The Brain, I, N:o 497. »In this wise the modes of sensation are directed into every

quarter, the upper as well as the lower, the anterior as well as the posterior, of the hemispheres of the cerebrum»; The Brain, I, N:o 496.)

Hvad åter den *motoriska* verksamheten angår, stode Thalami optici, liksom Corpora striata, i det strängaste beroende af hjärnans bark; vore således i förhållande till denna sekundära centra (»The fibres of the thalami attached to, and entwined by, the fibres of the cerebrum, are altogether unable to act from their own forces, powers and origins, unless the cerebrum grants them permission»; The Brain, I, N:o 494.)

Som ofvan sagdt, stode de båda kärnorna därvid oberoende af hvarandra, såsom inbördes samordnade centra, hvilka tillsammans utgjorde mellanledet mellan hjärnbarken och ryggmärgen (The Brain, I, N:o 494 och 495, se ofvan under Corpora striata's funktion). Men huru SWEDENBORG tänkte sig dessa bådars verksamhetsområden afgränsade från hvarandra, det anger han ej närmare än som förut anförts. (Se Corpora striata's funktion.) Han sammanför dem fastmer ofta under uttrycket: de (båda) strierade kropparna, och så är t. ex. förhållandet, när han skildrar de komplicerade *automatiska* rörelser, som leda sitt ursprung från hjärnbarken underordnade centra. Hvad som därvid anfördes om Corpora striata, det gäller sålunda också Thalami optici. Och därför äro äfven dessa enligt SWEDENBORG centra för den massa af *vane- och med-rörelser*, såsom gester, minspel, tonfall och andra ofta högst komplicerade rörelser, som våra lemmar och vår talapparat utföra, ofta utan att vi hafva minsta medvetande därom.

Såsom synes, har SWEDENBORG genom denna vackra tolkning af de centrala gangliernas funktion, — och detta redan i början af 1700-talet! — sökt gifva en nyckel till förståendet af många gåtfulla företeelser i vårt själslif, d. ä. de många och komplicerade högre reflexerna, som afspelas strax nedanför medvetandets tröskel. Redan genom den klara uppfattningen af dessa, i motsättning till de medvetna och voluntära själsyttringarna, och hänvisningen på dessa automatiska rörelser stora betydelse har SWEDENBORG gått vetenskapen om nervsystemets funktioner ett långt stycke i förväg. Ty, såsom bekant, har ju (åtminstone på åtskilliga håll) ADOLF KUSSMAUL betraktats såsom den förste, som riktat uppmärksamheten på de undermedvetna yttringarna af vår själsverksamhet. Sådan är ju t. ex. EDINGER's framställning i hans bekanta Vorlesungen über — — — die nervösen Zentralorgane, där han (å sid. 522, i Band I af 8:de uppl., 1911) uttalar sig på följande sätt:

»Der geniale Arzt ADOLF KUSSMAUL — — hat zuerst darauf hingewiesen, wie weitaus der grösste Teil unserer seelischen Tätigkeit ausserhalb des Bewusstseins abläuft, wie die Wilden und die Kinder mehr in Sinnesempfindungen arbeiten, wie später an deren Stelle die Begriffe im anschaulichen Gewande der Wörter treten und wie jetzt erst das Denken an Raschheit, Komplikation und Bestimmtheit gewinnt.» Nu se vi dock, att SWEDENBORG redan ett helt århundrade tidigare framlagt samma sakförhållande som KUSSMAUL och därvid begagnat sig af en framställning, som i

många punkter nära öfverensstämmar med dennes (se ofvan om barnets psykiska utveckling!). Men SWEDENBORG har icke blott hänvisat på saken och belyst den med mångfaldiga exempel, han har äfven gjort ett försök att utreda och förklara det komplicerade sammanhanget i dessa yttringar af vårt själslif. Och detta har han gjort på ett sätt, som äfven inför vår tids forskningsresultat måste väcka vår beundran. — Inför detta frågar man sig gärna:

### Hvarpå grundade Swedenborg sina uttalanden om de centrala gangliernas funktion?

#### a. Föregående författares uttalanden.

Delvis låter svaret på denna fråga härleda sig ur det, som redan ofvan anförts. Först och främst hade SWEDENBORG ägnat gangliernas *anatom*i en grundlig undersökning, i det han sammanställt de bästa hithörande forskningsresultat, som dåtidens anatomer, framför allt THOMAS WILLIS och RAYMOND VIEUSSENS hade framlagt. Särskildt hade SWEDENBORG häri fäst sig vid *gangliernas läge* i främre spetsen af hjärnstammen (eller »Medulla oblongata», såsom den i enlighet med den tidens nomenklatur kallades) på gränsen till hjärnmärgen; vidare hade han fäst sig vid deras *strierade struktur*, som betingades af den stora mängd fibrer och trådknippen, som genomstrålade dem och blandade sig med deras egna trådar och satte kärnorna i *förbindelse å ena sidan med hjärnmärgen* (och barken) *och å andra sidan med nedanför liggande delar af nervsystemet* (Medulla oblongata och lillhjärnan och ryggmärgen).

Äfven hade SWEDENBORG noga beaktat de *kliniska och patologiska rön*, som särskildt WILLIS hade gjort beträffande Corpora striata, huruledes både perceptionen af sinnesintryck och i vissa afseenden rörelseförmågan influerades genom läsioner å dessa kärnor. Han hade äfven med sin uppmärksamhet stannat inför den observationen af WILLIS, att de sensoriska och motoriska förmögenheterna tycktes stå i visst beroende af gangliernas *utveckling* och icke trädde i full funktion förrän striæ i ganglierna hunnit blifva fullt utbildade och tydliga.

Men samme WILLIS, som gjort dessa skarpsinniga iakttagelser, hade ock i sammanhang därmed gjort några märkliga uttalanden, som i åtskilligt visa stor öfverensstämmelse med den åsikt om Corpora striata, som SWEDENBORG uttalar, och därför kunna ligga i grunden för denna. WILLIS framställde nämligen Corpora striata såsom det »Sensorium commune», hvori sinnesintrycken måste upptagas, innan de kunde ge upphof till de föreställningar, som — enligt WILLIS och hans samtids mening — alstrades och utbildades i hjärnmärgen. WILLIS säger härom följande: »*hæc pars (Corpora striata) commune sensorium est — quod sensibillum omnium ictus à nervis cujusque organi delatos accipit, adeoque omnis sensationis perceptionem efficit; cujusmodi sensibillum ictus, cum hinc ulterius in cerebrum trajiciuntur, sensationi statim imaginatio succedit.*» (Se WILLIS, Cerebri Anatome, pag. 95.) Och det var äfven WILLIS, som tillerkände Corpora striata den betydelsen, att de utsände impulserna

till de rörelser, som skulle utföras i kroppen. Härom säger han följande: »hæc corpora uti sensuum omnium impetus ita motuum localium spontaneorum primos instinctus suscipiunt. Quoties nimirum appetitus aliquid agendum decernit, statim reciproca spirituum animalium tendentia, hoc est à cerebro in has partes, motuum à quavis parte aut membro ineundorum conceptus hic loci in actus disponuntur.» (Se WILLIS, Op. cit., pag. 95.)

Dessa uttalanden af WILLIS erinra ju mycket om SWEDENBORG'S. Men i åtskilliga afseenden äro de, såsom vi sett, mycket mera sväfvande, framför allt däruti att WILLIS ej kunde afgöra, *hvar* egentligen förnimmelserna bragtes till medvetande och *hvar* egentligen impulserna till de voluntära rörelserna danades. Men detta svåra problem blef det SWEDENBORG förbehållet att lösa; och sedan framträdde för honom på grundvalen häraf äfven Corpora striata's funktion i en klarare dager.

b. *Swedenborg's forskningsresultat rörande uppkomsten af de medvetna förnimmelserna och de voluntära rörelseimpulserna.*

SWEDENBORG underkastade nämligen hjärnmärgen och hjärnbarken en ingående undersökning af samma slag som ofvan anförts beträffande Corpora striata. Sålunda studerade han först och främst märgens och barkens *anatomy*, och detta framför allt på grundvalen af THOMAS WILLIS' komparativa och makroskopiska samt LEEUWENHOEKS och MALPIGHIS mikroskopiska undersökningar. Härmed sammanställde han en mängd *kliniska* fall, som visat förlamningar i extremiteter, ansikte, talorgan, etc., och där *autopsien* ådagalagt läsioner i hjärnans märg eller bark. Dessa fall hämtade han från J. J. WEPFER och A. PACCHIONI. Vidare observerade han en del *djurexperiment*, beskrifna af VIEUSSENS, MANGET, RIDLEY, BAGLIVI, som visade resultaten af extirpationer, incisioner, instick i barken, retning af barkytan med frätande vätskor etc. (Detaljerade upplysningar om dessa undersökningar, se Upsala Läkareför. Förh., Ny Följd, Band 16, 1910, sid. 1—54.) Genom bearbetning af detta stora material kom SWEDENBORG till de slutsatserna, att *såväl den sensoriska som den motoriska själsverksamheten ha sitt säte i stora hjärnans bark*, ej i hjärnmärgen, såsom SWEDENBORG'S samtida antogo. Närmare bestämdt afspelade sig enligt SWEDENBORG dessa psykiska processer *i barkens små cellulära element*, »Sphærulæ» eller »Cerebellula», såsom SWEDENBORG kallade dem, hvilka *hvar och ett med tillhörande nerv bildade en enhet för sig och till hvilka sinnesintrycken ingingo för att där ge upphof till medvetna förnimmelser och hvarifrån alla rörelseimpulser utginge*. Men på samma gång hvarje sådan sphærule bildade en enhet för sig, vore de ordnade och förbundna med hvarandra till större och mindre grupper, hvarigenom en *samverkan* mellan de olika bark-elementen möjliggjordes. Bland dessa angaf SWEDENBORG läget af *tre stora Cerebellula-grupper, hvilka sammanfalla med den nutida lokalisationslärans tre stora motoriska centra för nedre och öfre extremiteternas och hufvudets rörelser*. Äfven för den sensoriska själsverksamheten antog SWEDENBORG, att Sphærulæ vore förbundna med hvarandra till grupper, svarande mot de olika slagen af sinnesförnimmelser, men anger dock ej, huru han tänkt sig dessa lokaliserade. Rörande den högre själsverk-

samheten hade SWEDENBORG sålunda, såsom synes, kommit till full visshet om att denna hade sitt säte i hjärnans *bark*. Och han hade äfven lyckats i någon mån klargöra för sig, hvar man å andra sidan hade att tänka sig åtskilliga andra lifsfunktioners centra.

c. *Swedenborg's åsikt om de vegetativa lifsfunktionernas centra.*

Rörande denna fråga hade SWEDENBORG sammanställt en del beskrifningar af MANGET och VIEUSSENS öfver *djurexperiment*, som intresserade centrala nervsystemet. De hade visat, att blodcirkulation och respiration kunnat fortgå till en tid, fastän stora hjärnan skilts från sitt sammanhang med förlängda märgen och lillhjärnan, men att de genast upphört vid läsioner i lillhjärnstrakten. Vidare hade SWEDENBORG samlat en hel del *teratologiska* och *patologiska* rön från WEPFER, TYSON, RIDLEY, MANGET, KERKRING, MORGAGNI, TULPIUS, VALLISNIERI, m. fl., som visat, att, fastän stora hjärnan på ett eller annat sätt eliminerats, det vegetativa lifvet dock kunnat fortgå, hvarför centra för detsamma måste finnas i återstående delen af centrala nervsystemet (lillhjärnan, förlängda märgen eller ryggmärgen). (Äfven om dessa undersökningar se Upsala Läkareför. Förh., loc. cit.) Häraf äfvensom på andra grunder hade SWEDENBORG dragit den slutsatsen, att de vegetativa lifsfunktionernas egentliga centra icke kunde ligga i stora hjärnan, såsom somliga af hans samtida antogo, (äfven om stora hjärnan under normala förhållanden dock kunde utöfva ett visst inflytande på de vegetativa organen); snarare borde dessa funktioner, i enlighet med HERMANN BOERHAAVES och delvis THOMAS WILLIS' uttalanden, tänkas bero af *lilla hjärnan* samt därjämte *Medulla oblongata* och *ryggmärgen*, de båda senare härvid underordnade lilla och stora hjärnan.

d. *Swedenborg's åsikt om de sekundära rörelsecentra i förlängda märgen och ryggmärgen* (för automatiska »fortsättnings-» eller vanerörelser).

SWEDENBORG förlade emellertid äfven några andra rörelsers centra till *Medullæ oblongata et spinalis*, nämligen de automatiska »fortsättnings-» eller vane-rörelserna. Redan i sitt verk *Œconomia Regni Animalis*, som SWEDENBORG utgifvit 1740—1741, hade han framhållit, att de motoriska trådar, som utgå från hjärnan, icke själfva nå ända fram till musklerna, men att de i förlängda märgen och ryggmärgen öfverföra rörelseimpulserna till dessas (*Medulla oblongatas* och *ryggmärgens*) trådar. Han tillfogade därpå den förklaringen, att härigenom kunde de voluntära rörelserna, när de väl igångsatts genom impulser från hjärnan, fortsättas medels »spontana», automatiska eller vane-rörelser, reglerade af *Medullæ spinalis et oblongata*. Hjärnan blefve sålunda rörelsernas hufvudcentrum, deras »*causa principalis*», som dock genom denna anordning vid behof kunde sättas i tillfälle att ostörd ägna sig åt sina högre psykiska funktioner, sitt tankearbete etc. Uti *Medulla oblongata* och *ryggmärgen* åter, i deras grå substans, finge man härigenom sekundära centra, en »*causa intermedia*» för dessa rörelser, som börjat såsom voluntära men fortsattes såsom automatiska. Han säger

härom i *Œconomia Regni Animalis*, II, N:o 151, 157 m. fl., följande: »*ut Cerebri Voluntarium abeat in spontaneum et naturale mediis Medullis, ne toties in particulares profundas motiones auferatur, quoties actio semel incepta ex consueto continuanda sit: id ejus sublimiorum officiorum administrationem toties alias interturbaret, et in Homine analyses rationales, quæ quietiorem Cerebri statum poscunt: quare ut primum actio voluntaria poscit seriem agendorum continuam, Cerebrum annuet et consentiet, tum et actionis actualitatem producet: Sic ejus est causa principalis, Medullis autem incineratis injuncta secundaria.*» Se ock *Œc. R. A.*, I, N:o 574: — — »*Origo secundaria vel causa intermedia actionum Voluntariarum in Spontaneas abeuntium sit in Medulla Spinali et oblongata.*» Se vidare härom: Talet vid Medicine Doktorspromotionen i Uppsala den 30 maj 1908, i Ups. Läkaref. Förh., Ny Följd, B. XVI, häft. 1.

Som ett bevis på huru uppmärksamt SWEDENBORG observerat skillnaden mellan stora hjärnans och ryggmärgens funktioner och härvid äfven beaktat de kliniska symptomen vid ryggmärgsläsionerna, vill jag påpeka, att SWEDENBORG redan tydligt insett *skillnaden mellan hemiplegierna och paraplegierna*. De förras orsak låge i stora hjärnan, men de senares i — ryggmärgen. Tydligt framhåller han detta i *Œc. R. A.* III, 419, där han säger: »*Paraplegia non causam originariam trahit ex cerebro, sed ex medulla spinali.*» Och som skäl för denna åsikt anför han, huruledes vid paraplegien både sensibiliteten och motiliteten i hufvudet äro intakta (»— — *integris manentibus capitis sensibus et libera agendi potestate in eorum musculos*»). Det är så mycket märkligare, att SWEDENBORG redan före midten af 1700-talet klart insett och tydligt framhållit denna skillnad mellan hemiplegierna och paraplegierna, som det ännu tyckes ha dröjt mer än ett århundrade, innan en sådan distinktion ingick i det allmänna medicinska medvetandet. Ty ännu i början af 1800-talet säger HUFELAND i sin »*Enchiridion medicum*», som trycktes i Berlin 1836, och i svensk öfversättning, i Stockholm 1839, att *hjärn-förlamningar* kunna delas i fullständiga och ofullständiga, och att bland de ofullständiga sådana böra inrangeras, ej blott hemiplegierna, utan äfven — paraplegierna!

Det nu anförda visar således, att SWEDENBORG kommit till visshet om, att de *medvetna förnimmelserna* och de *voluntära rörelserna* berodde mer omedelbart af *stora hjärnans bark*, att däremot de *automatiska rörelserna* reglerades af *underordnade centra i förlängda märgen och ryggmärgen*, som vanligen trädde i funktion först sedan stora hjärnan därtill gifvit första impulsen eller sitt samtycke. Bland dessa automatiska rörelser hade SWEDENBORG emellertid, såsom jag i förra delen af detta arbete påvisat, särskildt observerat några grupper af komplicerade rörelser, som stode de medvetna högre psykiska funktionerna mycket nära, och bland dessa må i synnerhet erinras om talrörelserna, mimiska rörelserna och gesterna, tonbildningen samt en mängd färdigheter och konster, som från början inöfvats under impulser från hjärnbarken men sedermera kunna utföras alldeles automatiskt, när vissa psykiska affekter, känslöstäm-

ningar eller tankeakter etc. det fordra. Besinnar man detta, kan det nu ej synas annat än naturligt, att SWEDENBORG tänkte sig sådana rörelsers centra stå i nära beroende af och i samband med de psykiska kortikala centra, och likaså måste det synas oss ganska naturligt, att han förlade dessa sekundära centra till Corpora striata och Thalami optici, hos hvilka han funnit en mängd karaktärer och förhållanden, som väl öfverensstämde med en sådan funktion. Sålunda kände han, såsom vi sett, mycket väl dessa kroppars *läge* rätt under de stora psyko-motoriska centra och just på gränsen mellan hjärnan och främsta delen af »Medulla oblongata», såsom hjärnstammen den tiden benämndes; äfvenså kände han dessa kroppars otaliga *förbindelser* både med hjärnbarkens olika afdelningar (obs. att »Capsula interna» den tiden räknades till »Corpora striata»), och med de olika sinnesnerverna och med de öfriga nerver, som från eller till Medulla oblongata och ryggmärgen utstrålade till eller från olika delar af kroppen; äfvenså kände han de grava störingar i perception och motilitet, som WILLIS beskrefvit såsom följder af förstörelse af eller *patologiska förändringar* i dessa kroppar; slutligen visste han ock från WILLIS' undersökningar, att *striæns utveckling i Corpora striata* och utvecklingen af de motoriska och sensoriska förmögenheterna stode i ett visst samband med hvarandra. Sammanfatta vi allt detta, synes mig häri ligga de hufvudsakligaste grunderna, hvarpå SWEDENBORG's uttalanden om de centrala gangliernas, Corpora striata's och Thalami, funktion hvila.

### Huru öfverensstämma Swedenborg's uttalanden om de centrala gangliernas och i synnerhet Corpora striata's och Thalami funktion med nutida forskningsresultat inom den jämförande anatomen?

Det är ju sant, att, om man granskar de grunder, hvarpå SWEDENBORG uppbyggt sin lära om de centrala gangliernas funktion, man icke däri finner några bindande bevis för de uttalandens riktighet, som SWEDENBORG framlagt; framför allt voro ju de kliniska och patologiska rön, som SWEDENBORG lyckats samla, bra få och de beskrifna symptomerna bra vaga. Men på samma gång måste man intyga, att SWEDENBORG's tolkning af dessa gangliers (liksom f. ö. hela centrala nervsystemets) funktion är utomordentligt väl genomtänkt och står utmärkt väl tillsammans med de insikter i dessa organs byggnad och förbindelser etc., som man den tiden lyckats förvärfva sig. Och ser man på huru meningarna i denna fråga gestalta sig i vår tid, så finner man, att — trots nära två seklers forskararbete — man ännu icke har lyckats åstadkomma några bindande bevis för, ja icke ens kunnat ena sig om någon tolkning af dessa kroppars betydelse och funktion. Under sådana förhållanden torde det vara skäl att taga SWEDENBORG's tolkning i närmare skärskådande och något pröfva, huru hans uttalanden stå tillsammans med den ökade kunskap om dessa kroppar, som resulterat ur vår tids forskning. Gifvetvis borde en sådan granskning ingå både på jämförande och normala anatomiens, såväl som ock den kliniska medicinens och patologiska



anatomiens och experimentella fysiologiens områden. Tiden tillåter mig dock endast att denna gang göra en början, hvilken för den skull ingalunda gör anspråk på någon fullständighet. Jag börjar med en jämförande anatomisk öfversikt och granskning.

Den fylogenetiska utvecklingen af hjärnan ger vid handen, att hjärnstammen och dess ganglier (liksom ock förlängda märgen och ryggmärgen) skynda före storhjärnans Pallium i utveckling. Sålunda finnas redan hos *Cyclostomi* (särskildt *Petromyzon*) ganska mäktiga *basala ganglieanhopningar*, inlagrade i den ventrala delen af framhjärnan, och äfvenså äro midthjärnan och förlängda märgen ganska starkt utvecklade, delvis likaså ryggmärgen, medan takdelen af framhjärnan ännu mestadels utgöres af blott ett tunt ependymcellslager. Och liknande förhållande möter oss också hos *fiskarna*, särskildt *benfiskarna*, äfvensom i det stora hela hos *amfibierna*. Först hos *reptilerna* börjar den utveckling af verklig grå hjärnbarksubstans i Pallium, som sedermera hos *däggdjuren* når sådana höga grader af utbildning, att därigenom hjärnans form och särskildt förhållandet mellan hjärnstammen och Pallium högst väsentligt omgestaltas.

Jfr Fig. 5, som visar en serie schematiska sagittalsnitt genom hjärnor af *Benfisk*, *Broskfisk*, *Amfobie*, *Reptil*, *Fågel* och *Däggdjur*, komponerad af figurer ur EDINGER's: *Nerv. Zentralorg.*, II. Se ock Fig. 6: Hjärna af *Benfisk*.

Klart är, att dessa omgestaltningar måste medföra vissa funktionsolikheter. Och det kan därför låta tänka sig, att man genom aktgifvande på dessa anatomiska och fysiologiska förändringar och öfriga kända förhållanden skulle kunna få en antydning om betydelsen af de hjärndelar, hvilkas funktion ännu är obekant, och särskildt i nu föreliggande fall huru SWEDENBORG's tolkning af *Corpora striata's* och *Thalami* funktioner öfverensstämmer med numera kända förhållanden.

## I. Fiskar och Amfibier.

### Striatum och Epistriatum med förbindelser.

Hos *fiskarna* är, som sagdt, hjärnstammen med dess ganglier i förhållande till Pallium starkt utvecklad. På sagittala eller frontala snitt genom framhjärnan finner man sålunda i basala väggen en, resp. två, starka prominenser, skjutande in i hjärnhåligheten och till stor del uppfyllande densamma. Dessa äro de här synnerligen kraftigt utvecklade »*Corpora striata*». I motsats härtill visar sig Pallium föga utbildad, ja består hos *benfiskarna* och *ganoiderna* endast af en epitelmembran med ett enda ependymcellslager.

(Se t. ex. fig. 227 i L. EDINGER's *Vorlesungen über den Bau der nervösen Zentralorgane*, 1908, II, sid. 254, här återgifven såsom Fig. 6.)

*Corpora striata* hålla en stor mängd *celler*, dels mycket stora spolförmiga, dels mindre och polygonala. De stora cellerna ligga mest i centrum, de mindre åter i periferien och i främre och bakre delarna af gangliet, men på det hela äro cellerna



så blandade, att inga särskilda kärnor i dem kunnat afgränsas. Mellan cellerna märkes ett fint nätverk af trådar, som dels utgöres af de nämnda Striatum-cellernas dendriter och axelcylinder-utskott, dels af ändförgreningarna af trådknippen, som instråla från Thalamus-kärnorna, Tractus thalamo-striatici, som senare skola beskrifvas.

Vid närmare granskning af den stora basala prominensen finner man, att tätt inpå den egentliga Striati bakre mediala del ett särskildt ganglion låter afgränsa sig, hvilket af EDINGER fått namnet: »*Epistriatum*». Det utgör egentligen me-

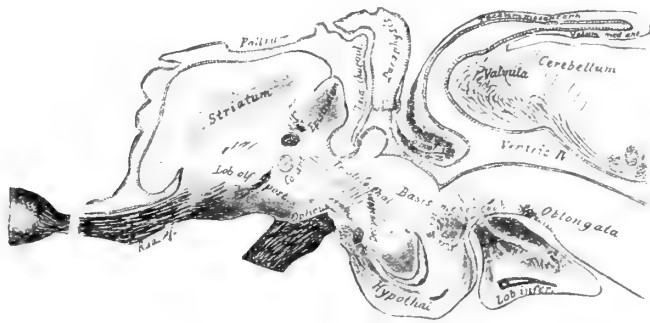


Fig. 6. Hjärna af *Barbus fluviatilis*. Sagittalsnitt nära medellinjen (EDINGER).

diala afdelningen af Lobus olfactorius posterior (GOLDSTEIN). Se Fig. 6 och Fig. 8 b. Det håller stora multipolara oregelbundet anordnade celler och mottager rikligt med trådar från samsidans Bulbus olfactorius, hvilka bilda den s. k. »*Tractus bulbo-epistriaticus*» i mediala luktstrålningen.

I närheten af Commissura anterior finnas trådar, som sammanbinda de båda sidornas Corpora striata med hvarandra, bildande en »*Commissura interstriatica*», och, enligt EDINGER, i själfva Commissura anterior möjligen äfven trådar, som förbinda de båda Epistriata med hvarandra. — (Se EDINGER's anförda arbete, sid. 263, och figg. 229 och 231.) Den bakre delen af prominensen, Epistriatum, står sålunda i förbindelse med luktapparaten, och genom Commissura interstriatica och Com. anterior äro de båda sidornas ganglier förenade med hvarandra.

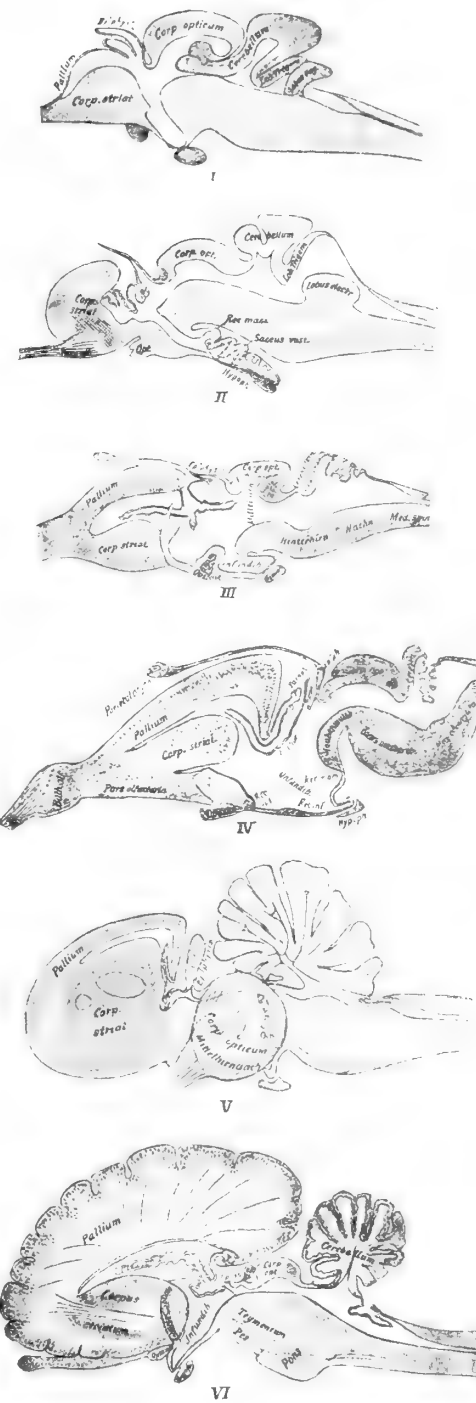


Fig. 5. Schematiska sagittalsnitt något lateralt om medianplanet genom hjärnor af:

- I. Benfisk (Forell, embryo),
- II. Broskfisk (Rocka),
- III. Amfibie,
- IV. Reptil,
- V. Fågel,
- VI. Däggdjur (enl. EDINGER).

Men jämte dessa förbindelser framåt med luktens organ och medialt med motsidans ganglier finnas ock starka trädknippen, som sammanbinda dessa ganglier med mellanhjärnans gangliebildningar. Sålunda står hvarje Corpus striatum bakåt i förbindelse med Thalamuskärnorna (Nucl. anterior, Nucl. dorsalis och Nucl. ventralis thalami) genom det synnerligen kraftiga dels korsade dels okorsade knippet »*Tractus strio-thalamicus*», som har sitt ursprung dels i Striatum, men dels ock, såsom v. GEHUCHTEN påvisat, i Thalamus, hvarför det ock stundom kallas »*Tractus thalamo-striaticus*». Äfvenså står Striatum i förbindelse med den i synnerhet hos benfiskarna mäktigt utvecklade hypothalamiska kärngruppen genom »*Tractus strio-hypothalamici*», som instråla i Nucl. anterior tuberis och Nucl. lateralis tuberis i mediala loben och, genomdragande Nucl. posterior tuberis, slutligen intränga äfven i Nucl. diffusus i laterala loben. (Se K. GOLDSTEIN: Untersuchungen über das Vorderhirn und das Zwischenhirn einiger Knochenfische nebst einigen Beiträgen über Mittelhirn und Kleinhirn derselben. Arch. f. mikr. Anat. Bd. LXVI, 1905, sid. 195 och följande samt Pl. 12 och 21, här återgifna såsom Figg. 7 a och b.)

Äfven Epistriatum är hos fiskarna förbunden med Hypothalamus medels ett starkt delvis korsadt trädknippe, som kallas »*Tractus olfacto-hypothalamicus medialis*»; det genomsätter Thalamus, och efter korsning slutar det bakom denna, men ännu obekant på hvad sätt; se härom nedan. (GOLDSTEIN: o. a. a. s. 150.)

Sedan det sålunda visat sig, att Striatum genom starka förbindelser är förenad med Thalamus och med Hypothalamus, och att Epistriatum, som står i särskildt intimt samband med luktens organ, jämväl är förbunden med Hypothalamus, må vi undersöka, huru dessa Diencephalons ganglier sedan stå i förbindelse med det öfriga centrala nervsystemet.

#### Thalamus och Hypothalamus med förbindelser.

Såsom af det föregående framgår, äro redan hos benfiskarna tydliga kärnor utdifferentierade i Diencephalon, i dess Thalamus och Hypothalamus. Dessa kärnor äro genom rikliga förbindelser förenade med hvarandra. (Se Fig. 7, a.)

Först och främst äro många af dessa kärnor förbundna med motsidans genom *kommissurer*, bland hvilka må nämnas: Commissura FRITSCH, som förenar de båda sidornas Nuclei ventrales thalami med hvarandra, Commissura HERRICK, som förenar de båda Corpora geniculata i synbanan med hvarandra, vidare kommissuren mellan Nuclei ant. tuberis, mellan Nuclei post. tuberis, mellan Nuclei diffusi (lob. lat.), mellan Ggl. mammillaria i bakre delen af Hypothalamus etc.

Men därjämte äro många af de samsidiga Thalami och Hypothalami kärnor förbundna med hvarandra. Här märkes dels det mäktiga trädknippet *Tractus thalamo-mammillaris*, som utgående från Nucleus anterior thalami utbreder sig i Ganglion s. Corpus mammillare hypothalami (och som äfven stundom kallas *Tr. mamillo-thalamicus*, emedan det atrofierar icke blott efter läsion å Thalamus, utan ock efter sådan å Corpus mammillare); dels (hos somliga benfiskar) den mäktiga

*Tractus tubero-dorsalis* eller *Tr. tubero-thalamicus*, som utgående från Ganglion anterius tuberis sänker sig in i Nucleus dorsalis thalami; dels ock fina trådar, som förena *Lobus lateralis hypothalami* med *Nucl. ventralis thalami* (*Nucl. rotundus* FRITSCH).

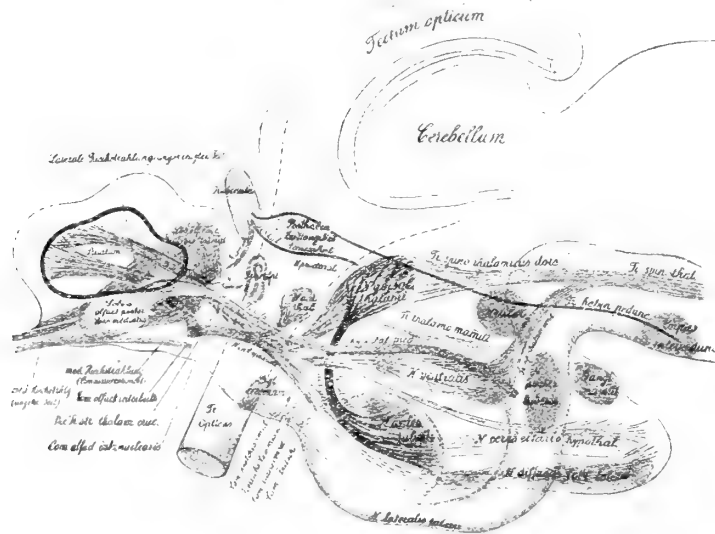


Fig. 7, a. Schematisk framställning af kärnor och trådknippen i framhjärnan och mellanhjärnan (med uteslutande af lillhjärnförbindelserna och postoptiska kommissurerna).

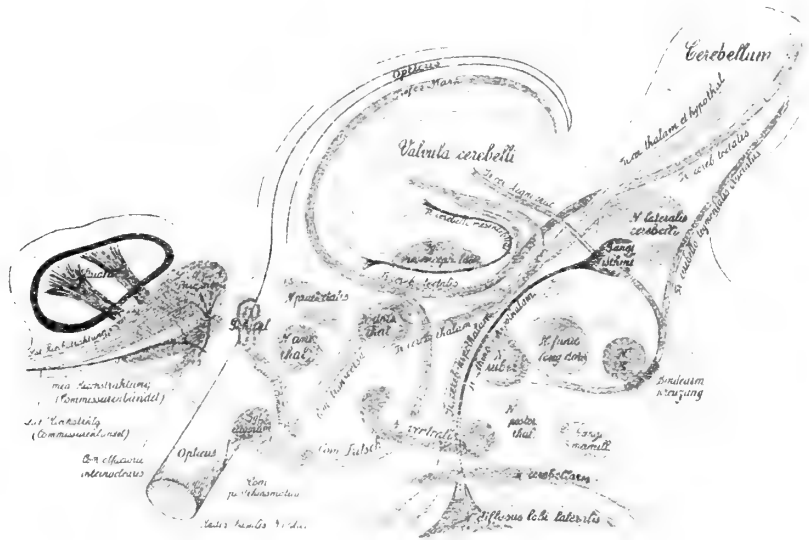


Fig. 7, b. Schematisk framställning af kärnorna i Thalamus och deras förhållande till lillhjärnan. Postoptiska kommissurernas förlopp. Trådarnas förhållande i Pars lateralis af Lobus olfactorius posterior. Figur b. afser i allmänhet ett något mera lateralt beläget område än Figur a. (GOLDSTEIN.)

Utom dessa nu nämnda kärnor finnes ju i Diencephalon en stor mängd andra (såsom t. ex. Nuclei magnocellulares et parvocellulares strati grisei, Gangl. opticum basale, Nucl. entopeduncularis, hvilka jag dock för öfverskådlighetens skull nu måste utesluta, i synnerhet som många af dessas förbindelser ännu äro outredda. Om

Epithalamus, Genuculatum laterale och Nucl. ruber och Nucl. magnocell. strat. grisei dock senare.

Sålunda rikligt förbundna med hvarandra ingå Thalamus- och Hypothalamuskärnorna sedan förbindelser med de andra delarna af centrala nervsystemet, som ligga dorsalt och kaudalt om dem, d. ä. Epithalamus, midthjärnan, lillhjärnan, förlängda märgen och ryggmärgen.

a. *Thalami kaudala förbindelser.*

1:o. Hvad då först *Epithalamus* vidkommer, märkas i denna de båda, genom hela djurserien konstanta, *Ganglia habenulæ*, som äro förbundna med hvarandra genom en medellinjen korsande *Commissura habenularis*. Framifrån framhjärnans basaldel mottager hvarje ganglion ett mäktigt delvis korsadt knippe, *Tractus olfacto-habenularis*, (= en del af »*Tænia thalami*»), hvars trådar ha sitt ursprung i *Nucleus tæniæ* i basen af laterala afdelningen af *Lobus olfactorius post.* (resp. *Lobus par-olfactorius*, hvarmed en förbindelse med *Nervi Quinti sens.* kärna påvisats hos åtskilliga djur, »*Tractus quinto-frontalis*», WALLENBERG). För den skull anses ju både *Tractus olf.-hab.* och *Ganglion habenulæ* höra till oralsinnets bana [EDINGER], (och att de ej höra samman med luktsinnet, bekräftas däraf, att de förekomma äfven hos sådana djur, som sakna luktnerver). Från *Ganglion habenulæ* utgår i kaudal riktning ett kraftigt trådknippe till midthjärns-basen, där det instrålar i det af GUDDEN upptäckta *Ganglion interdunculare*, och det kallas därför *Tractus habenulo-peduncularis*. Som fortsättning på denna med oralsinnet sammanhängande bana utgå sedan från Ggl. interped. trådar, som stråla in i *Tegmentum mesencephali* och enligt CAJAL åtminstone hos högre djur påvisats sluta i de af GUDDEN beskrifna *dorsala tegmentganglierna* i närheten af dorsala längsknippet och öfriga längsgående motoriska tegmentbanor. Se fig. 274 i EDINGER: N. Z. I, 1911, här återgifven såsom Fig. 8 a, hvilken visar ett schema öfver *Ganglion habenulæ*'s förbindelser.

