



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

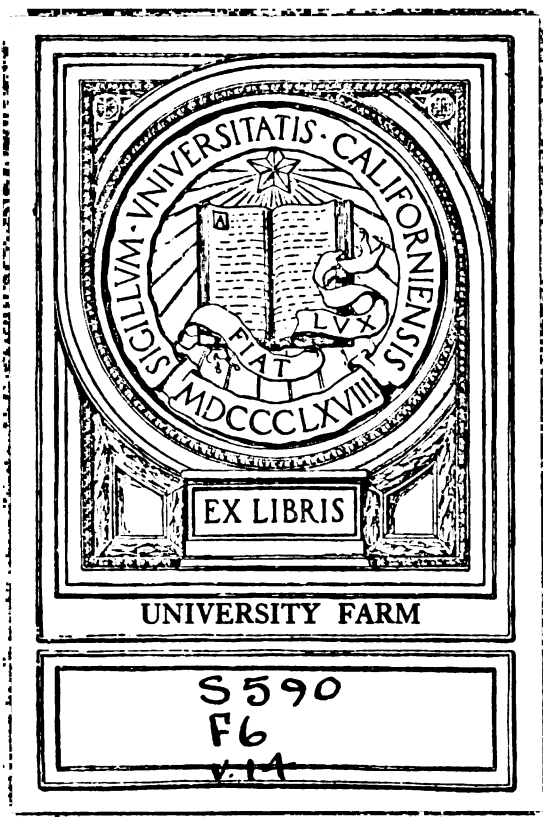
About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>

UC-NRLF



φB 227 545



SIGILLUM UNIVERSITATIS CALIFORNIENSIS
MDCCCLXVIII

EX LIBRIS

UNIVERSITY FARM

S590
F6
v.14

FORSCHUNGEN
AUF DEM GEBIETE DER
AGRIKULTUR-PHYSIK.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. E. WOLLNY,

PROFESSOR IN MÜNCHEN.

VIERZEHNTER BAND.

MIT ORIGINAL-BEITRÄGEN VON

E. EBERMAYER, C. KRAUS, A. MAYER, F. MERL, E. WOLLNY.

MIT 8 HOLZSCHNITTEN.

— * —

HEIDELBERG.

CARL WINTER'S UNIVERSITÄTSBUCHHANDLUNG.

1891.

Das Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen wird vorbehalten.

Inhalts-Verzeichniß.

I. Physik des Bodens.

Seite.

Zur Theorie der Wasserkapazität von Ackererden und anderer poröser Medien. Von A. Mayer	254
Untersuchungen über die Permeabilität des Bodens für Wasser. Von E. Wollny	1
Untersuchungen a) über das Verhalten verschiedener Bodenarten gegen Wärme; b) über den Einfluß der Meereshöhe auf die Bodentemperatur; c) über die Bedeutung der Wärme für das Pflanzenleben. Von E. Ebermayer	195
Untersuchungen über den Einfluß lebender und todter Bodendecken auf die Bodentemperatur. Von E. Ebermayer	379
Zur Theorie der Bodenentwässerung. Von F. Merl	29
*Die Wasser- und Temperaturverhältnisse des besandeten und des nicht besandeten Hochmoorbodens. Von M. Fleischer	400
*Die Wasserverhältnisse des besandeten und nicht besandeten Hochmoorbodens, des Sand- und humosen Gartenbodens. Von F. Seyffert	409
*Die Absorption von Wasserdampf durch den Hochmoorboden. Von C. L. Wiklund	412
*Ueber die Absorption des Ammoniaks der Luft durch den Ackerboden. Von Th. Schlösing	80
*Die Bodenluft in besandeten und nicht besandeten Hochmoor- und Niederungsmoorböden. Von R. Kissling und M. Fleischer	414
*Ueber den Zusammenhang zwischen dem Boden und einigen Pflanzenformationen. Von P. Kostytscheff	261
*Ueber Bodenschutzholz und Unkrautdecke in ihren Beziehungen zur Bodenfeuchtigkeit und Bestandszuwachs. Von L. Schmidt	267
*Ueber die Verdampfung des Wassers und des nassen Erdreichs. Von A. Battelli	270

Anmerkung: Die unter der Rubrik „Neue Litteratur“ mitgetheilten Referate sind in obigem Inhaltsverzeichnis zur Unterscheidung von den Originalabhandlungen am Anfang des Titels mit einem * versehen. D. H.

	Seite.
*Ueber einige Löße des Königreichs Sachsen. Von R. Sachsse und A. Becker.	272
*Die niederländischen Hochmoore. Von A. Borgmann	274
*Zusammensetzung der Drainwässer in nackten und bebauten Bodenarten. Von P. P. Dehérain	277
*Nitrifikationsorganismen. Von S. Winogradsky	38
*Der Nitrifikationsprozeß und seine spezifischen Fermente. Von P. F. Frank- land, G. C. Frankland und R. Warington	26
*Nitrifikation und Denitrifikation in der Pflanzenerde. Von Th. Leone . .	38
*Nitrifikation und Denitrifikation in der Pflanzenerde. Von Th. Leone . .	416
*Ueber die Nitrifikation des organischen Stickstoffs. Von Th. Leone und O. Magnanini	417
*Ueber die Nitrifikation des organischen Stickstoffs. Von P. Pichard . .	417
*Ueber die Bildung der Nitrate im Boden. Von A. Müntz	418
*Ueber Salpeterbildung. Von R. Warington	419
*Ueber die Bildung und Oxydation von Nitriten während der Nitrifikation. Von S. Winogradsky	421
*Ueber die Zersetzung organischen Düngers im Boden. Von A. Müntz . .	41
*Ueber den Zerfall der Gesteine und die Bildung der Erde. Von A. Müntz . .	40
*Versuche über den Stickstoffverlust und -Gewinn in nackter und bepflanzer Erde. Von A. Pagnoul	42
*Beitrag zur Stickstofffrage. Von A. Petermann	44
*Neue Versuche über die Fixirung von freiem Stickstoff. Von J. B. Lawes und J. H. Gilbert	47
*Ueber die Aufnahme atmosphärischen Stickstoffs durch die Pflanzen. Von W. O. Atwater und C. D. Woods	282
*Ueber die Pilzsymbiose der Leguminösen. Von B. Frank	50
*Untersuchungen über die Stickstoffquelle der Pflanzen. Von A. G. Schmitter .	40
*Ueber die Assimilation von Stickstoff aus der Luft durch Robinia Pseudacacia. Von B. Frank	54
*Untersuchungen über Stickstoffassimilation in der Pflanze. Von B. Frank und R. Otto	55
*Die Wurzelknöllchen der Erbse. Von A. Prazmowsky	55
*Künstliche Infektion von Vicia Vaba mit Bacillus radicolica. Ernährungs- bedingungen dieser Bakterie. Von M. W. Beyerinck	57
*Ueber den Mikroorganismus der Wurzelknöllchen der Leguminösen. Von E. Laurent	281
*Aeltere Beobachtungen über die Wurzelknöllchen der Leguminösen. Von E. Prillieux	283

Seite.

*Zur Kenntniß der Fäden in den Wurzelknöllchen der Leguminosen. Von A. Koch	284
Neue Litteratur	58, 285. 424

II. Physik der Pflanze.

Das Schröpfen und Walzen der Getreidearten als Mittel gegen Lagerung. Von C. Kraus	59
I. Das Schröpfen	59
II. Das Niederwalzen	77
III. Nachträgliches zu den Ursachen der Lagerung	96
Untersuchungen über die künstliche Beeinflussung der inneren Wachstums- ursachen. Von E. Wollny	425
11. Der Einfluß der Entknollung der Kartoffelpflanze auf deren Produktions- vermögen	425
Untersuchungen über den Gewichtsverlust und einige morphologische Ver- änderungen der Kartoffelknollen bei der Aufbewahrung im Keller. Von E. Wollny	286
*Der Einfluß der Blätter und des Lichtes auf die Entwicklung der Knollen bei der Kartoffel. Von A. Pagnoul	106
*Ueber den Einfluß des Lichtens auf das Dickenwachsthum der Tannen. Von E. Mer	107
*Ueber die Chlorophyll-Assimilation der Bäume mit rothen Blättern. Von H. Jumelle	109
*Die Art und Weise der wachstumsretardirenden Lichtwirkung und die Wachstumstheorien. Von E. Godlewski	302
*Studien über die Einwirkung des Lichtes auf die Pilze. Von F. Elfving	304
*Einfluß der Beleuchtung auf die Entstehung von Stacheln und Dornen bei den Pflanzen. Von A. Lothelier	325
*Ueber die Wirkung des Lichtes auf den Athmungsprozeß der Pflanzen. Von K. Purjewicz	442
*Beiträge zur Kenntniß der Athmung der Gewächse und des pflanzlichen Stoffwechsels. Von H. Clausen	105
*Untersuchungen über die innere Atmosphäre der Pflanzen. Von J. Peyrou	308
*Die Athmung der Pflanzen bei verminderter Sauerstoffspannung und bei Verletzungen. Von C. Stich	309
*Ueber die Abhängigkeit des Laubblattes von seiner Assimilationsthätigkeit. Von H. Vöchting	311

	Seite.
*Ueber Sauerstoffentwicklung der Pflanzen bei niederen Temperaturen. Von H. Jumelle	445
*Studien über den Einfluß der Sonnenwärme auf die Blüthenhüllen. Von E. Roze	418
*Einige Beobachtungen über den Einfluß äußerer Faktoren auf den Geruch der Blüthen. Von R. Regel	322
*Ueber Schutzmittel des Laubes gegen Transpiration, besonders in der Flora Javas. Von A. F. W. Schimper	110
*Transpiration als Ursache der Formänderung etiolirter Pflanzen. Von W. Palladin	114
*Ueber regenaufsaugende Pflanzen. Von A. N. Lundström	114
*Umkehrung des aufsteigenden Saftstromes. Von J. Böhm	115
*Ueber den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen. Von E. Strasburger	313
*Einfluß des hygrometrischen Zustandes der Luft auf die Entstehung von Stacheln und Dornen. Von A. Lothelier	324
*Formveränderungen von Pflanzen bei Kultur im absolut feuchten Raum und im Dunkeln. Von J. Wiesner	330
*Anpassungen der Pflanzen an das Klima in den Gegenden der regenreichen Kamerungebirge. Von J. R. Jungner	446
*Ueber den Einfluß der Schwerkraft auf die Schlafbewegungen der Blätter. Von A. Fischer	115
*Wirkung der Elektrizität auf die Gewächse. Von A. Bruttini	117
*Ueber die Beeinflussung des Wachsthums der Pflanzen durch äußere Faktoren. Von E. Godlewski	441
*Ueber die Verbreitung der karpotropischen Nutationskrümmungen der Kelch-, Hüll- und ähnlichen Blätter und der Blüthenstiele. Von A. Hansgirg	116
*Beiträge zur Kenntniß über die Verbreitung der Reizbewegungen und der niktotropischen Variationsbewegungen der Laubblätter. Von A. Hansgirg	116
*Beiträge zur Kenntniß der Reizerscheinungen. Von C. Voegler	445
Photodynamische Untersuchungen. Von A. Hansgirg	328
*Zur Kenntniß der Plasmahaut und der Vakuolen nebst Bemerkungen über den Aggregatzustand des Protoplasmas und über osmotische Vorgänge. Von W. Pfeffer	119
*Ueber Aufnahme und Ausgabe ungelöster Körper. Von W. Pfeffer	120
*Die Protoplasmaverbindungen zwischen benachbarten Gewebelementen in der Pflanze. Von F. Kienitz-Gerloff	121
*Untersuchungen über die physiologische Bedeutung des Siebtheils der Gefäßbündel. Von J. Blass	122

	Seite.
*Ueber abnormale Entstehung sekundärer Gewebe. Von H. de Vries . . .	123
*Beiträge zur Kenntniß der Chromatophoren. Von H. Bredow	125
*Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Stärke. Von O. Eberdt . . .	126
*Bildung und Wanderung der Kohlehydrate in den Laubblättern. Von W. Saposchnikoff.	129
*Untersuchungen über die Keimung der Gerste. Von H. Brown und H. Morris	129
*Untersuchungen über die Knollen. Von A. Seignette	131
*Untersuchungen über das Diastaseferment unter spezieller Berücksichtigung auf Stärkekörner innerhalb einer Pflanze. Von G. Krabbe	132
*Ueber den Nachweis, das Vorkommen und die Bedeutung des diastatischen Enzyms in den Pflanzen. Von J. Wortmann	132
*Beiträge zur Physiologie der Holzgewächse. Von A. Fischer	134
*Ueber eine Abnormität in der Abgrenzung der Jahresringe. Von L. Kny	136
*Ueber einige Erscheinungen des normalen Haarverlustes an Vegetations- organen der Gefäßpflanzen. Von R. Keller	323
*Ueber den Abbruch und Abfall pflanzlicher Behaarung und den Nachweis von Kieselsäure in den Pflanzenhaaren. Von W. Kärner	325
*Ueber Dickenwachsthum und Jahresringbildung. Von L. Jost	447
*Ueber die auf Verdauung von Pilzen abzielende Symbiose der mit endotrophen Mikorhizen begabten Pflanzen, sowie der Leguminosen und Erlen. Von B. Frank	448
*Ueber die Entstehung und das Schicksal der Eichenwälder im mittleren Rußland. Von S. Korzchinsky	331
*Saatversuche. Von A. Bühler.	450
Neue Litteratur.	137. 333. 450

III. Agrar-Meteorologie.

Untersuchungen über das Verhalten der atmosphärischen Niederschläge zur Pflanze und zum Boden. Von E. Wollny	138. 335
IV. Die Durchfeuchtung des Bodens seitens der atmosphärischen Niederschläge	138
V. Der Einfluß der atmosphärischen Niederschläge auf die Grundwasserstände im Boden	335
Ueber die Messung der atmosphärischen Niederschläge in Rücksicht auf die Bodenkultur. Von E. Wollny	452
*Resultate forstlich-meteorologischer Beobachtungen, insbesondere aus den Jahren 1885—1887. I. Theil. Untersuchungen über die Temperatur und die Feuchtigkeit der Luft unter, in und über den Baumkronen des Waldes, sowie im Freilande. Von J. R. Lorenz von Liburnau	161

	Seite.
*Untersuchungen über die Temperatur und die Feuchtigkeit der Luft unter, in und über den Baumkronen des Waldes, sowie im Freilande. Von F. Eckert	161
*Ueber den Einfluß des Waldes auf die periodischen Veränderungen der Lufttemperatur. Von A. Müttrich	172
*Ueber den Einfluß des Waldes auf die vom Winde fortgetragenen Mikroorganismen der Luft. Von A. Serafini und J. Arata	176
*Einfluß der Windstärke auf den Temperaturunterschied zwischen Feld und Wald. Von Schubert	364
*Ergebnisse der Beobachtungen an den im Kanton Bern zu forstlichen Zwecken errichteten meteorologischen Stationen. Von A. Zschokke	462
*Ueber die klimatischen Bedingungen der Erzeugung von Nikotin in der Tabakspflanze. Von A. Mayer	362
*Kulturregionen und Kulturgrenzen in den Oetzthaler Alpen. Von F. Schindler	180
*Einfluß der Höhenlage auf die Funktionen der Gewächse. Von G. Bonnier	365
*Gelöste Stoffe im Regenwasser der Jahre 1888 und 1889. Von N. Passerini	366
*Untersuchungen über die Bedeutung der Niederschläge als Stickstoffquelle für die Kulturpflanzen. Von C. F. A. Tuxen	367
*Ueber die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft. Von A. Leduc.	471
*Ueber die festen und flüssigen Partikelchen in den Wolken. Von J. Aitken	473
*Die nächtliche Temperatur der Luft in verschiedenen Höhen. Von J. Juhlin	185
*Ueber den Einfluß der Stadt Berlin auf deren klimatische Verhältnisse. Von P. Perlewitz	188
*Ueber die Wärmeleitung des Schnees. Von Hjelström	189
*Aktinometrische Beobachtungen auf dem Observatorium der Petrowsky-Akademie bei Moskau. Von R. Colley, N. Mischkin und M. Kazin .	372
*Beobachtungen, betreffend die elektrische Natur der atmosphärischen Niederschläge. Von J. Elster und H. Geitel	192
*Klimaschwankungen seit 1700 nebst Bemerkungen über die Klimaschwankungen der Diluvialzeit. Von E. Brückner	368
*Studien über die Bestimmung der Lufttemperatur und des Luftdrucks. I. Untersuchungen über die Bestimmung der Lufttemperatur. Von W. Köppen	190
*Untersuchungen über den Einfluß der Ablesungstermine der Extremthermometer auf die aus ihnen abgeleiteten Extremtemperaturen und Tagesmittel der Temperatur. Von E. Leyst	192

	Seite.
*Bericht über vergleichende Beobachtungen an verschiedenen Thermometern. Aufstellungen zu Groß-Lichterfelde bei Berlin. Von A. Sprung	375
*Ueber den Einfluß der Temperatur des Quecksilberfadens bei gewissen Maximum-Thermometern und feuchten Psychrometer-Thermometern. Von E. Leyst	377
*Ueber die Aufstellung des Regenmessers. Von G. Hellmann	373
Die Messung der Dauer des Sonnenscheins. Von V. Kremser	475
*Säkulare Schwankungen der Blitz- und Hagelgefahr. Von C. Lang	478
Neue Litteratur	193. 378. 479

Rezensionen.

<i>J. Wiesner.</i> Elemente der wissenschaftlichen Botanik. I. Elemente der Anatomie und Physiologie der Pflanzen. 3. Aufl. 1890. II. Ele- mente der Organographie und Systematik der Pflanzen. 2. Aufl. Wien. Alfred Hölder	137
<i>F. Sitensky.</i> Ueber die Torfmoore Böhmens. I. Abtheilung. Naturwissenschaftlicher Theil. Prag 1891	285

Druckfehler-Berichtigung.

Es muß heißen:

S. 274. Zeile 20 v. unten: «geologisches Individuum» statt: «geologisch
Individuum».

S. 116. Zeile 6 u. 27 von unten: «A. Hansgirg» statt: «A. Hansirg».



Autoren-Verzeichniß.

- Aitken, J.* 478.
Aloi, A. 450.
André, G. 285.
Arata, J. 176.
Abmann, R. 378.
Atwater, W. O. 282.
Augustin, F. 378.
- Bartet* 378.
Battelli, A. 270.
Bebber, J. van 378.
Becker, A. 272.
Bemmelen, J. M. van 58.
Berg, E. 378.
Berthelot 285.
Beyerinck, M. W. 57.
Blass, J. 122.
Böhm, J. 115.
Bokorny, Th. 334.
Bonnier, G. 365.
Borgmann, A. 274.
Bovet, V. 58.
Bredow, H. 125.
Brown, H. 129.
Brückner, E. 368.
Bruttini, A. 117.
Bühler, A. 450.
- Clausen, H.* 105.
Colley, R. 372.
- Dehérain, P. P.* 277.
Drude, O. 378.
Dufour, H. 198.
- Eberbach, O.* 285.
Eberdt, O. 126.
Ebermayer, E. 195. 378. 379.
Eckert, F. 161. 198.
Ekholm, N. 193.
Elfvig, F. 187. 304.
- Elster, J.* 192.
Errera, L. 333.
- Fischer, A.* 115. 134.
Fleischer, M. 400. 414. 424.
Frank, B. 50. 54. 55. 448.
Frankland, G. C. 36.
Frankland, P. F. 36.
Frey, J. 285.
- Geitel, H.* 192.
Gilbert, J. H. 47.
Godlewski, E. 302. 441.
Grahl, H. 285.
Großmann, J. 479.
Guilbert, G. 479.
- Hansgirg, A.* 116. 328.
Hellmann, G. 378.
Hildebrand, F. 451.
Hjelström 189.
Horn, F. 193.
Hornberger, R. 479.
Huß, M. 334.
- Jost, L.* 447.
Juhlin, J. 185.
Jummelle, H. 109. 445.
Jungner, J. R. 446.
Just, L. 479.
- Kärner, W.* 325.
Kapp 285.
Kasin, W. 372.
Keller, R. 323.
Kienitz-Gerloff, F. 121.
Kihlman, A. O. 479.
Kiöbling, R. 414.
Kny, L. 136.
Koch, A. 284.
Köppen, W. 190.

- Kohl, F. G.* 334.
Korzhinsky, S. 331.
Kostytscheff, P. 261.
Krabbe, G. 132.
Kraus, C. 59.
Kremser, V. 475.
- Lang, C.* 198. 378. 478.
Laurent, E. 281.
Laues, J. B. 47.
Leduc, A. 471.
Leone, Th. 38. 416. 417.
Leyst, E. 192. 877.
L'Hôte, L. 58.
Lorènz, J. R. von Liburnau 161.
Lothelier, A. 324. 325.
Lundström, A. N. 114.
- Magnanini, O.* 417.
Mayer, A. 254. 362.
Mer, E. 107.
Merl, F. 29.
Meyer, A. 451.
Mischkin, N. 372.
Morris, H. 127.
Müntz, A. 40. 41. 418.
Müttrich, A. 172.
- Nowacki, A.* 58.
- Otto, R.* 55.
- Pagnoul, A.* 42. 106.
Palladin, W. 114. 451.
Passerini, N. 366.
Paturel, G. 424.
Paulin 451.
Perlewitz, P. 188.
Petermann, A. 44.
Peyrou, J. 308.
Pfeffer, W. 119. 120.
Pichard, P. 417.
Prazmowski, A. 55.
Prillieux, E. 283.
Purjewicz, K. 442.
- Ramann, E.* 285.
Raulin, J. 58.
Regel, R. 322.
Roze, E. 311.
- Sachsse, R.* 272.
Saposchnikoff, W. 129.
Sarrasin, F. 378.
Schimper, A. F. W. 110.
Schindler, F. 180.
Schlösing, Th. 30.
Schmidt, L. 267.
Schmitter, A. G. 50.
Schreiber, P. 479.
Schubert 364.
Seignette, A. 131.
Serafini, A. 176.
Seyfert, F. 409.
Sitensky, F. 285.
Sorauer, P. 451.
Sprung, A. 375.
Steinbrinck, C. 333. 450.
Stich, C. 309.
Strasburger, E. 311.
- Tillmann, C.* 193.
Tuxen, C. F. A. 367.
- Vöchting, H.* 311.
Voegler, C. 445.
Vries, H. de 123.
- Waltenhofen, A. von* 378.
Warrington, R. 36. 419.
Wehmer, C. 451.
Wiesmer, J. 137. 330.
Wiklund, C. L. 412.
Wilhelm, G. 58.
Winogradsky, S. 33. 422.
Woeikof, A. 193.
Wollny, E. 1. 138. 286. 335. 425. 452.
Woods, C. D. 282.
Wortmann, J. 132.
- Zschokke, A.* 462.

I. Physik des Bodens.

Mittheilungen aus dem agritekturphysikalischen Laboratorium und Versuchsfelde
der technischen Hochschule in München.

LVIII. Untersuchungen über die Permeabilität des Bodens für Wasser.

Von Professor Dr. E. Wollny in München.

Die Permeabilität (Durchlässigkeit) des Bodens für Wasser ist hauptsächlich für die Bewegung des Wassers in jenen Fällen von Wichtigkeit, wo der Boden gesättigt ist und eine weitere Zufuhr von Wasser zu demselben stattfindet. *A. Mayer*¹⁾ versteht hierunter die Filtrationsfähigkeit, namentlich der tieferen Bodenschichten, welche es verhindert, daß ein Boden sich über seine Wasserkapazität hinaus mit Wasser sättigt. Die in Rede stehende Eigenschaft ist mehrfach, zum Theil durch sehr eingehende Untersuchungen, geprüft worden, ohne daß in Bezug auf verschiedene wichtige diesbezügliche Fragen ein übereinstimmendes Resultat erzielt wurde.

*E. Wolff*²⁾ fand bei sechs Bodenproben einen annähernden umgekehrten Parallelismus zwischen Thongehalt und Durchlässigkeit für Wasser. Letztere wurde bestimmt, indem er eine Erdsäule von 16 cm in einen Zinkkasten von 16 cm Höhe mit trichterförmigem Ansatz einfüllte, dort mit Wasser gänzlich sättigte und sodann eine Wassermenge von 8 cm Höhe aufgoß, deren Durchsickern der Zeit nach er beobachtete. Hierbei erhielt er folgende Resultate:

¹⁾ *A. Mayer*, Lehrbuch der Agrikulturchemie. 3. Aufl. Heidelberg. 1886. C. Winter. Bd. II. S. 143.

²⁾ *E. Wolff*, Anleitung zur Untersuchung landwirthschaftlich wichtiger Stoffe. 1875. S. 74.

	Filtratmenge pro Min. in ccm.
1 Theil Kies, 2 Theile Sand I, 1 Theil Lehm	7,4
1 Theil Sand I, 1 Theil Lehm	2,1
Reiner Thon und Lehm	0.

Aus diesen Zahlen läßt sich zur Genüge entnehmen, daß die Filtrationsfähigkeit des Bodens für Wasser um so kleiner, je größer der Gehalt desselben an feinkörnigen Bestandtheilen ist, sowie daß der Thon und der Lehm für Wasser undurchdringbar sind.

A. R. von Schwarz¹⁾ operirte mit Böden, welche folgende Beschaffenheit besaßen:

1) Moorboden, aus einem sogen. Uebergangsmoor (bei Kirchberg a. W., Niederösterreich) stammend, mit 82,26 % organischer Substanz.

2) Sand, Alluvialsand von schneeweißer Farbe, fast ausschließlich aus Quarzsand bestehend. Steinchen von über 2 mm Korngröße sind nicht vorhanden.

3) Lehm, Lößlehm aus dem Wiener Walde von hellbrauner Farbe, enthält weder Steinchen noch organische Reste.

4) Thon; derselbe ist diluvial, von hellgrauer Farbe und gleichfalls aus dem Wiener Walde. Organische Reste, Steinchen und größerer Sand fehlen ihm gänzlich.

Die mit dem Nöbel'schen Schlämmapparate ausgeführte mechanische Analyse ergab folgende Resultate:

	Rückstand im Schlämmtrichter				Abschlämbbare Theile.
	I. (größtes)	II.	III.	IV.	
Sand	0	96,34 %	3,11 %	0,55 %	
Lehm	0	19,87 %	31,70 %	30,39 %	18,04 %
Thon	0	0	0	4,53 %	95,47 %

Zur Feststellung der Permeabilität diente ein Gefäß aus Zinkblech von quadratischem Querschnitt und von relativ bedeutender Höhe. An den flächen Boden desselben war ein Röhrchen angelöthet, um das ausfließende Wasser bequem in ein graduirtes Gefäß entleeren zu können. Auf den Boden kam eine Schicht Baumwolle, darüber Sand und dann

¹⁾ Erster Bericht über Arbeiten der k. k. landw. chem. Versuchsstation in Wien aus den Jahren 1870—1877. Wien. 1878. S. 51 ff.

die Bodenprobe, über welcher eine Wassersäule von 6 cm Höhe kontinuierlich erhalten wurde. Zu Anfang eines solchen Versuchs sickert relativ mehr Wasser durch, und erst nach und nach wird das Abtropfen in einer bestimmten Zeit konstant. War dieser Moment eingetreten, so wurde noch mehrere Stunden beobachtet, und dieses Resultat als maßgebend genommen.

Durch eine Bodenschicht von 10 cm Mächtigkeit und
10 □ cm Oberfläche sickerten innerhalb 24 Stunden durch

Moor	1 cm
Sand	5760 >
Lehm	1674 >
Thon	0,7 >

Der Vergleich dieser vier Bodenarten ergibt, daß Moorboden und Thon, wenn dieselben mit Wasser gesättigt sind, für letzteres so gut wie undurchlässig sind, während der grobkörnige Boden (Sand) eine außerordentliche, der feinkörnige Lehm eine mäßige Filtrationsfähigkeit besitzt. Bezüglich der Ursachen dieser Erscheinungen sind die Ausführungen weiter unten zu vergleichen.

In den Versuchen von *F. Seelheim*¹⁾ wurden die Böden zuvor einer Reinigung unterworfen, und zwar bei dem Sande durch Digestion mit konzentrierter Salzsäure, dann durch Waschen und Kochen mit kohlensaurem Natron, durch Behandeln mit saurem Kalisulfat und Kochen mit Kalilauge und Glühen. Auch der Thon wurde durch mehrere Reinigungsprozeduren auf die konstante Zusammensetzung von $Al_2O_3, 2SiO_2 + 2,3H_2O$ gebracht, während sorgfältig gereinigte und geschlämte Kreide als Material für die Beobachtungen über das Verhalten des Kalkes benutzt wurde. Das in den Versuchen verwendete Wasser war zweimal durch Papier und Watte filtrirtes Regenwasser. Es wurde in einem Druckapparate angewendet, der den Druck genau zu messen und zu variiren gestattete. Der Sand befand sich in einer senkrecht aufgestellten U-förmigen Röhre, so daß auf denselben nur die über demselben befindliche Wassersäule mit ihrem Druck zur Wirkung kam. Der Sand selbst war erst unter Wasser gekocht, um alle Luft aus demselben zu entfernen, und wurde dann in kleinen Portionen in die mit Wasser gefüllte Röhre gebracht, die er so nach und nach ausfüllte, ohne daß eine Luftblase

¹⁾ Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles. Tome XIV. p. 393. — Zeitschrift für analytische Chemie. 1880. Bd. 19. S. 338—415.

Zutritt erhielt. Es war interessant, hierbei zu konstatieren, daß das Gewicht des Sandes, welches die Röhre füllte, stets dasselbe blieb, gleichgültig, woher der Sand entnommen war. Damit das durchfiltrierende Wasser keine Sandkörner mitriß, war die freie Fläche der Sandsäule mit einem feinen Drahtsiebe bedeckt. Das heraustretende Wasser gelangte zunächst in eine trichterförmige Erweiterung, wo seine Temperatur gemessen wurde, und dann in den in halbe Kubikzentimeter getheilten Maßzylinder.

Nachdem zunächst festgestellt worden war, daß in der gewählten Versuchsanordnung die Menge des durchfließenden Wassers bei gleichen Bedingungen stets dieselbe sei, wurde der Einfluß der Höhe der auf dem Sande ruhenden Wassersäule gemessen und gefunden, daß die Wassermenge, welche durch die mit Sand gefüllte U-Röhre in gleichen Zeiten und bei gleichen Temperaturen hindurchgeht, proportional ist dem Drucke, den das Wasser ausübt. Wenn man statt einer U-förmigen eine gerade benutzt, so muß zu der Höhe der Wassersäule, die auf dem Sande ruht, noch die Höhe der Sandsäule selbst hinzugezählt werden; dann ist die Proportionalität zwischen dem Druck und der ausgeflossenen Wassermenge wieder hergestellt.

Ist der Druck, unter welchem das Wasser steht, und die Temperatur, wie alle sonstigen Bedingungen, mit Ausnahme der Länge der Sandsäule, gleich, so verhält sich die Menge des ausgeflossenen Wassers genau umgekehrt wie die Länge dieser Säule oder die Dicke der durchflossenen Sandschicht. Aber nicht bloß die Länge der Sandsäule bestimmt die Menge des filtrirten Wassers, sondern auch ihr Querschnitt, und zwar stehen diese Größen in direktem Verhältniß, oder die Mengen des durchgeflossenen Wassers sind proportional dem Quadrate der Durchmesser.

Die Wirkung der Temperatur wurde innerhalb der Grenzen 9° und $19,5^{\circ}$ C. bestimmt, und eine mit der Temperatur wachsende Menge von Wasser gefunden.

Große Schwierigkeiten bot die Entscheidung der Frage nach der Abhängigkeit der Durchlässigkeit von der Dicke der Sandkörner oder von der Größe der zwischen ihnen befindlichen Poren. Es wurden hierzu vier verschiedene, durch Siebe getrennte Sorten von Sand gewählt und das mittlere Volumen der Körner in den einzelnen Sorten durch das Gewicht derart bestimmt, daß man eine kleine Quantität abwog und

unter dem Mikroskop die Zahl der Körner bestimmte. Die in der bisher beschriebenen Weise angestellten Untersuchungen führten zu dem Ergebnis, daß die durch den Sand von verschiedener Feinheit hindurchgeflossenen Wassermengen den Quadraten der Radien der Körner proportional waren.

Wurden zwei Sandschichten über einander gelagert, deren Körner einen verschiedenen Grad der Feinheit hatten, so war es ganz gleichgültig, ob das Wasser zuerst durch den groben Sand ging und dann durch den feinen, oder umgekehrt; die Menge des Wassers blieb immer die gleiche. Es zeigte sich ferner, daß für die Menge des durchtretenden Wassers überhaupt nur die Mächtigkeit der Schicht feinsten Sandes maßgebend war, der Einfluß der Schichten gröberen Sandes war gleich Null.

Wurden die Sandsorten von verschiedener Korngröße nicht getrennt über einander geschichtet, sondern mit einander gemischt, so waren zwei Fälle zu unterscheiden. Waren die Differenzen zwischen den Korngrößen nicht so bedeutend, daß die kleinen Körner sich zwischen die großen legen konnten, so war die Menge des hindurchgetretenen Wassers annähernd gleich dem Mittel der Mengen, welche durch jede Sorte der Mischung allein durchgegangen waren, oder die Mischung verhielt sich wie ein Sand, dessen Körner gleichmäßig die mittlere Größe haben. Wenn hingegen die kleineren Körner sich zwischen die größeren lagern konnten, so wurden Werthe erhalten, in denen der Einfluß der feinsten Korngrößen deutlich ausgesprochen war, doch mußte die bei dem feinsten Sande allein erhaltene Menge mit dem empirischen Koeffizienten 2 multipliziert werden, um der gefundenen Zahl zu entsprechen.

In gleicher Weise wie mit Sand stellte *Seelheim* auch mit Thon und Kalk Versuche an, welche im Wesentlichen dieselben Resultate lieferten. Er untersuchte hierbei auch, wie die Durchgängigkeit von der Menge des dem Thon verbundenen Wassers abhängt. Die Versuche ergaben, daß die Durchlässigkeit mit der Menge des im Thongemisch enthaltenen Wassers abnimmt, wenn die Mengen des Thones gleich bleiben, und es stellte sich hierbei Proportionalität der Wassermenge heraus zur vierten Potenz der Radien der zwischen den Thonpartikelchen vorhandenen Kapillarräume, die aus dem Wasservolumen im Querschnitt sich ergaben.

Für ganz gleiche Versuchsbedingungen wurde schließlich die jeder Substanz zukommende Konstante, ihre eigene Reibungsgröße, bestimmt, und es zeigte sich, daß unter diesen Umständen die Kreide zweimal so viel Wasser durchtreten ließ als der Thon, während der Sand unter gleichen Bedingungen 3070 mal so viel Wasser durchläßt. Wenn in der Mischung von Thon und Wasser letzteres sehr gering wird, dann nimmt seine Durchlässigkeit ab und wird schließlich gleich Null. So drang durch eine Mischung von 3 Theilen Thon und 1 Theil Wasser unter einem Druck von 1,5 m Wasser während 34 Stunden nichts hindurch.

Endlich sind Versuche mit Mischungen von Sand und Thon, Sand und Kreide und Thon und Kreide angestellt worden, und stets wurden dabei Mittelwerthe erhalten, welche aus den Mengenverhältnissen der beiden Bestandtheile vorher berechnet werden konnten.

Die Schlußergebnisse seiner Arbeit formulirt *Seelheim* in folgender Weise :

«Die Gesetze der Durchlässigkeit des Sandes, des Thones und des Kalkes können wie folgt bezeichnet werden: Unter sonst gleichen Bedingungen ist die Durchlässigkeit für jede dieser Substanzen proportional 1. der Summe der transversalen Querschnitte der Zwischenräume, durch die das Wasser dringen kann; 2. dem transversalen Querschnitte dieser Poren oder kapillaren Zwischenräume, einzeln genommen. Die Definition schließt die Existenz einer besonderen Konstante für jede Materie in sich. Der Umstand, daß die Durchlässigkeit proportional dem horizontalen Querschnitte der Poren, isolirt genommen, ist, erklärt sich durch die Wirkung der Schwere in Verbindung mit der Kohäsion.

Die hier erhaltenen Resultate kommen auch für die Praxis in Erwägung, und für diese hat folgende Regel Hauptbedeutung: Wenn man die Wassermenge kennen will, welche ein Terrain unter gegebenen Umständen durchtreten läßt, hat man nur die dichteste Schicht zu berücksichtigen, d. h. die, welche die feinsten Poren enthält; welches auch immer die Lage dieser Schicht sei, die Durchgängigkeit richtet sich stets nach dieser allein, und die anderen Schichten können als nicht vorhanden betrachtet werden. Man braucht nur sorgfältig die Dicke dieser Schicht zu bestimmen, dann die Durchgängigkeit mittelst dieser (in Formeln ausgedrückten) Angaben zu berechnen, entsprechend den vorstehend entwickelten Regeln.»

*D. von Welitschkowsky*¹⁾ beschäftigte sich in seinen Untersuchungen vornehmlich mit der Frage nach der Abhängigkeit der den Boden durchströmenden Wassermenge einerseits vom Druck, andererseits von der Schichthöhe des Materials. Der benutzte Apparat²⁾ gestattete über dem Material eine Wasserschicht von konstanter Höhe zu erhalten. Bei Ausführung der Versuche stellte sich die Thatsache heraus, daß die Durchlässigkeit unter sonst gleichen Umständen am Anfange der Versuche beständig zunahm, zuerst relativ geschwind, später langsamer und langsamer, bis sie ihr Maximum erreicht hatte. Dieses Anwachsen dauerte 3—4 Tage und noch weiter je nach der Mächtigkeit der Bodenschicht und der Druckhöhe. Die durchfließende Wassermenge, nachdem sie ihr Maximum erreicht hatte, verminderte sich wieder nach einiger Zeit (12—36 Stunden), und dann erst blieb sie konstant und zeigte nur von Zeit zu Zeit im Laufe einiger Tage unbedeutende Schwankungen nach beiden Seiten.

Die Versuche genannten Forschers begannen mit der Permeabilitätsgröße von einer bestimmten Bodenschicht beim höchsten Druck, resp. bei der Höhe der Wasserschicht von 1 m über dem Bodenmaterial. Als danach die Durchlässigkeit nach dem Erreichen ihres Maximums auf einer gewissen Höhe anhielt, wurde die Bestimmung der Permeabilitätsgröße bei niedrigerem Druck vorgenommen. Die folgenden Tabellen enthalten die wichtigsten Resultate:

Bei einer Höhe der Bodenschicht von 50 cm betrug die in der Minute geförderte Wassermenge:

Material.	Korngröße. mm	Geförderte Wassermenge: Liter pro Minute.									
		Wasserschicht über dem Boden in cm.									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Feinsand	< 0,33	0,00018	0,00014	0,00017	0,00019	0,00022	0,00024	0,00026	0,00028	0,00030	0,00031
Mittelsand	0,33—1	0,106	0,123	0,141	0,160	0,179	0,198	0,218	0,237	0,255	0,273
Grobsand	1—2	1,172	1,351	1,529	1,711	1,886	2,065	2,252	2,422	2,592	2,776
Feinkies	2—4	6,747	7,463	8,178	8,889	9,594	10,298	11,012	11,705	12,426	13,137
Mittelkies	4—7	11,703	12,872	14,049	15,191	16,347	—	—	—	—	—

¹⁾ Archiv für Hygiene. Bd. II. 1884. S. 499—512.

²⁾ Siehe die Beschreibung des Apparates weiter unten.

Korngröße 0,33—1 mm.

Korngröße 1—2 mm.

Schicht- höhe des Bodens:	100 cm	75 cm	50 cm	25 cm	Schicht- höhe des Bodens:	100 cm	75 cm	50 cm	25 cm
	Wasser- schichthöhe über dem Boden:					Wasser- schichthöhe über dem Boden:			
	Geförderte Wassermenge: Liter pro Minute.					Geförderte Wassermenge: Liter pro Minute.			
10 cm	0,096	0,098	0,106	0,131	10 cm	1,011	1,108	1,172	1,376
20 »	0,105	0,109	0,123	0,175	20 »	1,093	1,245	1,351	1,767
30 »	0,112	0,121	0,141	0,216	30 »	1,176	1,386	1,529	2,135
40 »	0,119	0,133	0,160	0,259	40 »	1,263	1,525	1,711	2,511
50 »	0,126	0,144	0,179	0,306	50 »	1,349	1,671	1,886	2,882
60 »	0,135	0,155	0,198	0,348	60 »	1,436	1,814	2,065	3,259
70 »	0,143	0,167	0,218	0,390	70 »	1,525	1,929	2,252	3,639
80 »	0,151	0,178	0,237	0,435	80 »	1,613	2,099	2,422	4,014
90 »	0,159	0,189	0,255	0,477	90 »	1,702	2,240	2,598	4,386
100 »	0,167	0,201	0,273	0,521	100 »	1,789	2,385	2,776	4,759

Korngröße 2—4 mm.

Korngröße 4—7 mm.

Schicht- höhe des Bodens:	100 cm	75 cm	50 cm	25 cm	Schicht- höhe des Bodens:	100 cm	75 cm	50 cm	25 cm
	Wasser- schichthöhe über dem Boden:					Wasser- schichthöhe über dem Boden:			
	Geförderte Wassermenge: Liter pro Minute.					Geförderte Wassermenge: Liter pro Minute.			
10 cm	6,435	6,618	6,747	7,288	10 cm	11,015	11,365	11,703	12,791
20 »	6,849	7,143	7,463	8,570	20 »	11,650	12,206	12,872	14,909
30 »	7,237	7,681	8,178	9,841	30 »	12,285	13,065	14,049	—
40 »	7,630	8,205	8,889	11,110	40 »	12,920	13,962	15,191	—
50 »	8,034	8,742	9,594	12,398	50 »	13,555	14,775	16,347	—
60 »	8,425	9,281	10,293	13,673	60 »	14,190	15,633	—	—
70 »	8,823	9,806	11,012	14,939	70 »	14,825	16,473	—	—
80 »	9,217	10,320	11,705	16,190	80 »	15,462	—	—	—
90 »	9,615	10,837	12,426	—	90 »	—	—	—	—
100 »	10,015	11,340	13,137	—	100 »	—	—	—	—

Bei aufmerksamer Betrachtung der in den Tabellen vorliegenden Resultate ergibt sich vor Allem, daß die in der Zeiteinheit geförderte Wassermenge in keinem direkten Verhältniß zu dem Drucke oder zu der Wasserhöhe über dem Boden steht. Während nämlich die Druckhöhen beim Anwachsen über regelmäßige Intervalle die Zahlenreihe von 0 bis n bilden, gestalten sich die durchfließenden Wassermengen zu einer arithmetischen Progression mit einer konstanten Differenz. Dabei übertrifft das erste Glied jeder Progression, welches der 0 der natürlichen Zahlen-

reihe entspricht, immer die 0 und die Differenz selbst. Es erklärt sich daraus, daß Proportionalität zwischen der durchfließenden Wassermenge und der Wasserschichthöhe über dem Boden nicht vorhanden sein kann.

Ferner sieht man, daß die Größe der Differenz einer Progression hauptsächlich nur von der Bodensorte, d. h. der Korngröße abhängig bleibt und für jede gegebene Sorte experimentell bestimmt werden muß. Außerdem hängt die Größe der Differenz bei gleicher Korngröße nur von der Schichthöhe ab; dabei verhält sich diese Differenz zur Schichthöhe beinahe umgekehrt. Bei feinkörniger Bodenart verändert sich diese Differenz schneller, als die Schichthöhe wächst. Mit grobkörnigen Bodenarten verhält es sich umgekehrt; der Unterschied vermindert sich langsamer, als die Schichthöhe wächst.

Man kann demnach die Abhängigkeit der durch ein Bodenmaterial fließenden Wassermenge von der Druckhöhe durch eine arithmetische Progression ausdrücken. Hat man das erste Glied der Progression a und die Differenz d experimentell gefunden, so bestimmt sich die durchfließende Wassermenge für jede Druckhöhe aus der folgenden Formel:

$$L = a + d (n - 1),$$

wo L das letzte Glied der Progression ist, welches die geförderte Wassermenge bei dem Drucke n ausdrückt, der durch die Höhe der Wassersäule über der Oberfläche des Bodenmaterials angegeben wird.

Aus den vorstehenden Mittheilungen, welche die wichtigsten Resultate der bisherigen Untersuchungen über vorliegenden Gegenstand enthalten, ergibt sich, daß die Ergebnisse der diesbezüglichen Versuche vielfach, namentlich in Bezug auf den Einfluß des Drucks und der Schichthöhe auf die durch den Boden fließenden Wassermengen, auseinandergehen. Dazu kommt, daß die Experimente *Seelheim's* zu Resultaten geführt haben, welche insofern von vorn herein den Stempel der Unwahrscheinlichkeit an sich tragen, als der Boden eine sowohl der Form und Größe als auch dem Verhalten zum Wasser nach so verschiedenartige, außerdem von äußeren Faktoren abhängige Masse bildet, daß die hinsichtlich seiner Beziehungen zum Wasser, zur Luft, zur Wärme u. s. w. bestehenden Gesetzmäßigkeiten sich in keinem Falle durch mathematische und noch weniger durch so einfache Formeln ausdrücken lassen, wie solche vom genannten Forscher aufgestellt worden sind. Den Versuchen von *Welitschkowsky* haftet hauptsächlich der Fehler an, daß derselbe mit Bodenarten

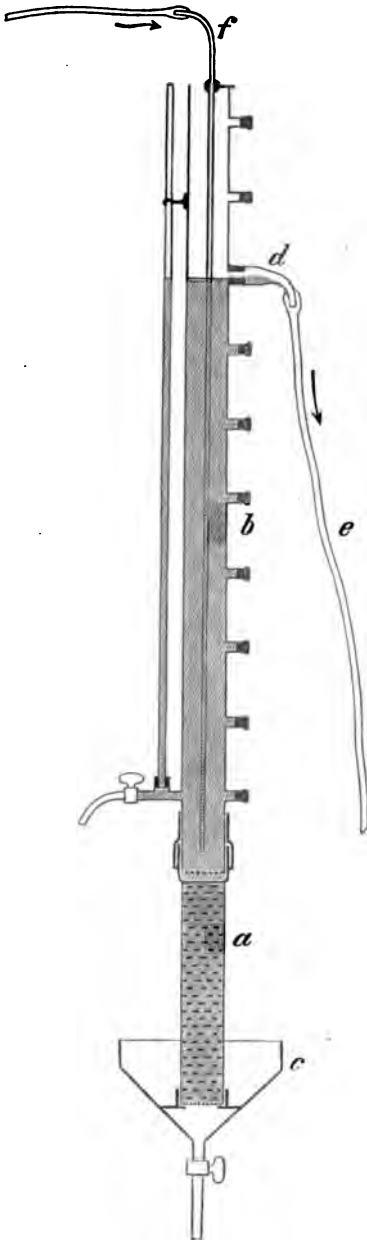


Fig. 1.

operirte, deren Verhalten in der in Rede stehenden Richtung weder ein wissenschaftliches, noch praktisches Interesse bietet, und zwar weil dieselben im Vergleich zu der Mehrzahl der natürlichen Böden viel zu grobkörnig und die Grenzen in der Korngröße des feinsten Materials zu weit gewählt waren. Angesichts der vorstehend bezeichneten Unzulänglichkeiten hat sich Referent veranlaßt gesehen, eine neue Reihe von Versuchen mit thunlichster Vermeidung der gerügten Fehler auszuführen, um die wichtigsten einschlägigen Fragen der Entscheidung entgegenzuführen.

Der in vorliegenden Untersuchungen angewandte Apparat war dem von *Welitschkowsky* konstruirten nachgebildet worden. Das Versuchsmaterial befindet sich in dem zylindrischen Gefäß *a* (Fig. 1) von 5 cm Durchmesser. Dasselbe ist unten mit einem aus feinem Drahtnetz hergestellten Boden und oben mit einer Muffe versehen. Letztere dient zur Aufnahme der Röhre *b* und ist mit letzterer durch einen breiten Kautschukring wasserdicht verbunden. Die Röhre *b*, deren Boden gleichfalls aus einem

feinen Drahtnetz besteht, trägt an der einen Seite in Abständen von 10 zu 10 cm Tuben von 1,5 cm Durchmesser, auf der entgegengesetzten Seite ein Wasserstandsrohr, an welchem unten ein Hahn angebracht ist. Das mit Erde gefüllte Gefäß *a* ruht auf einem Ring, der in dem Trichter *c* angebracht ist. Letzterer ist mit einer durch einen Hahn verschließbaren Abflußröhre versehen.

Bei Ausführung der Versuche wurden, nachdem der Apparat in der beschriebenen Weise zusammengesetzt worden war, die seitlichen Ausflußöffnungen bis auf eine mit Pfropfen verschlossen. An der freibleibenden, einem bestimmten Wasserdruck entsprechenden Oeffnung wurde eine Glasröhre *d*, an welcher ein Kautschukschlauch *e* angebracht war, wasserdicht angesetzt. Nunmehr wurde durch die mit der Wasserleitung verbundene Glasröhre *f* Wasser, zunächst in einem langsamen Strom, in den Apparat eingeleitet. Durch den Anstau stieg es bis zu *d* und floß dann durch *e* ab. Durch Regulirung des Wasserleitungshahnes war es möglich, das Wasser in *b* auf konstanter Höhe zu halten. Die durch den Boden des Gefäßes *a* und durch die an dem Trichter *c* befindliche Röhre abfließende Wassermenge wurde in Flaschen, resp. in Glasballons aufgefangen und dem Gewicht nach gemessen.

Nachdem auch in diesen Versuchen, wie in jenen von *Welitschkowsky*, die abfließenden Wassermengen in der ersten Zeit nach der Zufuhr Schwankungen aufwiesen, wurde mit dem Abmessen derselben so lange gewartet, bis sie konstant geworden waren. Bei den Versuchen über den Einfluß des Drucks auf die durch den Boden tretenden Wassermengen wurde zuerst eine Wasserschicht von 100 cm, dann eine solche von 80, 60, 40 und von 20 cm angewendet. Jeder einzelne Versuch dauerte in der Regel genau 10 Stunden, bei den gröbereren Kornsortimenten 1 Stunde.

Die erhaltenen Resultate zeigten sofort ganz gesetzmäßige Beziehungen zwischen den durch den Boden gegangenen Wassermengen und dem Druck, sowie der Schichthöhe. Die im Einzelnen auftretenden kleinen Abweichungen wurden durch Interpolation beseitigt. Die auf diesem Wege erhaltenen Werthe, sowie jene für die Druckhöhen von 90, 70, 50, 30 und 10 cm Wasserdruck aus den Versuchsergebnissen berechneten, sind in folgenden Tabellen übersichtlich zusammengestellt worden:

Versuch I.

Quarzsand.

No.	Korngröße. mm	Wasserdruck. cm	Durch den Boden in 10 Stunden filtrirte Wassermenge in Litern.		
			Mächtigkeit der Bodenschicht.		
			10 cm	20 cm	30 cm
I.	0,01—0,071	10	0,244	0,187	0,151
		20	0,282	0,198	0,154
		30	0,320	0,209	0,158
		40	0,358	0,220	0,161
		50	0,396	0,231	0,165
		60	0,434	0,242	0,168
		70	0,472	0,253	0,172
		80	0,510	0,264	0,175
		90	0,548	0,275	0,179
		100	0,586	0,286	0,182
II.	0,071—0,114	10	2,194	1,724	1,425
		20	2,898	2,012	1,578
		30	3,602	2,300	1,731
		40	4,306	2,588	1,884
		50	5,010	2,876	2,037
		60	5,714	3,164	2,190
		70	6,418	3,452	2,343
		80	7,122	3,740	2,496
		90	7,826	4,028	2,649
		100	8,530	4,316	2,802
III.	0,114—0,171	10	20,589	16,417	13,912
		20	26,183	18,989	15,283
		30	31,777	21,461	16,654
		40	37,371	23,933	18,025
		50	42,965	26,505	19,396
		60	48,559	29,027	20,767
		70	54,153	31,549	22,138
		80	59,747	34,071	23,509
		90	65,341	36,593	24,880
		100	70,935	39,115	26,251
IV.	0,171—0,250	10	29,570	23,779	20,678
		20	45,380	32,192	26,111
		30	61,190	40,605	31,544
		40	77,000	49,018	36,977
		50	92,810	57,431	42,410
		60	108,620	65,844	47,843
		70	124,430	74,257	53,276
		80	140,240	82,670	58,709
		90	156,050	91,083	64,142
		100	171,860	99,496	69,575

No.	Korngröße. mm	Wasserdruck. cm	Durch den Boden in 10 Stunden filtrirte Wassermenge in Litern.		
			Mächtigkeit der Bodenschicht.		
			10 cm	20 cm	30 cm
V.	0,25—0,50	10	57,940	47,024	41,986
		20	94,410	68,537	57,274
		30	130,880	90,050	72,562
		40	167,350	111,563	87,850
		50	203,820	133,076	103,138
		60	240,290	154,589	118,426
		70	276,760	176,102	133,714
		80	313,230	197,615	149,002
		90	349,700	219,128	164,290
		100	386,170	240,641	179,578
VI.	0,5—1,0	10	160,500	131,753	119,776
		20	249,400	190,455	166,095
		30	338,300	249,157	212,414
		40	427,200	308,859	258,733
		50	516,100	366,561	305,052
		60	605,000	425,263	351,371
		70	693,900	483,965	397,690
		80	782,800	542,667	444,009
		90	871,700	601,369	490,328
		100	960,600	660,071	536,647
VII.	1—2	10	311,462	256,777	237,757
		20	444,799	361,402	331,299
		30	578,136	466,027	424,841
		40	711,473	570,652	518,383
		50	844,810	675,277	611,925
		60	978,147	779,902	705,467
		70	1111,484	884,527	799,009
		80	1244,821	989,152	892,551
		90	1378,158	1093,777	986,093
		100	1511,495	1198,402	1079,639
I—VII.	0,01—2	10	2,872	2,232	1,902
		20	3,759	2,633	2,099
		30	4,646	2,934	2,296
		40	5,533	3,335	2,493
		50	6,420	3,636	2,690
		60	7,307	4,037	2,887
		70	8,194	4,338	3,084
		80	9,081	3,739	3,281
		90	9,968	5,090	3,478
		100	10,855	5,441	3,675

Versuch II.

Kalksand.

No.	Korngröße. mm	Wasserdruck. cm	Durch den Boden in 10 Stunden filtrirte Wassermenge in Litern.		
			Mächtigkeit der Bodenschicht.		
			10 cm	20 cm	30 cm
I.	0,01—0,071	10	0,220	0,170	0,138
		20	0,267	0,187	0,146
		30	0,314	0,204	0,154
		40	0,361	0,221	0,162
		50	0,408	0,238	0,170
		60	0,455	0,255	0,178
		70	0,502	0,272	0,186
		80	0,549	0,289	0,194
		90	0,596	0,306	0,202
		100	0,643	0,323	0,210
II.	0,071—0,114	10	2,052	1,602	1,324
		20	2,688	1,870	1,472
		30	3,324	2,138	1,620
		40	3,960	2,406	1,768
		50	4,596	2,674	1,916
		60	5,232	2,942	2,064
		70	5,868	3,210	2,212
		80	6,504	3,478	2,360
		90	7,140	3,746	2,508
		100	7,776	4,014	2,656
III.	0,114—0,171	10	9,474	7,516	6,316
		20	11,061	8,095	6,570
		30	12,648	8,674	6,824
		40	14,235	9,253	7,078
		50	15,822	9,832	7,332
		60	17,409	10,411	7,586
		70	18,996	10,990	7,840
		80	20,583	11,569	8,094
		90	22,170	12,148	8,348
		100	23,757	12,727	8,602
IV.	0,171—0,250	10	20,147	16,145	13,799
		20	24,359	17,962	14,756
		30	28,571	19,779	15,713
		40	32,783	21,596	16,670
		50	36,995	23,413	17,627
		60	41,207	25,230	18,584
		70	45,419	27,047	19,541
		80	49,631	28,864	20,498
		90	53,843	30,681	21,455
		100	58,055	32,498	22,412

Kalksand.

No.	Korngröße. mm	Wasserdruck. cm	Durch den Boden in 10 Stunden filtrirte Wassermenge in Litern.		
			Mächtigkeit der Bodenschicht.		
			10 cm	20 cm	30 cm
I-IV.	0,01-0,250	10	1,905	1,519	1,245
		20	2,539	1,778	1,394
		30	3,173	2,087	1,543
		40	3,807	2,296	1,692
		50	4,441	2,555	1,841
		60	5,075	2,814	1,990
		70	5,709	3,073	2,139
		80	6,343	3,332	2,288
		90	6,977	3,591	2,437
		100	7,611	3,850	2,586

Versuch III.

Thon und Humus.

Kaolin.	0,0-0,071	10	0,0148	0,0085	0
		20	0,0190	0,0110	0
		30	0,0232	0,0135	0
		40	0,0274	0,0160	0
		50	0,0316	0,0185	0
		60	0,0358	0,0210	0
		70	0,0400	0,0235	0
		80	0,0442	0,0260	0
		90	0,0484	0,0285	0
		100	0,0526	0,0310	0,009
Torf (von Aibling, Ober- bayern).	0,01-0,114	10	0,0245	0,0174	0,0119
		20	0,0290	0,0194	0,0126
		30	0,0345	0,0214	0,0133
		40	0,0400	0,0234	0,0140
		50	0,0455	0,0254	0,0147
		60	0,0510	0,0274	0,0154
		70	0,0565	0,0294	0,0161
		80	0,0620	0,0314	0,0168
		90	0,0675	0,0334	0,0175
		100	0,0730	0,0354	0,0182
Torf (von Olden- burg).	0,01-0,250	10	0,1075	0,0819	0,0611
		20	0,1920	0,1201	0,0830
		30	0,2765	0,1583	0,1049
		40	0,3610	0,1965	0,1268
		50	0,4455	0,2347	0,1487
		60	0,5300	0,2729	0,1706
		70	0,6145	0,3111	0,1925
		80	0,6990	0,3493	0,2144
		90	0,7835	0,3875	0,2363
		100	0,8680	0,4257	0,2582

Bei näherer Durchsicht dieser Zahlen ergibt sich mit voller Deutlichkeit,

- 1) daß Thon (Kaolin) und Humus (Torf) für Wasser fast vollständig undurchdringlich sind, und daß Quarz und Kalk im feinkörnigen Zustande (0,01—0,071 mm) ein ähnliches Verhalten zeigen;
- 2) daß im Uebrigen die Permeabilität des Bodens für Wasser in dem Grade steigt, als der Korndurchmesser zunimmt, und daß die Filtrationsfähigkeit des Gemisches der verschiedenen Kornsortimente sich derjenigen des feinen Materials nähert;
- 3) daß die durch den Boden tretenden Wassermengen mit dem Wasserdruck zunehmen, aber nicht proportional dem letzteren, sondern in einem kleineren Verhältniß, jedoch so, daß bei gleichmäßigen Intervallen im Druck die in den geförderten Wassermengen hervortretenden Unterschiede für das betreffende Material und für eine bestimmte Schichthöhe konstant sind;
- 4) daß die durch den Boden filtrirenden Wassermengen im umgekehrten Verhältniß zur Mächtigkeit der Schicht stehen, letzterer aber nur bei den feinkörnigen Bodenarten (Quarz- und Kalksand I—III) und bei höherem Druck proportional sind, während sie bei den übrigen Erdarten und bei geringeren Druck in einem kleineren Verhältniß zur Schichthöhe stehen, welches in dem Maße abnimmt, als der Korndurchmesser wächst.

Aus dem an erster Stelle aufgeführten Satz folgt, daß für die Permeabilität des Bodens für Wasser nicht allein die Feinheit der Bodenpartikelchen, sondern auch noch andere Eigenschaften des Materials belangreich sind. Die Feinheit der Theilchen erweist sich zunächst in der Weise von Einfluß, als bei staubförmiger Beschaffenheit des Bodens die Bodenporen außerordentlich klein sind, und die Bewegung des Wassers in denselben wegen der durch Reibung und Adhäsion des Wassers an den Bodentheilchen hervorgerufenen sehr beträchtlichen Widerstände nur äußerst langsam von Statten geht. Bodenarten, welche eine sehr weitgehende

Zerkleinerung ihrer Elementarbestandtheile aufweisen, sind daher für Wasser schwer durchdringbar, gleichviel, welche chemische Zusammensetzung, resp. welchen mineralogischen Charakter diese Theilchen besitzen. Für die Filtrationsfähigkeit der extrem feinkörnigen Bodenarten ist es daher gleichgültig, ob dieselben vorzugsweise aus Quarz, oder Eisenoxydhydrat oder kohlensaurem Kalk bestehen. Immerhin sind die unter sonst gleichen Verhältnissen durch derartige Böden tretenden Wassermengen nicht unbeträchtlich größer als bei Thon und Humus, welche bei einer den vorbezeichneten Bodenarten gleichkommenden Feinheit ihrer Elementarbestandtheile (Thon) oder sogar bei einem vergleichsweise größeren Durchmesser letzterer (Humus) vollständig oder nahezu vollständig undurchlassend sind. Die Ursachen dieses auffallenden Verhaltens beider Bodenarten können sonach nicht allein den oben näher bezeichneten Vorgängen zugeschrieben werden, um so weniger, als z. B. der Humus eine sehr poröse, mit größeren Hohlräumen versehene Masse bildet. Wenn sonach in dem Thon und noch weniger in dem Humus die Größe der Poren für deren Verhalten zum Wasser allein maßgebend sein kann, so wird geschlossen werden müssen, daß diesen Bodenarten noch andere Eigenschaften innewohnen, welche deren Impermeabilität für Wasser hervorrufen. Man wird nicht fehlgehen, wenn man in dieser Richtung ganz besonders das Quellungsvermögen jener Materialien zur Erklärung der in Rede stehenden Eigenthümlichkeit derselben in Anspruch nimmt. In Folge dieser Eigenschaft nimmt das Volumen der einzelnen Partikel bedeutend zu, wenn diese mit Wasser in Berührung treten, und dies bewirkt, daß die Hohlräume zwischen den Körnern beträchtlich verengt oder vollständig verschlossen werden. Welche bedeutenden Veränderungen fragliche Substanzen in ihrem Volumen erleiden können, ergibt sich z. B. aus den oben zitierten, von *A. R. von Schwarz* angestellten Versuchen, in welchen der Moorboden eine $2\frac{1}{2}$ -, der Thon eine $1\frac{1}{2}$ -fache Volumsvermehrung durch Imbibition erfuhr. Bei dem Thon bildet sich in Folge der geschilderten Quellungsfähigkeit seiner Theilchen eine plastische Masse, welche die eingeschlossenen Wassertheilchen mit solcher Energie festhält, daß es auch einem sehr bedeutenden hydrastischen Druck nicht gelingt, dieselben durch andere Wassertheilchen zu verdrängen. Analog dem Thon, resp. dem Humus verhalten sich ohne Zweifel auch die übrigen Bestandtheile des Bodens, welche gleich diesen den sogen. Kolloidsub-

stanzen zuzuzählen sind, wie z. B. gewisse Thierreste, das kolloidale Eisen-oxyd, die amorphen zoolithischen Silikate u. s. w.¹⁾.

In Bezug auf die Permeabilität des Bodens in solchen Lagen, in welchen die übereinanderlagernden Schichten wesentliche Abweichungen in ihrer physikalischen Beschaffenheit zeigen, ist aus den vorstehend aufgeführten Thatsachen wohl ohne Weiteres zu folgern, daß für die durch das Erdreich filtrirenden Wassermengen vornehmlich oder ausschließlich jene Schicht maßgebend sein werde, welche das geringste Durchlässigkeitsvermögen für Wasser besitzt. Daß diese Voraussetzung den tatsächlichen Verhältnissen entspricht, läßt sich aus den Ergebnissen folgender Versuche ersehen, in welchen die verschieden feinen Kornsortimente des Quarzsandes in der aus der Tabelle ersichtlichen Weise übereinander- gelagert wurden, oder in der Mitte der aus mehr oder weniger gut durchlässigem Material hergestellten Bodensäule eine Schicht einer sehr feinkörnigen, resp. thonreichen Bodenart von verschiedener Mächtigkeit hergestellt wurde. Die Resultate lassen sich aus nachstehenden Tabellen ersehen.

Versuch IV.

Versuchs- material. (Quarzsand)	Schichtung		Mächtigkeit der Bodenschicht cm	Wasser- druck. cm	Wassermenge in 10 Stunden in Litern.
	oben. mm	unten. mm			
V und I.	V. 0,25—0,50	I. 0,01—0,071	20	100	0,607
			»	80	0,514
			»	60	0,422
			»	40	0,329
			»	20	0,237
VI und II.	VI. 0,5—1,0	II. 0,071—0,114	20	100	13,340
			»	80	11,195
			»	60	9,050
			»	40	6,905
			»	20	4,760
VII und III.	VII. 1,0—2,0	III. 0,114—0,171	20	100	92,160
			»	80	77,330
			»	60	62,500
			»	40	47,670
			»	20	32,840

¹⁾ J. van Bemmelen. Die Absorptionsverbindungen und das Absorptionsvermögen der Ackererde. Landw. Versuchsstationen. Bd. XXXV. 1888. S. 69 bis 136. — Sur la nature des colloïdes et leur teneur en eau. Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas. Leide. 1888. T. VII. p. 37.

Versuch V.

Bodenart. mm	In der Mitte der Bodensäule eine Schicht von	Mächtigkeit der Bodenschicht. cm	Wasserdruck. cm	Wassermenge in 10 Stunden in Litern.
Torf (Oldenbürger) 0,171—0,250	—	20	50	22,053
	kohlensaurem Kalk, 1 cm	»	»	6,653
	» » 3 »	»	»	2,772
	» » 5 »	»	»	3,431
Quarzsand V. 0,25—0,50	—	20	100	240,641
	Kaolin, 1 cm	»	»	29,280
	» 3 »	»	»	24,390
	» 5 »	»	»	2,050
Quarzsand VI. 0,5—1,0	—	20	50	366,561
	Lehm, pulverförmig, 1 cm	»	»	7,431
	» » 3 »	»	»	0,224
	» » 5 »	»	»	0,142
Quarzsand VI. 0,5—1,0	—	20	50	366,561
	Eisenoxyd, 1 cm	»	»	1,332
	» 3 »	»	»	0,415
	» 5 »	»	»	0,376

Diese Zahlen vermitteln die Thatsache, daß für die Permeabilität des Bodens für Wasser jene Schicht ausschließlich maßgebend ist, welche die feinsten Bestandtheile enthält, selbst dann, wenn dieselbe nur eine geringe Mächtigkeit besitzt¹⁾. Es ist hierbei gleichgültig — wie die Versuche *Seelheim's*, sowie solche nebenher vom Referenten angestellte, dargethan haben —, ob das Wasser zuerst durch das grobe und dann durch das feine Material geht, oder umgekehrt.

Aus den geschilderten Erscheinungen ergibt sich die große Bedeutung, welche die feinkörnigste Lage für die gesammte Wasserbewegung in geschichteten Böden hat. Besteht dieselbe aus Thon oder aus ähnlich beschaffenen Materialien (kohlensaurer Kalk, Eisenoxyd u. s. w.), so wird

¹⁾ Bezüglich der in Versuch IV ermittelten Daten ist zu bemerken, daß der Einfluß des feinkörnigsten Materials auf die durch den Boden tretenden Wassermengen ersichtlich wird, wenn man mit den in der Tabelle aufgeführten Werthen jene vergleicht, welche oben bei den entsprechenden grobkörnigen Sanden angegeben wurden.

das Wasser, welches durch die höher gelegenen permeablen Bodenpartieen hindurchsickert, von jenen Schichten nach deren Sättigung aufgehalten und bei ebener Lage derselben im Boden angestaut. Besitzt die undurchlässige Schicht eine Neigung, so fließt das an der Absickerung gehinderte Wasser an der Oberfläche derselben in der durchlassenden Bodenschicht nach seitwärts ab, den Grundwasserstand in den tiefer gelegenen Partieen des Terrains mehr oder weniger beträchtlich erhöhend.

Wie gezeigt, genügt eine geringe Mächtigkeit der undurchlässigen Schicht, um die Permeabilität des Gesamtbodens fast auf Null herabzudrücken. Es erklären sich hieraus nicht allein die Wasseransammlungen in vollständig durchlässigen Böden, wenn dieselben in der Tiefe mit einer dünnen Schicht einer für Wasser impermeablen Erdart durchzogen sind, sondern auch jene Wasseranhäufungen, welche sich unter gleichen Umständen auf der Oberfläche des Bodens bilden. So ist z. B. die Bildung von Mooren auf Kies in einigen Gegenden (Südbayern) nur dadurch möglich gewesen, daß vorher auf der Unterlage durch Ausscheidung von kohlensaurem Kalk aus dem Wasser eine undurchdringliche Schicht (von Moorkalk, dort «Alm» genannt) entstand, die, wenngleich stellenweise nur wenige Centimeter stark, die zur Moorbildung nothwendige Wasseransammlung bewirkte. Der Umstand, daß Gewässer (Seen, Bäche, Flüsse), welche durch permeable Bodenarten fließen, nicht versickern, ist ein weiteres Beispiel dafür, daß eine wenig mächtige Schicht von Schlamm genügt, um eine derartige Bewegung des Wassers hintanzuhalten. Die erhaltenen Resultate zeigen ferner, wie man zu verfahren hat, um auf durchlässigen Bodenarten die Absickerung von Flüssigkeiten zu verhüten. Auf Dungstätten, deren Grund behufs Verhinderung des Eindringens der Jauche wasserdicht herzustellen ist, wird man den beabsichtigten Zweck durch Anbringung einer im feuchten Zustande festgeschlagenen Lehm- oder Thonschicht auf dem billigsten und gleichzeitig sicheren Wege erreichen. Will man einen Damm vollkommen undurchlässig machen, so genügt es, in demselben eine dünne Schicht fetten Thones anzubringen, die man gegen das Zerbrechen durch dicke Sandschichten schützt. Wenn der Damm auf durchlässigem Sande ruht, dann wird es auch nothwendig sein, die Thonschicht bis zu einer gewissen Tiefe fortzuführen, die von der Natur der Sandschichten abhängig sein wird.

Die in Satz 2 (S. 17) charakterisirten Gesetzmäßigkeiten lassen sich zunächst aus dem Umstande erklären, daß mit der Abnahme des Korndurchmessers die durch Adhäsion und Reibung des Wassers an den Bodentheiligen hervorgerufenen Widerstände wachsen, derart, daß die unter sonst gleichen Verhältnissen durch den Boden filtrirenden Wassermengen in demselben Grade sich vermindern müssen. Bei Mischungen verschiedener Kornsortimente macht sich der Einfluß des feinsten Materials auf die Permeabilität besonders in dem Falle geltend, wo die Differenzen in den Korngrößen sehr bedeutend sind, und die kleineren Partikel deshalb in die zwischen den größeren Körnern befindlichen Lücken sich einlagern. Es geht dies nicht nur aus den mit den Gemischen des Quarz- und Kalksand (I—VII resp. I—IV) angestellten Versuchen hervor, sondern auch aus folgenden Experimenten, in welchen größerer Quarzsand dem Volumen nach mit verschiedenen Mengen von Lehm pulver gemengt, auf seine Permeabilität für Wasser geprüft wurde. Die hierbei erhaltenen Resultate sind aus folgender Tabelle ersichtlich:

Versuch VI.

Bodenarten. mm	Gemisch.		Mächtigkeit der Bodenschicht. cm	Wasser- druck. cm	Wassermenge in 10 Stunden in Litern.	
	Sand. Vol. %	Lehm. Vol. %				
Quarzsand V. 0,25—0,50	100	—	20	50	133,073	
	90	10	»	»	35,857	
	80	20	»	»	9,738	
	70	30	»	»	1,026	
	60	40	»	»	0,732	
	50	50	»	»	0,432	
Lehm, pulverförmig, 0,0—0,171	40	60	»	»	0,119	
	30	70	»	»	0,193	
	20	80	»	»	0,069	
	10	90	»	»	0,092	
	—	100	»	»	0,165	
Quarzsand VI. 0,5—1,0	100	—	20	50	366,561	
	90	10	»	»	46,855	
	80	20	»	»	12,909	
	70	30	»	»	3,145	
	60	40	»	»	2,850	
	50	50	»	»	0,706	
	Lehm, pulverförmig, 0,0—0,171	40	60	»	»	0,139
		30	70	»	»	0,144
		20	80	»	»	0,161
		10	90	»	»	0,093
	—	100	»	»	0,165	

Unverkennbar weisen diese Zahlen nach,

1. daß die große Permeabilität des Sandes durch Mischung mit verhältnißmäßig geringen Mengen von Lehm in außerordentlichem Grade vermindert wird;
2. daß die Beimengung größerer Lehmengen über eine gewisse Grenze hinaus (30 Vol. ^o/_o) für die durch den Boden tretenden Wassermengen belanglos ist, derart, daß die betreffenden Gemische sich bezüglich ihrer Permeabilität dem reinen Lehm analog verhalten.