Denna långa kedja af ganglier och trådar, som sålunda (sannolikt) bildar en reflexbana i samband med *oralsinnet*, står också i förbindelse med Thalamus. Detta förbindelsestråk kallas *Tractus habenulo-diencephalicus* och dyker in i djupet af Thalamus (GOLDSTEIN: *Nucleus dorsalis thalami?*); dess ändsätt är dock ännu ej fullt utredt.

2:o. Hvad sedan *midthjärnan* vidkommer, står Thalamus först och främst i förbindelse med dennas stora associations- och reflex-centrum *Tectum s. Corpus opticum*. Detta centrum är ju en föreningspunkt för synbanan och mångfaldiga sensibla centrala banor från förlängda märgen och ryggmärgen och på samma gång utgångspunkt för en mängd motoriska banor i hjärna och ryggmärg. Ty det mottager ju dels flertalet trådar i *Tractus opticus* och *Stilus corporis geniculati*, dels ock midthjärn-lemniskan, i. e. *Tractus spino-tectalis* från sensitiva kärnor i ryggmärgen (och instrålade i hela *Tectum*) och *Tractus bulbo-tectalis* från *Acusticus*-apparatus och sensitiva *Quinti* kärnor (och instrålade i Ggl. mesencephali laterale), hvilka banor här träda i nära förbindelse med *Opticus*-banan; och å andra sidan utsänder det en



Fig. 8, a Schema öfver Ganglion habenulæ's förbindelser. (EDINGER.)

Fig. 8, b. Sagittalsnitt genom hjärnan af Barbus fluviatilis något lateralt om medellinjen, visande Epistriatum med förbindelser. (EDINGER.)

Fig. 8, c. Schematiskt sagittalsnitt genom kaninhjärna något lateralt om medellinjen, visande Mammillar-apparatens förbindelser. (EDINGER.)

mängd motoriska trådar, som bilda de mäktiga *Tractus tecto-spinales et -bulbares* och *Radix mesencephalica Quinti*, hvilka med sina kollateraler eller sina ändförgreningar intränga i resp. ögonmuskelkärnorna och motoriska kärnor i Oblongata och ryggmärgen samt Quinti tuggmuskelkärna. Härvid fortsätta *Tractus tecto-spinales* ända ned i ryggmärgens fram- och sidosträngar, därifrån de träda i förbindelse med ryggmärgens motoriska kärngrupper, medan *Tractus tecto-bulbares* på degenerativ väg kunna följas blott till Medulla oblongata, bildande 2 knippen, ett mera ventralt, nära Oblongatas ventrala medellinje förlöpande, ett mera dorsalt, på undre sidan af dorsala längsknippen förlöpande och därför kalladt »*Fasciculus prædorsalis*.» Dessa trådknippen afge, som sagdt, under vägen en massa kollateraler till ögonmuskelkärnorna, i syn. N. III, och böja slutligen i Oblongata in till dess Nucl. motorius tegmenti eller Nucl. VI. Med dessa föregående uppspringer ock i Tectum, dess *Nucl. magnocellularis tecti*, ett knippe, som slutligen instrålar dels i N. Quinti tuggmuskelkärna och enligt CAJAL äfven i motoriska tegmentkärnan dels ock direkt i N. trigeminus (= enligt MAY och HORSLEY utgörande sensibla i roten kefalt förlöpande trådar). Det kallas *Radix mesencephalica Quinti*. Som Tectum dessutom konstant står i förbindelse med *lillhjärnan* genom den hos benfiskarna synnerligen kraftiga *Tractus tecto-cerebellaris* eller *cerebello-tectalis*, och som det vid läsioner af Tectum inställer sig svåra motilitetstöringar, tvångsrörelser etc. (se EDINGER, Nerv. Zentralorgane, II, 1908, sid. 183), så synes det antagandet ej sakna grund, att Tectum opticum är ett organ för förmedling af reflexer från de nämnda sinnesbanorna, särskildt synens, för en mångfald kombinerade kroppsrörelser, såsom ögonrörelser och därmed sammanhängande rörelser och många rörelsekombinationer för lokomotion och statik. I god öfverensstämmelse härmed står ock det förhållandet, att Tectum är synnerligen väl utveckladt hos simmande och flygande djur särskildt sådana med välutvecklade synapparater, och detta ej blott hvad beträffar dess storlek utan ock beträffande dess inre byggnad, alldenstund kärnorna i detsamma äro bättre utdifferentierade hos fiskar och fåglar än hos andra djurklasser. (Se EDINGER, Nerv. Zentr. II, sid. 153.) — En del af de *sens. V.-trådarna* i *Tr. bulbo-tectalis*, *Nucl. magnocellularis tecti* samt *Radix mesencephalica V:i* tyckes representera en del af en annan ännu outredd reflexbana, nämligen för tuggrörelserna (m! dess närhet äfven till oralsinnets strax framför liggande reflexbana).

Med detta viktiga associations- och reflexcentrum står *Thalamus* i förbindelse medels ett särskildt mäktigt trådknippe, *Tractus tecto-thalamicus* (s. *thalamo-tectalis*), som kommer från Tectum och inträder i en af Thalamuskärnorna, såsom det synes i *Nucl. ventralis* (s. *rotundus* FRITSCH). Ehuru detta knippe äfven synes innehålla trådar från Thalamus till Tectum och därför stundom benämnas »*Tr. thalamo-tectalis*», finns det dock en annan från Thalamus utgående bana, som härvid kan tjänstgöra såsom den efferenta banan vid Thalami reglerande af ögonrörelsereflexerna och därmed sammanhängande rörelsekombinationer. Det är *Fasciculus longitudinalis posterior*, den mäktigaste strängen i motoriska tegmentkärnans system. Såsom senare skall visas, tager detta knippe sitt ursprung dels i »*Nucl. funiculi long. dors.*» i kaudala delen af

Thalamus dels i de »mediala partierna af Thalamus», (GOLDSTEIN), och det har ännu mera förbindelse med bakre delen af Thalamus. Som bekant löper detta knippe sedan i kaudal riktning genom midthjärnan och Oblongata afgifvande kollateraler till ögonmuskelkärnorna och Nucleus motorius tegmenti, såsom senare skall visas, och äfven mottagande trådar, framför allt från Vestibularisapparaten, och fortsätter ända ned i ryggmärgens fram- och sidosträngar. På grund af dessa förbindelser och kliniska och experimentella rön antar man i detta knippe en bana för *optostatik*. Denna bana sammanbinder och innerverar således precis samma apparater, som den från Tectum utgående: Tr. tecto-bulbaris-spinalis. Bägge banorna löpa f. ö. alldeles jämsides! Denna skulle sålunda kunna vara den efferenta bana, hvarigenom Thalamus reglerar eller ger impulser till ifrågavarande reflexer. Naturligen spela dessa reflexbanor en mycket stor roll, särskildt hos fiskar (liksom ock fåglar), hos hvilka Corpus opticum visar en jämförelsevis så stark utveckling. Jfr Fig. 5.

Thalamus står ock i förbindelse med andra delar af midthjärnan, som senare skola skildras. Om Thalami förbindelse med bakre längsknippet och ögonmuskelkärnorna i midthjärnan, se vidare nedan om dess förbindelser med Oblongata. Om Nucleus ruber se nedan om Cerebellum och Tr. cerebello-tegmentalis samt om ryggmärgen och dess förbindelser.

3:o. Thalamus står vidare i förbindelse med *lillhjärnan*. Äfven denna hjärndel är ju ett stort senso-motoriskt centrum, till hvilket talrika receptoriska banor ingå från ryggmärgen (såsom från Nuclei funiculi post., Nucl. funic. lateralis, Cellulæ Columnæ Clarkii, bildande den s. k. *Tractus spino-cerebellaris*), äfvensom från sens. hjärnnerverna och deras kärnor (såsom från Opticus (Tectum), Quintus, Acusticus). Och från densamma, dess subcorticala kärnor, utgå mäktiga motoriska banor dels till Tectum, men framför allt sådana, som stråla in bland de stora multipolara cellerna i Nucleus motorius tegmenti och som kallas »*Tractus cerebello-tegmentalis*.» »Überall, wo Zellgruppen des Nucleus motorius tegmenti liegen, enden aus dem Kleinhirne herziehend direkte oder gekreuzte Fasern des Tractus cerebello-tegmentalis.» (EDINGER). Och som denna stora längsgående kärna sträcker sig ända upp i kaudala ändan af Thalamus-basen och ned igenom midthjärnan och Oblongata och fortsätter i ryggmärgens grå substans, och som den genom sina cellutlöpare står i förbindelse med de angränsande motoriska kärnorna i både midthjärnan och Oblongata och dessa utlöpare fortsätta nedåt genom ryggmärgens fram- och sidosträngar för att slutligen intränga i dess grå substans, får lillhjärnan möjlighet att utöfva inflytande på den motoriska verksamheten i hela kroppen, ett inflytande, som ju anses bestå däri, att den reglerar de olika kropps musklernas tonus och samarbete, hvarjämte den genom förbindelsen med Labyrintens nerver och Quintus sannolikt står i ett visst förhållande till jämviktens uppehållande. Härmed står också det förhållandet i god öfverensstämmelse, att hos djur, som fortskaffa sig genom krypande kropps rörelser eller hvilkas extremiteter ge dem en stor understödsyta (såsom reptilier och amfibier), hos dem är lillhjärnans utveckling minimal i jämförelse med dess utveckling hos framför allt de skickligt simmande och flygande djuren.

Med detta viktiga organ för koordination och muskeltonus och (med sannolikhet) jämvikt står *Thalamus* i förbindelse genom ett fint knippe trådar: *Tractus cerebello-thalamicus*, som (enligt GOLDSTEIN) springer upp i Nucl. dorsalis thalami och beger sig till Cerebellum; men därjämte sänder Cerebellum till Thalamus en mängd trådar hörande till den ofvan nämnda *Tractus cerebello-tegmentalis*, i det främsta afdelningen af densamma instrålar dels korsad i Nucl. ruber tegmenti, dels okorsad i kaudala delen af Thalamus. (Se GOLDSTEIN: Vorderhirn und Zwischenhirn einiger Knochenfische, A. f. m. A., 1905, sid. 181, 187.)

Att dessa cerebellära förbindelser måste vara af stor betydelse för Thalami funktion, inses lätt.

4:o. Thalamus står vidare i förbindelse med *förlängda märgen*. Som bekant utmärker sig denna hjärndel genom sin starka utveckling af nervkärnor, såväl somatiska som ock framför allt visceral, och i synnerhet viscerosensibla, hvilka genom rikliga associationsbanor och kommissurer äro gruppvis förbundna med hvarandra till olika afdelningar, som äro ägnade att utlösa och reglera hvar sina ändamålsenliga rörelsekomplexer, såsom respiration, cirkulation, nutrition etc. Dessa olika centra stå härvid å ena sidan i förbindelse med de receptoriska hjärnnerverna, å den andra med de bulbära och spinala rörelseapparaterna.

Men äfven med *Thalamus* (liksom Hypothalamus) stå dessa för livvets uppehållande så viktiga centra i samband. Som sensibel, till Thalamus ledande, bana märkas sålunda »*Fibræ bulbo-thalamicæ*», som utgöra en del af den starka *Tractus spino- et bulbo-thalamicus* i lemnisken. Detta mäktiga stråk tager sin början i de spinala baksträngskärnorna (Nucl. funic. dorsales), som ligga tätt anslutna till bakhornets mediala kant just på gränsen mellan ryggmärgen och Oblongata; det fortsätter upp i Oblongata och upptager här tillskott, hvilkas förhållande man dock ännu ej lyckats fullt klargöra; (hos somliga djur, t. ex. fågel och däggdjur, är dock en förbindelse mellan åtminstone V-kärnan och Thalamus påvisbar); slutligen upplöser det sig i Thalamus, såsom GOLDSTEIN påvisat, i dess dorsala (största delen) och ventrala kärnor (se GOLDSTEIN: »V.-hirn und Zw.-hirn einiger Knochenfische», sid. 182 och Fig. 8, här återgifven såsom Fig. 7, a), dessa kärnor, som för den skull af EDINGER blifvit kallade: »Thalami spino-bulbära kärnor». (Se EDINGER: N. Z., II, sid. 218.) En del af detta trådknippe upplöser sig ock i Hypothalamus. Såsom bekant kallas knippet stundom »Thalamuslemnisken». — Som motorisk bana åter märkes *Fasciculus longitudinalis dorsalis*, hvars mest frontala stråk till en del taga sitt ursprung i en mycket storcellig kärna, som ligger framför Oculomotorius-kärnorna i kaudala delen af Thalamus, »Nucleus funic. long. dors.», till en annan del taga sitt ursprung i de »mediala partierna af Thalamus» (GOLDSTEIN: o. a. a. sid. 209). De båda sidornas Nuclei funic. long. dors. stå i förbindelse med hvarandra genom fibrer, som korsa hvarandra i Commissura posterior. (GOLDSTEIN, s. 208.) Andra fibrer från samma kärnor bilda en »Decussatio funic. long. dors.» i bakre delen af Thalamus. (GOLDSTEIN, s. 209 och Tafel XII, Fig. 8 och 9 darsammastädes.) Bakre längsknippet fortsätter sedan såsom förut antydts genom midthjärnan och Oblongata, hos nästan alla vertebrater liggande på samma ställe bredvid medellinjen strax under det cen-



trala grå, och instrålar slutligen i ryggmärgens fram- och sidosträngar. Under detta förlopp ingår det starka förbindelser med i syn. Vestibularis-(Deiters-)kärnan samt ögonmuskel- och Accessorius-kärnorna, (se EDINGER: N. Z., 1911, I, sid. 218 och Fig. 153 därsammastädes); men, såsom CAJAL's, HELD's, KÖLLIKER's m. fl. undersökningar visat, afger det ständigt under sitt långa förlopp kollateraler till de omgifvande bildningarna, speciellt till nervkärnorna i Fossa rhomboidalis' botten, och EDINGER framhåller, att det »synes stå i förbindelse med alla motoriska kärnor, i hvars närhet det drager fram under sitt långa förlopp». (Se EDINGER: N. Z., I, sid. 80.) På grund här af, delvis ock på grund af dess enorma utveckling hos fiskar och fåglar, och på grund af flere experimentella och patologiska rön (HUNNIUS, BRUCE, SPITZER, m. fl.) har man i detta knippe antagit en bana för Optostatik, förbindelse af ögoninställningen med kroppshållningen. — Men icke blott genom detta viktiga reflexknippe utan äfven genom andra motoriska banor, som tillsammans bilda »Formatio reticularis», etableras ett samband mellan Thalamus och Oblongata. *Formatio reticularis* är ju ett utomordentligt starkt associationssystem, som löper fram ventralt och lateralt om det förutnämnda knippet ända från mellanhjärnans basaldel och ned till ryggmärgen, sammanbindande olika delar af centrala nervsystemet på olika höjder med hvarandra. I Oblongata är det särskildt mäktigt utveckladt och bildar säkerligen till mycket väsentlig del underlaget för de kombinerade funktioner, som karakterisera Oblongatas centra. I denna *Formatio* ligger vidare den ofvan omtalade och beskrifna *Nucleus motorius tegmenti*, som börjar ända uppe i kaudala ändan af Thalamus och fortsätter ända ned i ryggmärgens grå substans, dess associationsceller, och hvars cellutskott löpa i frontala och kaudala riktningar till dels i bakre längsknippet till dels lateralt därom, också i sig förenande alla höjder af motoriska centralapparaten. — Genom alla dessa förbindelser synes Thalamus alltså ha många möjligheter att utöfva inflytande på de många livsviktiga Oblongatacentra, liksom den genom de förut beskrifna receptoriska kunde mottaga intryck från dem.

5:o. Hvad slutligen beträffar Thalami förbindelse med *ryggmärgen*, står denna i så intimt samband med Oblongata-förbindelserna, att den i följd däraf vid beskrifningen af dessa redan flere gånger måst omnämnas. Ryggmärgen är äfven den icke blott en ledningsapparat utan framför allt ett stort kombineradt reflexorgan, hvare de instrålade somato- och viscerosensibla nervrötterna öfverföra intrycken från extremiteternas och bålens, ja äfven delvis hufvudets sinnesapparater till ryggmärgens motoriska celler. (Ty bland de tilledande nervrötterna märkas ju icke blott de bakre spinalnervernas utan äfven de kaudal-riktade starka rottrådarna af sens. V, VIII och X.) Och som de härvid intresserade trådarna och cellerna äro förbundna med dylika på olika höjder af ryggmärgen genom talrika associations- och kommissur-system, kommer en vidt utgrenad reflexapparat till stånd, hvilken förmedlar en mängd kombinerade automatiska rörelser, som extremiteterna och bålen utföra. (Den decapiterade ålens slingrande och simmande rörelser, äfvensom många andra fiskars sprattlande rörelser en lång tid efter hufvudets skiljande från kroppen äro ju bekanta exempel, som bekräfta detta, liksom de krälände, flygande eller språng-rörelser, som högre djur kunna utföra under liknande förhållanden.)

Detta utvecklade och till viss grad själfständiga reflexorgan står emellertid också i sådant samband med hjärnan, att det kan af denna senare bestämmas och regleras i sin verksamhet.

Med *lillhjärnan* är ryggmärgen sålunda förbunden genom den mäktiga *Tractus spino-cerebellaris*, hvilken, såsom vi förut sett, innehåller en mängd receptoriska banor från ryggmärgen till Cerebellum, Men ryggmärgen är ock förbunden med lillhjärnan genom den likaledes förut nämnda *Tractus cerebello-tegmentalis*. Ty denna ställer lillhjärnan i förbindelse med *Nucleus motorius tegmenti* och dess långsgående *associationsbanor*, af hvilka den förra, såsom vi sett, fortsätter i ryggmärgens grå substans och de senare sänka sig in i ryggmärgens fram- och sido-strängar. På denna väg kan sålunda lillhjärnans toniska och statiska inflytande på ryggmärgen göra sig gällande.

Med *förlängda märgen* står ryggmärgen i mångfaldig intim förbindelse. Sålunda märkes i nära samband med den nyssnämnda tegmentkärnan och dess *associationsbanor* också en annan spinal hjärn-förbindelse, nämligen *Tractus vestibulo-spinalis*. Den bildar en förbindelse mellan de mäktiga (DEITERS) cellerna vid Nervus vestibularis' inträde i Oblongata och ryggmärgens framsträngar och horn. Hos djur, som lefva i vatten, är denna bana synnerligen kraftigt utvecklad, och hos t. ex. *Teleostier* och *Ganoider* kunna dess tjocka trådar följas ända ned i kaudala ändan af ryggmärgen, hvilket allt står i god öfverensstämmelse med Vestibularis-apparatens och stjärtmuskulaturens betydelse för jämviktens uppehållande hos dessa djur. För öfrigt gå, såsom bekant, många af ryggmärgens och förlängda märgens sensitiva eller motoriska banor direkt öfver i hvarandra, och af dessas tillhörande kärnor ligga flere i själfva gränsområdet, ja somliga Oblongata-kärnor, i synnerhet V-kärnan, skjuta t. o. m. ett stycke ned i ryggmärgen, hvaraf allt följer, att den spinala motoriska apparaten kan indragas under beroende af Oblongata-centra.

Med *midthjärnan* är ryggmärgen förbunden genom den förut omnämnda *Tractus spino-tectalis*, som öfverför sensibla intryck från ryggmärgen till det stora *associationscentrum*, som Tectum representerar, då där sammanföras en sådan rikedom af receptioner från Opticus-, Acusticus-apparaterna och andra sinnesorgan, såsom ofvan visats. Och bland de mäktiga fibræ efferentes, som utgå från Tectum, ha redan angifvits de stråk, som instråla i Oblongatas och ryggmärgens motoriska fält, och hvaraf den senare delen för den skull kallas *Tractus tecto-spinalis*. Härigenom kan således ryggmärgens motoriska apparat indragas äfven under detta hos fiskarne så starkt utvecklade reflexorgan, Tectum opticum. Äfven midthjärnans basaldel, som härbärgerar den redan nämnda Nucl. motorius tegmenti med tillhörande *associationsbanor*, visar direkta förbindelser med ryggmärgen. En del af denna stora cellgrupp later nämligen i Mesencephalon afgränsa sig som en särskild kärna (dock ej så tydlig hos fiskar, som hos högre djur), och kallas *Nucleus ruber*. Från denna har på degenerativ väg (åtminstone hos högre djur) påvisats en bana, som leder ända ned till ryggmärgens motoriska apparater, och äfven hos fiskar har denna förbindelse åtminstone delvis kunnat följas. Den kallas *Tractus rubro-spinalis*. Härigenom ökas således ytterligare ryggmärgens beroende af midthjärnan.

Men jämte sambandet med alla dessa hjärndelar, lillhjärnan, förlängda märgen, midthjärnan, visar ryggmärgen också kraftiga förbindelser med *mellanhjärnans Thalamus-kärnor*. (Se Fig. 7, a = GOLDSTEIN fig. 8.) Redan förut har nämnts, att den starka Tractus spino- et bulbo-thalamicus har sitt mest kaudala ursprung i cellgrupperna, som utgöra den spinala ändstationen för ryggmärgens receptoriska nerver. Genom denna *Tractus spino-(bulbo-)thalamicus* ledas sålunda i ryggmärgen (och Oblongata) ingående receptioner ända upp till mellanhjärnans ganglier, och de instråla här i Nucl. dorsalis och Nucl. ventralis thalami. (Se ofvan, samt GOLDSTEIN: »V.-hirn und Zw.-hirn», sid. 182.) Och som fiskarnas Thalamus — i följd af Pallii bristande utveckling — icke har några cortikala förbindelser, såsom de högre djuren hafva, så komma sålunda dessa Thalamus-kärnor att hos dem utgöra de mest frontala ändpunkterna för de sensibla banorna. Såsom vi förut sett, stå dock Thalamus-kärnorna i intim förbindelse med Striatum genom *Tractus thalamo-striaticus*, och för den skull synes det mycket väl möjligt, att — i öfverensstämmelse med SWEDENBORG's uttalande — äfven Striatum mottager dessa genom ryggmärgen och Medulla oblongata ingående receptioner och att denna således blir den sensibla banans allra främsta centrala ändpunkt.

De motoriska banor, som förena Thalamus och ryggmärgen, äro redan nämnda i samband med Thalamus-Oblongata-förbindelserna. De äro sålunda *Fasciculus longitudinalis dorsalis*, som till en del tog sitt ursprung i Nucl. fun. long. dors. till en annan del i de mediala partierna af Thalamus och sedan slutligen instrålade i ryggmärgens framsträng. Att i detta knippe trådar verkligen finnas, som räcka ända från Thalamus till ryggmärgen, bevisas däraf, att vid banans genomskärande i Metathalamus (hos dufva) inträder degeneration af trådar i detta knippe ända ned i ryggmärgens framsträng. (Se EDINGER: N. Z., II, sid. 58 och fig. 36 därsammastädes.) Vidare räcka, såsom vi ofvan sett, *Formatio reticularis* och *Nucl. motorius tegmenti (Nucleus ruber)*, från mellanhjärnan, kaudala ändan af Thalamus, ned till ryggmärgen. Dessa motoriska banor äro således de längsta i den tegmento-spinala apparaten. Och som fiskarnas Pallium saknar cortex, äro dessa banor på samma gång de, hvilkas ursprung ligger mest frontalt. Med de starka förbindelser, som finnas mellan Striatum och Thalamus, är det ju dock antagligt, att — i öfverensstämmelse med SWEDENBORG's uttalande — många motoriska impulser i Thalamo-spinala banan kunna ha utgått från Striatum.

#### b. *Hypothalami kaudala förbindelser.*

Hypothalamus är en hjärndel, som hos fiskarna visar en enorm utveckling och företer rätt många förbindelser med andra delar af nervsystemet. Sålunda ha vi redan sett, att den står i förbindelse med luktapparaten, via Epistriatum, äfvensom med både Striatum och Thalamus genom en mångfald af trådar och knippen. Till dessa komma nu en del kaudala förbindelser. Som den emellertid innehåller en massa olika kärnor med hvarandra korsande trådförbindelser, är denna hjärndel mycket svår att öfverskåda, och en mycket stor del af hithörande banor äro också ännu

outrredda. För att få någon klarhet i dess sammansättning, synes det mig därför nödigt att, så långt de hittills gjorda undersökningarna göra det möjligt, dela upp den i sina underafdelningar och sedan sammanföra de delar, som synas höra närmare tillsammans, och därpå söka utröna de olika systemens förhållande till det hela. Som min tid dock för närvarande är starkt begränsad, kan jag ej medhinna mer än en del af denna undersökning och utväljer då Corpora mammillaria, som GOLDSTEIN vid sina undersökningar af fiskhjärnan tämligen väl lyckats afgränsa, och som äfven hos många högre djur visa icke blott ganska tydliga gränser utan äfven en ganska anseelig storlek och starka förbindelser med andra hjärndelar, tydande på någon funktion af viss betydenhet.

1:o. *Corpus mammillare* är genom en *kommisur* förbunden med motsidans kärngrupp samt genom en *Tractus thalamo-mammillaris* förenad med Nucl. anterior thalami, det har förut nämnts. Men därjämte beskrefs ock ett trådknippe, som från mediala afdelningen af Lobus olfactorius posterior, det är *Epistriatum*, strålar in i Hypothalamus. Det kallas *Tractus olfacto-hypothalamicus medialis*. GOLDSTEIN kunde vid sin undersökning följa detta trådknippe genom Thalamus, där det löper mellan längsknippet från det centrala ventrikelgrå, Nucl. magnocell. strati grisei, och mediala trådarna i Tractus strio-thalamicus, och fann, att det i bakre delen af mellanhjärnan beskrifvande en medialt konkav båge undergick korsning i medellinien och sedan ej längre kunde följas. Följer man knippet på de snitt han afbildat, ser man, att korsningen ligger vid framsidan af Nucl. tuberculi posterior, och att trådarna sedan fortsätta i kaudal-ventral riktning mot *Corpora mammillaria*. (Se GOLDSTEIN: V.-hirn und Z.-hirn, Taf. XII, fig. 8 i Arch. f. mikr. Anat. Band 66, 1905.) De komma härvid att blandas med de smärre trådknippen, hvori Tractus thalamo-mammillaris här är upplöst, när denna instrålar i Corpus mammillare, (se fig. 10 å samma Taf. XII), och de båda trådstråken bli härigenom svåra att särskilja. Betänker man detta och lägger härtill KAPPERS iakttagelser, att Tr. olf. hypothal. kommer ej blott från Epistriatum utan ock från Tractus olfactorius, dels korsad, dels okorsad, se Fig. 8 b, samt GOLDSTEIN's yttrande: A. f. mikr. Anat. 1905, sid. 205: »HERRICK's Fornix ist wohl identisch mit dem Tr. olfacto-hypothalamicus», och »Der Tractus olf-hyp. medialis entspricht wahrscheinlich dem von GANSER zuerst gesehenen, von EDINGER und von WALLENBERG eingehend untersuchten basalen Riechbündel zum Zwischen- und Mittel-hirn.», och vidare ihågkommer, att »trådar i detta basala »Riechbündel« degenerera ända till Corpus mammillare, när Bulbi olfactorii läderas» (EDINGER: N. Z., I, s. 336), och slutligen jämför motsvarande förhållanden hos högre djur, synes mig mycket tala för att denna Tr. olf.-hypothal. medialis ändrar just i Corpus mammillare! (Jämför luktstrålningen till mellanhjärnan och Columna fornicis på sagittalsnitt genom kani-nens hjärna, fig. 245 i EDINGER: N. Z., I, 1911, här återgifven såsom Fig. 8, c, se ofvan.)

Till Corpus mammillare kommer vidare ett trådknippe från början af ryggmärgen, *Tractus pedunculo-mammillaris*, som enligt WALLENBERG's undersökningar utgår från baksträngskärnorna och löper med mediala lemnisken uppåt genom Oblongata och midthjärnan för att slutligen instråla i Corpus mammillare. EDINGER anser det ock sannolikt vara en Tractus bulbo-mammillaris; (beskrifver trådarnas förlopp

hos däggdjur, hur de löpa på mediala sidan om *Tr. spino-tectales* et *bulbo-tectales* uppåt mot mellanhjärnan, och kallar dem: »Fibræ bulbo-thalamicæ et bulbo-hypothalamicæ». Men jämte dessa afferenta banor, finnes ock en efferent, som löper dorsalt om den senast beskrifna. Den utgår från en särskild (lateral) grupp stora celler i *Corpus mammillare* och utgöres af grofva trådar, som i dorso-kaudal riktning instråla i *Tegmentum mesencephali* nära medellinien, där de ansluta sig till *Tractus longitudinalis dorsalis*; en del af trådarna kunna ock, såsom åtminstone hos högre djur visats, följas in i *dorsala tegmentganglierna* (KÖLLIKER, HATSCHKE, enligt EDINGER: N. Z., I, 1911, sid. 334), således till samma eller angränsande kärngrupper och banor, dit oralsinnets reflexbana kunde följas från *Corpus interpedunculare*, ett förhållande, som står väl tillsammans med det kända sambandet mellan luktsinnet och oralsinnet. Den kallas *Tr. mammillo-tegmentalis*.

Af dessa anatomiska förhållanden synes det sannolikt, att *Corpus mammillare* är ett reflexorgan, som står under beroende af dels luktapparaten, dels sinnesapparater, hvilkas receptioner ledas centralt genom spinala baksträngskärnorna och möjligen andra bulbära kärnor, och hvars efferenta bana ansluter sig till dorsala längsknippet och eventuellt andra motoriska tegmentbanor i dess närhet.

Med detta (supponerade) reflexganglion står *Nucl. ant. thalami* i förbindelse genom den förut nämnda *Tr. thalamo-mammillaris*, ett genom hela djurserien konstant knippe af trådar, hvilka till en del ha sitt ursprung i *Thalamus-kärnan* till en del i *Corpus mammillare*, ty vid förstöring af endera atrofierar knippet. Det kallas därför ock stundom *Tr. mammillo-thalamicus*. Den frontala delen af knippet är mer samlad, men när det passerat förbi *Nucl. ventralis thalami* och brutit genom den mäktiga *Tr. cerebello-hypothalamicus*, är det uppsplittradt i en mängd smärre knippen och är då, såsom sagdt, svårt att särskilja från angränsande stråk, t. ex. *Tr. olf.-hypothalamicus*. *Epistriatum*—*Ganglion mammillare*—*Nucl. anterior thalami* synas således bilda ett system för sig, som står i nära beroende af den hos fiskarna så starkt utvecklade luktapparaten.

2:o. *Lobus lateralis hypothalami* med förbindelser. Sedan *Ganglion mammillare*, jämte förbindelser sålunda frånskilts, synas i öfriga delen af *Lobus lateralis hypothal.* en massa celler, som efter deras utseende och anordning kunna uppdelas i 2 större kärnor, en öfre storcellig: »*Nucl. cerebellaris*» och en undre med flere lager mindre och större celler: »*Nucl. diffusus*». *Lobus lateralis*, [*Nucl. diffusus*], mottager, såsom GOLDSTEIN påvisat, ett trädknippe från bakersta delen af midthjärnan, *Ganglion isthmi*. Knippet kallas därför *Tractus isthmo-hypothalamicus*. (*Ganglion isthmi* är förbundet med *Tectum* och *Tractus opticus*, se GOLDSTEIN, a. a., *Tafel XIII*, fig. 14.) *Lobus lateralis* har därjämte mycket mäktiga förbindelser med lillhjärnan, *Tractus cerebello-hypothalamicus*, som instrålar både i *Nucl. cerebellaris* och *Nucl. diffusus*. Dess mäktighet är ett uttryck för den enorma utvecklingen hos fiskarna af de hjärndelar de förena. (Obs.! EDINGER: N. Z., II, sid. 235: »— — *Hypothalamuscomplex*, der sehr wahrscheinlich durch die enorme Kleinhirnentwicklung — *Schwimmen!* — veranlasst ist. — —) F. ö. är *Lobus lateralis* (*Nucl. diffusus*), såsom redan förut sagts, förbunden medels fina trådar med *Nucl. ventralis thalami*. Såsom förut visades står

denna sistnämnda väldiga kärna i förbindelse med Striatum, men Lobus lateralis hypothalami (Nucl. diffusus) är hos fiskarna dessutom förenad med *Striatum* genom en direkt bana.

3:o. *Lobus medialis hypothalami* håller många kärnor, såsom Nucl. anterior tuberis, Nucl. lateralis tuberis, Nucl. posterior tuberis jämte det blott hos fiskarna förekommande Ganglion nervi sacci vasculosi och gangliet för Hypophysens nerv. — Af dessa framstår i synnerhet Nucl. ant. tuberis, som är förbunden icke blott med *Nucl. dorsalis thalami*, genom den af GOLDSTEIN påvisade tämligen mäktiga *Tractus tubero-dorsalis*, utan äfven med *Striatum* genom en direkt bana, del af *Tractus strio-hypothalamicus*. Såsom sagdt tillåter mig ej tiden att fullfölja undersökningen på denna punkt; dessa hjärndelar synas f. ö. icke spela samma stora roll hos högre djur, som af den starka utvecklingen att döma säkerligen är fallet hos fiskarna.

Af denna undersökning af fiskarnas centrala ganglier och deras förbindelser framgår det, att Thalamus (och Striatum) utgöra en central knutpunkt, med hvilken en mängd viktiga reflexcentra hänga samman. Så *Ganglion habenulæ*, som synes vara oralsinnets reflexorgan, så *Tectum opticum*, som antages förmedla reflexer från synens och några andra sinnesorgan på ögonrörelserna och därmed sammanhängande kroppsrörelser, detta då stundom ock i lokomotionens och delvis statikens tjänst, så *bakre längsknippet* och dess kärna för Optostatik, så *lillhjärnan*, reflexorganet för koordination och muskeltonus och (sannolikt äfven) delvis jämvikt, så åtskilliga delvis livsviktiga *bulbära centra* och de många *spinala* reflexcentra för automatiska extremitet- och bäl-rörelser; slutligen synes det samma gälla äfven *Ganglion mammillare* såsom ett reflexorgan, som står under beroende af luktapparaten och några andra sinnesorgan. Från alla dessa reflexganglier och resp. därmed förenade sinnesorgan synes Thalamus kunna mottaga intryck, hvilka sedan i sin ordning kunna utlösa rörelserna eller rörelsekombinationerna.

Men jämte dessa ganglier, med hvilka Thalamus står i *direkt* förbindelse, finnas andra, med hvilka den indirekt är förbunden genom de förstnämnda. Om de förra ganglierna betecknades som sekundära i förhållande till Thalamus, skulle det senare slaget ganglier bli tertiära reflexorgan.

Sålunda är *Ganglion interpedunculare* underordnad *Ganglion habenulæ*, *dorsala tegmentganglierna* underordnade detta och *Ganglion mammillare*, *motoriska tegmentkärnorna* underordnade dels *Tectum*, dels *lillhjärnan* m. m., och de många *ryggmärgens centra* äro underordnade *Tectum*, *lillhjärnan*, åtskilliga *Oblongata-centra* o. s. v. Och ännu flera mindre centra finnas sedan underordnade dessa större. På detta sätt uppstar en serie från Thalamus utgaende gangliedjor med öfver- och underordnade ganglier, och såsom lägsta länkar i dessa kedjor stå åtskilliga af *ryggmärgens ganglier* och såsom högsta Thalamus och den med denna förbundna *Striatum*. Och särskildt Thalamus blir sålunda, såsom GOLDSTEIN på grund af sina arbeten öfver benfiskarnas hjärna uttrycker sig, »*die Hauptzentrale für Motilität und Sensibilität*». Och samme



författare fortsätter: »*Der Thalamus als Ganzes ist, abgesehen von seinen Beziehungen zum Opticus, nach seinem anatomischen Bau als ein mächtiges Umschaltunگزentrum zwischen den Impulsen, die vom Vorderhirn einerseits, von Hypothalamus, Cerebellum und Medulla andererseits in ihn gelangen, anzusehen. Es dürfte sowohl eine Beeinflussung aller dieser Hirnteile vom Thalamus als auch aller auf einander durch Vermittlung des Thalamus möglich sein.* (Se GOLDSTEIN i A. f. mikr. Anat., Bd. 66, 1905, s. 207.) Erinra vi oss, att Thalamus och Striatum äro intimt förbundna med hvarandra genom dubbelledande banor och att Striatum innehåller kommissursystem och ett rikligt intragangliärt nät af ändtrådförgreningar och dendriter för association och bearbetande af de inkomna receptionerna, inse vi, att GOLDSTEIN's uttalande och de resultat vår undersökning på detta stadium gifvit på ett frappant sätt stå i öfverensstämmelse med SWEDENBORG's åsikt om Thalami och Striati funktion, nämligen att de äro de högsta reflexcentra, som reglera de automatiska rörelsekombinationer, som resultera ur den ordnade samverkan af flere underordnade reflexganglier.

Till detta uttalande af GOLDSTEIN vill jag endast göra ett par tillägg. Jag tror ej det är nödigt att utesluta *Opticus-banan* från den grupp af förbindelser, som kunna tillföra Thalamus impulser till kombination med andra sådana. Såsom vi förut sett är *Tectum opticum* ett reflexcentrum, dit Opticustrådar ingå dels direkt från Tractus opticus dels via Corpus geniculatum och dess Stilus, och dit äfven receptioner ingå genom Tractus spino- et bulbo-tectales, och hvarifrån efferenta banor gå genom Tractus tecto-spinales et-bulbares, och som äfven är förbundet med lillhjärnan genom dubbelledande banor; och detta reflexcentrum är förenadt med Thalamus, såsom det synes, dess Nucl. ventralis (s. rotundus FRITSCH) (se EDINGER: N. Z., II, sid. 221) genom *Tr. tecto-thalamicus*, ett mäktigt knippe, som påvisats både hos benfisk, amfibier, reptilier och fåglar, hos de sista äfven på degenerativ väg. Och äfven om detta knippe icke skulle vara dubbelledande, finnes, såsom jag förut visat, en annan efferent bana, hvarigenom precis samma kärngrupper påverkas som genom Tecti efferenta bana, nämligen *Fasc. longitudinalis posterior*. Och då denna bana löper alldeles utmed Tecti efferenta bana, *Fasciculus prædorsalis*, d. v. s. dorsala afdelningen af *Tr. tecto-bulbaris medialis cruciatus*, och då *Fasc. long. post.* och *Fasc. prædors.* båda innervera de muskelkärnor, som träda i verksamhet för de ifrågavarande reflexerna, kunna de från funktionell synpunkt räknas som samma bana. Och sålunda kan Thalamus äfven influera på de ifrågavarande reflexerna från Opticus-apparaten för ögonrörelser och därmed förenade rörelsekombinationer.

Äfvenså synes mig, att oralsinnets reflexcentrum, *Ganglion habenulæ i Epithalamus*, bör räknas med bland de kring Thalamus grupperade reflexapparaterna; och likaså sannolikt *Ganglion mammillare*.

Betraktar man i anslutning härtill den verksamhet, som dessa djurens nervsystem kan utföra, så finner man, att denna bär sin alldeles särskilda prägel. Dess yttringar äro af hufvudsakligen *reflektorisk* art. De från yttervärlden inströmmande

intrycken utlösa sina vissa rörelser, hvilka dock ofta kunna blifva af mycket komplicerad natur. På grund af sina tämligen väl utvecklade oralsinnes-, lukt- och synapparater med tillhörande reflexorgan reagera de ofta för intryck på dessa sinnen med synnerligen kombinerade och ändamålsenliga rörelser. Och dessa intryck synas äfven kunna stanna i deras receptorium en kortare tid, så att fiskarna kunna vänjas in i vissa vanor eller visa en viss urskillning såsom beträffande föda, beträffande fara etc. Någon verklig förmåga af association af minnesbilder kan dock ej förmärkas. Alla rörelser synas bero på reflex eller ock instinkt.

Detta omdöme om nervsystemets verksamhet gäller äfven *amfibierna*. I afseende på det centrala nervsystemets byggnad komma de ju i stort sedt på ungefär samma nivå som fiskarna. Äfven hos dem är dorsala delen af framhjärnan föga utvecklad i förhållande till den basala med dess ganglianhopningar. Pallium saknar äfven hos amfibierna egentlig bark (med undantag af ett litet dorso-medialt område); dess vägg har dock f. ö. hjärnsubstansens karaktär, fast cellerna äro föga utvecklade och ligga mer spridda; ett lager grå substans bekläder den mot centrala hålrummet. Fortfarande äro midthjärnan, med sin stora Corpus opticum, Medulla oblongata och ryggmärgen jämförelsevis starkt utvecklade. Särskildt visar den senare nu tydliga intumescenser på utträdesställena för de båda stora extremitetparens nervplexus. Lillhjärnan är som bekant hos amfibierna mycket obetydlig. (Se f. ö. Fig. 5). Den verksamhet amfibierna utföra är också af reflektorisk art. Snabbt och säkert sätter den in, när retmedlet verkar på deras sinnesapparater, och upphör, när detta upphör. Någon egentlig associations- eller minnesförmåga synes icke heller amfibierna besitta. EDINGER beskriver också på grund af en mängd noggranna iakttagelser alla dessa djurens, fiskarnas och amfibiernas, nervsystem och dess verksamhet sålunda: »Durch sorgsame Beobachtung und durch Enquêten bei Beobachtern habe ich ermittelt, dass die rindenlosen Fische und die Amfibien, welche ja nur Spuren einer Rinde besitzen, für ihre Handlungen vollkommen von voraus festgelegten Reizen abhängen. Auf den gleichen Reiz erfolgt immer die gleiche Bewegung. Neue Bewegungen werden nie geschaffen, aber es können in geringem Grade die ererbten Bewegungen an neue Reize geknüpft werden.» (Se EDINGER: Vorlesungen über d. . . nervösen Zentralorgane, I, 1911, sid. 506.) Och såsom ett exempel på huru ändamålsenliga dessa reflexrörelser kunna vara, ja till synes noga beräknade, kan erinras om det kända fysiologiska experimentet med den decapiterade(!) grodan, på hvars hud man applicerar något hudretande medel, t. ex. ett med ättiksyra fuktadt papper. Appliceras detta på bukhuden, börjar grodan krafsa med fram- och bakfötterna på det retade stället, tills retmedlet aflägsnats. Appliceras nu papperet på grodans rygg, upprepa extremiteterna samma procedur på det nya retningsstället och aflägsna retmedlet med en sådan precision, som vore rörelserna mycket noga beräknade och öfvervägda. Detta och andra exempel visa, hvilken hög grad af utveckling och själfständighet äfven denna rent reflektoriska verksamhet hos dessa djur kan uppnå.



## II. Reptilier och fåglar.

Om vi fullfölja vår undersökning till *reptilierna och fåglarna*, så finna vi, att de basala ganglierna, liksom midthjärnan med sitt enorma Tectum, Medulla oblongata och ryggmärgen hos dem vinna en högst anseelig utveckling; äfvenså lillhjärnan; men att därjämte *Pallium* nu ökar i volym, och att det börjar utveckla sig ett lager af grå substans på dess yta, utanpå den hvita substansen, en cortex cerebri alltså. Se Fig. 5.

Hvad först *Corpora striata* beträffar, utveckla de sig inom reptiliernas klass så, att de däraf betingade ansvällningarna i sidoventriklarnas basala och laterala väggar betydligt inkräcka på hjärnhåligheten; och särskildt hos fåglarna nå de en sådan enorm utveckling, att de komma att utgöra hufvudmassan af hela storhjärnan. De utdifferentiera sig inom dessa grupper till allt flere olika afdelningar, hvilka anses utgöra motsvarigheter till dem, som förefinnas hos däggdjuren och människan. Hos fåglarna märkas sålunda en dorsal afdelning, kallad »*Hyperstriatum*», (eller af KUPPERS och de VRIES: »*Neostriatum*») (motsvarande Nucl. caudatus + Putamen), en mellersta afdelning, »*Mesostriatum*», (motsvarande Globus pallidus), samt en ventral-kaudal, »*Epistriatum*» (motsvarande Nucleus amygdalæ). Se fig. 250, 251, 252 i EDINGER: N. Z., II, sid. 280, 281, 282, här reproducerade såsom Fig. 9. De genomkorsas af en hel mängd trådar, hvilka framkalla deras karakteristiska strimmighet. En del af dessa äro gangliets egna endogena trådar, som antingen löpa i vertikal riktning mot gangliets basala delar eller bilda sagittalriktade stråk af trådar, som associera olika delar af detsamma (= »*Tractus intrastriatici*»); men en annan del äro trådar, som komma från den utomkring gangliet liggande hjärnbarken, hvilken mångenstädes flyter tillsammans med *Striatum* i så hög grad, att gränsen mellan dem är omöjlig att fastställa. Det är ur denna stora massa af trådar, som »*Tractus strio-thalamici*» hos fåglarna framgå.

*Thalami optici* äro likaså hos fåglarna starkt utvecklade. Några nya kärnor ha tillkommit, som ej funnos hos fiskarna (såsom t. ex. Nucl. fasciculi septi), och i somliga af de gamla kärnorna ha nya underafdelningar utdifferentierat sig (såsom t. ex. i Nucl. dorsalis). Nya förbindelser uppstå ock, såsom af det följande ses. Men det mest anmärkningsvärda är, att den från och med reptilierna uppträdande hjärnbarken träder i förbindelse med Thalamus. De flesta Thalamuskärnor, i synnerhet Nuclei ventrales, få således trådar icke blott från *Striatum* och kaudala delar af centrala nervsystemet, utan äfven från hjärnbarken. Och, såsom degenerationsförsök visa, Thalamus sänder äfven sådana trådar till barken. I följd af dessa barkförbindelser får Thalamus (jämte *Striatum*) en högst betydelsefull plats mellan hjärnbarken å ena sidan och hela det öfriga nervsystemet å den andra.

*Hjärnbarken* har hos fåglarna ännu icke kommit långt i utveckling. Endast i mediala och bakre partierna af hemisfärerna är den genom ventrikeln skild från *Striatum*; f. ö. öfvergår den i denna utan tydlig gräns. Förutom de celler, (oregel-

bundna pyramidceller), och trådar, som höra till de afferenta och efferenta fiberstråk, hvilka utgöra den nedan beskrifna barkstrålningen, finnes ock ett tunt lager tangentialtrådar samt tvärgående (t. ex. i F.-loben), och i synnerhet längsgående (t. ex. fronto-parietala och parietala) trådar, som stundom bilda talrika kortare eller längre

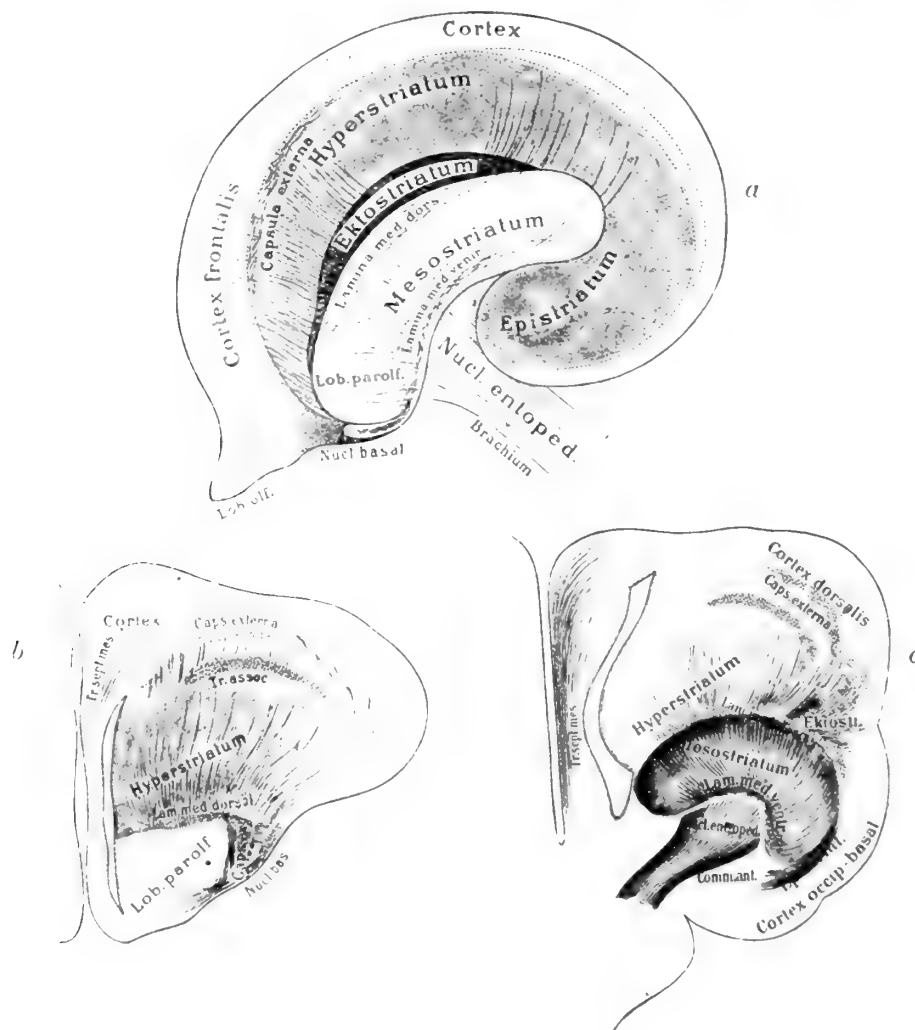


Fig. 9. a. Schematiskt sagittalsnitt genom en fågels hjärnhemisfär.  
 Fig. 9. b. Schematiskt frontalsnitt genom främre delen af en fågels hjärnhemisfär.  
 Fig. 9. c. Schematiskt frontalsnitt genom mellersta delen af en fågels hjärnhemisfär. (EDINGER.)

associationssystem. De äro olika utvecklade hos olika familjer, saknas t. o. m. hos somliga. En obetydlig, af några få trådar bestående Commissura Pallii finnes äfven.

Hvad förbindelserna mellan dessa olika hjärndelar beträffar, märkes först

#### a. Striatum-strålningen.

I:o. »Tractus strio-thalamici» eller »Tr. thalamo-striatici». Dessa trädknippen följa i sin utveckling de ganglier de förbinda; och hos fåglarna utvecklar sig därför detta trädssystem till det kraftigaste i hela hjärnan. Liksom hos somliga lägre djur

hålla de dels trådar, som hafva sitt ursprung i Striatum, dels sådana, som uppspringa i Thalamus, och Striatum-trådarna taga härvid hos fåglarna, såsom degenerationspreparat visa, sitt ursprung från alla afdelningarna af Striatum-komplexet, liksom ock Thalamustrådarna sannolikt sända sina ändförgreningar till alla afdelningarna, men i synnerhet eller åtminstone till Hyperstriatum. Nästan alla trådknippena leda både till och från Striatum, resp. Thalamus. De träda fram på hjärnbasen på ventrala sidan af Mesostriatum och bilda här jämte andra trådar den mäktiga Pedunculus eller Brachium cerebri. (Se nedan.)

2:o. Men jämte dessa knippen finnes ännu ett knippe Striatum-trådar, som kommer från Mesostriatum och Ektostriatum och också löper fram genom Brachium, men som kan följas ända ned till midthjärnan, där dess trådar förse »die Basis des tectalen Graues bis in die Trochlearisgegend» (EDINGER, Vorlesungen, 1908, II, s. 286 och 292). Detta knippe kallas därför »*Tractus strio-mesencephalicus*». Det leder blott från Striatum. Det har ett förlopp, som alldeles liknar »*Tractus occipito-mesencephalicus*» (se nedan). Se Fig. 9 c, som är en reproduktion af fig. 250 i EDINGER'S N. Z., II, 1908.

3:o. Slutligen sälla sig till dessa Striatum-trådar i Brachium cerebri, äfven ett knippe från Lobus parolfactorius, hvilken intimt sammanhänger med främre ändan af Mesostriatum. Det leder ända ned till Oblongata och är, såsom WALLENBERG visat, dubbelledande och kallas därför »*Tractus bulbo-frontalis*» och »*fronto-bulbaris*» (tjänar troligen oralsinnet, tuggakten).

#### b. *Bark-strålningen.*

Men till detta hos fåglarna så högt utvecklade trådsystem från Striatum sällar sig, som sagdt, ännu ett, nämligen *strålningen från hjärnbarken*. Dennas trådar blanda sig härvid i Striatum så intimt med gangliets egna trådar, att de båda slagen trådar sedan slutligen icke kunna skiljas från hvarandra. Strålningen är mycket olika starkt utvecklad hos olika högt stående fåglar, men alltid förblir den dock svagare än Striatum-strålningen. I denna strålning från barken deltaga nästan alla barkområden.

1:o. I *frontalmärgen* märkes sålunda, åtminstone hos högre stående fåglar (såsom korp-, sparf- och sångfåglar och i synnerhet gäss och papegojor), ett kraftigt trådknippe, som tränger in i frontaldelen af *Mesostriatum*, afdelande denna i en medial och en lateral del. Och som degenerationspreparat visa, att trådar i frontala märgfältet degenerera vid läsion af Thalamus, kallas detta stråk: »*Tractus thalamo-frontalis*»; men trådar i detsamma degenerera ock vid skada å frontalbarken, hvarför banan sålunda har ursprung från båda hållen.

2:o. *Parietalbarken* mottager likaså, såsom degenerationsexperiment visa, trådar från Thalamus och utsända jämväl sådana till mellanhjärnsganglierna; banan, som trådarna bilda, kallas »*Tractus thalamo-parietalis*». Äfven denna är mycket olika starkt utvecklad hos olika fåglar. Trådarna bilda här först ett lager, en »*Capsula externa*», på öfre ytan af Hyperstriatum, innan de intränga i densamma, stråla sedan ned genom gangliet som fina strimor eller stråk blandande sig med gangliets egna

trådar och förena sig med dessa vid gangliets nedre kant eller bas till en »kompli-  
cierte Platte vielfach sich durchflechtender Fasern», kallad »*Lamina medullaris dor-*  
*salis*». De tätt hopflätade Cortical- och Striatum-trådarna fortsätta därpå ned genom  
*Mesostriatum* och träda fram på dess ventrala sida bildande (med andra trådar) ett  
tjockt hvitt mörknippe, »*Brachium* seu *Pedunculus cerebri*». I detta fortsätta trå-  
darna till Thalamus.

3:o. *Temporal-barkens* trådar stråla också (hos många fåglar) in i *Lamina medul-*  
*laris dorsalis* och *Mesostriatum*. Deras vidare förlopp är dock ännu ej bekant.

4:o. Till alla dessa trådar i *Mesostriatum* ansluter sig ock ett mycket kraftigt  
stråk af trådar från basala och laterala delarna af *Occipital-barken*. Dessa trådar  
dyka in tätt under *Epistriatum* (se Fig. 9, c) och sälla sig till de öfriga trådarna  
i *Brachium*, särskildt de ofvan nämnda i Tr. strio-mesencephalicus, och kunna följas  
ända in i midthjärnan till närheten af *Opticus-inträdet*, där de sluta »in den Gang-  
lienmassen, die das mächtige Dach ventral und frontal begrenzen» (EDINGER); de bilda  
den ofvan nämnda s. k. »*Tractus occipito-mesencephalicus*», som sannolikt utgör fåg-  
larnas centrala optiska bana, och som vi här möta första gången i djurserien. Såsom  
en sammanfattning af alla dessa banor från *Striatum* och hjärnbarken till Thalamus  
och midthjärnan och omvänt framtränger slutligen, såsom ofvan sades, *Brachium*  
seu *Pedunculus cerebri* vid basen af *Mesostriatum*. Den innesluter äfven den en  
mängd stora celler, hvilka bilda en utdragen kärna, som kan följas långt ned i midt-  
hjärnans basala del, »*Nucl. entopeduncularis*». Och omkring denna ansluta sig de  
nämnda banornas i *Brachium* trådar, bildande en dorsal och en ventral afdelning.  
Den dorsala viker snart in i Thalamus, medan den ventrala fortsätter ned i midthjärnan.

5:o. Utom dessa i *Brachium* förlöpande trådknippen märkas ännu några stråk  
af kortikala trådar, som dock löpa oberoende af *Brachium*. De utgöras af trådar,  
som stamma från barken i det förut omnämnda mediala septum-området, *Cortex*  
*medio-dorsalis*, samt mediala och bakre fria delen af *Occ.-barken*, och de gå dels till  
*Epithalamus*, dels till *Hypothalamus*, dels till några *Thalamusganglier*, (*Nucl. fasciculi*  
*septi*), och hos några arter till *Tectum*, det tectala grå, i midthjärnan och (hos som-  
liga fåglar) t. o. m. till *Oblongata*. Denna bana kallas därför: »*Tractus septo-mesen-*  
*cephalicus-bulbaris*», och äfven den är dubbelledande. Den finns äfven hos reptilierna,  
ja t. o. m. fast mörglös hos amfibierna.

Genom denna rika nu beskrifna barkstrålning komma hjärnans frontala, parie-  
tala och temporala barkområden jämte de laterala och basala delarna af *Occipital-*  
*barken* att direkt sammanhänga med *Striatum* och framför allt *Mesostriatum*. Och  
såsom en nödvändig följd häraf kommer den ursprungliga hjärnhåligheten att, såsom  
ofvan sagts, på dessa ställen helt utfyllas, och såsom rest af densamma återstår blott  
ett smalt springrum mellan hjärnhemisfärens mediala vägg, det är *Septum-väggen*,  
och *Striatum* samt mellan mediala och bakre väggen i *Occipital-hjärnan* och *Striatum*,  
hvarför barklagret blir tydligt påvisbart blott i *Occipital-regionen* och i synnerhet i  
mediala väggen.

Slutligen märkes den basala delen af framhjärnan. Här bildar *Frontallobens*  
bark med *Lobus olfactorius* och *Lobus parolfactorius* en enda grå massa, som sam-

manhänger med Frontalmärgen och Mesostriatum. Men de härifrån utgående trådarna förena sig ej med de öfriga trådarna i Brachium, utan förlöpa på hjärnbasen (i *Commissura anterior*) till Epistriatum och dess omgifning. (Endast några få trådar löpa i Comm. ant. under korsning öfver till andra sidan.) Det mäktiga utbredda knippe dessa trådar bilda kallas »*Tractus fronto-epistriaticus* (och motsvarar sannolikt fiskarnas *Tractus bulbo- et cortico-epistriaticus*). Äfven denna bana är dubbelledande.

Hos fåglarna ha således de basala ganglierna, framför allt *Corpora striata*, undergått en enorm utveckling, och i samband därmed ha, jämte de förra förbindelserna mellan Striatum och Thalamus, utvecklats nya sådana, som kunna följas ända till midthjärnan, ja till och med till Oblongata. Och därjämte har (från och med reptilierna) *barksubstans* uppträdt utanpå Corpus striatum med associationssystem, ehuru ännu jämförelsevis obetydliga, och i samband härmed ha utvecklats nya trådsystem dels mellan Cortex och Thalamus, rikliga dubbelledande förbindelser, dels ock i somliga fall direkta förbindelser mellan Cortex och midthjärnan, ja till och med Oblongata. Det tyckes således, som om här rådde en viss parallellism mellan Striatum och Cortex med afseende på förbindelserna! — Den nu följande granskningen skall söka utreda, huru denna parallellism i detalj gestaltar sig, och huru de många reflexorgan, som vi förut funnit hos fiskarna, förhålla sig därtill, samt om de Thalamusförbindelser, dessa förut haft, nu undergått någon förändring.

c. *Striatum-strålningens och Bark-strålningens förhållande till reflexganglierna.*

*Habenular-apparaten*, som jämte sina *Tractus* (par-)olfacto-habenularis och habenulo-peduncularis äro konstanta genom hela djurserien, är hos fåglarna ganska starkt utvecklad och får (redan från och med reptilierna) en förbindelse jämväl med barken i mediala septum-regionen, Cortex medio-dorsalis; den kallas *Tractus cortico-habenularis*. Äfven en förbindelse med Striatum, *Tr. strio-habenularis*, lär ha påvisats hos somliga fåglar (se EDINGER: N. Z., II, fig. 207, sid. 231). En förbindelse med Thalamus, en habenulo-thalamus-bana, finnes också, utgörande några trådar, som utgå från gangliets ventro-laterala sida. På liknande sätt har den observerats, utom hos fiskar, äfven hos amfibier och reptilier (äfvensom däggdjur).

*Mammillarapparaten* med sina däri sammanlöpande banor finnes ock hos fåglar. Och därtill kommer nu ock en *Tractus cortico-mammillaris* från barken i mediala septum-området vid kaudala delen af Regio olfactoria. Denna är den äldsta barkförbindelsen och uppträder redan hos reptilierna. Den är dock ännu, till och med hos stora reptilier, ganska obetydlig, och likaså är förhållandet hos fåglarna (men fåglarnas luktlober och mammillarganglier äro också svagt utvecklade!). Den gamla förbindelsen med Thalamus (Nucl. anterior), den dubbelledande kraftiga *Tr. thalamo-mammillaris*, låter fortfarande tydligt påvisa sig hos fåglarna.

Öfriga delen af *Hypothalamus* är hos reptilier och fåglar svagt utvecklad, mot hvad förhållandet var hos fiskarna. *Striatum-förbindelsen* (liksom Cerebellum-förbindelsen) finnes dock, och äfvenså har ett tunt knippe från barken (basala grå) i mediala septum-regionen utvecklats sig, *Fasciculus præcommissuralis*. Huru det däre-

mot förhåller sig med den hos många benfiskar påvisade *Tr. tubero-thalamicus*, synes ej vara utredt, men trådar och kärnor äro ock i detta parti mycket svåra att klart isolera.

Voro de nu granskade hjärndelarna mycket klen utvecklade, somliga nästan rudimentära, och därför deras banor i förhållande därtill, är den nu följande Tectum-apparaten däremot hos fåglarna enormt utvecklad.

*Tectum-apparaten* är ju hos fåglarna så starkt utvecklad, att den till och med sväller ut öfver mellanhjärnans sidoytor, och äfven till sin inre struktur är den högt utdifferentierad. Dess afferenta *Tractus opticus*-andel är fortfarande mycket stor, och *Stilus corporis geniculati* har i samband med *Geniculati* högre utdifferentiering hos fåglarna betydligt ökat i volym. Dess afferenta spino-tectala och bulbo-tectala banor äro ock, såsom WALLENBERG's undersökningar på fåglar visat, högst betydande. Dess efferenta praedorsala knippe och öfriga tecto-bulbära och tecto-spinala fiberstråk, som finnas hos alla vertebrater, äro ock hos fåglarna särskildt mäktiga. I likhet med förhållandet hos fiskarna står detta mäktiga reflexorgan äfven i förbindelse med lillhjärnan genom *Tr. tecto-cerebellares*, och experiment på fåglar, instick i Tectum, ha visat, att denna bana då degenererar i riktning mot lillhjärnan. Hos fåglarna ha dessutom påvisats ännu en bana, som är förbunden med Tectum, nämligen *Tr. isthmo-tectalis*, hvilken troligen jämte *Ganglion isthmi* och *Tr. isthmo-opticus* förmedlar någon synreflex (enligt WALLENBERG: »reguliert vielleicht die Empfindlichkeit der Retina für Sehreize»). Detta känsliga reflexorgan, Tectum, har ock nu trädt i förbindelse med hjärnbarken, genom den ofvan nämnda *Tr. occipito-mesencephalicus*, som på degenerativ väg kunnat följas till det subtectala grå, hvarifrån dess trådar sedan intränga i Tectum. Under sitt förlopp i *Brachium* blandas den, såsom ofvan sagts, med trådar från *Striatum*, *Tractus strio-mesencephalicus*, som också instråla i »die Basis des tectalen Graues»; och tätt under den ansluter sig därtill den likaledes förut nämnda *Tr. septo-mesencephalicus*, som förenar barken i framhjärnans septumområde med (förutom *Nuclei fasciculi septi*, äfven) Tectum. — Men trots dessa nyförvärfvade Cortical- och *Striatum*-förbindelser, släpper icke Tectum sitt samband med Thalamus. Tvärtom utgör *Tr. tecto-thalamicus* hos fåglarna ett särskildt mäktigt knippe, som äfven på degenerativ väg kunnat följas från basala delen af Tectum till en af Thalamuskärnorna.

*Lillhjärnan*, på hvilken hos fåglarna flykten naturligtvis ställer stora anspråk, är hos dem väl utvecklad. Och likaså är förhållandet med dess förut beskrifna afferenta banor från ryggmärg, *Oblongata* och Tectum såväl som dess efferenta korsade banor till främsta delen af *Nucl. motorius tegmenti*, det är Thalamusafdelningen af *Tr. cerebello-tegmentalis*, samt den okorsade *Tr. cerebello-thalamicus* till grå substansen i kaudala delen af Thalamus. Till *Cerebellum* ingen kortikal förbindelse.

Äfven med förlängda märgen och ryggmärgen står Thalamus likaledes fortfarande i samma förbindelse, som hos lägre djur, dels genom de afferenta *Tractus bulbo- et spino-thalamicus*, hvilka hos fåglarna blifvit äfven degenerativt påvisade, dels genom de efferenta banor, som ofvan visats förlöpa i samband med de motoriska tegmentkärnorna. Äfven dessa senare ha på degenerativ väg påvisats, såsom ofvan nämnts vid redo-

görelsen för *Fasciculus longitudinalis posterior* och *Tractus rubro-spinalis*, hvilka härvid kunnat följas ända ned i ryggmärgen. Endast hos några arter af fåglar ha trådar kunnat följas från barken i framhjärnans mediala septum-områden ned till Oblongata. Dessa trådar ha blifvit kallade *Tractus septo-mesencephalicus-bulbaris*. Inga kortikala förbindelser med ryggmärgen hos fåglarna.

Vid denna granskning har det sålunda visat sig, att *hjärnbarken* hos fåglarna har trädt i förbindelse (förutom med Thalamus äfven) med *de reflexcentra*, som följa närmast efter Thalamus i kaudal riktning, sålunda *Epithalamus* (*Ganglion habenulæ*), *Hypothalamus* (med *Ganglion mammillare*) och *Tectum* (»die Ganglienmassen, die das mächtige Dach ventral und frontal begrenzen»), samt i några enstaka fall med Oblongata. Det har vidare visat sig, att *Striatum* samtidigt står i förbindelse med *Epithalamus* (*Ganglion habenulæ*), *Hypothalamus* (om särskildt med dess *Ganglion mammillare* har ej kunnat utredas, se ofvan!) samt *Tectum* (»die Basis des tectalen Graues bis in die Trochlearisgegend»). Såväl barkförbindelserna som *Striatum*-förbindelserna ingå till samma reflexcentra och räcka i regel ej längre än till midthjärnan, och här sluta de båda i det subtectala grå. — Där är således mellan bark- och *Striatum*-förbindelserna en uppenbar parallellism i detalj genomförd! Men trots uppkomsten af dessa Cortex- och *Striatum*-banor förblifva *Thalamus*-förbindelserna med dessa ganglier fortfarande i behåll. Så är förhållandet med *Ganglion habenulæ* i *Epithalamus*, så med *Ganglion mammillare* i *Hypothalamus*, så ock med *Tectum*! De andra mer kaudala reflexganglierna däremot i Oblongata (i regel) och i ryggmärgen (äfvensom *Cerebellum*) hafva ännu inga kortikala förbindelser. För de bulbära och spinala reflexganglierna förblifva sålunda Thalamus och *Striatum* alltjämt dessas hufvudcentral för sensibilitet och motilitet, liksom de voro det hos fiskarna för alla reflexganglierna. Dock är det den skillnaden, att denna hufvudcentral hos fåglarna står under hjärnbarkens kontroll.

Denna säregna mekanism, som fåglarnas centrala nervsystem företer, synes mig ur flere synpunkter högst beaktansvärd. Parallellismen mellan bark- och *Striatum*-systemen gör det ju mycket antagligt, att såväl det ena som det andra systemet kan reglera de rörelser, som ifrågavarande reflexcentra förfoga öfver, och hvilka i ena fallet, om barkbestämda, bli omdömesenliga handlingar, och i andra fallet, om *Striatum*bestämda, bli automatiska reflexrörelser, låt vara af jämförelsevis hög valör. Detta parallellsystem är hos fåglarna genomfördt endast för de främre subthalamiska reflexapparaterna, de som stå i samband med oralsinnet, luktsinnet och synsinnet; medan de bulbära och spinala centra sortera direkt under Thalamo-*Striatum*, och blott indirekt under hjärnbarken.

Detta förhållande hos fåglarna medför för studiet af nervsystemet en stor lättnad, i det mekanismen blir lättare att öfverskåda och utreda (än hos däggdjuren); och härigenom vinnes ock den fördelen, att man kan på samma individ jämföra det



dubbla systemet med det enkla Thalamo-Striatum-systemet, som är i sin renaste form tillämpadt hos fiskarna, men äfven tillämpadt i fåglarnas bulbära och spinala centra, ehuru i något modifierad form. Såsom vi ofvan sett, framhöll också SWEDENBORG fågelhjärnan såsom ett lämpligt undersökningsobjekt för ifrågavarande spörsmåls lösning. Och onekligen ger den mekanism, som nervsystemet hos fåglarna visar, ett godt stöd för SWEDENBORG's åsikt om Corpora striata och Thalamus som organ för reglerande af de högre reflexerna.

Hand i hand med hjärnbarkens uppträdande hos reptilier och fåglar förändras i viss mån arten af nervsystemets verksamhet, eller rättare, det tillkommer en förmåga att bättra uppfatta intrycken från yttervärlden och kombinera dem och därefter ställa rörelserna och handlingarna. Sålunda gifva *reptilierna*, hvilkas lukt- och oralsinnesapparater, såsom vi sett, blifvit förstärkta med barkförbindelser, som sätta dessa sinnens reflexorgan i förbindelse med det kortikala associationsorganet, — de gifva i sina rörelser och tillvägagångssätt flere bevis på att dessa reflexorgan kommit in under inflytande af ett organ, som är mäktigt af en viss erinring, jämte omdöme och beräkning. Så t. ex. ormens sätt att med hjälp af sin tunga och lukt söka reda på och förfölja det byte, som till äfventyrs undsluppit den, och den urskiljning och beräkning, hvarmed den uppsöker sitt byte. Som bekant ge dessa djur ock stundom uttryck åt vissa affekter. Reptilierna måste därför tillerkännas en viss förmåga af association af äldre och yngre receptioner. Och hvad *fåglarna* vidkommer, så erbjuda ju deras hjärna och deras mer utvecklade sinnesorgan, särskildt deras högt utvecklade synapparat jämte dess förbindelse med barken ännu rikare möjligheter till association. Några fåglar ådagalägga ju också en tydlig omdömesförmåga särskildt vis-a-vis synintryck, och deras iakttagelseförmåga och urskiljningsförmåga härvid är allbekant; deras hörsel och i vissa fall härmningsförmåga likaså; äfvenså märker man hos somliga fåglar prof på minne och läraktighet, samt hos många arter till och med vissa s. k. »sociala instinkter», en viss gemensam beräkning och planläggning m. m. EDINGER, som ägnat äfven dessa djurklasser en intresserad och omsorgsfull undersökning, uttalar sig om dem på följande sätt i sitt ofvan anförda arbete sid. 508: »Mit dem Auftreten der Hirnrinde zeigt sich bei den *Reptilien* zuerst die Fähigkeit, auf einzelnen Gebieten wenigstens kombinierend die Handlung einzurichten.» Och om fåglarna uttalar han sig så: »*Vögel*, die eine gute Rinde und besonders eine deutliche Sehstrahlung haben, finden optisch ihren Weg, sie lassen sich durch optische, nur assoziativ erkennbare Eindrücke locken oder scheuchen. Sie sichern vor dem Niederlassen vorsichtig nach allen Seiten und lernen bald ihre Feinde kennen. Für vieles zeigen sie ein deutliches Gedächtnis. Man kann sie auch zuerst in der Tierreihe zu allerhand abrichten, sie vieles lehren» etc.

Men jämte sådana sådana yttringar af en högre art af hjärnverksamhet, som reptilierna och fåglarna lägga i dagen genom antydda prof på omdömesförmåga och



minnesförmåga etc., så visa dock dessa djur också en mängd drag, som måste hänföras till samma reflektoriska verksamhet, som vi funno hos fiskarna och amfibierna, ehuru den hos dessa senare ännu befann sig på ett mycket lägre utvecklingsstadium. De lifliga och skickligt kombinerade rörelser, som vissa reptilier och isynnerhet fåglar kunna utföra vid plötsliga intryck, som träffa deras (åtminstone hos fåglarna) högt utvecklade sinnesorgan, deras uppöfvade färdigheter och konster, t. ex. vissa fåglars sång, tal, och äfvenså deras vid många tillfällen högst komplicerade och fint afpassade flygrörelser m. m., mycket af detta är ju, af fiskarnas rörelser att döma, yttringar af en hufvudsakligen automatisk verksamhet, som dock nått en mycket hög grad af utveckling. Denna art af verksamhet, som hos fiskarna reglerades af de basala ganglierna och nedanför liggande underordnade ganglier, torde väl också hos reptilierna och fåglarna stå under motsvarande bildningars ledning. Och med detta antagande synas dessa gangliers högre utveckling och vidgade förbindelser (i synnerhet hos fåglarna) stå i god öfverensstämmelse. Ty denna utdifferentiering af de olika afdelningarna i Corpora striata och Thalami optici och de rikliga förbindelser, som vi sett förefinnas dels mellan dessa ganglier och deras olika afdelningar dels till och med inom dessa (»Tractus intrastriatici»), dels med reflexganglierna i Epithalamus, Hypothalamus, midthjärnan, Oblongata och ryggmärgen, allt detta tyckes ju visa hän på att dessa djurens högt utvecklade reflexverksamhet i dessa ganglier har ett för denna väl afpassadt och utveckladt underlag.