Erscheinungen solcher Art, wie die vorliegend geschilderten, zeigen mit aller Deutlichkeit, daß grobkörnige Böden dadurch impermeabel werden können, wenn die Hohlräume zwischen den Bodenpartikelchen mit einem feinkörnigen Material ausgefüllt werden. Daß in diesem Falle die betreffende Bodenpartie nur eine geringe Mächtigkeit zu besitzen braucht, um die Wasserbewegung in dem im Uebrigen durchlässigen Erdreich vollständig abzuändern, beweisen verschiedene Vorkommnisse in der Natur, so u. A. die Ortsteinbildungen in den Diluvial- und Alluvialsanden ¹⁾. Der Ortstein, resp. die Orterde, bildet eine durch gefällte Humusstoffe verkittete Sandschicht im Untergrunde, welche trotz ihrer häufig äußerst geringen Mächtigkeit die Absickerung des Wassers in die Tiefe vollständig aufhebt und dadurch bei regenreicher Witterung zu Nässe in den oberhalb derselben gelegenen permeablen Sandschichten Veranlassung giebt. Ganz ähnlich verhalten sich jene Bildungen, welche durch Ablagerungen von Thonerde, Eisenoxyd, Manganoxyduloxyd oder kohlen saurem Kalk in den Lücken zwischen den Sandtheilchen oder größeren Bodenelementen hervorgegangen sind.

Der Einfluß, den die Mischung feinerer Kornsortimente mit gröberen auf die Permeabilität der Gesamtmasse in der geschilderten Weise ausübt, tritt jedoch nur dann in die Erscheinung, wenn die Differenzen zwischen den Korngrößen sehr beträchtlich sind und die Menge des feinkörnigen Materials ausreichend ist, um die Hohlräume zwischen den grö-

¹⁾ *E. Ramann*. Der Ortstein und ähnliche Sekundärbildungen in den Diluvial- und Alluvialsanden. Jahrb. d. k. pr. geol. Landesanstalt für 1885. Berlin. 1886. — Ueber Bildung und Kultur des Ortsteins. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen. 1886. Heft 1.

berem Bodenelementen auszufüllen. Sind die Differenzen zwischen den Korngrößen nicht so bedeutend, daß die kleinen Körner sich zwischen die großen legen können, so ist die dadurch bewirkte Verminderung der Permeabilität eine geringere als in den vorbezeichneten Fällen, wie aus den Versuchen *Seelheim's* geschlossen werden muß, welcher fand, daß unter derartigen Umständen die Menge des hindurchgetretenen Wassers annähernd gleich dem Mittel der Mengen ist, welche durch jede Sorte der Mischung allein durchgegangen sind, oder die Mischung verhält sich wie ein Material, dessen Körner gleichmäßig die mittlere Größe haben. Hieraus wird geschlossen werden dürfen, daß Bodenarten, in welchen die Schwankungen in den Korngrößen verhältnißmäßig gering sind, selbst bei größerer Feinkörnigkeit, für Wasser gut durchlässig sind, wie dies z. B. bei jenen Bodenbildungen der Fall ist, die man in den deutschen und österreichischen Beckenländern als „Löß“ bezeichnet. Je größer dagegen die Unterschiede in den Kornsortimenten sind, und je größer besonders die Menge der feinsten Bestandtheile ist, um so mehr nimmt, wie gezeigt, die Filtrationsfähigkeit der Mischung ab.

In Bezug auf die in Rede stehenden Verhältnisse kann die Thatsache nicht unerwähnt bleiben, daß in Böden, welche in Folge eines natürlichen Gehaltes an feinerdigen Bestandtheilen oder durch künstliche Zuführung solcher Substanzen eine bestimmte Filtrationsfähigkeit für Flüssigkeiten besitzen, Veränderungen eintreten können, welche gleichzeitig ihr Verhalten zum Wasser nicht unwesentlich alteriren. Derartige Veränderungen werden entweder durch chemische Prozesse oder durch die mechanischen Wirkungen des in den Boden eindringenden Wassers veranlaßt. So können z. B. die die gröberen Bodenelemente verkittenden Substanzen durch Umstände verschiedener Art aufgelöst und ausgewaschen werden. Ein in dieser Richtung in großem Umfange sich vollziehender Prozeß in der Natur besteht z. B. in der allmählichen Auflösung des Kalkcarbonates in Folge der Umwandlung desselben in Bikarbonat und Abführung desselben durch die in den Boden eindringenden atmosphärischen oder sonstigen Gewässer. Dieser Vorgang wird beschleunigt, wenn der Boden gleichzeitig reich ist an organischen Stoffen, welche zur Bildung beträchtlicher Mengen von Kohlensäure Veranlassung geben. War der Kalk an der Zusammensetzung der feinerdigen Bestandtheile wesentlich theilhaftig, so wird durch die nach und nach erfolgende Auswaschung des-

selben auf dem beschriebenen Wege der Boden in gleichem Maße grobkörniger und demgemäß für Wasser durchlässiger.

Die Entführung feinkörniger Bestandtheile durch die Wasser auf mechanischem Wege kann man häufig bei Bodenarten beobachten, in welchen die Differenzen in den Kornsortimenten sehr groß sind und besonders neben relativ größeren sehr feinkörnige Bestandtheile auftreten. Unter solchen Umständen wird durch das in den Boden eindringende Wasser ein mehr oder weniger großer Theil der feineren Elemente, welche bis dahin gewissermaßen die zwischen den größeren Körnern vorhandenen Lücken ausfüllten, nach und nach in die Tiefe geführt, ein Vorgang, der natürlich mit einer stetigen Zunahme der Permeabilität des von demselben betroffenen Bodens verknüpft ist. Im Großen lassen sich diese Erscheinungen z. B. bei Sandböden oder Mergelarten von bezeichneter Beschaffenheit verfolgen, wenn dieselben zu Tage liegen. Weiters ist auch die Beobachtung hierher zu rechnen, daß die behufs Erhöhung der Wasserkapazität, resp. Herabsetzung der Durchlässigkeit vorgenommenen Mergelungen oder Zuführungen von Thon auf Sandböden innerhalb gewisser Zeiträume wiederholt werden müssen, um dem verbesserten Sande seine Fruchtbarkeit zu bewahren, weil eben die demselben einverleibten feinerdigen Materialien allmählich nach abwärts wandern.

Der Satz ad 3 steht in Uebereinstimmung mit den von *Welitschkowsky* erhaltenen Versuchsergebnissen, aber in Widerspruch mit den diesbezüglichen Ermittlungen *Seelheim's*, nach welchen die ausfließenden Wassermengen dem Druck proportional sein sollen. In Rücksicht auf ersteren Umstand wird wohl angenommen werden dürfen, daß die vom Referenten und *Welitschkowsky* ermittelten Werthe den thatsächlichen Verhältnissen besser entsprechen als jene von *Seelheim* gewonnenen.

Zur besseren Orientirung mögen hier die Differenzen in den bei verschiedenem Druck und verschiedener Schichthöhe abfließenden Wassermengen für die besonders in Betracht kommenden Materialien angeführt sein:

Bodenart.	Korngröße. mm	Differenzen in den geförderten Wassermengen in Litern für je 10 cm Wasserdruck.			
		Mächtigkeit der Bodenschicht.			
		10 cm	20 cm	30 cm	
Quarzsand	I	0,01 — 0,071	0,088	0,011	0,0085
	II	0,071 — 0,114	0,704	0,308	0,153
	III	0,114 — 0,171	5,594	2,522	1,371
	IV	0,171 — 0,250	15,810	8,413	5,433
	V	0,25 — 0,50	36,470	21,513	15,288
	VI	0,5 — 1,0	88,900	58,702	46,319
	VII	1,0 — 2,0	133,337	104,625	94,542
I—VII	0,01 — 2,00	0,887	0,351	0,197	
Kalksand	I	0,01 — 0,071	0,047	0,017	0,008
	II	0,071 — 0,114	0,636	0,268	0,148
	III	0,114 — 0,171	1,587	0,579	0,254
	IV	0,171 — 0,250	4,212	1,817	0,957
	I—IV	0,01 — 0,250	0,634	0,259	0,149

Die Differenzen in den während 10 Stunden geförderten Wassermengen für je 10 cm Wasserdruck nehmen hiernach unter übrigens gleichen Umständen in dem Maße zu, als der Korndurchmesser wächst. Außerdem läßt sich ersehen, daß die betreffenden Werthe für die verschiedenen Schichthöhen um so mehr sich einander nähern, je grobkörniger der Boden ist, oder sich um so mehr von einander entfernen, je feiner das Material ist.

Aus dem Umstande, daß im Kalksande die angeführten Differenzen und die geförderten Wassermengen im Allgemeinen für das gleiche Kornsortiment kleiner sind als bei dem Quarzsande, darf nicht ohne Weiteres geschlossen werden, daß der Kalk sich dem Wasser gegenüber anders verhalte als letztere Bodenart, denn es bleibt zu berücksichtigen, daß innerhalb jedes Sortimentes sich Körner von verschiedener Größe befinden, und daß daher die mittelst bestimmter Siebe aus verschiedenen Bodenarten hergestellten Sortimente wegen dieser Schwankungen niemals vollständig mit einander übereinstimmen. Deshalb ist es denkbar, daß die korrespondirenden Nummern des Kalksandes durchschnittlich etwas feinkörniger waren als jene des Quarzsandes, und daß auf diesen Unterschieden die hervorgetretenen Erscheinungen beruhen.

Was schließlich den Einfluß der Schichthöhe auf die durch den Boden filtrirenden Wassermengen betrifft, so zeigen die Versuche des Referenten

im Gegensatz zu jenen *Seelheim's*, daß zwischen jener und letzteren keine Proportionalität besteht, sondern daß, wie auch *Welitschkowsky* gefunden hatte, die geförderten Wassermengen je nach dem Wasserdruck und der Beschaffenheit des Materiales sehr verschieden ausfallen. Nur bei den feinkörnigen Sortimenten und höherem Druck sind die durch den Boden tretenden Wassermengen der Schichthöhe annähernd proportional, bei geringerem Druck nehmen dieselben aber in einem kleineren Verhältniß zu, als letztere abnimmt und sind die betreffenden Werthe um so mehr einander genähert, als das Versuchsmaterial grobkörniger ist.

Neben vorstehend mitgetheilten Versuchen wurden vom Referenten mit demselben Apparat noch solche über den Einfluß der Struktur (Krümel- und Einzelkornstruktur, verschieden dichte Lagerung des krümeligen Bodens und verschiedener Gehalt des Bodens an Steinen) ausgeführt, welche folgende Resultate lieferten:

Versuch VII.

Bodenart.	Beschaffenheit des Bodens.	Mächtigkeit der Bodenschicht. cm	Wasserdruck. cm	In 10 Stunden geförderte Wassermenge in Litern.
Lehm	Pulverförmig Krümelig	20	50	0,098
		»	»	2,276
Humoser Kalksand	Pulverförmig Krümelig	20	50	0,229
		»	»	4,040
Lehm, krümelig	Locker Mitteldicht Dicht	20	50	2,604
		»	»	0,520
		»	»	0,382
Humoser Kalksand	Locker Mitteldicht Dicht	20	50	4,040
		»	»	2,195
		»	»	0,849

Aus diesen Zahlen ergibt sich, 1) daß die Permeabilität des Bodens für Wasser im krümeligen Zustande beträchtlich größer ist als im pulverförmigen (Einzelkornstruktur), und 2) daß die unter übrigens gleichen Umständen durch den Boden tretenden Wassermengen in dem Grade abnehmen, als das Material zusammengedrückt wurde.

Die Ursachen dieser Gesetzmäßigkeiten sind darin zu suchen, daß in dem krümeligen Erdreich sich viele größere sogen. nichtkapillare Hohlräume befinden, welche der Abwärtsbewegung des Wassers ein wesentliches Hinderniß entgegenstellen, während in dem pulverförmigen Boden von sonst gleicher Beschaffenheit jene Lücken fehlen und wegen des geringen Durchmessers der Poren sich ungleich erheblichere Widerstände dem sich fortbewegenden Wasser entgegenstellen. In dem Maße, als die nichtkapillaren Hohlräume durch Zusammenpressen des Bodens vernichtet und die Bröckchen (Krümel) näher an einander gerückt werden, müssen selbstredend die durchtretenden Wassermengen sich verringern, wie dies in der That der Fall war. Die hervorgetretenen Unterschiede würden ohne Zweifel größer gewesen sein, wenn nicht unter dem Einfluß des ziemlich bedeutenden Wasserdrucks eine theilweise Zerstörung der Krümel eingetreten wäre.

Versuch VIII.

Bodenart. mm	Steine. Vol. %	Mächtigkeit der Bodenschicht. cm	Wasser- druck. cm	In 10 Stunden geförderte Wassermenge in Litern.
Quarzsand V 0,25—0,50	0	20	60	158,484
	10	—	»	153,704
	20	—	»	118,045
	30	—	»	101,318
	40	—	»	108,318
	50	—	»	93,912

Im Boden vorkommende Steine setzen mithin die durchtretenden Wassermengen herab, und zwar um so mehr, je größer ihre Menge ist.

Zur Theorie der Bodenentwässerung.

Im Band XIII. S. 249 ff. der „Forschungen“ findet sich eine Besprechung meiner Schrift, welche einige thatsächliche Unrichtigkeiten enthält, die ich nicht unerwidert lassen will, da sie geeignet sind, eine irrige Meinung von meiner Arbeit zu verbreiten.

Zunächst wird die Annahme, daß das Minimalgefälle des Grundwassers durch geneigte gerade Linien dargestellt werden kann, als zwar statthaft, aber nicht neu bezeichnet. Es macht diese Bemerkung den Eindruck, als sei in meiner Schrift die bisherige Anschauung verschwiegen worden; S. 20 derselben ist aber meiner Aufstellung angefügt: „wie dies auch bisher gebräuchlich war“.

Wenn der Herr Rezensent den Vorwurf erhebt, die grundlegenden Werke über Drainage seien in meiner Schrift gar nicht aufgeführt, so kann ich nur bitten, mir dieselben zu benennen; ich werde mir deren Inhalt dann mit allem Eifer zu eigen machen, bezweifle aber jetzt schon, ob dies irgend welche Abänderung an meiner Theorie zur Folge haben wird.

Befremdend soll es ferner wirken, wenn u. A. *Johnstone* als ein Schüler *Elkington's* ausgegeben wird; so unwesentlich (wie die übrigen Bemängelungen) dieser Umstand nun sein mag, so ist doch darauf zu erwidern, daß, als *Elkington* zu kränkeln schien, und zu befürchten stand, es könnten durch seinen vorzeitigen Tod die von ihm gemachten reichen Erfahrungen zu Verlust gehen, die Ackerbaugesellschaft in London *Johnstone* mit der Aufgabe betraute, mit jenem seine bedeutendsten Entwässerungen zu bereisen und dann zu beschreiben, d. h. *Johnstone* sollte sich die Methode und Erfahrungen *Elkington's* auf diese Art zu eigen machen. Nun war allerdings *Elkington* nur ein einfacher Landwirth und *Johnstone* ein Professor; deswegen war aber doch der Erstere der Lehrende und der Letztere der Lernende.

Indem ich über alles andere Unwesentliche vorläufig hinweggehe, bin ich im Interesse der Wahrheit gezwungen, den wichtigsten Satz der Rezension hier noch richtig zu stellen. Derselbe lautet: „Der Herr Verfasser schließt eben aus seiner Theorie, daß «Kopfdrainage» das allein Seligmachende, Paralleldrainage aber eine Ausgeburt geistiger Blindheit sei“.

Nach einer solchen Aeußerung wird man sich in meiner Schrift vergeblich umsehen; vielmehr enthält dieselbe S. 56 folgende, mit gesperrter Schrift gedruckten Sätze: „Wird unter Annahme eines beliebigen Minimalgefälles der Radius r = der geringsten Entfernung zweier Horizontalen, Fig. 11, so wird die Richtungslinie senkrecht zu denselben, und der Drain kommt alsdann in die Richtung des stärksten Gefälles, wie bei der Paralleldrainage“.

„Daraus geht hervor, daß die neue Theorie keine einseitige, sondern eine allgemein gültige ist, bei welcher wegen der günstigeren Wirkung die Kopfdrainage die Regel bildet, während die Paralleldrainage einen speziellen Fall derselben darstellt.“

Wie stimmt derlei zu jener „Gründlichkeit“ in allen Dingen, welche gewissermaßen gepachtet zu haben man bei uns bis zum Ueberdruß in aller Bescheidenheit sich selbstgefällig brüsten hört?

Diese Frage, welche der Herr Rezensent mir (S. 251) mit so vieler Entrüstung zuruft, gebe ich ihm hiermit Wort für Wort wieder zurück. F. Merl.

Neue Litteratur.

Th. Schlösing. Ueber die Absorption des Ammoniaks der Luft durch den Ackerboden. Comptes rendus. 1890. T. CX. p. 429—434 u. p. 499—504. — *Biedermann's* Centralblatt für Agrikulturchemie. 1890. S. 361—368.

Im Jahre 1876 hat der Verfasser schon Versuche veröffentlicht über den Austausch von Ammoniak zwischen der Atmosphäre und dem Erdboden mit dem Ergebnis, daß bei diesem Prozeß der Erdboden an Ammoniak reicher wird und zwar um Mengen, welche für denselben nicht ohne Bedeutung sind. Da in der letzten Zeit von verschiedenen Seiten Einwände mannigfacher Art hiergegen erhoben worden sind, so hat *Schlösing* diese Versuche von Neuem aufgenommen, welche er nach dem folgenden einfachen Plane anstellte: Der Erdboden wurde trocken und feucht der Einwirkung der Atmosphäre ausgesetzt, der Stickstoffgehalt desselben vor und nach dem Versuche bestimmt, der Zutritt von stickstoffhaltigen Substanzen von Außen durch Vögel, Fliegen, Mücken und andere Insekten durch ein Gewebe mit engen Maschen verhindert. Es stellte sich jedoch heraus, daß selbst der feinste Tüllschleier, der über eine Substanz ausgebreitet wurde, welche Ammoniak aus der Luft zu absorbiren vermag, z. B. eine Säure, fast vollständig die Absorption des Ammoniaks aus der Luft verhinderte. Es mußte deshalb bei den Versuchen für eine künstliche Ventilation durch die Schutzdecke hindurch gesorgt werden. Dieses wurde durch einen vom Verfasser genau beschriebenen Apparat erreicht, der in seinen wesentlichen Theilen aus einem wagerecht angebrachten Holzkanal bestand, in welchen die Versuchsgefäße der Reihe nach hineingeschoben wurden. Das eine Ende stand mit einem Luftkamin, in dem Gasflammen brannten, das andere durch ein Fenster hindurch mit der freien Luft in Verbindung, die beiden Zugänge waren durch entsprechend angebrachte feine Drahtgaze geschützt.

Für die Gefäße in dem Holzkanal waren die Versuchsbedingungen dieselben, als wenn sie in freier Luft gestanden hätten, mit Ausnahme der Geschwindigkeit der Luftbewegung. Um für die Wirkung, welche dieser Unterschied auf die Versuchsergebnisse haben konnte, ein gewisses Maß zu haben, wurden in dem Holzkanal und an der freien Luft zwei gleiche Gefäße aufgestellt, welche mit Schwefelsäure angesäuertes Wasser enthielten. Für die Differenz der Energie der Luftbewegung in dem Kanal und in der freien Luft bot der Unterschied im Ammoniakgehalt der beiden Gefäße nach der gleichen Zeitdauer einen Maßstab.

Außerdem wurde eine zweite Korrektur für den Staub an den erhaltenen Resultaten angebracht. In einem leeren Gefäß wurde der Staub aufgefangen, in welchem dann der Stickstoff bestimmt und von dem in jedem der anderen Versuchsgefäße gefundenen abgezogen wurde.

Innerhalb der Jahre 1886 bis 1890 wurden 25 Versuche angestellt, welche der Verf. in 4 Gruppen trennt:

1. Sechs Versuche mit nicht kalkigen Böden, welche auch das Material zu den Untersuchungen über die Fixirung des Stickstoffs gestellt hatten, bei denen

jedoch in keinem Falle ein Stickstoffgewinn gefunden worden war, in denen also in vorliegenden Versuchen jede Stickstoffvermehrung, so folgert der Verf., auf eine Absorption von Ammoniak zurückzuführen ist. Die Böden wurden in einem mehr oder weniger feuchten Zustande während des Versuches, der vom März 1886 bis Juli 1887 (495 Tage) dauerte, erhalten. Die nachfolgende Uebersicht, in welcher ein Versuch fortgelassen wurde, weil bei demselben der Stickstoffzuwachs ein äußerst geringer war, zeigt die ermittelten Daten:

	Stickstoffgewinn in 100 gr trockenen Bodens.		Stickstoffgewinn eines jeden Versuchsgefäßes. Gewicht Oberfläche Gewinn des Bodens.			Stickstoffgewinn auf 1 ha in einem Jahre. absolut korrigirt	
	mg	in Tagen	gr	qdcn	mg	kg	kg
1.	12,9	495	595	2,12	76,8	26,7	15,8
2.	7,9	495	1517	2,22	119,8	34,8	23,6
3.	6,9	495	3284	2,25	226,9	83,1	50,1
4.	10,1	618	1493	1,91	123,3	38,0	22,4
5.	3,6	622	3243	1,93	116,7	35,0	20,5.

Diese Zahlen weichen nicht sehr von den im Jahre 1876 mit entweder stets trockenen oder feuchten Bodenproben gewonnenen ab.

2. Versuche mit zwei Erdbodenarten, die ebenfalls nicht Stickstoff fixiren, und von denen die eine kalkreich, die andere kalkfrei war. Von letzterer wurde außerdem noch der Untergrund verwendet. Es sollte durch diese Reihe der Einfluß des Kalkes auf die Absorption des Ammoniaktes erforscht werden. Dauer des Versuches vom 4. Mai bis 27. August 1888 (115 Tage) unter täglichem Begießen. Das Resultat war folgendes:

	Stickstoffgewinn in 100 gr trockenen Bodens.		Stickstoffgewinn eines jeden Versuchsgefäßes. Gewicht Oberfläche Gewinn des Bodens.			Stickstoffgewinn auf 1 ha in einem Jahre. absolut korrigirt	
	mg	in Tagen	gr	qdcn	mg	kg	kg
6. Kalkh. Boden	10,4	115	641	2,35	66,7	90,1	47,1
7. Kalkfr. »	9,1	115	548	2,10	49,9	75,4	39,2
Untergrund	8,9	115	487	2,07	43,3	66,4	34,4.

Der kalkhaltige Erdboden hat also mehr Ammoniak absorbirt als der kalkfreie.

3. In der dritten Versuchsreihe wurden ausschließlich kalkhaltige Bodenarten verwendet; sie waren während der ganzen Versuchszeit feucht. Das Resultat war folgendes:

	Stickstoffgewinn in 100 gr trockener Erde.		Stickstoffgewinn eines jeden Versuchsgefäßes. Gewicht Oberfläche Gewinn des Bodens.			Stickstoffgewinn auf 1 ha in einem Jahre. absolut korrigirt	
	mg	in Tagen	gr	qdcn	mg	kg	kg
8. Oberfläche	9,7	170	611	1,97	59,3	64,6	41,1
Untergrund	9,5	170	527	1,99	50,1	53,9	34,3
9. Oberfläche	11,5	171	527	1,92	60,6	67,4	42,9
Untergrund	11,4	171	560	2,16	63,8	63,0	40,1

	Stickstoffgewinn in 100 gr trockenen Bodens.		Stickstoffgewinn eines jeden Versuchsgefäßes. Gewicht Oberfläche Gewinn des Bodens.			Stickstoffgewinn auf 1 ha in einem Jahre absolut korrigirt.	
	mg	in Tagen	gr	qdem	mg	mg	mg
10. Oberfläche	12,1	163	544	2,02	65,8	73,0	46,5
Untergrund	7,5	164	586	2,02	44,0	48,3	30,8
11. Oberfläche	10,5	165	540	1,96	56,7	63,9	40,7
Untergrund	8,3	165	571	2,01	47,4	52,2	33,2.

Die Fähigkeit, Ammoniak zu absorbiren, scheint hiernach für die verschiedenen Bodenarten, wenn sie hinreichend feucht sind, ziemlich gleich zu sein.

4. In der letzten Versuchsreihe kamen stark ausgetrocknete Böden zur Verwendung, deren Feuchtigkeitsgehalt je nach der Witterung zwischen 0,5 und 4% schwankte; abweichend von den anderen Versuchen wurde hier der Inhalt der Gefäße jede Woche einmal vollkommen durch einander gemischt, um für die Ammoniakfixirung günstige Bedingungen zu schaffen dadurch, daß möglichst alle Bodentheilchen mit der Luft in Berührung kamen. Diese kalkhaltigen und trockenen Erdarten hatten im Mittel 88,3 mg Ammoniakstickstoff, im Ganzen 133,0 mg Stickstoff pro kg absorbirt. Unter einander zeigten sie ebenso wie in den Versuchen mit feuchtem Boden keinen bemerkenswerthen Unterschied in der Fähigkeit Ammoniak zu binden. Die Menge des am Ende des Versuches vorhandenen Ammoniaks, minus dem zum Beginn vorhandenen, entspricht nicht der während des Versuches absorbirten Gesammtmenge, da ein Theil desselben nach des Verfassers Ansicht zum Aufbau komplizirter organischer stickstoffhaltiger Substanzen verbraucht worden ist, die beim Ausziehen mit verdünnter Säure nicht in Ammoniak umgewandelt werden.

Zum Schluß faßt der Verfasser die Resultate der vorliegenden Versuche wie folgt zusammen:

Der nackte, kalkhaltige, saure oder neutrale, trockene oder feuchte Erdboden absorbirt Ammoniak aus der Atmosphäre und zwar in Mengen, welche für ihn nicht ohne Bedeutung sind.

Da die Ammoniakabsorption von der Verschiedenheit der Tension derselben in der Luft und im Erdboden abhängt, so ist die Ammoniakaufnahme im Boden am größten, wenn die Tension desselben im Boden Null ist; dieses ist der Fall im feuchten Erdboden, wenn das Ammoniak durch Nitrifikation in dem Maße verschwindet, als es absorbirt wird. Im trockenen Erdboden hört die Nitrifikation auf, in Folge dessen bleibt der größte Theil des absorbirten Ammoniaks unverändert, es tritt eine fortwährende Steigerung der Ammoniak-tension ein, die Absorption nimmt dann stetig ab. Mithin wird die Fixirung des Ammoniaks durch die Feuchtigkeit des Erdbodens begünstigt, durch die Trockenheit desselben vermindert. Die Absorption ist in hohem Grade von der stetigen Erneuerung der Luft an der Oberfläche des Bodens abhängig; es ist in Rücksicht auf diese Verhältnisse deshalb auch nicht gleichgültig, ob eine Bodenfläche nackt oder von Pflanzen bestanden ist.

Anmerkung des Ref. Die Arbeiten sowohl des Verf. als auch *Berthelot's* über die Fixirung des Stickstoffs durch die Ackererde, über welche wir in dieser Zeitschrift referirt haben, geben zu mancherlei Bedenken Veranlassung.

Zunächst besteht zwischen den Beobachtungen beider Forscher ein prinzipieller Widerspruch, indem *Schlösing* behauptet, daß der Boden nur die Fähigkeit besitze, Ammoniak- und Salpeterstickstoff zu absorbiren, freien Stickstoff dagegen nicht zu fixiren im Stande sei, während *Berthelot* gefunden haben will, daß die Stickstoffbereicherung des Bodens vornehmlich auf einer Bindung von freiem Stickstoff beruhe und zwar mit Hülfe von Mikroorganismen, deren Existenz indessen nur angenommen, aber nicht nachgewiesen wird. Sind nun schon diese Gegensätze, deren Aufklärung mittelst exakt auszuführender Versuche dringend nothwendig erscheint, geeignet, Zweifel an der Zuverlässigkeit der Resultate aufkommen zu lassen, so ist dies noch mehr der Fall, wenn man die von beiden Forschern ermittelten absoluten Werthe für die Stickstoffabsorption in Betracht zieht. So betrug z. B. die Menge des vom Boden aufgenommenen Ammoniak- und Salpeterstickstoffs in den Versuchen *Schlösing's* pro ha und Jahr bis zu 90 kg, in sehr vielen Fällen ca. 40 kg, und in den Versuchen *Berthelot's*¹⁾ stellte sich der Stickstoffgewinn auf 30—150 kg. Wären diese Zahlen richtig, dann würde in den meisten Fällen eine Düngung mit stickstoffhaltigen Materialien überflüssig sein. Da dies nicht der Fall ist, wird gefolgert werden dürfen, daß die ermittelten Daten zu hoch sind, wahrscheinlich in Folge von unberücksichtigt gebliebenen Versuchsfehlern. Die Möglichkeit ist nicht ausgeschlossen, daß der Stickstoffgewinn zum großen Theil erst im Laboratorium eintrat, bei dem Trocknen der Materialien, durch Anziehung der Stickstoffsäuren, resp. des Ammoniaks aus der Luft.²⁾

E. W.

S. Winogradsky. Nitrifikationsorganismen. Chem. Centralbl. 1890. Bd. I. Nr. 25. S. 1061 u. Bd. II. Nr. 3. S. 110.

Das vergebliche Suchen nach dem Nitrifikationsfermente rührt zum Theil her von den angewandten Methoden. Man kennt schon eine ganze Zahl von Organismen, welche sich auf Nährstoffgelatine nicht weiter entwickeln, und wenn das bisher unbekanntes Nitrifikationsferment auch zu dieser Klasse gehört, so darf man sich nicht wundern, daß es bei den Gelatinekulturen sich den Nachforschungen vollständig entzogen hat. Verf. hat daher seine Untersuchungen mit Aufsuchung solcher Kulturbedingungen in flüssigen Medien begonnen, die den Nitrifikationserscheinungen günstig, Reduktionserscheinungen ungünstig sind. Unter diesen Verhältnissen wurde eine lange Reihe von Kulturen gemacht, um alle Arten zu eliminiren, welche den der Nitrifikation günstigen Verhältnissen sich nicht anpassen, und dann wurden, nachdem die Kulturen möglichst konstant geworden waren, die vorhandenen Arten isolirt und auf ihr Nitrifikationsvermögen geprüft. Die ersten Nährstofflösungen wurden mit den gewöhnlichen Mineralsalzen, weinsaurem Kali und Chlorammonium dargestellt. Der Erfolg war indessen wenig zufriedenstellend. Verf. kam alsdann auf den Gedanken, jeden Zusatz von organischer Substanz fortzulassen, und das unmittelbare Resultat war eine intensive Nitrifikation. Als passende Flüssigkeit wurde gefunden: 1 gr Ammoniumsulfat, 1 gr Kaliumphosphat in 1000 gr Wasser (des Züricher Sees), wozu noch pro 100 ccm Flüssigkeit 0,5—1 gr basisches Magnesiumkarbonat gesetzt

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. XII. 1889. S. 257.

²⁾ Vergl. die Beobachtungen von A. Baumann. Ebenda. S. 98.

wurde. Nach der Impfung der sterilisirten Flüssigkeit mit einem Tropfen einer nitrifizirenden Flüssigkeit ließ sich schon nach zwei Tagen eine schöne Reaktion mit Diphenylamin wahrnehmen, die nach weiteren zwei Tagen so intensiv geworden war, daß ein Tropfen der Flüssigkeit einige ccm des Diphenylaminreagens in eine blauschwarze Tinte verwandelte. Nach 15 Tagen war jede Spur von Ammoniak aus der Flüssigkeit verschwunden.

Verf. begab sich nunmehr an das Studium der die Kultur belebenden Organismen. Es zeigten sich zunächst solche, welche auf Gelatine rasch wuchsen und diese verflüssigten. Indessen waren diese offenbar im Verschwinden begriffen und besaßen gar kein Nitrifikationsvermögen. Die Oberfläche der nitrifizirenden Flüssigkeit war leicht bedeckt, die übrige Flüssigkeit fast klar, nur von Zeit zu Zeit, wenn die Nitrifikation sehr lebhaft wurde, zeigten sich in derselben Opaleszenzen, die wieder verschwanden und aus ovalen, spindelförmigen Organismen bestanden, die sich lebhaft bewegten. Der natürliche Gedanke, den nitrifizirenden Organismus in dieser oberflächlichen Haut zu suchen, erwies sich freilich als irrig, dagegen hatte die Untersuchung des am Boden sitzenden Magnesiumkarbonats Erfolg. Verf. beobachtete, daß die Schicht dieses weißen und fein vertheilten Salzes allmählich graulich und von gelatinöser Beschaffenheit wurde. Untersuchte man die Flocken der Haut, welche das Karbonat bedeckte, so fand man durchscheinende Klümpchen des Salzes, die mit dichten Gruppen einer ovalen Bakterie bedeckt waren, deren Form und Größe mit der der erwähnten beweglichen Form übereinstimmte. Das Ganze machte den Eindruck, als ob es sich nicht um ein zufälliges Gemenge des Mikroben mit dem Salz handle, sondern als ob sich dieser auf den Salztheilchen fixirt und sie mit einem gelatinösen Sekretionsprodukt einhülle. Es war nun nöthig, von diesem Organismus Reinkulturen herzustellen. Da die Anwendung von festen Nährstoffsubstraten zu nichts führte, versuchte Verf. die Anwendung von Flüssigkeiten, welche nur Mineralsalze und Ammoniak, aber keine Spur von organischen Substanzen enthielten. Die ursprünglichen Flüssigkeiten mit Wasser vom Züricher See und mit käuflichen Ammoniaksalzen enthielten davon schon so wenig, daß die der Nitrifikation fremden Organismen gewiß nicht lebhaft gediehen, aber sie blieben doch lebend und vermehrten sich bis zu einem gewissen Grade. Mit dem letzten Verschwinden der organischen Spuren mußten sie die Vermehrung einstellen, während das Nitrifikationsferment umgekehrt sich wohl befand und reichliche Vegetationen bildete. Die Erklärung dieser Thatsache folgt unten.

Das Resultat dieser Versuche war überraschend. Die Nitrifikation begann sofort und setzte sich mit derselben Lebhaftigkeit wie früher fort, und durch fortgesetzte Kulturen in diesen von organischen Substanzen freien Flüssigkeiten gelang es endlich, fast alle auf Gelatine gedeihenden und diese verflüssigenden Organismen zu beseitigen. Es blieb nur noch ein einziger fremder Organismus zurück, welcher wahrscheinlich nicht zu den Bakterien, sondern zu den Sproßpilzen gehört, und welcher auf Gelatine eine sehr langsame Entwicklung zeigte. Um den ovalen Mikroben, welcher der eigentliche Träger der Nitrifikation ist, auch von dieser letzten Verunreinigung zu befreien, infizierte Verf. Gelatine damit und ließ die Gelatineplatten 10 Tage lang stehen. Nach dieser Zeit wurde wieder von denjenigen Stellen der Gelatine, an welchen sich unter dem Mikro-

skoje keine Kulturen zeigten, ammoniakhaltige Nährflüssigkeiten infiziert, wobei in allen Fällen, wenn auch langsam, Nitrifikation der letzteren sich einstellte.

Die Gestalt des Nitrifikationsfermentes ist meist die eines länglichen Ellipsoids, bei den jüngeren mehr kugelig. Der kleinste Durchmesser überschreitet nicht 0,9—1,0 mikro-mm, die Länge schwankt zwischen 1,1 und 1,8 mikro-mm, noch längere zeigen bereits die Einschnürung, welche der Theilung vorausgeht. Manchmal beobachtet man auch spindelförmige Gestalten mit abgestumpften Enden, welche ausnahmsweise vorherrschend werden oder selbst ausschließlich auftreten. Es besteht indessen kein Zweifel, daß diese Formen demselben Organismus angehören. Die meist unbeweglichen Zellen kommen zuweilen in Bewegung, die Flüssigkeit wird dann trübe und wimmelt von sich energisch drehenden und wendenden Zellen, am nächsten Tage ist wieder alles ruhig. Die Theilung geschieht senkrecht zur großen Axe, und sobald sich die Schwesterzellen verlängern, erfolgt die Theilung; eine Kette von 3—4 Individuen ist eine Seltenheit. Die ruhenden Zellen sind im Allgemeinen nicht frei, sondern zu gelatinösen Massen geballt. Der morphologische Gesamtcharakter erlaubt nicht, die Zellen unter die Gattung *Bacillus* zu reihen, und Verf. giebt ihnen dafür den generischen Namen *Nitromonas*.

Die Nitromonade sammelt sich um die Stückchen Karbonat, die zu ihrer Erhaltung in der Flüssigkeit nothwendig sind, und hüllt dieselben mit ihrer gelatinösen Masse vollständig ein. Offenbar ist diese unmittelbare Berührung wenigstens in allen Fällen nothwendig, wenn sonst nicht hinreichende Mengen löslicher Basen vorhanden sind. Hierbei findet eine Auflösung des Karbonates statt, und die Zellmasse hat schließlich vollständig die Form der verschwundenen Mineraltrümmer. Die Menge Salpetersäure, welche erzeugt wird, ist sehr beträchtlich, in einer Kultur fand Verf. z. B. nach 14 Wochen 982,5 mg Salpetersäure, in einer anderen nach unbestimmter Zeit 603,7 mg. Diese Zahlen sind noch viel zu gering, weil die betreffenden Versuche ursprünglich nicht dazu bestimmt waren, die Geschwindigkeit der Nitrifikation festzustellen. Jedenfalls geht aus diesen und anderen Versuchen des Verf. hervor, daß die Intensität der Nitrifikation mit der Nitromonade in Reinkultur ebenso groß ist wie nach den bekannten *Schlösing*'schen Versuchen im Boden unter möglichst günstigen Umständen. *Schlösing* fand, daß während der aktivsten Periode der Erscheinung im Boden 3,4, 9,0 und 4,1 mg Stickstoff pro Tag nitrifizirt wurden. Verf. fand bei seinen Kulturen, im Durchschnitt 6,7 und 7,7 mg pro Tag, also Zahlen, die den *Schlösing*'schen sehr nahe liegen oder sie überschreiten. Eine wesentliche Bedingung für die Nitrifikation ist übrigens die, daß das Ammoniak niemals in der Flüssigkeit im Ueberschusse ist, so daß man am besten dasselbe in dem Maße zusetzt, wie es andererseits durch Nitrifikation verschwindet.

Wie oben bemerkt wurde, kann die Nitromonade sich in Flüssigkeiten entwickeln, welche von organischen Substanzen frei sind. Es wäre dies eine für chlorophyllfreie Organismen sehr merkwürdige Thatsache, die indessen bereits von *Heraeus* und *Hueppe* für gewisse Organismen behauptet worden ist. Verf. bezweifelt indessen aus verschiedenen Gründen die Beweiskraft der Versuche der genannten Forscher und schildert nun seinerseits die Vorsichtsmaßregeln, die er ergriffen, um organische Substanzen fern zu halten. Dahin gehören peinliche

Reinigung der Gefäße, des Wassers und der Reagenzien, Ausschluß aller Kork- und Kautschukstopfen u. s. w. Trotz dieser Maßregeln blieb indessen sowohl die Nitrifikation als offenbar auch das Wachstum des Fermentes ungehindert und zwar auch dann, wenn das Licht vollständig ausgeschlossen war. Die Nitromonade, ein farbloser Organismus, kann also normal wachsen und ihre Wirkung ausüben in einem der letzten Spuren organischer Stoffe beraubten Medium. Man muß somit erwarten, daß dieser Organismus fähig ist, die Kohlensäure der Carbonate zu assimilieren. Ein exakter Beweis für diese wichtige Thatsache war aber nur dadurch zu geben, daß man den organischen Kohlenstoff in der Flüssigkeit vor und nach dem Versuch bestimmte.

Die Bestimmungen wurden mit Hilfe der bekannten Chromsäureverbrennungsmethode ausgeführt. Die Versuche I bis III wurden mit natürlichem Wasser unter Zusatz von Mineralsalzen ausgeführt, der Versuch IV mit allen den Vorsichtsmaßregeln, die, wie oben angedeutet, zur Zerstörung der organischen Substanzen ergriffen werden konnten. Die Resultate der Versuche, welche in der folgenden Tabelle gegeben werden, sind folgendermaßen zu verstehen. In der ersten Querreihe die Menge von Salpetersäure in mg, welche während des Versuchs gebildet wurde, in der zweiten die Menge Kohlensäure, welche nach dem Versuche aus dem organischen Kohlenstoff gebildet wurde. Davon ist abzuziehen das Gewicht des ursprünglich in der Flüssigkeit enthaltenen Kohlenstoffs, welches in den ersten Versuchen mit natürlichem Wasser 6 mg Kohlensäure entsprach, in dem letzten Versuche aber unmerkbar war. In der dritten Querreihe stehen die nach Abzug dieser Kohlensäuremengen verbleibenden Mengen, welche auf organischen, frisch assimilierten Kohlenstoff zu verrechnen sind, wie in der vierten Querreihe der Tabelle geschehen:

I	II	III	IV
928 mg	604 mg	? mg	83,5 mg
43,6 »	32 »	23,5 »	17 »
37,6 »	26 »	17,5 »	17 »
10,2 »	7,1 »	4,8 »	4,6 ».

Die Salpetersäurebestimmung von III ging durch einen Zufall verloren. Die Zahlen sind beweisend, daß die Nitromonade den Kohlenstoff der Kohlensäure assimilieren kann, doch will Verf. damit noch nicht eine Chlorophyllwirkung ohne Chlorophyll ausgesprochen haben. Wahrscheinlicher ist zunächst die Annahme anderer Vorgänge, z. B. der Bildung von Amidin aus Kohlensäure und Ammoniak, z. B. von Harnstoff. Wie dem auch sei, so ist jedenfalls nachgewiesen, daß eine vollständige Synthese organischer Substanzen durch belebte Wesen unabhängig von dem Sonnenlichte stattfinden kann, und daß demnach einer der fundamentalsten Sätze der Physiologie nur eine beschränkte Gültigkeit hat.

P. F. Frankland und **G. C. Frankland**. Der Nitrifikationsprozeß und seine spezifischen Fermente. Chemical News. 1890. Bd. LXI. Nr. 1582. p. 135.

R. Warrington. Bemerkungen zu dieser Abhandlung. Ebenda. p. 135. — **Biedermann's** Zentralblatt f. Agrikulturchemie. 1890. S. 437.

Die Verff. berichten über die Ergebnisse ihrer seit drei Jahren angestellten Versuche, den nitrifizirenden Organismus zu isoliren. Die Nitrifikation wurde in einer Ammoniak enthaltenden Lösung mittelst einer geringen Menge hineingebrachter Gartenerde in Gang gesetzt und durch eine mit einer sterilisirten Nadel aus dieser Lösung entnommene winzige Flüssigkeitsmenge eine zweite, gleichartige infiziert, von dieser wieder eine dritte u. s. f.; im Ganzen wurde dieses 24 Mal wiederholt. Hin und wieder diente eine Lösung zur Impfung von Gelatineplatten; die auf denselben entstehenden Kolonien wurden dann wiederum in gleiche ammoniakhaltige Lösungen übertragen, um zu sehen, ob in derselben dadurch Nitrifikation einträte; dieses geschah aber, so oft die Versuche auch wiederholt werden mochten, in keinem Falle. Nach den Ausführungen der Verfasser kann dieses negative Ergebnis durch Folgendes verursacht worden sein. Entweder der Salpetersäure bildende Organismus wächst überhaupt nicht in einem Gelatine-Nährboden, oder er wurde in keinem Falle auf denselben aus der Lösung übertragen, oder durch die Kultur in dem genannten Nährboden verändert er seine Eigenschaften so, daß er nachher in einer Ammoniak enthaltenden Lösung nicht mehr Salpetersäure bilden kann.

Die Verff. versuchten zunächst nun, den Mikroorganismus nach der «Verdünnungsmethode» zu isoliren in der Art, daß eine winzige Quantität einer nitrifizirenden Lösung in eine bestimmte Menge destillirtes sterilisirtes Wasser gebracht wurde. Diese Verdünnung wurde bis auf $\frac{1}{1\,000\,000}$ der Originallösung getrieben. Die so zuletzt gewonnene Flüssigkeit wirkte nitrifizierend, sie enthielt dann unzählige charakteristische Mikroben von Bazillokokkusform, welche jedoch auf Peptongelatine übertragen nicht weiter wuchsen. Dies Ergebnis ist um so auffallender, als in einer anderen Flüssigkeit, welche auf gleiche Weise aus der Originallösung erhalten war, keine Nitrifikation eintrat, sich dagegen ein Mikroorganismus fand, der auf Peptongelatine ein lebhaftes Wachsthum zeigte, in einer dritten Flüssigkeit gleicher Art endlich Salpetersäurebildung vor sich ging, aber wie im ersten Fall auf Gelatine keine Koloniebildung eintrat. Es geht hieraus hervor, daß in der ursprünglichen Lösung mindestens zwei Mikroorganismen vorhanden sein mußten, von denen der eine nitrifizierend wirkt, aber nicht auf Gelatine gedeiht, der andere dagegen sich entgegengesetzt verhält; in allen den Fällen aber, wo Nitrifikation eintrat und Kolonien beim Ueberimpfen auf Gelatine entstanden, waren eben beide Arten zugegen. Merkwürdigerweise gedieh der nitrifizirende Organismus in Fleischbrühe übertragen im Anfang zwar langsam, nach einiger Zeit jedoch sehr üppig. Aus diesem Kulturmedium wiederum in Ammoniak enthaltende Lösungen übergeführt, nitrifizierte er dasselbe. Die Form des in Fleischbrühe gewachsenen nitrifizirenden Organismus war von der des in Ammoniaklösungen kultivirten etwas verschieden, wurde ihr jedoch bei erneuter Kultur in der letztgenannten wieder vollkommen gleich. Der vorher in Fleischbrühe gezüchtete Mikroorganismus wuchs dann auch auf Peptongelatine.

Von den in verschiedenen Nahrungsmitteln enthaltenen Formen desselben wurden genaue Zeichnungen hergestellt.

Warrington, welcher sich ebenfalls mit der Reinzucht des in Rede stehenden Mikroorganismus seit längerer Zeit beschäftigt hat, wird durch die besprochene Veröffentlichung zur Mittheilung seiner Resultate veranlaßt; er kam bei dem

einen Versuche, den er bis jetzt angestellt, jedoch noch nicht beendet hat, zu Ergebnissen, welche im Allgemeinen die Befunde der oben genannten Forscher bestätigen. Der in ammoniakhaltigen Lösungen zur Entwicklung gelangte Salpetersäurebazillokokkus wurde auf Gelatineplatten oder nach *Klein's* Methode mittelst eines Platindrahtes, der vorn eine Oese trug, in äußerst dünner Schicht auf Nährgelatine, welche mit schräger Oberfläche in ein Reagenzglas gefüllt war, übertragen. Aus drei verschiedenen Lösungen erhielt Verf. ein und denselben Mikroorganismus, jedoch verlor derselbe durch die Kultur auf Gelatine in jedem Falle die Fähigkeit, danach in einer Ammoniaklösung nitrifizierend zu wirken. Der Verf. hat zur Erklärung dessen früher schon auf zwei Möglichkeiten hingewiesen; es sei entweder anzunehmen, daß das geformte Salpetersäureferment nicht auf Gelatinenährboden wächst oder durch Züchtung auf demselben seine nitrifizierenden Eigenschaften einbüßt.

Auch die «Verdünnungsmethode» wurde vom Verf. für die Isolirung angewendet und in zwei Fällen ein nicht nitrifizierend, in drei Fällen ein nitrifizierend wirkender Mikroorganismus erhalten.

Nach des Verf. Angabe konnten die oben genannten Autoren nur das Entstehen von salpetriger Säure nachweisen. Er selbst fand, daß, wenn von einer nitrifizierenden Nährlösung nach einander neue Kulturen angesät wurden, im Anfang nur salpetrige Säure, später dagegen ausschließlich Salpetersäure entstand. Verf. folgert hieraus, daß an der Bildung von Salpetersäure zwei Organismen beteiligt sind, von welchen der eine durch sukzessive Kultur verschwindet, oder daß das nitrifizierend wirkende Bakterium bei künstlicher Zucht eine Einbuße seiner Nitrifikationskraft erleidet. Die erste Möglichkeit, die Umwandlung von salpetriger Säure in Salpetersäure durch einen besonderen Mikroorganismus, behält er, ohne dadurch die zweite gänzlich für ausgeschlossen zu halten.

Verf. kündigt neue Mittheilungen über die Untersuchung an.

Th. Leone. Nitrifikation und Denitrifikation in der Pflanzenerde. Atti della R. Accademia dei Lincei. Rendiconti. Ser. 4. Vol. VI. p. 33. — Naturw. Rundschau. 1890. Nr. 23. S. 291.

Die Ergebnisse, welche Verf. über die Bildung und die Reduktion der Salpetersäure im Trinkwasser gefunden hatte¹⁾, veranlaßten ihn, diese Erscheinung auch in der Ackererde zu verfolgen. Er hatte nämlich gefunden, woran hier kurz erinnert sein mag, daß bei Zusatz von Nährgelatine oder anderen die Entwicklung der nitrifizierenden Organismen befördernden Substanzen zu dem Wasser, in welchem Salpeterbildung in normaler Weise stattgefunden hatte, dieser Prozeß sistirt und die bereits fertige Salpetersäure zu salpetriger Säure und diese selbst zu Ammoniak reduziert werde. Wenn hingegen die organische Nährsubstanz aufgebraucht ist, dann bewirken die Mikroorganismen wieder die Oxydation des Ammoniaks zu salpetriger Säure und zu Salpetersäure; dieselben Organismen wirkten also nitrifizierend und reduzierend. Da nun bekanntlich die Salpeterbildung im Boden gleichfalls durch die nitrifizierenden Mikroorganismen veranlaßt wird, wie im Trinkwasser, so stellte sich Verf. die Frage, ob auch im Boden durch

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. X. 1887. S. 210.

Zufuhr von organischen Nährstoffen die nitrifizierenden Mikroorganismen eine Reduktion der gebildeten Nitrate und Nitrite, eine Denitrifikation erzeugen würden.

Er nahm für seine Versuche Pflanzenerde aus einem Garten mit üppiger Vegetation in der Tiefe von 10 bis 15 cm. Sie enthielt keine Spur von Ammoniak, hingegen merkliche Mengen von salpetriger Säure und reichliche Mengen von Salpetersäure; sie befand sich also in dem letzten Stadium der Nitrifikation, in welchem das Ammoniak bereits verschwunden und nur noch salpetrige Säure für die Umwandlung in Salpetersäure übrig ist. Die Menge Salpetersäure in der Gartenerde betrug 250 mg pro kg. Von dieser Erde wurden 10 kg in einen zylindrischen Rezipienten gebracht, zu dem die Luft reichlich Zutritt hatte. Eine gleiche Menge derselben Erde wurde mit etwa 300 gr frischen Düngers gemischt und in einen ähnlichen Zylinder gebracht.

Die Untersuchung, welche in den folgenden Tagen regelmäßig mit der Erde des ersten Behälters ausgeführt wurde, ergab, daß die Nitrifikation weiter vorwärts ging bis zur vollständigen Oxydation der salpetrigen Säure; schließlich enthielt die Erde nur Salpetersäure, 282 mg pro kg. Die Untersuchung der zweiten Erdprobe hingegen ergab, daß die Nitrifikation nicht nur stillstand, sondern daß die Salpetersäure an Menge abnahm und schließlich ganz verschwand, nach 2 Tagen fanden sich im kg nur noch 230 mg, nach 4 Tagen nur 190 mg u. s. w. Gleichzeitig mit der Abnahme der Salpetersäure beobachtete Verf. die Bildung von salpetriger Säure, welche in den folgenden Tagen auch reduziert wurde, so daß nach 15 Tagen weder eine Spur von Salpetersäure noch von salpetriger Säure übrig blieb. Die Menge des Ammoniaks hingegen nahm im Boden regelmäßig zu; am 29. Tage erreichte sie ihr Maximum und blieb auf demselben 5—6 Tage.

Am 35. Tage des Versuches bemerkte man jedoch, daß die Nitrifikation sich wieder eingestellt hatte; die salpetrige Säure erschien wieder, und das Ammoniak begann abzunehmen. Die Bildung der salpetrigen Säure auf Kosten des Ammoniaks hielt in den folgenden Tagen an, während welcher dann auch die Umwandlung der salpetrigen Säure in Salpetersäure auftrat. Nach etwa drei Monaten war das Ammoniak und die salpetrige Säure gänzlich verschwunden, und man fand in der Erde nur noch Salpetersäure.

Es folgt somit aus dem Versuche, daß die Düngung in der Pflanzenerde die Nitrifikation aufhebt, welche in ihr gewöhnlich stattfindet, und daß sie sogar die Reduktion der vorhandenen Nitrate und Nitrite veranlaßt unter Bildung von Ammoniak. Später stellt sich die Nitrifikation ein und zwar genau, nachdem die Bildung der Ammoniakprodukte beendet ist.

In Folge der Düngung werden daher die Nitrate und Nitrite zuerst zerstört und dann wieder gebildet. Man erhält eine vollständige Zerstörung der Nitrate und Nitrite als Wirkung einer starken Düngung. Die Denitrifikation vermag hingegen die ganze Menge von Nitraten und Nitriten nicht zu zerstören, wenn die Düngung keine ausreichende gewesen.

In Betreff der Erklärung dieses auffallenden Funktionswechsels der nitrifizierenden Mikroorganismen bei Zusatz von organischen Nährmitteln sei aus der früheren Untersuchung über das Trinkwasser zum Schluß noch angeführt, daß Verf. sich denkt, in Folge der üppigen Entwicklung der Keime werden die

durch sie veranlaßten Oxydationen so intensiv, daß der vorhandene Sauerstoff hierzu nicht ausreicht und der Salpetersäure und der salpetrigen Säure entnommen werden muß.

A. Müntz. Ueber den Zerfall der Gesteine und die Bildung von Erde. Comptes rendus. T. CX. 1890. Nr. 26. p. 1370. — *Biedermann's Zentralblatt für Agrikulturchemie.* 1890. S. 662.

Im Verlauf seiner Untersuchungen über die Verbreitung der nitrifizierenden Organismen konstatierte Verf. das allgemeine Vorkommen derselben in Felsen und zwar hauptsächlich in solchen Gesteinen, an denen der Verwitterungsprozeß schon mehr oder weniger vorgeschritten war. Verf. schließt hieraus, daß, wenn auch nicht ausschließlich, so doch zum großen Theil durch die Thätigkeit dieser kleinsten Lebewesen der allmähliche Zerfall der Felsmassen bedingt wird. In Folge ihrer winzigen Größe in die kleinsten Poren eindringend, üben sie, sei es durch die Absonderung eines Sekretes, sei es auf rein mechanischem Wege, eine ähnliche Wirkung aus, wie sie die Wurzeln niederer Pflanzen, der auf nackten Felsen so verbreiteten Flechten und Algen, hervorbringen.

Naturgemäß können sich auf kahlen Gesteinsmassen nur solche Lebewesen entwickeln, welche direkt der Atmosphäre Kohlenstoff und Stickstoff entziehen können. Hierzu sind, wie Verf. früher zeigte, die nitrifizierenden Organismen befähigt, denn sie können ihr Stickstoff- und Kohlensäurebedürfniß aus dem in der Luft befindlichen kohlen sauren Ammoniak und den Alkohol dämpfen befriedigen und sind nach neueren Untersuchungen von *Winogradsky* sogar im Stande, Kohlenstoff direkt aus der Kohlensäure zu absorbieren.

Untersucht man verwitterte Gesteinsmassen, so findet man, daß dieselben gleichmäßig von einer organischen Masse eingehüllt sind, welche offenbar durch die erwähnten mikroskopischen Organismen gebildet ist. Man sieht daher mit dem Beginn des Zerfalles auf den Gesteinsstückchen das charakteristische Element der Pflanzenerde, den Humus, auftreten, der in gleichem Maße, wie der Zerfall fortschreitet, an Menge zunimmt.

Den thatsächlichen Beweis, daß die nitrifizierenden Organismen stets in abgebröckelten Felsmassen enthalten sind, erbrachte Verf., indem er zerfallene Gesteinsstückchen in sterilisirten Röhren sammelte und in einem geeigneten Medium aussäete, worauf dann stets die Nitrifikation eintrat.

Wie Verf. im Verein mit *Schlösing* bewies, ist das nitrifizierende Ferment unterhalb einer gewissen Temperatur (0°) nicht existenzfähig. Seine Wirkung auf das Gestein ist daher auf den Sommer beschränkt. Im Winter sind die Lebensfunktionen dieser Organismen zwar suspendirt, aber sie sterben nicht ab, denn in durchaus lebensfähigem Zustande wurden sie unter dem Eise uralter Gletscher gefunden.

Die Thätigkeit des nitrifizierenden Fermentes beschränkt sich nicht auf hohe Gebirge mit nackten Felsmassen, sondern sie ist auch auf niedrigere Niveaus, wo der Felsen noch mit Pflanzenerde bedeckt ist, ausgedehnt. Und nicht allein das massive Gestein, auch kleinere oder größere Felsstückchen werden durch die nitrifizierenden Organismen allmählich in immer kleinere Theilchen zerlegt. Bei den sogen. fauligen Gesteinen wird nicht allein die Oberfläche zerstört, sondern

die Organismen dringen durch die feinsten Poren tief in das Innere ein und befördern so den Zerfall. Ein schlagendes Beispiel hierfür bietet das Faulhorn im Berner Oberland, das, wie Verf. konstatierte, total durch das nitrifizierende Ferment zerstört ist.

A. Müntz. Ueber die Zersetzung organischen Düngers im Boden. Comptes rendus. T. CX. 1890. p. 1206. — *Biedermann's* Zentralblatt für Agrikulturchemie. 1890. S. 736.

Organische Stoffe zersetzen sich im Boden derart, daß der Stickstoff in Nitrat verwandelt wird. Diese Umwandlung wird durch einen Mikroorganismus bewirkt, dessen Form und Lebensbedingungen der Verf. zusammen mit *Schlösing* studirt hat, und der von *Winogradsky* rein gezüchtet worden ist.

Mit Pflanzenresten durchsetzte Erde befindet sich in voller Gährung, doch wird die organische Substanz nur langsam zersetzt und der in dem Humus befindliche Stickstoff durch die Thätigkeit des Mikroorganismus viel langsamer nitrifizirt, als wie der Stickstoff in organischen Düngemitteln, wie Stallmist, Fäkalien, Blut-, Fleisch- und Ledermehl u. s. w. Verf. suchte zu ermitteln, ob die Nitrifikation sich ohne Weiteres vollzieht, oder ob ein Zwischenprodukt nach der Zerstörung der organischen Form und vor der Entstehung von Salpetersäure entsteht. Bei der Zersetzung von Eiweiß entsteht z. B. Ammoniak, und aus Ammoniaksalzen entstehen nach *Schlösing* in Folge von Gährung sehr schnell Nitrate. Verf. führt den Nachweis, daß in allen Böden ein Ammoniakzerzeuger sich befindet, der in organischen Düngemitteln den Stickstoff in Ammoniakverbindungen überführt.

Saurer Boden, dessen chemische Zusammensetzung die Nitrifikation nicht gestattet.

Versuchsdauer 8 Monate.	Haldeerde.		Moorerde.	
	Ammoniak.	Salpeters.	Ammoniak.	Salpeters.
	mgr	mgr	mgr	mgr
In 100 gr Boden	2,5	0	2,1	0
» » » gedüngt mit Ledermehl	28,9	0	21,1	0
» » » » » Blutmehl	73,9	0	39,7	0.

In diesen Bodenarten hat sich der Stickstoff des organischen Düngemittels in Ammoniak verwandelt.

Boden, der die Nitrifikation sehr wenig begünstigt (nicht näher beschrieben).

Versuchsdauer 8 Monate.	Ammoniak.	Salpetersäure.
In 100 gr Erde	2,3 mgr.	1,0
» » » gedüngt mit Ledermehl	10,3 »	3,6
» » » » » Blutmehl	33,8 »	3,6

In diesem Boden hat sich der in organischer Verbindung befindliche Stickstoff fast nur in Ammoniak verwandelt.

Ackererde, bei 90° sterilisirt, wodurch das Salpeterferment getödtet wird, während die meisten anderen Organismen bestehen bleiben.

Versuchsdauer 4½ Monate.	Ammoniak.	Salpetersäure.
In 100 gr Erde	0,8 mg	2,6
» » » gedüngt mit Ledermehl	27,2 »	2,4
» » » » » Blutmehl	29,2 »	2,0

Auch in diesem Falle hat sich der Stickstoff in organischer Form nur in Ammoniak verwandelt.

Natürliche Ackererde: I. Gartenerde: II.

Versuchsdauer	I.		II.	
	11 Tage		65 Tage.	
	Ammoniak.	Salpeters.	Ammoniak.	Salpeters.
	mgr	mgr	mgr	mgr
In 100 gr Erde	0,1	7,0	0,9	24,4
» » » gedüngt mit Ledermehl	0,9	312,6	25,2	135,6
» » » » » Blutmehl	1,1	281,1	23,9	99,3.

Hiernach haben in Ackererde, selbst wenn die Salpetersäuregährung sehr kräftig gewesen ist, organische Düngemittel Ammoniak gebildet. Um zu beweisen, daß Mikroorganismen das Ammoniak erzeugen, hat Verf. den Boden sterilisirt, indem er ihn auf 120° erwärmte. Dadurch wurde allgemein die Entstehung von Ammoniak verhindert, aber sie begann wieder, nachdem unsterilisirte Erde zugefügt worden war, also eine Impfung stattgefunden hatte. Neben dem Mikroorganismus der Nitrifizierung befindet sich in dem Boden ein anderer Mikroorganismus, der Ammoniak erzeugt und ersterem so zu sagen vorarbeitet.

A. Pagnoul. Versuche über den Stickstoffverlust und -Gewinn in nackter und bepflanzter Erde. Annales agronomiques. T. XVI. 1890. p. 250 bis 261.

Verf. verwendete in seinen Versuchen, welche vom März 1888 bis zum Mai 1890 ausgeführt wurden, 6 zylindrische Steingutgefäße. Die Höhe der Gefäße betrug 34 cm, der Durchmesser 31 cm, woraus sich ein Querschnitt von 7,54 qdcm und ein Rauminhalt von 25,6 l ergibt. In einer Höhe von 5 cm über dem Boden war eine durchlöchernte Platte angebracht, unter welcher sich ein zur Aufnahme der Drainwässer bestimmter leerer Raum befand. Durch eine Oeffnung in der Zylinderwand unterhalb der Platte waren zwei Röhren geführt, von denen die eine zur Abfuhr der Drainwässer, die andere zur Zufuhr von Luft diente.

Der lehmige Boden, welcher in einer Menge von 22 kg pro Kulturgefäß verwendet wurde, wurde zuvor analysirt. Er enthielt 0,102% Stickstoff. Vor dem Einfüllen wurde die Erde in jedem Gefäß mit 10 gr natürlichem Phosphat, 10 gr Kalksulfat und 5 gr getrocknetem Blut (mit 10,81% Stickstoff) innig vermischt. Am 19. Juli wurde in Lösung pro Gefäß 1 gr Ammoniakstickstoff zugefügt.

Die Gesamtmenge des Stickstoffs in der Erde berechnet sich hiernach wie folgt:

22 kg Erde (mit 0,102% N)	gr	22,440
5 gr getrocknetes Blut (mit 10,81% N)		0,540
1 gr Ammoniakstickstoff		1,000
	Summa:	23,980.

Zwei Gefäße (A a) blieben nackt, zwei andere (B b) wurden mit Gras und die letzten beiden mit Klee bepflanzt. In den angesäeten Gefäßen wurden die Pflanzen im Jahre 1888 zweimal geschnitten. Im Frühjahr 1889 wurden sie noch einmal mit denselben Pflanzen angebaut. Während des Winters 1889/90

wurden die eingegrabenen Gefäße derart bedeckt, daß sie vor Regen geschützt, der Luft aber zugänglich waren. Im März 1890 wurde die Erde durchmischt, worauf nach 15 Tagen je eine Probe für die Analyse entnommen wurde. In 100 Theilen trockener Erde waren enthalten Stickstoff:

A . . .	0,112	B . . .	0,119	C . . .	0,133
a . . .	0,108	b . . .	0,126	c . . .	0,147
Mittel:	0,110		0,122		0,140.

Die in den Ernten enthaltenen Stickstoffmengen wurden wie folgt gefunden:

	B	b	C	c
1888 . . .	1,263 gr	1,294 gr	2,920 gr	2,843 gr
1889 . . .	0,227 »	0,162 »	1,346 »	1,301 »
Summa	1,490 gr	1,456 gr	4,266 gr	4,144 gr.

Die Ernte 1889 betrug bei dem Grase nur $\frac{1}{4}$, bei dem Klee nur die Hälfte von derjenigen im Jahre 1888. Die Fruchtbarkeit der Erde in Bezug auf das Pflanzenwachstum hatte sonach trotz der Stickstoffanreicherung abgenommen. Da andererseits die Menge der durch die Drainwässer entzogenen Nitrate im Jahre 1889 größer war als 1888, so kann auch jene Unfruchtbarkeit nicht auf eine Verlangsamung des Nitrifikationsprozesses zurückgeführt werden.

Die Analysen der Drainwässer führten zu folgenden Ergebnissen:

Ammoniakstickstoff in gr

	A	a	B	b	C	c
1. 30. März — 30. Novbr. 1888 . .	0,004	0,002	0,004	0,003	0,003	0,002
2. 30. Novbr. — 8. April 1889 . .	0,019	0,012	0,015	0,010	0,016	0,009
3. 8. April — bis Ende Juni 1889 .	0,002	0,003	0,005	0,007	0,002	0,005
Summa	0,025	0,017	0,024	0,020	0,021	0,016

Salpeterstickstoff in gr

1.	0,360	0,169	0,000	0,000	0,015	0,000
2.	0,393	0,319	0,004	0,000	0,122	0,123
3.	0,189	0,274	0,043	0,068	0,054	0,045
Summa	0,942	0,762	0,047	0,068	0,191	0,168

Aus diesen Zahlen leitet Verf. folgende Schlußfolgerungen ab:

1) Die Regenwässer nehmen nur Spuren von Ammoniakstickstoff auf. Zwischen nackter und bebauter Erde treten in dieser Beziehung keine Unterschiede auf.

2) Sie entziehen dagegen dem Boden bedeutende Mengen von Nitratstickstoff. Diese Verluste sind besonders bei nackter Erde sehr beträchtlich und viel größer als bei dem bepflanzten Boden. Setzt man den Verlust bei dem Grase gleich 1, so beträgt derselbe bei dem Klee 3 und bei dem unbebauten Erdreich gleich 17. Die Leguminosen, welche mehr Stickstoff absorbiren als die Gräser, geben mehr Stickstoff an das Wasser ab als diese.

3) Die Entnahme von Nitratstickstoff seitens der Drainwässer war im Grasboden während der Vegetationszeit 1888 und im folgenden Winter gleich Null, und manifestirte sich nur während des Sommers 1889. Es beruht dies darauf,

daß die Ernte im letzteren Jahre sehr viel kleiner war als in jenem und daß die Pflanzen in Folge der schwächlichen Entwicklung nicht allen gebildeten Nitratstickstoff verwerten konnten.

4) Bei den mit Klee bestandenen Gefäßen wurde eine Auswaschung von Nitratstickstoff sowohl während des Winters als auch während der Vegetationszeit 1889 beobachtet. Ein Theil des von den Leguminosen im Boden zurückgelassenen Stickstoffs hat sich sonach aufgelöst, und während des Sommers 1889 wurde seitens der Pflanzen wenig verbraucht, weil sie sich nur wenig kräftig entwickelt hatten.

Vergleicht man den Stickstoffreichthum des Bodens im März 1888 (23,980 gr pro Gefäß) und im März 1890, und berücksichtigt man die durch die Ernten und die Drainwässer bewirkten Verluste, so ergibt sich folgende Bilanz:

Stickstoffgehalt	A	a	B	b	C	c
im März 1890 (gr)	24,640	23,760	26,180	27,720	29,260	32,340
Gewinn	0,660	— 0,220	2,200	3,740	5,280	8,360
Stickstoff der Ernten	—	—	1,490	1,456	4,266	4,144
Stickstoff in den Drainwässern	0,967	0,779	0,071	0,088	0,212	0,184
Stickstoff aus d. Luft entnommen	1,627	0,559	3,761	5,284	9,758	12,688
Mittel	1,093		4,522		11,223	
Pro ha, total, in kg	29		394		904	
Pro ha und pro Jahr in kg .	14,5		197		452.	

Der Gewinn war bei dem nackten Boden sehr gering, bei dem zweiten Gefäß (a) sogar negativ; dennoch war die Absorption erheblich genug, wenn man die durch die Drainwässer verursachten Verluste in Betracht zieht. Am bedeutendsten war der Gewinn bei dem Klee. Derselbe entspricht einer Stallmistdüngung von 10000 kg. Auch das Grasland hatte eine nicht unbedeutliche Bereicherung erfahren.

(Anmerkung des Referenten: Die vom Verf. gewählte Versuchsanordnung ist insofern eine mangelhafte, als die Kulturgefäße oberirdisch aufgestellt waren und sich somit unter Bedingungen befanden, welche nicht den natürlichen entsprechen. Es kann unter derartigen Umständen auch nicht Wunder nehmen, daß die nackte Erde dieselbe Sickerwassermenge lieferte wie die bepflanzen, während in Wirklichkeit die Drainwassermengen in ersterem um ein Vielfaches größer sind als in dem besäeten Boden. Die bezüglich der Durchfeuchtung und Erwärmung unter natürlichen Verhältnissen zwischen nacktem und bedecktem Boden bestehenden Unterschiede, wie solche für die Nitrifikation und für die Auswaschung der Nitrate von wesentlichem Belang sind, konnten in den Gefäßen, weil dieselben nach allen Seiten freistanden, nicht hervortreten. Aus diesem Grunde sind die ermittelten Resultate ohne Weiteres für die Praxis nicht verwertbar. Es ist nicht recht einzusehen, weshalb Verf. seine Gefäße nicht in die Erde versenkt hat, wie dies andere Forscher gethan haben.) E. W.

A. Petermann. Beitrag zur Stickstofffrage. Bulletin de la stat. agron. de l'État à Gembloux. Nr. 47. Bruxelles. 1890.

In vorliegenden Versuchen benutzte Verf. dieselben Vegetationskästen, welche bei Ausführung der Rübenkulturversuche angewendet worden waren ¹⁾. Dieselben wurden mit einem armen Sandboden gefüllt. Letzterer nahm in jedem Gefäß einen Raum von 1 cbm ein und hatte ein Gewicht von 1400 kg. Er enthielt am Anfang der Versuche 6,5786 gr N.

Ein Tropfen eines mit sterilisirtem destillirtem Wasser hergestellten Bodenzuges rief auf Koch'scher Gelatine mehrere Kolonien von Mikroorganismen hervor. Da der Einwand erhoben werden könnte, daß diese nicht die Mikroben des kultivirten Bodens seien, wurde der Sand in einem Gefäß mit einem Liter eines wässrigen Extraktes übergossen, der aus 2 kg Erde eines Kleefeldes mit 2 l. sterilisirtem destillirtem Wasser hergestellt worden war.

Der Boden in I blieb ungedüngt; in II erhielt er eine Mineraldüngung, bestehend aus Phosphatmehl, schwefelsaurem Kali und Magnesia; in III wurde dieselbe Düngung mit Zusatz von Mikroben gegeben; in IV wurde neben dem Mineraldünger Chilisalpeter, in V außer ersterem schwefelsaures Ammoniak zugeführt, während in VI der Boden mit Mineraldünger und Blutmehl gedüngt wurde. Die Stickstoffzufuhr betrug in den Gefäßen IV—VI: 27,60 gr.

Die Samen der gelben Lupine, welche zum Anbau gelangte, waren auf ihren Stickstoffgehalt untersucht worden. Dasselbe gilt auch von dem Regenwasser und den Drainwässern.

Die Entwicklung der Lupine war in I eine sehr spärliche, in II und III eine etwas bessere, wenngleich an sich immerhin nur eine mäßige. In den Gefäßen IV bis VI zeigten dagegen die Pflanzen ein kräftiges Wachstum; sie waren in VI am üppigsten entwickelt. Diese Unterschiede treten deutlich in den Ernteresultaten (ober- und unterirdische Organe) in die Erscheinung, wie folgende Zahlen darthun:

	Gesamternte (Trockensubstanz)	Stickstoff in der Ernte gr.
I	68,4 gr	0,8952
II	236,5 „	4,8453
III	223,5 „	4,6509
IV	445,0 „	8,0459
V	447,8 „	8,0416
VI	809,0 „	10,0044

Die Drainwassermengen waren in Folge dieser verschiedenen Entwicklung der Pflanzen sehr verschieden: sie waren um so kleiner, je kräftiger die Lupinen sich entwickelt hatten und umgekehrt ²⁾, wie folgende Zahlen nachweisen.