Och högst anmärkningsvärdt är, att samtidigt med att direkta förbindelser hos reptilierna och fåglarna etableras mellan hjärnbarken och de främsta reflex-centra, motsvarande förbindelser ock upprättas mellan *Striatum* och dessa samma centra. Detta synes mig i hög grad häntyda på riktigheten af SWEDENBORG's uppfattning beträffande Corpora striata såsom regulatorer af reflexrörelserna jämte eller näst efter hjärnbarken.

Om tiden det tilläte, skulle jag nu vilja fortsätta undersökningen på däggdjurens och människans nervsystem. Hos dem är visserligen den kortikala apparaten kolossalt starkt utvecklad och åtskilliga af reflexorganen visa betydliga reduktioner och åtskilliga af dess banor äro indragna under direkt beroende af högre centra; men Thalamus företer också en högre utveckling med en rik utdifferentiering af kärnor och har talrika förbindelser med snart sagdt hela nervsystemet, och *Striatum* äfvenså är ganska betydande, ehuru den af barkstrålningen blifvit mycket starkt uppklyftad, och den företer äfven hos däggdjuren och människan utomordentligt starka förbindelser med Thalamus och Hypothalamus och delvis med midthjärnan.

Redan den föreliggande undersökningen af vertebraternas nervsystem från och med fiskarna till och med fåglarna har dock, synes det mig, visat, att SWEDENBORG's tolkning af detta systems verksamhet i sina principiella drag är väl förenlig med centrala nervsystemets anatomiska byggnad. Det synes möjligt, att mekanismen är följande: På grund af de receptioner, som ingå till ett visst reflexganglion, utlöses

en bestämd rörelse eller rörelsekombination. Samtidigt ingå emellertid receptioner äfven till något eller några af de andra reflexganglierna, och genom de förbindelser, dessa hafva med Thalamus, kunna receptionerna, behörigen modifierade i respektive ganglier, sammanföras till Thalamus och där och i Striatum samarbetas. Såsom resultat häraf utgå från Striatum och Thalamus de motoriska impulser, som reglera rörelsekombinationerna och egentligen utgöra resultanten af de retade reflex-apparaternas impulser. Och sådan skulle mekanismen kunna vara hos fiskarna. Hos reptiler och fåglar tillkommer hjärnbarken, som innehåller ett vida mer utveckladt associations-system än Striatum. Jämte det fortfarande receptioner ingå från reflexorganen — via Thalamus — till Striatum, ingå nu äfven till hjärnbarken de receptioner, som sammanförts i Thalamus, samt de, som komma direkt från respektive reflexganglier. Här kombineras de med icke blott samtida receptioner utan äfven andra, som mottagits för kortare eller längre tid sedan, minnesbilder således; ur dessa danas sedan föreställningar, omdömen, och häraf resultera sedan omdömesenliga beslut och rörelser. När hjärnbarken har tillfälle att mottaga och bearbeta de ingående receptionerna, bli rörelserna hos dessa djur mer eller mindre omdömesenliga med mer eller mindre väl behärskade reflexer. Vid de tillfällen åter, när receptionerna ej mottagas i hjärnbarken, upptagas de — via reflexganglierna — af Thalamus och Striatum, och nu blir det dessa, som koordinera de olika reflex-apparaternas impulser för de behöfliga rörelsekombinationerna. Och detta var just det principiella i SWEDENBORG'S uttalande om Corpora striata's och Thalami funktion.



Tryckt den 12 oktober 1912.

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 49. N:o 10.

DAS HIRNGEWICHT DES MENSCHEN  
IN BEZIEHUNG ZUM ALTER UND ZUR KÖRPERGRÖSSE

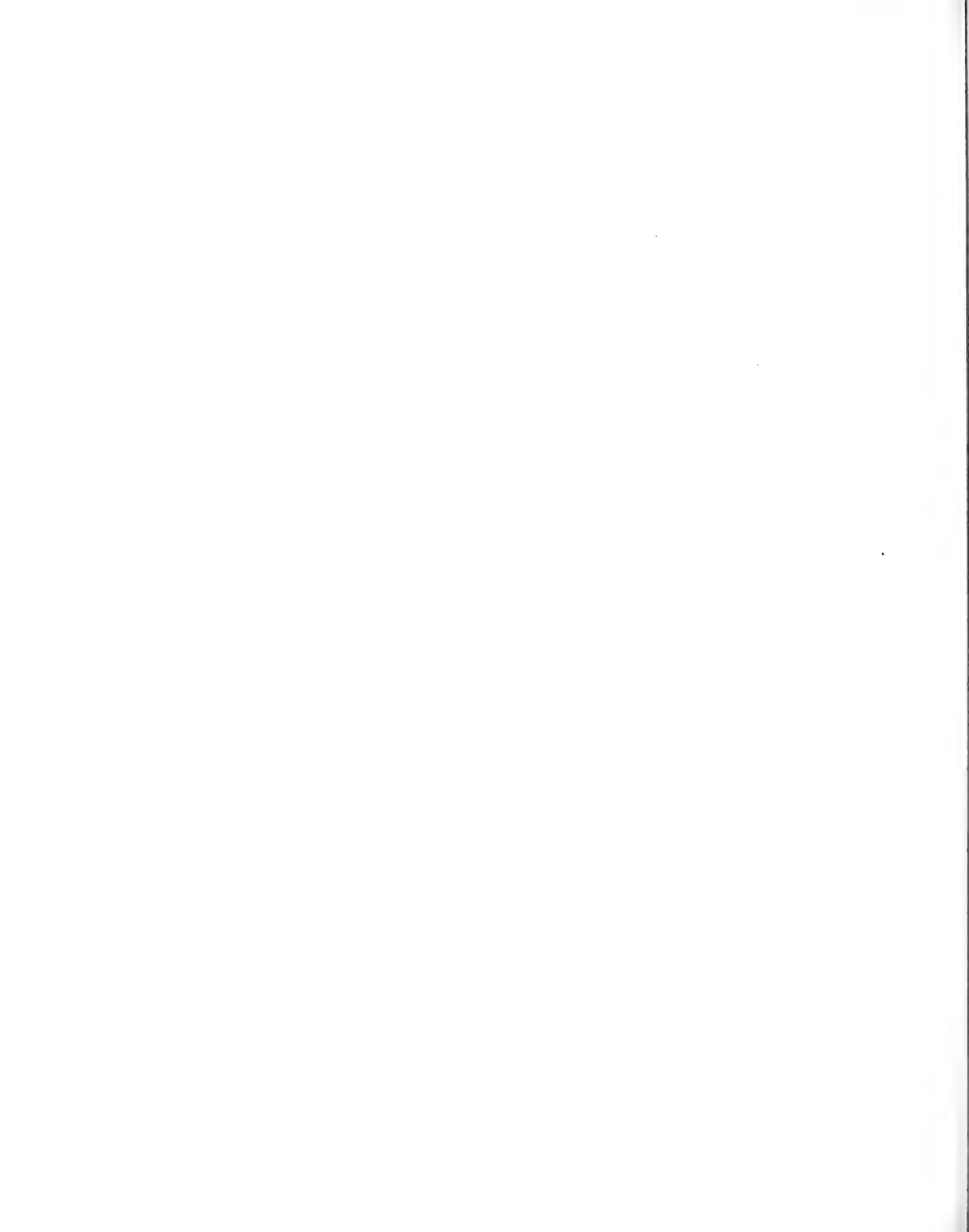
VON

**E. O. HULTGREN**

MIT 3 FIGUREN IM TEXTE



UPPSALA & STOCKHOLM  
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.  
1912



## I. Einfluss des Alters auf das Hirngewicht.

Das Verhältnis des Gewichtes des Menschenhirns zum *Alter* ist im allgemeinen von den Forschern weit weniger berücksichtigt worden als das mittlere Hirngewicht nach Geschlecht, Rasse und Nationalität. Es ist zwar ein ziemlich umfangreiches Beobachtungsmaterial besonders von BISCHOFF<sup>1</sup> und MARCHAND<sup>2</sup> auch mit Rücksicht auf den Einfluss des Alters auf das Hirngewicht bearbeitet worden; die ihnen zur Verfügung stehende Zahl der Einzelwägungen der Gehirne in den höheren und höchsten Lebensaltern ist aber zu gering, um annähernd richtige Mittelwerte geben zu können. Die von BISCHOFF veröffentlichten Bestimmungen des Hirngewichtes von 886 Leichen umfassen nämlich nur 38 Fälle im Alter von 70—79 und nur 4 Fälle im Alter von 80—85 Jahren; von den von MARCHAND nach dem Lebensalter geordneten Fällen gehören 50 Fälle in die Altersklasse 70—79 Jahre und nur 6 Fälle in das Alter von 80—83 Jahren; in dem von RETZIUS<sup>3</sup> zusammengetragenen Material von Gewichtszahlen von zusammen 700 Gehirnen sind in der Altersperiode von 70—79 Jahren 36 Fälle und in der Altersperiode von 80—83 Jahren kein weibliches Gehirn und nur 6 männliche Gehirne zu finden. Hieraus geht mit Deutlichkeit hervor, wie mangelhaft das Beobachtungsmaterial von Gehirngewichten in den höheren und höchsten Lebensaltern ist. Um allmählich ein genügend grosses Material auch für diese Altersperioden zu sammeln, habe ich in den Jahren 1901—1912 in »Stockholms Sjukhem« Gehirnwägungen von dort gestorbenen Patienten ausgeführt. Da es die Aufgabe des »Stockholms Sjukhem« ist, Patienten, die an chronischen und unheilbaren Krankheiten leiden, in Pflege zu nehmen, sind dort vorzugsweise die höheren Lebensalter vertreten; von den Kranken sind gewöhnlich  $\frac{2}{3}$  über 70 Jahre und  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$  über 80 Jahre. Weil von den in »Stockholms Sjukhem« aufgenommenen Kranken jährlich im Durchschnitt 50 sterben, verfüge ich schon über ein nicht unbeträchtliches Material gewogener Gehirne in den höheren Lebensaltern. Meine Statistik, über welche ich hier einen Bericht geben will, umfasst 76 Gehirne in der Altersklasse von 70—79 Jahren, 88 von 80—89 und 21 von 90 bis 96 Jahren, obwohl von der Statistik alle Fälle von Gehirnblutungen und -erweichungen und sonstigen Gehirnerkrankungen, die das Hirn-

<sup>1</sup> THEODOR V. BISCHOFF, Das Hirngewicht des Menschen. Bonn. 1880.

<sup>2</sup> F. MARCHAND, Über das Hirngewicht des Menschen. Leipzig 1902.

<sup>3</sup> GUSTAF RETZIUS, Über das Hirngewicht der Schweden. Biologische Untersuchungen N. F. Bd IX, N:o 3 u. 4. Stockholm 1900.

gewicht auffallend beeinflussen (z. B. Hirngeschwülste, Dementia paralytica) ausgeschlossen worden sind. Die allermeisten der Gehirne rühren von Personen aus den mittleren und unteren sozialen Ständen her.

*Methode der Wägung.* Nachdem das Gehirn nach Abtrennung des Rückenmarkes im Foramen magnum aus der Schädelhöhle herausgenommen worden ist, wird es sofort in seine einzelnen Teile (Grosshirn- und Kleinhirnhemisphären, Brücke mit verlängertem Mark) zerlegt; nach dem Abfliessen der Cerebrospinalflüssigkeit aus den Hirnhöhlen und ohne Entfernung der weichen Hirnhaut werden dann die einzelnen Teile gesondert und unmittelbar im frischen Zustand gewogen. Die Zerlegung des Gehirnes in Grosshirn- und Kleinhirnhemisphären, Pons mit Medulla oblongata, ist folgendermassen ausgeführt worden. Nach Emporheben des Kleinhirnes und Freilegen der Vierhügel wird das Kleinhirn mit Pons und Medulla oblongata abgetrennt und zwar mittelst eines Schnittes unmittelbar unter den Vierhügeln zur oberen Grenze der Brücke. Das Kleinhirn wird durch einen Schnitt gerade in der Medianebene des Vermis in seine Hemisphären zerlegt, und diese werden dann hart am Austritt ihrer Verbindungsarme zur Brücke abgetragen. Das Grosshirn wird auf seine konvexe Oberfläche gelegt und durch einen Längsschnitt mittelst eines Gehirnmessers durch den Balken möglichst symmetrisch in seine Hemisphären getrennt.

Mein eigenes Beobachtungsmaterial, das dieser Abhandlung zu Grunde liegt, umfasst 306 (54 männliche und 252 weibliche) Gehirne. In den folgenden Tabellen habe ich dieselben für beide Geschlechter nach dem Alter gruppiert. Die weiblichen Gehirne habe ich in Gruppen von 25 bis 49 Jahren, von 50 bis 59 Jahren und darnach in Gruppen von 5 zu 5 Jahren geordnet und das mittlere Hirngewicht dieser Gruppen berechnet. Die männlichen Gehirne habe ich wegen der zu geringen Anzahl in Gruppen von 28 bis 49 Jahren und dann nur in Gruppen von 10 zu 10 Jahren geordnet.

### Männliche Gehirne aus "Stockholms Sjukhem".

Zahl	Initialen der Pat.	Alter	Körpergrösse	Grosshirnhemisphäre		Kleinhirnhemisphäre		Pons + Medulla obl.	Gesamthirngewicht	Krankheit und Todesursache
				Rechte	Linke	Rechte	Linke			
<i>Alter 20—19 Jahre.</i>										
1	H. A.	20	—	585	595	65	65	20	1,330	Sarcoma pelvis.
2	B. P.	23	—	600	600	75	75	22	1,372	Dystrophia muscul. progr.
3	H. W.	38	170	580	570	180			1,330	Tuberculos. pulmon.
4	G. K.	38	174	737	737	77	75	35	1,661	Aortit. fibrosa.
5	O. J.	44	—	—	—	—		—	1,340	Myeloma.
6	K. V.	45	171	560	560	132		20	1,262	Cancer ventriculi.
7	G. M.	46	178	630	630	210			1,470	Aortitis chron.
8	H. R.	46	165	585	580	80	80	25	1,350	Hepatit. gummos.
Summa				4,277	4,272	297	295		11,115	
Mittel				611	610	74	74		1,389	

Zahl	Initialen der Pat.	Alter	Körpergrösse	Grosshirn-hemisphäre		Kleinhirn-hemisphäre		Pons + Medulla obl.	Gesamt-hirngewicht	Krankheit und Todesursache
				Rechte	Linke	Rechte	Linke			
<i>Alter 50—59 Jahre.</i>										
1	N. B.	50		515	510	180			1,205	Tuberculos. pulmon.
2	H. K.	50	177	600	610	77	73	25	1,385	Cancer pancreatis.
3	C. W.	52	175	525	525	70	70	25	1,215	» linguæ.
4	N. A.	52	165	545	550	150			1,245	Arteriosclerosis.
5	G. M.	54	174	560	550	75	77	25	1,287	Cancer oesophagi.
6	O. L.	55	171	585	585	170			1,340	Lues cerebri.
7	A. J.	55	151	490	490	160			1,140	Adenocarcinoma renis.
8	C. A.	55	180	657	665	82	84	32	1,520	Arterioscl.+Bronchopneumonia.
9	S. T.	56	172	537	537	70	70	27	1,241	Cancer ventriculi.
10	A. B.	57	171	585	585	87	87	30	1,374	Cirrhosis hepatis.
11	H. T.	58	165	490	488	67	67	22	1,134	Cancer ventriculi.
12	A. R.	59	171	527	527	92	92	30	1,268	Aortitis fibrosa.
13	E. W.	59	169	620	620	72	72	22	1,406	Paralysis agitans.
Summa				7,236	7,242	692	692		16,760	
Mittel				557	557	77	77		1,290	
<i>Alter 60—64 Jahre.</i>										
1	G. E.	60	179	500	515	135		22	1,172	Cancer ventriculi.
2	P. S.	60	181	575	570	82	82	27	1,336	Aortitis fibrosa.
3	K. L.	60	169	568	575	70	70	27	1,310	Pyelonephrit. supp.
4	L. P.	61	165	565	565	185			1,315	Nephritis chron.
5	C. C.	61	173	675	670	90	90	30	1,555	Pneumonia ac.
6	K. C.	61	171	590	590	72	70	25	1,347	Cancer linguæ.
7	C. W.	62	180	640	640	170			1,450	Myocarditis.
8	K. S.	62	167	560	560	73	72	24	1,289	Lymphosarcoma colli.
9	A. L.	63	161	570	565	70	68	25	1,298	Aortitis.
10	C. L.	64	—	550	547	165			1,262	Cancer cardiæ.
Summa				5,793	5,797	457	452		13,334	
Mittel				579	580	76	75		1,333	
<i>Alter 65—69 Jahre.</i>										
1	C. B.	66	168	675	670	155			1,500	Sarcoma faciei.
2	J. S.	66	170	602	610	165		25	1,402	Arteriosclerosis.
3	F. L.	66	177	587	590	85	80	30	1,372	Cancer recti.
4	A. L.	67	167	540	540	78	77	23	1,258	» ventriculi.
5	A. L.	68	171	610	605	78	78	25	1,396	Nephritis chron.
6	C. P.	69	171	635	627	70	70	27	1,429	Cancer recti.
Summa				3,649	3,642	311	305		8,357	
Mittel				608	607	78	76		1,393	

Zahl	Initialen der Pat.	Alter	Körper- grösse	Grosshirn- hemisphäre		Kleinhirn- hemisphäre		Pons + Medulla obl.	Gesamt- hirn- gewicht	Krankheit und Todesursache
				Rechte	Linke	Rechte	Linke			
<i>Alter 70—79 Jahre.</i>										
1	P. M.	70	153	665	665	175			1,505	Arteriosclerosis + Tabes dorsalis.
2	E. D.	70	168	530	520	55	57	25	1,187	Arteriosclerosis.
3	K. K.	74	167	665	665	170			1,500	Cancer recti.
4	C. C.	75	168	548	551	75	77	27	1,278	Paralysis agitans.
5	P. B.	75	167	625	615	87	84	30	1,441	Cancer ventriculi.
6	S. S.	76	173	675	680	185			1,540	Nephritis chron.
7	L. W.	77	170	525	530	170			1,225	Cancer recti.
8	L. J.	77	163	642	640	85	80	29	1,476	Cystitis chron.
9	N. L.	78	163	500	505	75	75	25	1,180	Bronchopneumonia.
10	A. A.	78	180	600	593	78	72	25	1,368	Myocarditis.
Summa				5,975	5,964	455	445		13,700	
Mittel				598	596	76	74		1,370	
<i>Alter 80—90 Jahre.</i>										
1	O. H.	81	172	580	587	67	67	20	1,321	Bronchopneumonia.
2	M. S.	82	166	500	515	165			1,180	Cystit. chr. + Pyelonephrit.
3	A. L.	82	163	565	565	140		25	1,295	Cancer prostatae.
4	C. Z.	86	171	460	465	140			1,065	Marasm. senil
5	D. N.	88	172	555	550	70	70	20	1,265	Bronchopneumonia.
6	A. R.	89	157	515	510	75	65	25	1,190	Pneumonia ac.
7	E. J.	90	161	480	477	57	57	20	1,091	Peritonit. ac.
Summa				3,655	3,669	269	259		8,407	
Mittel				522	524	67	65		1,201	

## Weibliche Gehirne aus "Stockholms sjukhem".

Zahl	Initialen der Pat.	Alter	Körper- grösse	Grosshirn- hemisphäre		Kleinhirn- hemisphäre		Pons + Medulla obl.	Gesamt- hirn- gewicht	Krankheit und Todesursache
				Rechte	Linke	Rechte	Linke			
<i>Alter 25—49 Jahre.</i>										
1	D. G.	25	159	550	545	72	67	22	1,256	Diabetes mellitus.
2	I. L.	29	152	535	535	130		20	1,220	Vit. org. cord. + Pericardit.
3	E. P.	36	122	580	565	140		24	1,309	Cancer ventriculi et hep.
4	H. K.	37	162	610	610	160			1,380	Sclerodermia + Tbc. pulm.
5	E. A.	38	161	585	595	78	77	30	1,365	Lymphosarcomatosis.
6	E. F.	38	160	540	540	70	68	22	1,240	Degeneratio cystica renum.
7	E. N.	39	152	485	483	62	57	22	1,109	Cancer ventriculi.
8	T. L.	40	150	545	540	75	72	22	1,254	Ulcus " + Pancreatit
9	A. G.	42	154	525	525	65	67	25	1,207	Cancer "



Zahl	Initialen der Pat.	Alter	Körpergrösse	Grosshirn-hemisphäre		Kleinhirn-hemisphäre		Pons + Medulla obl.	Gesamt-hirngewicht	Krankheit und Todesursache
				Rechte	Linke	Rechte	Linke			
10	B. B.	42	152	530	525	77	77	27	1,236	Carcinosis.
11	H. Ö.	43	—	600	605	70	70	25	1,370	Cancer pulmon.
12	E. S.	43	163	540	532	65	62	20	1,219	» uteri.
13	G. E.	45	—	535	545	150			1,230	Diabetes mellitus.
14	H. J.	46	151	550	555	160			1,265	Pneumonia ac.
15	H. B.	46	—	525	522	65	65	25	1,192	Cancer uteri.
16	E. A.	46	178	660	655	85	85	32	1,517	» recti.
17	I. A.	47	171	535	535	75	75	17	1,237	» uteri.
18	V. L.	47	—	610	610	150			1,370	Vit. org. cord. + Bronchopneumonia.
19	H. E.	47	153	560	565	65	62	20	1,272	Pyonephros.
20	E. H.	49	162	587	587	55	52	20	1,301	Tbc. pulmon.
21	I. R.	49	158	555	550	135		22	1,262	Cancer uteri.

Summa 11,742 11,724 979 956 26,811

Mittel 559 558 70 68 1,277

*Alter 50—59 Jahre.*

1	S.	50	156	612	622	80	80	30	1,424	Vit. org. cordis.
2	J. C.	50	162	540	530	70	70	25	1,235	Cancer ventriculi.
3	E. E.	50	156	540	540	75	73	25	1,253	» pulmonum.
4	L. W.	51	161	582	587	70	70	22	1,331	» mammae.
5	H. L.	52	166	600	600	160			1,360	Bronchopneumonia.
6	A. J.	53	151	580	578	73	73	25	1,329	Cancer ventriculi.
7	A. R.	54	169	595	600	77	75	27	1,374	» »
8	E. L.	55	161	542	532	172			1,246	Leucæmia.
9	A. J.	56	—	1,140		110			1,250	Cancer mammae.
10	M. B.	56	160	515	520	70	70	22	1,197	» hepatis.
11	H. S.	57	154	—	—	—	—	—	1,100	Carcinosis.
12	H. C.	57	—	520	520	70	70	20	1,200	Tubercul. pulmon.
13	M. N.	57	175	570	585	77	77	27	1,336	Cancer peritonei.
14	L. S.	58	168	480	480	142		24	1,126	» recti.
15	M. S.	58	142	655	655	185			1,495	Carcinosis.
16	B. S.	59	152	575	565	155			1,295	Vit. org. cordis.
17	A. K.	59	154	580	575	185			1,340	Cancer ventriculi.

Summa 8,486 8,489 662 658 21,891

Mittel 566 566 74 73 1,288

*Alter 60—64 Jahre.*

1	A. N.	60	151	490	490	160			1,140	Cancer pylori.
2	H. J.	61	159	630	635	185			1,450	Carcinosis post ca mam.
3	H. R.	61	153	545	545	129		22	1,241	Lupus faciei + Cancer lab.
4	H. W.	61	156	562	555	67	67	25	1,276	Anæmia pernicioosa.
5	H. M.	61	162	472	472	65	62	22	1,093	Endothelioma pleuræ.
6	K. A.	61	153	525	525	55	55	22	1,182	Bronchitis chron.
7	M. K.	62	162	570	580	72	68	25	1,315	Carcinosis p. ca uteri.

Zahl	Initialen der Pat.	Alter	Körpergrösse	Grosshirn-hemisphäre		Kleinhirn-hemisphäre		Pons + Medulla obl.	Gesamt-hirngewicht	Krankheit und Todesursache
				Rechte	Linke	Rechte	Linke			
8	K. O.	62	165	600	590	82	80	25	1,377	Cancer ventriculi.
9	K. B.	62	152	500	498	65	65	22	1,150	Pyelonephritis.
10	J. M.	63	160	505	505	180			1,190	Cor adiposum.
11	P. O.	63	161	610	600	170			1,380	Cancer recti.
12	I. N.	63	155	545	550	74	72	23	1,264	» uteri.
13	I. L.	63	161	618	617	70	66	27	1,388	» ovarior.
14	M. M.	63	155	565	570	70	70	25	1,300	» recti.
15	U. A.	63	158	560	566	57	57	20	1,260	» hepatis.
16	R. S.	63	156	575	577	70	68	24	1,314	» vesicæ urin.
17	J. S.	64	163	600	605	77	72	27	1,381	Leucæmia lymfat.
18	H. D.	64	164	592	597	73	72	25	1,359	Cancer mammæ.
19	A. H.	64	160	500	510	65	65	22	1,162	Diabetes mellitus.
20	C. L.	64	152	450	450	60	60	18	1,038	Cancer cardia.
Summa				11,014	11,037	1,022	999		25,260	
Mittel				551	551	68	67		1,263	
<i>Alter 65—69 Jahre.</i>										
1	K. S.	65	156	552	552	62	62	21	1,249	Carcinosis post ca mam.
2	S. E.	65	162	585	577	72	72	27	1,333	Cancer ventr. + Tbc. pulm.
3	M. E.	65	161	580	580	80	80	27	1,347	Tuberculosis pulmon.
4	T. W.	65	167	490	495	78	75	22	1,160	Cancer mammæ.
5	H. E.	65	157	615	615	70	70	30	1,400	Cor adiposum.
6	E. M.	65	156	500	510	67	67	22	1,166	Cancer uteri.
7	M. L.	66	—	500	510	150			1,160	Teratoma ossis sacri.
8	A. L.	66	170	525	525	80	75	25	1,230	Tuberculosis pulmon.
9	K. H.	66	163	460	465	70	70	22	1,087	Myocardit. chron.
10	M. N.	66	172	605	605	75	70	23	1,378	Bronchiectasie.
11	A. O.	66	155	462	462	70	68	22	1,084	Cirrhosis hepatis.
12	J. W.	66	150	490	490	65	65	25	1,135	Enterocolitis.
13	I. B.	67	150	460	455	155			1,070	Tuberculosis pulmon.
14	A. P.	67	—	970		130			1,100	Anæmia perniciososa.
15	S. O.	67	161	560	560	75	70	27	1,292	Struma + Myocardit. chr.
16	K. D.	67	146	515	512	125		25	1,177	Paralysis agitans + Hæmorrhagia pancreatis.
17	C. M.	68	168	570	560	210			1,340	Tuberculos. pulm. + Amyloid.
18	A. A.	68	159	530	525	160			1,215	Cancer uteri.
19	C. L.	68	—	500	505	120		24	1,149	Paralysis agitans + Pneumonia.
20	A. R.	68	145	477	480	115		22	1,094	Cirrhos. hepatis + Pyelonephr.
21	A. T.	68	171	567	560	80	82	25	1,314	Cancer ventriculi.
22	J. S.	69	154	495	495	150			1,140	Cor adiposum.
23	L. W.	69	163	522	525	70	70	24	1,211	Paralysis agitans + Arterioscl.
24	H. E.	69	152	525	525	155			1,205	Tabes dorsalis.
25	L. S.	69	161	515	510	75	68	20	1,188	Cancer ovarii.
26	I. S.	69	155	510	510	65	60	20	1,165	Diabetes mellitus.
Summa				13,110	13,108	1,154	1,124		31,389	
Mittel				524	524	61	59		1,207	

Zahl	Initialen der Pat.	Alter	Körper- grösse	Grosshirn- hemisphäre		Kleinhirn- hemisphäre		Pons + Medulla obl.	Gesamt- hirn- gewicht	Krankheit und Todesursache
				Rechte	Linke	Rechte	Linke			
<i>Alter 70—74 Jahre.</i>										
1	E. G.	70	157	507	500	112		17	1,136	Poliomyelit. ant. chr.
2	K. L.	70	161	545	540	150		25	1,260	Cancer vesicæ urin.
3	M. B.	70	164	520	520	75	75	27	1,217	Tuberculosis pulmon.
4	C. H.	70	158	525	535	142			1,202	Arteriosclerosis.
5	A. H.	71	146	510	510	140			1,160	Carcinosis.
6	A. H.	71	161	550	550	140		25	1,265	Vit. org. cordis.
7	K. S.	71	152	527	537	70	72	20	1,226	Arterioscleros. + Thromb. art. pulmon.
8	C. A.	71	164	517	512	75	75	29	1,208	Cancer peritonei.
9	C. H.	71	160	552	552	70	68	22	1,264	» vesicæ felleæ.
10	S. W.	71	157	550	542	68	68	20	1,248	Bronchopneumonia.
11	C. N.	71	148	545	542	67	67	25	1,246	Myocardit. chr.
12	E. N.	71	—	585	580	75	75	25	1,340	Bronchopneumonia.
13	G. O.	72	154	—	—	—	—	—	1,135	Arterioscl. + Vit. cordis.
14	M. Ö.	72	—	570	565	175			1,310	Lymphosarcoma mediastin.
15	J. P.	72	155	515	520	165			1,200	Paralysis agitans.
16	M. Ö.	72	151	605	600	150		27	1,382	Pleurit. exsudat.
17	C. L.	72	155	525	525	155		25	1,230	Papilloma ves. urin. + Pyelonephritis.
18	A. L.	72	161	510	505	62	60	22	1,159	Paralysis agitans + Arterioscl
19	J. A.	72	155	477	485	55	57	22	1,096	Septicæmia.
20	S. S.	72	149	542	538	72	72	25	1,249	Tuberculosis pulmon.
21	E. B.	72	163	510	510	77	77	25	1,199	Arteriosclerosis.
22	A. O.	72	152	572	572	62	60	23	1,289	Bronchopneumonia.
23	A. L.	72	152	510	510	80	80	25	1,205	Cancer vesicæ urin.
24	H. A.	72	157	505	507	57	57	25	1,151	Myocardit. chron.
25	E. S.	73	145	910		130			1,040	Tuberculosis pulmon.
26	B. J.	73	148	1,195		67	67	22	1,351	Cancer ventricul.
27	S. Ö.	73	151	555	540	165			1,260	Marasm. senil. + Bronchopneumon.
28	C. C.	73	156	570	565	137		27	1,299	Cystit. + Pyelonephritis.
29	L. B.	73	150	485	485	70	68	22	1,130	Bronchopneumonia.
30	K. A.	73	155	495	485	75	73	27	1,155	Tuberculosis pulmon.
31	M. B.	74	—	440	445	150			1,035	Adenocarcinoma duct. choledoch.
32	A. E.	74	—	570	565	160			1,295	Carcinoma vaginæ.
33	C. L.	74	149	540	542	65	65	25	1,237	Nephritis chron.
34	H. L.	74	141	545	550	130		25	1,250	Kyphoscoliosis + Hypertrophia et dilata- tio cordis.
35	L. E.	74	154	530	525	160		25	1,240	Tuberculosis pulmon.
Summa				17,004	16,959	1,242	1,236		42,669	
Mittel				515	514	69	69		1,219	
<i>Alter 75—79 Jahre.</i>										
1	K. A.	75	161	512	512	65	65	22	1,176	Bronchiectasiæ.
2	B. F.	75	151	500	495	60	60	22	1,137	Cancer uteri.
3	A. S.	75	149	512	520	70	67	23	1,192	Myocarditis chron.
4	V. J.	76	158	—	—	—	—	—	1,070	» »

Zahl	Initialen der Pat.	Alter	Körpergrösse	Grosshirn-hemisphäre		Kleinhirn-hemisphäre		Pons + Medulla obl.	Gesamt-hirngewicht	Krankheit und Todesursache
				Rechte	Linke	Rechte	Linke			
5	M. E.	76	152	475	480	130			1,085	Arterioscl. + Adenocarcinoma pulmon.
6	A. F.	76	—	590	590	190			1,370	Emphysema pulm. + Bronchit.
7	C. K.	76	—	525	510	170			1,205	Tuberculosis pulmon.
8	A. W.	76	170	530	530	130		25	1,215	Arteriosclerosis.
9	M. L.	76	138	885		58	57	18	1,018	Cancer uteri.
10	A. S.	76	144	535	525	125		23	1,208	Paralysis agitans.
11	J. P.	76	148	480	475	127		23	1,105	Arteriosclerosis.
12	M. L.	76	157	460	460	62	62	20	1,064	Bronchopneumonia.
13	K. L.	76	152	510	515	65	65	20	1,175	Cardiosclerosis.
14	J. P.	77	—	550	540	150			1,240	Cancer oesophagi.
15	M. H.	77	145	420	425	55	55	23	978	Myocardit. chron.
16	C. B.	77	162	1,040		147		24	1,211	Arterioscl. + Tbc. pulmon.
17	M. A.	77	—	450	450	65	65	20	1,050	Tuberculos. pulmon.
18	J. S.	77	—	480	480	70	70	22	1,122	Myocardit. chr.
19	M. A.	77	152	557	557	72	70	27	1,283	Vitium cordis.
20	M. B.	78	159	475	490	160			1,125	Marasm. senil.
21	L. A.	78	151	425	430	50	50	22	977	Cancer recti.
22	C. A.	78	155	532	540	74	72	27	1,245	» uteri + Peritonit.
23	A. K.	78	159	510	510	65	62	22	1,169	» recti.
24	A. F.	78	161	480	480	150			1,110	Abscessus pulmon.
25	S. H.	78	157	570	575	68	65	25	1,303	Myocardit. chr.
26	H. L.	78	155	505	510	68	68	25	1,176	Bronchitis.
27	J. S.	78	155	485	480	65	65	23	1,118	Pneumonia ac.
28	A. H.	79	—	490	485	160			1,135	Cancer vesicæ urin.
29	S. K.	79	158	530	522	67	65	25	1,209	» ventriculi.
30	J. B.	79	163	505	505	73	73	25	1,181	» vaginæ.
31	E. L.	79	160	—	—	—	—	—	1,075	Cor adiposum.
Summa				13,593	13,591	1,172	1,156		35,727	
Mittel				503	503	65	64		1,152	

*Alter 80—81 Jahre.*

1	M. H.	80	151	470	470	135			1,075	Arteriosclerosis.
2	M. R.	80	—	480	485	160			1,125	Sarcoma ovarii.
3	J. J.	80	158	585	585	75	74	27	1,346	Arteriosclerosis.
4	E. J.	80	157	460	455	60	60	22	1,057	Myocardit. chr.
5	J. A.	80	158	475	475	70	65	25	1,110	Pneumonia ac.
6	C. T.	80	154	485	485	70	70	25	1,135	Arteriosclerosis.
7	A. E.	80	153	445	450	62	60	20	1,037	»
8	M. L.	80	161	570	575	65	65	20	1,300	Bronchiectasia.
9	C. T.	81	164	—	—	—	—	—	1,055	Cancer pulmonis.
10	J. F.	81	152	477	472	65	63	24	1,101	Nephritis chron.
11	R. A.	81	156	500	507	125		22	1,154	Bronchiectasia.
12	E. E.	81	153	455	460	122		20	1,057	Arterioscl. + Marasm. sen.
13	A. H.	81	151	490	500	62	62	24	1,138	Ruptura cordis.