		Drainwassermenge pro 1 qm Fläche u. 1 m Tiefe in Litern.					
Vom 13. Mai bis	I	II	III	IV	V	VI	
8. August:	281,64	237,85	238,53	190,88	184,75	145,05.	

Der in dem Drainwasser enthaltene Stickstoff war ausschließlich in Form von Nitraten vorhanden, mit Ausnahme des Gefäßes V, in welchem vom Mai bis

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd XIII. 1890. S. 238.

²⁾ Diese Zeitschrift. Bd. XIII. 1890. S. 239.

Juli auch Ammoniakstickstoff in den Sickerwassern auftrat. Der Gesamtstickstoffverlust durch die Drainage betrug in gr:

I	II	III	IV	V	VI
0,2290	0,1764	0,2288	19,0254	12,8697	4,5196.

Der Stickstoffgehalt des Sandes am Ende des Versuches stellte sich wie folgt:

I	II	III	IV	V	VI
8,1648	8,1648	8,8900	11,4268	12,5146	14,3276.

Aus diesen verschiedenen Daten berechnet sich die Stickstoffbilanz in folgender Weise:

	+ N in der Ernte.	+ N im Boden am Ende des Versuchs.	+N in den Nieder- schlägen.	-N in den Samen.	-N im Boden am Anfang des Versuchs.	-N in dem Dünger.	-N in den Drain- wässern.	N Gewinn aus der Atmosphäre.
I	0,8952	8,1648	0,3456	0,3338	6,5786	—	0,2290	+2,0310
II	4,8453	8,1648	0,3456	0,3337	6,5786	—	0,1764	+5,9286
III	4,6509	8,8900	0,3456	0,3393	6,5786	—	0,2288	+6,5062
IV	8,0459	11,4268	0,3456	0,3355	6,5786	27,6000	19,0254	+3,6384
V	8,0416	12,5146	0,3456	0,3285	6,5786	27,6000	12,8697	-1,4268
VI	10,0044	14,3276	0,3456	0,3308	6,5786	27,6000	4,5196	-6,0034

Bei der Untersuchung der Wurzelknöllchen auf ihren Stickstoffgehalt fand Verf. im Vergleich zu der ganzen Pflanze Folgendes:

	In der frischen Masse (‰).					
	I	II	III	IV	V	VI
Wurzelknöllchen:	—	0,628	0,513	0,425	0,273	0,291
Ganze Pflanze:	0,314	0,334	0,289	0,222	0,215	0,159.

Verf. zieht aus seinen Beobachtungen folgende Schlußfolgerungen:

1. Wenn man gelbe Lupinen in einem Sande kultivirt, welcher die Bodenbakterien enthält und arm an Nährstoffen ist, so findet ein beträchtlicher Gewinn an Stickstoff statt, der aus der Atmosphäre stammt.

2. Dieser Gewinn steigt mit der Menge der produzierten organischen Substanz. In den vorliegenden Versuchen stieg derselbe auf das Dreifache, wenn der Boden mit Mineralstoffen gedüngt wurde. Er zeigt sich gleichgestalt, wenn man den Lupinen größere Mengen von Natronsalpeter zur Verfügung stellt. Der betreffende Gewinn ist verdeckt durch einen mit der Nitrifikation des Ammoniaks und des organischen Stickstoffs verbundenen Verlust an elementarem Stickstoff in dem Falle, wo man den Natronsalpeter durch eine äquivalente Menge von Stickstoff in Form von schwefelsaurem Ammoniak oder Blutmehl ersetzt.

3. Im Gegensatz zu der Meinung einiger Autoren hat die Lupine in diesen Versuchen den ihr in Form von Dünger gebotenen Stickstoff absorbiert und assimiliert, d. h. zur Produktion organischer Substanz verwendet.

4. Die Wurzelknöllchen der Lupinen sind reicher an Stickstoff als die übrigen Theile der Pflanze, besonders in jenen Versuchen, in welchen ein Stickstoffgewinn beobachtet wurde. Diese Beobachtung kann indessen nicht zur Stütze

der Hypothese herangezogen werden, nach welcher die Assimilation des atmosphärischen Stickstoffs von der Gegenwart der Wurzelknöllchen oder der dieselben bewohnenden Mikroben abhängig sein soll, und zwar, weil der Stickstoffgewinn sich nicht nur auf die Pflanze, sondern auch auf den Boden erstreckt, und weil der Stickstoffgewinn des Bodens auch bei Kulturen beobachtet wurde, in denen die Pflanzen keine Wurzelknöllchen besaßen.

5. Durch Reinkulturen wurde die Identität der Mikroorganismen des Bodens mit jenen der Wurzelknöllchen nachgewiesen.

Durch weiterhin anzustellende Versuche beabsichtigt Verf. einen Beitrag zu der Frage zu liefern, ob der geschilderte Stickstoffgewinn auf einer Aufnahme gebundenen oder freien Stickstoffs aus der Atmosphäre beruhe. *E. W.*

J. B. Lawes und J. H. Gilbert. Neue Versuche über die Fixirung von freiem Stickstoff. *Proceedings of the Roy. Soc.* Vol. XLVII. p. 85. — *Biedermann's Zentralblatt für Agrikulturchemie.* 1890. S. 668.

Diese Untersuchungen wurden von den Verff. in den Jahren 1888 und 1889 vorgenommen und zwar dienten dazu Erbsen und blaue und gelbe Lupinen. Die Erbsen wurden unter folgenden Bedingungen kultivirt: 1) In gewaschenem Sande unter Zusatz von Erbsenasche, aber ohne Stickstoff, außer dem geringen Betrage desselben in dem Sande und dem gesäeten Samenkorn. 2) In gleich vorbereitetem Sande, aber unter Zusatz von 25 ccm des trüben Extraktes eines reichen Gartenbodens. 3) Unter denselben Verhältnissen wie unter dem zweiten Versuche. 4) In reichem Gartenboden. Die Lupinen standen unter denselben Versuchsbedingungen, nur daß hier selbstverständlich Lupinasche und Auszug aus Lupinenboden angewandt wurde. Außerdem wurden die Lupinen in Lupinenboden und in reichem Gartenboden kultivirt. Zum Begießen der Pflanzen wurde ammoniakfreies destillirtes Wasser angewendet. Der Sand enthielt nach Reinigung 0,00266 % Stickstoff, der sandige Lupinenboden 0,0859 %. Die 25 ccm Bodenextrakt aus dem reichen Gartenboden enthielten 0,79 mg, aus dem Lupinensandboden 0,296 mg Stickstoff.

Die Erbsen entwickelten sich bei den Versuchen von 1888 in allen Töpfen zufriedenstellend, aber mit den Lupinen stellten sich Schwierigkeiten ein, mit welchen auch *Hellriegel* zu kämpfen gehabt hat. Nach dessen Erfahrungen ist eine wesentliche Bedingung für das gedeihliche Wachstum der Lupinen in Töpfen, daß der Boden recht offen und porös gehalten wird. Es läßt sich dies sogar mit Sand nicht leicht erreichen, wenn man das trockene Material in den Topf hineinbringt und dann Wasser darauf gießt; besser ist es, den Sand durch Mischen mit Wasser auf den geeigneten Feuchtigkeitsgrad zu bringen und leicht in den Topf einzufüllen. Von Wichtigkeit ist auch, daß die zugesetzte Mineralsubstanz ganz neutral ist. Wegen dieses ungenügenden Wachstums übergehen die Verff. die in diesem Jahre mit den Lupinen erhaltenen analytischen Resultate.

Was die Erbsen anlangt, so waren zunächst die in dem Gartenboden üppiger als die in jedem der anderen Töpfe. Die Töpfe 2 und 3 erhielten eine Woche nach der Aussaat die 25 ccm Bodenextrakt, doch zeigten eine Zeit lang die Pflanzen in 1 ohne Bodenextrakt mehr Wachstum und bessere Farbe als die Pflanzen in 2 und 3. Erst 4—5 Wochen nach Zusatz des Bodenextrakts fingen

diese Pflanzen an, eine grünere Farbe zu zeigen als in 1, aber dieser Gegensatz wurde bald so überraschend, daß von nun an die Zählung der Blätter und die Schätzung der Blattoberfläche vorgenommen wurde. Dabei zeigte sich denn, daß in der That bis zum Beginne dieser Periode die mit Bodenextrakt versehenen Pflanzen weniger Blätter und weniger Blattoberfläche hatten als die anderen, daß aber von da erstere die letzteren in beiden Beziehungen weit übertrafen. Es zeigte sich also zuletzt eine augenscheinliche Begünstigung des Wachstums durch den Extrakt.

Die Untersuchung der Wurzeln der Versuchspflanzen, die mit aller möglichen Sorgfalt von dem Sande befreit wurden, zeigte zunächst bei den Erbsen, daß die Wurzeln der Pflanzen ohne Bodenextrakt sich weit weniger herabstreckt und sich näher an der Oberfläche des Sandes ausgebreitet hatten. Dagegen zeigten diese Wurzeln ebenfalls Knöllchen, wenn auch weniger als die Pflanzen mit Bodenextrakt. Offenbar ist die Entstehung dieser Knöllchen und das vergleichsweise üppige Wachstum der Pflanzen von 1888 ohne Bodenextrakt auf die Nichtsterilisierung des Sandes zurückzuführen. Die Wurzeln der Pflanzen mit Bodenextrakt zeigten ein tieferes Herabgehen bis zu dem Boden des Topfes, und größere Vertheilung in der ganzen Erde, und waren außerdem mit zahlreichen Knöllchen besetzt. Am vollkommensten war das Wurzelsystem der Pflanzen in dem reichen Gartenboden entwickelt, doch war die Zahl der Knöllchen geringer und diese mehr durch den ganzen Boden vertheilt als in anderen Versuchen. Etwas anders war die Entwicklung des Wurzelsystems bei den Lupinen. In dem Sande ohne Bodenextrakt hatten sich die Wurzeln reichlich durch den ganzen Boden verbreitet, ohne Knöllchen zu tragen; denselben Charakter wie diese trugen auch die Wurzeln der Pflanzen mit Bodenextrakt, doch wurde hier ein Knöllchen von der Größe einer Erbse entdeckt. Am üppigsten war die Entwicklung der Wurzeln wieder in dem Gartenboden erfolgt, und diese trugen auch mehr Knöllchen als in den anderen Fällen.

Verf. gehen nun zur Darstellung ihrer analytischen Resultate über. In der folgenden Tabelle, welche für die Erbsen die geerntete Trockensubstanz, die darin befindliche Asche und Stickstoff in Grammen angiebt, bedeutet 1. die Pflanzen nur im Sande gewachsen ohne Bodenextrakt, 2. und 3. die Pflanzen aus den Versuchsreihen mit Bodenextrakt und 4. die Pflanzen aus dem Gartenboden:

	Trockensubstanz.			Asche.			Stickstoff.		
	Oberird. Theile.	Wurzeln.	Ganze Pflanze.	Oberird. Theile.	Wurzeln.	Ganze Pflanze.	Oberird. Theile.	Wurzeln.	Ganze Pflanze.
1.	7,423	2,600	10,023	1,462	0,745	2,207	0,2153	0,0669	0,2822
2.	9,368	2,409	11,777	1,505	0,885	2,390	0,4591	0,0770	0,5361
3.	9,411	1,748	11,159	1,305	0,407	1,712	0,3771	0,0587	0,4857
4.	12,808	2,846	15,654	1,175	0,582	1,757	0,5816	0,0794	0,6600

Das hauptsächlichste Interesse knüpft sich an den Stickstoff. Man bemerkt, daß die ganze Pflanze oder nur die oberirdischen Theile allein genommen in 2. und 3. vielmehr Stickstoff enthalten ist als in 1., während bei den Wurzeln nur geringe Unterschiede vorkommen, daß aber in Bezug auf produzierte Trockensubstanz oder assimilirten Stickstoff 4. doch an der Spitze steht.

Die Untersuchung der Böden nach dem Versuche ergab zum Theil einen kleinen Verlust, zum Theil eine kleine Zunahme an Stickstoff im Vergleich mit dem Anfangszustande. Letztere wird sich am einfachsten durch das Zurückbleiben von Wurzelresten erklären. Jedenfalls ergibt sich daraus, daß die Fixirung des Stickstoffs nicht durch die frei lebenden Organismen erfolgt, sondern auf die in den Knöllchen in Symbiose lebenden beschränkt ist. Setzt man den Stickstoff des ausgelegten Samens gleich 1, so wurde in Versuch 1 die 9,5 fache, in 2 die 18fache, in 3 die 15fache und in 4 die 22fache Menge Stickstoff geerntet.

Die Versuche von 1889 wurden in ausgedehnterem Maßstabe mit Erbsen, rothem Klee, Wicken, blauen und gelben Lupinen angestellt. Der angewandte Sand wurde vorher durch Erhitzen auf 100° sterilisirt und erhielt 0,1% Pflanzenasche, sowie 0,1% Kalziumkarbonat als Düngung. Die Versuchsreihe 1 bezieht sich wiederum nur auf den sterilisirten Sand, 2 erhielt außerdem noch Bodenextrakt, 3 ist die Wiederholung von 2, Versuch 4 ist mit Gartenboden angestellt. Für die Lupinen waren die Bedingungen insofern andere, als der Bodenextrakt in Versuchsreihe 2 nicht wie bei dem anderen aus Gartenboden, sondern aus Lupinenboden stammte, Versuch 3 war ebenfalls nur Wiederholung von 2, Versuch 4 wurde mit Lupinenboden angestellt, dem 0,01% der Pflanzenasche zugesetzt war. Der Bodenextrakt wurde dem Boden vor der Aussaat zugesetzt, letztere erfolgte etwas früher im Jahre als die Aussaat von 1888, aber immer noch nicht so früh, wie wünschenswerth gewesen wäre: Vielfach gingen die Pflanzen nicht auf oder gingen bald zu Grunde. Analytische Resultate sind von dieser Versuchsreihe noch nicht verwertbar, weshalb die Verff. auf die allgemeine Beschreibung der Pflanzen sich beschränken müssen. Die Erbsen von Versuch 1 zeigten ein äußerst beschränktes Wachstum und wurden von den Pflanzen 2 und 3 weit übertroffen. Am vollkommensten entwickelt wurden dagegen die Pflanzen von 4, dieselben erzeugten Samen und Blüten, was bei den anderen nicht der Fall war. Das Wurzelsystem war bei 1 schwächer entwickelt als bei 2 bis 4 und zeigte gar keine Knöllchen, die bei 2 und 3 und auch bei 4 zahlreich vorhanden waren, wenn auch in letzterem Falle bestimmt in geringerer Zahl als bei 2 und 3. Die Wicken von 1 zeigten ein sehr beschränktes Wachstum, die Wurzeln waren nicht mit Knöllchen besetzt, die von 2 und 3 waren stark entwickelt, und ihre Wurzeln hatten viele Knöllchen entwickelt, die von 4 hatten Blüten und Samen, und ihre Wurzeln trugen Knöllchen, wenn auch weniger zahlreich als bei 2 und 3. Am schärfsten waren indessen die Resultate bei den gelben Lupinen, während die blauen meist fehlschlügen. Unter dem Einflusse des Bodenextraktes war das Wachstum der oberirdischen Theile der gelben Lupine sehr üppig, und die Pflanzen trugen Blüten und Samen. Die Pflanzen ohne Bodenextrakt blieben dagegen so kümmerlich, daß sie kaum über dem Rande des Topfes erschienen. Auch die Pflanzen in dem Lupinenboden blieben hinter den Bodenextraktpflanzen zurück, was Verff. auf die geringere Lockerung des Lupinensandes, namentlich nach Wasserzufuhr, zu schieben geneigt sind. Die Versuche mit Klee und mit Luzerne boten im Ganzen dieselben Erscheinungen, wie die mit Erbsen und Wicken, nur heben die Verff. hier hervor, daß diese Pflanzen deutlich durch vermehrtes Wachstum und grünere Färbung auf Zusatz von Kalziumnitrat reagirten, was der Auffassung widerspricht, die Manche zu haben scheinen,

daß die Leguminosen bezüglich ihres Stickstoffes lediglich auf die Mikroorganismen angewiesen sind.

Ihre Resultate zusammenfassend, bemerken die Verf., daß durch dieselben eine vollständige Bestätigung der *Hellriegel'schen* Versuche gegeben sei. Die Fixirung von freiem Stickstoff bei dem Wachsthum der Leguminosen unter dem Einfluß der Mikroben und der dadurch entstehenden Knöllchen ist eine bewiesene Thatsache, ohne daß wir freilich über die Art, wie diese erfolgt, zur Zeit eine genauere Vorstellung uns machen können.

A. G. Schmittler. Untersuchungen über die Stickstoffquellen der Pflanzen. Der Landwirth. 1890. Nr. 27. S. 161.

Verf. hat im Anschluß an die von der Moor-Versuchsstation ausgeführten Versuche¹⁾ über «Impfung» des Hochmoorbodens mit fruchtbarer Erde ähnliche Versuche auf ganz ausgetragenen, schwerem Lehmboden des Versuchsfeldes des landwirthschaftlichen Instituts in Leipzig mit gelben und weißen Lupinen angestellt. Messungen der Pflanzen ergaben keine Unterschiede in der Entwicklung der Pflanzen von geimpftem und nicht geimpftem Lande. Dasselbe war auch der Fall bezüglich der Zahl der Wurzelknöllchen und der produzierten Pflanzensubstanz. Die Bodenimpfung hatte sonach in diesem Fall keine Wirkung gezeigt. (Zu demselben Resultat führten die Versuche des Referenten, in welchen die mit Lupitzer Lupinen- und Serradellaboden geimpften Parzellen [humoser Kalksandboden] dieselben Erträge lieferten wie die nicht geimpften. Das Wachsthum der gelben Lupinen ist auf diesem Boden ein überaus kümmerliches, und somit lag die Vermuthung nahe, daß es dem Boden an den charakteristischen Mikroorganismen fehle. Diese Voraussetzung bestätigte sich indessen nicht, da die Impfung sich ohne Erfolg zeigte. Dagegen wurde das Wachsthum sowohl der Lupine, wie der Serradella durch Zufuhr von schwefelsauerem Ammoniak und Chilisalpeter in einem außerordentlichen Grade gefördert.) E. W.

B. Frank. Ueber die Pilzymbiose der Leguminosen. Landw. Jahrbücher. Bd. XIX. 1890. S. 523—640.

Die umfangreichen Untersuchungen des Verf. führten zu folgenden Ergebnissen:

«Sämmtliche Leguminosen leben mit einem mikroskopisch kleinen, sehr einfachen Pilz in Symbiose, mit welchem ihr Körper infizirt wird, sobald sie in natürlichem Erdboden wachsen.

Der Pilz gehört zu den kleinsten bekannten Wesen; es ist ein Spaltpilz von spezifischen Eigenthümlichkeiten, *Rhizobium leguminosarum*.

Derselbe gelangt wahrscheinlich schon im Erdboden zu einer gewissen Ernährung und Vermehrung, denn er ist, allerdings in sehr ungleicher Häufigkeit, fast ausnahmslos in allen natürlichen Erdböden vorhanden.

Die Wurzeln der Leguminosen besitzen die Fähigkeit, durch eigenthümliche Ausscheidungen die Schwärmer des Pilzes anzulocken und sie dann schon an der Oberfläche der Wurzel zu einer gewissen Vermehrung zu veranlassen. Darauf

¹⁾ Hannov. land- und forstwirthschaftl. Zeitung. 1888. No. 50.

dringen aber einige dieser Körperchen in die Wurzeln ein und werden innerhalb eigenthümlicher, von der Pflanze aus dem Protoplasma ihrer Wurzelzellen gebildeter leitender Stränge tiefer in den Wurzelkörper eingeführt.

Das Organ der Pflanze, mit welchem der Pilz sich vereinigt, ist das Protoplasma der Zellen. Mit diesem vermischen sich die kleinen Kokken oder Stäbchen des Pilzes auf das Innigste, so daß sie ohne besondere Behandlung des Protoplasmas nicht darin wahrnehmbar sind, das letztere also eine Mischung von Leguminosen-Protoplasma und Pilz (Mykoplasma) darstellt. Von der Wurzel aus verbreitet sich der Pilz über den größten Theil der Pflanze, gewöhnlich bis in die Blätter und selbst bis in die Früchte, so daß der ganze Pflanzenkörper im Protoplasma der meisten seiner Zellen infiziert ist. Es sind sogar Fälle bekannt geworden, wo eine Uebertragung des Pilzes auf den Embryo des jungen Samens stattgefunden hatte, wo also an eine erheblich von der Mutterpflanze aus erworbene Infektion zu denken ist.

An den Punkten der Wurzeln, wo der Pilz zunächst in die Pflanze eingetreten ist, entwickelt die Pflanze Neubildungen in Form von Knöllchen. In diesen entsteht ein Gewebe von protoplasmareichen Zellen, in denen das Rhizobium zu außerordentlicher Vermehrung gelangt, wobei das Mykoplasma in zahllose eigenthümliche aus Eiweiß bestehende Formelemente, Bakteroiden, sich differenzirt, in denen vorzugsweise die Kokken des Rhizobiums eingebettet sind. Gegen Ende der Vegetation werden die hier angehäuften Eiweißmengen wieder resorbirt und im Haushalt der Pflanze anderweitig verwendet, aber die darin enthaltenen Rhizobium-Kokken bleiben unverändert zurück und gelangen, wenn die Knöllchen verwesen, wieder in den Erdboden. Die Knöllchen haben also die Bedeutung von Gallen; sie sind die dem Pilze bereiteten Brutstätten, in denen er von den Pflanzen ernährt wird und zu bedeutender Vermehrung gelangt. Die Stellung der Knöllchen an den Wurzeln hat etwas Planmäßiges, welches mit den Bedürfnissen ihrer Ernährung seitens der Pflanze zusammenhängt, indem ihnen sowohl die Zufuhr der von den Saugwurzeln aus dem Boden aufgenommenen Salze als auch diejenige des von den Blättern aufgenommenen und assimilirten Kohlen- und Stickstoffmaterials gesichert ist.

Manche Leguminosen empfangen von dem Pilze für die Ernährung, die sie ihm gewähren, keinen Gegendienst, der Pilz ist hier ein gewöhnlicher Schmarotzer. In diesem Falle scheint nach den bisherigen Erfahrungen *Phaseolus vulgaris* zu sein. Denn hier hat sich von der Förderung der Entwicklung, welche andere Papilionaceen der Symbiose verdanken, nirgends etwas gezeigt. Bei anderen Leguminosen aber (Erbse, Lupine) spricht sich die Wirkung des Pilzes auf die Pflanze nicht bloß in den Neubildungen der Wurzelknöllchen aus, sondern auch in einem Impuls auf die wichtigsten Funktionen der gesammten Pflanze. Verglichen mit den nicht mit dem Pilze behafteten Pflanzen zeigen die im Symbiosezustande befindlichen unter im Uebrigen gleichen äußeren Bedingungen eine auf alle Organe sich erstreckende größere Wachstumsenergie, eine reichlichere Bildung von Chlorophyll, eine lebhaftere Assimilation von Kohlensäure in den Blättern unter dem Einflusse des Lichtes, sowie eine gesteigerte Assimilation von atmosphärischem Stickstoff, und somit als Folge aller dieser Erscheinungen eine höhere Gesamtproduktion, die sich in einem gesteigerten Ertrage aus-

spricht. Diese Wirkung übt der Pilz aber auf diese Leguminosen auch nicht unter allen Umständen, vielmehr nur dann, wenn die Pflanze auf einem von organischen Beimengungen freien oder daran sehr armen Boden wächst, wo sie behufs Erwerbung von Kohlenstoff und Stickstoff auf die in der Luft liegenden Quellen allein angewiesen ist, und wo eben der Impuls, welchen der Pilz auf die Fähigkeit der Pflanze, Kohlenstoff und Stickstoff zu assimiliren, ausübt, es ist, durch welchen sie hier existenzfähig wird; denn ohne diesen Einfluß ist auf solchen Bodenarten die assimilatorische Thätigkeit der Pflanze zu schwach, um den gerade bei Leguminosen besonders hohen Bedarf an Kohlen- und Stickstoff zu decken. Aber auf Böden, welche an organischen Substanzen, besonders an Humus, reicher sind, kommt jene Beförderung der Lebensthätigkeiten durch den Pilz nicht zum Vorschein, die Leguminose entwickelt sich hier ohne Pilzsymbiose mindestens ebenso kräftig und normal als im pilzbehafteten Zustande, ja es tritt sogar oft eine bessere Ernährung ein, veranlaßt durch die chemisch aufschließende Wirkung, welche das Sterilisiren im heißen Wasserdampf auf die Humusbestandtheile des Bodens ausübt. Somit erscheint auch die Wohlthat, welche der Pilz der Pflanze erweist, mehr unter dem Gesichtspunkt seines eigenen Nutzens und Selbsterhaltungstriebes. Denn da, wo die Pflanze unter den ihr günstigen Ernährungsbedingungen mit ihren gewöhnlichen Kräften ausreicht, um außer dem für sie selbst erforderlichen Kohlen- und Stickstoffmaterial auch noch dasjenige für die Ernährung des Pilzes, also für die Entwicklung der Wurzelknöllchen nöthige zu beschaffen, da spart der Pilz seine Kräfte und läßt sich wie ein gewöhnlicher Parasit passiv ernähren. Wo aber äußere schlechte Ernährungsbedingungen eintreten, unter welchen die Pflanze nicht in denjenigen kräftigen Entwicklungszustand zu gelangen vermag, in welchem sie die Assimilation von Kohlensäure und Stickstoff in genügendem Grade ausübt, da versteht der Pilz die Pflanze zu erhöhter Energie in diesen Thätigkeiten anzuspornen, und nützt damit eben nicht bloß sich, sondern in erster Linie auch seinem Wirth, dessen Entwicklungsfähigkeit ja erst die Bedingung seiner eigenen ist.

Darin liegt aber auch die Reziprozität dieses Verhältnisses, daß die Leguminose für die Wohlthaten, die sie von ihrem Gaste empfängt, umgekehrt auch für ihn sorgt, indem sie ihm in ihren Wurzelknöllchen eine besondere, für seine Ernährung und Vermehrung bestimmte Brutstätte bereitet. Im Grunde nützt sie aber auch damit ihren eigenen Zwecken, denn indem sie das Rhizobium aus wenigen Keimen zu bedeutender Vermehrung bringt und dann eine zahlreiche Brut solcher Keime in den Boden gelangen läßt, sorgt sie bereits für ihre Nachkommen, weil deren Infektion um so leichter wird, je größer die Zahl der den Boden bevölkernden Rhizobiumkeime ist.

Alle Erscheinungen, welche aus der Vereinigung der Leguminose mit dem Pilze entspringen, erweisen sich als Thätigkeiten der Leguminose, nicht des Pilzes. Denn Wachsen, Chlorophyllbildung, Kohlensäure-Assimilation und auch Assimilation elementaren Stickstoffes sind unzweifelhafte und nachgewiesene Fähigkeiten der Pflanze. Insbesondere ist die Stickstoff-Assimilation auch von verschiedenen nicht zu den Leguminosen gehörigen Phanerogamen, bei denen von einer Pilzsymbiose keine Rede ist, und selbst von niederen chlorophyllhaltigen Pflanzen, von Algen des Erdbodens, bewiesen. Aber auch bei den Leguminosen

ist im pilzfreien Zustande der Pflanze Assimilation freien Stickstoffs festgestellt; sie tritt hier in verschiedenem Grade auf, je nach dem durch die Bodenverhältnisse bedingten Ernährungszustande der Pflanze, von vielleicht völliger Unfähigkeit auf den ärmsten Bodenarten, wenigstens bei gewissen Leguminosen (Erbse) an bis zu ansehnlichen Leistungen auf guten, namentlich humusreichen Böden. Es liegt also kein Grund vor, die Assimilation des freien Stickstoffes als eine spezifische und alleinige Thätigkeit eines Pilzes aufzufassen. Die Möglichkeit, den Leguminosenpilz künstlich auf leblosem Substrate zu züchten, gestattet auch, seine Nahrungsbedürfnisse und seine Fähigkeiten getrennt von der Leguminose zu studiren, und auch dabei ist es bis jetzt nur möglich gewesen, ihn zu ernähren bei Verabreichung organischer Stickstoffverbindungen, nicht aber unter solchen Umständen, wo ihm nur freier Stickstoff als einzige Stickstoffquelle neben organischen Kohlenstoffverbindungen geboten ist.

Die einzelnen Leguminosenspezies scheinen nicht ihre besonderen Arten von Rhizobium zu haben, sondern es ist wahrscheinlich eine einzige Spezies dieses Pilzes in allen Erdböden verbreitet, welche mit jeder beliebigen Leguminose in Symbiose treten kann. Denn die künstliche Kultur des aus verschiedenen Leguminosen entnommenen Pilzes hat bis jetzt keine spezifischen Verschiedenheiten ergeben; auch bekommen in jedem beliebigen Boden die verschiedensten Spezies der Leguminosen regelmäßig den Symbiosepilz. Dagegen ist es nicht ausgeschlossen, daß durch fortdauernde Wiederholung des Anbaues einer und derselben Leguminosenart auf einem Acker eine Rasse des Rhizobiums gezüchtet wird, welche mit dieser Spezies leichter die Symbiose eingeht und größere Wirkung ausübt, als sie einer anderen Leguminosenspezies gegenüber anfänglich wenigstens vermag. Umgekehrt wäre es aber auch nicht undenkbar, daß bei Unterlassung des Fruchtwechsels von Leguminosen die Wirkung des Rhizobiums auf immer dieselbe Spezies allmählich sich abstumpft, einer neuen Spezies gegenüber aber sich wieder auffrischt. Ob und inwieweit solche Beziehungen zutreffend sind und ob manche Erscheinungen der Bodenmüdigkeit gewisser Leguminosen gegenüber mit diesen Verhältnissen zusammenhängen, muß erst durch besondere Versuche entschieden werden.

Die ungleichen Beziehungen der Leguminosen zu dem Rhizobium mögen sich wie alle spezifischen Eigenthümlichkeiten der Pflanzen schon in den frühesten Epochen der Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt ausgebildet haben. Es ist naheliegend, daran zu denken, daß dabei die Ungleichheit der Lebensweise und des Standortes der verschiedenen Leguminosenspezies mit entscheidend gewesen ist. Pflanzen, welche vorwiegend auf leichte, humusarme Bodenarten angewiesen waren, werden in der gemeinsamen Arbeit mit dem Pilze die Kräfte erlernt haben, um hier existenzfähig zu werden, während solche Leguminosen, welche immer nur auf gutem, humusreichem Boden wuchsen, dasjenige nicht lernen konnten, was sie hier nicht brauchten.

Für den Ackerbau dürfte hiernach die Mitwirkung des Rhizobiums als Faktor des Ertrages bei der Leguminosenkultur nur in Betracht kommen: 1. bei denjenigen Spezies, bei welchen die Symbiose mit dem Pilz überhaupt wirkungskräftig auf die Thätigkeiten der Pflanze ist, 2. bei denjenigen Spezies, wo dieses der Fall ist nur auf leichteren, im Humusgehalt sehr geringen, oder auf solchen

Böden, wo die organischen Beimengungen in für die Pflanze unwirksamerer Form vorhanden sind. Welches jene Leguminosenspezies, und welches diese Bodenarten sein werden, muß erst durch Versuche weiter ausprobiert werden. Nach den bis jetzt angestellten Experimenten gehören die gelbe Lupine, die Erbse, die Serradella und wohl auch der Rothklee sicher in die letztere Kategorie der Leguminosen.

In denjenigen Ackerböden, auf denen die Symbiose mit dem Rhizobium für Leguminosenkultur unentbehrlich ist, sind die Keime des Pilzes meistens auch schon von Natur in genügender Menge enthalten, um sämtliche Pflanzen bald nach der Keimung zu infizieren. Indessen kommen Fälle vor, wo namentlich wegen gänzlicher bisheriger Abwesenheit jeglicher Leguminosenvegetation die Keime des Rhizobiums im Boden fehlen oder in zu ungenügender Menge vorhanden sind, und wo aus diesem Grunde die Leguminosenkultur auch trotz aller Anwendung von Düngemitteln fehlschlägt. Um in solchen Fällen den Boden mit den erforderlichen Pilzkeimen zu fruktifizieren, wird ein Einbringen von Impferde, entlehnt von einem in Leguminosenkultur befindlichen Boden, in den Acker von Erfolg sein, wobei schon etwa 10 kg pro Ar genügen. Ein anderer Weg, um die Rhizobium-Keime im Ackerboden zu vermehren, ist die Selbstzüchtung des Pilzes im Boden, wie sie durch eine Vegetation von Leguminosen selbst besorgt wird, wegen der bedeutenden Vermehrung, die das Rhizobium in den Wurzelknöllchen erfährt. Es ist daher zu erwarten, daß selbst auf einem von Rhizobium-Keimen ganz freien Boden nach einer einmaligen Impfung und darauf erfolgter einmaliger Leguminosenkultur der Boden in genügender Weise mit Pilzkeimen fruktifiziert sein wird.

Insofern als gewisse Leguminosen selbst auf dem dürtigsten, absolut stickstofffreien Boden durch den Impuls der Symbiose den ganzen, für eine reiche Entwicklung nöthigen Stickstoffbedarf aus dem Luftstickstoff zu decken vermögen, ist die landwirtschaftliche Charakteristik dieser Pflanzen als bodenbereichernde Früchte nun auch wissenschaftlich begründet. Da aber auch auf den besseren Böden, wo Stickstoffverbindungen als Nahrung gegeben sind, diese Leguminosen sowie die übrigen Leguminosen und Nicht-Leguminosen, bei welchen eine Förderung durch Pilzsymbiose nicht stattfindet, atmosphärischen Stickstoff assimilieren, so werden auch auf besseren Böden die Pflanzen mehr oder weniger stickstoffanreichernd oder wenigstens stickstofferhaltend wirken können, je nach den spezifisch ungleichen Kräften, mit denen sie freien Stickstoff zu assimilieren vermögen.

E. W.

B. Frank. Ueber Assimilation von Stickstoff aus der Luft durch *Robinia Pseudacacia*. Berichte der deutsch. botan. Ges. Bd. VIII. H. 8. S. 292—294.

Die Pflanzen wurden aus Samen in stickstofffreiem Quarzsand erzogen, der mit Nährlösung begossen wurde, aber auch mit Erde von einer Stelle, wo alte Robinien wuchsen, geimpft war. Da die Pflanzen ganz normal gediehen, gilt für diese Gehölzart dasselbe wie für krautartige Papilionaceen, indem sie gleich bei der ersten Ernährung der Keimpflanzen den Stickstoffbedarf allein aus der Luft decken kann. *Robinia* läßt sich denn auch auf ganz leichtem, stickstoffarmem

Sandboden erfahrungsgemäß anbauen. Die Versuchspflanzen trugen reichlich Wurzelknöllchen. Pflanzen mit zu wenig Knöllchen (in nicht infizirtem Boden) blieben in der Entwicklung zurück. C. K.

B. Frank und R. Otto. Untersuchungen über Stickstoffassimilation in der Pflanze. Bericht der deutsch. botan. Ges. Bd. VIII. H. 10. S. 331—342.

1. Versuche über die Stickstoffassimilation der Blätter. Ausgewachsene Blätter enthalten erhebliche Mengen von Asparagin, was wahrscheinlich macht, daß Asparagin an Ort und Stelle aus dem rohen Nährstoffmaterial entsteht. Damit übereinstimmend wurde festgestellt, daß die grünen Blätter am Abend stickstoffreicher sind als am Morgen, das Asparagin also sich verhält wie das Stärkemehl. Daß die Asparaginerzeugung nicht von der Zufuhr unorganischer Stickstoffverbindungen aus dem Boden rührt, welche über Tag in Folge der Erzeugung von Kohlehydraten ausgiebiger verarbeitet werden, ergibt sich direkt aus den Versuchen mit abgeschnittenen Blättern, welche gleichfalls Stickstoffzunahme über Tag aufwiesen.

2. Versuche über die Stickstoffassimilation der Leguminosenbakterien. Solche wurden in sterilisirten Nährlösungen von Rohrzucker allein, Rohrzucker und Asparagin erzogen. Als beste Nahrung erwies sich die Mischung der beiden Stoffe; Asparagin allein bewirkte schwächere Ernährung; Zucker allein hatte nur sehr geringfügigen Erfolg. Bei vollständigem Mangel an Stickstoffverbindungen ist das Wachstum also nur sehr langsam und viel unbedeutender, als wenn organische Stickstoffverbindungen geboten sind. Dagegen giebt es andere Pilze, welche in stickstofffreien Medien wachsen und dabei Stickstoff aus der Luft erwerben können. Die in der stickstofffreien Nährlösung erzielte Vermehrung des Knöllchenpilzes würde nicht ausreichen, um die energische und rasche Stickstoffassimilation der Leguminosen zu erklären. Es wurde auch an Erbsen nachgewiesen, daß dieselben reichlich Luftstickstoff assimiliren können, wenn sie ganz knöllchenfrei sind, im Falle sie nur auf gutem Boden in kräftige Entwicklung gelangt sind. C. K.

A. Przymowski. Die Wurzelknöllchen der Erbse. Landw. Versuchstationen. Bd. XXXVIII. 1890. S. 5.

In der vorliegenden Arbeit, welche eine Fortsetzung einer früheren Arbeit des Verf. über denselben Gegenstand bildet¹⁾, sollte hauptsächlich festgestellt werden, welchen Antheil die Knöllchenbakterien an der Ernährung der Leguminosenpflanzen haben. Zu diesem Zweck war es nothwendig, die Versuche so einzurichten, daß der Boden, in welchem die Pflanzen kultivirt wurden, nur die Knöllchenbakterien enthielt und von allen übrigen Mikroorganismen freigehalten wurde. Bezüglich der in dieser Richtung vom Verf. gewählten Versuchsordnung muß auf das Original verwiesen werden. Es sei hier nur erwähnt, daß sowohl der zu den Kulturen benutzte Sand, als auch die Lösungen, das Wasser, die Luft, sowie die Samen sorgfältig sterilisirt wurden. In der ersten Versuchsreihe gelang es nicht, die sonstigen Mikroorganismen vollständig auszuschließen. Dagegen war dies in

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. XIII. 1890. S. 74.

der zweiten Versuchsreihe der Fall. Neben diesen beiden mit Sand ausgeführten Reihen wurde eine dritte von Versuchen in Nährstofflösungen angestellt.

In Versuchsreihe I wurden fünf Kulturgefäße aufgestellt, von welchen 1 und 2 eine stickstoffhaltige, 3—5 eine stickstofffreie Nährstofflösung erhielten. Bei 2, 4 und 5 wurde der Boden mit Knöllchenbakterien infiziert, welche bei Reinkulturen erhalten worden waren. Der Topf 5 wurde wegen eines Mangels ausgeschieden. Die Entwicklung der Pflanzen war eine ähnliche, wie in den Versuchen *Hellriegel's*¹⁾. Die Wurzeln der Pflanzen in 2 und 4 waren mit zahlreichen Wurzelknöllchen bedeckt, jene der in stickstoffhaltiger Nährstofflösung gezogenen Pflanzen zeigten eine geringere Zahl von Knöllchen, die indessen kräftiger entwickelt waren als im ersteren Falle.

Die Ernte zeigte folgende Verhältnisse:

			Trocken- substanz. gr	Stick- stoff. gr
1.	Stickstoffhaltige Nährlösung	ohne Knöllchenbakterien	4,6310	0,1543
2.	»	» mit »	6,0486	0,1830
3.	Stickstofffreie Nährlösung	ohne »	1,1660	0,0123
4.	»	» mit »	3,5445	0,0823.

In der zweiten Versuchsreihe stellten sich die Resultate wie folgt:

			Trocken- substanz. gr	Stick- stoff. gr
1.	Stickstoffhaltige Nährlösung	ohne Knöllchenbakterien	3,5492	0,0892
2.	»	» mit »	5,2380	0,1579
3.	Stickstofffreie Nährlösung	ohne »	0,4124	0,0072
4.	»	» mit »	2,4755	0,0588
5.	»	» mit »	1,6324	0,0397.

Die Resultate beider Reihen stimmen sonach gut mit einander überein. Sie zeigen, daß die mit Knöllchenbakterien versehenen Pflanzen sowohl eine höhere Trockensubstanz als auch eine größere Menge stickstoffhaltiger Stoffe produziert hatten²⁾. In Ansehung des Umstandes, daß die Pflanzen in einem von anderen Organismen freien oder nahezu freien Boden gewachsen waren, glaubt Verf. durch die Versuche den unumstößlichen Beweis geliefert zu haben, daß es einzig und allein die Knöllchenbakterien seien, welche die Leguminosenpflanzen mit atmosphärischem Stickstoff versorgen.

In den Wasserkulturen der dritten Reihe zeigte sich, daß auch in der Nährstofflösung Wurzelknöllchen sich bilden können, und daß diese keineswegs in diesem Medium funktionslos sind, wie dies *Brunchorst* behauptet hatte. Die Ernteresultate waren hier folgende:

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. XII. 1889. S. 99.

²⁾ Die angeführten Versuche, sowie die folgenden Wasserkulturversuche zeigen, daß die Zufuhr leicht aufnehmbarer Stickstoffverbindungen (Nitrate) das Wachstum der Erbse in ganz besonderem Grade gefördert hatte, und daß dieser Wirkung gegenüber die durch die Wurzelknöllchen bedingte Stickstoffsammlung wesentlich zurücktritt. Dieses bemerkenswerthe Resultat steht in Uebereinstimmung mit den Beobachtungen von *Lawes* und *Gübert*, sowie des Referenten.

Nährstofflösung:		Trockensubstanz. gr	Stickstoff. gr
1.	Stickstoffhaltig, mit Knöllchenbakterien	4,9388	0,1487
2.	» ohne »	6,1436	0,1746
3.	» mit »	4,5444	0,1434
4.	» ohne »	6,0133	0,1914
5.	Stickstofffrei » »	0,4162	0,0090
6.	» » »	0,4721	0,0085
7.	» mit »	1,0742	0,0264
8.	» » »	2,2739	0,0825
9.	» » »	1,0862	0,0321
10.	» » »	1,1832	0,0275.

Hiernach hatten die infizirten Pflanzen, in vollständiger Nährlösung gezogen (1 und 3), gegenüber den nicht infizirten unter gleichen Bedingungen (2 und 4) eine geringere Produktion aufzuweisen. Verf. ist der Meinung, daß dieses Resultat als ein zufälliges, von störenden äußeren Einflüssen abhängiges angesehen werden muß (sic!). Die in den übrigen Gefäßen ermittelten Resultate stehen mit denen der beiden ersten Versuchsreihen in Uebereinstimmung.

Bezüglich der übrigen, das Verhältniß der Knöllchenbakterien zum Wachsthum der Leguminosen betreffenden Ausführungen des Verf. muß auf das Original verwiesen werden. *E. W.*

M. W. Beyertnck. Künstliche Infection von *Vicia Faba* mit *Bacillus radiclecola*. Ernährungsbedingungen dieser Bakterie. Botanische Zeitung. 1890. Nr. 52. S. 837.

Um zu entscheiden, inwieweit die aus den Knöllchen von *Vicia Faba* gezüchteten Bakterien im Stande sind, an steril kultivirten Fabapflanzen Knöllchen zu erzeugen, und welchen Einfluß das Fehlen oder die Gegenwart stickstoffhaltiger Nährstoffe auf die Entstehung derselben ausübt, wurden vom Verf. in Töpfen von besonderer Konstruktion vier Gruppen von Versuchen ausgeführt, in welchen zur Abhaltung fremder Mikroorganismen dieselben Vorsichtsmaßregeln getroffen wurden wie in jenen *Prazmowski's*. Das Resultat war nicht zweideutig: Die Wurzeln der sechs mit *Bacillus radiclecola* infizirten Pflanzen trugen zahlreiche Knöllchen, alle übrigen Pflanzen waren davon vollständig frei. Die Gegenwart oder das Fehlen von Kalziumnitrat und Ammonsulfat war auf die Infektion ohne Einfluß geblieben.

Bei dieser Gelegenheit macht Verf. einige interessante Mittheilungen über die Ernährung der in Rede stehenden Bakterie. In Uebereinstimmung mit früheren Untersuchungen wurde vom Verf. aufs Neue erhärtet, daß auf Agar-Agar, worin sich nur Salze mit Rohrzucker gelöst vorfinden, das Wachsthum stillsteht, sobald die geringe Quantität assimilirbaren Stickstoffs daraus verbraucht ist. Die Bindung des freien atmosphärischen Stickstoffs seitens der Wurzelbazillen findet deshalb unter diesen Umständen und bei einer Temperatur von 10° und 20° C nicht statt. Auch nach vielen Monaten konnte in diesem Sachverhalt keine Veränderung bemerkt werden. Allein wir finden hier das Vermögen, die geringsten Spuren gebundenen Stickstoffs, sei es als Nitrat, Ammonsalz, als Pepton oder Amid, bei Gegenwart gewisser Kohlehydrate, besonders von Rohrzucker, fest-

zulegen als Körpersubstanz. Das Wachstum steht still, sobald die letzten Spuren gebundenen Stickstoffs verschwunden sind, um, so lange noch Zucker disponibel ist, wieder kräftig zu werden bei Zufügung irgend einer Spur Pepton, Asparagin, Salpeter oder Ammonsulfat.

Die Bindung solcher verschwindend geringen Mengen von Stickstoffverbindungen bei Gegenwart von Rohrzucker wirft ein neues Licht auf die Erscheinung der Symbiose. In den Knöllchen häuft *Bacillus radicola* die letzten Spuren gebundenen Stickstoffs seines Ernährungsmediums, bei Gegenwart aus der Pflanze zufließender Kohlehydrate, als Reserveweiß an und giebt dabei zu gleicher Zeit Veranlassung zu einer sehr vollständigen Erschöpfung der nächsten Umgebung an gebundenem Stickstoff. Eben dieser letztere Umstand erscheint dem Verf. gegenwärtig als besonders bedeutungsvoll und den Weg zur tieferen Begründung von *Hellriegel's* Entdeckung zu bezeichnen.

Dem Verf. ist auch eine nicht mit der Papilionaceenwurzel in Symbiose tretende Erdmikrobe (*Streptothrix humifica* n. s.) bekannt geworden, welche bei Gegenwart von Kohlehydraten zu einer ebenso vollständigen Stickstofferschöpfung des Bodens Veranlassung giebt wie *B. radicola*.

Bei fehlender organischer Nahrung findet überhaupt kein Wachstum von *B. radicola* statt. Zur Nitrat- und Nitritbildung geben die Wurzelbazillen keine Veranlassung.

Der Unterschied zwischen den verschiedenen Papilionaceenbakterien ist größer, als Verf. früher annahm. So gehört *Bacillus Ornithopi* augenscheinlich zu einer anderen Art wie *B. Fabae*. Denn *Vicia Faba*, infiziert mit einer 1889 isolirten Kultur von *B. Ornithopi*, erzeugte durchaus keine Knöllchen. Dadurch erklärt sich zu gleicher Zeit, warum die *Serradella* (*Ornithopus sativus*), deren Knöllchen nämlich den Bazillus wie *Ornithopus perpusillus* enthalten, in unseren Gärten vollständig frei bleibt von Knöllchen, selbst wenn sie in der Mitte zwischen *Vicia*-arten wächst, welche damit reich beladen sind.

E. W.

G. Wilhelm. Der Boden Steiermarks und seine Benützung. Separat-Abdruck.

J. M. van Bemmelen. Ueber die Bestimmung des Wassers, des Humus, des Schwefels der in den kolloidalen Silikaten gebundenen Kieselsäure im Ackerboden. Die landw. Versuchsstationen. Bd. XXXVII. 1890. S. 279.

J. Raulin. Ueber die Bestimmung des Kali und des Humus im Boden. Compt. rend. T. CX. 1890. Nr. 6. p. 289.

L. L'Hôte. Ueber die stickstoffhaltigen Substanzen der Ackererde. Journ. d'agric. prat. T. II. 1890. Nr. 37. p. 365.

V. Bovet. Des gas produits par la fermentation anaérobienne. Ann. de micrographie spécialement consacrées à la bactériologie etc. Paris. 1890.

A. Nowacki. Der Regenwurm als Gehülfe der Bodenkultur. Schweizerisches landw. Zentralblatt. 1890. Nr. 15 u. 16.



II. Physik der Pflanze.

Untersuchungen zu den physiologischen Grundlagen der Pflanzenkultur.

Vierte Abhandlung.

Das Schröpfen und Walzen der Getreidesaaten als Mittel gegen Lagerung.

Von Professor Dr. C. Kraus in Weihenstephan.

Zweiter Theil: Das Schröpfen. Das Walzen. Nachträge zu den Ursachen der Lagerung.

I. Das Schröpfen.

1. Die Entwicklung der geschröpften Pflanzen.

Die Erfahrungen der Praxis gehen dahin, daß durch das Schröpfen die Ueppigkeit des Wuchses eingeschränkt wird. «Das Abstutzen der Blätter in der Periode, wo der Weizen mit seinen Blättern zusammengewachsen ist und das Feld bedeckt, hält denselben sehr zurück und mindert seinen üppigen Wuchs bemerklich.» (*A. Thær.*)

Die Ursache dieser Minderung der Ueppigkeit ist naheliegend. Der Verlust an assimilirender Blattfläche führt zu verminderter Produktion organischer Baustoffe, hiedurch zur Herabsetzung der Wachstumsvorgänge. Außerdem werden die Pflanzen durch das Schröpfen der in den abgetrennten Theilen enthaltenen Stoffe beraubt. Es ist erwähnenswerth, daß die Pflanzenkultur auch in anderen Fällen als bei üppigem Getreide von den genannten Folgen der Blattberaubung Gebrauch macht. Man schröpft Raps, wenn er im Herbste zu hoch zu werden droht u. s. w. Bei Pfirsichen werden die Blätter gewisser Triebe etwa in der Mitte der Spreiten abgeschnitten, um die Internodien dieser Triebe kürzer zu halten ¹⁾.

¹⁾ *Lucas, Lehre vom Baumschnitt.* S. 49.

Sorauer erwähnt¹⁾, daß man in neuester Zeit von dem Entspitzen der Blätter behufs Verkürzung der Internodien bei verschiedenen Pflanzen Anwendung gemacht habe. Bei einer Dahlie wurden fortgesetzt die Blätter der einen Hälfte eines Stockes entspitzt. Der Erfolg war, daß diese Hälfte zu einem buschigen, kurzgliedrigen Bau gebracht wurde. Referent hat sich in mehrfachen Versuchen bei verschiedenen Pflanzen von der das Wachstum ausgiebig herabsetzenden Wirkung partieller Blattberaubungen überzeugt, unter Anderem bei Phlox, wo durch diese Manipulation die stärksten Sprosse unter die Länge der schwächeren herabgedrückt werden konnten. Jedoch dauerte es geraume Zeit, bis das Entspitzen der Blätter angriff, indem zunächst die Internodien ebenso lang oder länger wurden wie bei den nicht entspitzten Trieben, erst mit der Zeit, als das in den stärkeren Trieben reichlicher vorhandene Baumaterial aufgebraucht war, entstanden kurze Internodien, solche wurden auch noch geraume Zeit nachher produziert, als mit dem Entspitzen aufgehört worden war. Es dauerte wieder einige Zeit, bis sich in den Trieben wieder genügende Mengen von organischem Baumaterial angesammelt hatten. Die Blüthe trat bei den Trieben mit entspitzten Blättern verspätet ein, auch waren die Trugdolden blüthenärmer. Die Blattberaubung hatte also die Ueppigkeit der Entwicklung vermindert und den Entwicklungsgang verlangsamt.

Analoge Wirkung übt das Schröpfen bei den Getreiden aus, wie aus folgenden Beispielen hervorgeht.

An einer im Blumentopf wachsenden Haferpflanze wurden die Spreiten aller Blätter der Reihe nach, wie sie hervorwachsen, auf 2 cm Länge gestutzt. Die Pflanze blieb in der Entwicklung zurück, kurzgliedriger, dünnhalmiger, die Rispe ärmer an Aesten und Aehrchen. Die Internodien erreichten folgende Längen:

17 35 53 68 110 120 = 403 mm.

Bei einer unversehrten Vergleichspflanze:

18 41 73 140 200 387 = 859 mm.

Einer anderen, ähnlich behandelten Pflanze wurden 5 cm Spreiten belassen und folgende Längen der Internodien erreicht:

25 40 50 75 125 210 = 525 mm.

¹⁾ *Sorauer*, Handbuch der Pflanzenkrankheiten. I. S. 641.

Dagegen bei einer unverletzten Vergleichspflanze:

24 60 90 112 208 440 = 934 mm.

Bei einer in schwachem Licht wachsenden, an allen Blätter gestutzten Pflanze waren die Längen der Internodien:

18 40 55 50 155 105 = 423 mm.

Bei einer unverletzten Vergleichspflanze:

20 58 69 110 195 390 = 842 mm.

Auch weniger ausgiebige, nur auf einen Theil der Blätter sich erstreckende und einmalige Blattberaubungen können sich mehr oder weniger in der Verminderung der Längen der Internodien erkennbar machen. Z. B. wurde eine fünfblättrige Haferpflanze der oberen 3 Blätter durch einen Schnitt durch den Blatttrieb größtentheils beraubt. Die schließlich erreichten Internodienlängen waren:

28 60 49 47 120 150 = 464 mm.

Die Internodien nehmen nicht wie gewöhnlich nach aufwärts an Länge zu, sondern vorübergehend ab, und auch die obersten sind verhältnißmäßig kurz.

Bei einer in schwächerer Beleuchtung wachsenden Haferpflanze wurden die Spreiten des 2. bis 4. Blattes bis auf 2 cm eingestutzt. Längen der Internodien:

45 42 29 66 100 = 281 mm.

Dagegen bei einer Vergleichspflanze:

30 55 74 135 145 = 439 mm.

Bei einer fünfblättrigen Haferpflanze wurden die Spreiten aller 5 Blätter zugestutzt. Längen der Internodien:

35 23 42 70 140 170 = 480 mm.

Das 1. und 4. Internodium waren 4, das 2. und 3. aber nur 3 mm dick. Dagegen hatte die Vergleichspflanze einen kräftigen Halm und folgende Längen der Internodien:

31 60 77 128 185 395 = 876 mm.

Bei einer fünfblättrigen Gerstenpflanze wurden die untersten 3 Blätter gestutzt. Längen der Internodien:

15 25 60 160 270 = 530 mm.

Bei einer Vergleichspflanze:

15 55 61 168 325 = 624 mm.

Bei einer Gerstenpflanze wurden die zwei oberen Blätter gestutzt. Internodienlänge:

40 70 95 135 245 195.

Wie es sich des Näheren mit der Verzögerung der Entwicklung verhält, läßt sich aus folgenden Beispielen ersehen.

Bei einer Haferpflanze mit 4 erwachsenen Blättern wurden die 3 oberen bis auf 3 cm Spreitenlänge gestutzt. Das 5. Blatt wuchs äußerst langsam, es blieb schließlich viel schmaler und kürzer als bei den unversehrten Vergleichspflanzen. Letztere hatten nach 5 Tagen bereits das 6. Blatt geschoben; bei der geschröpften Pflanze erschien es erst nach 7 Tagen. Auch in der weiteren Entwicklung blieb die letztere zurück, die Bestockung vollzog sich langsamer, schließlich blieb die Pflanze niedriger und in allen Theilen schwächer. Es kommt sogar nicht selten vor, daß solche Blattberaubungen dazu führen, daß das Wachsthum der nächstjüngeren Blätter ganz aufhört, oder letztere treiben ein wenig, bleiben aber gelb oder weiß, um dann gänzlich abzusterben. Am häufigsten geschieht dies, wenn die Schnitte durch die Blatttriebe selbst gehen. Denn während bei den auf die ausgebreiteten Spreiten sich beschränkenden Verletzungen die jüngeren Blätter mehr oder weniger rasch nachwachsen und dadurch die verlorene Blattfläche ersetzen, werden bei Schnitten durch den Blatttrieb auch die jüngeren und jüngsten Blätter angegriffen, um so mehr, je tiefer der Schnitt geschieht, der Ersatz der verlorenen Blattfläche ist erschwert, der Schaden wesentlich größer und nachhaltiger, auch wenn die verlorene Blattfläche nicht so bedeutend war wie bei den in den jüngsten Blättern nicht beschädigten Pflanzen.

Wenn auch hiernach die Wirkungsweise des Schröpfens an sich klar ist, so lehrt doch die genauere Betrachtung, daß das Verhalten der Pflanzen insoferne sehr verschieden werden kann, als die Verhältnisse, unter denen sich die geschröpften Pflanzen befinden, vom maßgebendsten Einfluß auf den Schlußeffekt sind. Zur genaueren Verfolgung der obwaltenden Beziehungen stellte Referent in den Jahren 1889 und 1890 zahlreiche Versuche, unter verschiedenartigen äußeren Bedingungen, an: die Versuchspflanzen, Gerste und Hafer, wurden aus gleich schweren Körnern erzogen

a) im freien Lande;

b) in großen Blumentöpfen, mit der Freilandserde gefüllt und im Freien aufgestellt;

c) in eben solchen Töpfen, aber im Zimmer am Fenster aufgestellt, wo die Pflanzen viel weniger kräftig wuchsen, auch genauere Beobachtungen, unbeeinflusst durch Wind und Regen, angestellt werden konnten.

Die isolirt wachsenden Pflanzen wurden in verschiedenen Entwicklungsstadien, in verschiedener Art und Stärke, einmal und wiederholt geschröpft.

Wie von vorne herein zu erwarten war, zeigte sich eine große Mannigfaltigkeit von Erscheinungen. Die Pflanze reagirt auf den Eingriff in verschiedener Weise je nach Art und Stärke desselben, je nach ihrer augenblicklichen Befähigung, die vom Entwicklungszustande und der individuellen Kraft abhängt, dann je nach den äußeren Vegetationsbedingungen. Hieraus entspringt, da jedes der genannten Momente selbst wieder verschieden beschaffen und die verschiedenen Umstände mannigfach kombinirt sein können, die erwähnte große Mannigfaltigkeit, welche es erschwert, diese Beziehungen nach Maß und Zahl genauer zu fixiren. Es ist auch trotz zahlreicher Versuche nicht gelungen, verschiedene Einzelheiten mit Sicherheit aufzuklären, jedoch gestatten die Versuche wenigstens insofern näheren Einblick in den Verlauf und die Bedingungen der Erscheinungen, als es für die Praxis des Schröpfens und das Verständniß verschiedener praktischer Erfahrungen nothwendig ist.

Daß die Stärke der Blattberaubung von großem Belang ist, bedarf keiner näheren Begründung, ebenso wurde bereits erwähnt, daß es sehr auf die Art des Schröpfens ankommt, ob man nämlich nur die ausgebreiteten Spreiten stutzt oder auch die jüngeren und jüngsten Blätter und Blattanlagen in Mitleidenschaft zieht. Das Verhalten der Triebe ist weiter abhängig vom Entwicklungszustande. Sind die Pflanzen noch klein, erst etliche Blätter vorhanden und noch wenig organische Substanz aufgespeichert, so wird die Entwicklung mehr verzögert, als wenn die Pflanzen bereits älter und eher im Stande sind, die nächstjüngeren Blätter nachzutreiben. So junge Saaten werden in der Praxis allerdings nicht geschröpft, wohl aber üppige Saaten im Herbst oder zeitig im Frühjahr, wobei unter den vielen Individuen auch viele Schwächlinge oder neben den kräftigen auch schwache Sprosse vorhanden sind. Soweit solche beschädigt wurden, werden sie vielfach verkümmern, was zur Verdünnung des ganzen Bestandes beitragen kann.

Sind die Triebe schon älter und kräftiger, so wird es ihnen eher möglich, durch Produktion neuer Blattfläche sich zu behelfen, der Erfolg des Schröpfens kann dann, z. B. wenn die Operation mit Beginn des Schossens ausgeführt wurde, der werden, daß das üppige Wachstum der unteren Halmglieder beschränkt bleibt, während in Bälde die jüngeren Blätter so kräftig nachwachsen, daß die Ausbildung der Blüten und Früchte trotz stattgehabter Beschädigung völlig befriedigend werden kann. Schröpfen in vorgerückteren Stadien des Schossens, ausgeführt mit aller Schonung der Blütenstände, hat oft nur geringe Wirkung auf das Halmwachstum, indem hierzu die angesammelten organischen Stoffe verbraucht werden, um so mehr leidet aber die Körnerbildung. Wenn zur Zeit des Schröpfens bereits die obersten Blätter ausgewachsen sind und gekürzt werden, so hat natürlich die Pflanze keine Möglichkeit mehr, für die verlorene Blattfläche Ersatz zu beschaffen. Beschränkt sich das Stutzen auf die unteren Blätter, so kann der Schaden um so mehr nur vorübergehend wirken, da auch bei den unverletzten Pflanzen im geschlossenen Bestande die unteren Blätter in Bälde in den Schatten der oberen gelangen und deshalb an Bedeutung für die Pflanze verlieren.

Wenn aber auch jüngere Pflanzen mehr leiden können als ältere, so bestehen doch keine sicheren Beziehungen zwischen Alter und Verhalten der geschröpften Triebe, da sich die individuelle Kraft der Pflanzen ganz hervorragend geltend macht. Starke Pflanzen vertragen ausgiebige und wiederholte Amputation der Blätter, selbst schwere, tiefgreifende Verletzungen der Blatttriebe nebst den jungen Blattanlagen vielfach mit ganz staunenswerther Zähigkeit, der Erfolg dieser Eingriffe ist oft lange nicht so bemerkbar, wie man nach der Menge der beseitigten Blattmasse annehmen möchte. Es ist vielfach nicht gelungen, durch weitgehende Eingriffe starke Exemplare zur Höhe und Ausbildungsstufe weniger kräftiger, unversehrter Pflanzen herabzudrücken. Den Pflanzen stehen ja auch ausgiebige Mittel zur Verfügung, um dem Nachtheil der Blattberaubung entgegenzuarbeiten. Die den Pflanzen belassenen Blatttheile zeichnen sich, wie überhaupt der übrigbleibende oberirdische Körper, meist aus durch gesteigerte Turgeszenz. Die restirenden Blatttheile haben längere Lebensdauer, sie sind noch grün und vollsaftig, wenn die gleichalterigen Blätter unversehrter Pflanzen bereits abgedorrt sind. Die Pflanze nützt den ihr gebliebenen beschränkten Blattapparat besser aus, derselbe

wird sozusagen verjüngt, wohl auch im Assimilationsvermögen gesteigert¹⁾. Ähnliches wird auch für die chlorophyllführenden Zellen der Blattscheiden zutreffen. Die nächst jüngeren Blätter wachsen rascher und oft kräftiger heran als bei den unversehrten Pflanzen, es kommt häufig vor, daß wenige Tage nach der Blattberaubung die Blattfläche die nämliche ist wie bei den unverletzten Pflanzen, und daß auch weiterhin keine Schwächung zu erkennen ist²⁾. Aber diese Reaktionen können nur ausgiebig vor sich gehen, wenn die Pflanzen kräftig genug sind, andernfalls können allerdings schwächliche, dünnhalmige Individuen entstehen, welche sich zu Folge dieser Halmschwäche leicht umlegen und auch nur geringe Körnerproduktion zu Stande bringen können.

Da die Kraft der Entwicklung wesentlich durch äußere Verhältnisse bedingt wird, so ist einleuchtend, daß bei Pflanzen auf gutem Boden, bei guter Witterung, die Reaktionen, wodurch der Schaden der Blattberaubung ausgeglichen oder vermindert werden kann, intensiver sich äußern werden, als wenn die äußeren Bedingungen ungünstiger sind. Bei den Versuchen des Referenten machte sich dieser Umstand sehr auffällig bemerkbar, indem z. B. die Freilandspflanzen das Schröpfen viel eher vertrugen und viel schwerer in der Ueppigkeit des Wachstums herabzudrücken waren als Pflanzen in Blumentöpfen, besonders wenn letztere im Zimmer aufgestellt waren. Ebenso war zu konstatieren, daß die im geschlossenen Bestande wachsenden Pflanzen bei weiter Stellung durch die Blattberaubung viel weniger litten, oder auch erhebliche Blattberaubungen mehr oder weniger ganz verwachsen, während bei dichter Stellung die Verminderung des Wachstums ausgiebiger und nachhaltiger war. Auf Geilstellen wachsende Pflanzen konnten durch das Schröpfen, auch wenn es wiederholt wurde, vielfach nicht in merklicher Weise in der Ueppigkeit gehemmt werden, außer wenn der Eingriff sehr stark, nämlich tiefer in den Blatttrieben

¹⁾ Nach neuesten Feststellungen arbeitet das Blatt um so besser, je rascher die Kohlehydrate fortgeführt werden, die Fortführung nimmt aber an Schnelligkeit zu mit dem Verbrauch und der Verminderung der Blattfläche einer Pflanze (*Saposchnikoff*, Berichte der deutsch. botan. Ges. VIII. S. 233).

²⁾ Nach *Wollny* (diese Zeitschrift Bd. VI. S. 118) weisen abgemähte Felder feuchtere Beschaffenheit und höhere Temperatur auf, was der Entwicklung der neuen Aussprossungen zu Statten kommt. Unter Umständen werden die nämlichen Bedingungen auch für geschröpfte Bestände zutreffen und die Reaktion der beschädigten Triebe befördern.

durchschnitten worden war. Auf der anderen Seite hat man in der Praxis schon wiederholt beobachtet, daß nur schwache Halme entstanden, wenn auf das Schröpfen schlechte Witterung folgte. In den Versuchen des Referenten blieben die geschröpften Pflanzen viel weiter zurück, wenn nachher etliche kühle, trübe Tage folgten, und wenn die schlechte Witterung einige Zeit andauerte, so war auch spätere bessere Witterung nicht mehr im Stande, einen Ausgleich herbeizuführen. Die Pflanzen blieben nicht, wie es sein sollte, nur vorübergehend aufgehalten und in mäßigem Betrag in der Ueppigkeit vermindert, sondern für ihr ganzes Leben und viel zu ausgiebig geschwächt.

Die Entwicklungsänderungen, welche die geschröpften Pflanzen aufweisen, lassen sich in folgender Weise zusammenfassen: Die geschröpften Pflanzen werden im Wachstum gehemmt und in der Entwicklung aufgehalten. Jedoch ist der Betrag, in welchem sich diese Wirkungen nachhaltig bemerkbar machen, ungemein verschieden, je nach der Art und Stärke des Schröpfens und einer Anzahl weiterer Faktoren, woraus es sich erklärt, daß einerseits völlige Unterdrückung der geschröpften Triebe, andererseits völlige Ueberwindung des Schadens stattfinden kann, und daß zwischen diesen beiden Extremen alle Uebergänge der Wirkung möglich sind.

2. Die Entwicklung geschröpfter Pflanzenbestände.

In der Praxis hat man es beim Schröpfen nicht mit einzelnen Pflanzen zu thun, sondern mit Pflanzenbeständen, deren Individuen und Sprosse ungleich entwickelt sind. Die Beobachtungen an einzelnen Pflanzen und Trieben können deshalb keinen vollständigen Einblick in die Wirkungsweise des Schröpfens eröffnen, sondern es waren die Untersuchungen auch auf Bestände auszudehnen. In den Jahren 1889 und 1890 wurden vielfache Beobachtungen im freien Felde angestellt, bei Gerste, Hafer, Weizen verschiedener Sorten. Die Feldbestände waren verschieden dicht gesät und befanden sich auf verschieden kräftigem Lande, auch wurde das Schröpfen zu verschiedener Zeit und in verschiedener Art vorgenommen. Es wird sich empfehlen, zunächst an etlichen Fällen den genaueren Verlauf der Erscheinungen vorzuführen.

1. *Winterweizen* (Landweizen), gedrillt auf 15 und 20 cm Reihenabstand.

a. Geschröpft am 24. April. Triebe noch sehr kurz, auseinandergebreitet. Die Triebe werden von der Beschädigung sehr ungleich betroffen, die längeren meist stärker, die kürzeren meist gar nicht. Am 8. Mai besteht kein wesentlicher Unterschied gegenüber den unversehrten Nachbarreihen. Der Bestand setzt sich zusammen aus den stärker beschädigten Trieben, welche aber schon neue Blätter getrieben haben, dann aus sehr vielen gänzlich unbeschädigten. Auch wenn die ersteren wirklich ganz zurückbleiben, so kommt dies wenig in Betracht, da in Folge der weiten Saat die Pflanzen sehr kräftig sind, auch viele Bestockungstriebe entwickeln, die vollkommen Ersatz bieten und bei der frühen Jahreszeit noch Gelegenheit genug haben, sich genügend zu kräftigen. In der That läßt sich weiterhin in keiner Weise ein Unterschied der geschröpften von den unversehrten Nachbarreihen erkennen.

b. Geschröpft am 8. Mai. Höhe der Blatttriebe 20 cm. Geschröpft wird kräftig, etwa 10 cm über dem Boden. Viele Pflanzen verlieren $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ ihrer Blattfläche, aber die Beschädigung erstreckt sich sehr ungleich auf die einzelnen Triebe. Die längsten werden am meisten mitgenommen, bei diesen geht der Schnitt meist durch den Blatttrieb selbst, die untersten Blätter bleiben meist unbeschädigt. Die kürzeren Triebe werden wenig oder gar nicht angegriffen. Außer von der Höhe der Triebe hängen Art und Grad der Beschädigung ab von der Richtung der Blätter und Triebe, der zufälligen Art des Angriffs der Sichel u. s. w. Durch die Beseitigung des Blätterdaches wird die Beleuchtung der unteren Triebtheile gesteigert. — An den nächsten Tagen sehen die geschröpften Reihen heller grün aus als die anstoßenden unverletzten, in Folge reichlicher Bildung junger, gelblichgrüner Blattflächen.

Am 16. Mai hat das Schossen begonnen. Viele Triebe sind ganz unbeschädigt, von den stärker beschädigten sind manche ganz abgestorben, die meisten aber sind weiter gewachsen und haben zur Zeit 2—3 unversehrte Blätter. Die gesammte Blättermasse der geschröpften Reihen ist aber geringer als bei den unverletzten, auch weniger dunkelgrün, die längeren, breiten, überhängenden Spreiten sind spärlicher vorhanden, vielmehr sind die zugewachsenen Blätter meist heller grün, auch schmaler, die Spreiten kürzer. Die Beschattung ist immer noch geringer gegenüber den Nachbarreihen. Da auch die unverletzten, nachgewachsenen Bestockungssprosse der Mehrzahl nach weniger üppig sind als die mehr

oder weniger eingehemmten Erstlingshalme, bietet der ganze Bestand ein mehr mageres Ansehen.

Die geschröpften Reihen bleiben anhaltend schwächer, ärmer an Blattfläche, welche zugleich weniger dunkelgrün gefärbt ist. Indessen bezieht sich dies nur auf die Mehrzahl der Halme, da einzelne, meist unverletzte, nachgewachsene, so hoch und kräftig sind wie bei den unversehrten Nachbarreihen. Nach Vollendung des Schossens sind die geschröpften Reihen im Durchschnitt wohl 5—10 cm niedriger als die Nachbarreihen, der Schätzung nach von geringerem Ertrag an Stroh und Korn.

c. Geschröpft am 22. Mai. Die kürzeren Triebe sind dem Schossen nahe, die längeren haben bereits 10—12 cm lange Halme. Das Schröpfen geschieht nicht stark, indem nur die oberen Blätter zurückgeschnitten werden. Die kürzeren Triebe verlieren wenig oder nichts an Blattfläche. Nach dem Ausschossen ist der Bestand im Ganzen wohl um 10 cm niedriger als die Nachbarreihen, auch hier eine Minderzahl hoher Halme abgerechnet.

d. Geschröpft am 8. und wiederholt am 22. Mai. Diese Reihen bleiben an Ueppigkeit und Höhe der Halme am weitesten zurück.

An anderen, recht üppigen Feldstellen war einmaliges und selbst wiederholtes Schröpfen ohne nachhaltige Wirkung. Die geschröpften Triebe entwickelten rasch die jüngeren Blätter in großer Ueppigkeit, von einer heller grünen Färbung u. s. w. war nichts zu bemerken. Wo wirklich in Folge stärkerer Beschädigung die längeren Triebe nachhaltig beeinträchtigt waren, hatte dies keinen Einfluß auf den Bestand im Ganzen, indem die reichlich vorhandenen jüngeren, weniger oder gar nicht verletzten Triebe sehr üppig nachwachsen und den Bestand vollauf ergänzten.

2. *Winterweizen* (Square head), gedrillt auf 13 cm, auf kräftigem Boden.

a. Geschröpft am 7. Mai. Die Beschädigung trifft hauptsächlich die längeren Triebe, von welchen meist 2 Blätter ergriffen werden. Einige Tage lang sind die geschröpften Stellen deutlich heller grün, von mehr magerem Aussehen, weil die überhängenden, üppig dunkelgrünen Spreiten fehlen. Aber bis zum 20. Mai sind reichlich Blätter und unbeschädigte Triebe nachgewachsen, so daß sich kein Unterschied mehr erkennen läßt. Ein Theil der am 7. Mai geschröpften Stelle wird am 21. Mai (Halm-

länge der stärkeren Triebe 10 cm) abermals geschröpft. Dieser Theil erholt sich nicht mehr ganz, die nachwachsenden Blätter bleiben kürzer, schmaler, heller grün, der ganze Bestand niedriger.

b. Geschröpft am 17. Mai. Höhe 40 cm, das Schossen hat begonnen. Die geschröpfte Saat ist längere Zeit heller grün, schwächer beblättert, in Folge dessen die Beleuchtung der unteren Halmtheile besser. Erst Anfang Juni hat sich eine Anzahl breiter, überhängender Blätter gebildet, der ganze Bestand ist aber immerhin etwas weniger üppig und niedriger als die Nachbarschaft. Die durch das Schröpfen betroffenen Triebe haben jetzt 2—3 unversehrte Blätter. Der angegebene Unterschied besteht bis zuletzt.

3. *Hafer*, gedrillt auf 13 cm, Bodenqualität verschieden.

a. Geschröpft am 7. Mai. Höhe der Triebe höchstens 12 cm. Die Pflanzen haben 3—4 Blätter und höchstens einen kleinen Achselproß. Das Schröpfen erstreckt sich sehr ungleich auf die Pflanzen, die kürzeren besonders werden vielfach gar nicht beschädigt. Bis Mitte Mai sind die geschröpften Abtheilungen deutlich lichter grün als die unbeschädigten, was daher rührt, daß die gestutzten Pflanzen rasch und reichlich neue, meist hellgrüne Blattflächen gebildet haben, von geringerer Ueppigkeit als bei den nicht geschröpften. Später vermindert sich der Unterschied auf den kräftigen Ackerstellen. Ende Mai besteht der geschröpfte Bestand aus vielen Trieben mit ganz unverletztem Blattapparat, dazu die geschröpften, welche jetzt schon üppigere Blätter bilden. Auf den mageren Feldstellen sind die Pflanzen in der Blattbildung noch stark zurück, längere, breitere Blätter fast gar nicht vorhanden, der Bestand macht einen höchst kümmerlichen Eindruck. Anfang Juni ist der Unterschied an den kräftigen Feldstellen fast ganz verwachsen, indem theils die seiner Zeit geschröpften Triebe die obersten Blätter so üppig entwickelt haben wie die nicht geschröpften, theils viele unverletzte Halme mit großer Ueppigkeit nachgetrieben haben. Die Pflanzen an den ärmeren Feldstellen erholen sich nicht mehr, der Bestand bleibt andauernd schwächer, niedriger. — Als am 17. Mai ein Theil der üppigen Feldstellen abermals geschröpft worden war, d. h. die inzwischen neu gebildeten oberen Blätter gestutzt wurden, entstand eine andauernde Minderung der Ueppigkeit und des Höhenwachsthums.

b. Geschröpft am 13. Mai. Das Schossen hat noch nicht begonnen. Die Beschädigung trifft hauptsächlich das 2. und 3., manchmal auch das 4. Blatt. An einer Geilstelle ersetzen sich die Blätter rasch und ausgiebig, so daß nach kurzer Zeit das nämliche Dach üppiger, überhängender Blätter vorhanden ist. An den übrigen Feldstellen dagegen ist der Bestand nachhaltig geschwächt, von niedrigerem Wuchse, heller grün, ärmer an Blattmasse, indem die neu gebildeten Blätter meist schmaler und kürzer bleiben.

c. Geschröpft am 21. Mai. Höhe des Bestandes 30 cm, bei den längeren Trieben hat das 2. Internodium zu schossen begonnen. Gekürzt werden die obersten 2—3 Blätter, wobei die kürzeren Triebe wenig oder gar nicht von der Sichel erwischt werden. Die geschröpfte Abtheilung sieht einige Zeit heller grün aus, bis sich neue Blätter gebildet haben, welche allmählich sehr üppig und dunkelgrün werden. Bis Anfang Juni sind bereits bei den meisten gestutzten Trieben 2 unversehrte Blätter vorhanden. Weiterhin verwächst sich der Unterschied gegenüber den Nachbarreihen. Das Schröpfen war offenbar zu schwach, auch an zu wenig Halmen geschehen, während die Pflanzen sehr kräftig waren.

Die Versuchsergebnisse erläutern, in welcher Weise des Näheren die Verminderung der Wachstumsüppigkeit durch das Schröpfen an Pflanzenbeständen zu Stande kommt. Sie lassen erkennen:

1. Daß der Ausfall des Schröpfens wesentlich von den äußeren Verhältnissen abhängt. Je ungünstiger diese Vegetationsbedingungen, um so nachhaltiger wirkt das Schröpfen.

2. Daß das Schröpfen in der Bestockungsperiode am leichtesten wieder verwächst. Bei ungünstigen Verhältnissen können aber auch in einem früheren Stadium geschröpfte Pflanzen nachhaltig geschwächt werden, bei günstigen dagegen kann der Erfolg in der Vermehrung der Bestockungstriebe bestehen.

3. Zur Erklärung des Effektes des Schröpfens genügt es nicht, bloß das Verhalten der direkt beschädigten Triebe ins Auge zu fassen, vielmehr kommt es auch ganz wesentlich auf das Verhalten der übrigen, weniger oder gar nicht geschröpften Sprosse an. Das Schröpfen betrifft, außer wenn es ganz tief am Boden geschieht und ein reines Abmähen ist, nur einen Theil der Triebe, besonders die üppigeren und erstschossenden Erstlingshalme, welche vielfach mehr oder weniger ganz vernichtet oder sehr

stark im Wachsthum aufgehalten werden. Dafür wachsen die jetzt günstiger gestellten sekundären Sprosse nach. Die letzteren bewirken entweder einen kräftigen, aber weniger üppigen und weniger hohen Bestand, oder sie erreichen bei besonders günstigen Verhältnissen die Höhe und Ueppigkeit der Erstlingshalme. Je nach dem Zustande der geschröpften Saat, der Art des Schröpfens u. s. w. macht sich bald mehr die direkte Wirkung des Schröpfens auf die beschädigten Triebe, bald mehr die indirekte Wirkung auf die jüngeren Sprosse bemerkbar, in Wirklichkeit sind die verschiedensten Kombinationen der genannten Beeinflussungen möglich und auch thatsächlich zu beobachten.

In Vereinigung der an den einzelnen Pflanzen und an den Pflanzenbeständen gemachten Beobachtungen läßt sich die Wirkungsweise des Schröpfens folgendermaßen ausdrücken:

Durch das Schröpfen werden verschiedenartige Wirkungen auf die Getreidebestände ausgeübt. Erstens werden die eines Theils ihrer Blattflächen beraubten Halme im Wachsthum in der in Abschnitt 1 näher bezeichneten Art und Modifikation gehemmt. Da zweitens beim Schröpfen in der Praxis die einzelnen Sprosse in Folge ihrer ungleichen Entwicklung in ungleichem Betrage mitgenommen werden, die üppigsten in der Regel am meisten, so kann durch das Schröpfen die relative Entwicklung der Erstlings- und der sekundären Triebe wesentlich verschoben und auf diesem Wege der Ausfall der Operation beeinflußt werden. Meist sind allerdings die beiderlei Umstände gleichzeitig gegeben, es kann aber je nach Verhältnissen die eine oder andere Art der Beeinflussung mehr von Bedeutung sein.

3. Die Beziehungen der Wirkungsweise des Schröpfens zur Hintanhaltung der Lagerung.

Jene Anschauung, welche als äußere Ursache des Lagerns nur den Lichtmangel anerkennt, führt die Wirkung des Schröpfens auf die Hintanhaltung der Lagerung einfach zurück auf die durch Wegnahme eines Theils der Blätter verbesserte Beleuchtung der unteren Halmtheile. «Aus dem Zusammenhang zwischen Lagerung und Beschattung

erklärt es sich, warum das sogenannte Schröpfen dem Uebel entgegenwirkt¹⁾.

Daß die Belichtung der unteren Triebtheile durch das Abstutzen der Blätter, welche besonders bei üppigen, dichtstehenden Pflanzen ein dichtes Dach über der unteren Region bilden, zunimmt, ist ja sicher, auch leicht zu konstatiren, daß oft längere Zeit vergeht, bis durch Neubildung von Blättern der frühere Beschattungsgrad zu Stande kommt. Vielfach bleiben die Pflanzen obnein so geschwächt, daß auch die folgende Blattbildung schwächer, die Beleuchtung andauernd besser bleibt. Manchmal wird auch der Triebbestand nachhaltig verdünnt, wenn ein genügend starker Eingriff auf eine bemerkliche Anzahl von Trieben stattgefunden hat. Wenn also rechtzeitig, z. B. im Beginn des Schossens, geschrópft wurde, so können die unteren Internodien schon als Folge besserer Beleuchtung biegungsfester werden. Außerdem steigert sich mit Zunahme der Beleuchtung auch die Durchlüftung und Verdunstung der Pflanzen, was die Gewebebildung gleichsinnig mit der Wirkung des Lichts beeinflusst. Wenn ferner das Schröpfen die üppigen Erstlingshalme, welche die unteren Sprosse beschatten, und von welchen, wie weiter unten zu zeigen sein wird, namentlich die Lagerung ausgeht, im Wachstum zurückgehalten werden, und statt langgliedriger, großer, schwerer, mit üppigen Blättern besetzter Halme kürzere, schwächer beblätterte entstehen, so ist die aufrecht zu haltende Last und hiemit auch die Lagerungsgefahr geringer. Endlich ist zu betonen, daß die Verminderung der Geilheit und die Verlangsamung des Wachsthumms an sich schon geeignet ist, die Entstehung biegungsfesterer Internodien herbeizuführen. Bei rechtzeitigem Schröpfen kann die Verlangsamung und andauernde Hemmung des Wachsthumms gerade bei den unteren Internodien wirksam werden, wodurch die Lagerungsgefahr gemindert ist, wenn auch das weitere Wachstum ein kräftiges wird. Die Wirkungsweise des Schröpfens ist demnach der Art, daß so ziemlich allen denjenigen Ursachen entgegengewirkt wird, welche, wie im ersten Theil dieser Abhandlungen gezeigt²⁾, die Lagerung üppiger Saaten zur Folge haben.

Aber auch diejenigen Folgen des Schröpfens, welche hinsichtlich der Beeinflussung der Entwicklung der weniger oder gar nicht von der

¹⁾ *Sachs*, Experimentalphysiol. d. Pflanze. S. 151.

²⁾ Diese Zeitschrift Bd. XIII. S. 252 ff.

Blattberaubung betroffenen jüngeren Sprosse festzustellen waren, sind ebenso von Wichtigkeit für die Beurtheilung der Hintanhaltung des Lagerns. Nach Ausmerzung oder Zurückhaltung der üppigsten Erstlingshalme kommen die sekundären Sprosse nach und nehmen in größerem Betrag an der Zusammensetzung des Bestandes Antheil. Bleibt hiedurch auch der Bestand so dicht wie vorher, so haben doch die sekundären Triebe meist geringere Ueppigkeit, deshalb geringere Neigung zum Lagern. Gerade wie das Schröpfen je nach Verhältnissen von den überhaupt möglichen Aenderungen der Entwicklung eines Bestandes bald diese, bald jene in stärkerem Betrage herbeiführt, so können auch, wenn thatsächlich durch das Schröpfen die Lagerung hintangehalten wurde, bald diese, bald jene Folgen des Schröpfens es gewesen sein, welche vorzugsweise bei dem Effekte theilhaftig waren. Namentlich handelt es sich beim schärferen Schröpfen in schon ziemlich vorgerücktem Wachsthumstadium, wenn die Erstlingshalme vielleicht schon 2 Internodien getrieben haben, oft um Nichts, als um die Ausmerzung der Erstlingshalme und Ergänzung des Bestandes durch weniger üppig und hochwachsende, kürzergliedrige sekundäre Sprosse. So wenig sich die Lagerung auf eine einzige, allein maßgebende Ursache zurückführen läßt, eben so wenig beruht die Wirkungsweise, also auch die Beziehung des Schröpfens zur Hintanhaltung des Lagerns, auf einer alleinigen Art der Beeinflussung der Entwicklung der Pflanzen, es handelt sich vielmehr um verschiedene, naturgemäß mannigfach kombinierte Faktoren.

4. Die praktische Brauchbarkeit des Schröpfens.

An der Hand der genaueren Untersuchung der Wirkungsweise des Schröpfens läßt sich auch die praktische Brauchbarkeit dieser Operation besser beurtheilen und das Verständniß verschiedener in der Praxis beobachteter Folgen des Schröpfens in genügender Begründung gewinnen.

Die Praxis hat zweierlei Gesichtspunkte zu erwägen: 1. Wie verhält es sich mit der Sicherheit, daß durch das Schröpfen thatsächlich die Lagerung zu vermeiden ist? 2. Wie verhält es sich mit den Erträgen der geschröpften Bestände im Verhältniß zu denen, welche ohne Schröpfen bei Lagerung der nämlichen Bestände zu erwarten gewesen wären?

Was die erste Frage betrifft, so besteht durchaus keine Sicherheit, daß durch das Schröpfen thatsächlich die Lagerung vermieden wird.

Manchmal gelingt es, manchmal wird wenigstens die Lagerung weniger beträchtlich, manchmal ist die Arbeit völlig wirkungslos. Wirkungslosigkeit kann sowohl bei verhältnißmäßig zu starkem wie zu schwachem Schröpfen eintreten. Bei zu starkem Schröpfen kann es vorkommen, daß die geschwächten Pflanzen schwache Halme treiben, welche sich hinterher erst recht legen, trotz besserer Belichtung. Bei zu schwachem Schröpfen treiben entweder die beschädigten Triebe rasch und üppig neue Blätter, oder die jüngeren Sprosse wachsen mit solcher Ueppigkeit nach, daß der angestrebte Zustand geringerer Ueppigkeit überhaupt nicht erzielt wird. Man kann sich davon leicht an dem Verhalten von Geilstellen überzeugen, welche trotz starken Schröpfens oft sich legen, man müßte denn ganz tief unten abgemäht haben, damit die Triebe zum Theil absterben, die üppigsten ganz beseitigt werden und dafür Ergänzung des Bestandes durch weniger üppigen Nachwuchs herbeigeführt wird. Wie ausgiebig das Reproduktionsvermögen auf üppigem Boden und bei guten Witterungsverhältnissen sein kann, geht aus mehreren von *Schwarz*¹⁾ mitgetheilten Erfahrungen hervor. Talaveraweizen, der noch keine Aehren getrieben, aber schon 2 Fuß Höhe hatte, wurde aus Versehen zum Theil abgemäht. Die abgemähten Stücke schlugen von Neuem aus, trieben Halme und Aehren, welche etwa 14 Tage nach den nicht abgemähten reiften. Die Körner waren ohne Tadel, nur etwas kleiner, das Stroh kürzer. Hätte das Abmähen 14 Tage früher stattgefunden, so wäre nach Ansicht des Autors auch dieser Unterschied verschwunden. Dasselbe zeigte sich in einem anderen Jahrgang bei Weizen, der zufällig unter Futterroggen gekommen war und mit diesem abgemäht wurde. Im Jahre 1823 wurde ein Feld mit gutem Dinkelboden zweimal geschröpft, das erste Mal, als das Schossen begonnen hatte, trotzdem lagerte sich später der Dinkel. Im Jahre 1812 wurde ein Weizenfeld beobachtet, welches einen prächtigen Stand aufwies, obwohl es 14 Tage lang mit Pferden abgehütet und hinterher noch geschröpft worden war. Nach einer Erfahrung aus dem Jahre 1889 gab üppiger Hafer, der sich zu früh zu lagern drohte, deshalb zu Futter abgemäht wurde, sehr starken Nachwuchs, der allerdings in Folge Verspätung der Entwicklung und naßkalten Wetters schlecht ausreifte.

Es erklärt sich so, warum manchmal ein absolut starkes Schröpfen relativ zu schwach sein kann, um die Ueppigkeit genügend zu ver-

¹⁾ *Schwarz*, Ackerbau II. S. 87 u. 105.

mindern. Der erforderliche Grad der Stärke des Schröpfens hängt eben nicht allein ab von dem augenblicklichen Zustande eines Bestandes und überhaupt von bekannten Faktoren, sondern auch ganz wesentlich von der darauf folgenden, nicht im Voraus bekannten Witterung. Bei sonst gleichen Verhältnissen kann ein gleich beträchtliches Schröpfen für die darauf folgende Witterung je nach deren Beschaffenheit zu schwach oder zu stark gewesen sein.

Würde es beim Schröpfen auf nichts weiter ankommen als auf die Vermeidung der Lagerung, so könnte man immerhin ohne besonderes Bedenken vorgehen, zunächst in einem dem Zustande der Pflanzen, den Bodenverhältnissen u. s. w. angemessenen Betrage, aber nicht zu stark, schröpfen und nöthigenfalls, wenn der erste Eingriff nicht genügte, vielmehr die geschröpften Saaten neuerdings zu geil wachsen, die Operation wiederholen. Würde trotzdem Lagerung eintreten, so würde zwar kein Nutzen, aber auch kein Schaden des Schröpfens vorliegen. Es wurde aber gezeigt, daß die schwächende Wirkung des Schröpfens auch zu weit gehen und eine mehr oder weniger beträchtliche Verminderung des Ertrags an Stroh und Korn bewirken kann. Aus dem Vergleich der Ausbildung nachhaltig durch das Schröpfen geschwächter Bestände mit unbeeinflussten und sich lagernden kann man vielfach auf den ersten Blick ersehen, daß der Ertrag der geschröpften Saaten der geringere, und daß die Beeinflussung durch das Schröpfen statt das kleinere das größere Uebel gegenüber der Lagerung werden kann. Es kommt alles auf die näheren Verhältnisse des einzelnen Falles an. Ganz besonders empfindlich kann die Einbuße im Ertrage durch das Schröpfen in solchen Fällen werden, wo bei der üppigen Saat die befürchtete Lagerung überhaupt nicht oder nur in geringem Grade oder erst spät stattgehabt hätte, wenn z. B. mit Beginn des Schossens eine das Wachstum verlangsamende Witterung eingefallen ist.

Die oben aufgeworfene Frage, wie es sich mit den Erträgen der geschröpften Saaten gegenüber den nicht geschröpften und lagernden verhält, hat demnach ihre volle Berechtigung, und wird man sich zu vergewissern haben, inwieweit einige Sicherheit besteht, daß das Schröpfen nicht etwa die Sachlage noch mehr verschlimmert, als wenn man das üppige Feld unbehandelt gelassen hätte.

Der Theorie nach kann man allerdings behaupten, daß es möglich ist, die Blattberaubung nach Bedürfnis so einzurichten, daß die Saaten

auf den richtigen Ueppigkeitsgrad reduziert, aber nicht darüber hinaus im Produktionsvermögen geschwächt werden. Aber dies kann unter Umständen nur mit so großem Aufwand an sorgfältiger und wiederholter Arbeit, so zu sagen durch ein Herumkünsteln an den Pflanzen erreicht werden, wie es in der Praxis unausführbar ist. Für die Praxis besteht eine Sicherheit, daß keine zu weit gehende Schwächung der Pflanzen eintritt und die Erträge besser werden als bei der Lagerung, nicht, hauptsächlich aus einem schon berührten Umstande, nämlich wegen der Abhängigkeit des Erfolges des Schröpfens von der darauf folgenden Witterung. Von der späteren Witterung hängt einerseits ab, in welchem Betrage die Lagerung geschehen würde, andererseits ob eine nach Beurtheilung aller ermittelbaren Faktoren ausgeführte, anscheinend angemessene Ausgiebigkeit des Schröpfens nicht bloß zur Hintanhaltung der Lagerung führt, sondern auch noch ein soweit genügendes Produktionsvermögen zu Stande kommen läßt, daß die Erträge besser sind als sie an dem nicht geschröpften und deshalb sich lagernden Bestände hätten entstehen können. Wird das Schröpfen einigermaßen ausgiebig ausgeführt, so daß überhaupt Aussicht auf eine wenigstens zur festeren Ausbildung der unteren Halmtheile genügende zeitweise Abschwächung der Ueppigkeit gegeben ist, so ist es ein mit vielem Risiko verbundener Eingriff, den man auch nur im dringendsten Falle anwenden soll. Glücklicher Weise trifft bei der praktischen Ausführung die Beschädigung nur einen Theil der Triebe, was das Risiko in Etwas vermindert, indem wenigstens Aussicht auf die Heranbildung der weniger oder gar nicht verletzten Sprosse geboten ist.

Liegt trotz Anwendung der bekannten, der Lagerungsgefahr entgegenwirkenden Kulturmaßregeln die Nothwendigkeit des Schröpfens vor, so wird man gut thun, nicht zu spät an die Operation zu gehen, weil dann die Aussicht gegenüber späterem Schröpfen noch größer ist, daß der Bestand zu guter Ertragsfähigkeit sich heranbilden kann. Bei spätem Schröpfen, wenn der Bestand bereits im Schossen erheblich vorgeschritten ist, auch die jüngeren Triebe bereits erheblich gewachsen sind, kann es leichter passiren, daß die Erträge gering werden, indem genügende Kräftigung des Bestandes weder bezüglich der direkt beschädigten Halme noch bezüglich der übrigen ebenso ausgiebig wie bei jüngeren Beständen stattfinden kann. Die Zahl der weniger oder gar nicht beschädigten Halme wird geringer sein, da alle schon mehr oder weniger in die Höhe

gewachsen sind, die noch vorhandenen, kürzeren aber meist aus Schwächlingen sich zusammensetzen, denen schon in Anbetracht der vorgerückten Jahreszeit genügende Kräftigung unmöglich ist. Verspätetes Schröpfen hat also seine Bedenklichkeit, auch wenn es so ausgeführt wird, daß nur die Blätter, nicht aber die Triebe mit den eingeschlossenen Aehren beschädigt werden.

Der beste Zeitpunkt ist im Allgemeinen um den Beginn des Schossens, wobei man zunächst nur mäßig schröpft und lieber das Schröpfen nöthigenfalls nach einiger Zeit, aber baldigst, wiederholt. Auf richtigen Geilstellen wird man allerdings schärfer einzugreifen haben, wohl auch ganz abmähen, was deshalb angeht, weil dort die Pflanzen auch bei weniger guter Witterung stark nachzutreiben pflegen, außerdem solche Stellen doch meist nur beschränkten Umfang haben, so daß schlimmsten Falls kein erheblicher Schaden erwachsen kann.

II. Das Niederwalzen.

1. Die Entwicklung der niedergewalzten Pflanzen.

Ueber die Einwirkung des Niederwalzens auf die Entwicklung der Pflanzen liegen etliche Meinungsäußerungen in der Litteratur vor, von welchen etwa jene zu erwähnen wäre, welche besagt, durch das Umknicken der Halme werde ein Stillstand im Längenwachsthum hervorgerufen, der insoferne günstig wirke, als die schon gebildeten Zellen in zwischen ihre Wandungen stärker verdicken können.

Indessen ist es von vorne herein nicht wahrscheinlich, daß mit derlei Wirkungen die Frage nach dem Effekte des Niederwalzens erledigt wäre. Denn wie aus den verschiedenen Orts zerstreuten, gelegentlichen publizistischen Mittheilungen aus praktischen Kreisen zu ersehen ist, ruft das Walzen ganz wie das Schröpfen eine Einschränkung der Ueppigkeit des Wachsthums hervor, ja nach mehrfachen Angaben bekommen die gewalzten Saaten nicht selten ein heller grünes Aussehen. Man kann vielmehr von vorne herein vermuthen, daß das Niederwalzen tiefergreifende Veränderungen hervorruft. Das Umknicken der Triebe, die Entstehung von Quetsch- und Bruchwunden muß doch die Freudigkeit des Wachsthums beeinträchtigen, da durch diese Verletzungen die Saftbewegung von den Wurzeln zu den oberirdischen Theilen, ebenso jene der organischen

Baustoffe von den assimilirenden Organen zu den Wurzeln erschwert oder beschränkt werden wird.

Zur genaueren Aufklärung dieser Verhältnisse wurden in den Jahren 1889 und 1890 zahlreiche Versuche in ähnlicher Weise wie bezüglich des Schröpfens ausgeführt, theils an Pflanzen in Blumentöpfen, im Zimmer und im Freien, theils an isolirt wachsenden Freilandpflanzen, theils an Feldbeständen verschiedener Getreidearten, bei verschiedenen Vegetationsbedingungen, mit verschiedener Ausgiebigkeit des Walzens und in verschiedenen Entwicklungsstadien der Pflanzen. Es stellte sich heraus, daß sich die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen vollkommen messen kann mit jener, welche bei den Schröpfversuchen festzustellen war, wie überhaupt Vieles, was für das Schröpfen zutrifft, ebenso für das Niederwalzen gilt. Bezüglich mancher Erörterungen muß auch, um Wiederholungen zu vermeiden, auf den vorigen Abschnitt (I) verwiesen werden.

In welcher Weise das Niederwalzen resp. Umdrücken mit mehr oder weniger ausgiebiger Beschädigung der Triebe an der Knickungsstelle das Wachstum isolirter Pflanzen beeinflußt, ist aus folgenden Beispielen zu ersehen.

Von 2 schätzungsweise gleich kräftigen Haferpflanzen, sechsblättrig, erstes Internodium 8 mm, wird die eine am 7. Juni im ersten Internodium geknickt und an der Knickungsstelle etwas gequetscht. Am 8. Juni hat sich der Blättertrieb geotropisch aufgekrümmt, vom 9. Juni ab beginnt die Aufkrümmung durch Vermittlung des 2. Knotens, am 11. ist sie vollzogen. Der geknickte und an der sich braun färbenden Wundstelle offenbar erheblich beschädigte Halm bleibt weiterhin im Wachstum zurück, am 15. beträgt der Höhenunterschied beider Pflanzen 8 cm. Am Schlusse maßen die Internodien der ursprünglich gleich kräftigen Pflanzen:

geknickt	8	28	65	100	165	310	= 676 mm
unverletzt	10	55	70	91	170	370	= 766 » .

Das 1. Internodium ist nicht mehr gewachsen, das Zurückbleiben zeigt sich am auffälligsten am 2. Internodium.

Von 2 Haferpflanzen gleichen Entwicklungszustandes, Länge des 1. Internodiums 12 mm, wird die eine im 1. Internodium geknickt. Erreicht wurden folgende Internodienlängen:

geknickt und gequetscht	12	13	50	90	112	200	= 477 mm
unverletzt	12	30	50	100	123	212	= 527 » .

Sind die Pflanzen recht robust und die Verletzungen nicht gar zu gefährlich, so können sie sich auch sehr gut erholen und nach anfänglichem Zurückbleiben immer noch die Höhe unverletzter, weniger kräftiger Individuen erlangen oder diese überholen. Eine solche robuste Pflanze wurde im 1. Internodium geknickt, als dasselbe 10 mm lang war. Bei der im nämlichen Topfe wachsenden, etwas schwächeren Vergleichspflanze maß das 1. Internodium zur gleichen Zeit 8 mm. Internodienlängen:

geknickt	10	30	37	65	280	385	= 807 mm
unverletzt	30	62	80	125	180	310	= 787 » .

In einem analogen Falle:

geknickt	15	26	60	105	188	370	= 764 mm
unverletzt	20	50	60	75	170	360	= 735 » .

Die mit Beginn des Schossens umgeknickten und mehr oder weniger verletzten Pflanzen bleiben entweder im Wachstum andauernd zurück oder nur vorübergehend, d. h. das verletzte und nächste oder auch etliche der nächsten Internodien bleiben kürzer, während die folgenden immer noch kräftig zu werden vermögen. Bei stärkerer Verletzung hört die weitere Entwicklung manchmal auch ganz auf. Nicht selten findet man auch, daß umgeknickte und schwerer verletzte Halme zwar weiter wachsen, aber geringere Turgeszenz besitzen und in der Sonne leicht welk werden. Je nach Art und Stärke des Eingriffs ist die Wundstelle entweder einfach eingeknickt oder zerrissen und gequetscht, entweder bekommt der Halm an der Wundstelle wieder festen Zusammenhang, oder es bleibt ein bewegliches Gelenk, in Folge dessen die Halme durch den Wind leicht umgeworfen werden können. Wenn man es aber bei den Versuchen nicht eigens darauf ablegt, schwerere Verletzungen hervorzurufen, sondern die Triebe einfach niederdrückt, so stehen sie entweder ohnehin gleich wieder auf, oder die jungen, noch wenig verholzten Internodien werden überdehnt, es kommt dann oft vor, daß das 1. Internodium in der horizontalen Lage verbleibt. Abgesehen von der allenfallsigen Verminderung des Längenwachstums sind natürlich die umgelegten Halme um den Betrag des liegenden Stückes niedriger. Die durch den Eingriff dauernd der Erde genäherten höheren Knoten treiben häufig Wurzeln, wodurch

ein Ersatz für die Erschwerung der Verbindung mit dem eigentlichen Wurzelsystem geschaffen werden kann. Die individuelle Kraft der Pflanzen macht sich wie beim Schröpfen sehr bemerkbar, der Einfluß der äußeren Vegetationsverhältnisse tritt dagegen bei den in diesem Stadium niedergewalzten Pflanzen weniger bemerkbar hervor. Namentlich wenn die Pflanzen bereits älter, dabei üppig und vollaftig sind, bewirken auch schwerere Verletzungen der unteren Internodien oft keine Einheimmung des Wachstums. Die reichlichen Vorräthe an organischen Baustoffen, die Thätigkeit der reichlich ausgebildeten Blattfläche, das bereits stark entwickelte Wurzelvermögen genügen, um ein starkes Wachstum entstehen zu lassen, wenn nur die Verbindung mit den Wurzeln so weit erhalten bleibt, daß die Wasserbewegung ausreichend stattfinden kann.

Wälzt man in jüngeren Stadien, vor Beginn des Schossens, so ist unter Umständen der ganze Effekt der, daß die Erstlingstriebe, beiseitegedrückt und aus der bisherigen, für das Wachstum günstigsten Vertikalstellung entfernt, an ihrem Vorsprung Einbuße erleiden, in Folge dessen die Entwicklung der Sprosse eines Stockes gleichmäßiger oder auch die Bestockung gesteigert wird ¹⁾. Bei schärferer Einwirkung entstehen aber Verletzungen der Blätter, namentlich Quetschungen der Blatttriebe, was ähnliche Folgen wie das Schröpfen hervorruft. Die größere oder geringere Schädlichkeit und Nachhaltigkeit des Walzens in diesem Stadium hängt von denselben Bedingungen ab, wie beim Schröpfen angegeben wurde. Kräftige Triebe bei günstigen Vegetationsbedingungen entwickeln rasch neue Blätter, wenn die Quetschung nicht gar zu stark und namentlich nicht zu tief geschah. Denn sonst verkümmern die Triebe auch gänzlich, und ist die Pflanze auf die übrigen Sprosse angewiesen. Wie ausgiebig die niedergewalzten Pflanzen in Folge der Beschädigung des Blattapparates zurückbleiben können, zeigt sich an folgendem Beispiel.

Von 4 Haferpflanzen mit je 4 Blättern wurden am 19. Mai bei zweien die Blatttriebe über dem 1. Blatt geknickt und gequetscht. Am 20. Mai liegen die Triebe um, die 3 Blätter oberhalb der Knickungsstelle sind welk. Am 21. Mai sind bei der einen Pflanze alle 4 Blätter frisch, bei

¹⁾ Bekanntlich werden junge Sommersaaten manchmal deshalb gewalzt, um die ersten Triebe zurückzuhalten und die Bestockung zu befördern. Anderweitige Zwecke des Walzens von Saaten gehören nicht hieher.

der anderen ist das 4. Blatt stark welk. Am 22. stehen beide gegenüber den unverletzten sehr zurück. Die letzteren haben bereits das 5. Blatt entfaltet, bei den geknickten ist das 4. Blatt kümmerlich, das 5. beginnt erst zu treiben. Am 23. hat sich bei der einen geknickten Pflanze das 4. und 5. Blatt weiter entwickelt, aber beide sind krüppelhaft; bei der anderen geknickten hört das 4. und 5. Blatt ganz zu wachsen auf, das 5. ist welk und gelb. Am 28. ist die ersterwähnte geknickte Pflanze weitergewachsen, wenn auch langsamer und schwächer als die unverletzten, der verletzte Haupttrieb ist schwächer, außerdem sind 2 stärkere Seitensprosse vorhanden. Bei der anderen Pflanze ist der geknickte Haupttrieb nicht mehr weiter gewachsen, auch nur 1 schwacher Seitensproß vorhanden. Der Haupttrieb verkommt ganz, der einzige Bestockungssproß bildet einen schwachen Halm. Bei der anderen Pflanze bleibt der Hauptstamm an Höhe und Stärke zurück hinter dem der unverletzten Pflanzen, die Seitensprosse aber werden eben so stark wie jene der letzteren.

Niederwalzen, ausgeführt vor Beginn des Schossens, hat ähnliche Folgen für die fernere Entwicklung wie das zur selben Zeit ausgeführte Schröpfen, es hängt auch der Effekt der Operation von denselben Bedingungen ab. Walzen nach Beginn des Schossens hat je nach Schwere und Art der Verletzung der Halme, dann je nach der Kraft und dem Entwicklungszustande der Pflanzen verschiedene Folgen. Entweder ist es nahezu wirkungslos, oder die Halme werden nur mit dem unteren Theil in horizontale Stellung gebracht, oder es wird das Längenwachsthum nur der unteren oder auch der späteren Internodien mehr oder weniger verlangsamt und andauernd gehemmt, oder auch die Ueppigkeit der Gesamtentwicklung nachhaltig herabgedrückt, was sich bis zur vollständigen Verkümmern der niedergewalzten Triebe steigern kann. Die durch Verwundung der Halme herbeigeführte Störung des Saftverkehrs zwischen den ober- und unterirdischen Organen kann als direkte Wirkung ähnliche Folgen hinsichtlich der Verminderung der Wachsthum-üppigkeit ausüben, wie beim Schröpfen durch Verminderung der Ernährung der wachsenden Theile mit organischen Baustoffen erreicht werden kann.

2. Die Entwicklung niedergewalzter Pflanzenbestände.

Aus den schon beim Schröpfen angegebenen Gründen giebt die Untersuchung des Verhaltens der isolirten Pflanzen nur ein unvollständiges Bild der Sache, es waren deshalb die Untersuchungen auch auf Pflanzenbestände auszudehnen, und wurden derartige Beobachtungen in größerer Zahl angestellt. Die Einsicht in den Verlauf der Entwicklung niedergewalzter Saaten ergibt sich am deutlichsten aus dem Studium einzelner Fälle, und sollen zunächst solche in entsprechender Auswahl angeführt werden. Specialisirte Beschreibung dürfte um so mehr am Platze sein, da das Verfahren in praktischen Kreisen wenig geübt ist, und die vorliegenden Angaben dürftig und unvollständig sind. Höchstens wird angegeben die Höhe des Pflanzenstandes, bei der das Walzen vorgenommen wurde; unter anderem Gerste und Weizen bei 30 cm, Roggen bei 45 cm Höhe u. s. w. Solche Angaben nützen aber wenig, da ja bei gleicher Höhe verschiedene Getreidearten doch sehr ungleich in der Halmentwicklung vorgeschritten sein können.

1. *Winterweizen* (Landweizen), gedrillt auf 15 und 20 cm Reihenabstand. Feld verschieden kräftig. Das Niederwalzen geschieht sehr kräftig.

a. Gewalzt am 23. April. Die Triebe werden sehr ungleich beschädigt, die längeren mehr als die kürzeren, letztere vielfach gar nicht. Die längeren sind zum Theil gequetscht oder geknickt, höher oder tiefer. Anfang Mai enthält der Bestand viele Triebe, welche keinerlei Beschädigung aufweisen, andere aber waren so stark mitgenommen, daß sie nicht weiter gewachsen sind und schlief am Boden liegen. Die weniger beschädigten Triebe haben weitere Blätter gebildet, die mehrfach den stattgehabten Eingriff an runzligen Stellen, gelben Flecken und Streifen der Spreiten erkennen lassen. Da die zur Zeit längeren Triebe meist gar nicht verletzt sind, die weniger üppigen und mehr zurückgebliebenen die stärkeren Verletzungen aufweisen, so muß man annehmen, daß durch das Niederdrücken, welches hauptsächlich die damals üppigeren Triebe betroffen hatte, diese zurückgehalten wurden, während sich der Bestand aus den weniger beschädigten, damals kürzeren Sprossen ersetzt hat. Auf den kräftigeren Feldtheilen ist die Ausbildung der gewalzten Reihen so üppig und weit vorgeschritten wie jene der nicht gewalzten Nachbarreihen, auf

den ärmeren Feldtheilen stehen dagegen die ersteren zurück, sie sehen magerer und dünner aus, weil durch Ausmerzung vieler Erstlingstriebe der Bestand gelichtet, der Nachwuchs aber zu schwach geblieben ist. Zuletzt verwächst sich der Unterschied auf den kräftigeren Ackertheilen ganz, auf den ärmeren weisen die gewalzten Reihen geringere Halmzahl und durchschnittlich geringere Halmhöhe auf als die unter der nämlichen Ernährung stehenden Nachbarreihen.

b. Gewalzt am 23. April, wiederholt am 10. Mai. Boden kräftig, weshalb sich der durch das erste Walzen bewirkte Schaden bis Anfang Mai verwachsen hat. Zur Zeit des zweiten Walzens hat bei den kräftigeren Trieben das Schossen begonnen. Die Verletzung der Triebe ist sehr ungleich.

Am 20. Mai ist der Bestand niedriger als bei den Nachbarreihen. Manche der schwerer beschädigten Sprosse sind nicht mehr weiter gewachsen, sehr viele sind im 1. Internodium geknickt, gequetscht, gebrochen. Die schwer verletzten Sprosse liegen entweder schlaff am Boden und sind im Vergilben, oder, wo der Zusammenhang mit den Wurzeln noch ausreichte, sind sie weiter gewachsen, aber mager und schlaff. Im Uebrigen zeigt sich der Einfluß des Walzens am 1. Internodium in sehr verschiedener Weise. Dasselbe ist entweder knieförmig nach abwärts gebogen, der Halm im Knoten aufgerichtet; oder es ist einfach niedergedrückt oder in einem flachen Bogen zur Erde gekrümmt, ohne weitere Beschädigung; oder das horizontal gedrückte Internodium hat sich aufwärts gekrümmt; oder es ist horizontal geblieben, während sich das zweite aufkrümmte. Fast jeder Trieb bietet andere Erscheinungen, je nach dem Zustande, in welchem er sich zur Zeit des Walzens befand, und je nach der Art der Einwirkung. In Folge der beschriebenen Vorkommnisse ist der Halmbestand verdünnt, auch durchschnittlich niedriger, ferner weniger geschlossen, indem die Halme vielfach gruppenweise zusammengedrängt sind, während dazwischen das Licht auf die unteren Halmtheile einwirken kann. Außer den Halmen aber, welche die Folgen des Niederwalzens aufweisen, sind viele ganz unverletzte, nachgewachsene vorhanden, welche im Allgemeinen weniger hoch und tüppig gewachsen sind wie die Erstlingshalme der Nachbarreihen. Bis zum Schlusse des Schossens bleiben diese Unterschiede erkennbar. Einzelne Halme werden so hoch und tüppig wie bei den nicht gewalzten Reihen, im Durchschnitt

aber sind die Halme niedriger und weniger üppig, auch ist die Halmzahl geringer.

c. Gewalzt am 12. Mai. Höhe der Blattbüschel 25 cm, das Schossen hat begonnen. Die Beschädigung der Triebe ist sehr verschieden ausgiebig. Am meisten werden die üppigsten geknickt und gequetscht. Zunächst sehen die gewalzten Reihen viel weniger üppig und dicht aus als die Nachbarreihen, bis zum 20. Mai aber hat sich an den kräftigeren Feldstellen der Unterschied erheblich vermindert, während an den mageren Ackertheilen die gewalzten Reihen wesentlich niedriger, dünner und magerer aussehen. Die verschiedenen Arten der Verletzungen der Halme sind die schon beschriebenen. Anfang Juni hat sich auf dem besseren Boden der Unterschied verwachsen. Man findet zwar viele in Folge der Verletzungen zurückgebliebene Halme, aber es ist auch ein reicher Bestand kräftiger, der Mehrzahl nach unverletzter Halme vorhanden, hauptsächlich sekundäre Sprosse, welche recht stark heranwachsen konnten. Auf dem ärmeren Boden bleibt dagegen der Bestand nachhaltig geschwächt.

d. Eine Geilstelle mit dichtem Halmstande wird am 10. Mai niedergewalzt. Höhe des Bestandes 30 cm, das Schossen hat begonnen. Bis zum 16. Mai sind die Sprossen wieder aufgerichtet, sie stehen jetzt nicht mehr geschlossen, sondern gruppenweise genähert, mit Lücken dazwischen. Die Blätter sind kaum beschädigt. Beschädigung der Blätter konnte schon deshalb wenig stattfinden, da sich die von einer Seite her umgedrückten Triebe aufeinanderlegen, und die oberen die unteren schützen. Viele Halme sind am Grunde abgeknickt, viele liegen am Boden, bei anderen ist das 1. oder auch dazu das 2. Internodium abwärts gebogen, ohne Verletzung, oder nur seitwärts gedrückt. Andere, zur Zeit des Schossens kürzere Triebe stehen gerade aufrecht, die gewalzte Stelle ist wohl um 10 cm niedriger als die Umgebung. Anfang Juni sind etliche Halme so lang wie die üppigsten der Nachbarschaft, die meisten aber sind niedriger, wenn sie auch sonst kräftig sind. Man findet eine Anzahl verkommener Halme am Boden liegend, andere, die im 1. Internodium gebrochen wurden, sind zwar weitergewachsen, aber kürzer geblieben und unter dem Schatten der übrigen zurückgehalten. Der durchschnittliche Höhenunterschied gegenüber dem nicht gewalzten Theil der Geilstelle beträgt 15 cm und ist beträchtlicher als nach dem

liegenden Halmstück, das meist kaum mehr als 5 cm mißt, allein möglich wäre. Mitte Juni hebt sich die gewalzte Stelle durch dünneren Halmbestand und geringere Höhe, 20—25 cm, noch schärfer ab. Die üppigen Erstlingshalme sind ausgemerzt oder stark zurückgeworfen, die sekundären Sprosse erreichen meist nicht die Höhe der üppigen Erstlingshalme der Umgebung. Der 2. Knoten (an der Spitze des liegenden 1. Internodiums) hat sich meist mit Wurzeln in der Erde befestigt. Etliche Halme sind trotz Verletzung des 1. Internodiums und ohne Einwurzelung des 2. Knotens sehr hoch geworden. So bleibt der Bestand bis zuletzt niedriger und dünner. Als sich der nicht gewalzte Theil der Geilstelle später legte, wurden die Halme des gewalzten Theils etwas unregelmäßiger gestellt, ohne daß aber Lagerung eintrat.

e. Eine Geilstelle wird am 20. Mai niedergewalzt. Höhe des Bestandes 45—50 cm, Halmlänge der üppigeren Triebe bis 10 cm. Bis zum 29. Mai ist Wiederaufrichtung eingetreten. Bei den längeren Halmen liegt das 1. und 2. Internodium, viele Halme sind mehr oder weniger beschädigt. Der Halmbestand ist verdünnt, die Stellung nicht mehr geschlossen, die Höhe geringer als in der nicht gewalzten Nachbarschaft. Mitte Juni sind verschiedene Halme vorhanden von gerader Stellung und so hoch wie die höchsten der Umgebung, etliche sind trotz Verletzungen der unteren Internodien sehr lang und kräftig geworden, aber die Mehrzahl der Halme ist niedriger, und diese liegen auch mit der Basis wenig oder gar nicht. Die zur Zeit des Walzens üppigsten Halme sind entweder ganz verkommen oder sie liegen mit erheblichem Basalstück und wurden von den weniger, oder gar nicht beschädigten sekundären Sprossen überwachsen. In Folge des langen Bogens, mit dem sie aufgerichtet sind, zeigen sie Neigung, sich seitlich umzulegen, wobei sie aber an den geraden oder mit kürzerem Stück liegenden Nachbarhalmen eine Stütze finden. Die Unterschiede in Bezug auf Höhe und Halmbestand bleiben bis zuletzt. Der gewalzte Theil der Geilstelle legt sich zwar nicht wie der ungewalzte, giebt aber trotzdem viel geringeren Ertrag, da die Zahl der Halme viel zu gering ist.

2. Winterweizen (Square head), gedrillt auf 13 cm Reihenabstand. Boden kräftig.

a. Gewalzt am 7. Mai vor dem Schossen, bei 25 cm Höhe, wiederholt am 20. Mai. Nach dem ersten Walzen wurde bis Mitte

Mai der Bestand so üppig wie vorher. Man sieht zwar manche Verletzungen an den Blättern, aber die ganze Blättermasse ist so bedeutend, daß die Blattschäden dagegen verschwinden. Manche Triebe sind verkommen, viele aber wenig beschädigt, außerdem sind jüngere Sprosse nachgewachsen. Zur Zeit des zweiten Walzens hat der Bestand 45 bis 50 cm Höhe, das 2. Internodium hat zu schossen begonnen. Bis zum 28. Mai haben sich die Halme meist wieder aufgerichtet, die längeren liegen mit dem 1. und 2. Internodium und sind mehr oder weniger verletzt, andere sind ganz gerade. Der Bestand ist aber niedriger und dünner geworden, indem viele von den längeren Halmen in Folge schwerer Beschädigung ganz abgestorben sind oder oberhalb der Wundstelle schlaff am Boden liegen. Am 12. Juni ist der Bestand wohl um 20 cm niedriger als die Nachbarschaft, die Halme stehen gruppenweise gedrängt. Manche Halme, meist Nachschüsse, sind gerade, andere haben nur das 1. Internodium schräg oder horizontal, manche mit Wurzeln aus den der Erde genäherten Knoten. Soweit die Halme in einen längeren Bogen aufgerichtet sind, erkennt man deutlich die Neigung, sich seitwärts umzulegen. Unter dem Schatten der aufgerichteten Halme findet man eine ganze Anzahl schlaffer, auch vergilbter und abgestorbener Triebe. Die längsten und üppigsten Halme sind solche, bei welchen das 1. oder auch 2. Internodium nur schräg steht oder ganz gerade ist, und an denen sich keine Knickungen und Verletzungen erkennen lassen. So bleibt der Stand bis zum Schlusse. Die Lichtung des Bestandes durch das zweite Walzen war zu ausgiebig, so daß der Ertrag stark vermindert ist.

b. Gewalzt am 17. Mai. Höhe des Bestandes 40 cm, das 2. Internodium hat zu schossen begonnen. Auch dieser Bestand ist andauernd und zu ausgiebig verdünnt, es ist kein genügender Ersatz durch sekundäre Sprosse eingetreten. Noch größer war die Ertragsverminderung bei einem Streifen, wo das Walzen am 30. Mai wiederholt worden war. Bestandhöhe 60—65 cm, 4 Internodien, Halmlänge bis 40 cm. Viele Halme, theils Schwächlinge, theils starke, sind verkommen, sonstige, weniger stark beschädigte, liegen mit einem längeren oder kürzeren Stück, wodurch besonders die ersteren in sehr ungünstige Beleuchtungsverhältnisse gerathen sind. Sie zeigen auch Neigung, seitwärts umzufallen. In diesem wie in ähnlichen Fällen tritt deutlich hervor, daß die Beschädigungen ganz besonders die üppigsten Halme treffen, und daß die Ergänzung des

Bestandes zu genügender Ertragshöhe ganz wesentlich von dem Verhalten der jüngeren Sprosse abhängt.

3. Hafer, gedrillt auf 13 cm Abstand. Feld verschieden kräftig.

a. Gewalzt am 7. Mai. Pflanzen 3—4 blättrig, Triebe höchstens 12 cm lang. Der Eingriff wirkt sehr ungleich auf die einzelnen Pflanzen, besonders da der Boden etwas schollig ist, viele bleiben ganz unverletzt, viele werden nur seitwärts gedrückt, manche aber gequetscht und zerdrückt. Die Aufrichtung vollzieht sich theils durch Elastizität, theils durch geotropische Aufkrümmung der Blattriebe, theils, soweit Knickungen vorliegen, durch Wachsthum der Blätter unterhalb der Knickungsstelle. Mitte Mai erkennt man noch die Verletzungen an vielen Blättern, im Uebrigen aber hat sich der Unterschied gegenüber den unverletzten Pflanzen ausgeglichen.

b. Gewalzt am 13. Mai, wiederholt am 17. Mai. Das Walzen geschieht stark, jedesmal zweimal nach einander, das erste Walzen vor dem Schossen. Bis zum zweiten Walzen hat sich der Bestand so ziemlich erholt, Höhe 25 cm, das Schossen hat noch nicht begonnen. Da die Pflanzen zur Zeit des zweiten Walzens sehr turgeszent sind, greift die Arbeit scharf ein, viele Triebe werden unten abgeknickt, besonders die längeren Haupttriebe, die kürzeren Bestockungstribe werden meist nur seitwärts gedrückt. Das Wachsthum der weniger beschädigten, sowie der Bestockungstribe ist so ausgiebig, daß bis Ende Mai die Höhe und Ueppigkeit des Bestandes so groß ist wie in den nicht gewalzten Theilen.

c. Gewalzt am 21., theilweise wiederholt am 24. und nochmals am 28. Mai. Das Walzen geschieht jedesmal sehr stark. Höhe des Bestandes beim ersten Walzen 30 cm, das Schossen hat begonnen. Obwohl viele Triebe geknickt und gebrochen worden, hat sich der Schaden bis Mitte Juni wieder verwachsen. Am 24. Mai, wo die Halme der längeren Triebe bereits bis 6 cm lang sind, wird eine Stelle abermals gewalzt. Hier ist der Eingriff in der wiederholt bezeichneten Weise ausgiebiger, der Bestand bleibt andauernd verdünnt und niedriger, die Zahl der höheren Halme ist geringer, jedoch ist der Unterschied immerhin gering gegenüber dem unverletzten Bestande. Eine sehr üppige Stelle, wo anscheinend auch das zweite Walzen sich ausgeglichen hätte, wurde am 28. Mai zum dritten Male stark gewalzt. Am 30. Mai stehen die kürzeren, mehr mageren Halme, die auch weniger beschädigt wurden, aufrecht,

die längeren und üppigeren liegen noch platt an der Erde. Der Halmbestand ist aber jetzt andauernd verdünnt und erniedrigt. Man findet ganz gerade Halme oder solche mit schräg oder horizontal gestelltem 1. Internodium, außerdem solche, welche mit längerem Stücke liegen. Von den ersterwähnten Halmen werden zuletzt schon manche recht üppig, die meisten aber bleiben kürzer und bieten den mit längerem Stücke liegenden, zum Umfallen geneigten eine Stütze.

d. Gewalzt am 28. Mai, wiederholt am 10. Juni. Halmlänge beim 1. Walzen bis 12 cm. Viele Pflanzen werden nur bei Seite gedrückt oder niedergebogen, ohne ersichtliche Beschädigung, besonders gilt dies für die Halme, welche unterseits zu liegen kommen und durch die darauf liegenden geschützt werden. Auch die Biegsamkeit der jungen Halme bewirkt, daß der Schaden nicht so groß ist, wie man vermuthen möchte. Bis Mitte Juni ist von einem Schaden nichts mehr zu bemerken. An einer Stelle wird das Walzen am 10. Juni wiederholt. Höhe des Bestandes 60—65 cm, Halmlänge bis 25 cm. Viele Halme werden geknickt, gequetscht und gebrochen, der Bestand bleibt andauernd niedriger und dünner, ist aber zu stark geschwächt. Wenige Halme sind aufrecht und standfest, die meisten liegen mit langem Stück und legen sich seitlich um, da die aufrechten als Stützen zu wenige sind. Der Bestand verhält sich ähnlich einem spontan gelagerten.

e. Gewalzt am 9. Juni. Bestandhöhe 70—80 cm, Halmlänge 30—40 cm. Durch das Walzen werden viele Halme zerquetscht oder gebrochen. Noch am 11. Juni liegt Alles platt auf der Erde, bis zum 17. ist die Aufrichtung vollzogen. Die aufgerichteten Halme haben meist ein langes liegendes Stück, sehr wenige Halme sind ganz gerade, und diese sind fast alle kurz und schwächlich. Ende Juli sieht der gewalzte Bestand grün aus gegenüber der bereits gelben, nicht gewalzten Umgebung, was daher rührt, daß viele Halme nachgewachsen sind, die aber zu sehr verspätet, auch sämtlich schwach sind. Der Bestand verhält sich wie Lagerfrucht, die aus den Stöcken nachgetrieben hat.

f. An mageren Stellen, wo die Pflanzen auch mager und kurz wachsen, hat Walzen zu beliebiger Zeit so gut wie keine Wirkung, da die Pflanzen so elastisch sind, daß sie nach dem Niederbiegen sofort wieder in die Höhe schnellen. Nur einzelne üppigere Pflanzen dazwischen können zum Niederlegen gebracht oder umgeknickt werden.

g. In obigen Fällen war die Saatstärke normal, im folgenden aber für die Verhältnisse wohl doppelt zu dicht. Dieser Bestand an dünnen, schwachen Halmen wurde am 10. Mai, Höhe 35—40 cm, stark niedergewalzt. Das Schossen hatte schon begonnen, bei den längeren Halmen sind bereits 2 Internodien entwickelt. Der gewalzte Bestand bildet eine dichte Decke, aus der sich allmählich die Halme emporrichten. Viele derselben sind aber gequetscht und gebrochen, andere vermögen sich nicht mehr emporzuarbeiten aus dem Gewirr der übrigen, die aufgerichteten liegen mit dem 1. und 2. Internodium. Die Zahl der Halme ist noch zu groß, wenn sich auch die oberen 2—3 Blätter der aufgerichteten Sprosse in besserem Lichtgenusse befinden als im nicht gewalzten Bestande. Verkommen sind durch das Walzen hauptsächlich die schwächeren Individuen, da sich die stärkeren leichter emporarbeiten. Aus den an der Erde liegenden Knoten sind meist Wurzeln in die Erde getrieben. Gegenüber der nicht gewalzten, dichten Saat sind zuletzt weniger, aber stärkerhalmige und schöner-rispige Pflanzen mit stärkerer Blattentwicklung vorhanden. An einer Stelle wird das Walzen am 10. Juni wiederholt, wodurch weitere Halme gebrochen werden. Der Halmstand bleibt jetzt stärker gelichtet, aus dem Wust der platt an der Erde liegenden Halme wächst eine Anzahl der kräftigeren empor, welche in Folge der besseren Beleuchtung sich ersichtlich kräftigen. So weit sie, wie bei den meisten der Fall ist, mit den unteren Internodien liegen, ist dieser schwache Halmtheil ausgeschaltet und an der Erde festgewurzelt. Neben den mit der Basis liegenden Halmen kommen auch viele ganz gerade vor, nach der Verdünnung des Bestandes zugewachsene Sprosse, die noch Zeit und Gelegenheit hatten, sich etwas zu kräftigen.

Der Effekt des Niederwalzens war in diesem Falle also ähnlich, wie wenn man den Bestand durch Ausziehen eines Theils der Halme verdünnt hätte, außerdem aber wurden die vor der Verdünnung gebildeten schwachen unteren Internodien ausgeschaltet, durch Bewurzelung der Knoten an der Erde befestigt und so die Standfestigkeit erhöht.

Den Versuchen lassen sich folgende Gesichtspunkte entnehmen, wobei bezüglich der Einzelheiten auf die Beschreibung der Versuche selbst verwiesen wird.

1. Bei frühzeitigem Walzen, vor dem Schossen, werden viele Triebe gänzlich vernichtet oder nachhaltig geschwächt, der Schaden kann sich

aber bei guten Verhältnissen verwachsen, indem entweder die weniger geschädigten Triebe sich rasch wieder erholen, oder unbeschädigte Ersatzsprosse in genügender Zahl und Stärke nachwachsen. Bei weniger guten Verhältnissen kann aber starkes Niederwalzen in der Jugend nachhaltige Schwächung hervorrufen, indem ein zu dünner Bestand an zu wenig kräftigen Halmen entsteht.

2. Walzen im Anfang des Schossens kann den Halmbestand vermindern, indem manche Halme so schwer beschädigt werden, daß sie nicht mehr weiterwachsen oder von den übrigen Halmen überwachsen werden und in deren Schatten verkommen. Andere Halme werden in der Ueppigkeit der Entwicklung nur geschwächt und verlangsamt, während sie sonst normal weiterwachsen. Die Beschädigung trifft hauptsächlich die ersschossenden, üppigsten Halme, theils zu Folge ihrer Länge, theils zu Folge ihrer Vollsaftigkeit und geringen Elastizität. Die gewalzten Bestände werden im Allgemeinen nicht nur dünner, sondern auch niedriger, was daher rührt, daß die üppigsten Halme theilweise beseitigt werden oder weniger hoch wachsen, außerdem mit der Basis mehr oder weniger auf der Erde liegen. Das Niederliegen des unteren Theils ist entweder mit Verletzungen verbunden, oder es wird einfach durch Umbiegung herbeigeführt. Ferner nehmen an der Zusammensetzung der niedergewalzten Bestände die durch Einschränkung der Erstlingshalme geförderten jüngeren Sprosse, welche meist niedriger bleiben, in größerem Betrage Antheil. Die Beleuchtungsverhältnisse sind meist gebessert, theils in Folge der Verminderung der Halmzahl und der Wachstumsüppigkeit, theils indem durch die Stellungsänderung der niedergedrückten und wieder aufgerichteten Halme kein geschlossener Bestand mehr vorhanden ist.

3. Je mehr das Getreide zur Zeit des Niederwalzens in der Halmbildung vorgeschritten ist, um so mehr können die Erträge an Stroh und Korn geschädigt werden; da schon eine größere Zahl von Trieben geschoßt hat, trifft ausgiebigere Beschädigung auch eine größere Zahl von Halmen, wodurch der Bestand eine stärkere und leicht übermäßige Verdünnung erfährt¹⁾. Die bereits längeren Halme kommen mit einem

¹⁾ Die lichter gestellten Halme haben natürlich den Vortheil gesteigerter Assimilation ihrer grünen Organe. Jedoch tritt dieser Umstand, der ja manchmal bei der Beurtheilung des Produktionsvermögens der niedergewalzten

längeren Stück auf die Erde zu liegen, die Aufrichtung ist erschwert, sie vollzieht sich in einem langgestreckten Bogen. In dieser Weise aufgerichtete Pflanzen legen sich aber leicht seitwärts um oder drehen sich ganz, wodurch sie der Erde mit einem immer längeren Stücke nahekommen. An Stelle dieser vielen niederliegenden Halme kann bei vorgeschrittener Entwicklung immer weniger leicht Ersatz durch jüngere Sprosse geliefert werden, da solche unbeschädigte oder wenig beschädigte nur in geringerer Zahl vorhanden sind; oder, was nachkommt, sind und bleiben Schwächlinge. Die Entwicklung wird sehr ungleich und ganz ähnlich derjenigen, welche bei zur nämlichen Zeit geschehener natürlicher Lagerung eintritt und z. B. besonders bei Gerste so gefürchtet ist. Das Stroh der mit einem langen Theil liegenden Halme wird ebenfalls erheblich entwerthet.

4. Hieraus ergibt sich, daß ebenso wenig wie beim Schröpfen der Erfolg des Walzens bloß auf das Verhalten der beschädigten Triebe bezogen werden kann, daß vielmehr das Verhalten der wenig oder gar nicht beschädigten Halme von der größten Bedeutung ist.

5. Der Einfluß der äußeren Verhältnisse auf den Ausfall des Walzens läßt sich allenthalben erkennen. Die gewalzten Saaten können noch außerordentlich üppig werden, hauptsächlich wenn die wenig oder nicht beschädigten Sprosse kräftig nachwachsen. Entsteht kein solcher Nachschub, so können bei ungünstigen Verhältnissen die Bestände ausgiebig und nachhaltig geschwächt bleiben.

6. Im Uebrigen ist die Widerstandsfähigkeit der Getreide gegen das Niederwalzen selbst bei verhältnißmäßig weit vorgeschrittener Entwicklung sehr bedeutend und manchmal in ganz staunenswerthem Grade zu beobachten. Indessen ist sehr oft die Ausgleichung des Schadens nur scheinbar, indem man bei genauerer Untersuchung denn doch nachhaltige Beeinträchtigung des Ertrags nachzuweisen vermag.

7. Niederwalzen ist auch ein Mittel, um eine zu dichte Saat zu verdünnen und einen Bestand an kräftigeren Pflanzen herbeizuführen.

Bestände zu beachten sein mag und den Nachtheil der Halmverdünnung vermindert, gegenüber starker Triebverminderung zurück. War aber der Stand sehr dicht, wie in dem sub g beschriebenen Falle, so kommt der gesteigerten Assimilation schon eine wichtige Rolle zu. Es sind also auch in dem beregten Punkte sehr verschiedene Kombinationen möglich.

In Vereinigung der verschiedenen Momente kann man die Wirkungsweise des Niederwalzens in Kürze folgendermaßen ausdrücken.

Durch das Niederwalzen werden sehr verschiedenartige Wirkungen ausgeübt. Erstens werden die Halme, besonders die üppigsten, mehr oder weniger beschädigt, theils ganz vernichtet, theils im Wachsthum vorübergehend verlangsamt oder andauernd geschwächt, zugleich auch mehr oder weniger niedriger gestellt. Durch die Verdünnung des Halmbestandes und die Stellung der wiederaufgerichteten Halme verbessern sich zugleich die Beleuchtungsverhältnisse für die übriggbleibenden Halme. Zweitens bewirkt die Einhemmung der üppigsten Halme, daß die weniger oder gar nicht beschädigten jüngeren Sprosse einen größeren Antheil am gesammten Halmbestande erhalten und sich besser entwickeln können, als ohne den Eingriff der Fall gewesen wäre. Meist sind die verschiedenen Umstände gleichzeitig gegeben und in einem niedergewalzten Felde aufzufinden, je nach Verhältnissen kann aber der eine oder andere Faktor mehr von Belang sein. Nicht selten handelt es sich der Hauptsache nach einfach um Ausmerzungen der erstschossenden, üppigsten Halme und Regenerirung des Bestandes durch weniger üppigen Nachwuchs.

Art und Sorte sind insoferne beim Ausfall des Niederwalzens von Belang, als die Beschaffenheit der Halme mehr oder weniger ausgiebige Verletzungen durch das Niederwalzen zur Folge hat, namentlich aber insoferne, als das Reproduktionsvermögen ein verschiedenes ist.

Der Effekt des Walzens ist zum Theil derselbe wie der des Schröpfens, jedoch kommen noch etliche neue Wirkungen hinzu. Namentlich ist die Verdünnung des Halmbestandes ausgiebiger. Die Niedrigerstellung der Halme ist ein vollkommen neuer Faktor.

3. Die Beziehungen des Niederwalzens zur Hintanhaltung der Lagerung.

Diese Beziehungen sind nach Obigem klar und zum Theil dieselben wie beim Schröpfen: Verbesserung der Beleuchtung durch Bestandesverdünnung und die Stellung der wiederaufgerichteten Halme, Verminderung der Ueppigkeit, besonders jener der Erstlingshalme, Förderung der weniger

zur Lagerung geneigten sekundären Sprosse. Neben der Wirkung der besseren Beleuchtung ist es auch der direkte Einfluß der Einhemmung des Wachstums, besonders des Längenwachstums der unteren Internodien, welcher die Halme biegungsfester werden läßt. Die Ausschaltung der untersten Internodien durch Horizontal- oder Schrägstellung, wobei sich dieselben noch dazu vielfach durch Bewurzelung aus den Knoten am Boden befestigen, ist ein weiterer wichtiger Umstand. Wie weiter unten gezeigt wird, ist die Verschiebung des Wurzelstockes in dem durch Regen erweichten Boden ein bei der Ausdehnung, in der das Lagern eintritt, in hohem Grade beteiligter Umstand. Auch diesem wirkt die Horizontalstellung der Halmbasis entgegen. Ganz wie beim Schröpfen ist es keine einzelne Ursache, welche in Betracht kommt, sondern eine Mehrheit von Faktoren, welche in jedem Falle wieder anders kombiniert sein können, aber alle geeignet sind, der Lagerung entgegenzuwirken. Es sei hier auf die Bemerkungen bezüglich der Beziehungen zwischen Schröpfen und Lagerung zurückverwiesen.

4. Die praktische Brauchbarkeit des Niederwalzens.

Die Praxis hat hier von denselben Erwägungen auszugehen wie beim Schröpfen: Wird die Vermeidung des Lagerns sicher erreicht? Führt nicht die Einhemmung der Ueppigkeit, die Ausmerzung vieler und gerade der üppigsten Halme, die Verdünnung des Halmbestandes trotz besserer Stellung der übrigbleibenden in Bezug auf Assimilation, zu so bedeutender Einbuße im Ertrag, daß der Schaden größer wird als bei Stattfinden von Lagerung?

Eine Sicherheit, daß die Lagerung durch das Niederwalzen zu vermeiden ist, besteht ebenso wenig wie beim Schröpfen, und zwar aus ähnlichen, bereits bei Erörterung des Schröpfens angegebenen Gründen. Schwächeres Walzen nützt oft gar nichts, indem der Halmbestand kaum verdünnt wird, ebenso wenig wie die gesammte Ueppigkeit eine Verminderung erleidet, höchstens mag sein, daß es bei nicht sehr großer Ueppigkeit schon günstig wirkt, wenn nur die unteren Internodien ausgeschaltet und dadurch die höheren Halme erniedrigt werden. Starkes und wiederholtes Walzen aber schließt ähnliches Risiko in sich wie starkes Schröpfen. Sind die sich anschließenden Witterungsverhältnisse ungünstig, so daß die Ersatzhalme nicht in genügender Zahl und Kraft nachwachsen können, so erhält man

vielleicht einen andauernd und sehr bedeutend geschwächten Bestand. Allerdings ist das Risiko meist nicht so groß, wie beim Schröpfen, welches ja die Verminderung der Ueppigkeit durch Blattberaubung anstrebt, während beim Walzen der Blattapparat oft nur unbedeutend geschädigt wird, und deshalb die Erholung, so weit es sich um die direkt beschädigten Halme bei der Wirkung des Walzens handelt, nicht in demselben hohen Grade von der ferneren Witterung abhängt. Immerhin aber ist das Risiko noch groß genug, um das Walzen nur im Nothfalle zur Anwendung zu bringen und sich hierauf ebenso wenig wie auf das Schröpfen zu verlassen, vielmehr wird man bestrebt sein müssen, durch geeignete Kultur der Gefahr des Lagerens entgegenzuarbeiten. Uebrigens entstehen manchmal kombinirte Wirkungen von Schröpfen und Walzen, wenn z. B. Schafe in das üppige Getreide getrieben werden, welche abfressen und niedertreten; auch bei der gewöhnlichen Ausführung des Schröpfens werden öfter viele Triebe niedertreten, wie umgekehrt beim Walzen manche Blätter beschädigt werden. Der geeignetste Zeitpunkt des Niederwalzens wird in den meisten Fällen spätestens mit Beginn des Schossens gegeben sein.

5. Das Verhältniß des Niederwalzens zur natürlichen Lagerung.

Bekanntlich legt sich das Getreide oft sehr frühzeitig; auch wenn starke Regen eintreten, oder wenn gar die Saaten von Hagel getroffen werden, kann es vorkommen, daß dieselben so platt am Boden liegen, als wären sie niedergewalzt. Solches Niederlegen mit darauffolgender Wiederaufrichtung erinnert offenbar an die Folgen des künstlichen Eingriffs mit der Walze, und es dürfte von Interesse sein, zu erörtern, ob das durch die genannten Ursachen entstandene Niederlegen als Schutz gegen spätere Lagerung dienen und ähnlich wirken möchte wie Niederwalzen.

Inwieweit die durch Regen oder Hagel niedergeworfenen Saaten Analogie mit den niedergewalzten aufweisen, hängt von der Art und Ausgiebigkeit der besagten Wirkungen ab. Unter Umständen kann das Niederwerfen schon zu einer Verdünnung des Halmbestandes führen, wenn ein Theil der Halme, besonders die schwächeren, stark niedergedrückt unter den Schatten der übrigen gelangt und unter demselben verkümmern. Durch den Hagel werden ohnehin oft viele Triebe zerstört, andere beschädigt, so daß die frühere Ueppigkeit ein- für allemal verloren sein kann. Die Verdünnung des Bestandes, die Verminderung der

Ueppigkeit, die Niederlegung der Halmbasis können ähnlich vortheilhaft gegen spätere Lagerung wirken, wie wenn dieselben Veränderungen durch das Walzen bewirkt worden wären. Es sind auch die äußeren Bedingungen der Erholung der stark verhagelten Bestände dieselben wie die der stark niedergewalzten. Bei kräftigem Boden und guter Witterung bilden sich noch kräftige Halme genug, wie z. B. 1890 bei Weizen zu beobachten war, der, Mitte Mai total durch Hagel zusammengeschlagen, bis Ende Mai anscheinend den Schaden verwachsen hatte. Interessant ist der bei Roggen beobachtete Fall, daß der verhagelte höhere Körnererträge gab als der nicht verhagelte, indem bei letzterem die Blüthe eher eintrat, in Folge schlechter Witterung zur Zeit der Blüthe der Körneransatz mangelhaft wurde, während der später blühende, verhagelte in bessere Witterung gelangte und vollkommenerere Fruchtbildung aufwies.

In den meisten Fällen, wo sich das Getreide zeitig legt, kann davon keine Rede sein, daß dieselben, die Lagerung vermindernden Folgen entständen wie durch kräftiges Niederwalzen. Die Halme legen sich häufig nur sehr unvollkommen, sie stehen meist nur geneigt, an einander und an einzelne festere Halme gelehnt, das Schossen setzt sich in dieser Stellung fort, die Aufkrümmung erstreckt sich über eine größere Knotenzahl, wodurch die Neigung begründet wird, sich bei nächster Gelegenheit seitlich umzulegen oder sich ganz umzudrehen, was bei wiederholter Einwirkung von Wind und Regen immer mehr zum Vorschein kommt und den Bestand immer mehr dem Boden nähert. Verminderung des Halmbestandes geschieht höchstens in unbedeutendem Grade, von einer Beseitigung oder Einhemmung der üppigsten Halme und einer rechtzeitigen Förderung und Kräftigung der jüngeren Halme ist nichts zu bemerken, die Ueppigkeit ist nicht gehemmt; wenn allenfalls auch die Halme um das liegende, untere Ende verkürzt sind, so werden die folgenden Internodien lang, weich und biegsam, so daß von diesen die Lagerung ausgehen kann. Es sind also viele Momente nicht vorhanden, welche das Niederwalzen hervorruft und wodurch es die Lagerungsgefahr vermindert. Wie schon oben erwähnt, fallen die Vortheile des Walzens erst mehr und mehr hinweg und nähern sich die Verhältnisse der natürlichen Lagerung, wenn das Niederwalzen bei zu weit vorgeschrittener Entwicklung der Pflanzen vorgenommen wird.

Die Landwirthe haben meist nur geringe Sorge, wenn das Getreide sich zeitig legt ¹⁾, weil man glaubt, daß solche Lagerung nicht schade, da das Getreide ja doch wieder aufstehe. Untersucht man aber derartige Saaten genauer, so findet man doch vielfach, daß der Schaden größer ist, als man bei oberflächlicher Betrachtung annehmen möchte, namentlich findet man oft, daß in Folge der Aufrichtung in langem Bogen eine viel geringere Zahl von Blättern beleuchtet ist als bei aufrechtem Stande, daß sich diese Halme bei nächster Gelegenheit seitwärts legen, wodurch sich die Lagerung wesentlich verstärkt und verdichtet. Die liegenden Halmtheile vermorschen, an den der feuchten Erde genäherten Pflanzen wuchern Mehlthau und Rost, was Alles mit einander eine zeitig sich legende und zunächst sich schön wieder aufrichtende Saat doch im Ertrag schädigen wird. Mögen auch diese Schäden je nach Verhältnissen mehr oder weniger eintreten, so viel wird man sagen können, daß in der Regel bei sonst gleichen Verhältnissen eine überhaupt nicht lagernde Saat bessere Ertragsaussichten bietet, als wenn in irgend einem Wachsthumstadium Lagerung eingetreten wäre.