Zahl	Initialen der Pat.	Alter	Körpergrösse	Grosshirn-hemisphäre		Kleinhirn-hemisphäre		Pons + Medulla obl.	Gesamt-hirngewicht	Krankheit und Todesursache
				Rechte	Linke	Rechte	Linke			
14	M. T.	81	158	465	462	65	65	22	1,079	Ruptura aneurysm. art. coron.
15	M. N.	81	163	495	495	75	72	27	1,164	Cholelithiasis.
16	C. A.	81	150	510	510	65	65	27	1,177	Carcinosis.
17	H. W.	81	151	440	440	57	57	22	1,016	Arteriosclerosis.
18	H. H.	81	157	527	525	65	63	20	1,200	Diabetes mellitus.
19	B. M.	81	164	462	460	65	65	22	1,074	Myocardit. chron.
20	A. A.	81	155	500	500	68	68	20	1,156	Arteriosclerosis.
21	L. K.	82	147	410	410	125			945	Nephritis chron.
22	S. C.	82	153	554	540	68	66	23	1,251	Cancer pancreatis.
23	M. S.	82	162	505	500	135		23	1,163	Arterioscl. + Thromb. art. pulm.
24	A. V.	82	160	430	430	107		16	983	Bronchiectasie.
25	F. L.	82	170	509	500	122		25	1,156	Arteriosclerosis.
26	C. S.	82	161	493	500	57	57	23	1,230	»
27	A. Å.	82	159	550	550	75	72	20	1,276	Cancer flexur. sigm.
28	C. G.	82	153	480	480	65	65	22	1,112	» ventriculi.
29	F. H.	82	149	478	480	55	55	25	1,093	» ovarii.
30	K. M.	82	141	440	445	55	55	20	1,015	Marasm. senil.
31	O. V.	82	155	470	475	55	55	20	1,075	Arteriosclerosis.
32	G. L.	83	147	590	595	155			1,340	»
33	S. L.	83	151	490	480	145			1,115	Cancer uteri.
34	M. B.	83	152	515	520	180			1,215	Myocardit. chron.
35	M. S.	83	—	505	500	165			1,170	Thrombos. art. pulmon.
36	G. K.	83	165	535	535	70	70	20	1,230	Cancer oris.
37	K. L.	83	154	482	482	62	60	24	1,110	Bronchopneumonia.
38	J. L.	83	157	—	—	—	—	—	1,100	Diabetes mellit.
39	L. J.	83	162	540	543	75	75	32	1,365	Cholelithiasis.
40	C. E.	83	146	445	448	65	60	22	1,040	Myocardit. chron.
41	C. C.	84	—	440	430	140			1,010	Arteriosclerosis.
42	E. K.	84	151	480	480	150			1,110	Cardio-arterioscler.
43	C. T.	84	155	555	555	72	70	25	1,277	Arterioscl. + Gangræn. sen.
44	A. L.	84	150	515	517	65	65	22	1,184	Emphysema pulm.
45	R. J.	84	137	450	450	50	50	15	1,015	Marasm. senil.
46	A. W.	84	146	477	475	60	60	20	1,092	Bronchitis.
47	J. T.	84	159	508	500	57	57	20	1,142	Myocarditis.
48	N. L.	84	—	542	540	70	70	27	1,249	Ileus.
49	K. O.	84	169	435	435	60	62	27	1,049	Gangræna senil.
Summa				23,114	23,106	2,125	2,098		55,668	
Mittel				492	492	56	55		1,136	

*Alter 85—89 Jahre.*

1	M. J.	85	154	430	440	150			1,020	Pemphigus acutus.
2	J. K.	85	149	545	550	170			1,265	Arterioscl. + Tbc. pulmon.
3	E. K.	85	—	520	520	165			1,205	Arteriosclerosis.
4	S. O.	85	151	430	432	122		20	1,004	Nephritis chr. + Marasm.
5	K. K.	85	160	480	485	62	62	21	1,110	Bronchopneumonia + Marasm.

Zahl	Initialen der Pat.	Alter	Körpergrösse	Grosshirn-hemisphäre		Kleinhirn-hemisphäre		Pons + Medulla obl.	Gesamt-hirngewicht	Krankheit und Todesursache
				Rechte	Linke	Rechte	Linke			
6	C. N.	85	154	490	500	70	60	22	1,142	Bronchopneumonia
7	A. E.	85	165	450	452	65	65	22	1,054	Myocardit. chr.
8	C. B.	85	152	500	505	65	63	25	1,158	Arteriosclerosis.
9	U. S.	86	145	527	515	67	67	25	1,201	Marasm. senil.
10	A. S.	86	140	450	450	60	60	20	1,040	Bronchopneumonia.
11	U. S.	87	162	—	—	—	—	—	1,110	Arterioscler. + Pneumonia.
12	M. E.	87	152	910		140			1,050	Marasm. senil.
13	A. B.	87	159	537	537	135		24	1,133	Marasm. + Bronchopneumonia.
14	A. W.	87	154	400	400	112		20	932	Myocardit. chr.
15	A. V.	87	147	420	430	155			1,005	Melanosarcoma.
16	M. S.	87	153	505	510	65	65	20	1,165	Bronchopneumonia.
17	L. L.	87	140	462	462	70	70	23	1,087	»
18	C. S.	87	155	465	465	68	68	27	1,093	Myocarditis. chr.
19	A. B.	87	153	460	465	70	65	23	1,082	Marasm. senil.
20	M. H.	87	166	990		65	62	25	1,142	Myocarditis chr.
21	K. G.	88	155	505	505	170			1,180	Nephritis chr. + Arterioscl.
22	J. S.	88	—	510	510	165			1,185	Marasm. + Hernia crur. incarc.
23	W. K.	88	147	452	445	65	62	22	1,046	Arteriosclerosis + Bronchitis.
24	M. G.	88	157	385	390	55	50	18	898	»
25	E. N.	88	—	510	500	134			1,134	Myocarditis.
26	A. P.	89	—	460	470	150			1,080	Marasm. senil. + Tumor ovarii.
27	A. H.	89	149	520	518	60	60	22	1,180	Bronchopneumonia + Pleurit.
28	C. S.	89	146	485	490	62	62	23	1,122	Arteriosclerosis.
29	R. S.	89	157	470	470	65	65	22	1,092	Pyelonephritis.
30	C. B.	89	152	500	500	65	65	22	1,152	Marasm. senil.
31	K. L.	89	155	480	480	60	60	22	1,102	Bronchopneumonia.
32	C. L.	89	163	520	525	72	68	25	1,200	»
Summa				13,868	13,921	1,231	1,199		35,369	
Mittel				478	480	65	63		1,105	
<i>Alter 90—94 Jahre.</i>										
1	H. G.	90	151	855		57	59	17	988	Marasm. senil + Bronchit.
2	L. N.	90	161	472	475	75	72	22	1,116	Paralysis agitans + Arterioscl.
3	K. A.	90	146	472	467	55	50	20	1,064	Arteriosclerosis.
4	H. W.	90	160	500	490	75	75	25	1,165	Marasm. senil.
5	M. C.	90	155	450	448	70	68	22	1,058	»
6	M. H.	91	155	515	510	160			1,185	»
7	C. S.	91	151	470	472	65	65	20	1,092	Myocarditis.
8	V. F.	91	150	500	500	65	65	23	1,153	Pneumonia ac.
9	H. V.	91	144	430	430	62	62	20	1,004	Bronchopneumonia.
10	M. S.	91	157	492	490	65	65	25	1,137	Cardiosclerosis.
11	L. N.	92	156	920		67	65	24	1,076	Pericarditis exsud.
12	E. S.	92	152	447	435	55	52	15	1,004	Marasm. senil.
13	A. W.	92	154	515	510	60	58	22	1,165	»
14	A. S.	92	148	440	440	67	67	22	1,036	Arteriosclerosis.

Zahl	Initialen der Pat.	Alter	Körpergrösse	Grosshirn-hemisphäre		Kleinhirn-hemisphäre		Pons + Medulla obl.	Gesamt-hirngewicht	Krankheit und Todesursache
				Rechte	Linke	Rechte	Linke			
15	A. M.	93	165	485	485	65	65	25	1,125	Marasm. senil.
16	E. R.	93	142	450	450	55	55	22	1,032	Cardiosclerosis.
17	A. W.	94	140	350	350	130			830	Marasm. senil.
18	A. E.	94	151	532	532	70	70	23	1,227	Bronchopneumonia.
Summa				7,520	7,484	1,028	1,013		19,457	
Mittel				470	468	64	64		1,981	
<i>Alter 95—100 Jahre.</i>										
1	M. P.	95	158	795		92		20	907	Marasm. senil.
2	C. F.	95	149	450	448	67	67	22	1,054	» »
3	J. S.	96	151	450	452	60	60	20	1,042	» »
Summa				900	900	127	127		3,003	
Mittel				450	450	64	64		1,001	

Die in den vorhergehenden Tabellen gemachten Angaben sind geeignet, verschiedene mehr oder weniger umstrittene Fragen zu beleuchten. Auf die in den einzelnen Altersabschnitten vorkommenden grossen individuellen Variationen gehe ich vorläufig nicht näher ein. Grösseres Interesse beanspruchen die mittleren Gesamthirngewichte der verschiedenen Altersklassen von beiden Geschlechtern. Zur Übersicht stelle ich dieselben in folgender Tabelle zusammen.

Zahl der Fälle	Männer		Zahl der Fälle	Weiber	
	Jahre	Mittleres Hirngewicht		Jahre	Mittleres Hirngewicht
8	25—49	1,389	21	25—49	1,277
13	50—59	1,290	17	50—59	1,288
10	60—64	1,333	20	60—64	1,263
6	65—69	1,393	26	65—69	1,207
10	70—74	1,370	35	70—74	1,219
	75—79		31	75—79	1,152
7	80—84	1,201	49	80—84	1,136
	85—89		32	85—89	1,105
			18	90—94	1,081
			3	95—99	1,001
54			252		

Nach allen Autoren ist das männliche Gehirn schwerer als das weibliche. Dies ist — wie aus der obenstehenden Tabelle hervorgeht — auch der Fall in der vorliegenden Serie von Gehirnwägungen. Nach den meisten Angaben beträgt bei Erwachsenen der Unterschied des Hirngewichtes zwischen beiden Geschlechtern 120 bis 162 Gramm

(BISCHOFF).<sup>1</sup> Nach den von RETZIUS<sup>2</sup> veröffentlichten Untersuchungen über das Hirngewicht der Schweden (450 Männer und 250 Weiber) beläuft sich die Mittelzahl der Differenz zwischen beiden Geschlechtern auf 151 Gramm. Für die hessische Bevölkerung hat MARCHAND<sup>3</sup> das mittlere Hirngewicht des erwachsenen Mannes (15 bis 50 Jahre) zu 1400 g., das des erwachsenen Weibes zu 1275 g., also eine Differenz von 125 g., berechnet. Aus meinem Material, das zum grössten Teil aus den höheren und höchsten Lebensaltern herrührt, ergibt sich eine mittlere Differenz von nur 100 Gramm.

Die Bedeutung des Unterschiedes im mittleren Hirngewicht zwischen dem männlichen und weiblichen Geschlecht ist noch immer Gegenstand streitiger Ansichten. Einige Autoren (z. B. TIEDEMANN<sup>4</sup> und in letzter Zeit WEIGNER<sup>5</sup>) schliessen sich der ziemlich verbreiteten Anschauung an, dass das geringere Hirngewicht des Weibes von ihrer geringeren Körperlänge abhängig sei. Allein auf diese Weise wird doch der Gewichtsunterschied zwischen beiden Geschlechtern nicht erklärt, denn die Männer haben im Durchschnitt — wie u. a. PARCHAPPE,<sup>6</sup> THURMANN,<sup>6</sup> MARCHAND<sup>7</sup> gezeigt haben — ein erheblich höheres Hirngewicht als die Weiber von *gleicher Grösse*. Durch den grazileren Körperbau des Weibes wird die Geschlechtsdifferenz im Hirngewicht auch nicht genügend erklärt. Zweifellos ist — wie MARCHAND<sup>8</sup> sagt — »die geringere Grösse des Gehirns beim weiblichen Geschlecht der Ausdruck einer anderen Organisation des weiblichen Körpers»; und in den wesentlichen Verschiedenheiten zwischen den männlichen und weiblichen Geistesfähigkeiten ist sicherlich auch die Erklärung des Geschlechtsunterschiedes im Hirngewicht hauptsächlich zu suchen.

Wie aus meiner obigen Rekapitulation der mittleren Gesamthirngewichte in verschiedenen Lebensaltern ersichtlich ist, beträgt für das Altersstadium vom 25.—49. Lebensjahr das mittlere Hirngewicht der Männer 1389 g., dasjenige der Weiber 1277g., Mittelzahlen, welche sehr nahe mit den von MARCHAND für die hessische Bevölkerung im Alter von 15 bis 50 Jahren gefundenen (ca. 1400 g. für das männliche, 1275 für das weibliche Geschlecht) übereinstimmen.

Ferner geht aus meiner Übersichtstabelle (S. 13) hervor, dass — abgesehen von einer in der Altersklasse von 50.—59. Jahren bei Männern vorkommenden Abnahme des Hirngewichtes, auf welche bei der geringen Zahl der Beobachtungen kein besonderer Wert zu legen ist — das mittlere Hirngewicht der Weiber, wenigstens bis zum 65. Jahre, dasjenige der Männer bis zum 80. Jahre ziemlich stationär bleibt, und dass in den höheren und höchsten Lebensaltern eine deutliche Abnahme des Hirngewichts zu finden ist.

Es erscheint mir unstatthaft, nur aus diesen meinen eigenen, oben (S. 13) zusammen-

<sup>1</sup> l. c. S. 21.

<sup>2</sup> l. c. S. 68.

<sup>3</sup> l. c. S. (45) 435.

<sup>4</sup> FRIEDRICH TIEDEMANN, Das Hirn des Negers mit dem des Europäers und Orang-Outangs verglichen. Heidelberg 1837. S. 18.

<sup>5</sup> K. WEIGNER, Ein Beitrag zur Bedeutung des Gehirngewichts beim Menschen. Anat. Hefte Iste Abt. 71. Heft (23. Bd. H. 1). Wiesbaden 1903.

<sup>6</sup> Zitiert nach H. CHARLTON BASTIAN, The Brain as an organ of mind. London 1880. S. 356.

<sup>7</sup> l. c. S. (28) 418.

<sup>8</sup> l. c. S. (30) 420.



gestellten Zahlen irgend welche allgemeinere und bestimmtere Schlüsse bezüglich des mittleren Hirngewichts in den verschiedenen Altersperioden abzuleiten, weil meine Beobachtungen wenigstens in Betreff der männlichen Gehirne und auch bezüglich derjenigen der Weiber im jüngeren Lebensalter zu gering sind. Was die höheren Lebensalter (bei Weibern) dagegen betrifft, so ist das von mir zusammengetragene Beobachtungsmaterial grösser als in irgend einer der bisherigen Zusammenstellungen. Um die eben erwähnten Lücken in meiner Beobachtungsserie auszufüllen und dadurch sichere Ergebnisse zu erhalten, habe ich die von RETZIUS und die von mir beobachteten Hirngewichte verschiedener Altersperioden zusammengeführt und aus diesen Summen Mittelzahlen berechnet.

RETZIUS hat seine Fälle in Tabellen nach dem Alter aufgestellt; er hat dieselben aber nicht nach dem Alter gruppiert. Eine solche Gruppierung ist in der dieser Abhandlung beigefügten Tabelle von mir ausgeführt worden.

Die aus den von RETZIUS veröffentlichten Zahlen berechneten Mittelwerte des Hirngewichts bei Männern und Weibern in verschiedenen Lebensaltern stelle ich in nachfolgender Tabelle zusammen.

Alter	Männer			Weiber		
	Mittleres Hirngewicht	+	-	Mittleres Hirngewicht	+	-
14—19	1,429	11	8	1,266	9	8
20—29	1,444	30	37	1,285	17	28
30—39	1,416	49	49	1,268	24	22
40—49	1,387	54	49	1,247	22	24
50—59	1,393	41	49	1,238	25	24
60—64	1,353	15	17	1,251	11	14
65—69	1,343	10	9	1,230	9	3
70—74	1,337	4	2	1,206	7	7
75—79	1,374	7	3	1,171	3	3
80—84	1,273	3	3	—	—	—
		224	226		127	123
		450			250	

± } bedeutet die Anzahl der Fälle mit  $\left\{ \begin{array}{l} \text{höherem} \\ \text{niedrigerem} \end{array} \right\}$  Gehirngewichte als das mittlere.

Unter den aus den RETZIUS'schen Beobachtungsreihen gewonnenen Mittelzahlen findet man auffallend hohe Hirngewichte für einige der jüngeren Altersklassen, besonders bei Männern im Alter von 20 bis 29 Lebensjahren. Diese Steigerung des mittleren Hirngewichts in den genannten Altersklassen lässt sich vielleicht zum Teil durch die Todesursachen erklären. Junge Leute werden nämlich relativ häufiger als ältere durch akute Infektionen weggerafft; und solche Krankheiten pflegen — wie MARCHAND hervorhebt — durch das Zustandekommen einer serösen Durchtränkung der Gehirns substanz selbst eine Vermehrung des Hirngewichtes herbeizuführen. Abgesehen von den eben erwähnten hohen

Gewichtszahlen bleiben die Durchschnittszahlen der übrigen Altersklassen ziemlich stationär für die Männer bis zum 9. Jahrzehnt und für die Weiber bis zum 8. Jahrzehnt, nach welchen Perioden eine Abnahme des Hirngewichtes zu beobachten ist.

In folgender Tabelle habe ich für verschiedene Altersperioden, welche aus der Tabelle zu erschen sind, eine Berechnung der Durchschnittszahlen des Hirngewichtes aus sämtlichen Einzelgewichten des RETZIUS' schen und des meinigen Beobachtungsmaterials ausgeführt.

Alter Jahre	Männer			Weiber		
	Zahl der Fälle	Summe der Einzel- gewichte	Mittleres Hirngewicht	Zahl der Fälle	Summe der Einzel- gewichte	Mittleres Hirngewicht
14—49	295	416,598	1,412	165	208,977	1,267
50—59	103	142,296	1,382	66	82,534	1,251
60—64	42	56,626	1,396	45	56,530	1,256
65—69	25	33,864	1,355	38	46,152	1,215
70—74	9	12,214	1,357	49	59,555	1,215
75—79	17	23,244	1,367	37	42,755	1,156
80—84	9	11,434	1,270	49	55,668	1,136
85—89	4	4,611	1,153	32	35,369	1,105
90—94				18	19,457	1,081
95—99				3	3,003	1,001
	504			502		

Aus diesem beachtenswerten Material, 1006 schwedische Gehirne (504 männliche und 502 weibliche) umfassend, dürfte man im grossen und ganzen ziemlich zuverlässige Resultate gewinnen können. Nach den in der obenstehenden Tabelle angeführten Mittelzahlen der einzelnen Altersklassen zu urteilen, hat das Gehirn im Alter zwischen 14—49 Jahren bei beiden Geschlechtern sein maximales Gewicht (1412 g. beim Manne und 1267 g. beim Weibe). Von da ab hält sich das Hirngewicht ziemlich konstant beim Manne bis zum 80. Lebensjahr und beim Weibe bis zum 65—75. Lebensjahr. Nach diesen Lebensaltern ist eine immer fortschreitende Abnahme des Hirngewichtes festzustellen.

Zwei wichtige Fragen in Bezug auf das Hirngewicht des Menschen, welche noch nicht endgültig entschieden sind, lauten: wann erreicht das Gehirn sein grösstes Gewicht und wann beginnt die senile Atrophie desselben? In beiden Fragen gehen die Ansichten ziemlich weit auseinander. Ich erachte es nicht nötig, auf eine ausführliche geschichtliche Darstellung einzugehen, sondern will in dieser Hinsicht auf die Arbeiten von BISCHOFF und MARCHAND hinweisen. Es scheint mir jedoch von Interesse zu sein die von diesen beiden Verfassern mitgeteilten Übersichtstabellen über den Einfluss des Alters auf das Hirngewicht hier anzuführen, um die Resultate meiner eigenen Untersuchung mit denjenigen anderer Beobachter, die mit einem ziemlich grossen Material gearbeitet haben, zu vergleichen.

## Übersichtstabelle nach Bischoff.

Männer			Weiber		
Zahl der Fälle	Jahre	Mittleres Hirngewicht in Grm	Zahl der Fälle	Jahre	Mittleres Hirngewicht in Grm
16	17—19	1,340	19	15—19	1,242
86	20—29	1,396	93	20—29	1,234
182	30—39	1,365	96	30—39	1,233
96	40—49	1,366	44	40—49	1,240
96	50—59	1,375	39	50—59	1,200
45	60—69	1,323	32	60—69	1,178
24	70—85	1,279	18	70—82	1,121
Alle Fälle			Alle Fälle		
545	17—85	1,361	341	15—82	1,220

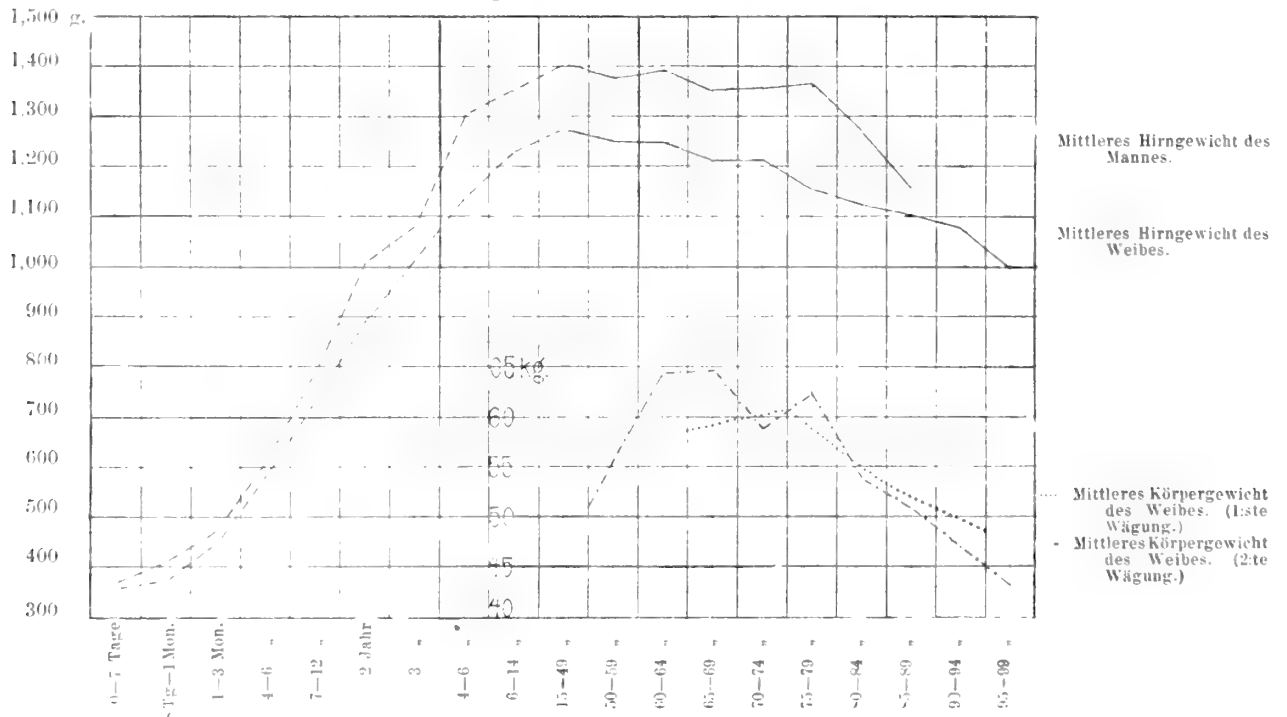
## Übersichtstabelle nach Marchand.

Männliche Gehirne			Weibliche Gehirne		
Alter	Zahl der Fälle	Mittel	Zahl der Fälle	Mittel	
0—7 Tage . . . . .	16	371	8	361	
8 Tg.—1 Mon. . . . .	23	411	15	375	
1—3 Mon. . . . .	40	474	27	450	
4—6 Mon. . . . .	18	612	17	587	
7—12 Mon. . . . .	13	796	19	802	
2 Jahr (1—2) . . . . .	23	1,011	14	896	
3 Jahr (2—3) . . . . .	9	1,080	8	1,099	
4 Jahr (3—4) . . . . .	10	1,310	7	1,024	} 1,140
5 Jahr (4—5) . . . . .	14	1,273	14	1,183	
6 Jahr (5—6) . . . . .	10	1,343	2	1,245	} 1,230
6—9 Jahr . . . . .	23	1,360	21	1,237	
10—14 » . . . . .	24	1,346	14	1,221	} 1,275
15—19 » . . . . .	37	1,404	20	1,309	
20—29 » . . . . .	111	1,416	49	1,293	} 1,223
30—39 » . . . . .	66	1,391	51	1,269	
40—49 » . . . . .	86	1,403	58	1,257	} 1,223
50—59 » . . . . .	98	1,370	52	1,260	
60—69 » . . . . .	64	1,370	33	1,215	} 1,223
70—83 » . . . . .	31	1,324	25	1,159	

Aus seiner Zusammenstellung schliesst BISCHOFF, dass »bei Männern das Maximum des Hirngewichtes im 20. Lebensjahre noch nicht erreicht ist; wohl aber bei den Weibern, während dasselbe bei jenen erst zwischen 20 und 30 Jahren eintritt» und dass »bei beiden Geschlechtern das Gehirngewicht im höheren Lebensalter abnimmt, und zwar bei dem

Manne zwischen 60 und 70 Jahren, bei dem Weibe schon zwischen 50 und 60 Jahren. Die Abnahme steigt auch bei beiden mit fortschreitendem Alter.»

Durch mehr oder weniger umfangreiche Beobachtungen von BOYD, PARROT, VIERORDT, MIES, PFISTER, MARCHAND ist die Zunahme des Hirngewichts in der Wachstumsperiode ziemlich genau festgestellt; die in der obenstehenden Übersichtstabelle nach MARCHAND wiedergegebenen Mittelzahlen für die einzelnen Altersstufen der Wachstumsperiode dürften im grossen und ganzen einen ziemlich hohen Grad von Zuverlässigkeit beanspruchen können — abgesehen von einigen auf deutliche Zufälligkeiten beruhenden kleinen Abweichungen wie im 4. bis 5. Jahre bei den männlichen Individuen und im Verhalten der mittleren Hirngewichte beider Geschlechter sowohl in der Altersstufe



Taf. I.

7—12 Mon. als im 3. Jahre. Auch kommt man sicherlich der Wahrheit nahe, wenn man mit MARCHAND annimmt, dass »das Wachstum des Gehirns beim männlichen Geschlecht im 20., beim weiblichen Geschlecht zwischen dem 16. und 18. Lebensjahre seinen Abschluss erreicht«. Die Abnahme des mittleren Hirngewichts tritt nach den Beobachtungen MARCHAND'S<sup>1</sup> beim Manne erst nach dem 70. Lebensjahre, beim Weibe nach dem 60. Jahre hervor.

Besserer Übersicht halber habe ich in den beistehenden Kurven das mittlere Hirngewicht beider Geschlechter in den einzelnen Altersklassen von der Geburt bis zu den höchsten Lebensjahren graphisch dargestellt. Der Teil der Kurven, der mit punktierten Linien gezeichnet ist, bezeichnet die in der Übersichtstabelle S. 17 nach MARCHAND wiedergegebenen Mittelzahlen; doch sind die kleinen zufälligen Abweichungen in den

<sup>1</sup> l. c. S. 413.

Altersstufen 7—12 Monate und 3. Jahr der weiblichen Individuen aus der (unteren) Kurve ausgeschieden. Den mit ausgezogenen Linien bezeichneten Kurven vom 50. Jahre ab bis zur letzten Altersperiode (95 bis 99 Jahre) liegen die aus sämtlichen RETZIUS'schen und meinen eigenen Einzelbeobachtungen gewonnenen Mittelzahlen zu Grunde. Die obere Kurve stellt die Hirngewichte der männlichen, die untere Kurve diejenige der weiblichen Individuen dar. Die Abscisse gibt die verschiedenen Altersstufen, die Ordinate die mittleren Hirngewichte in Gramm an.

Nach dieser auf die eben genannten Angaben gegründeten graphischen Darstellung dürfte man zusammenfassend mit Sicherheit behaupten können:

1) dass schon von der Geburt an ein Geschlechtsunterschied im Gewicht des Gehirns bemerkbar ist<sup>1</sup> und dass in allen Altersklassen die Mittelgewichte der weiblichen Gehirne sich unter den Mittelzahlen des Mannes halten;

2) dass das Wachstum des Gehirns so schnell erfolgt, dass sein Gewicht schon vor Ablauf des 3. Lebensjahres verdreifacht ist und dass schon im 4.—5. Lebensjahre die Mittelgewichte etwa der unteren Grenze des normalen Hirngewichtes der Erwachsenen (aus der Tab. S. 17 ersichtlich) entsprechen;

3) dass das Gehirn bei beiden Geschlechtern seine grösste Schwere im Altersstadium von 15—49 Jahren hat;

4) dass eine deutliche Abnahme des Hirngewichtes beim Manne nach dem 80. Lebensjahr, beim Weibe wenigstens ein Quinquennium früher zu beobachten ist; und

5) dass diese Abnahme des Hirngewichtes in der Altersperiode 80.—84. Jahr bei beiden Geschlechtern so weit fortgeschritten ist, dass die mittleren Hirngewichte dieser Periode denjenigen 4—6-jähriger entsprechen, welcher Umstand den Ausspruch berechtigt, dass diese alten Leute auch mit Rücksicht auf ihr Hirngewicht im allgemeinen »in Kindheit verfallen«.

Dass die regressiven Veränderungen des Gehirns schon ziemlich weit fortgeschritten sind, wenn die Altersatrophie des Organs sich sogar mit der Wage nachweisen lässt, ist selbstverständlich. Den Zeitpunkt zu entscheiden, wo die senile Involution des Gehirns *beginnt*, ist eine schwierige Aufgabe. Man hat zu diesem Zweck unsere Kenntnisse sowohl der pathologisch-anatomischen wie der funktionellen Veränderungen des Gehirns benützt. Dass das Gehirn des Weibes frühzeitiger der senilen Involution anheimfällt als dasjenige des Mannes, ist als ein Ausdruck des frühzeitigen Alterns des Weibes aufzufassen. Mit dem Altern tritt auch eine Abnahme der geistigen Leistungsfähigkeit ein, und demnach ist nach MÖBIUS<sup>2</sup> »vom Klimakterium, durch das das Weib ein 'altes Weib' wird, eine Abschwächung seiner Geistesfähigkeiten zu erwarten«. Es fehlt auch nicht an Angaben über eine schon nach dem 50. Lebensjahr beim Weibe eintretende Abnahme des Hirngewichtes, z. B. von SIMS,<sup>3</sup> HUSCHKE,<sup>4</sup> MEYNERT,<sup>3</sup> REID<sup>3</sup> und PEACOCK,<sup>3</sup> BROCA<sup>3</sup> and SAPPEY.<sup>3</sup> Es ist zu bemerken, dass — wie sich am deutlichsten aus der gra-

<sup>1</sup> Dies Verhältnis ist schon von TIEDEMANN (1837) hervorgehoben.

<sup>2</sup> P. J. MÖBIUS, Über den physiologischen Schwachsinn des Weibes. Halle 1900.

<sup>3</sup> Zit. nach BISCHOFF.

<sup>4</sup> EMIL HUSCHKE, Schädel, Hirn und Seele des Menschen und der Thiere nach Alter, Geschlecht und Race. Jena 1854.

phischen Darstellung meiner Beobachtungsergebnisse ergibt — das mittlere Hirngewicht beim Weibe vom 50. Jahre ab allmählich ein wenig abnimmt. Um eine richtige Deutung dieses Befundes zu geben, ist jedoch ein noch viel grösseres Material nötig. Zu welchen falschen Ergebnissen in Bezug auf den Einfluss verschiedener Faktoren auf das mittlere Hirngewicht des Menschen man gelangen kann, wenn man denselben eine zu geringe Anzahl von Beobachtungen zu Grunde legt, geht kaum deutlicher als aus der Arbeit WEIGNER's hervor. Aus den durch seine Wägungen erzielten Resultaten schliesst er nämlich, dass »das Gehirngewicht in keinem direkten Zusammenhange mit dem Alter steht« ohne zu berücksichtigen, dass seine Mittelzahlen für die Altersperiode 71—80 Jahre lediglich aus 7 Einzelfällen (3 männlichen und 4 weiblichen) und für die Periode 81—82 Jahre aus 3 Einzelfällen (1 männlichen und 2 weiblichen) ermittelt sind. Das hohe Alter hat — wie aus den obigen Auseinandersetzungen zu ersehen ist — im Gegenteil einen erheblichen Einfluss auf das Hirngewicht, weshalb es um zuverlässige Mittelzahlen für das Hirngewicht des Erwachsenen zu erhalten absolut notwendig ist, dass die senilen Gehirne ausgemerzt werden — eine Forderung, die auch MARCHAND hervorhebt.

Nach der Auffassung REICHARDT's<sup>1</sup> sind überhaupt alle Arbeiten über das Hirngewicht und ihre Folgerungen (soweit sie die Physiologie und Pathologie des Gehirnes betreffen) als wertlos zu bezeichnen, wenn nicht *Hirngewicht* und *Schädelkapazität* in Beziehung zu einander gesetzt werden. Diese scharfe Kritik REICHARDT's erscheint mir nicht gerechtfertigt. Es unterliegt keinem Zweifel, dass Massenuntersuchungen über das Hirngewicht nach genauen, einheitlichen Methoden wertvolle Resultate geben können. Natürlicherweise sind die Bestimmungen des Verhältnisses zwischen Schädelkapazität und Hirngewicht von grosser Bedeutung. Sie sind aber ziemlich umständlich auszuführen und geben bei weitem nicht immer eine richtige Vorstellung von dem Grad der Atrophie des Gehirnes, denn nach meiner eigenen Erfahrung trifft man nicht selten in Fällen von Gehirnatrophie in den höheren Lebensaltern eine hochgradige, wahrscheinlich sekundäre, kompensatorische Verdickung des Schädeldaches vorzugsweise in Form von Hyperostosen an der Innenseite der Frontalknochen.

Es liegt nahe anzunehmen, dass die bei hohem Alter abnehmende Hirntätigkeit von einem Abnutzen der Hirnteile, Fasern und Ganglienzellen, abhängig ist. Über die Bedeutung der von einigen Autoren bei alten Leuten beobachteten Degenerationserscheinungen am Gehirne ist es noch zu früh zu urteilen; über das Alter, in welchem sie aufzutreten pflegen, fehlen uns noch genügende Kenntnisse<sup>2</sup>.

Bisher habe ich nur das Gesamthirngewicht besprochen. Wie aus den Tabellen der Einzelgewichte ersichtlich ist, habe ich auch auf die Gewichtsverhältnisse der einzelnen Teile des Gehirnes (Grosshirn- und Kleinhirnhemisphären, Brücke mit verlängertem Mark) Rücksicht genommen. Wie schon erwähnt, sind alle Gehirne mit nach-

<sup>1</sup> MARTIN REICHARDT, Über die Untersuchung des gesunden und kranken Gehirnes mittels der Wage. Jena. Fischer. 1906.

<sup>2</sup> Siehe z. B. M. MÜHLMANN, Über die Ursache des Alters. Wiesbaden 1900.

weisbaren krankhaften Veränderungen (z. B. Blutungen und Erweichungen), die offenbar einen Gewichtsunterschied zwischen beiden Hemisphären zur Folge haben, aus meiner Beobachtungsreihe ausgeschieden. Zuverlässige Resultate sind deshalb aus meinen Beobachtungen zu erwarten bezüglich der Gewichtsverhältnisse beider Hemisphären zu einander und bezüglich des Kleinhirngewichtes, des absoluten und des relativen im Verhältnis zu demjenigen des Grosshirns. Ob im allgemeinen die beiden Grosshirnhemisphären gleich schwer sind oder ob die eine Hemisphäre schwerer ist als die andere, darüber ist man noch nicht einig. Während z. B. LIEPMANN<sup>1</sup> das *grössere Gewicht der linken Hemisphäre für erwiesen hält*, geht nach REICHARDT,<sup>2</sup> auf dessen schon zitierte Arbeit ich bezüglich der Literatur dieser Frage verweise, »aus den Wägungstabellen in der Würzburger psychiatrischen Klinik unwiderleglich hervor, dass die ganz ausserordentliche Mehrzahl der Gehirne absolut gewichtsgleiche Hemisphären hat.«

Aus den durch meine Beobachtungen erhaltenen Resultaten (siehe die Tabellen S. 4—13) ist auch deutlich zu ersehen, dass die rechte und die linke Grosshirnhemisphäre in allen Lebensaltern im allgemeinen an Gewicht absolut gleich sind. Dasselbe gilt von den Kleinhirnhemisphären. Die sehr kleinen Gewichtsunterschiede liegen natürlich innerhalb der Grenzen unvermeidlicher Fehler; es ist nämlich nicht möglich, die Hemisphären absolut symmetrisch abzutheilen.

Nach Angabe NAUNYN's<sup>3</sup> ist es vorzugsweise in der linken, funktionell stärker beanspruchten Hemisphäre und zwar in dem linken Schläfenlappen, wo die Altersatrophie des Hirns sich lokalisiert. In Folge dessen könnte man in den höheren Lebensaltern eine Gewichtsungleichheit der Hemisphären erwarten. Dies ist aber nicht der Fall.

Aus allen meinen Einzelfällen, in welchen Grosshirn und Kleinhirn gesondert gewogen sind, habe ich für die einzelnen Altersperioden beider Geschlechter die Gesamt- und Durchschnittsgewichte des Gross- und Kleinhirns und das relative Kleinhirngewicht im Verhältnis zum Grosshirn berechnet, wie aus folgender Tabelle ersichtlich ist.