III. Nachträgliches zu den Ursachen der Lagerung.

Nach den Darlegungen der III. Abhandlung ist der zur Lagerung führende Mangel an Steifheit der Halme nicht das Ergebnis des Lichtmangels allein, sondern sämtlicher das Wachstum beeinflussender Faktoren. Um in den einzelnen Fällen befriedigend Rechenschaft über Eintritt oder Unterbleiben des Lagerns geben zu können, genügt es nicht, bloß an den Beschattungsgrad zu denken, vielmehr muß auch auf die sonstigen das Wachstum und die innere Ausbildung der Pflanzen beeinflussenden Umstände Rücksicht genommen werden. Ohne diese anderweitigen Momente würde das Lagern entschieden viel weniger häufig eintreten, als thatsächlich der Fall ist.

Unter den anderweitigen Momenten wurden namentlich üppige Vegetationsbedingungen namhaft gemacht, unter Anderem auf den Einfluß

¹⁾ Es handelt sich hier um üppiges Getreide; nicht üppiges, durch starke Winde u. s. w. niedergedrücktes Getreide kann sich nach der Wiederaufrichtung weiterhin ganz normal verhalten.

hingewiesen, welchen reichliche Wasserzufuhr auf die Gewebebildung ausübt, indem sich hiedurch die Zellen vergrößern, die anatomischen und physikalischen Eigenschaften der Organe verändern und zwar in ähnlicher Richtung wie bei abgeschwächtem Licht. Ebenso verhält es sich mit dem Einflusse der Luftfeuchtigkeit. Wenn in feuchten Jahrgängen die Lagerung häufiger und stärker auftritt als in trockenen, so handelt es sich nicht allein um geringere Beleuchtung durch häufigere Bewölkung des Himmels und stärkere Blattbildung, sondern auch um die direkte Wirkung der reichlichen Feuchtigkeit in Luft und Boden auf die Ausbildung der Halme. Bei vielem Regen zur Zeit des Schossens werden die Internodien länger, sie bleiben auch länger weich und biegsam, das Längenwachsthum der Pflanzen vollzieht sich rascher, als dem Fortschritt in der Erhärtung der neugebildeten Halmtheile entspricht, es entsteht ein vollständiges Mißverhältniß zwischen Höhenwachsthum und Festigkeit der unteren Halmtheile.

Der Sommer 1890 war in hiesiger Gegend sehr reich an Niederschlägen, weshalb auch die Lagerung in weitester Verbreitung und größter Intensität auftrat. Enge und weite Saaten legten sich, wenn sie einigermaßen kräftig waren, nur die ganz mageren Bestände blieben aufrecht. Auch ganz isolirt wachsende Pflanzen zeigten theilweise Lagerung, es bestätigte sich nicht, daß bei freiem Stande der Halme niemals Lagerung eintrete. Referent hat bei den eigenen Feldern und jenen ringsum in der Nachbarschaft den ganzen Verlauf der Entwicklung genauer verfolgt, wobei es nicht allein gelang, sichere Belege für die vorher aufgestellten Behauptungen zu gewinnen, sondern auch verschiedene weitere Momente ausfindig zu machen, welche bei der Lagerung vom Standpunkte der Praxis sehr ins Gewicht fallen. Hiebei ist daran zu erinnern, daß hier unter Lagerung das verstanden wird, was man darunter im praktischen Sinne begreift. Der praktischen Auffassung widerstrebt es, wenn, wie Manche wollen, der Begriff des Lagerns nur auf solche Fälle beschränkt würde, wo sich die Frucht niederlegt bloß durch ihr eigenes Gewicht, ohne daß dies durch Wind oder Regen verursacht wird¹⁾. Umlegen der Halme in Folge Einknickens durch Hagelschlag u. s. w. nennt man auch in der Praxis nicht Lagerung. Es hat ja seinen Werth und

¹⁾ Zu vergleichen die Bemerkungen in der III. Abhandlung «über die Ursachen der Lagerung», diese Zeitschrift Bd. XIII. S. 255.

ist für die Untersuchung nothwendig, wenn die einzelnen Faktoren isolirt vorgenommen und auseinandergehalten werden, man darf aber hiebei nicht so einseitig werden, daß man übersieht, wie sehr es sich in der Wirklichkeit um eine Verquickung verschiedener Faktoren handelt.

Zur Beleuchtung des Verlaufs der Erscheinungen sollen einzelne Fälle im Detail beschrieben werden.

1. Hafer, gedrillt auf 13 cm Reihenabstand, pro ha $2\frac{3}{4}$ Ztr. Die Saatstärke ist der Kraft des Bodens und normalen Witterungsverhältnissen entsprechend. Der Hafer entwickelt sich sehr schön und kräftig, mit dicken Halmen, Standhöhe ausgeschößt 1,30 bis 1,50 m.

Bis zum 28. Juni hat sich der (ausgewachsene) Hafer überall gelegt, wo er kräftiger steht. Die Lagerung ist ohne Knickung der unteren Internodien eingetreten, oder solche ist selten, wie es sich überhaupt bei der Lagerung gewöhnlich um einfache Biegung der Halme handelt. Die Halme sind sehr rasch gewachsen, bei vielen Niederschlägen, in Folge dessen blieb die Erhärtung gering. Die Internodien, besonders die unteren, sind am ausgewachsenen Hafer noch sehr dehnbar, durch vorsichtiges Biegen vermag man sie wie einen Draht zu krümmen. Auch bei Versuchen am 17. Juli war noch eine außerordentliche Biegsamkeit der unteren Internodien nachzuweisen. Da das nämliche Verhalten an den voll beleuchteten Randhalmen der Bestände zu finden ist, kann es nicht der Mangel an Licht sein, welcher diesen Zustand mangelhafter Steifheit und Elastizität hervorgerufen hat. Bei diesem Zustand der Halme einerseits, der Größe und dem Gewicht derselben andererseits ist der Eintritt der Lagerung nicht zu verwundern. Die Biegung der gelagerten Halme erstreckt sich meist über das 2. und 3. Internodium. Indessen wäre zu Folge dieser Ursache das Lagern nicht so beträchtlich, wie thatsächlich der Fall ist. Denn viele Halme liegen um, ohne gekrümmt zu sein, sie stehen schräg, weil sich der Wurzelstock in der durch den Regen aufgeweichten Erde verschoben hat. Ferner läßt sich bei vielen mit den anderen niederliegenden Halmen nachweisen, daß die Biegefestigkeit der Basis genügen würde, sie aufrecht zu erhalten, indem sie sich, aus dem Zusammenhang mit den übrigen befreit, sofort gerade aufrichten und auch aufrecht stehen bleiben. Viele Halme liegen also nicht in Folge mangelnder Steifheit, sondern sie werden durch die sich lagernden mit umgedrückt oder umgerissen und in der liegenden

Stellung erhalten. Das Lagern geht von einzelnen üppigeren Stellen oder Pflanzen aus, welche durch den Wind über die Gleichgewichtslage soweit hinausgetrieben wurden, daß ihre Elastizität nicht mehr zur Rückkehr in die vertikale Lage genügte, die unteren Internodien wurden überdehnt, von Wind und Regen getrieben, mußten diese Halme mit einer zu Folge ihres Gewichts und ihrer Länge bedeutenden Wucht an die Nachbarn anprallen und diese entweder ebenfalls weit über die Gleichgewichtslage hinaustreiben oder durch Verschiebung in dem erweichten Boden umwerfen. Haben sich einmal solche Lücken im Bestande gebildet, so wird den ringsumstehenden, vom Winde bewegten Pflanzen möglich, eine größere Bewegung auszuführen, sie legen sich mehr und mehr von der Seite her in die Lücke, ihrerseits wieder umdrückend und niederreißend. In den Rispen fängt sich auch der Wind, besonders die ausgebreiteten Rispenäste, sowie die üppigen, abstehenden Blätter tragen natürlich sehr dazu bei, daß sich benachbarte Pflanzen in einander verwickeln, sich gegenseitig zu Boden ziehen und in der Wiederaufrichtung hindern. Der erste Anlaß zu allen diesen Erscheinungen geht aber von den mit mangelhafter Elastizität begabten üppigeren Halmen aus, ohne die begleitenden Vorgänge würde aber die Lagerung nicht die beobachteten Dimensionen haben erreichen können. Wo sich geknickte Halme finden, handelt es sich hauptsächlich um Abdrücken durch das Gewicht der darauf gefallen Nachbarpflanzen. Während es sich beim Lagern jüngerer Pflanzen, z. B. mit Beginn des Schossens oder nach Entwicklung erst etlicher Internodien, hauptsächlich um die Weichheit und Biegsamkeit der Halme handelt, kommen nach dem Gesagten bei der Lagerung älterer Pflanzen noch verschiedene weitere Umstände zur Geltung.

Die Hauptlagerungsrichtung geht auf allen Feldern, der herrschenden Richtung der stärkeren Winde entsprechend, von West nach Ost. Mit der Zeit nimmt die Lagerung zu, viele vorerst nur mit dem vorderen Theil abwärts gerichtete, in einem hohen Bogen zur Erde geneigte Halme verflachen den Bogen und nähern sich der Erde, auch die Randpflanzen, welche zum Theil an sich, zum Theil durch das Gewicht der auf ihnen liegenden inneren Halme niederliegen, senken sich mehr und mehr. Mit der Körnerbildung wächst auch das Gewicht der Rispe, dazu kommen die fortgesetzten Wirkungen von Wind und Regen, welche die Halme in dem erweichten Boden immer mehr niederdrücken. So entsteht ein

Gewirr von kreuz und quer übereinanderliegenden Halmen, die sich zunächst mit dem Vordertheil wieder aufzurichten streben, aber dann wieder seitwärts umfallen oder sich ganz herumdrehen, in der neuen Stellung sich abermals aufzurichten streben, u. s. w., dabei aber der Erde immer näher kommen.

Allmählich legt sich der Hafer auch an den weniger üppigen Stellen, aufrecht bleibt er nur da, wo er so mager und niedrig ist, daß der Ertrag viel geringer ist als an den kräftigen Stellen trotz Lagerung der letzteren. Die mageren, kaum 1 m hohen Pflanzen sind so elastisch, daß sie, bis zur Erde niedergedrückt, sofort wieder emporschnellen, und ebenso verhalten sie sich unter der Einwirkung von Wind und Regen.

2. Hafer, gedrillt auf 13 cm Reihenabstand, pro Hektar 2 Ztr., für die Verhältnisse sehr dünn. Der Bestand wächst sich, durch Chilisalpeterdüngung unterstützt, so weit zusammen, daß der Boden eben beschattet wird. Die Halme bekommen eine rohrartige Dicke, so daß man nach Standweite und Halmdicke sicher keine Lagerung erwarten konnte. Trotzdem legte sich der Hafer vom Ende des Schossens ab, auch an ganz dünnen Stellen, wo die Pflanzen zu Folge zufälliger Fehlstellen ganz isolirt wuchsen. Die unteren Internodien sind sehr biegsam, von geringer Elastizität, dabei der ganze Halm sehr lang und schwer. Ueberdies ist der Boden aufgeweicht, die Pflanzen werfen sich gegenseitig um u. s. w., ganz wie bereits sub 1 beschrieben wurde. Auch die Randpflanzen (Ostseite des Feldes) hängen vielfach mit einer im untersten Halmtheil befindlichen Krümmung in den Weg herein, ihre unteren Internodien sind ähnlich dehnbar wie bei den inneren Pflanzen. Wenn man solche Randpflanzen hin und her bewegt, und der Ausschlag einigermaßen beträchtlich ist, vermögen sie in die vertikale Stellung nicht mehr zu gelangen, bei vorsichtigem Vorgehen gelingt es, die Biegung so weit zu treiben, daß die Halme ganz horizontal dicht an der Erde stehen. Vielfach findet man, bei inneren und Randpflanzen, daß nur das 1. und 2. Internodium einen Bogen bilden, von der Windrichtung weg, während der Halm im Uebrigen vertikal steht. Bemerkenswerth ist auch, daß sich hauptsächlich die Erstlingshalme in der genannten Weise legen, während dies bei den jüngeren, kürzeren Halmen der Stöcke weit weniger der Fall ist. Immerhin hat der weite Stand der Pflanzen den Vortheil, daß diese zum Lagern weniger geneigten Halme auch weniger durch die übrigen umgeworfen werden können und daß die sich legenden Halme weniger

dicht auf einander zu liegen kommen und sich auch besser aufzurichten vermögen. Diesem Umstande, der gemäßigten Lagerung, sowie dem Reichthum der überaus kräftigen Pflanzen an organischen Substanzen, die sich bis zum Eintritt des Lagerns ansammeln konnten, ist es zuzuschreiben, daß trotz Lagerung ein sehr hoher Körnerertrag mit guter Entwicklung der Körner entstehen konnte.

3. In der ganzen Gegend unterblieb Lagerung bei Hafer nur auf solchen Feldern, wo der Wuchs sehr mager und kümmerlich war. Sie trat auch da ein, wo man nach Ueppigkeit, Standdichte u. s. w. niemals hätte Lagerung erwarten können. Jedoch war deutlich, daß sich Felder mit größerer Ueppigkeit früher und stärker lagerten als weniger üppige, bei weitem Stande im Allgemeinen weniger als bei dichtem. Der Vortheil besserer Beleuchtung war also sicher herauszufinden, er genügte aber selbst bei Randpflanzen vielfach nicht, um bei der reichlichen Wasserzufuhr und dem dadurch bewirkten raschen Wachsthum genügende Steifheit der Halme rechtzeitig und entsprechend dem rasch vorwärtsschreitenden Höhenwachsthum der Pflanzen entstehen zu lassen. In solchen Jahrgängen kann weite Saat das Lagern nicht verhindern, nur etwa die Dichte der Uebereinanderlagerung der Pflanzen, die Heftigkeit des Lagerns, vermindern, außer allenfalls, man würde die Pflanzen so weit stellen oder so mager ernähren, daß die Erträge an sich schon gering bleiben würden.

4. Aber auch isolirt stehende üppige Halme können sich bei derartigen Witterungsverhältnissen lagern, wie aus Folgendem hervorgeht. Auf einem kräftigen Haferfelde befand sich eine Gruppe von einzelnen Pflanzen, von einander 30—50 cm entfernt und ringsum freistehend. Die Halme wuchsen enorm kräftig, mit rohrartiger Stärke. Alle üppigen Halme waren mit dem 2. und 3. Internodium von der herrschenden Windrichtung weggekrümmt, entweder in einem gemeinsamen, oder jedes Internodium in einem eigenen Bogen, manchmal lagen die Halme in einem Bogen ganz an der Erde, mit dem Vordertheil aufgerichtet. Der Wurzelstock ist hiebei entweder unverrückt oder seitwärts verschoben, ein Unterschied, der wohl damit zusammenhängt, ob zur Zeit der Windwirkung der Boden weicher oder härter war. Die unteren Internodien, weniger die oberen, erwiesen sich nach vollem Ausschossen sehr biegsam, man konnte sie durch vorsichtige Einwirkung zu einem dauernden Bogen krümmen. Bei dem freien Stande beschränkte sich das Umlegen nur:

auf die tüppigeren Halme. Manche Momente fallen hiebei hinweg, welche im geschlossenen Bestande die Lagerung ausgiebiger machen, nämlich das Anprallen der Nachbarpflanzen und das gegenseitige Umdrücken und Umreißen.

5. Bei Winterroggen, der schon vor Eintritt der nassen Periode zu schossen begonnen hatte, zeigte sich der vortheilhafte Einfluß der besseren Beleuchtung in höherem Grade als bei Hafer, indem die Randpflanzen, besonders in offener Lage, meist aufrecht blieben.

6. Winterweizen (Landweizen), gedrillt auf 15 und 20 cm Reihenabstand. Erstere Entfernung ist die richtige, die letztere für die Verhältnisse zu groß. Anfang Juli ist überall Lagerung eingetreten, auch bei dem weiten Stande. Die Vorgänge sind ähnlich den sub 1 beschriebenen. Die Verschiebung der Wurzelstöcke in der erweichten Erde, das gegenseitige Umwerfen der Pflanzen und ganzer Reihen derselben hat einen sehr bedeutenden Antheil an der Verbreitung des Lagerns. Die Randpflanzen zeigen sich auf diesem mehr mageren Boden entschieden an Steifheit bevorzugt. Die große Biegsamkeit der unteren Halmglieder wie beim Hafer war hier nirgends zu erkennen, selbst stark hin und her bewegte Randhalme kehrten in die vertikale Lage zurück, die Biegungen entstehen auch höher am Halme; manche Randpflanzen lagen allerdings, aber meist in Folge des Umdrückens durch auf sie gefallene innere Pflanzen, seltener, indem die Halme in dem erweichten Boden einfach umgeworfen waren.

7. Winterweizen (Square head), gedrillt auf 13 cm Reihenabstand. Boden kräftig, Nachdüngung mit Chilisalpeter. Dieser Weizen wächst außerordentlich kräftig, die Halme sind aber trotz der Ueppigkeit sehr steif, vor oder nach dem Schossen bis zur Erde niedergedrückt, schnellen sie sofort wieder in die Höhe. Das Feld ist das einzige in der ganzen Umgegend, wo das Getreide nicht zur Lagerung kam, trotz Salpeterdüngung und der vielen Regen. Nur zeigte sich mit Beendigung des Schossens an einzelnen besonders tüppigen Stellen, auch wenn sie am Feldrande lagen, immerhin Neigung zur Lagerung, indem sich die üppigen Büschel seitwärts legten, aber an den Nachbarn genügenden Halt fanden. Die unteren Internodien solcher Pflanzen erwiesen sich als ziemlich biegsam, nicht aber jene der steifen Nachbarhalme. Uebrigens ging aber das Umlegen nicht vom untern, sondern vom oberen Halmtheil aus. Es

ist höchst bemerkenswerth, daß sich in dem betreffenden Jahrgang ein üppiger und trotzdem so gut wie nicht sich legender Getreidebestand einzig und allein durch den Anbau einer Sorte erzielen ließ, welcher Steifhalmigkeit als eigenthümliches Merkmal zugehört.

8. Gerste auf einem mageren Felde. Obgleich der Stand weder zu dicht noch üppig ist, tritt doch sehr frühzeitig Lagerung ein, weil zur Zeit der Entwicklung des 1. und 2. Internodiums recht feuchte Witterung herrschte, die Pflanzen rasch in die Höhe wuchsen, so daß die dünnen, sehr dehnbaren, weichen Internodien nicht im Stande waren, die geringe Last aufrecht zu halten. Ob Lagerung eintritt oder nicht, hängt nicht allein von Standdichte und Ueppigkeit ab, sondern auch davon, ob eine bestimmte Witterung namentlich zu der Zeit eintritt, wo die Ausbildung der unteren Halmtheile vor sich geht. Hätte die reichliche Feuchtigkeitszufuhr später stattgefunden, so wäre diese Gerste sicher nicht gelagert, indem die ersten Internodien kürzer und fester geworden wären und Zeit gehabt hätten, im Verhältniß zur Zunahme der aufrecht zu haltenden Last zu erstarken.

9. Gerste auf einem kräftigen Felde. Die inneren Pflanzen sind meist gelagert, die unteren Internodien an ausgewachsenen Pflanzen sehr biegsam, bei den dickeren Halmen weniger als bei den dünneren. Hier interessirt hauptsächlich das Verhalten der Randpflanzen auf der Ostseite des Feldes. Wie die ganze Lagerung hauptsächlich von West nach Ost geht, sind auch die Randpflanzen mit der Basis vom Winde weggeneigt, entweder schräg, oder das 1. und 2. Internodium bilden einen gemeinsamen oder jedes für sich einen Bogen, der vordere Theil des Halmes steht aufrecht. Die genannten Krümmungen sind nicht die Folge des Umdrückens durch die inneren Halme, sondern der Winddruck genöthigte hiezu in Folge der Dehnbarkeit der unteren Internodien. Bei vorsichtigem Vorgehen läßt sich an den ausgewachsenen Pflanzen die Biegung leicht so weit treiben, daß die Halme horizontal, dicht an die Erde zu stehen kommen.

10. Gerste, die Pflanzen isolirt im Garten erzogen. Trotz der guten Beleuchtung kam bei den vielen Niederschlägen und der dadurch bewirkten Ueppigkeit und Geilheit der Halmbildung bei der Mehrzahl der Erstlingshalme keine solche Steifheit der unteren Internodien zu Stande, daß dieselben dem Winddrucke, der noch dazu bloß von der

weniger gefährlichen Südseite Zutritt hatte, hätten Widerstand leisten können. Die Halme standen zwar aufrecht, die unteren Theile aber schräg, das 2., 3., theilweise auch das 4. Internodium machten je für sich einen nach Norden geöffneten Bogen. Die kürzeren, weniger üppig wachsenden, jüngeren Sprosse blieben gerade, ebenso ein Theil der Erstlingshalme. Dieser Unterschied gegenüber der Mehrzahl der Erstlingshalme mag damit zusammenhängen, daß dieselben zu verschiedener Zeit, bei verschiedenen Feuchtigkeits- und Windverhältnissen, geschoßt haben.

Bei den ebenfalls in gleicher Lage erzeugten Haferpflanzen blieben die Halme zu Folge ihrer an sich größeren Steifheit gegenüber der Gerste gerade.

Das Hauptergebniß der Spezialbeobachtungen ist, daß in feuchten Jahrgängen als direkte Folge der reichlichen Feuchtigkeit in Luft und Boden die Entstehung genügender Halmsteifheit mehr oder weniger verhindert wird, und daß dieser Umstand es ist, der bei der in solchen Jahrgängen erfahrungsgemäß besonders ausgiebigen Lagerung wesentlich mitbetheiligt ist. Je reicher die Nahrungszufuhr, um so mehr kann sich diese Wirkung der Feuchtigkeit bemerkbar machen. Die Bedeutung des Lichteinflusses für die Halmsteifheit wird in keiner Weise in Abrede gestellt, sondern nur betont, daß dies nicht der einzige Faktor ist, welcher über Eintritt oder Unterbleiben der Lagerung entscheidet. In den oben beschriebenen Fällen genügte sogar völlig freier Stand nicht, um den Halmen gehörige Steifheit zu verschaffen.

Außerdem hat sich gezeigt, daß bei der Ausgiebigkeit, mit der das Lagern eintritt, noch verschiedene begleitende Umstände betheiligt sind, namentlich die gegenseitige Einwirkung der Pflanzen eines Bestandes und die verminderte Standfestigkeit in dem erweichten Boden. Handelt es sich auch nur um begleitende Umstände, so sind dieselben gleichwohl für die praktische Beurtheilung von großer Wichtigkeit, indem auf diesem Wege unter Umständen der durch Lagerung bewirkte Schaden ganz bedeutend gesteigert werden kann.

Schließlich sei hervorgehoben, daß bei gewissen Witterungsverhältnissen die vorbeugenden Kulturmaßregeln, ebenso Schröpfen und Walzen mehr oder weniger im Stiche lassen, höchstens nur in beschränktem Grade wirksam sein können. Schröpfen und Walzen schließt sich in manchen derartigen Fällen schon dadurch aus, daß die Saaten vorher überhaupt

keine Anzeichen drohender Lagerung, weder nach Standdichte noch Ueppigkeit, an sich tragen, so daß man auch keine Veranlassung hat, zu den genannten Maßregeln zu greifen. Als einziges sicheres Vorbeugungsmittel hat sich der Anbau solcher Getreide gezeigt, welchen als Sortenmerkmal gehörige Halmsteifheit zukommt. Trotz einer ziemlich dichten, für normale Verhältnisse berechneten Saat und trotz großer Ueppigkeit unterblieb die Lagerung beim Squareheadweizen, und gab derselbe einen sehr hohen Ertrag an vollkommenen Körnern.

Neue Litteratur.

H. Clausen. Beiträge zur Kenntniß der Athmung der Gewächse und des pflanzlichen Stoffwechsels. Landw. Jahrbücher. Bd. XIX. H. 5/6. S. 893 bis 930. (Auszügliche Mittheilung von *W. Detmer* in den Berichten der deutsch. bot. Ges. Bd. VIII. H. 8. S. 226—230.)

I. Einfluß der Temperaturverhältnisse auf die Pflanzenathmung.

Aus den Versuchen mit 4—5 Tage alten Keimlingen von Weizen und Lupinen, dann den von allen chlorophyllhaltigen Theilen befreiten Blüten von *Syringa chinensis* ergeben sich folgende Sätze:

1. Das Temperaturminimum für die Athmung liegt nicht bei 0°, sondern einige Grade tiefer, indem bei 0° bereits eine erhebliche Kohlensäureproduktion stattfindet.

2. Mit steigender Temperatur nimmt die Athmungsintensität zu, aber nicht proportional der Temperatur, sondern bis zu einem bestimmten Wärmegrade, der Temperatur des Zuwachsmaximums der Kohlensäureproduktion, in stärkerem Verhältniß.

3. Späterhin ist der Zuwachs der Kohlensäureentwicklung etwas geringer, bis endlich bei Temperaturen über 40° C keine Steigerung der Kohlensäureentwicklung mehr stattfindet. Bei sämtlichen 3 Versuchsobjekten liegt das Temperaturoptimum für den Athmungsprozeß bei 40°.

4. Ein Temperaturmaximum für die Athmungsintensität läßt sich schwer genau bestimmen, weil bei hohen Temperaturen nicht alle Zellen bei demselben Wärmegrad absterben. Das Temperaturmaximum dürfte aber für *Lupinus* bei etwa 50°, *Triticum* 45°, *Syringablüthen* bei etwa 50° C liegen.

5. Die Ansicht, daß das Temperaturoptimum der Athmung unmittelbar unter derjenigen Temperatur liegt, bei welcher das Pflanzenleben erlischt, ist nicht richtig, indem die hohe Temperatur bereits vor dem Absterben eine Depression der Athmung ausübt.

6. Bei *Triticum* vermehrt sich der Zuwachs der Kohlensäureproduktion ziemlich gleichmäßig bis zur Temperatur von 25°, um von da an ebenso regelmäßig wieder abzunehmen. Für *Lupinus* liegt das Zuwachsmaximum bei 30°, für *Syringa* bei 35°, die Temperatur für das Zuwachsmaximum für die Athmung fällt nahe zusammen mit dem Temperaturoptimum des Wachstums.

7. In Bezug auf die spezifische Athmungsenergie, namentlich bei höheren Temperaturen, zeigen die Versuchsobjekte ein ziemlich ungleiches Verhalten. Die Athmungsenergie der Blüten ist am größten, jene der Lupinen-Keimlinge am geringsten.

II. Kohlensäureproduktion getödteter Pflanzen.

In Uebereinstimmung mit anderweitigen Versuchen ergab sich, daß durch Erhitzen getödtete Pflanzentheile keine Kohlensäure abgeben.

III. Eiweißersetzung in Pflanzenzellen bei Ausschluß des Sauerstoffs.

Nach Versuchen mit 7 Tage alten, im Dunkeln, bei Abwesenheit freien Sauerstoffs erzogenen Lupinenkeimlingen ergab sich:

1. Die Eiweißstoffe des Protoplasmas zerfallen im sauerstofffreien Raum ganz wie bei Sauerstoffzutritt in Säureamide und Amidosäuren.

2. Das Verhältniß, in welchem die genannten Stoffgruppen entstehen, ist ein verschiedenes, wofür die Ursachen nicht bekannt sind.

3. Der Eiweißzerfall im sauerstofffreien Raum berechtigt zu dem Schlusse, daß nicht nur der normalen, sondern auch der intramolekularen Athmung eine Dissoziation der lebenden Eiweißmoleküle des Protoplasmas in stickstoffhaltige und stickstofffreie Körper vorausgeht. Letztere liefern in allen Fällen das Athmungsmaterial.

4. Lupinenpflanzen, welche 24 Stunden im sauerstofffreien Raum verweilen und ihre Lebensthätigkeit bewahren, enthalten nach Abschluß des Versuchs ebensoviel Stickstoff wie vorher. Dagegen tritt Stickstoffverlust ein, wenn nach dreitägigem Aufenthalt im sauerstofffreien Raum Fäulnißerscheinungen entstanden sind.

C. K.

A. Pagnoul. Der Einfluß der Blätter und des Lichtes auf die Entwicklung der Knollen bei der Kartoffel. *Compt. rend. T. CX. 1890. p. 471.* — *Biedermann's Zentralblatt für Agrikulturchemie. 1890. S. 482.*

Die Versuche¹⁾ wurden in sechs Steinguttöpfen angestellt, von denen jeder etwa 30 kg Boden faßte, welcher vor dem Einfüllen sorgfältigst gemischt worden war. Als Saatgut dienten sechs möglichst gleiche Kartoffelknollen (*Richter's Imperator*), von denen in jedes Gefäß am 29. April eine gepflanzt wurde. Am 28. Mai zeigten die Pflanzen einen guten und gleichmäßigen Stand; drei derselben benutzte Verf. zu dem Versuche über den Einfluß der Blätter auf die Entwicklung der Knollen, und zwar wurde Nr. 1 vollständig entblättert (innerhalb des

¹⁾ Vergl. die früheren Untersuchungen des Verf. über den Einfluß des Lichtes auf das Wachstum der Rüben und Kartoffeln. Diese Zeitschrift. Bd. V. 1882. S. 496.

Juni und Anfang Juli), Nr. 2 zur Hälfte, Nr. 3 blieb unberührt. Bei der Ernte am 17. September waren Nr. 2 und 3 fast vollkommen welk, Nr. 1 dagegen noch grün und mit kleinen Blättchen besetzt, welche sich nach der Entfernung der ersten Blätter gebildet hatten. Die Zahl und das Gewicht der geernteten Knollen war folgendes:

	Zahl	Gewicht
Nr. 1 entblättert	14	610 gr
» 2 halb entblättert	13	960 »
» 3 nicht entblättert	14	1000 »

An den Wurzeln (?) von Nr. 1 fanden sich zahlreiche kleine Knollen von Erbsen- bis Nußgröße (in dem oben angegebenen Gewichte nicht eingerechnet); das Entblättern hatte die Entwicklung der ersten Knollen hintangehalten, und darauf war eine neue Vegetationsthätigkeit unter gleichzeitiger Bildung von neuen Blättern und neuen Knollen eingetreten.

Die drei übrigen Pflanzen wurden am 28. Mai mit Glasglocken überdeckt und zwar bei Nr. 4 von farblosem, bei Nr. 5 von violetter, bei Nr. 6 von schwarzem Glase. Um die Entwicklung der Pflanzen nicht zu verhindern, wurden die Glocken allmählich gehoben, so daß die Pflanzen nicht vollkommen der Einwirkung des direkten Lichtes entzogen wurden. Die Ausbildung der oberirdischen wie unterirdischen Pflanze war stark verändert. Die Ernte am 17. September lieferte folgendes Ergebnis:

	Zahl der Knollen	Gewicht	Trocken- substanz
Nr. 4 unter farblosem Glas	14	610 gr	27,68%
» 5 » violetter »	5	420 »	22,28 »
» 6 » schwarzem »	3	210 »	20,94 »

Die Temperatur unter den Glocken und die Berieselung der Pflanzen war bei den drei Gefäßen dieselbe.

Die Versuche lieferten somit ein ähnliches Ergebnis wie die vom Verf. mit Rüben in den Jahren 1879 und 1880 angestellten. Er erblickt in denselben einen neuen Beweis für die Richtigkeit der auch von *Girard* in seinem Werke über die Kartoffel¹⁾ in Betreff der Bildung von Stärke aus Saccharose ausgesprochenen Hypothese, der zu Folge der Entstehungsort der letztgenannten in den Blättern zu suchen ist.

E. Mer. Ueber den Einfluß des Lichtens auf das Dickenwachsthum der Tannen. Bull. de la soc. bot. de France. 1889. Sér. 2. T. XI. p. 412. — Naturw. Rundschau. 1890. Nr. 20. S. 260.

Es ist bekannt, daß man zur Beförderung der Entwicklung von Waldungen in regelmäßigen Zwischenräumen eine gewisse Anzahl von Bäumen entfernt, Verf. hat nun untersucht, welchen Einfluß diese Operation auf das Wachsthum der zurückgelassenen Stämme ausübt, und über diese Untersuchungen an oben genannter Stelle einige Mittheilungen gemacht, denen Folgendes zu entnehmen ist.

¹⁾ *Aimé Girard*. Recherches sur la culture de la pomme de terre industrielle. Paris. 1889. Gauthier-Villars et fils.

Die Beobachtungen wurden in einem Tannenwald der Vogesen angestellt. Als Untersuchungsobjekte dienten Bäume von etwa 60 Jahren, welche einen Theil eines gegen Süden gekehrten Massivs mit steilem Abfall bildeten. Dieses Massiv, von gedrängtem Bestande, war 1873 zum ersten Male gelichtet worden; man hatte sich darauf beschränkt, diejenigen Stämme, deren Gipfel von benachbarten Bäumen überdeckt waren, zu entfernen.

Verf. erhielt folgende Ergebnisse:

1. Die Lichtungen begünstigen die Verlängerung der stehen gebliebenen Bäume ebensowohl wie das Dickenwachsthum ihrer Stämme. Diese doppelte Wirkung scheint auf dem Nahrungszuschuß zu beruhen, der ihnen durch die Unterdrückung der benachbarten Bäume zu Theil wird, vielleicht in Folge einer wirksameren Nitrifikation in dem jetzt mehr als früher durchlüfteten Erdboden (? D. H.). Die Lichtungen rufen also nicht bloß, wie man glaubte, eine Aenderung in der Vertheilung des Holzstoffes, sondern auch eine reichlichere Erzeugung von Holz hervor.

2. An der Basis des Stammes ist die Dickenzunahme am merklichsten. Von da nimmt sie in unregelmäßiger Weise ab, doch läßt sie sich noch bis zu einer Höhe von 8 bis 12 m konstatiren. Die konische Gestalt der Bäume wird also durch diese Operation verstärkt.

3. Das Dickenzuwachsverhältniß, d. h. das Verhältniß zwischen dem mittleren jährlichen Dickenzuwachs der acht dem Lichten folgenden Jahre zu demjenigen der acht vorangegangenen Jahre, ist von dem ersten der Operation folgenden Jahre an größer als die Einheit; darauf steigt es, erreicht aber seinen Maximalwerth erst vier bis fünf Jahre später. Es bleibt stationär während eines etwa gleichen Zeitraumes, vermindert sich darauf und nähert sich nach 12 bis 15 Jahren der Einheit.

Das Höhenwachsthum, d. h. das Verhältniß zwischen der jährlichen mittleren Höhenzunahme der dem Lichten folgenden vier Jahre zu demjenigen der vorausgegangenen vier Jahre zeigt einen unregelmäßigen Gang, ist aber im Allgemeinen größer als die Einheit, wenn man genügend kurze Perioden vor und nach der Operation betrachtet.

4. Die Vermehrung des Dickenzuwachses dauert um so länger an, je stärker sie im Anfang gewesen ist. Ebenso verläßt sie, wenn sie in den ersten Jahren schwach gewesen ist, sehr schnell die oberen Regionen des Stammes, um sich in den unteren Partteen geltend zu machen.

5. Das Dickenzuwachsverhältniß variirt mit der Entfernung, welche die abgeschlagenen Bäume von den stehengebliebenen trennte. Es ist, unter sonst gleichen Bedingungen, um so größer, je geringer diese Entfernung war. Außerdem steigt dasselbe mit der Lebhaftigkeit des Wachsthums sowohl der entfernten, als der zurückgebliebenen Bäume. Wenn der kräftig vegetirende Baum ein exzentrisches Mark hat, so kommt es häufig vor, daß die Zuwachsvergrößerung da am stärksten ist, wo die Jahresringe am breitesten sind. Dadurch wird die Exzentrizität des Markes noch auffallender. Die Lichtungen können also die Gestalt des Baumes nicht nur in longitudinaler, sondern auch in transversaler Richtung verändern.

Im Allgemeinen wird das Dickenzuwachsverhältniß nur wenig höher in den Fällen, wo die kambiale Thätigkeit vor der Lichtung sehr schwach war. Dieses Ergebnis muß auf die Trägheit des Kambiums zurückgeführt werden. Es scheint, daß das Kambium, wenn seine Thätigkeit während mehrerer Jahre sich sehr verlangsamt hat, nur sehr schwer seine frühere Aktivität wieder erlangen kann. Daher haben auch die Lichtungen nur einen sehr geringen oder gar keinen Einfluß auf das Wachsthum trüg vegetirender Bäume. Diesen Punkt darf die Praxis nicht aus dem Auge verlieren, denn er beweist, wie nothwendig es ist, die Bäume beständig in kräftigem Wachsthum zu halten, damit sie von dem Lichten Nutzen haben.

Eine zweite Lichtung, welche einige Jahre nach der ersten ausgeführt wurde, hatte ein entsprechendes Ergebnis. Die sukzessiven Lichtungen scheinen also in ihren Wirkungen von einander unabhängig zu sein.

H. Jumelle. Ueber die Chlorophyll-Assimilation der Bäume mit rothen Blättern. Compt. rend. T. CXI. 1890. p. 380. — Botan. Zentralblatt. Von O. Uhlworm. Bd. XLIV. 1890. Nr. 7. S. 226.

Verf. untersuchte, wie sich das Chlorophyll bei solchen Blättern bezw. bei der Assimilation verhalte, bei denen es durch einen besonderen Farbstoff verdeckt wird.

Zunächst experimentirte er bei der Blutbuche (*Fagus silvatica* var. *purpurea*). Zwei zweijährige Bäume von möglichst gleichem Aussehen, der eine mit grünen, der andere mit rothen Blättern, auf einem und demselben Boden und unter den gleichen Beleuchtungsverhältnissen emporgewachsen, wurden am Boden abgeschnitten und unter hermetisch verschlossenen, mit Kalk weiß getünchten Glocken von gleicher Kapazität der Sonne ausgesetzt. Die Luft in jeder dieser Glocken wurde vor und nach dem Versuche analysirt; sie enthielt in beiden Fällen 3,5% Kohlensäure. Als Vergleichsobjekt diente das Trockengewicht der bei 100° im Trockenschrank getrockneten Blätter. Nach dreistündiger Beleuchtung waren nun in der Glocke mit der Blutbuche auf das gleiche Trockengewicht 13,0 Kohlensäure durch das gleiche Volumen Sauerstoff ersetzt worden, während in der Glocke mit der grünblättrigen Buche 18,3 ccm CO₂ durch 17,0 ccm O ersetzt worden waren.

Die Assimilation muß also bei den Blättern der grünen Buche weit intensiver gewesen sein als bei denen der Blutbuche. Der Versuch wurde mit den Aesten einer anderen Buchenvarietät wiederholt, nämlich mit denen von *Fagus silvatica* var. *cuprea*, wo das Chlorophyll noch mehr wie bei der Blutbuche vom Farbstoff verdeckt wird. Nach vierstündiger Belichtung waren innerhalb der Glocken, welche 6,5% CO₂ enthielten, von den grünen Blättern, welche 0,880 Trockensubstanz ergaben, 30 ccm CO₂ zersetzt worden, während die kupferrothen mit 2,40 Trockensubstanz nur 11 ccm, auf das gleiche Gewicht also nur 5,2 ccm oder ein sechsmal geringeres Volumen zersetzt hatten.

Beim Vergleich der grünen Blätter von *Betula alba* mit den rothen der *B. alba* var. *foliis purpureis* ergab sich, daß die ersteren bei einem gewissen Trockengewicht 12,6 ccm, die letzteren bei demselben Trockengewicht um 4,6 ccm, also

dreimal weniger zersetzt hatten. Ein ähnliches Ergebnis lieferten Versuche mit der grünblättrigen Stammform vom gemeinen Ahorn (*Acer Pseudo-Platanus*) und seiner rothblättrigen Varietät (*A. Pseudo-Plat. var. purpurea*). In einer Stunde hatte der erste bei diffusum, schwachem Lichte in einer 5% kohlenensäurehaltigen Atmosphäre auf 1 gr Trockengewicht 5,6 ccm CO_2 , der letztere aber in gleicher Zeit und unter gleichen Bedingungen nur 0,8 ccm zersetzt. Die desoxydirende Thätigkeit der grünen Blätter erwies sich also bereits stärker als die der rothen. Endlich zersetzten die grünen Blätter von *Prunus domestica*, auf 1 gr Trockensubstanz berechnet, in drei Stunden 17,9 ccm Kohlensäure, die rothen von P. *Pissardi* nur 14 ccm. Demnach ist die Assimilation bei den Bäumen mit rothen oder kupferfarbigen Blättern geringer als bei denen mit grünen Blättern. Die Verschiedenheit der Assimilation kann ziemlich groß sein. Die kupferfarbige Buche und der purpurrothe Ahorn assimiliren unter gleichen Bedingungen sechsmal weniger als die grünen Stammformen. In dieser schwächeren Assimilation liegt auch der Grund für die bekannte Thatsache, daß die Bäume mit rothen Blättern langsamer als die mit normalen Blättern wachsen.

A. F. W. Schimper. Ueber Schutzmittel des Laubes gegen Transpiration, besonders in der Flora Javas. Sitzungsber. d. k. pr. Akad. d. Wissensch. in Berlin. 1890. S. 1045. — Naturw. Rundschau. 1890. Nr. 50. S. 643.

Schutzmittel gegen Transpiration waren bisher, abgesehen von einigen durch Klimaänderungen zu erklärenden Fällen, nur von solchen Pflanzen bekannt, welche trockene Standorte bewohnen und sich daher vor zu großer Verdunstung schützen müssen (Xerophyten). Die in vorliegender Mittheilung zusammengestellten Beobachtungen, welche später in ausführlicheren, mit Abbildungen versehenen Schriften behandelt werden sollen, haben nun aber zu dem merkwürdigen Ergebnis geführt, daß für die Entwicklung von Einrichtungen, die zur Verminderung der Transpiration dienen, noch andere Ursachen als Trockenheit des Standortes maßgebend sein können. Man findet nämlich solche Schutzmittel ganz allgemein auch bei den Strandpflanzen (Halophyten), den alpinen Gewächsen und, in den kälteren gemäßigten Zonen, bei den immergrünen Holzpflanzen. Die beiden ersteren Fälle, welche Verf. in Java näher studiren konnte, finden in der vorliegenden Mittheilung eine etwas eingehendere Behandlung als die zu der dritten Gruppe gehörigen Fälle, bezüglich deren sich Verf. auf eine kurze Zusammenstellung beschränkt.

1. Strandpflanzen. Es ist bereits bekannt, daß konzentrierte Salzlösungen (0,5%) die Transpiration beeinträchtigen und daß diese hemmende Wirkung mit der Konzentration steigt. Dies wird nach *Pfeffer* dadurch erklärlich, daß eine zu hohe Konzentration ebenso wie ein relativ wasserarmer Boden die Wasserver-sorgung der Pflanze erschwert.

Bei den Versuchen des Verf. stellte sich nun außerdem heraus, daß konzentrierte Salzlösungen, die von der Pflanze sonst gut ertragen werden, die Assimilation des Kohlenstoffs ganz verhindern oder stark einschränken, so daß die Pflanze keine oder fast keine Stärke oder Glykose erzeugt. Die kräftigste Wirkung wurde mit dem Kochsalz erzielt. Maispflanzen wurden in einer normalen Nähr-

lösung mit und ohne Zusatz von 0,5% Kochsalz kultivirt. Die ersteren entwickelten sich nicht mehr als in destillirtem Wasser, blieben aber während der zweimonatlichen Dauer des Versuchs völlig gesund; die Pflanzen, welche in der gleichen Lösung, aber ohne Kochsalz kultivirt waren, erreichten mächtige Dimensionen. Die Untersuchung ergab, daß die Kochsalzpflanzen weder Stärke noch Glykose enthielten, während die normal gewachsenen Pflanzen von beiden Stoffen strotzten. Ein ähnlicher, aber weniger ausgesprochener Unterschied zeigte sich bei Maispflanzen, die mit den gleichen Nährsalzen im gleichen Verhältniß, aber in ungleicher Konzentration der Lösung kultivirt wurden.

Die gleichen Ergebnisse wurden bei einer Reihe anderer Pflanzen gewonnen. Verf. zieht aus diesen Befunden den Schluß, daß für die Halophyten der Besitz von Schutzmitteln gegen Transpiration eine Lebensbedingung sei, und zwar 1) wegen der in Folge des hohen Salzgehaltes des Substrates erschwerten Wasserversorgung, 2) weil konzentriertere Salzlösungen in den grünen Zellen die Assimilation verhindern, 3) weil noch konzentriertere Lösungen den Tod der Organe herbeiführen.

In der That werden überall bei den Strandpflanzen Schutzmittel gegen Transpiration angetroffen.

Die Strandvegetation gliedert sich in Java in vier Formationen, die Verf. etwa folgendermaßen charakterisirt: 1) die Mangrove-Formation bewächst den Strand im Bereiche der Fluthbewegung; 2) die Nipa-Formation, durch das massenhafte Auftreten einer stammlosen Palme, *Nipa fruticosa*, ausgezeichnet, vertritt die Mangrove da, wo das Wasser wenig salzig ist; 3) zur Katappa-Formation gehören die Wälder, die außerhalb des Bereiches der Fluth auf dem Strande wachsen. (Charakterisirt durch *Terminalia Katappa*, *Casuaria equisetiformis*, *Cycas circinalis*, *Pandanus*); 4) die Pescaprae-Formation (benannt nach *Ipomoea Pescaprae*) schließt sich eng unseren Strandformationen an. Vereinzelte Bäume und Sträucher, namentlich aber kriechende Kräuter, aus verschiedenen Familien (Gramineen, Leguminosen, Convolvulaceen) bedecken nur unvollkommen den sandigen Boden.

Sämmtliche Strandgewächse, mit Ausnahme der auf Dünen wachsenden Pescaprae-Formation, wurzeln in einem nassen Substrat. Nichtsdestoweniger ist ihr Charakter ausgesprochen xerophil, und zwar namentlich in der Mangrove, wo das Substrat zwar stets naß, aber auch am salzreichsten ist. Aeußerlich tritt der xerophile Charakter in der Dicke und fleischigen Beschaffenheit der Blätter, in starker Reduktion der transpirirenden Oberfläche, in reichlicher Behaarung, in aufrechter Stellung isolateraler gebildeter Blätter und in anderen Eigenschaften hervor. Deutlicher noch zeigt er sich in der anatomischen Struktur: Dickwandigkeit, stark kutikularisirte Oberhaut, tief eingesenkte Spaltöffnungen, reichlich entwickeltes Wassergewebe u. s. w.

In Buitenzorg, wo mehrere Strandgewächse im gewöhnlichen Boden kultivirt werden, tritt ihr xerophiler Charakter auffällig zurück. Die Blätter von *Sonneratia acida* z. B., eines Mangrove-Baumes, sind nicht mehr isolateral, sondern bifacial, weil dünner als in der Mangrove, die Spaltöffnungen sind nicht mehr eingesenkt, die Epidermis ist weniger dickwandig, schwächer kutikularisirt u. s. w.

2) Die alpine Flora Javas. An den hohen Vulkanen Javas ist der Boden bis zu einer Höhe von 4000 bis 5000 Fuß sehr kultivirt. Weiter hinauf über-

ziehen ausgedehnte Waldflächen die Flanken der Berge. Etwas höher kommen wir an die untere Grenze der Nebelregion, wo Regen täglich in großer Menge fällt. Hier zeigt sich überall im Vergleich mit den Gewächsen unserer Wälder schwächere Entwicklung des Holzes und der Wurzeln und mächtigere Ausbildung des Laubes. Die Bäume sind schlank und locker verzweigt. Stämme und Aeste sind ganz von Epiphyten bedeckt. Hat man die obere Grenze der Nebelregion überschritten, so tritt man in kurzer Zeit aus einer ausgeprägt hygrophilen Vegetation in eine solche von ebenso ausgesprochen xerophilem Charakter. Die Bäume sind oberhalb der Nebelregion niedrig und massiv, die Holzbildung ist stark, das Laub tritt zurück, Stämme und Aeste sind knorrig, unregelmäßig gewunden, wie beim Krummholz unserer Alpen, wie bei *Juniperus phoenicea* in den trockenen Thälern des Atlas, wie bei zahlreichen Holzgewächsen auf dem Strande tropischer Länder. Arten von *Rhododendron* und *Agapetes*, die bisher nur als Epiphyten auf Bäumen wuchsen, geben die atmosphärische Lebensweise auf und wachsen massenhaft auf dem Boden. Auf den Baumästen sind beinahe nur noch Moose und Flechten vorhanden. Aus diesen Wäldern gelangt man schließlich in niedere, holzreiche Gebüsche, die mit kleinen Matten zusammen die Gipfel überziehen.

Diese letztere Formation, die man als diejenige der alpinen Savanne bezeichnen kann, und die sich bei etwa 8000 Fuß einstellt, weicht in ihrem physiognomischen Charakter noch mehr von der tieferen ab als die alpine Region unserer Hochgebirge von den Waldregionen, und doch ist auf jenen Gipfeln Javas der Schnee unbekannt, die Temperatur für die Vegetation das ganze Jahr hindurch günstig; höchstens kommen hier und da leichte Nachfröste vor. Nicht der niederen Temperatur verdankt diese alpine Flora ihr höchst eigenartiges Gepräge, sondern den Schutzmitteln gegen Transpiration. Man glaubt sich beinahe in die *Maquis* der Mittelmeerländer versetzt. Wie in diesen ist der Habitus von Arten aus ganz verschiedenen Familien ein gleichartiger. Die Blätter sind klein, lederartig, aufrecht, zuweilen dicht wollig behaart; Stämme und Aeste sind relativ stark entwickelt, dicht und unregelmäßig oder schirmartig verzweigt. Was die systematische Zusammensetzung der Formation betrifft, so sei an dieser Stelle nur erwähnt, daß *Ericaceen* das vorherrschende Element bilden; sie gehören den Gattungen *Agapetes*, *Gaultheria* und *Rhododendron* an. Unter den übrigen Holzgewächsen fallen durch ihre Häufigkeit und ihren eigenthümlichen Habitus besonders auf die wollig behaarte *Antennaria japonica* und die schirmförmigen Bäumchen von *Leptospermum javanicum*.

Der xerophile Charakter der alpinen Flora Javas kommt nicht bloß im physiognomischen Gesamtcharakter der Vegetation, im Vorkommen australischer Formen, in dem beinahe gänzlichen Fehlen der atmosphärischen Phanerogamen und der Lianen, im Austausch mit der Strandflora, im Auftreten sonst epiphytischer Arten als Bodenpflanzen zum Ausdruck, sondern ist auch in auffallender Weise in der anatomischen Struktur ausgeprägt. Beinahe alle Schutzmittel, die wir für andere Fälle kennen, kommen auch hier zur Verwendung, am wenigsten jedoch Wassergewebe . . . Das gewöhnlichste Schutzmittel ist starke Verdickung und Kutikularisierung der Außenwand der Epidermis. Dieselben Arten, in tieferen Regionen kultivirt, verlieren sowohl in ihrem Gesamtcharakter als auch im anatomischen Bau den xerophilen Charakter beinahe vollständig.

Die Eigenthümlichkeiten der alpinen Flora unserer Gebirge, wie die Krummholzbildung, die Dickblättrigkeit, die Behaarung u. s. w., sind bisher immer als Anpassungen an die niedrige Wintertemperatur und an den Druck des Schnees aufgefaßt worden. Sie kehren aber auf Java in ganz ähnlicher Weise wieder bei einer nahezu konstanten Temperatur. „Ich trage daher kein Bedenken, die Eigenthümlichkeiten der europäischen Hochgebirgsflora ebenso wie diejenigen der javanischen auf die durch Luftverdünnung und starke Insolation bedingte größere Transpiration und die dadurch erschwerte Wasserversorgung zurückzuführen.“

Auf die habituelle Aehnlichkeit zwischen alpinen Gewächsen und Halophyten ist schon von verschiedenen Seiten aufmerksam gemacht worden. Auch auf Java ist eine solche Analogie zu beobachten. Manche Bäume der Katappa- und Mangrove-Formation ahmen in ihrer Gestalt die Formen des Krummholzes nach, *Didonaea viscosa*, eine der gewöhnlichsten Strandpflanzen Javas, erscheint in Ostjava plötzlich wieder oberhalb 6000 Fuß etc. Sehr bemerkenswerth ist es auch, daß die Flora der auf den javanischen Vulkanen häufigen Fumarolen oder Solfataren, selbst innerhalb der Nebelregion, in ihrem Habitus ganz ausgesprochen xerophil ist. Wie in der alpinen Region gedeihen auch in der Umgebung der Solfataren die sonst auf Stämmen und Aesten der Bäume wachsenden Arten auf dem Boden, und dazwischen treten rein alpine Formen auf, die sonst erst oberhalb 8000 Fuß vorkommen. Auch hier macht offenbar die chemische Beschaffenheit des Substrates Schutzmittel gegen Transpiration zur Lebensbedingung. Die dampfenden Quellen enthalten Chloride, vorwiegend aber Sulfate, welche die Transpiration beeinflussen und deren Anhäufung in den Blättern schädlich wirken würde.

3. Die immergrünen Holzpflanzen in Ländern der gemäßigten Zone. Viele tropische Holzgewächse werfen bei Eintritt der trockenen Jahreszeit in Gegenden, wo dieselbe sehr ausgesprochen ist, ihr Laub ab. Auch der herbstliche Laubfall in unseren Gegenden stellt nach Ansicht des Verf. ein Schutzmittel gegen Wasserverlust dar, denn die meisten Bäume wären nicht im Stande, den durch Transpiration bewirkten Wasserverlust zu decken, namentlich wenn das Laub durch die Sonne erwärmt, der Boden in ihrem Schatten aber noch gefroren sein würde. Unsere immergrünen Holzgewächse müssen daher, um den Winter zu überdauern, mit ebensolchen Schutzmitteln gegen die Transpiration versehen sein, wie sie diejenigen der Tropen besitzen, um die trockene Jahreszeit ertragen zu können. In der That zeigt die Struktur des Laubes unserer immergrünen Holzgewächse, namentlich der Nadelhölzer, solche Einrichtungen im hohen Grade der Entwicklung. Auch diese Einrichtungen sind bisher stets als Schutzmittel gegen Kälte aufgefaßt worden. Es ist aber klar, daß starke Entwicklung der Pallisadenzellen, welche mit dem Dickerwerden der Blätter verknüpft ist, kein solches Schutzmittel abgeben kann, während die langgestreckte Form der Pallisaden einer raschen Wasserversorgung sehr günstig ist. In gleicher Weise können versenkte Spaltöffnungen und dicke Kutikula höchstens in ganz geringem Grade und sehr kurze Zeit die Temperaturabnahme im Protoplasma verzögern. Die betreffenden Einrichtungen sind daher nicht als Schutzmittel gegen Kälte, sondern als Schutzmittel gegen zu starke Transpiration aufzufassen.

W. Palladin. Transpiration als Ursache der Formänderung etiolirter Pflanzen. Berichte der deutschen botan. Ges. Bd. VIII. H. 10. S. 364—371.

Aehnlich wie seiner Zeit der Referent, sucht der Verf. die Formänderung etiolirter Pflanzen durch die Wechselbeziehungen zwischen Stengel- und Blattwachstum zu erklären. Als maßgebender Prozeß, wenn auch nicht als der einzige, wird die Transpiration ¹⁾ bezeichnet, welche durch das Licht gesteigert wird. Grüne Pflanzen transpiriren im Sonnenlicht fast alles Wasser durch ihre Blätter, diese sind deshalb normal entwickelt, während die Stengel einen gewissen Wassermangel erleiden und deshalb kurze Internodien erhalten. Im Dunkeln aber kommt nicht die Farbe der Blätter, sondern nur die Größe ihrer Oberfläche, sowie jene des Stengels in Betracht. Indem die große Oberfläche des Stengels das Wasser transpirirt, entzieht sie es den Blättern, welche aus Mangel an Wasser unentwickelt bleiben. Fehlt der gestreckte Stengel, z. B. bei Runkelrüben, so können die Blätter im Dunkeln fast so groß werden wie im Lichte. Hat der Stengel, wie bei Schlingpflanzen, auch im Lichte starkes Wachstum, wobei er zunächst sehr kleine Blätter bildet, so zeigt sich kein Unterschied im Wachstum im Lichte und im Dunkeln. Die innere Ausbildung wird im Dunkeln dieselbe wie beim Wachstum im dunstgesättigten Raume. Nur die blauen und violetten Strahlen, welche die größte Transpiration bewirken, hemmen das Wachstum, nicht aber die schwächer brechbaren Strahlen. Auch die tägliche Periodizität des Wachstums kann man als abhängig von der Aenderung der Transpiration ansehen. Pflanzen, welche in einem dampfgesättigten Raume wachsen, haben ebenso geringeren Aschengehalt der Blätter wie etiolirte. Etiolirte Blätter verhalten sich in Bezug auf den Wassergehalt verschieden gegenüber grünen Blättern: Etiolirte Blätter stengelloser Pflanzen sind wasserreicher, jene bestengelter wasserärmer als grüne. Vermindert man die Transpiration des Stengels beim Aufenthalt im Dunkeln (*Vicia Faba*), so entwickeln sich nach einigen Tagen Blätter von normaler Größe. C. K.

A. N. Lundström. Ueber regenauffangende Pflanzen. Botan. Zentralbl. XLIV (1890), Nr. 12. 13; XLV (1891). Nr. 1, 2, 3.

Diese Arbeit ist der Hauptsache nach kritischer Natur („antikritischer Vortrag“) und wendet sich gegen die Bemerkungen und Auffassungen, die *Kny*²⁾ über eine frühere Arbeit des nämlichen Verfassers geäußert hat. Noch mehr aber ist der Verf. veranlaßt, gegen eine Abhandlung von *N. Wille*³⁾ Stellung zu nehmen, dessen Kritik in keiner Hinsicht anerkannt wird. Der Natur der Sache nach läßt die Arbeit keinen Auszug zu, und müssen wir uns begnügen, dieselbe hier namhaft gemacht zu haben. C. K.

¹⁾ Verf. erwähnt, daß bisher noch Niemand die Verminderung der Transpiration als Ursache der Formänderung etiolirter Pflanzen angesehen habe. Dies ist irrtümlich, indem bereits *Vesque* und *Viel* (*Annal. agron.* X. 1884) die Transpiration als bethelligt bei der genannten Formänderung namhaft gemacht haben.

²⁾ Ueber die Anpassung von Pflanzen gemäßigter Klimate an die Aufnahme tropfbarflüssigen Wassers durch oberirdische Organe. Diese Zeitschrift Bd. X. S. 145. Entgegnung *Lundströms*. Botan. Zentralbl. XXVIII. Nr. 10.

³⁾ Kritische Studien über die Anpassungen der Pflanzen an Regen und Thau. *Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen* Bd. IV. H. 3.

J. Böhm. Umkehrung des aufsteigenden Saftstroms. Berichte der deutsch. bot. Ges. Bd. VIII. H. 9. S. 311—313.

Verf. schließt aus seiner Darlegung der Ursachen des Saftsteigens, daß, wenn bei relativ trockenem Boden die saftleitenden Gefäße mit Wasser erfüllt bleiben würden, letzteres aus diesen in den Boden abfließen müßte. Auf solche Umkehrung der Saftbewegung wird die Beobachtung zurückgeführt, daß bewurzelte Strünke der Sonnenblume in wasserarmem Boden an der Schnittfläche sehr viel und mehr Wasser aufnehmen, als das Strunkvolumen beträgt. „Diese Umkehrung des aufsteigenden Stromes ist nur dadurch möglich, daß die Kapillaren des Bodens und der Pflanze ein kontinuierliches System bilden, in welchem unter normalen Verhältnissen das Wasser aus dem Boden in die transpirierenden Organe gehoben wird.“

C. K.

A. Fischer. Ueber den Einfluß der Schwerkraft auf die Schlafbewegungen der Blätter. Botan. Zeitung. XLVIII. 1890. Nr. 42—44.

Nach den Versuchen sind zwei Gruppen von schlafenden Pflanzen zu unterscheiden: Erstens solche, deren definitive Schlafstellung auch in umgekehrter Lage gar keine Aenderung erfährt (autonyktitropische Pflanzen), während allerdings die Bewegungen zur Einnahme der Schlafstellung sich in Folge der neuen Lichtlage, in welche sich die Blätter der umgekehrten Pflanze einstellen, mehr oder weniger ändern müssen. Diesem Verhalten entsprechen die Erfolge der Klinostatversuche, durch welche keine Schwächung der nyktitropischen Bewegungen herbeigeführt wird. Zweitens giebt es Pflanzen, welche in umgekehrter Stellung auch ihre Schlafbewegungen umkehren, bei denen es der einseitigen Wirkung der Schwerkraft bedarf, um auf den Wechsel von Hell und Dunkel durch Schlafbewegungen zu reagieren (geonyktitropische Pflanzen). Bei der Rotation um eine horizontale Achse hören dementsprechend die Bewegungen auch nahezu oder ganz auf. Bei den autonyktitropischen Pflanzen ist die Schlafstellung der Blätter fest orientirt, die durch den Wechsel von hell und dunkel induzirten Spannungszustände bestehen ohne Rücksicht auf die Einwirkung der Schwerkraft fort und sind nur durch andauernde Beleuchtung oder Verdunkelung allmählich zu vernichten, ganz zum Unterschied von der zweiten Gruppe. Uebrigens sind die beiden Gruppen durch Uebergänge verbunden. Zu bemerken ist, daß die untersuchten Pflanzen sämtlich Bewegungsgelenke besitzen und nyktitropische Variationsbewegungen ausführen. Ueber das Verhalten der anderen Pflanzen, deren gelenklose Blätter nur solange Schlafbewegungen ausführen, als sie noch wachsen, ist nichts festgestellt.

Das Ausbleiben der Schlafbewegungen bei den geonyktitropischen Bewegungen bei der Rotation um eine horizontale Achse könnte in doppelter Weise erklärt werden. Einmal könnte man annehmen, daß die Bewegungsgelenke für den Wechsel von hell und dunkel nicht oder nur wenig empfindlich wären, und daß Tag- und Nachtstellung der Blätter auf andere Weise entstünden, nämlich daß die Tagesstellung die fixe Lichtlage wäre, während die Nachtstellung durch geotropische Bewegung erreicht würde, die erst eintreten könne, wenn das die

Stellung der Blätter in erster Linie beherrschende Tageslicht geschwunden ist. Oder es könnte die nyktitropische Sensibilität selbst es sein, welche durch Aufhebung der einseitigen Schwerkraftwirkung geschwächt, schließlich fast vollständig vernichtet wird. Die erste Erklärung ist aus verschiedenen Gründen unzulässig, thatsächlich haben auch die Blätter dieser Gruppe schlafender Pflanzen eine ebenso starke nyktitropische Empfindlichkeit wie jene anderer schlafender Pflanzen. Dagegen ist die zweite Erklärung anzunehmen: Ebenso wie für das Fortbestehen der nyktitropischen Sensibilität eine gewisse Temperatur und der periodische Wechsel von Hell und Dunkel erforderlich sind, ebenso ist auch der einseitige Einfluß der Schwerkraft unentbehrlich. Es liegt hier der merkwürdige Fall vor, daß zur Erhaltung eines reaktionsfähigen Zustandes nicht bloß ein gewisses Maß der gewöhnlich als unerläßlich bezeichneten Existenzbedingungen gehört, sondern daß auch die Schwerkraft in bestimmter Weise, einseitig auf die antagonistischen Gelenkhälften wirken muß. Gewissermaßen haben bei diesen Pflanzen die nyktitropischen Eigenschaften noch nicht eine so große Selbstständigkeit erlangt, um ausschließlich von der Periodizität der Beleuchtung abhängig zu sein, wie bei den autonyktitropischen.

C. K.

A. Hanstrg. Ueber die Verbreitung der karpotropischen Nutationskrümmungen der Kelch-, Hüll- und ähnlicher Blätter und der Blütenstiele. Berichte d. deutsch. bot. Ges. Bd. VIII. H. 10. S. 345.

Unter karpotropischen Bewegungen, welche zu Folge ihres besonderen biologischen Zweckes von den gamo- und nyktitropischen zu unterscheiden sind, werden solche verstanden, welche zum Schutze der reifenden Frucht oder zur Erleichterung der Aussaat der reifen Samen geschehen. Der Aufsatz (eine vorläufige Mittheilung) befaßt sich hauptsächlich mit der Darlegung der Verbreitung dieser Bewegungen bei den verschiedenen Familien der Phanerogamen, und muß diesbezüglich auf das Original verwiesen werden. Als allgemeiner Satz wäre hervorzuheben, daß die karpotropischen Bewegungen der verschiedenen im Titel genannten Blattarten nur bei Pflanzen vorkommen, bei denen diese Blattarten bis zur Fruchzeit persistiren, wohl auch noch weiter wachsen, ohne daß aber alle derartigen Pflanzen solche Bewegungen aufwiesen. Bei den meisten Pflanzen handelt es sich um Schließbewegungen der genannten Blattarten, seltener um Oeffnungsbewegungen zum Zwecke der Verbreitung der reifen Früchte resp. Samen. Die Bewegungen der Blütenstiele haben theils den Zweck, die junge Frucht in eine geschütztere Lage zu bringen, theils soll die Verbreitung der reifen Früchte erleichtert werden. Man darf derlei Bewegungen nicht zusammenwerfen mit gamo- oder nyktitropischen, welche bisweilen von den gleichen Organen ausgeführt werden.

C. K.

A. Hanstrg. Beiträge zur Kenntniß über die Verbreitung der Reizbewegungen und der nyktitropischen Variationsbewegungen der Laubblätter. Berichte der deutschen bot. Ges. Bd. VIII. H. 10. S. 355—364.

Nachweise über die Verbreitung dieser Bewegungen bei den verschiedenen Arten und Familien, sowie Zusammenfassung der Erscheinungen nach der äußeren Form.

C. K.

A. Bruttini. Wirkung der Elektrizität auf die Gewächse. Le Stazioni speriment. agrar. ital. Vol. XVIII. 1890. p. 58. — *Biedermann's* Zentralblatt für Agrikulturchemie. 1890. Heft V. S. 295.

Folgende Versuche¹⁾ wurden unter sonst gleichen Bedingungen ausgeführt, indem man die Pflanzen unter den Einfluß eines elektrischen Stromes stellte und außerdem dieselben ohne einen solchen kultivirte.

Mittelst zweier kleiner *Daniell'scher* Elemente und einer Induktionsspirale mit einem Widerstande von 500 Ohm, die in 65 Spitzen verlief, so daß diese 3 cm von der Bodenoberfläche oder den Pflänzchen entfernt blieben, wurde ein elektrischer Strom alsbald nach der Aussaat durch ein Gefäß geleitet, mit welchem ein anderes ohne Einwirkung der Elektrizität verglichen wurde. Das Keimen in beiden Gefäßen zeigte jedoch keinen Unterschied, auch nach 15 Tagen waren die Pflänzchen in beiden ganz gleich entwickelt. Die Ernte ergab:

	Trockensubstanz		
	im elektrisirten	im nicht elektrisirten	Unterschied.
	Gefäße.		
Stengel	0,1224 gr	0,1416 gr	0,0192 gr
Wurzeln	0,0770 »	0,0872 »	0,0102 ».

Bei einem anderen Versuche betrug der Widerstand für den in einem gewöhnlichen *Bunsen-Element* entwickelten Strom 1152 Ohm in der Spirale, und die Entfernung der Spitzen vom Boden oder den Pflänzchen war immer 2,5 cm. Im nicht elektrisirten Gefäße entwickelte sich ein Rasen von Schimmelpilzen, nicht aber in dem elektrisirten. Nach acht Tagen nach der Aussaat waren alle Pflänzchen aufgegangen und zeigten dieselbe Entwicklung, am neunten Tage schienen sie in dem elektrisirten Gefäße höher gewachsen zu sein, indessen erschien es nach zwei Tagen, als ob die nicht elektrisirten Pflanzen stärker gewachsen wären. Die Ernte lieferte folgendes Resultat:

	elektrisirte	nicht elektrisirte	
	Pflanzen.		
Trockensubstanz	Stengel . .	0,1456 gr	0,1868 gr
	Wurzeln . .	0,1104 »	0,1502 »
Mineralstoffe in der Trocken- substanz	Stengel . .	0,0106 »	0,0126 »
	Wurzeln . .	0,0222 »	0,0306 »
Mineralstoffe in 100 Trocken- substanz	Stengel . .	7,288 »	6,746 »
	Wurzeln . .	21,920 »	20,372 ».

Zwei Maispflanzen, die in einem Gefäße beisammen bis zu einer genau gemessenen Höhe gewachsen und sonst gleich waren, wurden je in ein anderes Gefäß gepflanzt, erhielten das gleiche Gewicht derselben Feinerde und wurden unter Weglassung der Glasglocke unter denselben Bedingungen wie im vorigen Versuch gehalten. Die Elektrizität wurde in einem großen *Daniell'schen* Elemente entwickelt, um das Entstehen gewisser Stickstoffverbindungen zu vermeiden. Nach fünf Tagen war nur ein geringer Unterschied im Wachsthum und zwar zu Gunsten der nicht elektrisirten Pflanze zu bemerken.

¹⁾ Vergl. die Untersuchungen des Herausgebers. Diese Zeitschrift. Bd. XI. 1888. S. 88.

Bei einem vierten Versuch herrschten dieselben Bedingungen wie bei dem zweiten. Jedes Gefäß wurde mit sieben Bohnen desselben Gewichtes beschickt. Das Keimen verlief in beiden Gefäßen ganz gleich; in dem elektrisirten erschienen die Pflänzchen in kaum bemerkbarem Grade schwächer entwickelt. Der Strom darin war in einer Stärke, daß man beim Berühren mit dem Finger kleine Funken überspringen sah. Man erhielt:

	elektrisirte Pflanzen.	nicht elektrisirte Pflanzen.	
Trockensubstanz	Stengel	0,3610 gr	0,3728 gr
	Wurzeln	0,1670 »	0,1656 »
Asche in der Trockensubstanz	Stengel	0,0224 »	0,0240 »
	Wurzeln	0,0224 »	0,0212 »
Asche in 100 Trockensubstanz	Stengel	6,205 »	6,437 »
	Wurzeln	13,413 »	12,801 »

Ein fünfter Versuch sollte dazu dienen, den Einfluß atmosphärischer Elektrizität zu beobachten. Auf zwei nebeneinanderliegende, gut umgegrabene Beete, die etwa 1 qm Oberfläche hatten, wurde eine 20 cm hohe Schicht guter und feiner homogener Erde gegeben, worin in gleicher Tiefe und in gleichmäßigen Abständen zwölf Maiskörner, deren jedes dasselbe Gewicht hatte, gesteckt wurden, je sechs auf ein Beet. Jedes Korn erhielt immer dieselbe Menge Wasser. Das eine Beet blieb während des Versuches von einem feinen, großmaschigen Drahtnetz aus Eisen bedeckt. Am sechsten Tage nach der Aussaat waren alle Pflanzen unregelmäßig aufgegangen. Am siebenten Tage des Versuches waren auf jedem Beet vier eingegangen, während die übrigen zwei auf jedem Beet sich in fast gleicher Wuchstumshöhe hielten. Zehn Tage später waren die Pflanzen unter dem Drahtgeflecht ein wenig höher als die anderen. Auf je einem der Beete wurde eine Pflanze fortgenommen, so daß zwei von der annähernd gleichen Höhe stehen blieben. Am vierunddreißigsten Tage, dem Schlusse der Versuche, war die nicht elektrisirte Pflanze 5,5 cm höher als die andere. Die Ernte lieferte folgendes Resultat:

	Erste Ernte		Zweite Ernte	
	unter dem Drahtnetz.	ohne das Drahtnetz.	unter dem Drahtnetz.	ohne das Drahtnetz.
Höhe der Pflanze cm	63	62	87,5	82,0
Gewicht d. frischen Pflanze gr	35,3	23	111,8	81,4
Darin Proz. Trockensubstanz	9,613	10,960	7,568	12,300
Asche in 100 Trockensubstanz	12,154	12,200	7,188	8,485.

Zu bemerken ist, daß das Wetter seit dem Aufgehen der Pflanzen viele Tage hindurch stürmisch geblieben war.