Alter	M ä n n e r					W e i b e r					Durchschnittliches Verhältnis zwischen Klein- u. Grosshirn			
	Zahl der Fälle	Gesamtgewicht der Grosshirne aller Fälle	Mittleres Grosshirngewicht	Gesamtgewicht der Kleinhirne aller Fälle	Mittleres Kleinhirngewicht	Durchschnittliches Verhältnis zwischen Klein- u. Grosshirn	Zahl der Fälle	Gesamtgewicht der Grosshirne aller Fälle	Mittleres Grosshirngewicht	Gesamtgewicht der Kleinhirne aller Fälle		Mittleres Kleinhirngewicht		
20—49	5	6,139	<b>1,228</b>	724	<b>145</b>	1:8,5	17	18,841	<b>1,108</b>	2,340	<b>140</b>	} 140	1:8,1	
50—59	9	10,208	<b>1,356</b>	1,384	<b>154</b>	1:8,8	10	11,096	<b>1,110</b>	1,462	<b>146</b>		} 134	1:7,6
60—64	7	8,083	<b>1,155</b>	1,044	<b>149</b>	1:7,8	16	17,586	<b>1,099</b>	2,150	<b>134</b>			1:8,2
65—69	5	5,946	<b>1,189</b>	781	<b>156</b>	1:7,6	20	20,068	<b>1,003</b>	2,638	<b>132</b>	} 134	1:7,6	
70—74	} 6	6,869	<b>1,145</b>	900	<b>150</b>	1:7,6	25	26,598	<b>1,064</b>	3,478	<b>139</b>		} 127	1:7,7
75—79							20	20,024	<b>1,001</b>	2,595	<b>130</b>	1:7,7		
80—84	} 5	5,384	<b>1,075</b>	668	<b>134</b>	1:8,0	38	37,470	<b>986</b>	4,834	<b>127</b>	} 127	1:7,8	
85—89							21	19,964	<b>951</b>	2,672	<b>127</b>		1:7,5	
90—94							14	13,279	<b>948</b>	1,793	<b>128</b>	1:7,4		
94—99							3	2,595	<b>865</b>	346	<b>115</b>	115	1:7,4	

<sup>1</sup> Zit. nach REICHARDT.

<sup>2</sup> l. c.

<sup>3</sup> Lehrbuch der Greisenkrankheiten. Herausgegeben von Prof. d.r J. SCHWALBE. Stuttgart 1909.

Um die in meinen Beobachtungen vorkommenden grossen individuellen Schwankungen des absoluten Kleinhirngewichtes zu zeigen, habe ich aus den Einzelgewichten in den Tabellen auf S. 4—13 folgende Übersichtstabelle zusammengestellt.

Altersklasse	M ä n n e r		W e i b e r	
	Min.	Max.	Min.	Max.
20—49 Jahre	130	160	107	170
50—59 »	134	184	110	160
60—64 »	135	180	110	162
65—69 »	140	165	115	162
70—74 »	112	171	112	160
75—79 »			100	146
80—84 »	134	165	100	150
85—89 »			105	140
90—94 »	—	—	107	150
95—99 »	—	—	92	127

Was das absolute Kleinhirngewicht betrifft, so finde ich in Übereinstimmung mit anderen Beobachtern dasselbe grösser bei Männern als bei Weibern. Bei jenen schwankt das mittlere Kleinhirngewicht in den Lebensjahren 20—79 zwischen 145 und 156 Gramm und bei diesen im 20.—74. Lebensjahre zwischen 132 und 146 Gramm. Die in den späteren Lebensjahren erfolgende Gewichtsabnahme des Kleinhirns hält sich ungefähr proportional derjenigen des Grosshirns; ebenso wie in Betreff des Gesamthirngewichtes tritt eine deutliche Abnahme des Kleinhirngewichtes beim Manne im 9. Dezennium, beim Weibe nach dem 75. Jahre hervor. Der Gewichtsquotient  $\frac{\text{Grosshirn}}{\text{Kleinhirn}}$  liegt beim Manne zwischen 7,6 und 8,8 und beim Weibe zwischen 7,4 und 8,2.

Meine hier angegebenen Zahlen bezüglich des absoluten Gewichts des Kleinhirns und bezüglich des Verhältnisses des Kleinhirns zum Grosshirn stimmen ziemlich gut mit den von anderen Beobachtern gefundenen überein. Nach ROB. BOYD<sup>1</sup> schwankt das absolute Gewicht des Kleinhirns bei Männern zwischen 143 und 154 Gramm, bei Weibern zwischen 134 und 142 Gramm. Die Gewichtsverhältnisse des grossen und des eigentlichen kleinen Gehirns sind nach den meisten Autoren ziemlich schwankend. Ich verweise in dieser Hinsicht auf die Angaben bei HUSCHKE und BISCHOFF. REID<sup>1</sup> fand den Gewichtsquotient  $\frac{\text{Grosshirn}}{\text{Kleinhirn}}$  beim Manne wie 1 : 8,06, beim Weibe wie 1 : 7,87, PEACOCK<sup>1</sup> beim Manne wie 1 : 7,93, beim Weibe wie 1 : 7,98.

Nach REICHARDT<sup>2</sup> dürften Zahlen unter 6,5 und von 9,0 an aufwärts auf pathologische Zustände deuten.

<sup>1</sup> Zit. nach BISCHOFF.

<sup>2</sup> l. c.



## II. Einfluss der Körpergrösse auf das Hirngewicht.

Die Beziehung des Hirngewichtes zur Körpergrösse ist noch eine offene Frage, welche doch die vorliegenden Beobachtungen zu beantworten geeignet sind.

In den allermeisten meiner eigenen und der RETZIUS'schen Einzelbeobachtungen findet sich die Körpergrösse angegeben. In meinen eigenen Fällen sind die Messungen der Körperlänge mittelst eines besonders für diesen Zweck konstruirten Massstabes in der Rückenlage der Leichen auf dem Sektionstisch geschehen. Ich habe Anlass zu vermuten, dass in den Beobachtungen RETZIUS' dasselbe Verfahren bei den Messungen angewendet worden ist. Das Verhältniss des Hirngewichtes zur Körperlänge ist von RETZIUS nicht untersucht worden.

In den beigegebenen Tabellen (S. 50—61) habe ich meine eigenen Beobachtungen und diejenigen von RETZIUS nach Geschlecht und Körpergrösse gruppiert. Um den Einfluss der Wachstumsperiode und der senilen Atrophie auszuschliessen, habe ich die Altersklassen 20—64 Jahre für sich gruppiert und zwar nach der Körpergrösse in Abständen von je 1 cm.; auf dieselbe Weise sind dann die Fälle zwischen 65 und 84 Jahren gruppiert. Die so erhaltenen durchschnittlichen Mittelgewichte des Gesamthirngewichtes und des Kleinhirngewichtes für die Hauptgruppen verschiedener Körpergrösse stelle ich hierunter zusammen.

Körpergrösse Cm.	Zahl der Fälle (in Klammern) und durchschnittliches Gesamthirngewicht	Zahl der Fälle (in Klammern) und Durchschnitt- liches Kleinhirn- gewicht	Körpergrösse Cm.	Zahl der Fälle (in Klammern) und durchschnittliches Gesamthirngewicht	Zahl der Fälle (in Klammern) und durchschnitt- liches Kleinhirn- gewicht
<i>Männer von 20—64 J.</i>			<i>Männer von 65—84 J.</i>		
146—160	(33) <b>1,384</b>	—	136—160	(7) <b>1,314</b>	
161—170	(195) <b>1,386</b>	(6) <b>144</b>	161—170	(29) <b>1,335</b>	
171—180	(164) <b>1,418</b>	(12) <b>154</b>	171—180	(22) <b>1,369</b>	
181—190	(16) <b>1,401</b>	—			
<i>Frauen von 20—64 J.</i>			<i>Frauen von 65—84 J.</i>		
122—150	(25) <b>1,203</b>	—	137—150	(30) <b>1,141</b>	(21) <b>125</b>
151—160	(121) <b>1,243</b>	(22) <b>135</b>	151—160	(88) <b>1,177</b>	(50) <b>131</b>
161—170	(99) <b>1,291</b>	(12) <b>139</b>	161—172	(38) <b>1,218</b>	(29) <b>141</b>
171—178	(7) <b>1,356</b>	(3) <b>158</b>			

Wie aus den Tabellen (S. 50—61) ersichtlich ist, kommen bei fast allen Gruppen einzelner Grössenstufen höchst bedeutende Schwankungen im Hirngewicht vor mit einer Differenz zwischen Minimum und Maximum bis 514—517 Gramm (bei den Männern in der Grössenstufe 165, bzw. 179 cm.). Trotzdem finden wir in der obenstehenden Tabelle einen deutlichen Ausdruck für den Einfluss der Körpergrösse sowohl auf das mittlere Gesamthirngewicht wie auf das mittlere Kleinhirngewicht. Dieser Umstand kommt deutlicher zum Vorschein durch folgende Berechnungen.

Die Mittelzahl des Hirngewichtes des Mannes (im Alter 14—64 J.), 1,400 Gramm, wird von den 20—64-jährigen in der Grössenstufe 146—170 cm. in 38,2 % der Fälle, in der Grössenstufe 171—190 cm. in 56,6 % der Fälle übertroffen. Bei den 65—84-jährigen Männern wird die bei ihnen gefundene Mittelzahl des Hirngewichtes, 1346 Gramm, erreicht oder übertroffen:

in der Grössenstufe 136--170 cm. — von 47,2 % der Fälle,  
 » » » 171—180 » — » 58,2 % » »

Die für die 14—64-jährigen Weiber gefundene Mittelzahl des Hirngewichtes, 1261 Gramm, und diejenige für die 65—84-jährigen, 1,180 Gramm, werden erreicht oder überschritten wie folgt:

Bei 20—64-jährigen Weibern	Bei 65—80-jährigen Weibern
in der Grössenstufe 122—150 cm. von 24,0 %;	137—150 cm. von 33,3 %
» » » 151—160 » » 40,5 %;	151—160 » — 45,8 %
» » » 161—170 » » 58,6 %;	161—172 » — 65,8 %
171—178 » » 71,4 %;	— — —

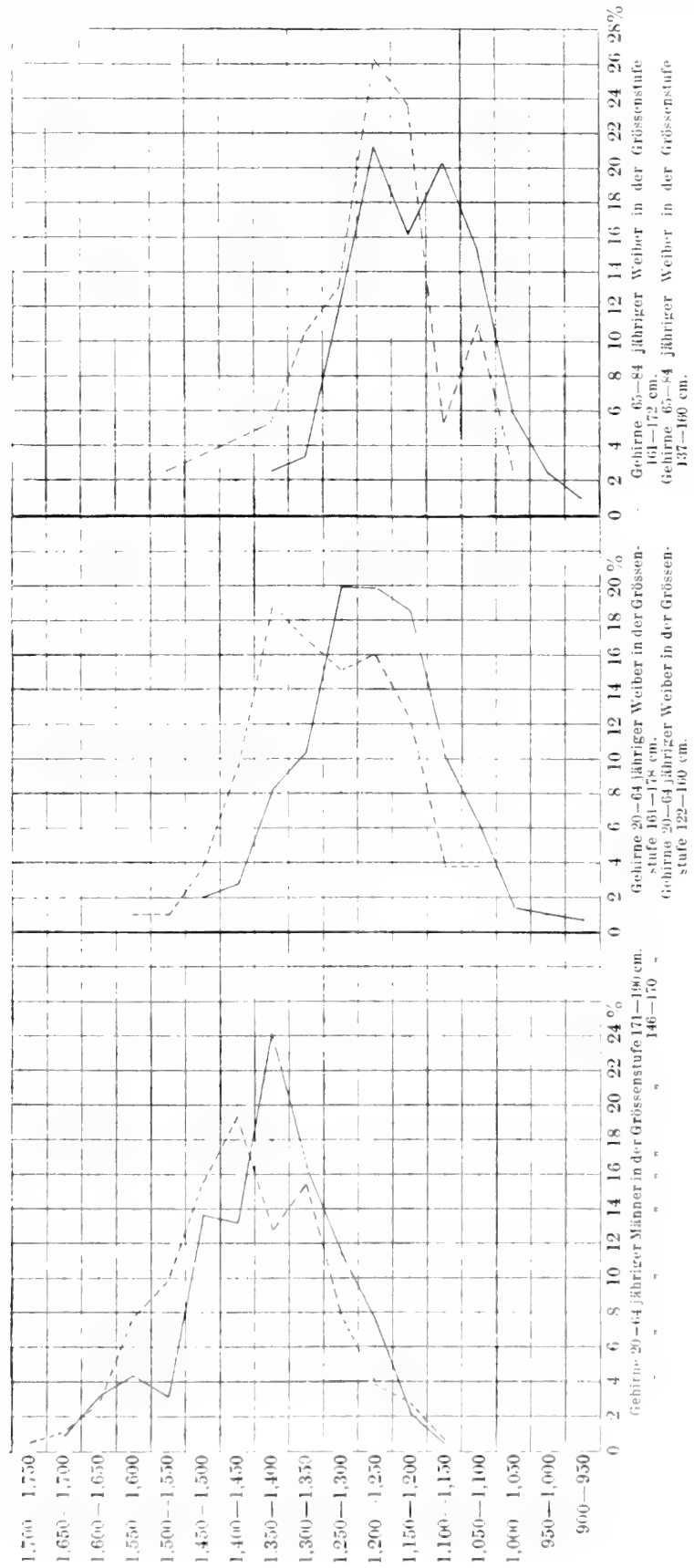
Grössere Individuen beider Geschlechter scheinen also im Durchschnitt auch ein schwereres Gehirn zu besitzen. Um diesen Schluss einwandfrei zu begründen, habe ich in der nachfolgenden Tabelle eine Übersicht über die absolute Zahl und die Prozentzahl der verschieden schweren Gehirne in jeder Gruppe verschiedener Körpergrösse gegeben. Die Kolumne I enthält die Hirngewichte in Stufen von je 50 g. Die Kolumnen 2—5 enthalten die Anzahl der Einzelfälle der 20—64-jährigen und die Kolumnen 6—7 diejenige der 65—84-jährigen Männer in verschiedenen Grössenstufen; in den Kolumnen 8—14 finden wir die entsprechenden Zahlen für die Weiber. In den Kolumnen 15—20 habe ich die Prozentzahlen angeführt. Um die bei Zugrundelegung einer zu geringen Anzahl von Beobachtungen leicht zu Stande kommenden zufälligen Abweichungen zu vermeiden, habe ich die Berechnung der Prozentzahlen nur für je zwei, niedere und höhere, Grössenstufen ausgeführt (und zwar bei 20—64-jährigen Männern von 146—170, bzw. 171—190 cm. Körpergrösse, bei den gleichalterigen Weibern für die Grössenstufe 122—160, bzw. 161—178 cm.; und bei den 65—84-jährigen Weibern für die Grössenstufe 137—160, bzw. 161—172 cm.; auf die Berechnung der Prozentzahlen für die Gruppe 65—84-jähriger Männer habe ich wegen der geringen Zahl der Einzelfälle verzichtet).

Aus der nachfolgenden Tabelle und noch übersichtlicher aus der beigegebenen Taf. II, welche die in der Tab. angeführten Prozentzahlen der verschieden schweren Gehirne in verschiedenen Grössenstufen bei beiden Geschlechtern graphisch darstellt, ergibt sich, dass *mit wachsender Körpergrösse auch die Prozentzahl der schwereren Gehirne zunimmt*.

Dass ein bestimmtes Verhältnis zwischen Hirngewicht und Körperlänge beim Erwachsenen vorhanden wäre, wird in letzter Zeit von z. B. MARCHAND und WEIGNER verneint.

Ich habe indessen das Beobachtungsmaterial MARCHAND's und WEIGNER's neuen Berechnungen zu Grunde gelegt; und aus den dadurch erzielten Resultaten lassen sich meines Erachtens ganz andere Schlussfolgerungen ziehen als diejenigen, zu denen die genannten Verfasser gelangt sind.

Hirngewichte g	Männer von 20—64 Jahren							Weiber von 20—64 Jahren							Männer von 65—84 Jahren							Weiber von 65—84 Jahren																						
	Zahl der Fälle							Zahl der Fälle							Zahl der Fälle							Zahl der Fälle																						
	2	3	4	5	6	7		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	146—160	161—170	171—180	181—190	191—200	122—150	151—160	161—170	171—178	137—150	151—160	161—172	146—170	171—190	122—160	161—178	137—160	161—172						
1,750—1,800	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,700—1,750	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,650—1,700	—	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,600—1,650	—	7	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,550—1,600	4	6	14	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,500—1,550	1	6	15	3	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,450—1,500	7	24	24	3	5	—	—	1	2	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,400—1,450	2	28	32	3	5	5	—	—	4	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,350—1,400	5	50	21	2	5	6	—	1	11	19	1	1	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,300—1,350	5	32	27	1	1	3	—	1	14	17	1	1	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,250—1,300	4	22	11	3	10	5	—	4	25	14	2	1	13	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,200—1,250	3	14	6	1	5	1	—	5	24	16	1	5	20	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,150—1,200	2	3	5	—	4	—	—	6	21	13	—	6	13	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,100—1,150	—	1	1	—	—	—	—	3	12	4	—	5	19	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,050—1,100	—	—	—	—	—	—	—	4	5	4	—	4	14	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,000—1,050	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	5	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
950—1,000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
900—950	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summa	33	195	164	16	36	22	—	25	121	99	7	30	88	38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—



Taf. II.

MARCHAND (l. c. S. 415) teilt folgende durchschnittliche Mittelgewichte für drei Hauptgruppen verschiedener Körpergrösse mit.

Männer von 20—49 Jahren	von 50 bis über 80 Jahre
bei 139—160 cm. (29 F.) <b>1,335</b> g.;	(34 F.) <b>1,314</b> g.;
» 161—170 » (136 F.) <b>1,405</b> »	(91 F.) <b>1,371</b> »
» 171—192 » (90 F.) <b>1,422</b> »	(61 F.) <b>1,377</b> »
Frauen von 20—49 Jahren	von 50 bis über 80 Jahre
bei 126—150 cm. (26 F.) <b>1,257</b> g.;	(22 F.) <b>1,203</b> g.;
» 151—160 » (88 F.) <b>1,261</b> »	(70 F.) <b>1,220</b> »
» 161—180 » (41 F.) <b>1,302</b> »	(19 F.) <b>1,263</b> »

»Aus dieser Übersicht« — sagt MARCHAND — »scheint unbestreitbar hervorzugehen, dass ein gewisses Ansteigen der mittleren Hirngewichte entsprechend den 3 Stufen der Körpergrösse sowohl beim männlichen als beim weiblichen Geschlecht stattfindet.« Weil eine Vergleichung der minimalen und der maximalen Hirngewichte zeigt, »dass Gehirngewichte unter 1,200 g. noch bis zu einer Körpergrösse von 170 cm. vorkommen, während andererseits Gewichte über 1,500 g. auch schon bei Körpergrössen von 157—160 cm. sich finden«, schliesst MARCHAND, dass »ein irgendwie konstantes Verhältnis zwischen Körpergrösse und Hirngewicht beim männlichen Geschlecht nicht existiert«. »Beim weiblichen Geschlecht ist eine einigermaßen konstante Steigerung der Mittelgewichte ebenfalls nicht wahrnehmbar.«

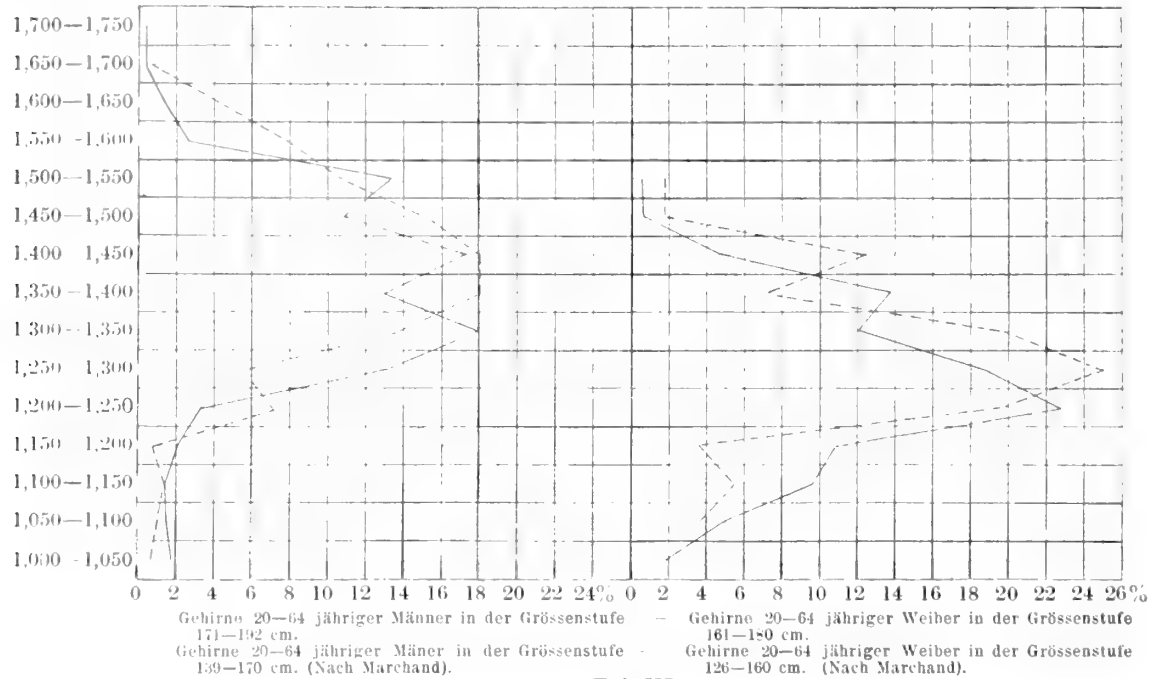
#### Marchand's Fälle.

Hirngewichte, g.	Männer von 20—64 Jahren					Weiber von 20—64 Jahren				
	Zahl der Fälle			Prozentische Verteil.		Zahl der Fälle			Prozentische Verteil.	
	139—160 cm	161—170 cm	171—192 cm	139—170 cm	171—192 cm	126—150	151—160	161—180	126—160 cm	161—180 cm
1,800—1,850	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,750—1,800	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,700—1,750	—	1	—	0,4	—	—	—	—	—	—
1,650—1,700	—	1	1	0,4	0,7	—	—	—	—	—
1,600—1,650	—	3	—	1,3	—	—	—	—	—	—
1,550—1,600	—	6	11	2,5	7,9	—	—	—	—	—
1,500—1,550	4	28	15	13,4	10,8	—	1	1	0,6	1,8
1,450—1,500	1	25	21	10,9	15,1	—	1	1	0,6	1,8
1,400—1,450	6	35	25	17,2	18,0	4	4	7	4,7	12,5
1,350—1,400	5	26	25	12,9	18,0	8	15	4	13,8	7,1
1,300—1,350	10	33	19	17,9	13,7	1	19	11	12,0	19,6
1,250—1,300	9	22	8	13,0	5,8	3	28	14	18,6	25,0
1,200—1,250	3	6	10	3,3	7,2	9	29	11	22,7	19,6
1,150—1,200	2	3	1	2,1	0,7	6	12	2	10,8	3,6
1,100—1,150	2	1	2	1,5	1,4	1	15	3	9,6	5,4
1,050—1,100	2	1	—	1,5	—	3	5	2	4,8	3,6
1,000—1,050	1	3	1	1,7	0,7	2	1	—	1,8	—
950—1,000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
900—950	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summa	45	194	139	100 %	100 %	37	130	56	100 %	100 %

Auf ähnliche Weise wie in Tab. S. 25 habe ich nun in obiger Tab. berechnet, wie die Verteilung der ungleich schweren Gehirne des MARCHAND'schen Beobachtungsmaterials in den verschiedenen Grössenstufen bei 20—64-jährigen Männern und Weibern sich gestaltet.

Der besseren Übersicht wegen werden die in der obigen Tabelle mitgeteilten Prozentzahlen in Taf. III graphisch dargestellt.

Die aus den Beobachtungen MARCHAND's gewonnenen Resultate erlauben demnach dieselben Schlüsse, welche ich mit Hinsicht auf den Einfluss der Körpergrösse auf das Hirngewicht aus meinen eigenen Beobachtungen gezogen habe.



Auf dieselbe Weise wie MARCHAND, nämlich durch Vergleichung der minimalen und maximalen Hirngewichte der einzelnen Grössenstufen, kommt WEIGNER zum Schlusse, dass keine Abhängigkeit des Hirngewichtes von der Körperlänge besteht. Es ist aber offenbar, dass Minima und Maxima Extreme darstellen, welche nur von ziemlich untergeordneter Bedeutung sind. Berechnet man aus den WEIGNER'schen Einzelzahlen die Mittelgewichte des ganzen Hirns und des distalen Teiles desselben (Kleinhirn, Pons und Medulla oblongata), so ergibt sich folgendes:

**Weigner's Fälle.**

M ä n n e r			W e i b e r		
Körpergrösse, cm	Mittleres Gesamthirn- gewicht, g	Mittelgewicht des distalen Teils, g	Körpergrösse, cm	Mittleres Gesamthirn- gewicht, g	Mittelgewicht des distalen Teils, g
140—160	(16 F.) <b>1.323</b>	171	116—150	(25 F.) <b>1.193</b>	157
161—189	(43 F.) <b>1.370</b>	176	151—160	(26 F.) <b>1.213</b>	155
			161—167	(10 F.) <b>1.224</b>	160

Die Beobachtungen MARCHAND's und WEIGNER's bestätigen also völlig die Resultate meiner eigenen und der RETZIUS'schen Beobachtungen; und daher scheint es mir nicht mehr in Zweifel gezogen werden zu können, dass *mit einer grösseren Körperlänge auch die Wahrscheinlichkeit eines schwereren Gehirnes grösser wird.*

Die grossen individuellen Variationen des Hirngewichtes bei gleicher Körperlänge sind allbekant. Sie haben auch veranlasst, dass man — wie oben erwähnt — eine Abhängigkeit des Hirngewichtes von der Körperlänge direkt verneint. Trotz dieser Variationen existiert doch — wie oben deutlich nachgewiesen ist — ein Zusammenhang zwischen Hirngewicht und Körperlänge. Man könnte sich die Erklärung dieser Tatsache folgendermassen denken. Das Gehirn hat einerseits *somatische*, andererseits *psychische* Aufgaben; daher ist es gleichsam zusammengewebt aus einem *somatischen* und einem *psychischen* Teile. Der psychische Teil verursacht diese grossen, *von der Körperlänge nicht abhängigen*, individuellen Schwankungen. Das Gewicht des *somatischen* Teiles dagegen ist eine gewisse Funktion der Körperlänge, und dadurch lässt sich der in den Kurven in den Tafeln II und III zu Tage tretende Einfluss der Körperlänge auf das Hirngewicht erklären.

Das durch mein vorliegendes Beobachtungsmaterial nachgewiesene Verhältnis zwischen Körperlänge und Hirngewicht hat Veranlassung folgenden mathematischen Deduktionen gegeben, die vielleicht mehr als Kuriositätsinteresse beanspruchen können. Davon ausgehend, dass das Gewicht des *psychischen* Teiles des Gehirnes freilich grossen individuellen Schwankungen unterworfen ist, dass es aber *unabhängig von der Körperlänge ist*, ist anzunehmen, dass das Durchschnittsgewicht *dieses Teiles* in zwei Gruppen Individuen von verschiedener Länge — eine genügend grosse Anzahl in jeder Gruppe vorausgesetzt — dennoch dasselbe bleibt. Der Unterschied im durchschnittlichen Totalgewicht dieser Gehirne dürfte also auf der Verschiedenheit des Gewichtes des *somatischen* Teiles beruhen. Wenn man daher ein plausibles mathematisches Verhältnis zwischen Körperlänge und Gewicht dieses somatischen Teiles finden könnte, würde man aus der Vergleichung der Hirngewichte und der Körperlängen zweier solchen Gruppen das Gewichtsverhältnis zwischen somatischen und dem psychischen Teile des Gehirnes berechnen können. Die dem somatischen Teile untergeordneten Nerven sind nun teils sensorische, welche sich an Oberflächen ausbreiten und daher der 2. Potenz der Körperlänge, teils motorisch-sekretorische, die sich in Massen verteilen und daher der 3. Potenz der Körperlänge proportional sein dürften. Nehmen wir dann an, dass die Teile des somatischen Gehirnes, welche diesen zwei Arten von Nerven entsprechen, ungefähr gleich gross sind, so würden wir sagen können, dass das Gewicht des somatischen Gehirnteiles proportional dem arithmetischen Medium zwischen dem Quadrate und dem Kubus der Körperlänge ist. Dann erhalten wir folgende Gleichung:

$$\frac{P_1 - x}{P_2 - x} = 1/2 \left[ \left( \frac{L_1}{L_2} \right)^2 + \left( \frac{L_1}{L_2} \right)^3 \right],$$

wobei  $P_1$  das Durchschnittsgewicht des Gehirnes in der kürzeren Gruppe

$P_2$  » » » » » » längeren »

$L_1$  die durchschnittliche Körperlänge in der kürzeren Gruppe

$L_2$  » » » » » » längeren »

$x$  das Gewicht des psychischen Gehirnteiles bedeutet.

Da die erste Voraussetzung eine möglichst grosse Anzahl Individuen in jeder Gruppe ist, so habe ich das ganze Material von RETZIUS und mir zwischen 20 und 64 Jahren in zwei Gruppen geteilt, die kürzeren und die längeren, unter Berücksichtigung dass das prozentualische Verhältnis zwischen Männern und Weibern in jeder Gruppe möglichst dasselbe ist. Die Gruppe der kürzeren besteht aus 338 Fällen (206 Männer und 132 Weiber) mit einer durchschnittlichen Körperlänge von 159,8 cm. und einem durchschnittlichen Gehirngewicht von 1,327 g.

Die Gruppe der Längeren besteht aus 322 Fällen (202 Männer und 120 Weiber) mit einer durchschnittlichen Körperlänge von 170,9 cm. und einem durchschnittlichen Gehirngewicht von 1,367 g.

Setzen wir diese Werte, also

$$P_1 = 1,327 \quad L_1 = 159,8$$

$$P_2 = 1,367 \quad L_2 = 170,9$$

in die obenstehende Gleichung ein, so bekommen wir:

$$\frac{1,327 - x}{1,367 - x} = \frac{1}{2} \left[ \left( \frac{159,8}{170,9} \right)^2 + \left( \frac{159,8}{170,9} \right)^3 \right].$$

Die Auflösung dieser Gleichung ergibt  $x = 1,110$ , welches also das durchschnittliche Gewicht des psychischen Gehirnteiles dieser Individuen ist. Der somatische Teil würde dann bei den kürzeren durchschnittlich 217 Gramm wiegen, bei den längeren 257 Gramm.

Man könnte sagen, dass das Hirngewicht des normalen Menschen dasjenige der Mikrokephalen und der Säugetiere eben durch die Entwicklung des *psychischen* Teiles des Gehirnes übertrifft. Man fragt sich dann, wie unsere Mittelgewichte des hypothetischen *somatischen* Hirnteiles beim Menschen sich zum totalen Hirngewicht der Mikrokephalen und der grössten menschenähnlichen Affen verhalten. Die kleinsten beobachteten Hirngewichte bei erwachsenen Mikrokephalen (siehe MARCHAND's Artikel in Eulenburgs Real-Encyclopädie) liegen zwischen 283 und 300 Gramm. Nach BISCHOFF wiegt das Gehirn bei dem Gorilla selten über 400 g.; die höchste Angabe steigt etwa auf 500 g. Der männliche Gorilla kann nach BISCHOFF die Körpergrösse eines grossen Mannes (170—190 cm.) erreichen. Das Gehirn beim Orang und bei dem Chimpanse wiegt, ebenfalls nach BISCHOFF, 350 g. Die gute Vereinbarkeit der Mittelgewichte des *somatischen* Hirnteiles mit dem Hirngewichte der Mikrokephalen und der grössten menschenähnlichen Affen gibt meines Erachtens den hier berechneten Gewichten der hypothetischen Gehirnteile einen gewissen Wahrscheinlichkeitswert.<sup>1</sup>

Nach manchen Autoren ist auch ein Verhältnis zwischen Hirngewicht und *Körpergewicht* zu konstatieren. BISCHOFF (l. c. S. 29), der an 535 männlichen und 340 weiblichen Leichen das Hirngewicht und das Körpergewicht gleichzeitig bestimmt hat, schliesst aus den durch diese Untersuchungen hervorgegangenen Resultaten, dass »der Einfluss des Körpergewichtes auf das Hirngewicht nicht mehr in Zweifel gezogen werden kann».

Gleichzeitige Bestimmungen des Körper- und Hirngewichtes habe ich an meinem Leichenmaterial nicht ausgeführt und habe daher keine Veranlassung, auf diese Frage hier näher einzugehen. Aus meinen Tabellen S. 4—13 findet man als Todesursache oft Cancer

<sup>1</sup> Mit den obigen mathematischen Deduktionen ist mein Kollege und Freund Dr. EMIL ZANDER mir behilflich gewesen, wofür ich ihm meinen besten Dank sage.



oder andere langdauernde Krankheiten, die hochgradige Abmagerung zur Folge haben, angegeben. Eine Vergleichung der gleichzeitig ermittelten Körper- und Hirngewichte an einem Material wie dem meinigen erscheint mir daher ziemlich wertlos. Dagegen wäre es unzweifelhaft von Interesse — wie auch PFISTER (l. c. S. 177) und MARCHAND (l. c. S. 394) hervorgehoben haben —, das Hirngewicht in verschiedenen Lebensaltern mit den durchschnittlichen Körpergewichten lebender, annähernd normaler Individuen in den entsprechenden Altersklassen zu vergleichen. Bei zwei Gelegenheiten (1904 und 1912) habe ich Zusammenstellungen von in »Stockholms Sjukhem« ausgeführten Körpergewichtsbestimmungen an nicht bettlägerigen Patienten mit annähernd normalem Ernährungszustand gemacht. Die Resultate dieser Wägungen teile ich hier mit.

Körpergewichtsbestimmungen an weiblichen Kranken  
in »Stockholms Sjukhem« (im Jahre 1904).

Zahl der Fälle	Alter, Jahre	Durchschnittliches Körpergewicht, kg.	Mittel
2	> 90	48,6	} 59,8
28	80—90	53,2	
57	70—80	60,5	
34	60—70	58,5	
11	50—60	59,8	
Summa 132			

Körpergewichte weiblicher Kranken in »Stockholms Sjukhem« (im Jahre 1912).

Zahl der Fälle	Alter, Jahre	Durchschnittliches Körpergewicht, kg.	Mittel
4	> 95	43,3	} 62,0
5	91—95	45,2	
20	86—90	51,0	
43	81—85	53,9	
48	76—80	62,6	
44	71—75	58,8	
18	66—70	64,6	
16	61—65	64,3	
11	51—60	55,7	
18	20—50	50,9	
Summa 227			

Zum Vergleich mit den mittleren Hirngewichten habe ich die obigen Mittelwerte des Körpergewichtes in verschiedenen Altersklassen in Taf. I. S. 18 graphisch dargestellt. Eine Vergleichung der beiden Kurven des weiblichen Körpergewichtes mit der Kurve des mittleren Hirngewichts zeigt, dass (beim Weibe) die senile Abnahme des Hirngewichts und diejenige des Körpergewichtes im grossen Ganzen parallel fort-

schreiten; möglicherweise deuten doch die Kurven darauf, dass die Abnahme des Hirngewichtes ein wenig früher (ein Quinquennium) als diejenige des Körpergewichts eintrete. Durch Vergleichung der Mittelzahlen des Hirn- und Körpergewichts der Weiber (siehe Tab. S. 6—13 u. 31) finden wir, dass das relative Hirngewicht, d. h. dessen Verhältnis zum Körpergewicht, sich in folgender Weise gestaltet:

Alter	Nach der ersten Wägung	Nach der zweiten Wägung
20—50 J.	—	1: 24,9
51—60 „	1: 21,5	1: 23,1
61—65 „	1: 21,1	1: 19,5
66—70 „		1: 18,8
71—75 „	1: 19,7	1: 20,7
76—80 „		1: 18,5
81—85 „	1: 21,2	1: 21,1
86—90 „		1: 21,7
91—95 „	1: 22,0	1: 23,9
> 95 „		1: 23,1

Was zuletzt die Frage betrifft, wie das Hirngewicht von der Todesart beeinflusst wird, so kann ich, auf die Arbeiten PFISTER's, MARCHAND's und REICHARDT's hinweisend, mich kurz fassen. Die Einwirkung der akuten Infektionen in dieser Hinsicht habe ich S. 15 schon erwähnt. Mit Rücksicht darauf, dass lange dauernde, zehrende Krankheiten, wie Cancer, als Todesursachen in meinem Beobachtungsmaterial ziemlich oft vorkommen, fragt man sich, welchen Einfluss diese Krankheiten auf das Hirngewicht ausüben. Dass hochgradige Abmagerung, Kachexie u. s. w. eine Verminderung des Hirngewichts zur Folge haben, ist wohl unzweifelhaft, denn es ist ja a priori klar, dass anämische Gehirne im Durchschnitt weniger wiegen als hyperämische (siehe übrigens PFISTER und MARCHAND). Nach unseren bisherigen Erfahrungen scheint jedoch Abmagerung ziemlich geringen Einfluss auf das Hirngewicht auszuüben.