Aus den Versuchen ließe sich folgern, daß die Elektrizität die Keimung nicht beschleunigt, daß der elektrische Strom, wenn er schwach ist, keine merkbare Wirkung auf die Pflanzen äußert, und wenn er stark ist, so daß er im Dunkeln Lichtwirkung äußert, die Entwicklung verzögert. Die atmosphärische Elektrizität hat auf das Wachstum der Pflanzen keinen Einfluß. In der Mehrzahl der Fälle war der Prozentgehalt an Mineralstoffen und Trockensubstanz in den elektrisirten Pflanzen größer, entgegen den Ergebnissen, zu welchen *Gran-*

*deau*¹⁾ gelangt war, doch scheint dies keine nothwendige und immer wiederkehrende Erscheinung zu sein. Diese Schlüsse stimmen mit den Ansichten von *Naudin*, *Schlösing* und *Müntz*²⁾ überein, die Wirkung der Elektrizität auf die Gewächse ist indessen noch nicht klargestellt. (Letzteres ist auch nicht möglich, wenn man so wie der Verf. verfährt. Bei Anwendung nur einer oder weniger Pflanzen, sowie bei kurzer Versuchsdauer können die Wirkungen der Elektrizität niemals mit Sicherheit festgestellt werden, einerseits weil die Unterschiede in der individuellen Entwicklung der Pflanzen zu sehr vorherrschen, und andererseits weil der Einfluß jener Naturkraft nur ein kurzdauernder und daher zu wenig ausgiebiger ist. Dem Umstand, daß auch verschiedene andere Forscher diesen Fehler in ihren diesbezüglichen Versuchen begangen haben, ist es vornehmlich zuzuschreiben, daß die bisherigen Beobachtungen zu wenig zuverlässigen Ergebnissen geführt haben. D. H.)

W. Pfeffer. Zur Kenntniß der Plasmahaut und der Vakuolen nebst Bemerkungen über den Aggregatzustand des Protoplasmas und über osmotische Vorgänge. Abhdlgn. d. math.-physik. Klasse d. K. Sächs. Gesellschaft d. Wiss. Bd. XII. Nr. 2. S. 187—343.

In dieser umfang- und inhaltreichen Abhandlung giebt Verf. ausführliche kritische Ausblicke auf die mit den hier und in früheren Schriften behandelten Gegenständen in Zusammenhang stehende einschlägige Litteratur der jüngsten Zeit. Verf. ist vielfach nicht einverstanden mit den Aufstellungen dieser jüngsten Litteratur und sieht sich öfter veranlaßt, speziell auf seine früheren Untersuchungen Bezug zu nehmen, diese wiederholt zu begründen und zu erweitern, um eine richtige Würdigung derselben zu veranlassen. Namentlich gilt dies für die Abschnitte, welche von den allgemeinen Bedingungen für Aufnahme und Speicherung von Körpern, vom osmotischen System und osmotischen Druck handeln. Bei dieser Sachlage ist es nicht möglich, dem reichen Inhalt der Abhandlung in einem nicht sehr weit ausgedehnten Referate gerecht zu werden, und müssen wir uns auf diejenigen Abschnitte beschränken, welche neues experimentelles Material enthalten und speziell zur Bekämpfung der vor einiger Zeit von *de Vries* aufgestellten Behauptungen über die Entstehung der Plasmahaut und der Vakuolenwand³⁾ bestimmt sind.

Während *Pf.* die Plasmahaut (wozu sowohl die Hautschicht oder das Hyaloplasmahäutchen = äußere Plasmahaut als die Vakuolenwand = innere Plasmahaut gerechnet wird) als Differenzierungsprodukt der Leibessubstanz des Cytoplasmas erklärt hatte, wobei äußere und innere Plasmahaut nur als relativ verschieden betrachtet wurden, trat *de Vries* mit der Behauptung auf, die Plasmahaut habe analog dem Zellkern u. s. w. ihren Ursprung immer aus Ihresgleichen und könne durch Neubildung aus dem Cytoplasma nicht hervorgebracht werden. Außere Haut- und Vakuolenwand hätten die nämliche autonome Entstehung und müßten auch als zwei selbstständige Organe der Zelle aufgefaßt werden.

¹⁾ *L. Grandeau.* Chimie et Physiologie appliquées à l'agriculture et à la sylviculture. Paris. 1879. p. 317.

²⁾ Vergl. *E. Wollny.* Ueber die Anwendung der Elektrizität bei der Pflanzenkultur. München. 1883. *Theodor Ackermann.*

³⁾ Diese Zeitschrift. Bd. IX. S. 107.

Pf. weist ausführlich die Unstichhaltigkeit der *de Vries*'schen Argumente nach und belegt seine eigene Anschauung durch verschiedene Experimente. An Plasmodien ließ sich die Neubildung der äußeren Plasmahaut an Schnittflächen feststellen, aber auch Vakuolen konnten zur Entstehung gebracht werden, als feste Partikel löslicher Stoffe (Asparagin u. s. w.) in gesättigter Lösung zur Aufnahme durch Plasmodien gebracht, dann partielle Lösung der eingeführten Fremdkörper eingeleitet wurde. Die künstlichen Vakuolen resp. deren Wand sind völlig identisch mit den normal vorkommenden, sie werden ebenso mit den Plasmaströmungen herumgeführt, auch getheilt, ferner kommen Verschmelzungen vor, ja es wurden selbst Pulsationen bei den künstlichen Vakuolen beobachtet. Ohne Zweifel findet auch unter gewöhnlichen Lebensverhältnissen im Plasmodium Neubildung von Vakuolen statt.

Diese an Plasmodien gemachten Beobachtungen dürfen auch auf die Protoplaste anderer Organismen übertragen werden, es sind demnach Hautschicht und Vakuolenwand allgemein als Organe des Protoplastkörpers anzusehen, die aus dem Cytoplasma unter den an der Grenzfläche desselben bestehenden Bedingungen gebildet und erhalten werden. Die Plasmahaut ist ein wichtiges lebendiges Organ des lebenden Protoplastkörpers, welches namentlich für die Regelung des Stoffaustausches, die Zurückhaltung und räumliche Trennung von Stoffen in dem Protoplasma und der Vakuolenflüssigkeit u. s. w. in schon früher geschilderter Weise von entscheidender Bedeutung ist.

Die Bedingungen und Vorgänge, welche zur Bildung der Plasmahaut führen, sind noch nicht näher bekannt. Es ist fraglich, ob ihre Entstehung schon durch bestimmte Oberflächenspannung herbeigeführt wird — eine einfache physikalische Spannungshaut kann sie allerdings nicht sein — oder ob Wasserkontakt mitzuwirken hat.

Zur Aufklärung des Aggregatzustandes des Protoplastas wurden Untersuchungen am Myxomycetenplasmodium wie am Protoplasma behäuteter Zellen angestellt. Im Allgemeinen ergibt sich, daß den in Zellhaut eingeschlossenen Protoplasten normal eine mehr oder weniger zähflüssige Konsistenz zukommt, ebenso dem strömenden Theil im Plasmodium, während der zwar auch weiche, ruhende peripherische Theil immerhin eine ausreichende Kohäsion erreicht, um der angreifenden Stoßkraft genügenden Widerstand entgegenzusetzen zu können. Doch ermöglicht der Wechsel zwischen dem weichen und dem zähflüssigen Aggregatzustande die mannigfachen Ausgestaltungen des Plasmodiums mit den zur Verfügung stehenden Kräften. Dieser im lebensthätigen Plasmodium aus inneren Ursachen sich vollziehende Kohäsionswechsel scheint durch lokale Stoß- und Druckwirkungen nicht wesentlich beeinflußt zu werden, wohl aber beeinflussen äußere Verhältnisse den Kohäsionszustand des Plasmodiums insoferne, als sie auf dessen normale Thätigkeit einwirken.

C. K.

W. Pfeffer. Ueber Aufnahme und Ausgabe ungelöster Körper. Abhdlg. der math.-physik. Klasse d. K. Sächs. Ges. d. Wiss. Bd. XII. Nr. 2. S. 149—183.

Verf. untersuchte die Vorgänge der Aufnahme und Ausscheidung ungelöster Körper sowohl für nackte Plasmakörper (Plasmodien), als namentlich für behäutetes d. h. im Innern von Zellhäuten befindliches Plasma.

Das Plasmodium vermag sowohl indifferente als auch zur Ernährung brauchbare ungelöste Körper aufzunehmen. Die aufgenommenen Körper bleiben entweder dem Protoplasma eingebettet, oder sie gelangen in Vakuolen, aus denen sie auch wohl rückwärts in das Protoplasma gelangen können. Schließlich aber, nach längerer oder kürzerer Zeit, werden sie wieder ausgestoßen, entweder direkt aus dem Protoplasma nach außen, oder, wenn sie in einer Vakuole enthalten sind, so gelangt diese an die Peripherie des Protoplasmas, wo sie zerreißt und ihren Inhalt entleert. Aufnahme wie Ausgabe der Fremdkörper werden durch die aktive Bewegungsthätigkeit des Protoplasmas und den Widerstand der Fremdkörper erzielt. Die mechanische Durchpressung wird ermöglicht durch die plastische Beschaffenheit des Protoplasmas, welches immer sofort hinter dem passierenden Körper zusammenschließt und deshalb keinen Weg für gelöste Stoffe offen läßt.

Auch die von Zellhaut umschlossenen Protoplasten sind zu Folge der plastischen Beschaffenheit zur Aufnahme und Ausgabe ungelöster Körper befähigt, was sich thatsächlich unter geeigneten mechanischen Bedingungen nachweisen läßt. Da aber z. B. eine geeignete Bewegungsthätigkeit öfter fehlt, ferner die geringe Mächtigkeit der Plasmaschicht der Aufnahme und dem Verweilen von Fremdkörpern oft ungünstig ist, spielt sich nicht in allen Zellen ein solcher Austausch in merklicher Weise ab. Aus ähnlichen Gründen liegen denn auch in den hautumkleideten Zellen die festen Körper gewöhnlich im Zellsaft, selbst dann, wenn sie früher dem Protoplasma eingebettet waren. Auf keinen Fall braucht ein im Zellsaft vorhandener fester Körper in dem Zellsaft entstanden zu sein. Ob und wie weit der Austausch ungelöster Körper bestimmten Funktionen und Zwecken im Organismus dienstbar gemacht ist, wurde nicht näher untersucht, indem es sich zunächst darum handelte, die Realität des Austausches fester Körper nachzuweisen.

C. K.

F. Klenitz - Gerloff. Die Protoplasmaverbindungen zwischen benachbarten Gewebeelementen in der Pflanze. Botan. Zeit. 1891. Nr. 1—5.

Untersucht wurden etwa 60 Species der verschiedensten Abtheilungen des Gewächsreiches von den Lebermoosen aufwärts, bei denen mit wenigen Ausnahmen das Vorhandensein der Plasmaverbindungen festzustellen war. Die verschiedensten Gewebeformen zeigen solche Verbindungen der Nachbarzellen, bis zu einem gewissen Grade unabhängig von der morphologischen Stellung der Pflanzenglieder. Auch verschiedenartige Gewebeformen sind in dieser Weise mit einander verbunden. Verf. schließt, daß sämtliche lebende Elemente des ganzen Körpers der höheren Pflanzen durch Plasmafäden verbunden sind, wenn dieselben auch nicht überall aufzufinden waren, was hauptsächlich auf Untersuchungsschwierigkeiten zurückzuführen sein dürfte. Die Siebröhren mit ihren längst bekannten Verbindungssträngen bilden nur einen Spezialfall, in welchem die Stränge besonders dick und deshalb leicht sichtbar sind. Nur die Schließzellen der Spaltöffnungen scheinen eine Ausnahme zu machen, bei diesen wurden bisher nirgends Verbindungen weder unter einander noch mit benachbarten Zellen aufgefunden. Was die Entstehung der Verbindungen betrifft, so hält es Verf. für sicher, daß die Durchlöcherung der Membranen nicht erst nachträglich erfolgt, sondern daß

an den betreffenden Stellen schon bei der Zelltheilung keine Wandsubstanz ausgeschieden wird. Es ist aber nicht wahrscheinlich, daß die definitiven Plasmaverbindungen die Ueberreste der Spindelfasern sind, wenn sie auch bereits bei der Zelltheilung entstehen. Die Möglichkeit ihrer nachträglichen Bildung ist nicht ausgeschlossen.

Die physiologische Bedeutung der Protoplasmaverbindungen suchen die einen Autoren in der Leitung dynamischer Reize, die anderen in dem Stoffaustausch zwischen den Gewebeelementen, andere nehmen eine vermittelnde Stellung ein. Am meisten bestritten wird die Bedeutung für die Stoffbewegung. Der Verf. betont, daß man nicht annehmen könne, daß sich alle durch die Pflanzen geleiteten Substanzen in wässrigen Lösungen durch Osmose und Filtration bewegen könnten, und selbst wenn es der Fall wäre, würde die Fortleitung nur sehr langsam geschehen können, worauf schon früher *de Vries* hingewiesen hat. Wie *de Vries* ist er der Ansicht von der Nothwendigkeit des Stofftransports durch die Protoplasmabewegungen, welche sich mit Hülfe der Plasmaverbindungen von Zelle zu Zelle erstrecken können. In verschiedenen Fällen ist auch die Deutung der Verbindungen als Leitungen dynamischer Reize von vorne herein ausgeschlossen. Durch das Vorhandensein der Plasmaverbindungen klärt sich auch die Erscheinung auf, daß Gefäße und Sklerenchymfasern im ausgebildeten Zustande höchstens Reste von Protoplasma enthalten, indem dasselbe durch die Verbindungen auswandert in die Nachbarzellen. Ebenso bei den Korkzellen, welche bis zu ihrer vollen Ausbildung mit den Phellogenzellen in Verbindung stehen, schließlich aber keine Plasmafäden mehr enthalten. Wahrscheinlich zieht das Plasma auch bei der herbstlichen Entleerung der Blätter seine Fäden ein, um dann auszuwandern. In den Schließzellen der Spaltöffnungen bleibt dagegen der Protoplasmakörper mit Stärke- und Chlorophyllkörnern erhalten, weil dem Plasma mangels Verbindungen der Weg zur Auswanderung versperrt ist. Diese Zellen sind deshalb auch im entwickelten Zustande auf die eigene Produktion von organischer Substanz angewiesen.

«Sollte meine Deutung der physiologischen Rolle der Plasmaverbindungen richtig sein, so hat man sie in allen den Pflanzen nicht zu erwarten, deren sämtliche Zellen in gleicher Weise zur Stoffproduktion befähigt sind. In der That hat sie *Russov* bei Algen (fadenartigen Chlorophyceen) vergeblich gesucht. Dagegen dürfen wir Plasmaverbindungen überall erwarten in Pflanzenkörpern, bei denen die Assimilationsthätigkeit auf bestimmte Orte beschränkt ist und in Folge dessen Stoffleitung von Zelle zu Zelle stattfinden muß. Daher findet man sie in den massigen Körpern der Florideen und Fucaceen, und sie werden vermuthlich auch bei Chlorophyceen von massiger Entwicklung vorkommen. Man hat sie demnach auch zu erwarten bei allen denjenigen Pilzen, bei denen nicht sämtliche Zellen zur Stoffaufnahme gleichmäßig befähigt sind. Soviel dürfte schon jetzt feststehen, daß die Physiologie sich mit den Protoplasmaverbindungen in anderer Weise abzufinden und sie mehr zu berücksichtigen hat, als das bisher meistens geschehen ist.»

C. K.

Blass. Untersuchungen über die physiologische Bedeutung des Stebtheils der Gefäßbündel. *Pringsheim's* Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XXII. H. 2. S. 253—292.

I. Verhalten des Siebtheils bei verschiedenen Pflanzen.

Nach Beobachtungen an einer größeren Anzahl von Pflanzen, Holz- und Krautpflanzen, Mono- und Dikotylen, auch Wasserpflanzen besteht keine übereinstimmende Beschaffenheit des Siebtheils, vielmehr ergab sich, daß bestimmte Beziehungen bestehen zwischen der Ausbildung des Holzkörpers und der des Phloems. Da, wo ein kräftiger Holzkörper zu bilden ist, zeigen sich die typischen Elemente des Siebtheils mit Eiweiß erfüllt, wo aber nur ein schwächerer Holzkörper zu bilden ist, sind die Elemente des Siebtheils weniger mit Eiweiß gefüllt, und bei den Wasserpflanzen, wo ein Holzkörper gar nicht entwickelt ist, finden sich Siebröhren, welche nur noch den Charakter anderer Parenchymzellen tragen.

II. Verhalten des Siebtheils in den verschiedenen Lebensperioden derselben Pflanze.

Die Untersuchungen einer Anzahl von Pflanzenarten zeigten, daß das Auftreten der Siebröhren gleichzeitig ist mit dem des Xylems; nirgends erscheinen Gefäße vor den Siebröhren. Die Menge des Inhalts der Siebröhren stand in enger Beziehung zu der Ausbildung des Holzkörpers. In allen Altersstadien sind die Siebröhren und Kambiformzellen in der Nähe des Kambiums am inhaltsreichsten, mit der Entfernung vom Kambium nimmt der Inhalt stets ab. Dies deutet darauf hin, daß diese Eiweißmengen nicht zum Forttransport, sondern zur Versorgung des Kambiums mit Bildungstoffen an Ort und Stelle bestimmt sind. Im Herbst speichert die Pflanze Plasmasubstanz im Siebtheil noch reichlicher auf, um bei Beginn der Vegetation für die Thätigkeit der Kambiumschicht möglichst großen Vorrath zu haben.

III. Experimentelle Prüfung der Siebröhren auf Leitungsfähigkeit für Eiweißstoffe.

Wenn in den Siebröhren eine Eiweißwanderung von oben nach unten stattfindet, diese Wanderung durch Ringelung unterbrochen wird, so müßte unter der Ringelstelle die Wanderung ebenfalls stattfinden, die Siebröhren unterhalb immer inhaltsleerer, mit der Zeit ganz inhaltsleer sich erweisen. Nach den Versuchen ist aber keine solche Abnahme von Plasma in den Siebröhren unter der Ringelstelle zu beobachten. Den Kallus, den man für das Produkt der massenhaften Ansammlung des durch den Ringelschnitt an der weiteren Wanderung verhinderten Plasmamaterials ansieht, hält Verf. für gewöhnliches Wundparenchym, welches bei jeder Rindenverletzung sich bildet. Die massige Ansammlung von Plasma findet lediglich statt, um für die Bildung des Kallus Verwendung zu finden.

Nach den Versuchen und Untersuchungen schließt sich Verf. der Ansicht *Frank's* an, daß eine ausgiebige Eiweißleitung in den Siebröhren nicht stattfindet, vielmehr der Inhalt der Siebröhren zum Aufbau des Xylems Verwendung finde.

C. K.

H. de Vries. Ueber abnormale Entstehung sekundärer Gewebe, *Pringsheim's* Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XXII. H. 1. S. 35—72. Mit 2 Taf.

Der Verf. beschreibt hier hauptsächlich folgende Beobachtungen.

1. An der Spitze eines Blütenstiels von *Pelargonium zonale* trat neben den Blüten eine kleine Blätterknospe auf, ein Fall, der nur vereinzelt vorkommt. Es wurde nun untersucht, ob es gelingen würde, den Blütenstiel zu längerem Leben und Umwandlung in einen Stamm zu bringen. Zu diesem Behuf wurde der Stamm unmittelbar über der Insertion des Stieles abgeschnitten. Die Doldknospe überwinterte und entwickelte sich im ersten Sommer zu einem kräftigen Zweige, mit weiteren Auszweigungen; bis zum 3. Jahre, in welchem die anatomische Untersuchung vorgenommen wurde, war eine reichlich blühende, mehrfach verzweigte Pflanze entstanden. Der Blütenstiel, welcher diese Pflanze trug, war in den 3 Jahren zwar dicker geworden, unter bedeutender Zunahme des Holzes, aber nicht so dick wie ein normaler, gleich alter Stamm; an seiner Oberfläche war eine mächtige Korkschiebt entstanden.

2. Etliche Knollen der Heiligenstädter Kartoffel waren bis zum Herbste nach dem Auslegen theilweise am Leben geblieben. Die oberirdischen Triebe hatten keine Ausläufer mit Knollen aus ihrer Basis entwickelt, dagegen waren aus zwei anderen Augen der Mutterknolle knollentragende Stolonen hervorgewachsen ohne die zugehörigen Blattsprosse. Die Verbindungsstücke zwischen den oberirdischen Trieben und den genannten Stolonen waren am Leben geblieben, alles übrige Gewebe der Mutterknolle war abgestorben. Die lebenden Verbindungsstücke enthielten eine Anzahl wohlausgebildeter, mit starkem Holztheil versehener Gefäßbündel, umgeben von farblosem Parenchym und oberflächlich von einer Korkhaut. „Die Ursache, welche das Kambium und seine nächste Umgebung im zweiten Sommer am Leben erhielt und es zu ungewohnter Thätigkeit veranlaßte, ist in der Bewegung der Nährstoffe im Xylem und in den Siebröhren, sowie im benachbarten Parenchym zu suchen. Diesem Strome entnahm das Kambium das erforderliche Bildungsmaterial; wo ein solcher Strom nicht stattfand, starb es ohne weitere Entwicklung ab. In dieser Beziehung verhält sich also das Kambium der zweijährigen Kartoffeln genau so wie dasjenige des dreijährigen Blütenstiels von *Pelargonium zonale*“.

3. Aehnliche Erscheinungen kommen bei Zuckerrüben vor, wenn solche im zweiten Jahre nicht schossen oder zwar schossen, ohne aber durch die Samenbildung erschöpft zu werden. An solchen Rüben entstehen oberflächliche Wülste und Leisten, in denen neue Gefäßbündelkreise vorhanden sind. Dafür unterbleibt die sonst eintretende Ausbildung der Gefäßbündel zweijähriger normaler Samenrüben. Man kann feststellen, daß die Wülste in der Verlängerung beblätterter Stengel nach unten zu angelegt werden. Das Verhalten solcher Rüben ist also analog jenem der zweijährigen Kartoffeln, nur daß bei ersteren der ganze Körper am Leben bleibt.

Aehnlich findet man, daß auch sonst, wo abnormer Weise an kürzerlebigen Organen Gebilde auftreten, deren Existenz eine längere Ausdauer und vollkommener Ausbildung der tragenden Organe bedingt oder veranlaßt, die Lebensdauer und der Ausbildungsgrad zunimmt. So z. B. veranlassen Gallen in Infloreszenzen oder auf Blättern durch die große Menge von Nährstoffen, welche sie zu ihrer Ausbildung bedürfen und aus den benachbarten Pflanzentheilen an sich ziehen, die befallenen Organe zu kräftigerer Thätigkeit und damit oft zu gesteigertem Dickenwachsthum. Pfropfungen auf kurzlebige Blatt- oder Blüten-

stiele verlängern deren Leben, wobei die Unterlagen zu erhöhter kambialer Thätigkeit angeregt werden u. s. w. Eine ganze Reihe der verschiedensten Thatsachen läßt sich einerseits dafür namhaft machen, daß das normale Leben der Organe verkürzt wird, wenn die Funktion der Stoffleitung durch dasselbe vorzeitig aufhört, andererseits aber dafür, daß das Leben leitender Organe verlängert (und hiedurch die Entstehung sekundärer Gewebsbildungen in denselben veranlaßt) wird, wenn die Funktion zur üblichen Zeit nicht aufhört; wenn auch nicht allgemein, so dürfte dies doch in einer Reihe von Fällen zutreffen.

Anmerkung des Referenten. Es wird wohl sehr auf die Beschaffenheit desjenigen Pflanzentheils ankommen, dessen Lebensdauer in der gedachten Weise verlängert werden soll, ob der vom Verf. mehrfach erzielte Erfolg eintreten wird oder nicht. Referent hat vor längerer Zeit speziell mit Kartoffelknollen folgenden Versuch angestellt¹⁾. Knollen mehrerer Sorten wurden aufrecht eingepflanzt, so daß die Spitze einige Centimeter über die Erdoberfläche emporragte. Aus dem im Boden befindlichen Knollentheile entsprangen Triebe, welche sich einwurzelten, aber abgeschnitten wurden, sobald sie an der Erdoberfläche erschienen. Ihre bewurzelten Fußstücke wurden belassen. Die im Lichte befindlichen, unbewurzelten Triebe des Knollengipfels wuchsen sehr kräftig, an den Stolonen der bewurzelten Fußstücke der abgeschnittenen Triebe setzten sich reichlich Knollen an. „Die Bewegung des Wassers mit den Bodennährstoffen mußte durch ein zu dieser Leitung für gewöhnlich nicht beanspruchtes Organ, die Mutterknolle, hindurchgehen, es wird voraussichtlich auch durch diese eine Abwärtsleitung der Assimilate stattgefunden haben. Jedoch konnte die Mutterknolle kein zweites Mal als Reservestoffbehälter dienen, indem sie im Herbste abstarb.“ Die Lebensdauer der die Verbindung herstellenden Partien war allerdings verlängert, theilweise war aber nicht einmal dies der Fall. Vorkommnisse, ähnlich den von *de Vries* beschriebenen, wurden nicht beobachtet. C. K.

H. Bredow. Beiträge zur Kenntniß der Chromatophoren. *Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot.* Bd. XXII. H. 3. S. 349—414.

I. Ueber das Verhalten der Chlorophyllkörper bei der Entwicklung und der Keimung des Samens.

Viele reifende und keimende Samen zeigen einen merkwürdigen Farbenwechsel, z. B. *Lupinus*, dessen Kotylen erst farblos sind, mit Fortschreiten der Reifung immer stärker sich grün färben, während im völlig reifen Samen der Farbstoff wieder verschwunden ist. Umgekehrt ergrünen die Kotylen wieder bei der Keimung. Es kam nun darauf an, das Schicksal der Chlorophyllkörper bei diesen Vorgängen genauer zu ermitteln.

Nach den ausführlich mitgetheilten Versuchen mit *Lupinus*, *Pisum* u. s. w. ließen sich folgende Punkte feststellen:

¹⁾ Diese Zeitschrift Bd. IX. H. 1/3. „Das Wachsthum der Lichttriebe der Kartoffelknollen unter dem Einflusse der Bewurzelung“ S. 79. — *Berichte der deutschen botan. Gesellschaft* III. (1885.) H. 10. S. 388.

1. Die Chlorophyllkörper lösen sich bei der Reife des Samens nicht auf, sondern schrumpfen und trocknen nur etwas ein und sind von den vorhandenen Reservestoffen so sehr verdeckt, daß sie nur schwer aufzufinden sind.

2. Bei der Keimung quellen die Chlorophyllkörper wieder auf und vermehren sich durch eine meist unregelmäßige Vieltheilung, so daß die Zellen mit kleinen, gerinnselartigen Körperchen erfüllt sind, welche man früher für Mikrosomen des Plasmas hielt, und welche die Veranlassung waren, daß man die Entstehung der Chlorophyllkörper einem Ergrünen des Protoplasmas zuschrieb.

3. In den etiolirten Keimblättern entwickeln sich die Chromatophoren wie in den belichteten, nur sind sie hier etwas kleiner.

4. Die Keimblätter der Pflanzen mit epigäen Kotylen sind nicht nur Reservestoffbehälter, sondern auch Assimilationsorgane, da ihre Chlorophyllkörper Stärke bilden. Dieselbe entwickelt sich aber nicht im Dunkeln und nicht im diffusen, nur im direkten Sonnenlicht, während der Chlorophyllfarbstoff auch im diffusen Lichte entsteht.

II. Zur Verständigung über die Struktur der Chlorophyllkörper.

Ausführliche kritische Erläuterung der verschiedenen Litteraturangaben führte zur Aufstellung folgender Sätze.

1. Das Grundgerüst der Chlorophyllkörper zeigt Schwammstruktur.
2. Die hellen Balken liegen nicht in einer Ebene und stehen in Verbindung unter einander.
3. Die hellen Balken sind keine Fäden (Fibrillen).
4. Die Maschen zwischen den Balken sind unregelmäßig, nicht immer rund.
5. Die Maschen erscheinen dunkler als das helle Gerüst, in ihnen liegt also vornehmlich der Farbstoff.
6. Grana, d. h. in eine hellere oder farblose Grundmasse eingebettete Körner sind nirgends nachzuweisen. Wahrscheinlich gab das Vorkommen von runden Oeltröpfchen in einzelnen Maschen Anlaß zu der Behauptung vom Vorhandensein der Grana.
7. Für die Annahme der Fibrillen liegen keine ausreichenden Gründe vor.
8. Das Gerüst ist sehr engmaschig, der Durchmesser der Balken ist etwa gleich dem der Maschenräume.
9. Eine Plasmamembran um das Korn ist besonders bei Anwendung von Reagentien in den meisten Fällen sicher nachzuweisen.
10. Die ölreichen Chlorophyllkörper monokotyler Pflanzen eignen sich zum Studium der Struktur eben so wenig wie die dünnen Ueberzüge von Chlorophyllkornsubstanz über Stärkekörner. Das beste Material sind vielmehr stärkefreie, konsistente Chlorophyllkörper, welche gegen Reagentien sehr widerstandsfähig sind, während andere außerordentlich leicht, oft schon durch Wasser, zerstört werden.

C. K.

O. Eberdt. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Stärke. *Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot.* Bd. XXII. H. 3. S. 293—348.

I. Entstehung der Stärkekörner im Chlorophyllkörper.

Verf. erklärt die von *Schimper* angegebenen Beziehungen zwischen Art des Wachstums und Bau der Stärkekörner einerseits, der Art ihrer Entstehung im Chlorophyllkorn andererseits für sehr unwahrscheinlich. Stärkekörner, die im Inneren des Chlorophyllkorns entstehen, bleiben meist sehr klein und ohne erkennbare Differenzirung; Schichtung tritt erst auf, wenn die Chlorophyllhülle nicht mehr vorhanden ist, im Falle das Stärkekorn dennoch weiterwächst. Die Bedingungen des Wachstums sind alsdann ganz andere geworden. Auch bei der Entstehung der Stärkekörner an der Peripherie der Chlorophyllkörner ist, oft sogar bis zu ziemlicher Größe der Körner, keine Schichtung sichtbar, so lange nicht, als die Körner von Chlorophyll umgeben sind. Erst wenn dies durchbrochen ist, und die Stärkekörner frei in den Zellenraum hinausragen, tritt Schichtung auf, auch in dem bisher vollkommen von Chlorophyll umgebenen Theile der Körner. Sogut gewisse Stärkekörner noch wachsen, auch wenn sie ganz frei im Zellsaft liegen, ebenso kann dies bei den peripherisch im Chlorophyll entstandenen Körnern auf dem frei hervorragenden Ende ohne Hülfe des Chlorophyllkorns vor sich gehen, die Differenzirung kann nicht auf das ungleiche Wachstum in Folge einseitiger Ernährung der Stärkekörner zurückgeführt werden. Das spätere Wachstum der im Innern der Chlorophyllkörner entstandenen Stärkekörner, die, nachdem sie frei von Chlorophyll und größer geworden sind, konzentrische Schichtung zeigen, läßt sich überhaupt nur mit Hülfe der Intussusception erklären.

II. Entstehung der Stärkekörner in chlorophyllfreien Pflanzentheilen.

Nach *Schimper* sollen die Stärkekörner hier nicht von gewöhnlichem Plasma umgeben, sondern in eigenthümlich lichtbrechenden Körperchen, den Stärkebildnern, eingeschlossen oder an solchen befestigt sein, wobei der Bau der Stärkekörner auf den Ort ihrer Entstehung in den Stärkebildnern zurückgeführt wird. Der Verf. ist ganz anderer Ansicht über diese Verhältnisse und bezeichnet die Ansicht *Schimper's* über das Wachstum der mit Hülfe der genannten Körperchen entstehenden Stärkekörner und ihren Bau als unhaltbar. Von dem ersten Auftreten der jungen Stärke in verschiedenen bestimmten Zonen des Körperchens kann man nicht reden, da dasselbe bei derselben Pflanze verschieden sein kann, demzufolge in derselben Pflanze sowohl konzentrische als exzentrische Stärkekörner zu finden sein müßten. In vielen Fällen entsteht das junge Stärkekorn nicht in den sog. Stärkebildnern, sondern in einer denselben anhaftenden Protoplasmanasse. Daraus, daß auch solche Stärkekörner, welche nichts mehr von mit ihnen in Zusammenhang gewesenen sog. Stärkebildnern aufweisen, sondern nur mit dem Zellenplasma in Verbindung stehen, noch weiter zu wachsen vermögen, scheint hervorzugehen, daß das Protoplasma sowohl bei der Bildung als dem Weiterwachsen der Stärkekörner eine hervorragende Rolle spielt.

Daß die Körperchen dort, wo sie vorhanden sind, zur Stärkebildung in gewissen Beziehungen stehen, ist nicht zu bezweifeln, ihre Funktion scheint aber eine andere zu sein als die von *Schimper* angegebene. Wären sie wirklich die

Organe der Stärkebildung in der Art, daß sie nur die Umwandlung der zugeführten assimilierten Stoffe zu Stärke vollbringen, so wäre ihre im Verlauf der Stärkebildung eintretende Zersetzung nicht gut erklärlich. Verf. ist vielmehr der Ansicht, daß diese Körperchen selbst zu Stärke umgewandelt werden. Er benennt sie deshalb Stärkegrundsubstanz.

Eine Reihe von Fällen, in welchen die Entstehung der Stärke genau beobachtet wurde, wird ausführlich beschrieben. (Epidermis des Blattstiels und Stengels von *Philodendron grandifolium*; Rhizom von *Canna gigantea*; Knollen resp. Rhizom von *Stanhopea*, *Epipactis*, *Convallaria*; Samen von *Chenopodium Bonus Henricus*; Knollen und Wurzeln von *Phajus*; junge Kartoffelknollen.) Was die Entstehung der Stärkebildner und ihre chemische Zusammensetzung betrifft, so sind dieselben nicht schon in den Zellen des Vegetationspunktes vorhanden. Fertig ausgebildet bestehen sie aus gleichartig zusammengesetzter, eiweißartiger Substanz, welche von dem Momente ihrer Umbildung zu Stärke an mit einer protoplasmatischen Substanz in Verbindung steht; die letztere ist von den Stärkebildnern bezüglich der Konzentration des Eiweißgehaltes grundverschieden.

III. Untersuchung der Stärkekörner in den Milchsaftröhren der Euphorbiaceen.

Diese Stärkekörner sind von einer protoplasmatischen Hülle umgeben, die stellenweise zu Buckeln verstärkt ist; wo solche Anhäufungen des Protoplasmas vorhanden sind, haben auch die Stärkekörner Ausbuchtungen, woraus gefolgert wird, daß diese Stärkekörner nur wachsen mit Hilfe der Protoplasmahaut. Nach Verlust der Haut hört auch das Wachstum auf.

Die Hauptergebnisse werden in folgenden Sätzen zusammengefaßt.

1. Die Entstehung der Stärke-Grundsubstanz-Körperchen erfolgt durch Differenzirung aus dem Plasma.

2. Diese eiweißartigen Körperchen haben das Bestreben, sich nach dem Zellkern hinzuziehen, sie sind später entweder zu Gruppen geordnet oder vereinzelt um den Zellkern gelagert. In jedem Falle sind sie dann von einer Haut aus Protoplasma eingehüllt, welche sowohl an ihrer Basis als auch sonst durch Plasmafäden mit dem wandständigen Plasma der Zelle in Verbindung steht.

3. Bei den zu Gruppen geordneten sondert sich, nachdem von innen heraus die Umwandlung der Einzelkörner der Gruppen zu Stärke stattgefunden hat, die Plasmahaut und umgibt schließlich vollständig jede Einzelgruppe, oder sie zerreißt, und die Gruppen weichen aus einander. Im ersteren Falle bleiben die Gruppen entweder dauernd vom Plasma umgeben, bis die Körner ausgewachsen sind, und die Einzelkörner zeigen dann keine Schichtung, oder sie befreien sich schon früh, dann tritt Differenzirung in konzentrische Schichten ein. Im letzteren Falle ist ebenfalls Differenzirung und zwar bei den einen in exzentrische, bei den anderen in konzentrische Schichten zu beobachten. Körner der beiden letzteren Arten können auch noch weiter wachsen, nachdem sie im freien Zellraum sich befinden.

4. Bei den nicht in Gruppen um den Zellkern lagernden Körperchen von Stärkegrundsubstanz sondert sich ebenfalls die Plasmahaut, und ein Theil derselben

haftet jedem einzelnen Körperchen an und umgiebt dies schließlich vollständig. Dieser Plasmatheil bewirkt die Umwandlung des Körperchens zu Stärke, welche in diesem Falle wohl so vor sich geht, daß das Eiweißmolekül durch die Einwirkung des Plasmas gespalten wird. Nach Auflösung des gesammten Körperchens, und nachdem das neugebildete Stärkekorn die Plasmahülle durchbrochen hat, haftet der Plasmatheil dem letzteren auch fernerhin in Gestalt einer Kappe an, welche gewöhnlich mit dem übrigen Plasma der Zelle in Verbindung steht.

5. So entstandene Stärkekörner zeigen stets exzentrische Schichtung, welche erst auftritt, wenn das Stärkekorn die Plasmahülle durchbrochen hat.

6. Derartige Stärkekörner wachsen jedenfalls nach Verlust der Kappe nicht mehr weiter.

7. Man könnte füglich nur für die Plasmahülle resp. Kappe den Namen Stärkebildner aufrecht erhalten.

8. Unter dem Einflusse des Lichts vermag nicht die Stärkegrundsubstanz, wohl aber der dieser anhaftende Plasmatheil in gewissen Fällen zu ergrünen.

C. K.

W. Saposchnikoff. Bildung und Wanderung der Kohlehydrate in den Laubblättern. Berichte d. deutsch. botan. Ges. Bd. VIII. H. 8. S. 233—242.

1. Wanderung der Kohlehydrate aus den Blättern. 1. Während sich in abgeschnittenen Blättern die Menge der Kohlehydrate sehr wenig vermindert, ist die Abnahme in nicht abgeschnittenen vielmal stärker. 2. Die Schnelligkeit der Entleerung der Blätter steigt mit der Verminderung der Blätterzahl an der Pflanze. 3. Die Geschwindigkeit der Wanderung der Kohlehydrate ist von dem Verbrauch derselben abhängig. 4. Die Form, in welcher die Kohlehydrate aus den Blättern wandern, ist noch nicht bekannt, wahrscheinlich aber ist es Glykose.

2. Bildung der Kohlehydrate. 1. Die Bildung der Kohlehydrate ist um so größer, je heller der Himmel. 2. Ansammlung der Kohlehydrate im Blatt vermindert die weitere Bildung derselben, je schneller die Kohlehydrate aus dem Blatte fortgeführt werden, um so besser arbeitet das Blatt. 3. Außer den Kohlehydraten bildet sich noch ein anderer Stoff, vielleicht ist dies Eiweißstoff, was wahrscheinlich ist, nachdem die Salpetersäure im Blattparenchym assimiliert wird.

Diese Vorgänge sind quantitativ ermittelt, was der Arbeit besonderen Werth verleiht.

C. K.

H. Brown und H. Morris. Untersuchungen über die Keimung der Gerste. The Brewing Trade Review. Ref. Allg. Brauer- und Hopfenzeitung 1890. Nr. 139—143.

Der reife und ruhende Embryo enthält höchstens Spuren von Stärke, während die ersten sichtbaren Zeichen des Wachstums von dem Wiedererscheinen der Stärke in gewissen Gewebestandtheilen begleitet sind. Die Zellen des Scutellums sind zunächst noch stärkefrei, die Aleuronkörner aber sind ver-

schwunden und nur ein fettreiches Protoplasma vorhanden. Die ersten Zeichen des Uebergangs der Reservestoffe des Endosperms in die wachsenden Partien erscheinen in den Scutellumzellen unmittelbar unter dem Aufsaugepithel. Im Endosperm zeigt sich zuerst eine Lösung der Cellulose in der Schichte der entleerten Zellen, welche zwischen dem Epithel und den stärkehaltigen Endospermzellen liegen. Auch das stärkeführende Gewebe wird zuerst in den Membranen angegriffen, Einwirkung auf die Stärkekörner findet niemals statt, solange die Zellwände noch intakt sind. Die Auflösung der Stärkekörner beginnt mit der Bildung von Grübchen auf der Oberfläche, welche an Zahl und Tiefe wachsen. — Wenn man den Embryo vorsichtig wegschneidet und dafür den eines anderen Gerstenkornes ansetzt, so entwickelt sich das geimpfte Korn fast so schnell, als wenn noch der natürliche Zusammenhang bestände. Legt man ausgeschnittene Embryonen, welche durch mehrtägige Wasserkultur ihrer Stärke gänzlich beraubt sind, auf verdünnte Lösungen gewisser Kohlehydrate, so erscheint rasch wieder Stärke im Scutellum und von da aus in den übrigen Geweben, der Keim setzt sein Wachsthum fort. Z. B. war das Trockengewicht von 50 Embryonen:

vor der Keimung	0,0816 gr
nach 5 tägiger Wasserkultur	0,0490 »
nach 5 tägigem Wachsthum mit dem eigenen Endosperm . . .	0,1373 »
nach 5 tägigem Wachsthum auf 1proz. Rohrzuckerlösung . . .	0,1312 ».

Werden frisch ausgeschnittene Gerstenembryonen mittelst des Scutellum in Berührung gebracht mit feuchter Gerstenstärke, so kann in kurzer Zeit im Parenchym des Scutellum transitorische Stärke entdeckt werden, ein Beweis, daß der Embryo Nährstoffe absorbiert. Die in Berührung mit der Außenseite des Scutellum befindlichen Stärkekörner erweisen sich als stark mitgenommen, mit Zeichen der Korrosion. Besser sieht man diese Einwirkung, wenn man den Embryo theilweise in eine 5proz. Gelatinlösung einbettet, welche fein vertheilte Gerstenstärke suspendirt enthält. Die Wirkung des Embryo beschränkt sich nicht auf seine eigene Stärke, auch solche von Reis, Mais, Weizen wird angegriffen, nicht aber Bohnen- und Kartoffelstärke. Demnach scheidet der Embryo ein stärkelösendes Enzym aus. Hat man das Epithel des Scutellum abgekratzt, so ist die stärkelösende Wirkung verloren, ein Beweis, daß dies Gewebe es ist, welches das Enzym ausscheidet. Die Ansicht, daß die Zellen der Kleberschichte des Endosperm einen wichtigen Einfluß auf die Lösung der Stärke während der Keimung ausüben, sei es durch direkte Diastaseausscheidung, sei es durch Leitung der Diastase aus dem Embryo, ist unrichtig.

Merkwürdig ist, daß das Epithel kein stärkelösendes Enzym ausscheidet, wenn neben der Stärke Rohrzucker vorhanden ist. Alle direkt assimilirbaren Kohlehydrate üben diese verhindernde Wirkung. Außer der Lösung der Stärke hört auch jene der Cellulose bei Gegenwart von Kohlehydraten auf.

Taucht man Gerstenschnitte in ein Kaltwasserextrakt von Gerstenmalz, so vollziehen sich ähnliche Lösungsvorgänge wie bei der Keimung, es läßt sich auch aus dem Extrakt das celluloselösende Enzym gewinnen. Dasselbe löst auch die Cellulose anderer Pflanzen, z. B. von Kartoffeln und Rüben. Werden ausgeschnittene Gerstenkeime mit dem Scutellum auf dünne Schnitte von Gerste oder

Kartoffel gelegt, welche auf feuchter Oberfläche sich befinden, so tritt binnen 24 Stunden eine sichtbare Einwirkung auf die Parenchymzellen ein und kann oft eine vollständige Durchlöcherung der Schnitte nachgewiesen werden. Es geschieht dies, wenn auch die Parenchymzellen durch Eintauchen in Alkohol getödtet wurden, während Tödtung der Keime oder Beseitigung des Epithels alle Wirkung aufhebt. Bei Kultur ausgeschnittener Keime auf feuchtem Filtrirpapier werden die Cellulosefasern ebenfalls angegriffen. Der wachsende Embryo scheidet nach allen Versuchen ein celluloselösendes Enzym aus und zwar lokalisiert auf das Zylinderepithel des Scutellums, neben diesem Enzym wird aber von demselben Gewebe stärkelösendes Enzym ausgeschieden.

Wird Gerste in verschiedenen Entwicklungsstadien frisch vom Felde genommen, so findet man, daß das Epithel der unreifen Embryonen kein auf Stärke wirkendes Enzym ausscheidet. Dasselbe ist auch bei morphologisch reifen Keimen der Fall, im Falle die Reife noch nicht bis zu einer theilweisen Austrocknung vorgeschritten ist. Austreibung der Feuchtigkeit hat einen bemerkenswerthen Einfluß auf die sekretorischen Eigenschaften des Epithels, sowohl mit Rücksicht auf das cellulose- wie das stärkelösende Enzym. — Allerdings wird in den Zellen des sich entwickelnden Endosperms ein stärkelösendes Enzym produziert, von welchem noch im reifen Korn Reste vorhanden sind, aber dies Enzym ist weniger aktiv und unterscheidet sich von dem bei der Keimung durch das Epithel produzierten wesentlich dadurch, daß es weder Stärkekleister verflüssigen noch Stärkekörner zu korrodieren vermag, vielmehr wird die Stärke symmetrisch aufgelöst, ähnlich wie transitorische Stärke überhaupt gelöst wird. Das genannte Enzym hat die Funktion, den Transport der Stärke zu erleichtern, und wird als Translokationsdiastase bezeichnet, gegenüber der aktiveren, nur von bestimmten Zellen (Epithel) abgesonderten, der Sekretionsdiastase. Die Translokationsdiastase findet sich auch in Blattkeim und Wurzeln der Gerstenkeimlinge, gewiß auch in sonstigen Pflanzengeweben, an welchen man schon stärkere diastatische Wirkungen entdecken könnte, wenn man statt wie bisher Stärkekleister lösliche Stärke zu den Versuchen verwenden würde. Wahrscheinlich entsteht die Translokationsdiastase durch die Einwirkung des sauren Zellsafts auf ein im Protoplasma enthaltenes Zymogen.

Im keimenden Korn beschränkt sich die Anwesenheit der Maltose auf das Endosperm, der größere Theil des Rohrzuckers auf den wachsenden Embryo. Die umgewandelte Stärke des Endosperms wird vom Epithel in Form von Maltose absorbiert, durch die Embryozellen aber in Rohrzucker umgewandelt. Die Befähigung des Embryogewebes zu dieser Umwandlung wurde direkt, durch Kultur vom Embryonen auf Maltoselösung, nachgewiesen. Auf Lösungen von Dextrose wird dagegen kein Rohrzucker gebildet, sondern in den Embryogeweben finden sich Invertzucker und Dextrose.

C. K.

A. Seignette. *Recherches sur les tubercules.* Revue générale de Bot. 1889. Ref. Botan. Zentralbl. XLI. Nr. 2. S. 45.

Aus diesem Referate seien einige Punkte entnommen. Verf. versteht unter „Tubercules“ alle vegetativen Partien, in welchen sich zu bestimmter Zeit ein spezieller Reservestoff aufspeichert, einerlei, ob der betreffende Pflanzentheil äußer-

lich stark oder kaum angeschwollen ist. Bezüglich der Tiefe des Bodens, in welcher diese Reservestoffbehälter entstehen, wird gesagt:

„Hauptsächlich für die einjährigen Knollen konnte Verf. das *Royer'sche* Gesetz «loi de niveau» durch Experimente bestätigen. Dieses Gesetz besagt, daß sich bei gegebener Pflanze und unter gleichbleibenden äußeren Bedingungen die Reservestoffe im Boden immer in konstanter Entfernung von der Erdoberfläche ablagern. Verf. konnte in der That zeigen, daß sich die Knollen einer Pflanze bei gegebenen Bedingungen zwischen zwei bestimmten Niveaus unter dem Boden vorfinden, und daß bei Aenderung einer dieser Bedingungen (Feuchtigkeit, Wärme u. s. w.) die Distanz dieses Niveaus von der Oberfläche nicht mehr die gleiche bleibt. Für die ausdauernden Knollen hat dies Gesetz keine Gültigkeit. Die Art und Weise, wie die Knollen in den Boden eindringen, um sich in ein bestimmtes Niveau zu lagern, kann bei den verschiedensten Pflanzen die gleiche sein. So bohren sich bei *Stachys tuberosa* und *Cyperus esculentus* in vollkommen gleicher Weise gewisse Zweige von oben nach unten in den Boden ein; diese positiv geotropischen Zweige endigen mit einer terminalen knolligen Anschwellung. Im folgenden Frühjahr produziren diese Anschwellungen zum mindesten aus ihrer Endknospe negativ geotropische Sprosse, welche über den Boden treten und zu normalen Luftsprossen werden. Veranlaßt man diese unterirdischen Knollen durch Treiben zu einer anomalen Jahreszeit oder durch plötzliche Aenderung der äußeren Bedingungen zum vorzeitigen Austreiben, so beieilen sie sich keineswegs, oberirdische Sprosse zu bilden, sondern sie verlegen eigentlich nur das Niveau und bilden sich dort unter anderer Gestalt von Neuem. Gewisse Knollen haben die Tendenz, sich horizontal zu entwickeln oder eine Richtung einzunehmen, die mit der horizontalen einen nahezu konstanten Winkel bildet. Hier dringt jedes Jahr das neugebildete Glied in den Boden, bis es die nämliche Tiefe wie dasjenige des vorhergehenden Jahres erreicht hat.“

Diese interessantesten Beobachtungen fallen in das Gebiet der in der Abhandlung „Zur Kenntniß des Verhaltens der Pflanzen bei verschiedener Höhe der Erdbedeckung“¹⁾ behandelten Erscheinungen, deren Verfolgung reiche Ausbeute geben dürfte.

C. K.

G. Krabbé. Untersuchungen über das Diastaseferment unter spezieller Berücksichtigung seiner Wirkung auf Stärkekörner innerhalb einer Pflanze. *Pringsheim's* Jahrb. f. wiss. Botanik. B. XXI. H. 4. S. 520—608.

J. Wortmann. Ueber den Nachweis, das Vorkommen und die Bedeutung des diastatischen Enzyms in den Pflanzen. *Botan. Zeitung.* XLVIII. (1890.) Nr. 37—41.

Krabbe untersuchte den Verlauf der Auflösung der Stärkekörner in keimenden Samen von Gramineen u. s. w. und fand, daß die Auflösung entgegen der herrschenden Anschauung fast vollkommen analog der Lösung eines Krystalls vor sich gehe. Das Lösungsmittel (die Diastase) vermag in die intermicellaren Räume nicht einzudringen, um im Stärkekorn eine auslaugende Wirkung zu ent-

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. XII. S. 259.

falten, vielmehr greift es lokal an, frißt Kanäle in die Körner, in zentripetaler Richtung die Substanz sukzessive wegnehmend. So gelangt im Innern des Korns ein reichverzweigtes Kanalsystem zur Ausbildung, wodurch die Körner schließlich zum Zerfall gebracht werden. Enthalten die Stärkekörner, z. B. von Leguminosen, radiale Risse, so werden diese natürlich zur Verbreitung der Diastase beitragen. Eine gleichmäßige Auflösung von außen her kommt nur in Pflanzen mit großen, exzentrisch gebauten Stärkekörnern vor. Auch in allen übrigen stärkehaltigen Pflanzentheilen erfolgt die Stärkeauflösung ebenso wie in den typischen Reservestoffbehältern. — Die Auflösung der Stärkekörner ist ein rein physikalischer Vorgang, an welchem weder Mikroorganismen, noch das lebende Plasma in den Zellen beteiligt sein können. Denn es gelingt nicht, Protoplasmatheiligen in den Porenkanälen nachzuweisen, auch trat langsame Lösung ein, als wäßrige Diastaselösung bei so niederer Temperatur einwirkte, daß die Lebensthätigkeit irgend welcher Protoplasmaegebilde ausgeschlossen war. — Die Diastase vermag nicht in der Form zu wandern, in der sie die Stärke in Zucker verwandelt, behufs Wanderung muß sie vorher irgend eine chemische Veränderung erfahren, um am Orte ihrer Wirksamkeit wieder restituirt zu werden. Wahrscheinlich aber wandert sie überhaupt nicht, sondern wird direkt am Orte ihrer Wirksamkeit gebildet.

Wortmann fand, daß Diastase keineswegs, wie meist geglaubt wird, in den Pflanzen allgemein verbreitet ist, die Stärkemehllösung kann deshalb auch unmöglich überall durch Diastasewirkung zu Stande kommen. Namentlich wurde sichergestellt, daß in den assimilirenden Blättern Diastase höchstens in so minimaler Menge vorhanden ist, daß sie für die gerade in den Blättern besonders lebhaft vor sich gehenden Stärkeumwandlungen wenig oder gar nicht in Betracht kommen kann. Aehnlich verhält es sich mit Stengeln. Reichliche Mengen von Diastase, welche zur Umwandlung des Stärkemehls genügen, entstehen eigentlich nur in Spezialfällen, nämlich in stärkehaltigen Reservestoffbehältern (stärkehaltigen Samen, Knollen, Rhizomen). In den übrigen und meisten Fällen müssen die Umwandlungen des Stärkemehls durch die direkte Vermittelung des Protoplasmas erfolgen. Zur Stütze letzterer Behauptung wurden mehrere Versuche ausgeführt, in denen die Thätigkeit des Protoplasmas gehemmt war, während allenfallsige Diastase ihre Wirkung entfalten konnte. So wurden stärkehaltige Blätter in sauerstofffreie Luft gebracht, in der sich Diastasewirkung hätte äußern müssen, während plasmatische Wirkung ausgeschlossen war. Die Stärkeauflösung unterblieb, während sie sich in den in gewöhnlicher Atmosphäre befindlichen Blättern normal vollzog. Die Plasmodien der Lohblüthe korrodiren Stärkekörner, ohne daß diastatische Enzyme nachweisbar sind. Diese Befunde stehen demnach in Widerspruch mit den Aufstellungen *Krabbe's*, dessen Argumente für nicht stichhaltig erklärt werden. Die lösende Wirkung des Protoplasmas kann natürlich nur von außen her stattfinden. Hinsichtlich des Wesens der Diastase schließt sich *Verf.* der Auffassung von *A. Mayer* an, daß die Enzyme Organismenreste oder Protoplasmasplinter seien, vielleicht von sehr wechselnder Zusammensetzung, aber noch mit einem Theil der charakteristischen molekularen Bewegung begabt, welche in dem Organismus einen Theil des Lebens ausmachen. Das Protoplasma erzeugt mehr oder weniger Enzym, das lösende Agens bleibt entweder Bestandtheil des

lebenden Protoplasmas oder übt, von letzterem abgetrennt, als Enzym, selbstständig seine Wirkungen aus. C. K.

A. Fischer. Beiträge zur Physiologie der Holzgewächse. *Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot.* Bd. XXII. H. 1. S. 73—160.

In Verfolg seiner früheren Beobachtung über das Vorkommen eines Kupferoxyd reduzierenden Stoffes in den Gefäßen vieler Holzgewächse stellte Verf. eingehende Untersuchungen an über das Auftreten der erwähnten Substanz, wobei auch die im Laufe des Jahres erfolgenden Wandlungen der Stärke zu berücksichtigen waren.

1. Der Glykosegehalt des Holzes im Sommer (Juni bis September). Es lassen sich folgende Gruppen unterscheiden:

a. Glykosereich sind: *Alnus glutinosa*, *Betula alba*, *Corylus Avellana*, *Ostrya virginica*, *Populus tremula*, verschiedene Ahornarten, *Cornus sanguinea*, *Evonymus europaeus*, *Rhamnus cathartica*, *Syringa vulgaris*, *Pirus Achras* und *Malus*, verschiedene *Prunus*arten. Hieher gehören 50% der untersuchten Laubbölzer.

b. Ziemlich glykosereich sind: *Ailanthus glandulosa*, *Ligustrum vulgare*, *Sambucus nigra*, *Elaeagnus angustifolia*.

c. Glykosearm: *Quercus Robur*, *Ulmus campestris*, *Tamarix pentandra*, *Aesculus hippocastanum*, *Tilia grandifolia* und *parvifolia*, *Crataegus monogyna*, *Sorbus aucuparia*, *Colutea cruenta*, *Cytisus Laburnum*, *Robinia Pseudacacia*, *Catalpa Kaempferi*.

d. Glykosefrei: *Fraxinus excelsior*, *Juglans regia*.

Die Koniferen enthalten gleichfalls viel Glykose in den Tracheiden des Holzes.

Bei allen glykosereichen Hölzern bildet sich nach Behandlung mit Kupfervitriol und Seignettesalz starker Oxydulniederschlag in den Gefäßen, die Holzfasern sind meist glykosefrei. Im Holz- und Markstrahlparenchym fehlt gewöhnlich die Reaktion, in der Rinde ist sie meist reichlich vorhanden. Alle diese Beobachtungen gelten zunächst für 3—10jährige Aeste, für ältere bleibt die Frage offen. Das Wurzelholz verhält sich wie das Stammholz. Die untersuchten kleineren Sträucher, Stauden und Kräuter enthielten keine Glykose in den Gefäßen, Blattstiele und Nerven nur bei einzelnen Pflanzen. Bei Laubbölzern mit glykosereichem Astholz waren die Gefäße der Blattstiele glykosefrei, wahrscheinlich auch die Tracheen aller Nerven. Die neuen Jahrestriebe verhalten sich wie die saftigen Stengel der Kräuter, so lange sie noch krautig sind. Zu verschiedenen Tageszeiten konnte während des Sommers an Aesten eines und desselben Baumes kein Unterschied im Glykosegehalte der Gefäße festgestellt werden. Dagegen dürften Witterungsverhältnisse und individuelle Eigenschaften einzelner Aeste von Einfluß sein.

2. Der Glykosegehalt des Holzes in den übrigen Jahreszeiten.

Im Winter ist ebenfalls Glykose in den toten Elementen des Holzes zu finden; im Sommer glykosearme Hölzer erwiesen sich auch im Winter glykosearm. Für im Sommer glykosereiche Hölzer wurde zum Theil mit Sicherheit Abnahme des Glykosegehalts im Winter nachgewiesen, wahrscheinlich ist dies aber allgemein der Fall, wenn auch oft nicht so erheblich, um mikrochemisch auffällig zu werden. Zunahme des Glykosegehalts während des Winters wurde bei keinem einzigen

Raume beobachtet. — Im Frühjahr, wo die Veränderungen der Reservestoffe beginnen, vermehrt sich die Gefäßglykose schon sehr zeitig, wie sich am deutlichsten in der Zusammensetzung der Blutungssäfte ausspricht. Die Periode des größten Gehalts dauert von Anfang April bis Ende Mai. Im Laufe des Sommers tritt keine weitere Zunahme, eher eine Abnahme ein.

3. Die Stärke im Stoffwechsel der Laubhölzer. Nach der bisherigen Ansicht bleibt die während des Sommers in den lebenden Zellen des Holzes, der Rinde, des Marks und Knospengrundes aufgespeicherte Stärke unverändert bis zum Frühjahr liegen, um nun erst gelöst und zum Wachstum verwendet zu werden. Nach neueren, einander theilweise widersprechenden Untersuchungen gehen aber auch im Winter wesentliche Stoffwandlungen vor sich, zu deren Aufklärung Verf. Verschiedenes beiträgt. Man hat acht Phasen zu unterscheiden:

1. Das Stärkemaximum im Herbst, vom Blattfall bis Ende Oktober oder Anfang November.
2. Die Stärkelösung im Herbst, Ende Oktober bis Ende November.
3. Das Stärkeminimum im Winter, Dezember bis Februar.
4. Die Stärkeregeneration im Frühjahr, Anfang März bis Anfang April.
5. Das Stärkemaximum im Frühjahr, April.
6. Die Stärkelösung im Frühjahr, Anfang Mai.
7. Das Stärkeminimum im Frühjahr, Mitte bis Ende Mai.
8. Die Stärkespeicherung im Sommer, Ende Mai bis zum Laubfall.

Man hat unter den Laubhölzern Stärkebäume und Fettbäume zu unterscheiden (auch die Koniferen gehören zu den Fettbäumen). Bei den Stärkebäumen bleibt die Reservestärke in Holz und Mark vom Herbst bis zum Mai unverändert, abgesehen von sehr geringen Schwankungen; nur die Rindenstärke wird im Spätherbst gelöst und erscheint im Frühjahr wieder. Zu den Stärkebäumen gehören die meisten, besonders alle hartholzigen Laubhölzer. Bei den Fettbäumen treffen die Veränderungen im Winter und Frühjahr die Stärke in Mark, Holz und Rinde, welche entweder totale Umwandlung erfährt oder bis auf kleine Reste. Hieher gehören besonders Weichhölzer. Bei den Fettbäumen verwandelt sich die Stärke in fettes Oel, ein Theil in der Rinde auch in Glykose. Bei den Stärkebäumen entsteht wenig Fett, neben der Glykose entsteht vielleicht noch ein unbekannter Körper. Zur Zeit des Winterminimums bilden Aeste, Rindenstärke und selbst mikroskopische Schnitte in der Wärme in kurzer Zeit Stärke, um so schneller, je höher die Temperatur ist. Bei den Fettbäumen erfolgt die Regeneration in Markgrenze, Holz und Rinde, bei den Stärkebäumen natürlich nur in der Rinde. Das Material, aus welchem die erste neue Stärke entsteht, ist Glykose, und zwar ist dieselbe schon in den Zellen enthalten, in welchen die Regeneration erfolgt. Die Stärkelösung im Herbst, sowie die Regeneration im Frühjahr ist nicht allein von der Temperatur abhängig, sondern beruht auf einer erblichen Periodizität gewisser Eigenschaften des Protoplasmas. Die Stärkeregeneration erfolgt auch im Finstern, unterbleibt aber im sauerstofffreien Raume. Auch in den Knospen der Bäume finden im Winter wichtige Veränderungen der Reservestärke statt. Ein Theil derselben wandert in die Anfangs stärkefreien embryonalen Organe, ein anderer erleidet andere, unbekannte Umsetzungen. Durch höhere

Temperaturen erfolgt auch in dem Knospengrunde eine kräftige Stärkeregeneration. Die Knospen können erst dann im Winter durch Wärme ausgetrieben werden, wenn in ihnen die Stärkeumwandlungen einen gewissen Umfang erreicht haben und das Stärkeminimum in den Aesten nahezu erreicht ist, d. h. von Ende November ab. Die genannten Stärkewandlungen, mit denen die Bildung von Glykose verbunden ist, liefern in derselben eine größere Menge leicht verathembares und damit Triebkraft spendendes Material, welches zur Knospenentfaltung erforderlich, im Oktober aber nicht vorhanden ist. Hieraus erklären sich die Mißerfolge des Frühtreibens vor dem Stärkeminimum.

4. Ueber die Bedeutung der Gefäßglykose und die Wanderungsbahnen der Kohlehydrate. Die Ringelungsversuche führten zur Bestätigung der schon 1863 von *Sachs* ausgesprochenen Ansicht, daß die im Frühjahr sich auflösende, im Holzkörper gespeicherte Stärke im Holzkörper selbst mit den aufsteigenden Rohsaften den Knospen zugeführt wird, während im Sommer die in den Blättern erzeugten Kohlehydrate in der Rinde abwärts wandern. Wenn auch Markstrahlen und Holzparenchym ein zusammenhängendes System bilden, so dient dasselbe gleichwohl nicht dazu, die Assimilate aus den Blättern direkt in's Holz und aus diesem wieder zurück zu den wachsenden Organen zu leiten. Die beiden in entgegengesetzter Richtung fließenden Ströme der Kohlehydrate in den Bäumen benützen also besondere Bahnen, die abwärtsströmenden dringen von der Rinde aus in den Holzkörper und das Mark ein, die Reservestärke wird dagegen vom Transpirationsstrom emporgeführt und bewegt sich, als Glykose, mit dem Transpirationsstrom in den Gefäßen und Tracheiden aufwärts. Dadurch ergibt sich ein wesentlicher Unterschied zwischen den Holzgewächsen und perennirenden Kräutern, indem bei den letzteren die Gefäße ausschließlich der Wasserleitung dienen, bei den Holzgewächsen dagegen im Frühjahr zugleich als Wanderungsbahnen der Kohlehydrate. — Da die Gefäße auch im Sommer viel Glykose enthalten, findet also den ganzen Sommer über eine schwache Zufuhr von Glykose zur Krone statt, welche jedenfalls aus den Markstrahlzellen in die Gefäße eingepreßt wird und aus der Rinde stammt. Die starke Abnahme der Gefäßglykose im Winter erklärt sich wohl dadurch, daß jetzt die Wasserbewegung ruht und die Glykose in die Markstrahlzellen zurücktritt, um sich hier in Stärke oder Fett zu verwandeln.

L. Kny. Ueber eine Abnormität in der Abgrenzung der Jahresringe
Sitzsber. d. Ges. naturf. Freunde zu Berlin 1890. Nr. 7.

Es handelt sich hier um die Abgrenzung des Herbstholzes vom Frühjahrs-
holz, welches häufig durch stärkere Membranverdickung der Herbstelemente
charakterisirt ist. Verf. hat eine Anzahl von Holzgewächsen aufgefunden, wo
die Elemente des Herbstholzes zuweilen deutlich dünnwandiger sind als die
gleichnamigen Elemente des vorausgegangenen und des darauffolgenden Frühling-
holzes. Merkwürdiger Weise aber zeigt diese Erscheinung einen ganz unbestän-
digen Charakter, sie wird durch Verhältnisse beeinflusst, welche nicht nur von
Jahr zu Jahr Schwankungen unterworfen sind, sondern auch innerhalb desselben
Jahreszuwaches lokale Aenderungen erfahren. „Ich kann mich deshalb der

Meinung nicht anschließen, daß die Jahresringbildung sich zur Zeit einer experimentellen Behandlung entziehe, bin im Gegentheil der Ueberzeugung, daß innerhalb der durch die in der Natur vorkommenden Variationen gezogenen Grenzen die Behandlung der Jahrringsfrage auf dem Wege des Versuchs alle Aussicht auf Erfolg biete.“

C. K.

F. Elfving. Studien über die Einwirkung des Lichtes auf die Pilze. Helsingfors. 1890.

Re z e n s i o n.

J. Wiesner. Elemente der wissenschaftlichen Botanik. I. Elemente der Anatomie und Physiologie der Pflanzen. 3. Auflage 1890. II. Elemente der Organographie und Systematik der Pflanzen. 2. Auflage. Wien, bei *Alfred Hölder*.

Wiederholt wurden die früheren Auflagen dieses Werkes in dieser Zeitschrift namhaft gemacht ¹⁾. Es spricht am besten für die große Brauchbarkeit des Werkes, daß innerhalb verhältnißmäßig sehr kurzer Zeit Neuauflagen nothwendig wurden. Dieselben tragen allen Fortschritten der botanischen Wissenschaft Rechnung, so daß sich das Werk nach seiner ganzen eigenartigen Einrichtung vorzüglich zur Einführung in die genannten Gebiete eignet und auch demjenigen, welcher die Speziallitteratur nicht zu verfolgen in der Lage ist, genügende Aufschlüsse über die Fortschritte und bewegenden Fragen der behandelten Wissenschaftszweige bietet.

C. K.

¹⁾ Bd. VII. S. 208. Bd. VIII. S. 136.



III. Agrar-Meteorologie.

*Mittheilungen aus dem agrikulturphysikalischen Laboratorium und Versuchsfelde
der technischen Hochschule in München.*

LIX. Untersuchungen über das Verhalten der atmosphärischen Niederschläge zur Pflanze und zum Boden.

Von Professor Dr. E. Wollny in München.

4. Die Durchfeuchtung des Bodens seitens der atmosphärischen Niederschläge.

Die in dem vorigen Abschnitt¹⁾ mitgetheilten Thatsachen lassen deutlich erkennen, daß das atmosphärische Wasser von den Böden je nach deren physikalischer Beschaffenheit in verschiedener Weise aufgenommen und fortgeleitet wird. Wenngleich hieraus gefolgert werden muß, daß die Durchfeuchtung des Erdreiches von dem mechanischen Zustand desselben wesentlich abhängig sein wird, so würde es gleichwohl fehlerhaft sein, die in dem Boden vorkommenden Feuchtigkeitsmengen ausschließlich auf letzteren Umstand zurückzuführen, und zwar insofern, als neben demselben noch verschiedene andere Momente mit in Betracht zu ziehen sind. Welcher Art letztere seien, ergibt sich bei einiger Ueberlegung von selbst; unzweifelhaft hat auch die Menge und die Vertheilung der Niederschläge, sowie der durch Verdunstung und Absickerung bedingte Verlust einen hervorragenden Antheil an der Aufspeicherung des Wassers in derjenigen Bodenschicht, in welcher sich die Wurzeln der Pflanzen verbreiten, und aus welcher diese das zum Wachsthum erforderliche Wasser entnehmen. Da die bezeichneten Faktoren in Bezug

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. XIII. 1890. S. 316.

auf ihre Wirkung in den mannigfachsten Wechselbeziehungen zu einander stehen, so bietet die Darstellung der bezüglichen Prozesse in der Natur einige Schwierigkeiten, und dürfte es daher geboten erscheinen, den Einfluß der einzelnen maßgebenden Momente zunächst für sich gesondert und im Anschluß hieran deren Gesamtwirkung zu betrachten. Zur Vereinfachung der betreffenden Darlegungen wird es weiters zweckmäßig sein, vorerst jene Fälle ins Auge zu fassen, wo der Boden bis in größere Tiefen eine homogene Beschaffenheit besitzt, und alsdann die in Rede stehenden Verhältnisse für solche Lokalitäten zu untersuchen, wo sich in der Tiefe eine für Wasser undurchdringliche Schichte befindet.

Unter ersterer Voraussetzung und bei gleicher atmosphärischer Zufuhr ist die Durchfeuchtung des Bodens von der physikalischen Beschaffenheit desselben in der Weise beherrscht, daß je nach der Permeabilität und der Wasserkapazität des Materials die in demselben aufgespeicherten Feuchtigkeitsmengen sehr verschieden ausfallen. Dringt das Wasser, wie bei grobkörnigen (sandigen) Böden, leicht ein, so wird zwar letzterer bei genügender Zufuhr bis in größere Tiefen schnell durchfeuchtet, aber die Menge des zurückgehaltenen Wassers ist eine geringe, weil ein mehr oder weniger großer Theil nach unten absickert und dadurch denjenigen Bodenschichten verloren geht, aus welchen die Pflanzen ihren Wasserbedarf decken. Je feinkörniger andererseits ein Boden, je größer sein Thon- und Humusgehalt ist, um so größere Widerstände stellen sich der Abwärtsbewegung des Wassers entgegen, um so länger hält es sich in den oberen Partien des Erdreiches auf, und sammelt sich, da gleichzeitig die Wasserkapazität solcher Böden eine hohe ist, in um so größeren, bei thon- und humusreichen Böden nicht selten in solchen Mengen an, daß die Erde mit einem Uebermaß von Wasser versehen wird und an Nässe leidet. In gewissen Fällen kann jedoch auch bei solchen Bodenarten die Durchfeuchtung derselben, wie bei grobkörnigen, eine mangelhafte sein, nämlich dann, wenn stark thonhaltige Böden sich im Zustande der dichtesten Lagerung befinden und die Oberfläche derselben geneigt ist. Unter solchen Umständen wird ein beträchtlicher Theil des atmosphärischen Wassers oberflächlich abgeführt, weil dieses der sich darbietenden mechanischen Hindernisse wegen nur äußerst schwer in den Boden einzudringen vermag. Zwischen den geschilderten Extremen bestehen in der Natur zahlreiche Uebergänge, welche durch Unterschiede

mannigfacher Art in dem Feuchtigkeitsgehalt in die Erscheinung treten, und die sich zum Theil durch folgende Zahlen¹⁾ illustriren lassen.

Datum 1879.	Volumprozentischer Wassergehalt.				
	Torf.	Humoser Kalksand.	Humus- freier Kalksand.	Lehm.	Quarz- sand.
26. Mai	38,43	32,08	24,66	25,73	8,54
6. Juni	40,11	35,17	24,96	26,82	9,41
24. »	35,97	32,79	23,59	28,18	8,76
4. Juli	41,94	38,98	28,78	29,05	12,40
15. »	47,93	41,03	32,80	32,29	13,08
5. August	35,30	32,52	17,16	25,59	8,28
22. »	40,89	36,77	28,89	27,84	11,00
1. September	42,81	41,32	25,61	29,95	11,50
12. »	—	39,25	24,72	28,88	10,67
1. Oktober	45,50	38,01	28,19	28,82	10,44
Mittel:	40,99	36,79	25,74	28,31	10,39

Hiernach wird das atmosphärische Wasser durch den Boden je nach dessen physikalischer Beschaffenheit unter übrigens gleichen Verhältnissen in sehr verschiedener Weise ausgenutzt. Man sieht deutlich, daß es hauptsächlich die humosen Substanzen sind, welche der Aufspeicherung größerer Wassermengen Vorschub leisten, während der grobkörnige Boden (Quarzsand) wegen seiner großen Durchlässigkeit eine ungleich geringere, in vielen Fällen eine in Rücksicht auf das Wasserbedürfnis der Gewächse unzureichende Durchfeuchtung erfährt. Die Korngröße und der Gehalt an Thon machten in der Weise ihren Einfluß geltend, daß der feinkörnige Kalksand größere Wassermengen zurückhielt als der grobkörnige Quarzsand und der an abschlämmbaren Bestandtheilen reiche Lehm in dieser Beziehung den humusfreien Kalksand noch übertraf. Aus solchen, wie den mitgetheilten Thatsachen wird gefolgert werden dürfen, daß Böden von einem mittleren Gehalt an feinkörnigen (thonigen) und humosen Substanzen in Bezug auf die Durchfeuchtung sich dem Pflanzenwachsthum gegenüber am günstigsten verhalten werden, während bei gleicher Zufuhr stark humose oder sehr thonreiche Böden sich leicht mit einem schädlichen Uebermaß von Wasser versehen, grobkörnige (Sand-) Böden einen Mangel

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. V. 1882. S. 17.

an Wasser aufweisen werden. Der Kultur erwächst bei Böden letzterer Kategorien die Aufgabe, die ungünstigen Feuchtigkeitsverhältnisse der Vegetationsschicht nach der einen und nach der anderen Richtung hin durch geeignete Maßnahmen abzuändern.