## Die von G. Retzius mitgeteilten Hirngewichte nach dem Alter gruppiert.

*Männer.*

Nr.	Alter	Körper- grösse	Hirn- gewicht	Krankheit und Todesursache
<i>14—19 Jahre.</i>				
1	14	160	1,523	Ohne Angabe.
2	15	161	1,475	Tuberculos. pulmon.
3	16	179	1,360	» »
4	17	169	1,334	Ohne Angabe.
5	17	172	1,308	» »
6	17	167	1,498	» »
7	17	172	1,380	Peritonit. ac. purul. p. traum.
8	17	171	1,490	Tuberculos. pulmon.
9	18	155	1,329	Ohne Angabe.
10	18	170	1,538	» »
11	18	164	1,476	» »
12	18	160	1,470	Bronchitis.
13	18	181	1,455	Vit. org. cordis.
14	19	172	1,506	Ohne Angabe.
15	19	183	1,489	» »
16	19	172	1,559	Ruptura hepatis + Peritonit.
17	19	162	1,240	Vit. org. cord.
18	19	175	1,360	Tuberculos. pulmon.
19	19	178	1,360	Vuln. incis. fem. + Anæmia.
Summa			27,150	
Mittel			1,429	
<i>20—29 Jahre.</i>				
1	20	176	1,325	Ohne Angabe.
2	20	190	1,467	» »
3	20	172	1,579	» »
4	20	176	1,450	Tuberculos. pulmon.
5	21	176	1,544	Ohne Angabe.
6	21	170	1,321	» »
7	21	164	1,393	» »
8	21	180	1,568	» »
9	21	164	1,494	» »
10	21	170	1,495	» »
11	21	174	1,585	» »
12	21	171	1,633	» »
13	21	170	1,385	Tuberculos pulmon.
14	21	179	1,338	» »
15	21	173	1,370	Nephrit. chron.
16	21	183	1,290	Tuberculos. pulmon.
17	22	176	1,514	Ohne Angabe.

Nr.	Alter	Körper- grösse	Hirnge- wicht	Krankheit und Todesursache
18	22	173	1.429	Ohne Angabe.
19	22	182	1.351	» »
20	22	—	1.440	» »
21	23	175	1.357	» »
22	23	177	1.344	» »
23	23	170	1.495	» »
24	23	—	1.318	» »
25	23	164	1.320	Pneumonia ac.
26	23	166	1.470	Vit. org. cord. (Arterioscl.)
27	23	174	1.330	Nephrit. chron. + Uræmia.
28	24	178	1.445	Ohne Angabe.
29	24	169	1.491	» »
30	25	—	1.524	» »
31	25	178	1.404	» »
32	25	171	1.648	» »
33	25	178	1.407	» »
34	25	161	1.360	Dipter. ilei.
35	25	174	1.530	Pyopneumothorax.
36	25	181	1.415	Febris typhoides.
37	25	175	1.340	Alcohol. chron. + Bronchopneumonia.
38	25	172	1.605	Peritonit. ac.
39	26	183	1.409	Ohne Angabe.
40	26	178	1.465	» »
41	26	179	1.446	» »
42	26	174	1.475	» »
43	26	171	1.333	» »
44	26	179	1.743	Vit. org. cord.
45	26	170	1.279	Pneumonia ac.
46	26	174	1.376	Vit. org. cord.
47	26	165	1.460	Tuberculos. pulmon.
48	26	165	1.648	Pneumonia ac.
49	27	179	1.364	Ohne Angabe.
50	27	163	1.383	» »
51	27	175	1.396	» »
52	27	174	1.327	» »
53	27	179	1.565	» »
54	27	170	1.404	» »
55	27	165	1.576	» »
56	27	173	1.360	» »
57	27	172	1.366	Tuberculos. pulmon.
58	27	168	1.533	Nephritis.
59	27	178	1.660	Peritonit. etc.
60	27	171	1.340	Tuberculos. pulmon.
61	27	165	1.350	Bronchopneumonia.
62	27	177	1.350	Fract. bas. cran.
63	28	177	1.425	Tuberculos. pulmon.
64	29	168	1.450	Ohne Angabe.

Nr.	Alter	Körper- grösse	Hirn- gewicht	Krankheit und Todesursache
65	29	169	1,668	Ohne Angabe.
66	29	167	1,400	Nephrit. chron. + Pneumon. hyp.
67	29	167	1,393	Tuberculos. pulmon.
Summa			96,718	
Mittel			1,444	
<i>30—39 Jahre.</i>				
1	30	168	1,469	Ohne Angabe.
2	30	159	1,445	» »
3	30	165	1,206	» »
4	30	165	1,647	
5	30	168	1,649	
6	30	164	1,398	Tuberculos. pulmon.
7	30	171	1,534	Pneumonia ac.
8	30	175	1,552	» »
9	30	168	1,457	Rheumatism. artic. ac. + Pneumonia. ac.
10	30	168	1,430	Appendicit. c. perforat. et abs. perityph.
11	30	172	1,340	Ohne Angabe.
12	30	177	1,564	Tuberculos. pulmon. + Pneum. gangr.
13	36	170	1,365	Vit. org. cord.
14	30	178	1,560	Pyæmia.
15	30	167	1,398	Endocardit. chron. + Nephrit. chron. + Embolia art. foss. Sylv.
16	30	168	1,380	Ohne Angabe.
17	30	173	1,350	Nephrit. chron.
18	31	185	1,238	Ohne Angabe.
19	31	174	1,458	» »
20	31	165	1,340	Ulcus typhoides intestin.
21	31	165	1,354	Ohne Angabe.
22	32	169	1,426	» »
23	32	165	1,521	» »
24	32	170	1,362	
25	32	151	1,460	Anæmia post hæmorrhagiam + Degen. adipos. cordis.
26	32	165	1,379	Meningitis purulenta ac.
27	32	175	1,385	Peritonitis ac.
28	32	175	1,450	Vit. org. cord. + Pneumonia ac.
29	33	164	1,194	Ohne Angabe.
30	33	162	1,397	» »
31	33	173	1,419	» »
32	33	173	1,610	» »
33	33	178	1,375	Pleuritis.
34	33	173	1,419	Alcoholismus chron. + Endocardit. chron.
35	33	176	1,547	Gangræna pedis et anticur. (Vit. org. cord.)
36	33	161	1,322	Nephritis chron. + Pleuropneumonia.
37	33	158	1,520	Meningitis tuberculosa.
38	33	167	1,656	Leuchæmia.
39	33	169	1,602	Tuberculos. pulmon.
40	33	162	1,345	Fractur. cranii + Hæmorrh.

Nr.	Alter	Körper- grösse	Hirnge- wicht	Krankheit und Todesursache
41	33	183	1.480	Tuberculos. pulmon.
42	34	164	1.366	Ohne Angabe.
43	34	178	1.370	» »
44	34	167	1.424	Vit. org. cord.
45	34	169	1.326	Pneumonia + Nephrit. ac. parenchym.
46	34	174	1.500	Appendicit. gangrän. + Peritonit.
47	34	168	1.410	Cancer ventr.
48	34	168	1.400	Tuberculos. pulmon.
49	35	146	1.309	Ohne Angabe.
50	35	182	1.379	»
51	35	168	1.471	» »
52	35	169	1.270	Nephrit. chron. + Hypertrophia cordis.
53	35	163	1.375	Tuberculos. pulmon.
54	35	159	1.185	Septichæmia + Pneumonia.
55	35	171	1.421	Empyema pulmon.
56	35	171	1.439	Pleuropneumonia ac.
57	35	176	1.414	Pneumonia ac.
58	35	159	1.362	Cirrhos. hepat.
59	35	172	1.540	Appendicit. gangrän. + Peritonit.
60	35	178	1.440	Fract. compl. hum. et fract. costar.
61	36	166	1.284	Ohne Angabe.
62	36	177	1.488	» »
63	36	178	1.484	» »
64	36	175	1.445	» »
65	36	165	1.365	» »
66	36	165	1.429	» »
67	36	167	1.477	Bronchopneumonia.
68	36	166	1.250	Pneumonia ac. + Alcoholism. chron.
69	36	165	1.300	Cirrhos. hepat.
70	36	162	1.387	Vit. org. cord.
71	36	162	1.175	Tuberculos. pulmon.
72	36	170	1.490	Leuchæmia.
73	36	159	1.551	Sarc. fem. + Pneum. ac.
74	36	170	1.345	Alcohol. chron. + Nephrit. chron.
75	37	167	1.218	Ohne Angabe.
76	37	173	1.118	» »
77	37	—	1.264	» »
78	37	153	1.477	» »
79	37	162	1.485	» »
80	37	172	1.255	»
81	37	159	1.592	Nephrit. chron. + Uremia.
82	38	182	1.518	Ohne Angabe.
83	38	167	1.350	» »
84	38	165	1.555	» »
85	38	169	1.550	Vit. org. cord.
86	38	168	1.544	Nephrit. chron.
87	38	169	1.269	» » + Pleuropneumonia ac + Delir. tr.

Nr.	Alter	Körper- grösse	Hirnge- wicht	Krankheit und Todesursache
88	38	165	1,371	Ohne Angabe.
89	39	179	1,523	» »
90	39	179	1,346	» »
91	39	176	1,350	» »
92	39	160	1,457	Cardiosclerosis.
93	39	172	1,413	Fractur. costar. + Bronchopneumonia.
94	39	167	1,410	Pneumonia ac.
95	39	178	1,280	Fract. crur. et embolia pulm. c. pneum.
96	39	165	1,459	Pneumonia ac.
97	39	169	1,440	Erysipel. fac. + Pneumonia.
98	39	169	1,617	Pneumon. + Nephrit. + Del. tr.
Summa			138,735	
Mittel			1,416	
<i>40—49 Jahre.</i>				
1	40	161	1,244	Ohne Angabe.
2	40	170	1,397	» »
3	40	177	1,266	» »
4	40	169	1,217	» »
5	40	171	1,457	» »
6	40	166	1,253	Nephritis chron.
7	40	178	1,533	Pneumonia ac.
8	40	171	1,401	Nephrit. subac. parenchym. + Endocardit. ac
9	40	167	1,360	Vit. org. cord.
10	40	175	1,210	» » »
11	40	162	1,400	Cancer ventr.
12	40	181	1,530	Tuberculos. pulmon.
13	40	173	1,442	Cardioscleros. + Pericard.
14	41	167	1,438	Ohne Angabe.
15	41	174	1,194	» »
16	41	162	1,538	» »
17	41	160	1,388	» »
18	41	165	1,222	» »
19	41	163	1,337	» »
20	41	171	1,418	» »
21	41	171	1,373	» »
22	41	166	1,308	» »
23	41	172	1,280	Febris typhoides
24	41	168	1,400	Vit. org. cord.
25	41	161	1,290	Peritonit. + Pylephleb.
26	41	170	1,500	Pneumonia ac.
27	41	167	1,400	Pleuropneum. chron.
28	41	170	1,633	Nephrit. tuberc. + Tubercul. mil. ac + Alcohol. chr.
29	42	177	1,332	Ohne Angabe.
30	42	—	1,261	» »
31	42	152	1,228	» »
32	42	172	1,422	» »

Nr	Alter	Körpergrösse	Hirngewicht	Krankheit und Todesursache
33	42	167	1,387	Ohne Angabe.
34	42	167	1,299	Pneumon. ac. + Delir. tr.
35	42	171	1,560	Nephrit. chr. parenchym.
36	42	180	1,556	Erysipelas univ. c. gangr.
37	42	175	1,380	Febris typhoides.
38	42	164	1,370	Cancer ventr.
39	43	171	1,221	Ohne Angabe.
40	43	161	1,316	» »
41	43	169	1,314	» »
42	43	166	1,393	» »
43	43	178	1,301	» »
44	43	162	1,297	» »
45	43	160	1,243	» »
46	43	177	1,620	» »
47	43	166	1,314	» »
48	43	163	1,425	Pneumonia ac.
49	43	181	1,517	Tubercul. pulmon. + Ulc. tbc intest.
50	43	163	1,214	Pneumonia ac. + Nephrit.
51	43	166	1,577	Alcoh. chr. + Endocardit. + Hypertroph. hepat.
52	43	173	1,466	Vit. org. cord.
53	43	171	1,360	Febris typhoides.
54	43	164	1,310	Tuberculos. pulmon.
55	44	170	1,206	Ohne Angabe.
56	44	—	1,217	» »
57	44	157	1,559	» »
58	44	165	1,474	» »
59	44	168	1,314	Tuberculos. pulmon. + Tubercul. mil. renis.
60	44	168	1,490	Peritonit. perf. ex ulc. duoden.
61	44	176	1,480	Septichæmia.
62	44	159	1,320	Tubercul. pulmon.
63	44	174	1,424	Cancer pylor.
64	45	167	1,279	Ohne Angabe.
65	45	168	1,384	Erysipelas + Nephrit. chr. + Pleurit.
66	45	163	1,370	Cancer ventric.
67	45	160	1,492	Arterioscl. + Hypertroph. cord.
68	45	160	1,552	Fractur. column. vertebr.
69	45	177	1,550	Bronchit. chron.
70	45	171	1,360	Gangræn. pharyngis.
71	46	183	1,290	Ohne Angabe.
72	46	170	1,457	» »
73	46	169	1,336	» »
74	46	173	1,551	» »
75	46	169	1,462	» »
76	46	175	1,411	Tuberculos. pulmon.
77	46	170	1,333	» »
78	46	167	1,373	Tetanus.
79	46	146	1,395	Vit. org. cord.



Nr.	Alter	Körper- grösse	Hirnge- wicht	Krankheit und Todesursache
80	47	164	1,456	Ohne Angabe.
81	47	175	1,430	» »
82	47	158	1,294	» »
83	47	178	1,421	» »
84	47	179	1,494	» »
85	47	161	1,316	» »
86	47	175	1,524	» »
87	47	177	1,401	» »
88	47	172	1,495	Cancer ventr.
89	47	164	1,433	Coxit. tubercul. + Tubercul. mil. ac. pulm.
90	48	167	1,249	Ohne Angabe.
91	48	161	1,392	» »
92	48	166	1,326	» »
93	48	166	1,451	Vit. org. cordis.
94	48	162	1,395	Cancer pylori.
95	49	163	1,371	Ohne Angabe.
96	49	169	1,409	» »
97	49	163	1,465	» »
98	49	164	1,450	Pneumonia ac.
99	49	164	1,265	Bronchit. + Pneumon. chron.
100	49	176	1,300	Diabet. mellit. + Nephrit.
101	49	173	1,345	Pneumon. ac. + Del. tr.
102	49	172	1,507	Tubercul. pulmon. + Cancer ventr.
103	49	174	1,509	Leuchæmia + Pleurit.
Summa			142,880	
Mittel			1,387	
<i>50—59 Jahre.</i>				
1	50	178	1,388	Ohne Angabe.
2	50	178	1,553	» »
3	50	148	1,376	» »
4	50	147	1,283	» »
5	50	169	1,265	» »
6	50	172	1,459	» »
7	50	162	1,350	Cancer pylori.
8	50	169	1,380	Vit. org. cord. + Nephritis.
9	50	183	1,437	Diabetes + Arterioscl.
10	50	160	1,480	Tuberculos. pulmon.
11	50	171	1,522	Cancer ventr.
12	50	167	1,350	Septichæmia.
13	50	168	1,430	Pleuropneum. chr. pur.
14	50	162	1,380	Pneumon. ac.
15	51	164	1,355	Ohne Angabe.
16	51	175	1,491	» »
17	51	159	1,479	» »
18	51	166	1,365	» »
19	51	165	1,647	» »

Nr.	Alter	Körper- grösse	Hirnge- wicht	Krankheit und Todesursache
20	51	167	1,370	Pleurit. chr.
21	51	170	1,530	Nephrit. ac. + Uræmia.
22	51	170	1,410	Pleurit. exsud.
23	51	163	1,273	Phlegmone gangræn. + Septichæmia.
24	51	165	1,400	Fract. cost. c. emphysem. et hæmorrh.
25	51	169	1,330	Arterioscl. + Myocardit.
26	52	180	1,337	Ohne Angabe.
27	52	173	1,372	» »
28	52	179	1,518	» »
29	52	178	1,466	» »
30	52	185	1,489	» »
31	52	180	1,499	» »
32	52	169	1,346	» »
33	52	164	1,442	Leuchæmia + Lith. ren.
34	52	163	1,270	Bronchit. chron. + Nephrit. chron.
35	53	170	1,362	Ohne Angabe.
36	53	171	1,487	» »
37	53	165	1,372	» »
38	53	163	1,259	Nephrit. chron. + Necros. append. epipl. + Peritonit. chr.
39	53	175	1,445	Tuberculos. pulmon.
40	53	165	1,580	Scirr. ventr. et periton.
41	53	170	1,262	Cancer ventr. et hepat.
42	53	169	1,302	Tuberculos. pulmon. et laryng.
43	54	171	1,391	Ohne Angabe.
44	54	156	1,295	» »
45	54	172	1,392	» »
46	54	180	1,517	» »
47	54	163	1,245	» »
48	54	176	1,480	Cancer ventr. + Peritonit.
49	54	163	1,374	Myocardit. chr. + Hypertroph. cord.
50	54	167	1,420	Pleuropneumonia.
51	55	—	1,452	Ohne Angabe.
52	55	166	1,422	» »
53	55	180	1,374	» »
54	55	174	1,344	» »
55	55	178	1,555	» »
56	55	165	1,237	» »
57	55	166	1,377	» »
58	55	173	1,409	» »
59	55	167	1,396	» »
60	55	161	1,356	Pneumonia et gangræna pulmon.
61	55	168	1,240	Empyoma + Pericardit.
62	55	172	1,292	Empyema pleur. + Pneumonia.
63	56	172	1,495	Ohne Angabe.
64	56	178	1,317	» »
65	56	175	1,309	» »
66	56	176	1,471	» »

Nr.	Alter	Körper- grösse	Hirnge- wicht	Krankheit und Todesursache
67	56	172	1,518	Ohne Angabe.
68	56	162	1,488	Pneumonia ac.
69	56	172	1,475	» »
70	56	165	1,297	Tubercul. pulmon. + Ulc. tbc. intestin.
71	56	167	1,340	Cancer ventr.
72	56	171	1,320	Bronchopneumonia c. gangr. + Empyem. pleur.
73	56	173	1,310	Peritonit. ac. + Aleoh. chron.
74	57	169	1,202	Ohne Angabe.
75	57	172	1,438	Arterioscl. + Endocardit. chron.
76	57	156	1,339	Vit. org. cord.
77	57	174	1,294	Cancer ventr.
78	57	163	1,412	Gangr. pulmon. + Endocardit.
79	57	172	1,440	Pneumonia ac.
80	57	168	1,330	Peritonitis ac.
81	58	166	1,587	Ohne Angabe.
82	58	185	1,277	» »
83	58	160	1,360	Cancer ventr. + Pneumonia.
84	59	162	1,434	Ohne Angabe.
85	59	174	1,198	» »
86	59	169	1,376	» »
87	59	170	1,410	» »
88	59	180	1,320	Fract. pelv. + Rupt. urethræ.
89	59	168	1,450	Cancer oris.
90	59	157	1,470	Pleuropneumonia ac.
Summa			125,356	
Mittel			1,393	

*60 - 64 Jahre.*

1	60	172	1,558	Ohne Angabe.
2	60	177	1,442	» »
3	60	172	1,181	» »
4	60	180	1,420	Peritonit. ac. purul.
5	60	162	1,417	Pneumonia ac. + Nephrit.
6	60	169	1,263	Pericardit. ac. + Nephrit. chr. interst.
7	60	158	1,350	Cancer ventr.
8	61	166	1,280	Ohne Angabe.
9	61	171	1,195	» »
10	61	166	1,581	» »
11	61	174	1,465	» »
12	61	152	1,409	» »
13	61	166	1,416	Cancer ventr.
14	62	166	1,500	Ohne Angabe.
15	62	172	1,475	» »
16	62	172	1,250	Pneumonia ac.
17	62	162	1,352	Cancer ventr.
18	62	164	1,360	» »
19	62	158	1,290	Cardioscl. + Bronchopneumonia.

Nr.	Alter	Körpergrösse	Hirngewicht	Krankheit und Todesursache
20	62	165	1.460	Cancer cardiac.
21	63	160	1.200	Ohne Angabe.
22	63	158	1.324	Gangrän. crur. + Bronchopneumonia.
23	63	172	1.280	Alcohol. chron. + Chol. nostr.
24	63	163	1.400	Pneumonia ac.
25	63	167	1.350	Tubercul. pulmon.
26	64	169	1.435	Ohne Angabe.
27	64	167	1.179	» »
28	64	171	1.349	» »
29	64	169	1.411	» »
30	64	173	1.250	Pneumonia ac.
31	64	159	1.190	Cancer ventr.
32	64	161	1.260	Appendicit. gangrän. c. peritonit.
Summa			43.292	
Mittel			1.353	
<i>65—69 Jahre.</i>				
1	65	164	1.172	Ohne Angabe.
2	65	176	1.293	
3	65	170	1.463	
4	65	170	1.372	
5	65	168	1.298	» »
6	65	171	1.338	Arterioscl. + Pleuropneumon. ac.
7	65	160	1.225	Cancer ventr.
8	65	170	1.483	Pneumonia ac.
9	65	165	1.300	Cancer pen. + Gangrän. anticur.
10	66	170	1.226	Scirr. ventr.
11	67	178	1.416	Ohne Angabe.
12	67	160	1.260	Pleurit. tubercul.
13	68	—	1.326	Ohne Angabe.
14	68	171	1.340	Erysipelas.
15	68	171	1.352	Arteriosclerosis.
16	68	174	1.408	» + Hamorrhagia cerebri.
17	69	158	1.276	Ohne Angabe.
18	69	178	1.419	Empyoma pulmon.
19	69	178	1.540	Cancer ventr.
Summa			25.507	
Mittel			1.343	
<i>70—74 Jahre.</i>				
1	70	177	1.292	Ohne Angabe.
2	70	168	1.385	Cardioarterioscl.
3	71	171	1.395	Arterioscl. + Emollit. cerebri.
4	71	161	1.380	»
5	72	167	1.380	Cancer ventr.
6	72	174	1.290	» hepatitis.
Summa			8.022	
Mittel			1.337	

Nr.	Alter	Körpergrösse	Hirngewicht	Krankheit und Todesursache
<i>75—79 Jahre.</i>				
1	75	163	1,427	Ohne Angabe.
2	75	—	1,487	» »
3	76	154	1,429	Cystitis chron. + Nephritis.
4	77	165	1,259	Ohne Angabe.
5	77	173	1,384	Bronchopneumonia.
6	77	170	1,270	Cancer ventr.
7	78	166	1,397	Combustio.
8	78	174	1,439	Arterioscl.
9	78	161	1,420	Bronchopneumonia.
10	79	177	1,224	Ohne Angabe.
Summa			13,736	
Mittel			1,374	
<i>80—84 Jahre.</i>				
1	80	174	1,292	Ohne Angabe.
2	80	177	1,274	Fract. coll. fem. + Bronchit. capill.
3	80	170	1,222	Bronchopneumonia.
4	80	136	1,260	Cardioarterioscl.
5	82	166	1,350	Enterocolit. chron.
6	83	160	1,240	Fract. compl. antibr. + Septicæmia.
Summa			7,638	
Mittel			1,273	

*Weiber.*

Nr.	Alter	Körpergrösse	Hirngewicht	Krankheit und Todesursache
<i>14—19 Jahre.</i>				
1	14	151	1,180	Appendicit. gangran. c. peritonit.
2	14	159	1,425	Cirrhosis hepat. + Ascites.
3	14	152	1,200	Vit. org. cord.
4	17	168	1,235	Pleurit. purulenta.
5	17	164	1,308	Tuberculosis miliaris.
6	17	146	1,300	Tuberculos. pulmon.
7	17	152	1,390	» »
8	17	160	940	Vit. org. cord.
9	17	167	1,328	Ohne Angabe.
10	18	157	1,335	Vit. org. cord.
11	18	157	1,164	Tuberculos. pulmon.
12	18	162	1,259	Ohne Angabe.
13	19	166	1,310	Tuberculos. miliaris.
14	19	156	1,484	Ohne Angabe.

Nr.	Alter	Körpergrösse	Hirngewicht	Krankheit und Todesursache
15	19	164	1,200	Vit. org. cord.
16	19	165	1,272	Tuberculos. pulmon.
17	19	152	1,184	Ohne Angabe.
Summa			21,514	
Mittel			1,266	
<i>20—29 Jahre.</i>				
1	20	168	1,299	Tuberculos. pulm. + Ulc. tbc. intestin.
2	20	164	1,150	Febris typhoid.
3	21	161	1,289	Nephrit. chron. + Peritonitis.
4	21	165	1,433	Coma diabet. + Nephrit.
5	21	162	1,260	Diabet. mellit.
6	21	155	1,206	Ohne Angabe.
7	22	163	1,469	Ulcus ventriculi + Peritonitis.
8	22	160	1,305	Febris typhoid.
9	22	175	1,264	Septicaemia.
10	22	163	1,260	Tuberculos. periton.
11	23	161	1,320	Pelveo-peritonit.
12	23	156	1,269	Ohne Angabe.
13	24	157	1,313	Ulcus ventriculi + Peritonitis.
14	24	163	1,402	Meningitis tuberculosa.
15	24	156	1,216	Febris typhoid.
16	24	165	1,333	Ohne Angabe.
17	24	162	1,315	Tuberculos. pulmon.
18	24	160	1,455	Nephrit ac. parenchym. (p. chlorof.)
19	25	168	1,360	Salpingitis purulenta + Peritonitis.
20	25	168	1,164	Ohne Angabe.
21	26	161	1,344	Ulc. ventr. et duod. + Pneumonia ac.
22	26	153	1,242	Perityphlit. + Vit. org. cord.
23	26	170	1,411	Ohne Angabe.
24	27	138	1,142	» »
25	28	156	1,200	Meningitis tuberculosa.
26	28	164	1,370	Erysipelas.
27	28	165	1,553	Tuberculos. urogenital.
28	29	158	1,165	Endocarditis ac.
29	29	157	1,175	Tuberculos. pulmon.
30	29	154	1,182	Ohne Angabe.
31	29	153	1,160	Alcohol. chron. + Pneumonia ac.
32	29	168	1,154	Ohne Angabe.
33	29	157	1,398	»
34	29	163	1,201	»
35	29	165	1,180	»
Summa			44,959	
Mittel			1,285	

Nr.	Alter	Körper- grösse	Hirnge- wicht	Krankheit und Todesursache.
<i>30—39 Jahre.</i>				
1	30	147	1,280	Tuberculos. pulmon.
2	30	166	1,297	Ulcus anticurur. + Thrombos. art. pulmon.
3	30	165	1,286	Peritonit. ac.
4	31	152	1,382	Endocarditis chron.
5	31	167	1,292	Pneumonia ac.
6	31	166	1,100	Peritonit. chr. + Septichæmia.
7	31	172	1,390	Tumor malign. abdom.
8	31	154	1,258	Ohne Angabe.
9	31	166	1,103	» »
10	32	166	1,200	Mastoid. supp. + Septichæmia.
11	32	147	1,100	Cancer ventr.
12	33	153	1,276	Ohne Angabe.
13	33	175	1,491	» »
14	34	166	1,250	Nephritis chron.
15	34	160	1,248	Anæmia perniciosa progressiva.
16	34	147	1,060	Vit. org. cord.
17	34	154	1,283	Febris typhoides.
18	34	161	1,451	Hæmorrhagia interna.
19	34	157	1,381	Vit. org. cord.
20	34	151	940	Nephrit. chron. + Uræmia.
21	35	160	1,254	Pleuropneumonia.
22	35	169	1,284	Ohne Angabe.
23	35	155	1,317	» »
24	35	155	1,334	Leuchæmia.
25	35	154	1,370	Angina phlegmon. + Erysipel. faciei + Nephrit. ac.
26	35	161	1,207	Ohne Angabe.
27	36	163	1,416	Cancer ventr.
28	36	162	1,457	Myom. uteri gangr. + Peritonit. ac.
29	36	154	1,457	Cystitis + Nephritis.
30	36	165	1,442	Tuberculos. pulmon.
31	36	152	1,154	Pneumonia ac.
32	36	159	1,397	Ohne Angabe.
33	37	158	1,136	Cholelithiasis + Hepatitis.
34	37	156	1,194	Ohne Angabe.
35	38	165	1,198	Febris typhoides + Peritonit.
36	38	150	1,185	Tubercul. pulmon.
37	38	162	1,250	» »
38	38	159	1,100	Cancer ventr.
39	38	159	1,225	Cholecystit. + Tumor ovarii.
40	39	159	1,300	Peritonit. purul.
41	39	147	1,276	Nephrit. chr. aml. + Pneumon. chr. et ac.
42	39	162	1,339	Tubercul. pulm. + Pleurit.
43	39	157	1,210	Fract. compl cub. et hum. + Pyæmia.

Nr.	Alter	Körpergrösse	Hirngewicht	Krankheit und Todesursache
44	39	149	1.230	Ohne Angabe.
45	39	162	1.200	Vit. org. cord.
46	39	162	1.339	Tubercul. pulmon. + Pneumothorax.
Summa			58.339	
Mittel			1,268	

*40—49 Jahre.*

1	40	170	1,200	Pneumonia ac.
2	40	154	1,292	Pyelonephrosis chron. + Uraemia.
3	40	156	1,315	Febris typhoides.
4	40	168	1,337	Cor adiposum + Pericardit. chron. + Pneum. ac.
5	40	163	1,377	Cancer ventr.
6	40	157	1,180	Lymphom. colli + Anaemia.
7	40	154	1,022	Bronchit. foetid. + Pneumonia chron.
8	40	146	1,353	Ohne Angabe.
9	41	161	1,291	Vit. org. cord.
10	41	157	1,160	Myomata uteri + Nephrit. chr.
11	41	161	1,260	Ileus + Peritonit perf.
12	41	149	1,215	Ohne Angabe.
13	41	153	1,387	» »
14	42	145	1,133	Sclerosis cerebros spinalis disseminata.
15	42	163	1,200	Uraemia.
16	42	146	1,200	Tuberculos. pulmon.
17	42	144	1,225	Septicaemia.
18	42	165	1,298	Ohne Angabe.
19	42	166	1,319	» »
20	42	157	1,104	» »
21	43	174	1,259	Tuberculos. pulmon.
22	43	153	1,404	Gangraena pulmon.
23	43	158	1,228	Pleuropneumonia.
24	43	167	1,371	Appendicit. chr. + Abscess. hepatis.
25	43	162	1,360	Arterioscl. + Nephrit. chron.
26	43	164	1,220	Peritonit. chron. + Endocardit. ac. valv. aortae.
27	44	161	1,413	Cystom. ov. + Nephrit. chron.
28	44	162	1,100	Hernia crur. incarcer. gangraen.
29	44	155	1,155	Febris typhoid.
30	44	160	1,139	Ohne Angabe.
31	45	155	1,257	Erysipelas + Endocardit. chron. et ac.
32	46	152	1,216	Ohne Angabe.
33	47	157	1,231	» »
34	47	156	1,260	Tuberculos. pulmon.
35	47	163	1,200	Pneumonia ac.
36	47	155	1,120	Sarcoma uteri.
37	48	157	1,349	Ohne Angabe.
38	48	164	1,210	Tuberculos. pulmon.
39	48	153	1,374	» » + Colitis follic.
40	48	163	1,431	Pleuropneumonia ac.



Nr.	Alter	Körper- grösse	Hirn- gewicht	Krankheit und Todesursache
41	48	146	1,195	Anæmia univers. — Deg. adip. myocard.
42	48	163	1,345	Cancer uteri et pelvis + Pyæmia.
43	48	142	1,059	Vit. org. cord.
44	49	159	1,273	Empyema pulmon.
45	49	153	1,100	Febris typhoid.
46	49	169	1,217	Ohne Angabe.
Summa			57,354	
Mittel			1,247	

*50—59 Jahre.*

1	50	165	1,239	Ohne Angabe.
2	50	168	1,397	Pneumonia ac. + Nephrit.
3	50	164	1,369	Ohne Angabe.
4	50	170	1,132	» »
5	50	165	1,304	» »
6	50	149	1,054	» »
7	51	165	1,436	Nephrit. chron. int. + Hypertrophia cord.
8	51	163	1,240	Nephrit. chron. + Uræmia.
9	51	158	1,441	Ohne Angabe.
10	52	154	1,109	Cancer ventr.
11	52	152	1,137	Ohne Angabe.
12	53	153	1,239	Tuberculos. pulmon.
13	53	147	1,247	Cystosarcom. papillom. ov.
14	53	160	1,149	Nephrit. chron.
15	53	160	1,075	Cancer ventr.
16	53	158	1,316	Vit. org. cord. + Bronchopneumonia ac.
17	53	162	1,197	Ohne Angabe.
18	54	159	1,296	Cancer ventr.
19	54	151	1,238	Ohne Angabe.
20	54	153	1,208	Ulcus ventr.
21	54	153	1,387	Pneumonia ac.
22	55	165	1,276	Degeneratio cordis.
23	55	161	1,377	Ulcus e rupt. varic. + Anæmia.
24	55	156	1,335	Nephrit. chron.
25	55	157	1,304	Ohne Angabe.
26	55	166	1,052	» »
27	55	133	1,127	» »
28	56	148	1,172	» »
29	56	158	1,322	Ileus + Peritonit.
30	56	150	1,194	Tuberculos. pulmon.
31	56	161	1,300	Pneumon. ac.
32	56	164	1,225	Cancer oesophag.
33	56	166	1,360	» hepatis.
34	56	149	1,120	» ventr.
35	56	152	1,238	Ohne Angabe.
36	56	152	1,117	» »
37	57	160	1,180	Cancer ventr.

Nr.	Alter	Körpergrösse	Hirngewicht	Krankheit und Todesursache
38	57	160	1,100	Cancer ventr.
39	57	164	1,160	Arterioscl. + Nephrit. chron.
40	57	153	1,394	Vit. org. cord.
41	57	157	1,200	Nephrit. chron. interst.
42	58	153	1,151	Arterioscl. + Thrombosis cordis.
13	58	162	1,233	Ohne Angabe.
44	58	156	1,203	» »
45	59	159	1,371	Volv. ilei + Peritonit. ac.
46	59	148	1,060	Cancer ventr.
47	59	164	1,320	» cardia.
48	59	160	1,340	Hemiplegia + Bronchit.
49	59	153	1,202	Ohne Angabe.
Summa			60,643	
Mittel			1,238	

*60—64 Jahre.*

1	60	165	1,311	Arterioscl. + Thrombos. art. foss. Sylv.
2	60	165	1,180	Anæmia pern. progr.
3	60	156	1,300	Vit. org. cord.
4	60	167	1,315	Ohne Angabe.
5	61	155	1,180	Pericardit. chron. + Endocardit.
6	61	162	1,335	Arterioscl. + Thrombos. cordis.
7	61	163	1,240	Tumor cyst. pelvis.
8	61	157	1,190	Cardioscl. + Pleurit.
9	61	163	1,383	Ohne Angabe.
10	62	157	1,354	Scirr. coli + Volvul. gangræn.
11	62	150	1,297	Ohne Angabe.
12	63	158	1,287	Nephrit. chr. c. deg. amyl. + Pneum. ac.
13	63	162	1,225	Ohne Angabe.
14	63	154	1,213	Pneumonia ac.
15	63	158	1,230	Cancer ventr.
16	63	151	1,206	» »
17	63	153	1,290	Pneumonia + Nephrit.
18	63	154	1,142	Vit. org. cord.
19	63	166	1,260	Nephrit. chr. interst.
20	63	155	1,185	Ohne Angabe.
21	64	140	1,247	Arterioscl.
22	64	158	1,190	Cancer ventr. + Pneumonia ac.
23	64	153	1,230	» buccæ.
24	64	156	1,280	Aortit. + Stenos. valv. mitr.
25	64	167	1,200	Hernia crur. incarc. c. perit.
Summa			31,270	
Mittel			1,251	

*65—69 Jahre.*

1	65	153	1,250	Ulc. ventr.
2	66	154	1,331	Pleuropneumonia ac.
3	66	158	1,260	Ohne Angabe.

Nr.	Alter	Körper- grösse	Hirn- gewicht	Krankheit und Todesursache
4	67	159	1,251	Hernia crur. incarcer.
5	68	162	1,231	Ohne Angabe.
6	68	155	1,300	Gangræna pedis.
7	68	154	1,176	Thrombophleb. crur. + Septichæmia.
8	68	155	1,290	Varices et thrombophlebit.
9	69	164	1,068	Pneumonia ac. + Dilatat. cord. + Nephrit.
10	69	154	1,248	Endocardit. chron. et endarteritis.
11	69	151	1,243	Pneumonia ac.
12	69	146	1,115	Degenerat. cord.
Summa			14,763	
Mittel			1,230	
<i>70—74 Jahre.</i>				
1	70	152	1,234	Degenerat. cord. + Pericardit. ac. + Bronchopneum.
2	70	158	1,102	Ohne Angabe.
3	70	166	1,206	» »
4	71	158	1,227	Vit. org. cord.
5	71	148	1,260	Aspirat. vomit.
6	71	157	1,080	Arterioscl. + Hemipl.
7	71	148	1,175	Ohne Angabe.
8	71	162	1,521	» »
9	72	154	1,175	Peritonit.
10	72	161	1,294	Arterioscl.
11	72	155	1,230	Pneumonia ac.
12	72	155	1,144	Cancer ventr.
13	73	148	1,135	» »
14	74	164	1,103	Ohne Angabe.
Summa			16,886	
Mittel			1,260	
<i>75—79 Jahre.</i>				
1	75	160	1,252	Cancer recti.
2	75	157	1,140	Cardioarterioscl. + Bronchit. ac.
3	75	156	1,240	Ohne Angabe.
4	76	155	1,101	» »
5	77	153	1,089	Pneumonia ac.
6	77	156	1,206	Cancer ventr.
Summa			7,028	
Mittel			1,171	

Aus den Retzius'schen und meinen eigenen Beobachtungen zusammen-  
gestellte 466 Hirngewichte männlicher Individuen, nach der  
Körpergrösse geordnet.