Die Durchfeuchtung der einzelnen übereinandergelagerten Schichten ist während der atmosphärischen Zufuhr eine andere als nach dem Aufhören derselben. So lange der Niederschlag andauert, sind die oberen Schichten in der Regel mit größeren Wassermengen versehen als die tieferen, weil das Wasser nur allmählich eindringt und sich je nach der physikalischen Beschaffenheit des Bodens mehr oder weniger lange Zeit in den oberen Partien desselben aufhält. Hat der Niederschlag aufgehört, so findet noch nachträglich eine Abwärtsbewegung des Wassers statt, deren Dauer von den Widerständen abhängig ist, welche die Bodentheilen dem eindringenden Wasser entgegenstellen. Je feinkörniger das Erdreich, um so länger dauert die Bewegung an, und umgekehrt. Hierbei verlieren die oberen Schichten nach und nach einen Theil des aufgenommenen Wassers, bis zu dem Punkt, wo sie entsprechend ihrer kleinsten Wasserkapazität¹⁾ gesättigt sind, während die unteren Schichten in dem Maße, als das in den höheren Lagen abgegebene Wasser in die Tiefe vorrückt, in ihrem Feuchtigkeitsgehalt eine stetige Zunahme erfahren. Ist schließlich der Zeitpunkt eingetreten, wo die Bewegung nach unten aufgehört hat, so zeigt sich der Wassergehalt von oben nach unten zunehmend.

Zur Illustration der geschilderten Vorgänge können die Resultate eines vom Referenten ausgeführten Versuchs²⁾ dienen, in welchem 5 cm weite Glasröhren mit Quarzsandpulver (0,01—0,071 mm) gefüllt und von oben her so lange mit Wasser beschickt wurden, bis letzteres unten angelangt war. Von da ab blieben die Röhren eine verschieden lange Zeit sich selbst überlassen, wobei sie zur Verhütung der Verdunstung oben mit einer Verschlussvorrichtung versehen wurden. Nach 12 resp. 36 und 168 Stunden wurde jede Röhre in einzelne Abschnitte zerlegt und der Inhalt letzterer auf seinen Wassergehalt geprüft. Die Ergebnisse dieses Versuchs weist folgende Tabelle nach:

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. VIII. 1885. S. 197.

²⁾ Diese Zeitschrift. Bd. VIII. 1885. S. 191.

Bodenschicht.	Höhe der Bodenschicht. cm	Wasserkapazität (Vol. %).		
		Nach dem Stehen von		
		12 Stunden.	36 Stunden.	168 Stunden.
I oben	10	38,2	35,5	32,4
II	15	39,5	35,2	31,3
III	15	39,6	39,4	37,4
IV	15	41,6	39,7	38,6
V	15	42,2	40,8	40,6
VI	15	40,5	41,7	42,3
VII unten	15	37,6	42,4	43,8

Diese Zahlen lassen deutlich das allmähliche Vorrücken des Wassers in die Tiefe erkennen; die oberen Schichten büßen nach und nach in ihrem Feuchtigkeitsgehalt ein, die tieferen erfahren dagegen eine Zunahme in den Wassermengen, welche sie einschließen. Nach alledem erscheint die Schlußfolgerung gerechtfertigt, daß der Wassergehalt der Vegetationsschicht von oben nach unten zunimmt, sobald die Abwärtsbewegung des in den Boden eindringenden atmosphärischen Wassers aufgehört hat, daß aber die Durchfeuchtung der einzelnen übereinandergelagerten Schichten während des Niederschlages und so lange sich das Wasser nach unten bewegt in entgegengesetzter Richtung in die Erscheinung tritt.

In Bezug auf die Abhängigkeit der Durchfeuchtung des Erdreichs von der Niederschlagsmenge¹⁾ läßt sich zwar im Allgemeinen die Wahrnehmung machen, daß der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens mit der Menge des zugeführten atmosphärischen Wassers steigt und fällt, im Speziellen ergeben sich aber in dieser Beziehung die mannigfachsten Verschiedenheiten, die wiederum durch die physikalische Beschaffenheit des Bodens bedingt sind. Böden, welche eine große Wasserkapazität und eine geringe Durchlässigkeit besitzen, enthalten gewöhnlich in einem regenreichen Klima ein Uebermaß von Wasser, während Böden mit kleiner Wasserkapazität und großer Durchlässigkeit unter gleichen Umständen normal feucht erscheinen, weil die Anfeuchtung eine mehr oder weniger gleichmäßig fortwirkende ist, und alles überschüssige Wasser

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. X. 1887. S. 154.

leicht in die Tiefe abgeführt wird. Bei geringer Niederschlagshöhe leiden Böden letzterer Art in der Regel an Wassermangel, da das Wasseraufspeicherungsvermögen derselben gering ist, und bei jedem größeren Niederschlag ein mehr oder weniger großer Theil des zugeführten Wassers durch Absickerung verloren geht. Ungleich günstiger gestalten sich unter den gleichen Verhältnissen die Feuchtigkeitsmengen in denjenigen Böden, welche mit einer größeren Wasserkapazität ausgestattet sind, und zwar insofern, als dieselben in Folge letzterer Eigenschaft das Wasser vergleichsweise weit besser aufzuspeichern vermögen. Dazu kommt, daß sich in derartig beschaffenen Böden bei geringer atmosphärischer Zufuhr kein Uebermaß von Wasser in denselben ansammeln kann, so daß auch in dieser Beziehung die Bodenfeuchtigkeit in Rücksicht auf die Vegetation nichts zu wünschen übrig läßt, vorausgesetzt, daß die Niederschlagsmenge überhaupt eine zur Erzielung von Maximalerträgen ausreichende ist. Ist dies nicht der Fall, dann werden die Ernten auch auf solchen Böden zurtückbleiben, entsprechend der zugeführten Wassermenge.

Von fast größerer Bedeutung als die Niederschlagsmenge erweist sich die Niederschlagshäufigkeit¹⁾ für die Versorgung des Erdreichs mit den für die Vegetation erforderlichen Wassermengen, sobald die Zufuhr an sich ausreichend ist, das Wasserbedürfniß der Kulturen zu decken. Geringe Niederschlagsmengen, welche den Boden nur auf eine Tiefe von wenigen Millimetern durchfeuchten, kommen, wenngleich dieselben häufig auftreten, der Vegetation nicht zu Gute, weil der größte Theil des zugeführten Wassers in aller kürzester Frist an der Oberfläche durch Verdunstung verloren geht. Wenn es im Sommer auch täglich 2 mm regnen würde, so könnten doch bei so reichlichem Niederschlag die Pflanzen aus Wassermangel zu Grunde gehen, während an einem anderen Orte, wo diese 180 mm sich in drei Sommermonaten auf 10 — 12 Niederschläge vertheilen würden, sich ein außerordentlich günstiges Verhältniß herausstellen würde, und zwar insofern, als unter derartigen Umständen der Boden bis in größere Tiefen durchfeuchtet wird, und das aufgespeicherte Wasser mehr vor Verdunstung geschützt ist. Bei gleicher Niederschlagsmenge steigt also der Werth derselben mit der Abnahme der Zahl der Regentage und sinkt derselbe in dem Grade, als die Zahl der Regentage zunimmt.

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. XII. 1889. S. 423.

Um einen ziffermäßigen Beleg für die geschilderten Vorgänge zu liefern, füllte *F. Haberlandt*¹⁾ Glasröhren mit trockener Erde, benetzte letztere von oben her mit verschiedenen Wassermengen und stellte den Gewichtsverlust und damit die verdunsteten Wassermengen in den aufeinanderfolgenden Tagen fest. Die gewonnenen Resultate weist folgende Uebersicht nach:

Datum.	Die aufgegossene Flüssigkeit betrug in mm.					
	2,22	6,67	13,33	26,67	40,00	53,33
	Verlust in Gewichtsprozenten der aufgegossenen Flüssigkeit.					
Am 21. September.	94,75	99,51	26,34	14,78	9,81	8,96
» 22. »	5,68	17,02	10,22	10,09	7,75	7,48
» 23. »	—	18,85	14,87	13,39	10,33	9,05
» 24. »	—	12,16	14,56	11,82	8,99	8,09
» 25. »	—	7,29	6,20	7,30	5,27	7,05
» 26. »	—	3,04	6,82	8,17	6,92	6,70
» 27. »	—	1,82	5,89	3,48	3,51	3,48
» 28. »	—	—	5,58	3,65	2,58	3,04
» 29. »	—	—	4,34	2,96	1,86	2,61
» 30. »	—	—	2,48	1,74	1,76	2,00
» 5. Oktober, also nach weiteren 5 Tagen.	—	—	2,79	5,55	6,31	7,22
» 10. Oktober.	—	—	—	2,09	2,89	2,95
Zusammen nach 20 Tagen:	100,43	99,69	100,09	85,02	67,98	68,63

Der Gewichtsverlust in Prozenten der aufgegossenen Flüssigkeitsmenge durch die Verdunstung war sonach in den nachfolgenden Tagen um so größer, je geringer die Wasserzufuhr war, und auf eine je geringere Tiefe der Boden durchfeuchtet wurde.

In dem Betracht, daß die Versuche *Haberlandt's* nur darüber Auskunft geben, in welcher Weise verschiedene Niederschlagshöhen dem Boden zu Gute kommen, die Frage aber offen lassen, wie eine und dieselbe Niederschlagsmenge bei verschiedener Vertheilung für die Durchfeuchtung des Erdreichs von Belang ist, sah sich Referent veranlaßt, folgende Versuche zur Ausführung zu bringen. Zinkgefäße von 30 cm Höhe und 100 qcm Querschnitt wurden mit verschiedenen Bodenarten im luft-trockenen Zustande gefüllt. Hierauf wurde den einzelnen Gefäßen eine

¹⁾ Der allgemeine landwirtschaftliche Pflanzenbau. Wien. 1879. S. 338.

einer Regenhöhe von 60 mm entsprechende Wassermenge in der Weise zugeführt, daß Gefäß I dieselbe auf einmal erhielt, während in Gefäß II das erste Mal 30 mm, und nach 3 Tagen weitere 30 mm, in Gefäß III am Anfang des Versuchs 20 mm und jeden zweiten Tag 20 mm, und schließlich in Gefäß IV jeden Tag 10 mm aufgegossen wurden. Es hatten mithin sämtliche Gefäße in 6 Tagen 60 mm Wasser erhalten, aber bei verschiedener Vertheilung.

Die Gefäße wurden während regenloser Periode im Freien in einer Versenkung aufgestellt, derart, daß nur die Oberfläche der Insolation ausgesetzt war, und wurden behufs Feststellung des Verdunstungsverlustes täglich auf einer Dezimalwaage gewogen. Nach Umfluß von 6 Tagen wurde keine weitere Anfeuchtung vorgenommen, dagegen noch auf kurze Zeit die Größe der Verdunstung bestimmt. Eine an der Seite der Gefäße angebrachte Glasplatte ermöglichte, das Eindringen des Wassers in den Boden zu beobachten. Es stellte sich dabei heraus, daß die Durchfeuchtung des Bodens bis in um so größere Tiefen erfolgte, je ergiebiger die jedesmalige Zufuhr war. Ueber die Größe der Verdunstung geben die folgenden Zahlen Auskunft:

Versuch I (1888).

Bodenart.	Anfeuchtung 600 ccm.	Verdunstung pro 100 qcm Fläche während der Anfeuchtung.							Verdunstung pro 100 qcm nach der Anfeuchtung.			
		22. bis 23. Juni.	23. bis 24. Juni.	24. bis 25. Juni.	25. bis 26. Juni.	26. bis 27. Juni.	27. bis 28. Juni.	Summa.	28. bis 30. Juni.	30. Juni bis 2. Juli.	2. bis 5. Juli.	Inge- sammt.
Lehm.	einmal (600 ccm).	50	70	50	30	20	10	230	0	25	35	290
	zweimal (300 ccm).	50	55	20	85	30	30	270	0	30	40	340
	dreimal (200 ccm).	40	50	80	30	70	40	310	10	30	50	400
	sechsmal (100 ccm).	40	55	65	70	60	40	330	20	25	55	430
Quarz- sand.	einmal (600 ccm).	30	60	40	20	30	10	190	0	30	40	260
	zweimal (300 ccm).	50	45	15	70	40	30	250	20	25	30	325
	dreimal (200 ccm).	50	40	80	40	60	30	300	30	20	40	390
	sechsmal (100 ccm).	40	70	80	70	50	30	340	30	20	40	430

Versuch II (1888).

Bodenart.	Anfeuchtung. 600 ccm.	Verdunstung pro 100 qcm Fläche während der Anfeuchtung.							Verdunstung pro 100 qcm nach der Anfeuchtung.			
		10. bis 11. Aug.	11. bis 12. Aug.	12. bis 13. Aug.	13. bis 14. Aug.	14. bis 15. Aug.	15. bis 17. Aug.	Summa.	17. bis 19. Aug.	19. bis 21. Aug.	—	Ingesamt.
Lehm.	einmal (600 ccm).	70	90	50	25	15	20	270	10	20	—	300
	zweimal (300 ccm).	60	70	30	55	65	40	320	10	20	—	350
	dreimal (200 ccm).	60	40	60	25	75	50	310	10	40	—	360
	sechsmal (100 ccm).	30	70	60	50	60	60	330	30	30	—	390
Humoser Kalksand.	einmal (600 ccm).	70	80	40	20	10	10	230	10	30	—	270
	zweimal (500 ccm).	70	50	25	75	40	40	300	10	20	—	330
	dreimal (200 ccm).	60	30	75	30	65	45	305	20	40	—	365
	sechsmal (100 ccm).	45	40	60	60	75	80	360	20	20	—	400

Versuch III (1889).

Bodenart.	Anfeuchtung 600 ccm.	Verdunstung pro 100 qcm Fläche während der Anfeuchtung.							Summa.
		2.—3. Aug.	3.—4. Aug.	4.—5. Aug.	5.—6. Aug.	6.—7. Aug.	7.—8. Aug.		
Lehm.	einmal (600 ccm) .	35	55	55	30	25	20	220	
	zweimal (300 ccm) .	35	55	30	50	25	30	225	
	dreimal (200 ccm) .	40	40	60	25	55	35	255	
	sechsmal (100 ccm) .	25	55	60	30	35	65	270	
Humoser Kalksand.	einmal (600 ccm) .	45	60	35	20	20	20	200	
	zweimal (300 ccm) .	45	45	20	60	40	30	240	
	dreimal (200 ccm) .	40	30	65	35	60	45	275	
	sechsmal (100 ccm) .	35	50	60	45	65	80	335	

Diese Zahlen zeigen in Uebereinstimmung, daß bei gleicher Niederschlagshöhe die Verdunstungsmenge eine um so größere ist, und demgemäß für die Durchfeuchtung des Bodens um so größere Wassermengen verloren gehen, je häufiger die Zufuhr erfolgt, d. h. je größer die Zahl der Regentage ist. Erklärlich wird dies, wenn man berücksichtigt, daß das Wasser in dem gleichen Maße um so weniger tief in den Boden eindringt, daß sich demgemäß die feuchtesten unteren Schichten um so näher der Erdoberfläche befinden, und daß aus diesem Grunde der an letzterer stattfindende Verdunstungsverlust um so leichter ersetzt wird.

Für den außerordentlichen Einfluß, den die Regenhäufigkeit auf die Durchfeuchtung des Kulturlandes und dadurch auf die Erntehöhe ausübt, sprechen außer den mitgetheilten Versuchsergebnissen verschiedene in der Praxis gemachte Beobachtungen. Einen eklatanten Fall dieser Art theilt *F. Haberlandt*¹⁾ mit, der wegen der Wichtigkeit des Gegenstandes hier reproduziert werden mag. Auf einer Reise, welche genannter Forscher im Herbst des Jahres 1874 ins nördliche Böhmen machte, in welchem Jahre stark über Regenmangel geklagt wurde, und an vielen Orten Mißernten eintraten, waren in Folge des Regenmangels die Getreide- wie die Futternten in Lobositz weit geringer als in Postelberg, obwohl die Boden- und sonstigen Kulturverhältnisse von Lobositz hinter jenen in Postelberg durchaus nicht zurückstehen. Einen Erklärungsgrund konnte man aber in den Niederschlagsverhältnissen beider Gegenden erhalten, welche, vom Oktober 1873 angefangen, folgende gewesen sind:

		Lobositz.		Postelberg.	
		Niederschlag. mm	Zahl der Regentage.	Niederschlag. mm	Zahl der Regentage.
Oktober	1873	36,02	12	24,07	3
November	»	17,55	8	13,20	1
Dezember	»	11,10	9	5,96	3
Januar	1874	22,75	9	11,29	2
Februar	»	13,81	6	2,77	4
März	»	17,90	6	8,09	3
April	»	39,25	3	36,64	8

¹⁾ a. a. O. S. 339.

		Lobositz.		Postelberg.	
		Niederschlag. mm	Zahl der Regentage.	Niederschlag. mm	Zahl der Regentage.
Mai	»	44,47	11	40,74	6
Juni	»	81,05	10	77,74	6
Juli	»	25,33	3	25,98	4
Summa:		309,23	77	246,48	40.

Hiernach betrug die Regenmenge, welche in Lobositz durchschnittlich auf einen Regentag entfiel, 4,014 mm, in Postelberg 6,014 mm. Obwohl es also in Postelberg in den 10 Monaten weniger regnete als in Lobositz, war doch an ersterem Orte wegen der günstigeren Regenvertheilung der Regenmangel nicht so empfindlich.

Wenn aus solchen wie den vorstehenden Thatsachen geschlossen werden muß, daß stärkere Niederschläge, besonders während der Vegetationszeit, für das Ertragsvermögen der Ackerländereien im Allgemeinen günstiger sind als schwächere, aber öfter erfolgende, so darf doch hierbei nicht außer Acht gelassen werden, daß die Vortheilhaftigkeit ergiebigerer Niederschläge in der geschilderten Weise an gewisse Bedingungen geknüpft ist, und daß in dieser Richtung gewisse Grenzen existiren, welche vornehmlich aus dem verschiedenen Verhalten der Böden zum Wasser resultiren. Ersteren Punkt anlangend ist besonders zu berücksichtigen, daß sehr starke Niederschläge, welche innerhalb kurzer Zeiträume bedeutende Wassermengen dem Boden zuführen, dadurch für letzteren sehr schädlich werden können, daß sie in geneigten Lagen zu einer umfangreichen Abschwemmung, in ebenen Lagen zu einer Dichtschlammung des Erdreiches und dadurch zu einer mehr oder weniger bedeutenden Verminderung der Fruchtbarkeit desselben Veranlassung geben. In der That kann ein einziger Platzregen oder Wolkenbruch das Ackerland für die übrige Vegetationszeit und darüber hinaus mechanisch vollständig ruiniren. Wenn man daher von einer nützlichen Wirkung stärkerer Niederschläge spricht, so kann dies nur in dem Sinne aufgefaßt werden, daß mit der Zufuhr zwar eine gründliche Durchfeuchtung des Bodens bis in größere Tiefen verbunden, jede Benachtheiligung desselben in bezeichneter Richtung ausgeschlossen ist.

In Bezug auf die wünschenswerthe Regenhäufigkeit ist im Uebrigen das Wasseraufspeicherungsvermögen der Böden in Betracht zu ziehen.

Wenn eine zu große Häufigkeit, verbunden mit einer geringen Niederschlagsmenge bei jedesmaligem Regenfall, auf jeder Bodenart, wie gezeigt, hinsichtlich der Vegetation von Nachtheil ist, und hieraus die Schlußfolgerung abgeleitet werden muß, daß seltener erfolgende, aber ergiebigere Niederschläge eine ungleich günstigere Wirkung ausüben, so ist dabei zu beachten, daß bezüglich letzterer Regentheilung je nach der Bodenbeschaffenheit gewisse Grenzen angenommen werden müssen, innerhalb welcher wieder eine mehr oder weniger günstige Verwerthung des zugeführten Wassers stattfindet. Hat man es z. B. mit Böden zu thun, die wie die Sandböden eine kleine Wasserkapazität und eine große Durchlässigkeit für Wasser besitzen, so dürfen die Niederschläge nicht so ergiebig sein, daß ein Theil des Wassers in die Tiefe aus dem Bereich der Wurzelregion abgeführt wird, weil dadurch ein unter Umständen erheblicher Verlust herbeigeführt wird. Es soll vielmehr auf solchen Böden, wenn sie die günstigste Durchfeuchtung erfahren sollen, der jedesmalige Niederschlag nur so viel Wasser zuführen, daß ein unterirdischer Abfluß vermieden wird. Hieraus ergibt sich bei einer bestimmten Niederschlagsmenge während der Vegetationszeit für die in Rede stehenden Bodenarten die Nützlichkeit einer gewissen größeren Häufigkeit, d. h. einer gewissen Abkürzung der Trockenperioden. In der That lehrt die Erfahrung, daß in sandigen Gegenden, z. B. im germanischen Tiefland oder in solchen, wo die Ackerkrume von geringer Mächtigkeit auf einem durchlässigen, aus Geröll bestehenden Untergrunde aufruhet (bayerisch-schwäbische Hochebene) die Ernten in viel höherem Grade von der Regenvertheilung als von der absoluten Menge der Niederschläge beherrscht werden, und zwar in der Weise, daß, gleiche Regenhöhe vorausgesetzt, das Produktionsvermögen der Nutzpflanzen sich in dem Falle am günstigsten gestaltet, wo während der Vegetationszeit innerhalb bestimmter Grenzen eine öftere Anfeuchtung erfolgt, während bei seltener, aber sehr reichlicher Zufuhr, d. h. bei längerer Dauer der Trockenperioden, das Wachstum der Pflanzen mehr oder weniger benachtheilt wird.

Je größer die Wasserkapazität und je geringer die Durchlässigkeit des Bodens ist, um so weniger macht sich im Allgemeinen der Einfluß einer geringeren Niederschlagshäufigkeit bemerkbar, weil die vom Boden aufgenommenen Wassermengen in mehr oder minderem Grade aufgespeichert werden und so den Pflanzen während der Trockenperiode zu

Gute kommen. Selbstredend darf aber die Dauer letzterer auch bei derartig beschaffenen Böden nicht über ein gewisses Maß hinausgehen, sollen anders die angebauten Gewächse nicht Schaden leiden.

Unter den für die Durchfeuchtung des Kulturlandes maßgebenden Faktoren wäre weiters die Verdunstung in Betracht zu ziehen, und zwar insofern, als je nach den Wassermengen, welche der Boden an die Atmosphäre abgibt, die Durchfeuchtung des Erdreiches eine sehr verschiedene ist.

Sieht man von dem bezüglichen Einfluß der physikalischen Beschaffenheit des Bodens ab¹⁾, so ist vor Allem der zeitliche Gang der Verdunstung hinsichtlich vorwüflicher Frage in das Auge zu fassen. Im Allgemeinen erweist sich in dieser Richtung die Temperatur belangreich, indem die verdunsteten Wassermengen mit dieser steigen und fallen. Während des Winters ist daher die Verdunstungsmenge am geringsten, dieselbe nimmt dann mit steigender Temperatur zu und erreicht ihr Maximum im Sommer, um dann gegen den Herbst wiederum abzunehmen. Es ergibt sich dies zum Theil aus den mit Lysimetern angestellten Versuchen von *J. H. Gilbert*²⁾, welcher die Verdunstungsmenge in Prozenten der gefallenen Regenmenge berechnete³⁾. Nimmt man das Mittel für die verschieden tiefen (20, 40 und 60 engl. Zoll) Lysimeter, so stellten sich die betreffenden Werthe wie folgt:

Verdunstung in Prozenten der Regenmenge.

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
28,6	53,9	63,4	85,6	89,0	84,7	72,4	99,4	83,7	66,4	40,4	35,4.

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. VII. 1884. S. 1—124.

²⁾ *J. H. Gilbert*. Proceedings of the Institution of Civil Engineers. Vol. XLV. Part III. London. 1876.

³⁾ Diese Berechnung entspricht zwar insofern nicht ganz den natürlichen Verhältnissen, als bei derselben der Gang der Bodenfeuchtigkeit nicht mitberücksichtigt wurde. Dennoch können die ermittelten Werthe zu einer annähernden Beurtheilung der bezüglichen Verhältnisse dienen, weil die Feuchtigkeit des nackten Erdreiches nicht so bedeutenden Schwankungen unterliegt, daß das Resultat mit Einbeziehung letzterer eine wesentliche Aenderung erfahren würde. Die von den Meteorologen angestellten Verdunstungsversuche bei freien Wasserflächen sind für die vorliegende Frage belanglos, weil die Verdunstung aus dem Boden sich in einer wesentlich anderen Weise vollzieht, als jene einer Wasserfläche. Man vergleiche im Uebrigen die Ausführungen im Text weiter unten.

Aus der aus diesen Zahlen hervorgehenden Thatsache, daß die Verdunstung mit der Temperatur ab- und zunimmt, darf indessen nicht ohne Weiteres geschlossen werden, daß der Gang der Durchfeuchtung in gleichem Sinne erfolge. Dies trifft für den nackten Boden in den Ländern Mitteleuropas schon insofern nicht zu, als zu der Zeit der stärksten Verdunstung die Niederschläge am ergiebigsten sind, und die Periode der geringsten Verdunstung mit jener der kleinsten Niederschlagsmenge zusammenfällt. Dies erhellt aus folgenden Angaben *J. Hann's*¹⁾:

Jährliche Regenvertheilung in Mitteleuropa.
(In Prozenten.)

Monat.	N.-W.-Deutschland, ohne Küste.	Mittel-Deutschland.	Süd-Deutschland.	Nordschweiz.	Deutsche Ostseelände.	Posen, Brandenburg, schles. Ebene.	Böhmen, Mähren, Schlesien, W.-Galizien.	Galizien, Bukowina, Siebenbürgen.	Ungarische Ebene.	Alpen, Oesterreich, Salzburg, O.-Steiermark.	Nord-Tyrol, Vorarlberg.	Südseite der Tauern.	Süd-Tyrol.	N.-W.-Kärnten, Krain.
Dezember	9	8	7	6	8	7	7	6	8	6	7	6	6	8
Januar	7	6	6	5	6	6	5	4	6	5	5	4	5	6
Februar	7	6	6	5	5	6	6	5	5	5	4	3	3	5
März	7	7	7	7	6	6	7	7	7	7	7	5	6	7
April	7	7	7	8	6	7	7	7	7	8	8	7	8	7
Mai	8	9	10	10	8	9	10	12	11	10	9	10	11	9
Juni	10	11	11	12	11	12	13	15	12	12	12	12	10	9
Juli	11	12	11	11	13	13	12	14	11	13	13	12	11	9
August	10	11	11	12	12	12	12	11	10	13	12	12	11	9
September	8	7	8	8	9	8	8	7	6	9	9	10	9	10
Oktober	8	8	8	9	8	7	6	6	8	6	7	10	11	11
November	8	8	8	7	8	7	7	6	9	7	7	8	9	10

Aus diesen Zahlen geht deutlich hervor, daß in allen hier verzeichneten Gebieten, mit Ausnahme von NW.-Kärnten und Krain, die Niederschläge in den Monaten Mai bis August, mitunter auch noch im September, vorwiegen. Demnach fällt die Periode der reichsten Niederschläge in jene der stärksten Verdunstung, und es fragt sich nunmehr, inwieweit in Folge dessen der Verlust an Wasser durch die atmosphärische Zufuhr wieder gedeckt wird.

¹⁾ *J. Hann.* Handbuch der Klimatologie. Stuttgart. 1883. S. 483.

Geht man bei Beantwortung dieser Frage, behufs Vereinfachung der Darstellung, von dem nackten Erdreich aus, so läßt sich im Allgemeinen sagen; daß in diesem Zustande des Bodens die Durchfeuchtung des Erdreiches während der wärmeren Jahreszeit in viel höherem Grade von den Niederschlägen beherrscht wird, als von der von der Temperatur abhängigen Verdunstung. Es läßt sich dies deutlich aus folgenden Zahlen ersehen, welche aus früher vom Referenten veröffentlichten¹⁾ und zu einem anderen Zweck bestimmten Versuchen entnommen sind:

1882.					1884.				
Datum.	Volum-proz. Wassergehalt des Bodens ²⁾ bis zu 30 cm Tiefe.	Datum.	Temperatur. ° C.	Nieder-schlagsmenge. mm	Datum.	Volum-proz. Wassergehalt des Bodens ²⁾ bis zu 30 cm Tiefe.	Datum.	Temperatur. ° C.	Nieder-schlagsmenge. mm
April.		April.			April.		April.		
1.	34,99	1.—5.	8,12	0,88	5.	31,39	1.—5.	8,90	—
8.	31,69	6.—10.	3,28	11,10			6.—10.	7,74	48,28
15.	34,52	11.—15.	5,53	8,08			11.—15.	4,94	26,30
		16.—20.	8,94	4,74	16.	40,89	16.—20.	3,74	5,46
22.	32,82	21.—25.	10,38	3,52	22.	38,88	21.—25.	4,06	3,00
29.	38,82	26.—30.	7,61	22,84	30.	38,20	26.—30.	6,96	5,85
Mai.		Mai.			Mai.		Mai.		
		1.—5.	12,67	25,25			1.—5.	9,54	11,84
6.	40,15	6.—10.	11,16	4,50	6.	37,98	6.—10.	10,57	10,16
13.	36,52	11.—15.	9,53	1,10	13.	32,96	11.—15.	16,52	5,51
20.	34,45	16.—20.	5,87	0,95	20.	29,93	16.—20.	16,88	0,49
		21.—25.	13,98	5,36			21.—25.	14,69	0,18
27.	32,47	26.—31.	18,05	19,80	27.	27,26	26.—31.	11,56	1,76
Juni.		Juni.			Juni.		Juni.		
3.	36,18	1.—5.	14,78	47,18	3.	29,39	1.—5.	12,40	26,34
12.	41,18	6.—10.	13,09	20,90			6.—10.	10,46	36,29
		11.—15.	10,38	9,04	18.	40,43	11.—15.	13,80	7,29
17.	39,27	16.—20.	11,28	12,64	19.	39,99	16.—20.	8,74	24,56
		21.—25.	17,11	8,40	25.	37,09	21.—25.	13,03	18,97
26.	38,02	26.—30.	16,09	11,20			26.—30.	16,11	4,71
Juli.		Juli.			Juli.		Juli.		
4.	42,22	1.—5.	14,36	38,13	1.	32,62	1.—5.	19,59	1,79
10.	43,57	6.—10.	16,33	28,10	8.	36,53	6.—10.	19,68	19,05
15.	41,72	11.—15.	15,72	9,74	15.	30,94	11.—15.	22,54	3,64
		16.—20.	18,80	23,30			16.—20.	18,52	29,76
22.	40,97	21.—25.	18,50	12,58	23.	39,21	21.—25.	16,55	29,85
		26.—31.	12,39	55,08	29.	40,66	26.—31.	13,56	14,78

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. X. 1887. S. 274—276.

²⁾ Humoser Kalksand.

1882.

1884.

1882.				1884.					
Datum.	Volum- proz. Wasser- gehalt des Bodens bis zu 30 cm Tiefe.	Datum.	Temperatur. ° C	Nieder- schlagsmenge. mm	Datum.	Volum- proz. Wasser- gehalt des Bodens bis zu 30 cm Tiefe.	Datum.	Temperatur. ° C	Nieder- schlagsmenge. mm
Aug. 1.	45,56	Aug. 1.—5.	13,70	29,29	Aug. 6.	39,44	Aug. 1.—5.	19,40	59,50
7.	45,25	6.—10.	14,17	5,19	12.	33,74	6.—10.	18,60	—
12.	41,66	11.—15.	18,20	3,62	20.	39,44	11.—15.	19,05	17,11
19.	43,23	16.—20.	14,01	21,37			16.—20.	15,94	10,62
		21.—25.	14,07	35,84			21.—25.	14,78	0,31
28.	45,49	26.—31.	12,74	15,32	29.	41,11	26.—31.	12,38	35,86
Sept. 2.	43,81	Sept. 1.—5.	16,15	32,63	Sept. 2.	39,55	Sept. 1.—5.	15,02	7,44
9.	45,61	6.—10.	14,12	14,78	10.	41,45	6.—10.	11,38	16,07
		11.—15.	12,08	2,48			11.—15.	14,26	—
16.	42,61	16.—20.	10,85	16,27	16.	36,42	16.—20.	15,68	—
25.	45,23	21.—25.	8,98	19,50	24.	34,85	21.—25.	13,19	5,76
30.	46,62	26.—30.	9,92	27,47	30.	32,28	26.—30.	11,27	—

Diese Zahlen vermitteln die Thatsache, daß für die Durchfeuchtung des nackten Bodens während der wärmeren Jahreszeit vornehmlich die Niederschläge belangreich sind, während der Einfluß der Temperatur resp. Verdunstung mehr oder weniger verschwindet und nur in regenarmen oder regenlosen Perioden, und zwar in einem verhältnißmäßig geringen Grade, sich geltend macht. Letztere Thatsache läßt sich dadurch erklären, daß bei dem Eintritt einer Trockenperiode die Oberfläche des Erdreiches abtrocknet, und daß dadurch der Einfluß der Verdunstungsfaktoren (Wärme, Winde, Luftfeuchtigkeit u. s. w.) wesentlich vermindert wird, und zwar in dem Maße, als die Abtrocknung der obersten Bodenschichten in die Tiefe fortschreitet¹⁾. Hierin ist hauptsächlich die Ursache der in vorstehenden Zahlen hervortretenden Erscheinung zu suchen, daß das nackte Land während der wärmeren Jahreszeit sich in einem ziemlich gleichmäßigen und höheren Feuchtigkeitszustand erhält.

In einer von der vorstehend geschilderten abweichenden Weise findet die Durchfeuchtung des mit lebenden Pflanzen bestandenen

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. III. 1880. S. 325 und Bd. VII. 1884. S. 43.

Kulturlandes statt. Die Pflanzen verbrauchen, wie an einer anderen Stelle¹⁾ ausführlich nachgewiesen wurde, ungeheure Wassermengen, die bei kräftiger Entwicklung ihrer Organe so groß sein können, daß sie den während der Vegetationszeit gefallenem Niederschlagsmengen gleichkommen oder dieselben sogar unter Umständen überwiegen. Im letzteren Falle ist dann die Vegetation zum Theil auf diejenigen Wassermengen angewiesen, welche sich während der kälteren Jahreszeit in dem Boden ansammelten. Die größte Durchfeuchtung bis in größere Tiefen findet also in dem bebauten Lande vornehmlich während der kälteren Jahreszeit statt, wohingegen während der wärmeren Jahreszeit der Feuchtigkeitsgehalt des Landes in Folge des starken Verbrauchs seitens der Pflanzen zurückgeht und großen Schwankungen ausgesetzt ist. Letztere sind abhängig sowohl von der Vertheilung der Niederschläge, als auch von der Entwicklung der transpirirenden Pflanzenorgane. Welcher Art die Wirkungen der Vegetation in bezeichneter Richtung sind, ergibt sich aus einem Vergleich der in folgenden Tabellen zusammengestellten Zahlen mit den oben aufgeführten.

1882.					1884.				
Datum.	Volum-proz. Wassergehalt des Bodens ²⁾ bis zu 30 cm Tiefe.	Datum.	Temperatur. ° C.	Nieder-schlagsmenge. mm	Datum.	Volum-proz. Wassergehalt des Bodens ²⁾ bis zu 30 cm Tiefe.	Datum.	Temperatur. ° C.	Nieder-schlagsmenge. mm
April.		April.			April.		April.		
1.	35,83	1.—5.	8,12	0,38	5.	36,36	1.—5.	8,90	—
8.	32,81	6.—10.	3,28	11,10			6.—10.	7,74	48,28
15.	35,66	11.—15.	5,53	8,08			11.—15.	4,94	26,30
		16.—20.	8,94	4,74	16.	41,32	16.—20.	3,74	5,46
22.	32,73	21.—25.	10,38	3,52	22.	40,06	21.—25.	4,06	3,00
29.	37,41	26.—30.	7,61	22,84	30.	39,97	26.—30.	6,90	5,85
Mai.		Mai.			Mai.		Mai.		
		1.—5.	12,67	25,25			1.—5.	9,54	11,84
6.	39,32	6.—10.	11,16	4,50	6.	40,29	6.—10.	10,57	10,16
13.	32,04	11.—15.	9,53	1,10	13.	32,32	11.—15.	16,52	5,51
20.	24,53	16.—20.	5,87	0,95	20.	22,31	16.—20.	16,88	0,49
		21.—25.	13,98	5,36			21.—25.	14,69	0,18
27.	15,15	26.—31.	18,05	19,80	27.	13,32	26.—31.	11,56	1,76

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. IV. 1881. S. 85.

²⁾ Mit Gras bestanden.

1882.					1884.				
Datum.	Volum- proz. Wasser- gehalt des Bodens bis zu 30 cm Tiefe.	Datum.	Temperatur. ° C.	Nieder- schlagsmenge. mm	Datum.	Volum- proz. Wasser- gehalt des Bodens bis zu 30 cm Tiefe.	Datum.	Temperatur. ° C.	Nieder- schlagsmenge. mm
Juni. 3.	14,75	Juni. 1.—5.	14,78	47,18	Juni. 3.	14,35	Juni. 1.—5.	12,40	26,34
12.	33,66	6.—10.	13,09	20,90			6.—10.	10,46	36,29
		11.—15.	10,38	9,04	13.	29,85	11.—15.	13,80	7,29
17.	28,70	16.—20.	11,28	12,64	19.	36,88	16.—20.	8,74	24,56
		21.—25.	17,11	8,40	25.	34,30	21.—25.	18,03	18,97
26.	15,15	26.—30.	16,09	11,20			26.—30.	16,11	4,71
Juli. 4.	24,98	Juli. 1.—5.	14,36	38,13	Juli. 1.	20,35	Juli. 1.—5.	19,59	1,79
10.	23,94	6.—10.	16,33	28,10	8.	16,53	6.—10.	19,68	19,05
15.	19,73	11.—15.	15,72	9,74	15.	9,81	11.—15.	22,34	3,64
		16.—20.	18,80	23,30			16.—20.	18,52	29,76
22.	14,12	21.—25.	18,50	12,58	23.	22,42	21.—25.	16,55	29,85
		26.—31.	12,39	55,08	29.	27,68	26.—31.	13,56	14,78
Aug. 1.	35,56	Aug. 1.—5.	13,70	29,29	Aug. 6.	32,64	Aug. 1.—5.	19,40	59,50
7.	35,26	6.—10.	14,17	5,19	12.	14,67	6.—10.	18,60	—
12.	27,75	11.—15.	18,20	3,62	20.	16,12	11.—15.	19,05	17,11
19.	24,54	16.—20.	14,01	21,37			16.—20.	15,94	10,62
		21.—25.	14,07	35,84	29.	23,86	21.—25.	14,78	0,31
28.	35,66	26.—31.	12,74	15,32			26.—31.	12,38	35,86
Sept. 2.	35,49	Sept. 1.—5.	16,15	32,63	Sept. 2.	21,28	Sept. 1.—5.	15,02	7,44
9.	37,17	6.—10.	14,12	14,78	10.	23,55	6.—10.	11,38	16,07
		11.—15.	12,08	2,48			11.—15.	14,26	—
16.	31,98	16.—20.	10,85	16,27	16.	17,15	16.—20.	15,68	—
25.	37,28	21.—25.	8,98	19,50	24.	15,50	21.—25.	13,19	5,76
30.	38,85	26.—30.	9,92	27,47	30.	13,32	26.—30.	11,27	—

Wie man sieht, sinkt die Feuchtigkeit des bebauten Landes in einem außerordentlichen Grade, sobald der Regen aufhört, und eine Periode der Trockenheit eintritt, besonders dann, wenn gleichzeitig eine höhere Temperatur herrscht, und dadurch die Verdunstung seitens der Pflanzen befördert wird. Die unter solchen Umständen in die Erscheinung tretenden Schwankungen in der Durchfeuchtung des Erdreichs sind, wie vorstehende Zahlen darthun, zuweilen ganz außerordentlich. Folgen nach der Trockenperiode ergiebige Niederschläge, so wird der Wassergehalt des mit Pflanzen bestandenen Bodens bei Weitem nicht in dem Maße erhöht, als in dem nackten Lande, weil das zugeführte Wasser

dazu dient, die in der Zwischenzeit verloren gegangenen Wassermengen wieder zu ersetzen. Auf Grund dieser Verhältnisse ergibt sich die Thatsache, daß die Durchfeuchtung des bebauten Kulturlandes vornehmlich von der Verdunstung seitens der Pflanzen beherrscht wird. Gleichzeitig folgt aus dem Gange der Feuchtigkeit in dem mit einer vegetirenden Pflanzendecke versehenen Boden, welche große Bedeutung die Regenvertheilung in der oben geschilderten Weise für die Höhe des Ertragnisses hat.

Während der Zeit, wo das Wachstum sistirt ist (kältere Jahreszeit), sammelt sich in der Regel im bebauten Boden dieselbe Feuchtigkeitsmenge an, wie im brachliegenden. Da letztere den Pflanzen während der ersten Entwicklungsstadien zu Gute kommt, so hat die in der vegetationslosen Zeit aufgespeicherte Wassermenge meist eine große Bedeutung für das Wachstum der Pflanzen, besonders dann, wenn der Boden in der vorangegangenen Vegetationszeit bis in größere Tiefen stark ausgetrocknet war, oder im folgenden Frühjahr die Niederschläge spärlich sind. In der That kann man die Beobachtung machen, daß die Vegetation in der Mehrzahl der Fälle nachtheilig beeinflusst wird, wenn die atmosphärische Wasserzufuhr während der kälteren Jahreszeit eine unzulängliche ist. Die Niederschlagsmenge in diesem Zeitabschnitt ist sonach meist ebenso maßgebend für die Erntehöhe, als jene während der Vegetationszeit.

Es erübrigt nunmehr am Schluß dieser Betrachtungen, den Einfluß der Durchfeuchtung des Erdreichs auf die in demselben sich bildenden Sickerwasser klarzulegen. Für die Existenz derartiger Beziehungen spricht zunächst der Umstand, daß die unterirdische Wasserabfuhr erst dann stattfinden kann, wenn der Boden sich entsprechend seiner physikalischen Beschaffenheit mit Wasser gesättigt hat, und eine weitere Zufuhr zu demselben stattfindet, weil das zum Boden gelangende Wasser vorerst dazu dient, die Feuchtigkeit zu ersetzen, welche demselben in der vorangegangenen Periode durch Verdunstung entzogen worden ist. Aus diesen Gründen wird die Sickerwassermenge einerseits von der physikalischen Beschaffenheit des Bodens, andererseits von der Menge und Vertheilung der Niederschläge, sowie von der Verdunstung abhängig sein.

Wie bei einer anderen Gelegenheit¹⁾ ausführlicher dargelegt wurde, ist die Menge des unterirdisch abfließenden Wassers bei gleicher atmosphärischer Zufuhr um so kleiner, je größer die Wasserkapazität und das Verdunstungsvermögen, d. h. je größer der Gehalt des Bodens an feinkörnigen und humosen Bestandtheilen ist, und umgekehrt. So sind unter der angeführten Bedingung die Drainwassermengen in einem Thonboden geringer als in einem Lehmboden, und in diesem wiederum nicht unwesentlich kleiner, als in einem sandigen Erdreich. Weiters läßt sich aus den bisherigen Versuchen ersehen, daß alle Operationen, welche die Verdunstung aus dem Boden herabsetzen, die Sickerwassermengen vermehren, während alle zu einer schnelleren und ergiebigeren Abgabe des Wassers an die Atmosphäre Veranlassung gebenden Maßnahmen die entgegengesetzte Wirkung hervorrufen. Die Bedeckung des Bodens mit leblosen Materialien (Sand, Streu- und Düngerdecke), sowie das Behacken der Bodenoberfläche erhöhen die Wasserabfuhr in die Tiefe, dagegen wird durch die lebende Pflanzendecke, sowie durch die Behüfelungs- und Kammkultur die Sickerwassermenge vermindert.

Bei gleicher Beschaffenheit des Erdreiches sind die Sickerwassermengen vornehmlich von der Menge und Vertheilung der Niederschläge und dem Gange der Verdunstung abhängig. Sieht man zunächst von Nebenumständen ab, besonders von den bezüglichlichen Wirkungen der Vegetation, so lassen die vom Referenten mit Hülfe von Lysimetern ermittelten Daten deutlich eine gesetzmäßige Beziehung der Sickerwasser im nackten Boden zu den Niederschlägen erkennen, welche im Allgemeinen dahin präzisirt werden kann, daß die Sickerwasser- mit den Niederschlagsmengen steigen und fallen. Eine Erklärung hierfür ist in der oben nachgewiesenen Thatsache zu suchen, daß sich der vegetationslose Boden in einem mehr oder weniger gleichmäßigen und höheren Feuchtigkeitszustande erhält, derart, daß der in dem Boden sich bildende und in die Tiefe absickernde Ueberschuß von Wasser annähernd dem Gange des Niederschlages folgt. Daß die Sickerwassermenge der Niederschlagsmenge nicht gleich oder doch proportional derselben sein kann, ergibt sich in einfacher Weise aus dem Umstande, daß für die Durchfeuchtung des Erdreiches, von welcher, wie gezeigt, die unter-

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. XI. 1888. S. 1—59.

irdische Absickerung abhängig ist, neben der Zufuhr die Verdunstung von maßgebendem Einfluß ist. Indem die Verdunstung einen Theil des Wassers der Niederschläge für sich in Anspruch nimmt, ist die Sickerwassermenge, wie sämtliche mit sorgfältig konstruirten Lysimetern angestellten Versuche nachgewiesen haben, stets kleiner als die Niederschlagshöhe. Das Verhältniß zwischen beiden ist im Uebrigen von dem Gange der Verdunstung abhängig: die Unterschiede sind um so kleiner, je geringer der Betrag der Verdunstung ist (kalte Jahreszeit), und um so größer, d. h. die Drainwassermenge ist im Verhältniß zum Niederschlage um so kleiner, je günstiger die Bedingungen für die Verdunstung sind (warme Jahreszeit). Immerhin läßt sich aber innerhalb der einzelnen Zeitabschnitte die Wahrnehmung machen, daß je stärker die Zufuhr, um so ergiebiger im nackten Lande die unterirdische Abfuhr ist, und umgekehrt¹⁾.

Die vorstehenden Darlegungen ergeben gleichzeitig einige Anhaltspunkte zur Beurtheilung einiger bezüglich der Entstehung des Sicker- resp. Grundwassers aufgestellter Hypothesen, besonders der von *O. Volger*²⁾. Letzterer stellt als Ursache der Quellen und somit auch der Sickerwasser die innerhalb des Bodens erfolgende Kondensation der in der Luft vorhandenen Wasserdämpfe hin. Indem die mit Wasserdampf beladene atmosphärische Luft in den kühlen Boden tritt, werde ihre Temperatur in demselben erniedrigt, und müsse sie in Folge dessen Wasser abgeben. Wäre diese Hypothese richtig, dann könnten die geschilderten gesetzmäßigen Beziehungen zwischen Niederschlags- und Sickerwassermenge nicht stattfinden, weil die Kondensation im Boden zeitlich mit der atmosphärischen Zufuhr nicht zusammenfallen würde, oder es müßten unter Umständen die in die Tiefe absickernden Wassermengen größer sein als die aus der Atmosphäre stammenden. Da dies, wie gezeigt, nicht der Fall ist, und die Bodenfeuchtigkeit überdies mit der Niederschlagsmenge steigt und fällt, so muß schon aus derartigen Thatsachen geschlossen werden, daß die angeführte Hypothese den wirklichen Verhältnissen wider-

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. XI. 1889. S. 1—59.

²⁾ *O. Volger*. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. XXI. 1877. und meteor. Zeitschrift. 1887. S. 386.

A. F. P. Nowak. Vom Ursprung der Quellen. Prag. 1879. *Carl Bellmann's* Verlag.

spricht. Das Unhaltbare derselben läßt sich aber auch noch aus verschiedenen anderen Thatsachen herleiten, so z. B. aus dem Vergleiche der Temperaturen der atmosphärischen Luft einerseits und des Bodens andererseits, woraus hervorgeht, daß die Bodentemperatur in den hier in Betracht kommenden Schichten meist höher liegt als die Lufttemperatur, so daß eine Abkühlung der in den Boden eindringenden kälteren atmosphärischen Luft und demgemäß eine Kondensation des Wasserdampfes unter solchen Verhältnissen ausgeschlossen ist. Im Falle der Boden kälter ist als die Luft, wie z. B. während des Tages in den Sommermonaten, kann aber die atmosphärische Luft überhaupt nicht in größeren Mengen in den Boden eintreten, weil sie leichter ist als die von letzterem eingeschlossene. Dazu kommt, daß die Bodenluft mit Wasserdampf gesättigt ist, weil das Erdreich bis zur Oberfläche oder, bei trockener Witterung, doch bis in die Nähe derselben sich in einem mehr oder weniger feuchten Zustande befindet. Auch aus diesem Grunde kann von einer Kondensation des Wasserdampfes der in den Boden tretenden Luft füglich nicht die Rede sein. Die Unrichtigkeit der in Rede stehenden Hypothese läßt sich zu alledem aus einer quantitativen Betrachtung der Luftströmungen, die zur Bildung solcher ungeheuren Mengen Kondensationswasser nöthig wären, und für deren Existenz keinerlei Anhaltspunkte vorliegen¹⁾, endlich auch aus der Erwägung nachweisen, daß bei so massenhafter Kondensation im Boden die Erwärmung desselben eine sehr bedeutende Erhöhung erfahren müßte²⁾, eine Erscheinung, für welche ebenfalls ein Nachweis nicht erbracht werden kann.

Während im Bisherigen das Verhalten des nackten Bodens zum Wasser in das Auge gefaßt wurde, erübrigt es noch zum Schluß, den Einfluß zu charakterisiren, den eine vegetirende Pflanzendecke auf die Absickerung in verschiedenen Jahreszeiten auszuüben vermag. Wie nachgewiesen, verdunsten die im vollen Wachsthum sich befindenden Pflanzen ganz enorme Mengen Wasser. Hierdurch erfährt die unterirdische Wasserabfuhr während der wärmeren Jahreszeit eine Abänderung und gestaltet sich in einer von derjenigen des nackten Bodens wesentlich verschiedenen Weise. Während der wärmeren Jahreszeit nimmt die Sickerwassermenge im bebauten Lande in einem solchen Grade ab, daß der Einfluß in Ge-

¹⁾ E. Wollny. Diese Zeitschrift. Bd. II. 1879. S. 59.

²⁾ J. Hann. Zeitschrift der österr. Ges. f. Meteor. Bd. XV. S. 432–486.

bieten mit Sommerregen, wie solcher sich im nackten Boden zeigt, vollständig verwischt wird. Es ergibt sich dies sowohl aus den an einer anderen Stelle mitgetheilten Versuchen des Referenten¹⁾, wie aus denjenigen anderer Forscher²⁾, wie z. B. folgende Zahlen darthun:

Grasboden.

	Manchester.		Abbotshill.	
	Regen. Zoll	Sickerwasser. Zoll	Regen. Zoll	Sickerwasser. Zoll
Frühling	6,59	1,95	4,79	1,45
Sommer	9,88	0,52	6,73	0,11
Herbst	8,84	1,38	9,03	4,88
Winter	7,24	4,31	5,39	4,52.

Lee Bridge.

	Regen.	Sickerwasser.	
	Zoll	Sand, nackt. Zoll	lehmiger Sand, Gras. Zoll
Frühling	5,420	4,378	1,259
Sommer	6,311	4,567	0,282
Herbst	7,098	6,102	1,419
Winter	6,788	6,431	4,622.

Es geht hieraus, im Zusammenhalt mit den vom Referenten ermittelten Ergebnissen, hervor, daß die Sickerwassermengen im bebauten Boden während der wärmeren Jahreszeit nicht, wie im unbebauten Lande, mit den Niederschlägen steigen und fallen, sondern in Folge der bedeutenden Verdunstung seitens der Pflanzen in außergewöhnlicher Weise herabgedrückt werden. Aus diesem Grunde fällt auf allen mit Kulturpflanzen besetzten Ackerländereien, gleichviel wie die Niederschläge vertheilt sind, die Periode der stärksten unterirdischen Wasserabfuhr in die kältere, vegetationslose Jahreszeit, und zwar je nach den herrschenden Temperaturverhältnissen in den Anfang, die Mitte oder das Ende derselben. In Klimaten mit milden Wintern (England) findet die stärkste Absickerung im Winter oder im Herbst statt, während in solchen mit strengen Wintern

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. X. 1887. S. 321.

²⁾ Diese Zeitschrift. Bd. XI. 1888. S. 2 u. 3.

(Deutschland) die unterirdische Wasserabfuhr zu dieser Jahreszeit eine spärliche, im Frühjahr dagegen eine beträchtliche ist. Diese Unterschiede erklären sich in einfacher Weise aus der Thatsache, daß im ersteren Falle der Boden während des Winters seltener gefriert, und die Schneefälle spärlich sind, während im letzteren Falle der Boden in dieser Jahreszeit sich meist im gefrorenen Zustande befindet, dadurch undurchlassend wird, erst im Frühjahr aufthaut und die aus dem Schnee abschmelzenden Wassermassen abführt.

Im Anschluß an die vorstehenden Betrachtungen kann nunmehr in dem folgenden Abschnitt der Frage des Einflusses der Sickerwasser auf die Grundwasserstände und deren Schwankungen nähergetreten werden.



Neue Litteratur.

J. von Lorenz-Liburnau. Resultate forstlich-meteorologischer Beobachtungen, insbesondere aus den Jahren 1885—1887. I. Theil. Untersuchungen über die Temperatur und die Feuchtigkeit der Luft unter, in und über den Baumkronen des Waldes, sowie im Frelande. Unter Mitarbeit von *F. Eckert.* Mittheilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Oesterreichs. XII. Heft. Wien. 1890. *W. Frick.*

F. Eckert. Untersuchungen über die Temperatur und die Feuchtigkeit der Luft unter, in und über den Baumkronen des Waldes, sowie im Frelande. Meteorologische Zeitschrift. 1890. S. 361—367.

Nach einer genauen Beschreibung der Beobachtungsmethoden werden von den Verfassern die von zahlreichen Tabellen begleiteten Ergebnisse ihrer Untersuchungen mitgetheilt. Wir müssen uns an dieser Stelle auf die Wiedergabe der wichtigeren, besonders auf die an der Parallelstation in Ried (Niederösterreich) gewonnenen Daten, sowie auf die angeschlossenen theoretischen Betrachtungen, der Kürze des zur Verfügung stehenden Raumes wegen, beschränken. Im Voraus sei bemerkt, daß im Folgenden unter „letzte Nachtstunden und frühester Morgen“ die Zeit von Mitternacht bis Sonnenaufgang, unter „Morgens“ die Zeit bis 11^h a. m., unter „Mittags“ jene bis 3^h p. m., unter „Abends“ jene bis zum Sonnenuntergang verstanden ist.

a. Verhalten von Temperatur, absoluter und relativer Luftfeuchtigkeit unter (5 m), in (11 m) und über den Baumkronen (15,5 m) eines geschlossenen Buchenhochwaldes.

Wollny, Forschungen. XIV.

Die Temperatur nimmt tagsüber vom Waldboden nach den Kronen hin zu, während der in Untersuchung genommenen letzten Nachtstunden hingegen in schwächerem Maße nach oben ab. Die Abnahme beträgt in den Sommermonaten bei heiterem Himmel und ruhiger Luft im Mittel der bezüglichen Beobachtungen:

	zwischen 5 und 11 m.	zwischen 11 und 15,5 m.
in den letzten Nacht- und frühesten Morgen- stunden	-0,35° C.	-0,15° C.
ferner die Zunahme nach oben		
am Morgen	0,60	1,80
um Mittag	0,87	1,35
am Abend	0,78	1,20
in den ersten Nachtstunden	0,10	-0,06.

Der Dampfdruck zeigt je nach der Beschaffenheit des Waldbodens hinsichtlich des Feuchtigkeitsgehaltes desselben ein verschiedenes Verhalten in den in Betracht gezogenen Luftschichten; bei feuchtem oder gar nassem Waldboden bildet nämlich der Dampfdruck von unten bis zur Luftschichte in den Kronen eine durchaus fallende Reihe, bei trockenem Boden hingegen ist der Dampfdruck in den Kronen größer als unter denselben, aber doch kleiner als jener am Waldboden. Dieses Verhalten bei trockenem Erdreich weist auf die Wirkungen der Transpiration hin, die bei feuchtem oder gar nassem Boden durch die Verdunstung aus letzterem und seiner Streudecke überboten wird.

In den letzten Nachtstunden wurden die Dampfdruckwerthe, insbesondere bei trockenem Waldboden in allen in Betracht gezogenen, Luftschichten gleich gefunden; die Differenz zwischen 0 und 15,5 m wächst mit der Zunahme der Tagestemperatur derart, daß bei feuchtem Waldboden sogar ein Unterschied von 2—3 mm vorgefunden wurde.

Bei trockenem Waldboden ergibt das Mittel aus den in den Mittagsstunden bei heiterem Himmel vorgenommenen Beobachtungen von 5—11 m eine Zunahme des Dampfdruckes von 0,17 mm, von 11—15,5 m dagegen eine Abnahme von 0,88 mm.

Die Procente der relativen Feuchtigkeit nehmen vom Waldboden nach den Kronen hin ab. Bei Außerachtlassung der Extreme schwanken die Differenzen zwischen 4 und 22% und sind abhängig von der Tageszeit, dem Feuchtigkeitsgehalte des Bodens und der Bewölkung. In den letzten Nachtstunden wurde bei trockenem oder wenig feuchtem Waldboden eine Umkehrung des vorbezeichneten Verhaltens konstatiert, indem über den Kronen die relativ feuchteste Luft gefunden wurde; dieser Umstand erklärt sich aus dem früher angeführten Verhalten der Temperatur und des Dampfdruckes zu jener Tageszeit.

b. Die Temperatur, der Dampfdruck und die Procente der relativen Feuchtigkeit in verschiedenen hohen Luftschichten über freiem Felde.

Die Temperatur nimmt bei Tage nach der Höhe hin ab; diese Gesetzmäßigkeit kehrt sich mit großer Wahrscheinlichkeit in den Nacht- und Uebergangsstunden zum Morgen um.

In den Sommermonaten beträgt die Abnahme der Temperatur bei heiterem Himmel und ruhiger Luft im Mittel der bezüglichen Beobachtungen von 5—15,5 m Morgens 0,50° C., um Mittag 0,39° C., am Abend 0,37° C., während für die ersten Nachtstunden eine Zunahme von 0,10° C. stattfindet. Der Dampfdruck nimmt auch im Freilande von unten nach oben ab. Diese Abnahme ist Mittags und Abends am größten, und zwar insbesondere bei feuchtem Boden; das Maximum der Abnahme von 5 bis 15,5 m beträgt 1,06 mm, für die Mehrzahl der Fälle aber schwankt dieselbe zwischen 0,10 und 0,40 mm.

Was nun die Prozente der relativen Feuchtigkeit betrifft, so zeigen dieselben je nach der Beschaffenheit des Bodens ein verschiedenes Verhalten. Bei trockenem Boden nehmen dieselben von unten nach oben zu, bei feuchtem Boden hingegen mit wachsender Erhebung ab. Dieses Verhalten tritt insbesondere in den Mittagsstunden hervor, in denen für trockenen Waldboden bei heiterem Himmel und ruhiger Luft im Mittel der bezüglichen Beobachtungen eine Zunahme innerhalb des Höhenintervalls 5 bis 15,5 m von 1,36%, bei nassem Boden hingegen unter denselben Witterungsumständen eine Abnahme per 3,58% (sehr feucht bis naß) gefunden wurde.

c. Gegenüberstellung der Temperatur, des Dampfdruckes und der relativen Feuchtigkeit in den korrespondirenden Luftschichten im Walde und über freiem Felde (Ried).

Die Temperatur ist unter und in den Kronen eines geschlossenen Buchenhochwaldes am Tage niedriger, über den Kronen aber höher als in den entsprechenden Luftschichten des Freilandes. In den Nacht- und Uebergangsstunden hingegen ist die Temperatur im Walde sowohl unter als über den Kronen niedriger als in den entsprechenden Höhen über freiem Felde, und zwar prävaliren zu dieser Tageszeit die Ueberschüsse der Freilandluft bei 15,5 m, während sie tagsüber bei 5 m am größten gefunden wurden.

So zeigen beispielsweise die Beobachtungen während der Sommermonate bei heiterem Himmel und ruhiger Luft nachstehenden Temperaturüberschuß der Freilandluft:

	in 5 m	in 11 m	in 15,4 m
am Morgen	1,67° C.	0,85° C.	—1,20° C.
um Mittag	1,37	0,30	—1,27
am Abend	1,62	0,68	—0,72
erste Nachtstunden	0,66	0,62	0,72
letzte »	1,42	1,70	1,77.

Gleichzeitig läßt sich aus den vorgenommenen Beobachtungen folgern, daß durch starke vom Walde herkommende Winde die Unterschiede zwischen Wald- und Freilandtemperatur sehr bedeutend gemindert werden, was erkennen läßt, daß der Einfluß des Waldes auf seine Umgebung hauptsächlich durch die Luftströmungen vermittelt wird.

Der Dampfdruck im Walde wurde nicht nur unter und in den Kronen, sondern auch oberhalb der Kronen größer gefunden als jener in den korrespondirenden Höhen über freiem Felde. Dieses Plus des Waldes an absoluter Feuchtigkeit ist gegen Tagesanbruch am geringsten und erreicht das Maximum

in den Mittagsstunden; mit eintretender Dämmerung werden die Differenzen geringer und sind in den ersten Nachtstunden noch etwas größer als gegen Sonnenaufgang.

Die Mittelwerthe aus den in den Sommermonaten bei heiterem Himmel und trockenem Waldboden vorgenommenen Beobachtungen ergaben folgende Ueberschüsse der Waldluft an absolutem Wassergehalte:

	in 5 m	in 11 m	in 15,5 m	
Letzte Nachtstunden				
und frühester Morgen	0,29 mm	0,23 mm	0,19 mm	ruhig
	0,22 »	0,29 »	0,36 »	bewegt
am Morgen	0,98 »	1,25 »	1,30 »	ruhig
	0,87 »	0,95 »	1,10 »	bewegt
um Mittag	1,40 »	1,65 »	1,52 »	ruhig
	0,97 »	1,18 »	0,93 »	bewegt
am Abend	1,55 »	1,52 »	1,57 »	ruhig
	0,60 »	0,87 »	1,14 »	bewegt
erste Nachtstunden . .	0,42 »	0,36 »	0,36 »	ruhig.

Auch bezüglich des Dampfdruckes ist aus den vorangeführten Zahlenwerthen der Einfluß der stärkeren, vom Walde herkommenden Winde ersichtlich; es ist nämlich als Mittel aus sämtlichen während der Sommermonate vorgenommenen Beobachtungen der Ueberschuß der Waldluft an absolutem Wassergehalte bei Kalmen um 0,52 mm größer als bei bewegter Luft.

Die Procente der relativen Feuchtigkeit des Waldes sind unter, in und über den Baumkronen höher als in den entsprechenden Freilandluftschichten; diese Ueberschüsse sind für die 15,5 m-Luftschicht am geringsten, wo sie tagsüber etwa nur 0,1 bis 0,8 derjenigen bei 5 m betragen.

Im Mittel aus den Beobachtungen, welche unter den oben beim Dampfdrucke angegebenen Witterungsumständen angestellt wurden, ist die Waldluft um folgende Procente feuchter als die Freilandluft:

	in 5 m	in 11 m	in 15,5 m	
am Morgen	13,5 %	12,9 %	4,4 %	ruhig
	7,5 »	5,2 »	0,5 »	bewegt
um Mittag	13,1 »	8,9 »	2,2 »	ruhig
	8,0 »	6,9 »	1,7 »	bewegt
am Abend	10,5 »	7,3 »	1,4 »	ruhig
	5,5 »	5,4 »	2,8 »	bewegt
erste Nachtstunden . .	4,3 »	3,5 »	4,1 »	ruhig
letzte Nachtstunden . .	9,3 »	10,8 »	10,9 »	ruhig.

Nach dieser Zusammenstellung erscheinen auch die Ueberschüsse an Procenten der relativen Feuchtigkeit bei bewegter Luft geringer als bei Windstillen und schwachen Winden.

Die vorangeführten Ableitungen werden bezüglich des Verhaltens der Temperatur durch die Beobachtungen bei Karlslust in Niederösterreich und jene aus der

Nähe des Staatsforstes Panovic bei Görz ergänzt und durch graphische Darstellungen im Bilde ersichtlich gemacht.

An die entwickelten Gesetzmäßigkeiten knüpfen sich im Wesentlichen die folgenden theoretischen Betrachtungen.

Temperatur.

1. Die normale, im Freilande sich aussprechende Abnahme der Temperatur mit der Höhe wird im Walde bei Tage durch die Erwärmung der Kronen, insbesondere der höheren Kronentheile, verrückt, indem diese Theile dieselbe Rolle spielen, wie im Freilande der Boden und die bodenständige Vegetation, welche zunächst erwärmt werden und nach oben hin in abnehmendem Maße die Luft erwärmen.

Die Luftschichte unmittelbar über den Kronen kann also in dieser Beziehung mit jener unmittelbar über dem Freilandsboden insofern in Parallele gestellt werden, als die Kronenoberflächen gleichsam einen zweiten (oberen) Boden als Substrat für die Besonnung darstellen. Was unter den Kronen liegt, ist gleichsam im Untergrund, der in Folge der starken Beschattung und ruhigen Luft wieder seinen eigenen Temperaturgang hat. Es versteht sich also, daß bei Tage die Luft an jenem oberen, der Insolation ausgesetzten Boden und nahe über demselben wärmer ist, als die beschattete Stammregion, und erst in einigen weiteren Höhenabständen dem allgemeinen Gesetz der Temperaturabnahme mit der Höhe folgt, oder mit anderen Worten: daß die normale Abnahme der Temperatur mit der Höhe, welche im Freilande ungehindert bleibt, im Walde unter dem Einflusse der erwärmten oberen Kronentheile mehr eingeschränkt wird, als im Freilande unter dem Einflusse seines Bodens.

Hierbei hängt übrigens in quantitativer Beziehung von der Vegetationsdecke des Freilandsbodens sehr viel ab, wie insbesondere die Verhältnisse bei Görz zeigen.

2. Bei der Nacht verhält sich die Kronenoberfläche ebenfalls analog wie es beim Freilandsboden und seiner Vegetation der Fall ist, nämlich als Kältequelle durch die Ausstrahlung, nur daß die Grade der dabei erzielten Temperaturerniedrigung andere Werthe haben.

3. Da im Walde die Temperatur in den oberen Kronentheilen insbesondere bei Tage höher ist als in den unteren Schichten der Kronen und zwischen den Stämmen, sowie am Boden, ergiebt sich die Folgerung, daß die Beschattung mehr als die Transpiration zur Temperaturerniedrigung des Waldes beiträgt, und es scheint überhaupt, daß man zieweil allgemein — uns selbst nicht ausgenommen — die Wirkung der Transpirationssäule bisher überschätzt hat.

Daß die Temperatur dicht über den Kronen oft höher ist, als wenn die Kronen nicht vorhanden wären, könnte auf den ersten Blick in Widerspruch zu stehen scheinen mit den bekannten Berechnungen nach *Risler* und *Ebermayer*, denen zufolge 1 ha Tannenwald für seine Transpiration so viel Wärme verbraucht, als hinreichen würde, um die über jener Waldfläche liegende Luftschicht bis auf 110 m Höhe um 10° abzukühlen.

Bei Beurtheilung des Sinnes jener Berechnung muß man jedoch erwägen, daß hiermit nur das Resultat einer Rechnung gegeben ist, welche auf der physi-

kalisch festgestellten Wärmekonsumtion beim Verdampfen des Wassers beruht (für 1 kg Wasser 580 Wärmeeinheiten), daß aber dieser Konsumtion eine Produktion oder, besser gesagt, Lieferung von Wärme aus der Besonnung und eventuell auch aus den erwärmt herankommenden Luftströmungen gegenübersteht, und daß diese Lieferung unter Umständen reichlicher sein kann, als jene Konsumtion.

Jedenfalls wäre es gefehlt, zu schließen, daß die Wärmeeinheiten, welche zur Transpiration erfordert und verwendet werden, nur vom Walde hergegeben, d. h. demselben entzogen werden müssen, und das Gesamtergebnis besteht in der Hauptsache nur darin, daß die Luft über dem Walde in Folge der Transpirationskälte weniger erwärmt wird, als es der Fall wäre, wenn an Stelle der Kronen eine gar nicht oder weit weniger transpirirende Schichte vorhanden wäre.

4. Die erwärmende Wirkung der oberen Kronentheile am Tage erstreckt sich bei unseren Buchenbeständen nur etwa bis 2 m über die Kronen, und zwar in den wärmsten Monaten am entschiedensten, während in den kühleren Monaten und bei kühlerem Wetter die Temperatur meist wieder abnimmt.

5. Die absoluten Werthe, um welche sich die durch den Wald hervorgebrachten Temperaturdifferenzen bewegen, sind nicht sehr bedeutend, sie sind aber sehr von der Gattung der Bäume einerseits und von der Vegetationsdecke des Freilandes andererseits abhängig. So zeigen sie sich beispielsweise bei Görz anders als bei Ried und Karlslust, weil dort die (nach Höhnel) sehr wenig transpirirenden Eichen mit der stark transpirirenden und ausstrahlenden Wiese bei stark wirkender südlicher Sonne, bei letzteren Buchen und Getreidefeld in Vergleichung kommen.

Luftfeuchtigkeit.

1. In dieser Beziehung ist es auffallend, daß im Walde die relative Feuchtigkeit zugleich mit der absoluten zu- und abnimmt, während bekanntlich im Allgemeinen und so auch bei unseren Freilandsstationen diese beiden klimatischen Elemente den entgegengesetzten Gang nehmen. Das läßt sich daraus erklären, daß der Wald zugleich eine Quelle des atmosphärischen Wasserdampfes und der Abkühlung ist.

Zwar genügt die Vergrößerung des Wasservorrathes an einem Orte nicht, um auch ohne Weiteres der Luft mehr Wasserdampf mitzuthemen, weil ja erst gesteigerte Wärme Wasser in Dampf verwandeln muß, und wenn der Wald im Gegentheil die Temperatur erniedrigt, sollte man meinen, daß er nicht im Stande wäre, das allerdings in seiner Vegetation vorhandene und nachrückende Wasser reichlicher der Luft zuzuführen, als es in dem höher temperirten und gleichfalls nicht absolut trockenen Freilande der Fall ist.

Da jedoch im Freilande der Wasservorrath unter dem Einflusse der höheren Temperatur und des unbehinderten Windes leichter erschöpft oder doch bis zu jenem Minimum reduziert wird, bei welchem die Verdampfung, sowie die Transpiration der bodenständigen Pflanze nicht mehr proportional der Temperaturzunahme sich vergrößert, hat der Wald noch länger als das Freiland einen leicht abgebbaren Wasservorrath.

Auf diesen wirkt zwar eine etwas niedrigere Temperatur als im Freilande, aber in den Momenten, in denen die Insolation trotz des Kronendaches doch verschiedene Stellen auch der inneren Kronentheile und des Waldbodens trifft, entwickelt sich aus jenem disponiblen Wasservorrathe leicht und rasch Wasserdampf, und dieser kann unter solchen Umständen einen höheren Betrag erreichen als im Freilande, wenn letzteres schon stark ausgetrocknet ist. Da jedoch im Walde die Beschattung örtlich und zeitlich vielfach mit der Besonnung wechselt und wieder eine Temperaturerniedrigung zur Folge hat, wird der reichlicher gebildete Wasserdampf bald wieder einer niedrigeren Temperatur ausgesetzt und dadurch dem Saturationspunkte näher gebracht, d. h. die Luft wird relativ feuchter.

So dürfte sich die bisher noch nicht entschiedene konstatierte Thatsache erklären, daß der Wald zugleich die absolute und die relative Feuchtigkeit erhöht.