Autor	Nr.	Alter	Körper- grösse.	Gesamthirn- gewicht	Kleinhirn- gewicht	Autor	Nr.	Alter	Körper- grösse.	Gesamthirn- gewicht	Kleinhirn- gewicht
<i>Von 20-61 Jahren.</i>						H. <sup>2</sup>	1	63	161	1,298	138
R. <sup>1</sup>	1	35	146	1,309		R.	2	40		1,244	
R.	2	46	146	1,395		R.	3	64		1,260	
R.	3	50	147	1,283		R.	4	41		1,290	
R.	4	50	148	1,376		R.	5	43		1,316	
R.	5	32	151	1,460		R.	6	47		1,316	
R.	6	42	152	1,228		R.	7	33		1,322	
R.	7	61	152	1,409		R.	8	55		1,356	
R.	8	37	153	1,477		R.	9	25		1,360	
R.	9	54	156	1,295		R.	10	48		1,392	
R.	10	57	156	1,339		Summa				13,154	
R.	11	59	157	1,470		Mittel				1,315	
R.	12	44	157	1,559		R.	1	36	162	1,175	
Summa				16,600		R.	2	43		1,297	
Mittel				1,383		R.	3	33		1,345	
R.	1	62	158	1,290		R.	4	50		1,350	
R.	2	47	158	1,294		R.	5	62		1,352	
R.	3	63	158	1,324		R.	6	50		1,380	
R.	4	60	158	1,350		R.	7	36		1,387	
R.	5	33	158	1,520		R.	8	48		1,395	
R.	6	35	159	1,185		R.	9	33		1,397	
R.	7	64	159	1,190		R.	10	40		1,400	
R.	8	44	159	1,320		R.	11	60		1,417	
R.	9	35	159	1,362		R.	12	59		1,434	
R.	10	30	159	1,445		R.	13	37		1,485	
R.	11	51	159	1,479		R.	14	56		1,488	
R.	12	36	159	1,551		R.	15	41		1,538	
R.	13	37	159	1,592		Summa				20,840	
Summa				17,902		Mittel				1,389	
Mittel				1,377		R.	1	43	163	1,214	
R.	1	63	160	1,200		R.	2	54		1,245	
R.	2	43		1,243		R.	3	53		1,259	
R.	3	58		1,360		R.	4	52		1,270	
R.	4	41		1,388		R.	5	51		1,273	
R.	5	39		1,457		R.	6	41		1,337	
R.	6	50		1,480		R.	7	45		1,370	
R.	7	45		1,492		R.	8	49		1,371	
R.	8	45		1,552		R.	9	54		1,374	
Summa				11,172		R.	10	35		1,375	
Mittel				1,397		R.	11	27		1,383	

<sup>1</sup> R. = RETZIUS.<sup>2</sup> H. = HULTGREN.

Autor	Nr.	Alter	Körper- grösse.	Gesamthirn- gewicht	Kleinhirn- gewicht	Autor	Nr.	Alter	Körper- grösse.	Gesamthirn- gewicht	Kleinhirn- gewicht
R.	12	63	163	1,400		R.	23	32	165	1,521	
R.	13	57		1,412		R.	24	38		1,555	
R.	14	43		1,425		R.	25	27		1,576	
R.	15	49		1,465		R.	26	53		1,580	
Summa				20,173		R.	27	51		1,647	
Mittel				1,345		R.	28	30		1,647	
						R.	29	26		1,648	
R.	1	33	164	1,194		Summa				40,693	
R.	2	49		1,265		Mittel				1,403	
R.	3	43		1,310		R.	1	36	166	1,250	
R.	4	23		1,320		R.	2	40		1,253	
R.	5	51		1,355		R.	3	61		1,280	
R.	6	62		1,360		R.	4	36		1,284	
R.	7	34		1,366		R.	5	41		1,308	
R.	8	42		1,370		R.	6	43		1,314	
R.	9	21		1,393		R.	7	48		1,326	
R.	10	30		1,398		R.	8	51		1,365	
R.	11	47		1,433		R.	9	55		1,377	
R.	12	52		1,442		R.	10	43		1,393	
R.	13	49		1,450		R.	11	61		1,416	
R.	14	47		1,456		R.	12	55		1,422	
R.	15	21		1,494		R.	13	48		1,451	
Summa				20,606		R.	14	23		1,470	
Mittel				1,374		R.	15	62		1,500	
H.	1	58	165	1,134	134	R.	16	43		1,577	
R.	2	30		1,206		R.	17	61		1,581	
R.	3	41		1,222		R.	18	58		1,587	
R.	4	55		1,237		Summa				25,154	
H.	5	52		1,245		Mittel				1,397	
R.	6	56		1,297		R.	1	64	167	1,179	
R.	7	36		1,300		R.	2	37		1,218	
H.	8	61		1,315		R.	3	48		1,249	
R.	9	31		1,340		R.	4	45		1,279	
H.	10	46		1,350	160	H.	5	62		1,289	145
R.	11	27		1,350		R.	6	42		1,299	
R.	12	31		1,354		R.	7	56		1,340	
R.	13	36		1,365		R.	8	38		1,350	
R.	14	38		1,371		R.	9	50		1,350	
R.	15	53		1,372		R.	10	63		1,350	
R.	16	32		1,379		R.	11	40		1,360	
R.	17	51		1,400		R.	12	51		1,370	
R.	18	36		1,429		R.	13	46		1,373	
R.	19	39		1,459		R.	14	42		1,387	
R.	20	26		1,460		R.	15	29		1,393	
R.	21	62		1,460		R.	16	55		1,396	
R.	22	44		1,474							

Autor	Nr.	Alter	Körpergrösse.	Gesamthirngewicht	Kleinhirngewicht	Autor	Nr.	Alter	Körpergrösse.	Gesamthirngewicht	Kleinhirngewicht
R.	17	30	167	1,398		R.	14	59	169	1,376	
R.	18	29		1,400		R.	15	50		1,380	
R.	19	41		1,400		H.	16	59		1,406	144
R.	20	39		1,410		R.	17	49		1,409	
R.	21	54		1,420		R.	18	64		1,411	
R.	22	34		1,424		R.	19	32		1,426	
R.	23	41		1,438		R.	20	64		1,435	
R.	24	36		1,477		R.	21	39		1,440	
R.	25	33		1,656		R.	22	46		1,462	
Summa				34,205		R.	23	24		1,491	
Mittel				1,368		R.	24	38		1,550	
						R.	25	33		1,602	
R.	1	55	168	1,240		R.	26	39		1,617	
R.	2	44		1,314		R.	27	29		1,668	
R.	3	57		1,330		Summa				37,423	
R.	4	30		1,380		Mittel				1,386	
R.	5	45		1,384							
R.	6	41		1,400		R.	1	44	170	1,206	
R.	7	34		1,400		R.	2	53		1,262	
R.	8	34		1,410		R.	3	26		1,279	
R.	9	30		1,430		R.	4	21		1,321	
R.	10	50		1,430		H.	5	38		1,330	
R.	11	29		1,450		R.	6	46		1,333	
R.	12	59		1,450		R.	7	36		1,345	
R.	13	30		1,457		R.	8	53		1,362	
R.	14	30		1,469		R.	9	32		1,362	
R.	15	35		1,471		R.	10	30		1,365	
R.	16	44		1,490		R.	11	21		1,385	
R.	17	27		1,533		R.	12	40		1,397	
R.	18	38		1,544		R.	13	27		1,404	
R.	19	30		1,649		R.	14	59		1,410	
Summa				27,231		R.	15	51		1,410	
Mittel				1,433		R.	16	46		1,457	
						R.	17	36		1,490	
R.	1	57	169	1,202		R.	18	23		1,495	
R.	2	40		1,217		R.	19	21		1,495	
R.	3	60		1,263		R.	20	41		1,500	
R.	4	50		1,265		R.	21	51		1,530	
R.	5	38		1,269		R.	22	41		1,633	
R.	6	35		1,270		Summa				30,771	
R.	7	53		1,302		Mittel				1,399	
H.	8	60		1,310	140						
R.	9	43		1,314		R.	1	61	171	1,195	
R.	10	34		1,326		R.	2	43		1,221	
R.	11	51		1,330		H.	3	45		1,262	132
R.	12	46		1,336		H.	4	49		1,268	184
R.	13	52		1,346		R.	5	56		1,320	

Autor	Nr.	Alter	Körper- grösse.	Gesamthirn- gewicht	Kleinhirn- gewicht
R.	6	26	171	1,333	
H.	7	55		1,340	
R.	8	27		1,340	
H.	9	61		1,347	142
R.	10	64		1,349	
R.	11	43		1,360	
R.	12	45		1,360	
R.	13	41		1,373	
H.	14	57		1,374	174
R.	15	54		1,391	
R.	16	40		1,401	
R.	17	41		1,418	
R.	18	35		1,421	
R.	19	35		1,439	
R.	20	40		1,457	
R.	21	53		1,487	
R.	22	50		1,522	
R.	23	30		1,534	
R.	24	42		1,560	
R.	25	21		1,633	
R.	26	25		1,648	

Summa 36,353

Mittel 1,398

R.	1	60	172	1,181	
H.	2	56		1,241	140
R.	3	62		1,250	
R.	4	37		1,255	
R.	5	41		1,280	
R.	6	63		1,280	
R.	7	55		1,292	
R.	8	30		1,340	
R.	9	27		1,366	
R.	10	54		1,392	
R.	11	39		1,413	
R.	12	42		1,422	
R.	13	57		1,438	
R.	14	57		1,440	
R.	15	50		1,459	
R.	16	62		1,475	
R.	17	56		1,475	
R.	18	56		1,495	
R.	19	47		1,495	
R.	20	49		1,507	
R.	21	56		1,518	
R.	22	35		1,540	
R.	23	60		1,558	

Autor	Nr.	Alter	Körper- grösse.	Gesamthirn- gewicht	Kleinhirn- gewicht
R.	24	20	172	1,579	
R.	25	25		1,605	
Summa				35,296	
Mittel				1,412	
R.	1	37	173	1,118	
R.	2	64		1,250	
R.	3	56		1,310	
R.	4	49		1,345	
R.	5	30		1,350	
R.	6	27		1,360	
R.	7	21		1,370	
R.	8	52		1,372	
R.	9	55		1,409	
R.	10	33		1,419	
R.	11	33		1,419	
R.	12	22		1,429	
R.	13	40		1,442	
R.	14	43		1,466	
R.	15	46		1,551	
H.	16	61		1,555	180
R.	17	33		1,610	

Summa 23,775

Mittel 1,398

R.	1	41	174	1,194	
R.	2	59		1,198	
H.	3	54		1,287	152
R.	4	57		1,294	
R.	5	27		1,327	
R.	6	23		1,330	
R.	7	55		1,344	
R.	8	26		1,376	
R.	9	44		1,424	
R.	10	31		1,458	
R.	11	61		1,465	
R.	12	26		1,475	
R.	13	34		1,500	
R.	14	49		1,500	
R.	15	25		1,530	
R.	16	21		1,585	
H.	17	38		1,661	152

Summa 23,948

Mittel 1,409

R.	1	40	175	1,210	
H.	2	52		1,215	140
R.	3	56		1,309	

Autor	Nr.	Alter	Körpergrösse.	Gesamthirngewicht	Kleinhirngewicht	Autor	Nr.	Alter	Körpergrösse.	Gesamthirngewicht	Kleinhirngewicht
R.	4	25	175	1,340		R.	4	34	178	1,370	
R.	5	23		1,357		R.	5	33		1,375	
R.	6	42		1,380		R.	6	50		1,388	
R.	7	32		1,385		R.	7	25		1,404	
R.	8	27		1,396		R.	8	25		1,407	
R.	9	46		1,411		R.	9	47		1,421	
R.	10	47		1,430		R.	10	35		1,440	
R.	11	36		1,445		R.	11	24		1,445	
R.	12	53		1,445		R.	12	26		1,465	
R.	13	32		1,450		R.	13	52		1,466	
R.	14	51		1,491		H.	14	46		1,470	
R.	15	47		1,524		R.	15	36		1,484	
R.	16	30		1,552		R.	16	40		1,533	
Summa				22,340		R.	17	50		1,553	
Mittel				1,396		R.	18	55		1,555	
R.	1	49	176	1,300		R.	19	30		1,560	
R.	2	20		1,325		R.	20	27		1,660	
R.	3	39		1,350		Summa				28,894	
R.	4	35		1,414		Mittel				1,445	
R.	5	20		1,450		H.	1	60	179	1,172	135
R.	6	56		1,471		R.	2	21		1,338	
R.	7	44		1,480		R.	3	39		1,346	
R.	8	54		1,480		R.	4	27		1,364	
R.	9	22		1,514		R.	5	26		1,446	
R.	10	21		1,544		R.	6	47		1,494	
R.	11	33		1,547		R.	7	52		1,518	
Summa				15,875		R.	8	39		1,523	
Mittel				1,443		R.	9	27		1,565	
R.	1	40	177	1,266		R.	10	26		1,743	
R.	2	42		1,332		Summa				14,509	
R.	3	23		1,344		Mittel				1,451	
R.	4	27		1,350		R.	1	59	180	1,320	
H.	5	50		1,385	150	H.	2	55		1,322	166
R.	6	47		1,401		R.	3	52		1,337	
R.	7	28		1,425		R.	4	55		1,374	
R.	8	60		1,442		R.	5	60		1,420	
R.	9	36		1,488		H.	6	62		1,450	
R.	10	45		1,550		R.	7	52		1,499	
R.	11	30		1,564		R.	8	54		1,517	
R.	12	43		1,620		R.	9	42		1,556	
Summa				17,167		R.	10	21		1,568	
Mittel				1,431		Summa				14,363	
R.	1	39	178	1,280		Mittel				1,436	
R.	2	43		1,301		H.	1	60	181	1,336	164
R.	3	56		1,317		R.	2	25		1,415	
						R.	3	43		1,517	



Autor	Nr.	Alter	Körpergrösse.	Gesamthirngewicht	Kleinhirngewicht
R.	4	40	181	1,530	
R.	5	22	182	1,351	
R.	6	35		1,379	
R.	7	38		1,518	
R.	8	46	183	1,290	
R.	9	21		1,290	
R.	10	26		1,409	
R.	11	50		1,437	
R.	12	33		1,480	
R.	13	31	185	1,238	
R.	14	58		1,277	
R.	15	52		1,489	
R.	16	20	190	1,467	
Summa				22,423	
Mittel				1,401	
<i>65—84 Jahre.</i>					
R.	1	80	136	1,260	
H.	2	70	153	1,505	
R.	3	76	154	1,429	
R.	4	69	158	1,276	
R.	5	65	160	1,225	
R.	6	83		1,240	
R.	7	67		1,260	
Summa				9,195	
Mittel				1,314	
<i>65—84 Jahre.</i>					
R.	1	71	161	1,380	
R.	2	78		1,420	
H.	3	78	163	1,180	150
H.	4	82		1,295	140
R.	5	75		1,427	
H.	6	77		1,476	165
R.	7	65	164	1,172	
R.	8	77	165	1,259	
R.	9	65		1,300	
H.	10	82	166	1,180	
R.	11	82		1,350	
R.	12	78		1,397	
H.	13	67	167	1,258	155
R.	14	72		1,380	
H.	15	75		1,441	171

Autor	Nr.	Alter	Körpergrösse.	Gesamthirngewicht	Kleinhirngewicht
H.	16	74	167	1,500	
H.	17	70	168	1,187	112
H.	18	75		1,278	152
R.	19	65		1,298	
R.	20	70		1,385	
H.	21	66		1,500	
R.	22	80	170	1,220	
H.	23	77		1,225	
R.	24	66		1,226	
R.	25	77		1,270	
R.	26	65		1,372	
H.	27	66		1,402	165
R.	28	65		1,463	
R.	29	65		1,483	
Summa				38,724	
Mittel				1,335	
<i>65—84 Jahre.</i>					
R.	1	65	171	1,338	
R.	2	68		1,340	
R.	3	68		1,352	
R.	4	71		1,395	
H.	5	68		1,396	156
H.	6	69		1,429	140
H.	7	81	172	1,321	134
R.	8	77	173	1,384	
H.	9	76		1,540	
R.	10	72	174	1,290	
R.	11	80		1,292	
R.	12	68		1,408	
R.	13	78		1,439	
R.	14	65	176	1,293	
R.	15	79	177	1,224	
R.	16	80		1,274	
R.	17	70		1,292	
H.	18	66		1,372	165
R.	19	67	178	1,416	
R.	20	69		1,419	
R.	21	69		1,540	
H.	22	78	180	1,368	150
Summa				30,122	
Mittel				1,369	

Aus den Retzius'schen und meinen eigenen Beobachtungen zusammen-  
gestellte 408 Hirngewichte weiblicher Individuen,  
nach der Körpergrösse geordnet.

Autor	Nr.	Alter	Körper- grösse.	Gesamthirn- gewicht	Kleinhirn- gewicht	Autor	Nr.	Alter	Körper- grösse.	Gesamthirn- gewicht	Kleinhirn- gewicht
<i>20—64 Jahre.</i>											
H.	1	36	122	1,309	140	H.	5	62	152	1,150	130
R.	2	55	133	1,127		R.	6	36		1,154	
R.	3	64	140	1,247		R.	7	46		1,216	
R.	4	48	142	1,059		H.	8	29		1,220	130
H.	5	58	142	1,495		H.	9	42		1,236	154
R.	6	42	144	1,225		R.	10	56		1,238	
R.	7	42	145	1,133		H.	11	59		1,295	—
R.	8	48	146	1,195		R.	12	31		1,382	
R.	9	42	146	1,200		Summa				14,292	
R.	10	40	146	1,353		Mittel				1,191	
R.	11	34	147	1,060		R.	1	49	153	1,100	
R.	12	32	147	1,100		R.	2	58		1,151	
R.	13	53	147	1,247		R.	3	29		1,160	
R.	14	39	147	1,276		H.	4	61		1,182	110
R.	15	30	147	1,280		R.	5	59		1,202	
R.	16	59	148	1,060		R.	6	54		1,208	
R.	17	56	148	1,172		R.	7	64		1,230	
R.	18	50	149	1,054		R.	8	53		1,239	
R.	19	56	149	1,120		H.	9	61		1,241	129
R.	20	41	149	1,215		R.	10	26		1,242	
R.	21	39	149	1,230		H.	11	47		1,272	127
R.	22	38	150	1,185		R.	12	33		1,276	
R.	23	56	150	1,194		R.	13	63		1,290	
H.	24	40	150	1,254	147	R.	14	48		1,374	
R.	25	62	150	1,297		R.	15	54		1,387	
Summa				30,087		R.	16	41		1,387	
Mittel				1,203		R.	17	57		1,394	
R.	1	34	151	940		R.	18	43		1,404	
H.	2	60		1,140		Summa				22,739	
R.	3	63		1,206		Mittel				1,263	
R.	4	54		1,238		R.	1	40	154	1,022	
H.	5	46		1,265		H.	2	57		1,100	
H.	6	53		1,329	146	R.	3	52		1,109	
Summa				7,118		R.	4	63		1,142	
Mittel				1,186		R.	5	29		1,182	
H.	1	64	152	1,038	120	H.	6	42		1,207	132
H.	2	39		1,109	119	R.	7	63		1,213	
R.	3	56		1,117		R.	8	31		1,258	
R.	4	52		1,137		R.	9	34		1,283	
						R.	10	40		1,292	

Autor	Nr.	Alter	Körpergrösse.	Gesamthirngewicht	Kleinhirngewicht
H.	11	59	154	1,340	
R.	12	35		1,370	
R.	13	36		1,457	
Summa				15,975	
Mittel				1,229	
R.	1	47	155	1,120	
R.	2	44		1,155	
R.	3	61		1,180	
R.	4	63		1,185	
R.	5	21		1,206	
R.	6	45		1,257	
H.	7	63		1,264	146
H.	8	63		1,300	140
R.	9	35		1,317	
R.	10	35		1,334	
Summa				12,318	
Mittel				1,232	
R.	1	37	156	1,194	
R.	2	28		1,200	
R.	3	58		1,203	
R.	4	24		1,216	
H.	5	50		1,253	148
R.	6	47		1,260	
R.	7	23		1,269	
H.	8	61		1,276	134
R.	9	64		1,280	
R.	10	60		1,300	
H.	11	63		1,314	138
R.	12	40		1,315	
R.	13	55		1,335	
H.	14	50		1,434	160
Summa				17,849	
Mittel				1,275	
R.	1	42	157	1,104	
R.	2	41		1,160	
R.	3	29		1,175	
R.	4	40		1,180	
R.	5	61		1,190	
R.	6	57		1,200	
R.	7	39		1,210	
R.	8	47		1,231	
R.	9	55		1,304	
R.	10	24		1,313	
R.	11	48		1,349	
R.	12	62		1,354	

Autor	Nr.	Alter	Körpergrösse.	Gesamthirngewicht	Kleinhirngewicht
R.	13	34	157	1,381	
R.	14	29		1,398	
Summa				17,549	
Mittel				1,254	
R.	1	37	158	1,136	
R.	2	29		1,165	
R.	3	64		1,190	
R.	4	43		1,228	
R.	5	63		1,230	
H.	6	63		1,260	114
H.	7	49		1,262	135
R.	8	63		1,287	
R.	9	53		1,316	
R.	10	56		1,322	
R.	11	51		1,441	
Summa				13,837	
Mittel				1,258	
R.	1	38	159	1,100	
R.	2	38		1,225	
H.	3	25		1,256	139
R.	4	49		1,273	
R.	5	54		1,296	
R.	6	39		1,300	
R.	7	59		1,371	
R.	8	36		1,397	
H.	9	61		1,450	
Summa				11,668	
Mittel				1,296	
R.	1	53	160	1,075	
R.	2	57		1,100	
R.	3	44		1,139	
R.	4	53		1,149	
H.	5	64		1,162	130
R.	6	57		1,180	
H.	7	63		1,190	
H.	8	56		1,197	140
H.	9	38		1,240	138
R.	10	34		1,248	
R.	11	35		1,254	
R.	12	22		1,305	
R.	13	59		1,340	
R.	14	24		1,455	
Summa				17,034	
Mittel				1,217	

Autor	Nr	Alter	Körpergrösse.	Gesamthirngewicht	Kleinhirngewicht	Autor	Nr.	Alter	Körpergrösse.	Gesamthirngewicht	Kleinhirngewicht
R.	1	35	161	1.207		H.	10	64	163	1.381	149
H.	2	55		1.246		R.	11	61		1.383	
R.	3	41		1.260		R.	12	24		1.402	
R.	4	21		1.289		R.	13	36		1.416	
R.	5	41		1.291		R.	14	48		1.431	
R.	6	56		1.300		R.	15	22		1.469	
R.	7	23		1.320		Summa				19.764	
H.	8	51		1.331	140	Mittel				1.316	
R.	9	26		1.344		R.	1	20	164	1.150	
H.	10	38		1.365	155	R.	2	57		1.160	
R.	11	55		1.377		R.	3	48		1.210	
H.	12	63		1.380	—	R.	4	43		1.220	
H.	13	63		1.388	136	R.	5	56		1.225	
R.	14	44		1.413		R.	6	59		1.320	
R.	15	34		1.451		H.	7	64		1.359	145
Summa				19.962		R.	8	50		1.369	
Mittel				1.331		R.	9	28		1.370	
H.	1	61	162	1.093	127	Summa				11.383	
R.	2	44		1.100		Mittel				1.265	
R.	3	53		1.197		R.	1	60	165	1.180	
R.	4	39		1.200		R.	2	29		1.180	
R.	5	63		1.225		R.	3	38		1.193	
R.	6	58		1.233		R.	4	50		1.239	
H.	7	50		1.235	140	R.	5	55		1.276	
R.	8	38		1.250		R.	6	30		1.286	
R.	9	21		1.260		R.	7	42		1.298	
H.	10	49		1.301	107	R.	8	50		1.304	
R.	11	24		1.315		R.	9	60		1.311	
H.	12	62		1.315	140	R.	10	24		1.333	
R.	13	61		1.335		H.	11	62		1.377	162
R.	14	39		1.339		R.	12	21		1.433	
R.	15	39		1.339		R.	13	51		1.436	
R.	16	43		1.360		R.	14	36		1.442	
H.	17	37		1.380		R.	15	28		1.553	
R.	18	36		1.457		Summa				19.846	
Summa				22.934		Mittel				1.323	
Mittel				1.274		R.	1	55	166	1.052	
R.	1	42	163	1.200		R.	2	31		1.100	
R.	2	47		1.200		R.	3	31		1.103	
R.	3	29		1.201		R.	4	32		1.200	
H.	4	43		1.219	127	R.	5	34		1.250	
R.	5	51		1.240		R.	6	63		1.260	
R.	6	61		1.240		R.	7	30		1.297	
R.	7	22		1.260		R.	8	42		1.319	
R.	8	48		1.345							
R.	9	40		1.377							

Autor	Nr.	Alter	Körpergrösse.	Gesamthirngewicht	Kleinhirngewicht	Autor	Nr.	Alter	Körpergrösse.	Gesamthirngewicht	Kleinhirngewicht
R.	9	56	166	1,360		H.	7	73	145	1,040	
H.	10	52		1,360		H.	8	68		1,094	115
Summa				12,301		H.	9	83	146	1,040	125
Mittel				1,230		H.	10	84		1,092	120
R.	1	64	167	1,200		R.	11	69		1,115	
R.	2	31		1,292		H.	12	71		1,160	
R.	3	60		1,315		H.	13	67		1,177	125
R.	4	43		1,371		H.	14	82	147	945	
Summa				5,178		H.	15	83		1,340	
Mittel				1,295		H.	16	76	148	1,105	127
H.	1	58	168	1,126	142	R.	17	73		1,135	
R.	2	29		1,154		R.	18	71		1,175	
R.	3	25		1,164		H.	19	71		1,246	134
R.	4	20		1,299		R.	20	71		1,260	
R.	5	40		1,337		H.	21	73		1,351	134
R.	6	25		1,360		H.	22	82	149	1,093	110
R.	7	50		1,397		H.	23	75		1,192	137
Summa				8,837		H.	24	74		1,237	130
Mittel				1,262		H.	25	72		1,249	144
R.	1	49	169	1,217		H.	26	67	150	1,070	
R.	2	35		1,284		H.	27	73		1,130	138
H.	3	54		1,374		H.	28	66		1,135	130
R.	4	50	170	1,132		H.	29	81		1,177	130
R.	5	40		1,200		H.	30	84		1,184	130
R.	6	26		1,411		Summa				34,226	2,619
Summa				7,618		Mittel				1,141	125
Mittel				1,270		H.	1	78	151	977	100
H.	1	47	171	1,237	150	H.	2	81		1,016	114
R.	2	31	172	1,390		H.	3	80		1,075	
R.	3	43	174	1,259		H.	4	84		1,110	
R.	4	22	175	1,264		H.	5	83		1,115	
H.	5	57		1,336	154	H.	6	75		1,137	120
R.	6	33		1,491		H.	7	81		1,138	124
H.	7	46	178	1,517	170	R.	8	69		1,243	
Summa				9,494		H.	9	73		1,260	
Mittel				1,356		H.	10	72		1,382	150
						H.	11	76	152	1,085	
						H.	12	81		1,101	128
						H.	13	76		1,175	130
						H.	14	69		1,205	
						H.	15	72		1,205	160
						H.	16	83		1,215	
						H.	17	71		1,226	142
						R.	18	70		1,234	
						H.	19	77		1,283	142
						H.	20	72		1,289	122
						H.	21	80	153	1,037	122

*65—81 Jahre.*

H.	1	84	137	1,015	100
H.	2	76	138	1,018	115
H.	3	82	141	1,015	110
H.	4	74		1,250	130
H.	5	76	144	1,208	125
H.	6	77	145	978	110

Autor	Nr.	Alter	Körpergrösse.	Gesamthirngewicht	Kleinhirngewicht	Autor	Nr.	Alter	Körpergrösse.	Gesamthirngewicht	Kleinhirngewicht
H.	22	81	153	1,057	122	H.	69	65	157	1,400	140
R.	23	77		1,089		H.	70	76	158	1,070	
H.	24	82		1,112	130	H.	71	81		1,079	130
R.	25	65		1,250		R.	72	70		1,102	
H.	26	82		1,251	134	H.	73	80		1,110	135
H.	27	83	154	1,110	122	H.	74	70		1,202	
H.	28	72		1,135		H.	75	79		1,209	132
H.	29	80		1,135	140	R.	76	71		1,227	
H.	30	69		1,140		R.	77	66		1,260	
R.	31	72		1,175		H.	78	80		1,346	149
R.	32	68		1,176		H.	79	78	159	1,125	
H.	33	74		1,240	160	H.	80	84		1,142	114
R.	34	69		1,248		H.	81	78		1,169	127
R.	35	66		1,331		H.	82	68		1,215	
H.	36	82	155	1,075	110	R.	83	67		1,251	
H.	37	66		1,084	138	H.	84	82		1,276	147
H.	38	72		1,096	112	H.	85	82	160	983	107
R.	39	76		1,101		H.	86	79		1,075	
H.	40	78		1,118	130	R.	87	75		1,252	
R.	41	72		1,144		H.	88	71		1,264	138
H.	42	73		1,155	148	Summa				103,549	4,085
H.	43	81		1,156	136	Mittel				1,177	131
H.	44	69		1,165	125						
H.	45	78		1,176	136	H.	1	78	161	1,110	
H.	46	72		1,200		H.	2	72		1,159	122
H.	47	72		1,230	155	H.	3	75		1,176	130
R.	48	72		1,230		H.	4	69		1,188	143
H.	49	78		1,245	146	H.	5	82		1,230	114
H.	50	84		1,277	142	H.	6	70		1,260	150
R.	51	68		1,290		H.	7	71		1,265	140
R.	52	68		1,300		H.	8	67		1,292	145
H.	53	81	156	1,154	125	R.	9	72		1,294	
H.	54	65		1,166	134	H.	10	80		1,500	130
R.	55	77		1,206		H.	11	65		1,347	160
R.	56	75		1,240		H.	12	82	162	1,163	135
H.	57	65		1,249	124	H.	13	77		1,211	147
H.	58	73		1,299	137	R.	14	68		1,231	
H.	59	80	157	1,057	120	H.	15	65		1,333	144
H.	60	76		1,064	124	H.	16	83		1,365	150
R.	61	71		1,080		R.	17	71		1,521	
H.	62	83		1,100		H.	18	66	163	1,087	140
H.	63	70		1,136	112	H.	19	81		1,164	147
R.	64	75		1,140		H.	20	79		1,181	146
H.	65	72		1,151	114	H.	21	72		1,199	154
H.	66	81		1,200	128	H.	22	69		1,211	140
H.	67	71		1,248	136	H.	23	81	164	1,055	
H.	68	78		1,303	133	R.	24	69		1,068	

Autor	N:r	Alter	Körper- grösse.	Gesamthirn- gewicht	Kleinhirn- gewicht	Autor	N:r	Alter	Körper- grösse.	Gesamthirn- gewicht	Kleinhirn- gewicht
H.	25	81	164	1,074	130	H.	33	84	169	1,049	122
R.	26	74		1,103		H.	34	82	170	1,156	122
H.	27	71		1,208	150	H.	35	76		1,215	130
H.	28	70		1,217	150	H.	36	66		1,230	155
H.	29	83	165	1,230	140	H.	37	68	171	1,314	162
R.	30	70	166	1,206		H.	38	66	172	1,378	145
H.	31	65	167	1,160	153	Summa				46,290	4,096
H.	32	68	168	1,340		Mittel				1,218	141

Tryckt den 12 oktober 1912.





KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 49. N:o 1.

ZUR  
KRANIOLOGIE DER SCHWEDISCHEN  
STEINZEIT

VON

CARL M. FÜRST

IN LUND

MIT 16 TAFELN UND 52 TEXTFIGUREN



UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN  
R. FRIEDLÄNDER & SOHN  
11 CARLSTRASSE

LONDON  
WILLIAM WESLEY & SON  
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS  
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK  
11 RUE DE LILLE



WEITERE UNTERSUCHUNGEN

ÜBER

DIE MORPHOLOGISCH NACHWEISBAREN  
STOFFLICHEN VERÄNDERUNGEN  
DER MUSKELFASERN

VON

PROFESSOR D:R EMIL HOLMGREN

MIT 12 TAFELN UND 4 ABBILDUNGEN IM TEXTE



UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN  
R. FRIEDLÄNDER & SOHN  
11 CARLSTRASSE

LONDON  
WILLIAM WESLEY & SON  
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS  
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK  
11 RUE DE LILLE



**LIPOIDBILDUNG**  
**IN DEN WEISSEN BLUTKÖRPERCHEN**

MIKROSKOPISCHE STUDIEN ZUR AUTOLYSE DES BLUTES

NEBST EINIGEN BEOBACHTUNGEN ÜBER VITALFÄRBUNG DES ZELLKERNS

VON

**J. AUG. HAMMAR**

MIT 1 TAFEL



UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN  
R. FRIEDLÄNDER & SOHN  
11 CARLSTRASSE

LONDON  
WILLIAM WESLEY & SON  
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS  
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK  
11 RUE DE LILLE



SOME NOTES ON THE DEVELOPMENT  
OF  
**ECHINOCARDIUM CORDATUM** (PENN.)  
AND  
**PARECHINUS MILIARIS** (L.)

BY

**HJALMAR THÉEL**

WITH ONE PLATE AND THREE ILLUSTRATIONS IN THE TEXT



UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN  
R. FRIEDLÄNDER & SOHN  
11 CARLSTRASSE

LONDON  
WILLIAM WESLEY & SON  
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS  
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK  
11 RUE DE LILLE





ÜBER  
DIE ENTWICKLUNG DER "BURSA OMENTALIS"  
BEI DEN GYMNOPHIONEN

VON

**IVAR BROMAN**  
LUND

MIT 3 TAFELN UND 19 ABBILDUNGEN IM TEXTE



UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN  
R. FRIEDLÄNDER & SOHN  
11 CARLSTRASSE

LONDON  
WILLIAM WESLEY & SON  
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS  
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK  
11 RUE DE LILLE



UNTERSUCHUNGEN ÜBER  
EIN FASERIGES STÜTZGEWEBE BEI DEN EMBRYONEN  
VON ACANTHIAS VULGARIS

VON

**ERIK MÜLLER**

MIT 4 TAFELN



UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN  
R. FRIEDLÄNDER & SOHN  
11 CARLSTRASSE

LONDON  
WILLIAM WESLEY & SON  
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS  
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK  
11 RUE DE LILLE



# ANATOMICAL NOTES ON MAMMALS

OBTAINED IN BRITISH EAST AFRICA

BY

THE SWEDISH ZOOLOGICAL EXPEDITION

1911

I

BY

**EINAR LÖNNBERG**

(WITH TWO PLATES AND THREE TEXTFIGURES)

UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN  
R. FRIEDLÄNDER & SOHN  
11 CARLSTRASSE

LONDON  
WILLIAM WESLEY & SON  
28 ESSEX STREET, STRAND

PARIS  
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK  
11 RUE DE LILLE



KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 49. N:o 8.

ZUR  
MECHANIK DER KOPFBEWEGUNGEN  
BEIM MENSCHEN

VON

J. VILH. HULTKRANTZ

UPPSALA

MIT 2 TAFELN UND 8 FIGUREN IM TEXTE



UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN

R. FRIEDLÄNDER & SOHN  
11 CARLSTRASSE

LONDON

WILLIAM WESLEY & SON  
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS

LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK  
11 RUE DE LILLE





KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 49. No 9.

OM  
CORPORA STRIATA'S  
OCH THALAMI FUNKTION

ENLIGT SWEDENBORG OCH NUTIDA FÖRSKNING

AF

MARTIN RAMSTRÖM



UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN  
R. FRIEDLÄNDER & SOHN  
11 CARLSTRASSE

LONDON  
WILLIAM WESLEY & SON  
28 ESSEX STREET, STRAND

PARIS  
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK  
11 RUE DE LILLE



*Ag...*

# DAS HIRNGEWICHT DES MENSCHEN

## IN BEZIEHUNG ZUM ALTER UND ZUR KÖRPERGRÖSSE

VON

**E. O. HULTGREN**

MIT 3 FIGUREN IM TEXTE



UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN  
R. FRIEDLÄNDER & SOHN  
11 CARLSTRASSE

LONDON  
WILLIAM WESLEY & SON  
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS  
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK  
11 RUE DE LILLE



KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 49.

## FÖRTECKNING ÖFVER SKRIFTER

UTGIFNA AF

# PROFESSOR GUSTAF RETZIUS

SAMMANSTÄLLD

AF

**CHRISTOPHER AURIVILLIUS**



UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN

R. FRIEDLÄNDER & SOHN  
11 CARLSTRASSE

LONDON

WILLIAM WESLEY & SON  
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS

LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK  
11 RUE DE LILLE





















dlingar.

Handlingar.

AMNH LIBRARY



100197333