Wenn *Ebermayer*, sowie zumeist auch die neueren deutschen Stationen nur eine Zunahme der relativen und nicht auch der absoluten Feuchtigkeit unter dem Einflusse des Waldes konstatiren, dürfte wohl der Grund im Unterschiede der geographischen Lage gelegen sein.

Die deutschen Stationen stehen unter dem Einflusse des ozeanischen und des baltischen Klimas mit einer schon an und für sich großen Luftfeuchtigkeit bei selten sehr hoher Temperatur, während unsere Stationen schon an der Grenze des trockenen pontischen Klimas liegen.

In jener Gegend kann also der Wald den ohnehin schon hohen Wassergehalt der Luft nicht wesentlich vermehren, wohl aber durch seinen abkühlenden Einfluß die relative Feuchtigkeit vergrößern; in Niederösterreich hingegen ist die an sich trockene Luft mehr aufnahmefähig für einen Zuschuß an Wasserdampf aus dem Walde, und da letzterer doch auch abkühlend wirkt, ergiebt sich eine Erhöhung sowohl der absoluten als der relativen Feuchtigkeit.

Noch sprechendere Resultate dürften im ungarischen Tieflande und in den galizischen Ebenen zu erreichen sein.

Wenn man Wald mit Freiland vergleicht, kommt sehr wesentlich auch in Betracht, ob der Freilandsboden kahl oder bewachsen, und im letzteren Falle, mit welcher Kulturart er bedeckt ist. In dieser Beziehung ist zu bemerken, daß nach *Ebermayer* der die Feuchtigkeit unmittelbar vermehrende Einfluß nicht nur bei Wiesen, sondern auch bei Feldgewächsen während ihrer Saftzeit ein größerer ist als der des Waldes, weil dieselben in jener Zeit mehr Wasserdampf durch Transpiration abgeben als der Wald. Da nun dadurch der Freilandsboden die aufgesogene Feuchtigkeit auch rascher abgiebt als der durch die Beschattung und die schlechtleitende Moos- und Streudecke geschützte Waldboden, so vermag der Wald in Zeiten, wo der Boden des Freilandes nicht nur kein Wasser mehr abgiebt, sondern sogar Wasserdampf aus der Luft absorbiert, den Wassergehalt der Atmosphäre zu bereichern, letzteres insbesondere auch in Gegenden, wo vorwiegend Halmfrüchte gebaut werden, die schon im Juli in die Gelbreife treten, also nicht oder wenig mehr Wasserdampf abgeben, in den Monaten Juli bis Oktober.

Hiernach tritt also insbesondere in trockenen Jahren, ferner überhaupt in Gegenden, wo vorwiegend Halmfruchtbau anstatt der die ganze Vegetationszeit hindurch transpirirenden Wiesen besteht, im Walde ein höherer Dampfdruck als im Felde hervor.

2. Was die Vergrößerung der absoluten Luftfeuchtigkeit durch den Wald betrifft, so ergibt sich nach den Resultaten bei Ried schon bei einer Erhebung von 1,4 m über die Kronen meist wieder eine Abnahme des Wassergehalts; es ist aber daraus nicht zu schließen, daß die bereichernde Wirkung des Waldes nicht weiter als bis gegen 1,4 m über die Kronen reicht. Es muß vielmehr beachtet werden, daß die Erhöhung der Luftfeuchtigkeit über den Kronen, von wo angefangen dieselbe Gesetzmäßigkeit der Abnahme des Dampfdruckes nach oben wie über freiem Felde stattfinden muß, so weit hinauf anhält, bis die mit der fraglichen Anzahl von Metern vervielfachte Abnahme per 1 m den jeweilig herrschenden Ueberschuß (über den Kronen gegenüber dem Freiland) kompensiert. Nach den vorliegenden Erhebungen findet per 1 m Erhebung über die Kronenspitzen eine Abnahme des Dampfdruckes von rund 0,04 mm statt, daher ein Ueberschuß des Waldes per 0,50 mm in Kronenhöhe erst bei einer Erhebung von $\frac{0,50}{0,04} = 12,5$ m über die Kronen aufgehoben würde; da nun in den mitgetheilten Beobachtungen solche Ueberschüsse des Waldes in den Kronen bis zum Betrage von 2,24 mm sich gefunden haben, ergibt sich eine oft bis in große Höhe fortgesetzte Bereicherung der Luft mit Wasserdampf durch den Wald.

Niederschläge.

Was endlich die Niederschläge anbelangt, so läßt sich nach den hier in Betracht gezogenen physikalischen Daten nur im Allgemeinen das schon Bekannte wiederholen, daß mit der Erhöhung der Luftfeuchtigkeit auch die Möglichkeit von Niederschlägen wächst. Wenn z. B. bei einer Lufttemperatur von 14° C. ein Dampfdruck von 8 mm herrscht, so müßte nach den bekannten Spannungstafeln die Temperatur von 14° bis auf 8°, d. h. also um 6° fallen, damit die relative Feuchtigkeit auf 100%_o, d. h. bis zur Kondensation, stiege; wenn aber bei der gleichen Temperatur von 14° der Dampfdruck um ein einziges Millimeter (also z. B. von 8 auf 9 mm) steigt, genügt schon ein Fallen der Temperatur auf 10°, also eine Erniedrigung derselben um 4°, um die relative Feuchtigkeit auf 100%_o zu bringen.

Dieser Einfluß kann selbstverständlich nur für jene Luftschichten gelten, welche den Wald unmittelbar berühren oder nicht höher über demselben liegen, als nach dem oben Gesagten die nachweisbare Bereicherung der Luft mit Wasserdampf reicht, und ist überdies abhängig von dem jeweilig durch den Wald hervorbrachten Temperaturzustande.

Folgerungen für die Fernwirkung des Waldes.

In Bezug auf die Aufgabe, einen Beitrag zur Frage des Einflusses des Waldes auf das Klima seiner Umgebung zu liefern, dürften sich aus den vorliegenden Fragen einige grundlegende Gesetze ergeben. Hierzu müssen jedoch einige allgemeine Betrachtungen vorausgeschickt werden.

Der Wald kann auf die meteorologischen Verhältnisse seiner Umgebung hauptsächlich nur durch Vermittelung von Luftströmungen wirken, und in dieser

Beziehung ist eine gewisse Unterscheidung nothwendig. Der Wald kann Luftströmungen erzeugen, er kann aber auch schon vorhandene abändern. Die ersteren können entstehen durch Abströmen der Waldluft, wenn sie kälter (schwerer) ist, in die unbewaldete Umgebung, und solche ganz lokale Winde wollen wir „Winde aus dem Walde“ nennen. Es kann aber auch umgekehrt kommen, daß der Wald zu Zeiten, in denen er vorübergehend wärmer ist als das Freiland, Luft aus dem letzteren ansaugt, wodurch Strömungen entstehen, welche man „Winde aus dem Freilande“ nennen kann.

Daß Winde aus dem Walde entstehen können, ist nach den schon länger bekannten und durch vorliegende Untersuchungen erweiterten Beobachtungen über die Temperaturvertheilung in Wald- und benachbartem Freiland theoretisch anzunehmen. Die größte Differenz der Temperaturen findet im Allgemeinen, insbesondere aber bei Tag, zwischen der Luft im Walde unten bis in die Mitte der Kronen hinauf einerseits, und der Luft im Freilande unten ~~andererseits~~ ^{stark}; dadurch sind die Bedingungen einer lokalen Luftzirkulation nach dem beistehenden Schema gegeben.



Fig. 2.

Die kältere Luft zieht aus der mittleren Höhe des Waldes zur Zeit solcher Differenz im Sinne des gekrümmten Pfeiles xy Anfangs eine Strecke gegen das Freiland, wird dort erwärmt, und da gleichzeitig im Walde an Stelle der unten abziehenden Luft solche aus den oberen Höhengschichten des Waldes nachrückt, und diese Aspiration bis über die Kronen sich erstrecken kann, ergiebt sich für die aus dem Walde herausgekommene und im Freiland erwärmte Luft eine Rücksaugung wieder über den Wald, wie die punktirte Fortsetzung des Pfeiles andeutet. Diese Zirkulation, bei welcher sich für die unteren Stufen des Freilandes «Winde aus dem Walde» ergeben, ist also theoretisch anzunehmen: ob, wie oft, wann und mit welchem Effekte sie wehen, kann nur durch die Beobachtungen der Radialstationen entschieden werden, von denen der zweite Theil dieser Publikation handeln wird. Es mag aber schon hier bemerkt werden, daß bekanntlich wenigstens unter den vorliegenden Lokalitäten im Innern eines geschlossenen Standes zwischen den Stämmen kaum je ein stärkerer und andauernder Luftzug, auch nicht nach Außen hin, zu bemerken ist, daß also die «Winde aus dem Walde» nur mäßig sein können.

Bezüglich der von weiterher zum Walde kommenden und weiterwehenden Winde, die wir «Winde über dem Wald» nennen, ist vor Allem zu bemerken, daß erfahrungsgemäß im Innern eines ausgedehnteren geschlossenen Waldes, und zwar vom Boden an bis an oder in die Kronen, die von Außen her ankommenden Winde bis zur völligen Ruhe abgeschwächt werden und hauptsächlich nur in der oberen Region der Kronen, und zwar mit einer von oben nach unten abnehmenden Stärke wirksam sind. Der Wald wird also von dem herankommenden Winde theils seitlich umgangen, theils überweht, aber nicht durchweht, und für die Umgebung auf der vom Winde abgekehrten Seite des Waldes können bei dieser Kategorie von Winden fast ausschließlich nur jene Wirkungen von Belang sein, die von den oberen, vom Winde durchwehten Kronentheilen herrühren, weil nur aus dieser Region der Wind wirklich weiterzieht und dasjenige mitnimmt, was ihm der Wald mittheilen kann. Den Vorgang in solchen Fällen kann man sich in folgender Art vorstellen:

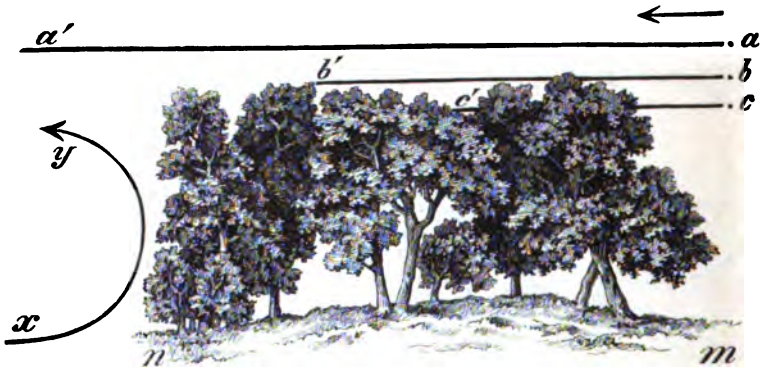


Fig. 3.

Wenn von drei Lufttheilchen a , b , c (Fig. 3), die in einigem Höhenabstande übereinanderliegen und mit gleicher Geschwindigkeit in der Richtung des Pfeiles am oder über dem Saume des Waldes ankommen, das oberste a sich in jener Höhe befindet, in welcher die Reibung an den Wipfeln keine meßbare verlangsamende Wirkung mehr übt, während b in der Höhe einer bereits merklichen, c in der Höhe einer schon starken Verlangsamung durch den Widerstand der Kronen liegt, so wird, wenn a bereits in a' angelangt ist, b sich erst in b' und c in c' befinden. An der vom Winde abgekehrten (Lee-) Seite des Waldes bei n ist unter dem Schutz des Waldes ein Anfangs windstiller Winkel, aus welchem aber Luft in die darüber hinwegende Windströmung mitgerissen und deren Abgang durch Aspiration vom angrenzenden Freiland her ersetzt wird, wie der gekrümmte Pfeil xy andeutet. Es bewegt sich also in einem solchen Falle am Rande des Waldes in den unteren Regionen die Luft eine kurze Strecke gegen den Wald hin, entgegen der eigentlichen, oben herrschenden Windrichtung und biegt erst in einiger Höhe in dieser Richtung um. Das ist der Vorgang bei starkem Winde; es ist der gleiche, wie er auch an leeseitigen steilen Berg-

wänden bei heftigem Wind beobachtet wird (als «Wind aus dem Berg» von manchen Beobachtern bezeichnet). Bei schwächeren Winden ist dies nicht zu konstatiren.

Wenn wir nun unter Festhaltung der eben erörterten beiden Gruppen von Waldwinden, nämlich der «Winde aus dem Walde» und der «Winde über den Wald» nach den Daten der hier diskutirten Beobachtungsreihen den Einfluß betrachten, welchen der Wald auf das Klima seiner Nachbarschaft, theoretisch betrachtet, haben kann, so ergeben sich die nachstehenden Folgerungen, bei denen, was die Feuchtigkeitsverhältnisse betrifft, hauptsächlich die Beobachtungsreihen von Ried berücksichtigt sind.

Temperatur. Da die Temperatur im Walde über den Kronen in den allermeisten Fällen niedriger ist, als im Freilande unten, ist zu schließen, daß Ausgleichsströmungen aus dem Walde zu allen Tageszeiten, insbesondere bei sonst im Allgemeinen ruhiger Luft, entstehen können; ob sie wirklich entstehen, d. h. ob die nicht sehr bedeutende konstairbare Temperaturdifferenz genügt, um die Waldluft nach Außen hin in Bewegung zu setzen, können nur die Beobachtungen der Radialstationen zeigen, welche im II. Theil dieser Publikation behandelt werden. Es folgt aber ebenso, daß aus der oberen Kronenregion und den unmittelbar angrenzenden Luftschichten zur Sommerszeit bei Tag nur selten kühlere Ausgleichsströmungen vom Walde her gegen das Freiland ziehen können, während dies bei Nacht und noch mehr am frühen Morgen zu erwarten ist. Mit anderen Worten: Bei Nacht und gegen Morgen können die Temperaturdifferenzen im Sommer aus dem großen Waldkörper und den zunächst darüberliegenden Luftschichten das Abströmen kühlerer Luft in's Freiland bewirken; zur wärmeren Tageszeit kann aber ein solches Abströmen in der Regel nur aus der Region unter den Kronen und allenfalls in der Mitte derselben, weniger aber aus der obersten Kronenregion erwartet werden.

Die von weiter über den Wald kommenden Winde können im Sommerhalbjahr durch die Wirkung des Waldes entschiedener bei Nacht und gegen Morgen, weniger bei Tag unter ihre mitgebrachte Temperatur abgekühlt werden, weil hierfür hauptsächlich nur die oberen Kronenregionen maßgebend sein können, in diesen aber bei Tag nicht selten eine höhere Temperatur herrscht als im Freilande bei gleicher Höhe; im letzteren Falle wäre, theoretisch betrachtet, eine Erhöhung der Windtemperatur im Niveau der oberen Kronentheile durch diese letzteren zu erwarten.

Luftfeuchtigkeit. Winde aus dem Walde (wenigstens beim Buchenwalde ist es der Fall) können einen größeren Wassergehalt in's benachbarte Freiland bringen: Bei Winden über den Wald hängt es von ihrem bereits zum Walde mitgebrachten Wassergehalte und von der Temperaturvertheilung ab, ob sie durch den Wald an Wasser bereichert werden und somit auch das Freiland bereichern können oder nicht. Warme und trockene Winde nehmen hierbei an Wassergehalt zu, solche aber, die bereits viel Wasser führen, können, besonders wenn um die Kronen herum eine niedrigere Temperatur (z. B. in Folge der nächtlichen Ausstrahlung) herrscht, vom Walde keine wesentliche Zunahme an Wasserdampf, sondern nur eine Erhöhung der relativen Feuchtigkeit erhalten.

Für die Fernwirkung ist nur noch zu beachten, daß der durch den Wald vermehrte Wassergehalt (absolute Feuchtigkeit) der Luft verbleibt, so lange er

nicht durch Kondensation wieder verloren geht, daß hingegen die vergrößerte relative Feuchtigkeit alsbald wieder abnimmt, wenn nur die Waldluft in wärmeres Freiland herauskommt.

E. W.

A. Müttrich. Ueber den Einfluß des Waldes auf die periodischen Veränderungen der Lufttemperatur. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen. 1890. Heft 7. — Meteorologische Zeitschrift. 1891. Heft 2. S. 41—61.

Der mit zahlreichen Tabellen und Kurventafeln versehenen Arbeit des Verf. entnehmen wir hier die wichtigsten Ergebnisse, welche wie folgt formulirt werden:

I. Einfluß des Waldes auf die täglichen Schwankungen der Lufttemperatur.

1. Die Größe der täglichen Temperaturschwankungen nimmt auf freiem Felde auf allen Stationen, unabhängig davon, ob dieselben mehr dem Kontinentalklima oder dem Seeklima, mehr dem Gebirgsklima oder dem Flachlandsklima angehören, in den ersten Monaten des Jahres langsam, dann rascher zu und erreicht auf den meisten Stationen im Juni, weniger oft bereits im Mai ihr Maximum. Die Abnahme erfolgt darauf zuerst langsam bis gegen den September, dann rascher bis zum November und erhält schließlich im Dezember ihr Minimum. Der Unterschied zwischen der größten täglichen Temperaturschwankung am Ausgange des Frühjahrs und der kleinsten am Jahresschluß hängt davon ab, welchem allgemeinen Klima die Station angehört.

2. Die täglichen Temperaturschwankungen im Walde nehmen ebenfalls vom Winter zum Sommer zu und dann wieder zum Winter ab, sind aber in allen Monaten und bei allen Bestandesarten kleiner als die im Freien. Ihr Gang ist im Laufe des Jahres verschieden je nach der Art des Bestandes.

3. Im Fichten- und Kiefernwald nimmt die Größe der täglichen Temperaturschwankungen Anfangs langsamer, dann rascher zu, erreicht im Juni resp. im Mai ihr Maximum, nimmt darauf im Juli verhältnißmäßig stark ab, geringer im August und zeigt im September und Oktober eine starke Abnahme, die auf den Fichtenstationen im November in eine schwächere übergeht, in diesem Monat ihr Minimum hat und im Dezember ungefähr denselben Werth besitzt, während die mit dem November beginnende schwächere Abnahme auf den Kiefernstationen bis zum Schlusse des Jahres anhält, so daß das Minimum der Temperaturschwankungen hier auf den Dezember zu liegen kommt. Im Buchenwald verfolgt die tägliche Temperaturschwankung bis zum Mai denselben Gang wie in den wintergrünen Beständen, sinkt dann aber plötzlich und stark im Juni und nimmt darauf, nachdem sie bis zum August ziemlich konstant geblieben ist, allmählich ab bis zum Oktober, von wo sie um eine nur noch unbedeutende Größe bis zum Minimum im Dezember sinkt.

4. Der Einfluß des Waldes auf die tägliche Temperaturschwankung ist bei allen Beständen in den Monaten Mai bis September (bei den Kiefernstationen Mai bis Oktober) größer als in den übrigen Monaten, zeigt aber im Laufe des Jahres bei den verschiedenen Holzarten einen verschiedenen Gang. Bei den Fichten- und Kiefernstationen steigt er im Januar allmählich bis zu seinem Maximum, welches im August resp. im September eintritt und fällt dann rascher bis zu

seinem Minimum im Dezember, während er bei den Buchenstationen vom Januar bis zu seinem Minimum im April langsam abnimmt, dann rascher ansteigt bis zum Juni, sein Maximum im Juli erreicht und darauf zuerst langsamer, später rascher bis zum Oktober abnimmt und endlich im November und Dezember einen Werth erhält, der sich von dem in den ersten Monaten des Jahres nur unwesentlich unterscheidet.

5. Der Einfluß des Waldes auf die tägliche Temperaturschwankung in den Winter- und ersten Frühlingsmonaten ist absolut am kleinsten im Buchenwald (ca. $0,8^\circ$), etwas größer im Kiefernwald (ca. $1,2^\circ$) und am größten im Fichtenwald (ca. $2,3^\circ$). Anders verhält es sich im Sommer und ersten Herbstmonat, wo der Einfluß des Waldes am größten im Buchenwald (ca. $4,1^\circ$), kleiner im Fichtenwald (ca. $3,7^\circ$) und noch kleiner im Kiefernwald (ca. $2,8^\circ$) ist.

In ähnlicher Weise, wie die täglichen Temperaturschwankungen im Innern des Waldes mit denen auf freiem Felde verglichen sind, können auch die in den Baumkronen mit denen im Walde in der Nähe des Erdbodens und denen auf freiem Felde verglichen werden. Mit Zugrundelegung der Differenzen der mittleren Maxima und der mittleren Minima in der Baumkrone erhält man dabei folgende Resultate:

1) Die täglichen Temperaturschwankungen in der Baumkrone liegen ihrer Größe nach im Allgemeinen zwischen denen in der Nähe des Erdbodens und denen auf freiem Felde, kommen aber den ersteren meistens näher als den letzteren. Eine Ausnahme hiervon bilden die Stationen Fritzen und Melkerei, auf welchen die Temperaturschwankungen im Walde in der Baumkrone kleiner als in der Nähe des Erdbodens sind. Gleiche Ausnahmen finden sich für einzelne Monate, besonders im Frühjahr, auch noch auf anderen Stationen, doch wird die Größe der Temperaturschwankungen in der Baumkrone in diesem Falle von der in der Nähe des Erdbodens mit Ausschluß der Winter- und Frühlingsmonate in Hadersleben und des April in Marienthal nur um weniger als $0,3^\circ$ übertroffen. Ihrer Form nach stimmen die Jahreskurven für die täglichen Temperaturschwankungen in der Baumkrone im Großen und Ganzen mit denen in der Nähe des Erdbodens überein.

2) Im Buchenwald ist der Unterschied zwischen den täglichen Temperaturschwankungen in der Nähe des Erdbodens und in der Baumkrone während der Monate Januar bis Mai und November und Dezember meistens nur gering. Während der Monate Juni bis Oktober sind die Temperaturschwankungen in der Baumkrone im Durchschnitt um $0,9^\circ$ größer als in der Nähe des Erdbodens und um $2,5^\circ$ kleiner als auf freiem Felde. Abweichend hiervon waren auf der Station Melkerei, welche bei Bestimmung der angegebenen Mittelzahlen unberücksichtigt blieb, die Temperaturschwankungen in der Baumkrone das ganze Jahr hindurch ziemlich gleichmäßig um $0,5^\circ$ kleiner als in der Nähe des Erdbodens.

3) Im Nadelwald ist auf einzelnen Stationen (Fichtenstationen Fritzen, Schmiedefeld und Hollerath und Kiefernstationen Kurwien und Eberswalde) der Unterschied zwischen den Temperaturschwankungen in der Baumkrone und in der Nähe des Erdbodens so gering, daß dieselben im Ganzen als zusammenfallend angesehen werden können. Auf anderen Stationen ist zwar ein Unterschied deutlich erkennbar, doch zeigt derselbe nicht immer denselben regelmäßigen Gang.

In Schoo (Kiefernstation) beträgt dieser Unterschied im Januar $0,31^{\circ}$, nimmt dann bis zu seinem größten Werth $1,29^{\circ}$ im Juli dauernd zu und sinkt dann wieder bis zu seinem kleinsten Werth $0,28^{\circ}$ im Dezember. Auf den beiden Fichtenstationen Carlsberg und Sonnenberg besitzt dieser Unterschied in den Monaten Januar bis Oktober einen ziemlich konstanten Werth, in Carlsberg durchschnittlich $1,4^{\circ}$ und in Sonnenberg durchschnittlich $1,0^{\circ}$, nimmt dann ab und ist in den letzten Monaten des Jahres in Carlsberg durchschnittlich $0,9^{\circ}$ und in Sonnenberg durchschnittlich $0,6^{\circ}$.

Verf. untersuchte weiters den Einfluß des Waldes auf die mittleren Maxima und die mittleren Minima der Lufttemperatur und gelangte hierbei zu folgenden Ergebnissen:

1. Der Einfluß des Waldes auf die Maxima- und Minima-Temperaturen besteht darin, daß die ersteren erniedrigt und die letzteren erhöht werden. Dabei ist der Einfluß, den der Wald auf die Maxima-Temperaturen ausübt, auf allen Stationen in den meisten Monaten größer als der auf die Minima-Temperaturen. Im Winter, namentlich im Dezember und Januar, vereinzelt auch in einem der benachbarten Monate, zeigt sich umgekehrt ein größerer Einfluß auf die Minima, wie auf die Maxima-Temperaturen. Ebendasselbe Verhältniß tritt außerdem auch noch auf den Buchenstationen mit Ausnahme von Melkerei im März und April ein. In den wärmeren Monaten ist der Einfluß auf die Maxima-Temperaturen wesentlich größer, als auf die Minima-Temperaturen, und zwar ist er im Mittel der Monate Mai bis September

für die Maxima-Temperaturen und für die Minima-Temperaturen	
auf den Fichtenstationen = $2,56^{\circ}$	auf den Fichtenstationen = $1,28^{\circ}$
» » Kiefernstationen = $1,93^{\circ}$	» » Kiefernstationen = $0,69^{\circ}$
» » Buchenstationen = $2,76^{\circ}$	» » Buchenstationen = $0,99^{\circ}$

2. Der Gang des Einflusses auf die Maxima- und Minima-Temperaturen ist im Laufe des Jahres für die Stationen mit gleichartigem Waldbestand im Großen und Ganzen derselbe, unterscheidet sich aber nach den verschiedenen Formen des Bestandes.

3. Die Erniedrigung der Maxima-Temperaturen nimmt bei den Fichten- und Kiefernbeständen meist mit einer geringen Unterbrechung im Mai und Juni bis zu einem der Sommermonate allmählich zu und sinkt dann bis zu ihrem kleinsten Werthe im Dezember, während sie bei den Buchenstationen zuerst bis zum April geringer wird, hier ihren kleinsten Werth erreicht, dann bis zum Juli stark ansteigt und darauf wieder bis zum Jahresschluß abnimmt. Die mittleren Maxima-Temperaturen werden erniedrigt

	in den Monaten			
	Dez., Jan. u. Febr.	März, April u. Mai	Juni, Juli u. August.	Sept., Okt. u. Nov.
	durchschnittlich um $^{\circ}$ C.			
auf den Fichtenstationen	1,07	1,97	2,67	1,77
» » Kiefernstationen	0,58	1,07	2,05	1,40
» » Buchenstationen	0,55	0,70	3,24	1,51.

Der Einfluß auf die Maxima-Temperaturen ist daher in den Sommermonaten für alle Bestände größer als in den Wintermonaten und zwar ist er im Sommer am größten im Buchenwald, kleiner im Fichten- und am kleinsten im Kiefernwald, während er im Winter seinen größten Werth im Fichtenwald besitzt und einen kleineren im Kiefern- und Buchenwald erhält, für welche er ungefähr denselben Werth hat.

4. In Bezug auf die Minima-Temperaturen ergibt sich, daß sie zwar auf allen Stationen im Walde nicht so tief sinken, wie auf freiem Felde, daß sich aber ihr Unterschied zwischen Feld- und Waldstation das ganze Jahr über zwischen engeren Grenzen bewegt, als es bei den mittleren Maxima-Temperaturen der Fall war. Im Nadelwald steigt der Einfluß des Waldes auf die mittleren Minima-Temperaturen unter kleinen Schwankungen vom Januar an ganz allmählich bis zum August resp. September und sinkt dann bis zum Dezember, wo er ungefähr seinen ursprünglichen Anfangswerth erhält. Im Buchenwald bleibt er bis zum April ziemlich konstant, erhebt sich dann plötzlich bis zum Juni, behält während der Monate Juni bis September ungefähr denselben Werth und sinkt endlich, bis er im November und Dezember wieder ungefähr seinen ursprünglichen Anfangswerth annimmt. Der Unterschied zwischen den Minima-Temperaturen auf Feld- und Waldstation ist dabei

	in den Monaten			
	Dez., Jan. u. Febr.	März, April u. Mai	Juni, Juli u. August.	Sept., Okt. u. Nov.
	durchschnittlich = ° C.			
auf den Fichtenstationen	0,94	0,95	1,35	0,92
» » Kiefernstationen	0,46	0,50	0,69	0,65
» » Buchenstationen	0,31	0,45	1,01	0,74.

Der Einfluß des Waldes auf die Minima-Temperaturen ist daher ebenso wie der auf die Maxima-Temperaturen in den Sommermonaten für alle Bestände größer, als in den Wintermonaten, ist dagegen abweichend gegen das Verhalten bei den Maxima-Temperaturen das ganze Jahr hindurch im Fichtenwald größer, als im Kiefern- und Buchenwald, welche letztere sich dadurch von einander unterscheiden, daß der Einfluß des Waldes auf das mittlere Minimum der Temperatur im Buchenwald im Sommer etwas größer und im Winter etwas kleiner ist als im Kiefernwald.

5. Der absolute Werth des Einflusses, den der Wald auf den Stationen mit gleichartigem Waldbestand auf die Maxima- und Minima-Temperaturen besitzt, ist ein sehr verschiedener und ist davon abhängig, ob der Wald durch einen dichteren oder weniger dichten Bestand gebildet ist. So zeichnen sich von den Fichtenstationen, abgesehen von St. Johann, ganz besonders die Stationen Sonnenberg und Hollerath dadurch aus, daß in den meisten Monaten die Maxima-Temperaturen auf ihnen im Walde um so mehr erniedrigt und die Minima-Temperaturen um so mehr erhöht sind, als auf den anderen Fichtenstationen, ein Umstand, welcher seine Erklärung darin findet, daß hier der Wald durch einen besonders dichten Bestand gebildet wird. Außerdem scheint auch das allgemeine

Klima, zu welchem die Feldstation gehört, nicht ohne Einfluß auf die absolute Größe der Veränderungen zu sein, welche die mittleren Maxima- und mittleren Minima-Temperaturen durch den Wald erfahren. Wenigstens sind in Schoo, welches entschieden dem ozeanischen Klima angehört, sowohl die Unterschiede der mittleren Maxima-Temperaturen auf Feld- und Waldstation, als auch die für die mittleren Minima-Temperaturen in fast allen Monaten kleiner als in Kurwien, wo das Kontinentalklima vorherrscht, während die Unterschiede für die Maxima-Temperaturen in den Monaten Oktober bis Januar und für die Minima-Temperaturen in den Monaten Oktober bis März in Schoo größer und in den übrigen Monaten kleiner als in Eberswalde sind.

Die Frage hinsichtlich des Einflusses des Waldes auf die mittleren Monats- und Jahrestemperaturen will Verf. vorläufig unbeantwortet lassen, und soll einer späteren Arbeit vorbehalten bleiben. E. W.

A. Serafini und *J. Arata*. Ueber den Einfluß des Waldes auf die vom Winde fortgetragenen Mikroorganismen der Luft. Bolletino della R. Accademia Medica di Roma. Anno XVI. 1889—1890. Fasc. VIII. Roma. 1890.

Nachdem von verschiedenen Seiten den Wäldern eine zerstörende Wirkung auf Miasmen, in specie auf die Malaria zugeschrieben worden ist, kamen die Verf. auf die Idee, zu untersuchen, inwieweit die Waldbäume im Stande seien, die durch Winde fortgeführten Mikroorganismen der atmosphärischen Luft zurückzuhalten und dadurch die Luft zu reinigen.

Sie stellten ihre Untersuchungen in einem Wäldchen der Villa Medici an, welche auf einem Hügel nördlich von Rom, 45 m von den Mauern entfernt gelegen ist. Dasselbe hat einen Flächenraum von 7000 qm, und ist von hohen und niedrigen Bäumen dicht bestanden. In seiner Länge ist es von einer 3 m breiten Alle durchzogen, in seiner Breite von drei schmäleren Alleen. Auf zwei Seiten, Ost und Süd, hat es die Stadt, im Norden den Garten der Villa selbst und den Monte Pincio, im Westen die Villa Borghese.

Die Methode von *Strauß* benutzend, haben die Verf. ihre Beobachtungen innerhalb der Grenzen des Wäldchens angestellt, 30—40 m vom Rande im Innern desselben, im Dickicht, die Alleen vermeidend, sowie am Eingang. Für jede Analyse wurden 16,5 L benutzt, die in 40 Minuten über Gelatine geleitet wurden. Die letztere wurde so schnell als möglich auf eine Glasfläche verbracht. Der Apparat wurde mittelst kalten Wassers auf niedriger Temperatur gehalten, um die Vermehrung der Mikroorganismen hintanzuhalten. Nach 4 Tagen zählten die Verf. die Kolonien, welche sich auf der Glasfläche entwickelt hatten. Diese zerfallen in drei Kategorien: in Schimmelpilze, in Bakterien, welche die Gelatine verflüssigen, und in solche, welche letztere nicht verflüssigen.

Neben diesen bakteriologischen haben die Verf. auch meteorologische Beobachtungen angestellt, in Rücksicht auf die von *Miquel*¹⁾ ermittelte Thatsache, daß der Gehalt der atmosphärischen Luft an niederen Organismen von den

¹⁾ *P. Miquel*. Les organismes vivants de l'atmosphère. Paris. 1888. — Annuaire de l'observatoire de Montsouris.

Witterungsverhältnissen wesentlich mitbeherrscht wird. Sie stellten zu diesem Zweck einen Regenschirm im Innern des Wäldchens und einen zweiten außerhalb desselben, ca. 3 m vom Rande, auf. Die Feuchtigkeit wurde mittelst eines *August'schen* Psychrometers bestimmt, und aus den Angaben desselben gleichzeitig das Sättigungsdefizit berechnet. Ebenso wurde die Temperatur, der Barometerstand, die Stärke und Richtung des Windes bestimmt.

Die Resultate dieser Beobachtungen sind in folgenden Tabellen zusammengestellt, wobei zu bemerken ist, daß die Angaben über die Mikroorganismen sich auf 1 cbm Luft beziehen:

Datum.	Tageszeit.	Beschaffenheit des Himmels.	Barometerstand (0° und Meeresniveau).	Temperatur ° C.		Feuchtigkeit.				
				Am Eingang des Waldes.	Im Walde.	Am Eingang des Waldes.		Im Walde.		
						Relative.	Sättigungsdefizit.	Relative.	Sättigungsdefizit.	
Mai.										
6.	3 p. m.	bedeckt	756,9	22,6	20,5	45,7	11,88	54,6	8,47	
8.	»	1/2 »	751,6	18,2	17,2	63,3	5,63	69,9	4,32	
13.	»	»	754,2	15,9	14,8	86,8	1,57	88,9	1,39	
15.	»	klar	762,6	20,2	19,4	58,1	7,27	66,6	5,53	
17.	»	»	758,8	21,6	21,0	63,9	6,80	66,5	6,09	
20.	»	bedeckt	761,9	25,0	21,6	62,3	8,62	67,2	6,17	
22.	»	1/2 »	759,4	19,2	18,0	71,8	4,62	91,8	1,27	
24.	»	»	759,1	23,0	19,4	60,0	8,17	85,0	2,48	
27.	»	3/4 »	750,2	21,4	19,8	61,9	7,10	71,5	4,84	
29.	»	1/2 »	763,3	22,2	21,6	51,9	9,40	67,2	6,17	
31.	9 a. m.	klar	762,1	19,0	18,0	76,9	3,70	93,6	0,95	
Juni.										
3.	»	1/2 bedeckt	766,0	19,0	18,0	87,8	1,89	87,6	1,84	
5.	»	3/4 »	762,2	23,0	22,2	66,0	6,62	60,5	7,44	
7.	»	1/4 »	762,0	23,0	22,6	75,6	4,72	77,3	4,52	
9.	»	3/4 »	762,8	23,0	21,2	66,0	6,55	64,6	6,37	
10.	»	klar	762,4	20,0	19,6	73,6	4,32	81,2	3,11	
11.	»	bedeckt	761,4	20,0	19,4	88,6	1,84	90,6	1,54	
12.	»	1/2 »	758,8	21,4	21,2	73,3	4,80	74,6	4,62	
13.	»	3/4 »	760,8	20,2	19,5	71,8	4,62	71,6	4,60	
14.	»	3/4 »	762,5	19,6	19,4	64,9	5,82	41,6	4,60	
16.	3 p. m.	»	761,9	21,6	20,2	58,2	7,60	65,3	5,89	
17.	»	1/2 »	765,0	23,0	22,2	47,5	10,36	48,5	9,93	
18.	»	klar	765,1	24,0	23,2	43,2	11,87	43,7	11,38	
19.	»	»	764,3	25,4	24,2	49,3	11,41	49,3	10,94	
20.	»	»	762,6	25,8	24,6	58,5	9,80	64,7	7,81	
21.	»	»	764,6	28,0	26,2	51,0	12,79	56,2	10,59	
23.	9 a. m.	»	761,1	23,6	23,4	69,0	6,17	72,8	5,56	
24.	»	»	760,8	25,6	25,4	55,3	10,32	56,9	10,07	
25.	»	»	764,8	22,4	22,2	50,3	9,70	51,2	9,28	
26.	»	»	764,3	23,0	22,8	64,5	6,92	66,2	6,74	
27.	3 p. m.	»	761,4	29,0	28,2	43,6	15,57	44,0	14,95	
28.	9 a. m.	»	762,3	25,0	24,8	44,4	13,04	47,1	11,89	
29.	»	»	761,3	24,4	23,8	53,7	9,74	53,1	9,68	
30.	»	»	758,3	24,0	23,6	50,1	10,32	56,5	9,09	
Juli.										
1.	»	1/2 bedeckt	758,3	22,6	22,2	64,8	6,88	64,3	6,69	
2.	»	3/4 »	758,9	25,4	25,2	61,2	9,07	62,6	7,34	
4.	»	klar	762,7	24,4	23,8	47,0	11,47	47,2	10,92	
5.	»	»	759,6	23,2	22,8	73,4	5,08	77,4	4,52	
7.	»	1/2 bedeckt	759,7	22,8	21,8	52,6	8,93	57,5	8,09	
8.	»	klar	764,3	21,8	21,0	49,2	9,45	51,3	8,66	

Wind- richtung und -Stärke.	Regen in 24 Stunden. mm		Schimmelpilze.		Bakterien, verflüssigende.		Bakterien, nicht verflüssigende.	
	Am Ein- gang des Waldes.	Im Walde.	Am Ein- gang des Waldes.	Im Walde.	Am Ein- gang des Waldes.	Im Walde.	Am Ein- gang des Waldes.	Im Walde.
	SW ₂	—	—	3273	454	818	636	1909
SW ₂	10,0	6,0	272	454	909	272	1636	1909
S ₂	10,7	7,0	181	181	242	181	1212	2666
NW ₂	14,0	10,0	1576	2061	121	606	909	848
NW ₂	—	—	1770	1881	121	423	4303	1940
NW ₁	—	—	1700	1878	303	236	3636	2466
SE ₁	6,0	3,7	363	363	2424	1358	10100	2020
SW ₁	0,2	Spur	2121	2181	545	181	2848	1515
SW ₄	6,1	3,7	2061	3091	2242	1575	4970	3157
W ₄	—	—	1090	1394	1575	2061	2424	2884
E ₁	—	—	3940	14606	484	364	6303	1515
SE ₁	3,5	3,0	4363	2242	242	666	1818	606
E ₂	—	—	7272	2970	303	606	1940	2970
SW ₂	—	—	3212	2910	545	242	727	1212
SE ₁	1,2	0,8	6909	2424	181	846	4121	2363
SW ₁	—	—	846	3150	2000	546	303	303
S ₁	—	—	6788	3333	303	484	1757	1273
SW ₄	0,2	Spur	970	1818	363	1991	242	4060
SW ₄	—	—	1636	848	181	424	1157	666
SW ₄	—	—	2060	970	181	242	1700	788
W ₁	—	—	2920	1454	788	485	3151	909
NW ₄	5,0	4,0	21454	2545	303	485	16545	1273
N ₁	—	—	1030	242	242	0	1515	303
W ₃	—	—	1151	2182	303	242	1091	0
W ₃	—	—	666	303	606	485	303	424
W ₃	—	—	1454	848	545	121	61	666
NW ₄	—	—	727	181	425	61	61	242
E ₁	—	—	3515	425	181	242	1151	848
SE ₁	—	—	362	181	0	0	1275	0
E ₂	—	—	2060	905	121	0	724	303
W ₄	—	—	2182	909	303	543	968	425
SW ₁	—	—	2787	2970	606	362	1936	484
E ₁	—	—	1757	724	121	0	2727	1444
E ₁	—	—	1629	1030	0	606	1444	543
SW ₄	1,1	0,2	1936	850	242	181	1086	484
SW ₄	—	—	242	242	181	121	1040	303
E ₄	—	—	3700	1352	242	242	968	726
SW ₃	—	—	2060	850	61	968	242	543
SW ₄	—	—	909	850	181	0	425	242
SE ₄	—	—	1873	787	121	61	2364	242

Aus diesen Tabellen geht zunächst hervor, daß weder die Tageszeit, noch die Beschaffenheit des Himmels, noch die Temperatur oder die barometrische Pression beeinflussend auf die Resultate wirkten.

Anlangend die Frage selbst, welche durch diese Untersuchungen gelöst werden sollte, ergibt sich aus den mitgetheilten Zahlen, daß zwar zuweilen die Zahl der Mikroorganismen resp. der einzelnen Kategorien im Walde größer war, als am Eingange desselben, eine Erscheinung, die sich aus dem Umstande erklärt, daß im Walde sich solche bilden können, aber in der Mehrzahl der Fälle fand das Umgekehrte statt, wie die mitgetheilten Zahlen deutlich nachweisen. Ein einziges Mal (12. Juni) erreichten alle drei Kategorien die Mehrzahl im Walde; in den 39 anderen Fällen waren immer ein oder zwei Kategorien am Eingang des Waldes zahlreicher als im Innern desselben, und zwar die nicht verflüssigenden Bakterien 28, die verflüssigenden 23, und die Schimmelpilze 25 mal. In 8 Analysen erschienen alle drei Kategorien außerhalb des Waldes zahlreicher als im Innern desselben. Nur in drei Fällen hat sich an beiden Oertlichkeiten die gleiche Zahl von Organismen ergeben (3 mal bei den Schimmelpilzen, 2 mal bei Bakterien). Offenbar sind die Ursachen dieser Resultate in der filtrirenden Wirkung des Waldes zu suchen, um so mehr, als der letztere selbst eine Quelle für die Mikroorganismen abgiebt¹⁾. Die Verf. glauben daher berechtigt zu sein, aus ihren Beobachtungen die Schlußfolgerung ableiten zu dürfen, daß die Wälder auf die vom Winde fortgetragenen Organismen eine Art filtrirende Wirkung ausüben.

Dieses Ergebnis bietet nichts Befremdendes, wenn man erwägt, daß die Mikroorganismen an den Bäumen großen Hindernissen begegnen, und daß die Kraft des Windes an den Bäumen gebrochen wird, wodurch die Organismen zum Niederfallen gezwungen werden. Sie bleiben dann am Boden liegen, sei es aus Mangel einer neuen Kraft, welche sie emporhebt, sei es der Feuchtigkeit des Bodens halber. Es ist möglich, daß die Resultate dem Grade nach anders ausfallen, wenn die Winde stärker und die Wälder ausgedehnter sind, als in den vorliegenden Beobachtungen. E. W.

F. Schindler. Kulturregionen und Kulturgrenzen in den Oetzthaler Alpen. Zeitschr. d. Deutschen u. Oesterr. Alpenvereins. 1890. Bd. XXI. Wien. 1890.

Wie in den hohen Tauern²⁾ hat Verf. auch im Oetzthal verschiedene Beobachtungen über die Verbreitung der landwirtschaftlichen Kulturen angestellt, wobei er zu interessanten Ergebnissen gelangte, die wir hier in Kürze mittheilen wollen.

Wenn man den unter glazialen Schotter begrabenen breiten Kalkriegel an der Ausmündung des Thales überschritten hat, eröffnet sich den Blicken der unterste Thalboden mit den Weilern Oetzermühle und Oetz und damit ein Kulturbild, welches sich von demjenigen des tieferen Innthales in Nichts unterscheidet.

¹⁾ Bemerkenswerth sind jene Fälle, wo die Luft im Walde keine Mikroorganismen aufwies, während sie am Eingange desselben solche in nicht unbeträchtlicher Menge enthielt.

²⁾ Diese Zeitschrift. Bd. XII. 1889. S. 180.

Hier wie dort herrscht der Mais vor, reift die Traube in sonnseitiger, geschützter Lage, ja sogar die Edelkastanie in einzelnen Exemplaren. Neben dem Mais sind es insbesondere Weizen und Lein, die hier ansehnliche Flächen bedecken, demnächst Kartoffeln, Rüben und Haidekorn, während Roggen und Gerste mehr zurücktreten. Die niedrige Lage (Oetz 76 m über der Thalmündung) erklärt das bedeutende Ansteigen des Feldbaues an den rechtsseitigen Thalgehängen. Diese sind im ganzen Verlaufe des Hauptthales die orographisch begünstigteren, und da sie im Becken von Oetz außerdem in vielen Partien sonnseitig gelagert sind, wird die beträchtliche Anzahl von Siedlungen begreiflich, die hier bis zur Isohypse von 1400 m hinaufreichen.

Während das Oetzer Becken noch durchaus den milden Charakter des Innthales an sich trägt, läßt sich dies von dem darauf folgenden Becken von Umhausen keineswegs behaupten, wiewohl der Höhenabstand nicht mehr als 75 m beträgt. Der Mais fehlt hier schon, und nur in wenigen Lagen findet sich noch Obst. An Stelle des Mais ist die Gerste, die hauptsächlichste Mehlfucht dieses etwa 5,5 km langen Thalabschnittes, getreten, dann folgen Weizen und Roggen. Ein Drittel des Ackerlandes ist aber mit Lein bestellt, der hier vortrefflich gedeiht. Die Höhe, bei welcher der Mais noch gebaut wird, beträgt bei Habichen 856, bei Tumpen 931 und bei Oetz ca. 1000 m. Der Umstand, daß er dort höher hinaufgeht als auf dem Thalboden, ist in erster Linie auf die bessere Besonnung der Gehänge, zum Theil aber auch auf die herbstlichen Temperaturumkehrungen zurückzuführen.

Die Gerste, welche in Bezug auf Temperatur und Vegetationszeit am genügsamsten ist, ist in Umhausen an Stelle des Mais getreten, ein Beweis dafür, daß das Klima hier rauher als im unteren Thalabschnitt ist. Noch aber wird der immerhin anspruchsvolle Weizen in einer Ausdehnung gebaut, welche lehrt, daß auch hier, in einer mittleren Höhe von 950 m, relativ sehr günstige Wärmeverhältnisse vorherrschen müssen. Die vorhandenen Bewässerungsanlagen bei Wiesen deuten auf Wassermangel hin. Auch das Wirthschaftssystem spricht dafür. Das Land bleibt durch 5 Jahre als Acker liegen und wird durch 5 und mehr Jahre als Wiese benützt, eine Form des Egartenbetriebes, die sonst nur in südlichen Alpenthalern, in denen die Feuchtigkeit des Bodens und der Luft eine nur mäßige ist, eingehalten zu werden pflegt.

In dem nun folgenden dritten, 8 km langen Thalboden von Längenfeld, welcher eine mittlere Seehöhe von 1164 m aufweist und somit um 214 m im Durchschnitt höher liegt als der vorige, tritt die Gerste als fast ausschließliche Brodfrucht auf; selbst der Roggen wird nur vereinzelt gebaut, während der Lein noch immer ansehnliche Flächen bedeckt. Wir haben in diesem geänderten Verhältniß des Getreidebaues das sicherste Merkmal der gesteigerten Ungunst des Klimas zu erblicken. Die Bodenbeschaffenheit kommt nicht in Betracht, denn die Qualität der Erdkrume ist im ganzen Thale eine dem Weizen günstige, stellenweise ausgezeichnete. Die Weizengrenze liegt auf der Sohle des Längenfelder Beckens, bei den Weilern Au und Ehspan, bei 1150 m.

Der Leinbau hat nur im unteren Theil dieses Beckens eine größere Ausdehnung, oberhalb Längenfeld wird er spärlicher, und bei Huben (1200 m) hat er seine eigentliche Kulturgrenze.

Die letzte größere Ausweitung des Thales, das Becken von Sölden, hat eine mittlere Seehöhe von 1360 m, was gegen den Thalboden von Längenfeld eine Höhenzunahme von rund 200 m bedeutet. Diese namhafte Erhebung hat eine weitere tiefgreifende Veränderung des Kulturbildes zur Folge. Unter den Getreidearten ist die Gerste die allein herrschende geworden, nur ganz vereinzelt finden sich einige Roggenfeldchen. Aus eben diesem Grunde wird aber die Gerste noch auf sehr ansehnlichen Flächen gebaut. Die Bauern sind auf sie, als auf die einzige noch sicher gedeihende Mehlfrucht, um so mehr angewiesen, als dieser Thalabschnitt schon ein weltabgelegener, schwer zu erreichender ist. Aus derselben Ursache spielt auch der Anbau der wenig transportfähigen Kartoffel eine hervorragende Rolle. Kartoffel und Gerstengrütze bilden die Grundlage der pflanzlichen Nahrung.

Am Ende des Thales, wo sich dasselbe gabelt, liegt die mehrfach abgestufte Terrasse von Zwieselstein, dessen Gehöfte in einer Höhe von 1456 bis nahezu 1500 m liegen. Dieser Punkt ist insofern bemerkenswerth, als er auf der Thalsole der höchste ist, wo die Gerste noch mit einiger Sicherheit ausreift. An der Sonnenseite zeigt sie noch eine stattliche Entwicklung, außerdem gedeihen nur mehr Kartoffeln und Kopfkohl. Steigt man in der westlichen Gabelung, im Venterthal, aufwärts, so findet man zwar noch in Höhen von 1700—1786 m kleine Gerste- und Roggenparzellen, aber das Getreide bringt es hier kaum mehr zum Schossen, geschweige denn zur Reife und wird lediglich zur Gewinnung von Bettstroh benutzt. Die Kulturgrenze des Getreides bezw. der Gerste ist sonach auf der Thalsole bei Zwieselstein in einer Höhe von 1500 m zu suchen.

An den mäßig geneigten Hängen des Hauptthales reicht aber die Kulturregion des Getreides noch höher hinauf, als dies bei Zwieselstein der Fall ist. So erstreckt sich der noch regelrechte Getreidebau auf der Ausgangsstufe des Stuibenthal bis 1600 m. Wir dürfen daher im Oetzthal die höchste Kulturgrenze des Getreides (Gerste) mit 1600 m feststellen, während sie im Mittel nur 1419 m beträgt.

Der Weiler Vent, der fast in gleicher Höhe wie Ober-Gurgl, also nahezu 1900 m hoch liegt, ist die letzte Stätte im Oetzthal, wo noch Kartoffeln, Rüben und Kopfkohl gebaut werden, ein Beweis für die hohe Genügsamkeit dieser Gewächse. Das Jahresmittel beträgt in Vent 0,7°, das Mittel der Monate November bis April bleibt unter Null, die durchschnittliche Sommertemperatur steigt nicht über 8,5°C.

Wie sich die wirtschaftlichen Verhältnisse des Oetzthales mit zunehmender Höhe verschieben, entnimmt Verf. einer Arbeit *F. Löw's* über die «Siedlungsarten in den Hochalpen» durch folgende Tabelle:¹⁾

		Gemeinde {	Oetz u. Sautens.	Umhausen.	Längenfeld.	Sölden mit Vent u. Gurgl.
Bewohner			1797	1366	1485	1050
Jahres- ertrag	an Mais (Liter pro Kopf)		120	—	—	—
	» Weizen »		37	33	—	—
	» Gerste »		33	50	135	133
	» Kartoffeln »		500	580	670	760
	» Heu u. Grummet (Ctr. pro Kopf)		11	17	20	37.

¹⁾ Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde. Von A. Kirchhoff. Bd. II. H. 6.

Gemeinde	Oetz u. Sautens.	Umhausen.	Längenfeld.	Sölden mit Vent u. Gurgl.
Rinder	1168	1504	1750	1995
Ziegen	212	441	887	813.

Diese Zahlen fassen kurz zusammen, was die obigen Ausführungen in dieser Beziehung enthielten. Das Anbauverhältniß ändert sich von Stufe zu Stufe.

An die oberste Grenze der Kulturregion, die wir füglich als die Zone der Gerste und Kartoffel bezeichnen können, schließt sich die reine Gras- und Viehwirtschaft, die in den höchsten Lagen des Oetzthales mächtige Flächen einnimmt; es ist die Alpenregion im wirtschaftlichen Sinne. Ihr Gürtel wird im Oetzthal um so breiter, je größer die Meereshöhe der Thalsohle ist, und die obere Grenze fällt so ziemlich mit der unteren der dauernden Schneeanisammlungen zusammen.

Bezeichnet man die Grenze, bis zu welcher innerhalb der Alpenregion eine, wenn auch nur primitive, Bewirtschaftung stattfindet, als Zone der Alpenwirthschaft, so beträgt die Höhe derselben im Oetzthal im Durchschnitt auf der rechten Thalseite 2085 m, auf der linken 2066. Die höchsten Alpenhütten finden sich bei 2300—2330 m.

Folgt man am oberen Ende des Oetzthales dem Touristenstrome, so führt uns derselbe über das Hochjoch in das Schnalserthal, das sich in südöstlicher Richtung und in raschem Falle zur Etsch hinabsenkt. Die Fallhöhe, welche im Oetzthal von Zwieselstein bis Oetzbruck 794 m beträgt, beläuft sich hier von Kurzras bis zur Thalmündung, auf einer um 12 km kürzeren Strecke, auf 1511 m. Hierdurch wird ein rascher Wechsel in den klimatischen Verhältnissen herbeigeführt, der sich deutlich in der Vegetation ausspricht. Schon bei Kurzras in 2000 m Seehöhe gedeihen Kartoffeln, Rüben und Kopfkohl freudig; auch erblickt man schon einige Leinfeldchen. Bei Marchegg (1750 m) beginnt der Gerstenbau. Auf den linksseitigen Hängen bei Ober-Vernagt beträgt die Höhe der Roggenäcker 1850 m und gedeiht die Gerste noch bei 1900 m. An dem Zustandekommen dieser außerordentlich hohen Kulturgrenzen haben nicht nur die geschützte Lage, Bodenbeschaffenheit und vortheilhafteste Exposition, sondern sehr wahrscheinlich auch Temperaturumkehrungen Antheil. Mit jedem Schritt thalabwärts zeigt sich die zunehmende Wärme und Trockenheit der Luft an den immer zahlreicher werdenden Bewässerungsrinnen des Wiesenlandes. Bei Unser Frau (1452 m) erstaunt man über den sehr ausgedehnten Getreidebau, Winterroggen und Gerste erreichen in großen Flächen die Isohypse von 1500 m. Endlich in Naturns ist jener bemerkenswerthe Punkt erreicht, der als der vorgeschobene Posten des italienischen Klimagebietes im Etschthal betrachtet werden kann. In Meran ist man bereits in dasselbe vollständig eingetreten, und wer vom Hochjoch kommt, kann innerhalb weniger Stunden die Gegensätze einer polaren Eiswelt und einer südlichen Vegetationsfülle, die durch Weinstock und Feigenbaum gekennzeichnet ist, an sich vorüberziehen lassen.

Was endlich die Alpenregion betrifft, so besteht hinsichtlich der Alpenwirthschaft in dem wenig bewohnten Schnals keine Veranlassung, derselben eine große Ausdehnung zu geben. Die Zahl der Alpenhütten ist demnach eine geringe, und die höchsten liegen im Mittel bei 2046 m auf der linken und bei 2192 auf der rechten Thalseite, im Maximum erreichen sie nur 2310 m.

Bezüglich der übrigen Thäler, welche westlich vom Oetzthal und Schnalsenthal vom Knotenpunkt des Massivs ausstrahlen, mögen noch folgende Bemerkungen hier eine Stelle finden.

Das dem Oetzthal benachbarte Pitzthal bietet in seinen oberen Theilen dem Ackerbau weit ungünstigere Grundlagen dar als jenes. Sein Gefälle ist nur unbedeutend größer. *Sonklar*¹⁾ giebt die Korngrenze bei Plangeross mit 1600 m an. Im waldreichen Kauserthal treten die Kulturregionen sehr zurück, denn das Gefälle ist noch stärker als im Pitzthal und die Beschaffenheit des Thalbodens, mit Ausnahme der sonnseitigen Gehänge oberhalb Kauns, dem Feldbau ungünstig. Der letzte Getreidebau wird von *Sonklar* bei «See» in 1517 m Höhe angegeben.

Unstreitig die günstigsten Bedingungen für das hohe Ansteigen der Kulturregionen liegen im Langtauferer Thal vor, namentlich weil der Verlauf desselben ein rein west-östlicher ist, wodurch sich für die Nordseite eine südliche Exposition ergibt. Die Gunst der Lage wird noch dadurch gehoben, daß das sonnseitige Gehänge eine für die Besiedelung vorzüglich geeignete Terrasse bildet. Den «letzten Getreidebau» notirt *Sonklar* bei Grub oder Hinterkirch in 1871 m Seehöhe. In dem Planail- und Matscherthal erreicht der Getreidebau (Winterkorn und Gerste) nach *Sonklar* die Höhe von 1818, nach *F. Simony* 1845,9 m. Die Höhengrenzen der Alpenwirthschaft liegen im Pitzthal bei 2146, im Kauserthal bei 2100, im Langtaufererthal bei 2350, im Planailthal bei 2250 und im Matscherthal bei 2100 m Seehöhe.

Hinsichtlich des Gegensatzes zwischen Nord und Süd bietet ein Vergleich zwischen Oetzthal und Schnalsenthal einige Anhaltspunkte.

	Getreide.		Alpenwirthschaft.	
	Mittel.	Max.	Mittel.	Max.
Oetzthal	1419	1751	2075	2330
Schnalsenthal	1675	1900	2106	2310
Unterschied	256	149	31	20.

Es ergibt sich für Schnals ein gewaltiger Unterschied zu Gunsten des Getreides, während die Höhengrenzen der Alpenwirthschaft auf beiden Seiten nahezu die gleichen sind. Ohne Zweifel hängt dies damit zusammen, daß vermöge der besseren Erwärmung und des Schutzes, den der nördliche Hauptkamm bietet, das Getreide weiter hinaufkrücken kann. In Folge günstigerer Exposition, sowie dadurch, daß das Schnalsenthal schon zum Theil in das italienische Klima hineinreicht, muß der Gegensatz zwischen Nord und Süd mit besonderer Schärfe hervortreten. In der Alpenregion wird er verwischt. Betreffs der Ursachen dieser Erscheinung muß auf die früheren Ausführungen des Verf. verwiesen werden. —

Je größer die Gebirgsmassen sind, die in ein bestimmtes Niveau sich erheben, desto höher rückt auch die Isotherme von 0° an ihnen empor, und desto höher erstreckt sich das der Vegetation in klimatischer Beziehung zusagende Gebiet. Tritt dann noch ein günstiges Bodenrelief hinzu, welches die Ansammlung fruchtbarer Krümen auch in großen Höhen gestattet, so sind damit die wesentlichsten, im Gebirge selbst liegenden Bedingungen erfüllt, welche die Vegetation

¹⁾ *K. v. Sonklar*. Die Oetzthaler Gebirgsgruppe. Gotha. 1860.

nach aufwärts fördern. Diese Bedingungen sind in den Oetzthälern, trotz ihrer gewaltigen Vergletscherung, in einem Grade vereinigt wie sonst nirgends in den Ostalpen. Ja, die Massenerhebung dieser Gebirgsgruppe ist überhaupt die größte im gesammten Alpensystem, und so kommt es, daß die Getreide- und Alpenregionen hier zu Höhen emporsteigen, die an keinem anderen Punkte der Ostalpen erreicht und im Gebiete der Westalpen vielleicht nur in Graubünden und Wallis in Folge besonderer klimatischer Bedingungen übertroffen werden.

E. W.

J. Juhlin. Die nächtliche Temperatur der Luft in verschiedenen Höhen. Acta Reg. Societ. Scienc. Upsala. 1890. — Meteor. Zeitschrift. 1890. Heft 10. S. [73].

Anknüpfend an die sorgfältigen Untersuchungen von *Hamberg* über die nächtlichen Temperaturänderungen mit der Höhe in den Sommermonaten, hat sich Verf. die Aufgabe gestellt, diese Verhältnisse auch für den Winter zu konstatiren, namentlich wenn die Erde mit Schnee bedeckt ist.

Auf einem ebenen Terrain, 19 m vom Observatorium entfernt, wurde ein 7,5 m hoher Mastbaum errichtet. An demselben wurden in verschiedenen Höhen, schneckenförmig um den Mastbaum vertheilt, an den freien Enden von 1,4 m langen Stangen die Thermometer befestigt, welche sämmtlich zwischen $+15^{\circ}$ und -22° geprüft worden waren. Die Angaben von in gleichen Höhen befindlichen nackten und von durch Schirme geschützten Thermometern wurden mit einander verglichen und zeigten so konstante kleine Unterschiede, daß man für die Diskussion der Resultate schließlich nur die Angaben der nackten Thermometer verwenden durfte. So wünschenswerth es auch erschien, die Beobachtungen auf größere Höhen auszudehnen, so war dies doch für gewöhnlich nicht möglich; nur in einer Nacht konnte Verf., während die regelmäßigen Beobachtungen am Mast fortgesetzt wurden, Temperaturmessungen an drei Thermometern vornehmen, welche in zwei verschiedenen Höhen am Thurme der Kathedrale aufgehängt waren. Ferner hat er in zwei Nächten Beobachtungen über den Einfluß des Terrains auf die fragliche Erscheinung gemacht.

Die zunächst mitgetheilten Beobachtungen beziehen sich auf klare Nächte, zwei im Jahre 1887, wo die Erde mit einer dünnen Schneeschicht bedeckt war, und zwei im Jahre 1888 bei intensiverer Kälte und viel Schnee. Die Temperaturreihen für die verschiedenen Höhen zeigen, daß im Winter bei klarem Wetter die Temperatur bereits zwei oder drei Stunden vor Sonnenaufgang anfängt in der Nähe des Bodens niedriger zu sein als oben. Gegen Sonnenuntergang sinkt die Temperatur in der Nähe des Bodens schneller als oben, dann erfolgt die Abnahme langsamer und in allen Höhen gleichmäßig während der ganzen Nacht bis zum Sonnenaufgang; ein bis zwei Stunden nach Sonnenaufgang bleibt noch die Temperatur am Boden niedriger als oben. Im Vergleich zu den *Hamberg*-schen Beobachtungen zeigte sich die Temperaturzunahme mit der Höhe während klarer Nächte im Winter größer als im Sommer.

Eine kleine Probe dieser Beobachtungen möge hier eingeschaltet werden:

Stündliche Beobachtungen während klarer Nacht.
22. bis 23. Februar 1888.

Höhe des Thermometers.	Sonnen- untergang.	Mitter- nacht.	Sonnen- aufgang.
0,08	— 18,0	— 24,2	— 25,2
0,5	— 16,3	— 21,2	— 22,2
1,5	— 16,0	— 20,3	— 20,7
3,5	— 13,7	— 20,2	— 20,4
5,4	— 12,5	— 19,4	— 20,2
7,4	— 11,8	— 17,6	— 19,5.

Um zu ermitteln, ob die Temperatur selbst auf ihre Zunahme mit der Höhe einen Einfluß habe, wurden die Wärmeunterschiede zwischen den Thermometern in 0,5 m und 7,4 m Höhe für die verschiedenen Temperaturen des unteren Thermometers von -1° , -2° , -3° u. s. w. berechnet. Aus den erhaltenen Werthen wurde eine Kurve konstruirt, für welche die Temperatur der untersten Luftschicht die Abszissen und die mittleren Temperaturdifferenzen die Ordinaten bildeten; man erhielt eine gerade Linie. Innerhalb der Beobachtungsgrenzen ($-3,8^{\circ}$ und $-21,8^{\circ}$) ist also die Temperaturzunahme mit der Höhe eine lineare Funktion der Temperatur, derart, daß, je niedriger die Temperatur, desto größer die Temperaturzunahme mit der Höhe ist.

Die Beobachtungen selbst gaben folgende Mittelwerthe:

Mittlere					
Temp.	— 3,8	— 7,8	— 11,8	— 17,8	— 21,8
Diff.	+ 0,6	+ 1,1	+ 1,6	+ 2,4	+ 2,9.

Der Wind zeigte immer ganz entschieden Einfluß; je schwächer er war, desto größer waren die Temperaturunterschiede zwischen verschiedenen Höhen.

Während der bedeckten und nebeligen Nächte waren die Temperaturen in den verschiedenen Höhen fast gleich. Die Temperaturunterschiede, die sich überhaupt zeigten, waren gleichwohl immer derartig, daß die Temperatur in der Nähe des Erdbodens tiefer war als oben. Die Unterschiede zwischen den Temperaturen in 7,4 m und 0,5 m folgten stets der Aenderung der Bewölkung, so daß der Unterschied um so kleiner war, je mehr der Himmel bedeckt war.

Wenn der Himmel während einer klaren Nacht sich plötzlich bedeckt, so steigt die Temperatur in den verschiedenen Höhen in Folge der Aenderung der Strahlungsbedingungen. Aber sie steigt am Boden stärker als oben, die Temperaturunterschiede in den verschiedenen Höhen werden immer kleiner und nähern sich immer mehr dem Werth Null.

Die Zunahme der Temperatur mit der Höhe kann selbst in bedeckten Nächten sehr groß sein, wenn der Himmel mit einer dünnen Schicht hoher Wolken, z. B. mit einem dünnen Schleier von Cirrostratus bedeckt ist.

Während der vollkommen heiteren Nächte des Winters kommt es oft vor, daß die Temperatur sehr schnell in allen Höhen steigt, aber gleichwohl in der Nähe der Erde schneller, so daß die Temperatur in den unteren Schichten der Atmosphäre derjenigen in den oberen gleich zu werden strebt. Die Erscheinung ist ganz dieselbe, wie wenn der Himmel sich schnell bedeckte. Sehr wahrscheinlich

erklärt sich dies in der Weise, daß der Himmel sich in der That mit einem unmerklichen Wolkenschleier bedeckt, der die Ausstrahlung hindert.

Die Beobachtungen auf dem Thurme der Kathedrale hatten den Zweck, zu untersuchen, ob die Temperaturzunahme mit der Höhe sich auf größere Entfernungen erstreckt. Die Beobachtungen vom 18. März (1887) 7 h Abends bis 19. März 5 h Morgens ergaben folgende mittlere Nachttemperaturen.

Höhe 0,03 m	Temperatur — 13,0 °
0,5 »	— 12,9
1,5 »	— 12,6
3,5 »	— 12,4
5,4 »	— 12,1
7,4 »	— 11,7
46,0 »	— 8,4
49,0 »	— 7,9.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen dem Winter und dem Sommer zeigte sich auch noch darin, daß der Boden, d. h. also die Oberfläche des Schnees, während der Winternächte bedeutend kälter ist als die Luft in der Nähe des Bodens oder höher oben. Im Mittel aus 54 Messungen ergab sich, daß die Temperatur der Schneeoberfläche um 2° niedriger war als die Temperatur der Luft in 0,03 m Höhe über dem Boden und um 5,5° niedriger als die Temperatur, die man 7,4 m über dem Boden findet. Dieser Unterschied war im Allgemeinen am größten im Moment des Sonnenaufgangs; er betrug einmal, am 28. Februar 1887, 7,8°. Der Grund hierfür ist offenbar die starke Abkühlung der Schneefläche durch Strahlung und die geringe Wärmeleitungsfähigkeit des Schnees und der Luft.

Temperatur der Schneeoberfläche und der Atmosphäre
in verschiedenen Höhen.

m	0	0,03	0,5	7,4	Zahl der Fälle
°C.	— 17,7	— 15,7	— 14,1	— 12,2	54.

Die Beobachtungen über den Einfluß der Terrainbeschaffenheit ergaben, daß während der Winternächte die Temperatur auf den Hügeln und auf den großen Höhen höher ist als in der Ebene. In der Entfernung von 1 m von einer alten, etwa 10 m hohen Mauer in der Nähe des Schlosses von Upsala zeigte das Thermometer 0,03 m über dem Boden — 14,2°, während am Fuß der Mauer in gleicher Höhe über der Schneefläche zur selben Zeit die Temperatur — 16,6 beobachtet wurde. Auf dem «grünen Hügel», sehr nahe dem südlichen Flügel des Schlosses, war die Temperatur — 14,2°, während sie zur selben Zeit in der Ebene einige 100 m entfernt — 20,1° war. Andere Differenzen in der Nähe des Schlosses waren — 18,6° und 23,8°, — 20,2° und — 26,0° u. s. w. Dasselbe Ergebnis lieferten auch Reihenbeobachtungen, welche Verf. in der Nacht des 25. Februar 1888 an dem grünen Hügel ausgeführt hat. So war der Temperaturunterschied für eine Höhendifferenz von 7 m 3,8°, wenn die unteren Thermometer 0,02 m über dem Boden waren, und 5,1°, wenn sie 0,5 m über der Erde sich befanden.

Unter Bäumen im Walde war die Temperatur höher als außerhalb des Waldes, obwohl das nackte Land etwas höher lag. So waren die Temperaturen unter den Bäumen 0,02 und 0,5 m über dem Boden 0,9° und 0,4° höher als ein wenig außerhalb des Waldsaumes u. s. w.

P. Perlewitz. Ueber den Einfluß der Stadt Berlin auf deren klimatische Verhältnisse. Das Wetter. 1890. H. 5. S. 97—109. — Meteor. Zeitschrift. 1890. H. 10. S. [76].

Um diesen Einfluß¹⁾ zu zeigen, benützt Verf. die Beobachtungen des Jahres 1889, des einzigen, in welchem die fünf Stationen in und bei Berlin ganz einheitlich beobachteten. Die Stationen sind außerhalb Berlins: 1) Blankenburg, 10 km nördlich der Stadt inmitten der Berliner Rieselfelder (englische Hütte); 2) Heinersdorf, 16 km südlich der Stadt (*Wild'sche* Hütte); in der Stadt: 1) Teltowerstr. 8, im südlichen Theile der Stadt; 2) Invalidenstr. 42, im nördlichen Theile der Stadt; 3) Weinbergsweg 11 b, ebenfalls im nördlichen Theile der Stadt. In den drei Stadtstationen befinden sich die Thermometer in Fensteraufstellung.

Im Original theilt Verf. für jede Station die Monatsmittel für 7 a. m., 2 p. m., 9 p. m. ferner das mittlere Maximum und Minimum, sowie das Tagesmittel mit. Wir haben aus den Angaben für die beiden Außenstationen einerseits und für die drei Stadtstationen andererseits je ein Mittel gebildet und geben hier in tabellarischer Form die Differenz dieser Mittel wieder.

Es war 1889 die Stadt Berlin wärmer als die Außenstationen um:

	7 a. m.	2 p. m.	9 p. m.	Max.	Min.	Mittel.
Januar	1,1	0,3	1,1	0,8	1,5	0,9
Februar	0,6	0,3	1,2	0,5	1,4	0,8
März	1,1	0,5	1,4	0,5	1,2	0,9
April	0,5	— 0,2	1,2	0,1	0,9	0,7
Mai	0,4	0,1	2,2	0,8	2,1	1,3
Juni	0,3	0,2	2,8	0,8	2,9	1,5
Juli	0,2	0,2	1,7	0,5	2,4	0,9
August	0,5	0,0	1,7	0,7	2,6	0,9
September	0,9	0,1	1,8	0,0	2,0	1,2
Oktober	0,8	— 0,1	1,1	0,2	1,2	0,9
November	0,5	0,1	1,3	0,1	1,2	0,9
Dezember	0,6	0,4	0,7	0,8	0,6	0,6
Winter	0,8	0,3	1,0	0,7	1,2	0,8
Frühling	0,7	0,1	1,6	0,5	1,4	1,0
Sommer	0,3	0,1	2,1	0,7	2,6	1,1
Herbst	0,7	0,0	1,4	0,1	1,5	1,0
Jahr	0,6	0,1	1,5	0,4	1,5	0,9.

Obwohl die Beobachtungen nur ein Jahr umfassen, sind doch eine Reihe gesetzmäßiger Unterschiede zwischen Stadt und Land klar ausgesprochen. Der Wärme-

¹⁾ Vergl. diese Zeitschrift. Bd. IX. 1886. S. 157 und Bd. X. 1887. S. 459.

überschuß der Stadt ist, so lange die Sonne hoch am Himmel steht, sehr klein, so um Mittag das ganze Jahr hindurch und im Sommer um 7 a. m. Sehr groß ist der Ueberschuß Nachts, also durchweg um 9 p. m. und in der kalten Jahreszeit um 7 a. m. Sein Maximum erreicht der Ueberschuß um 9 p. m. Während zur Zeit der Wärmestrahlung der Unterschied gering ist, hält die Stadt zur Zeit der Ausstrahlung die Wärme sehr stark zurück. Das bestätigen auch die mittleren Maxima und Minima.

Sehr schön spricht sich dieser Unterschied zwischen Stadt und Land in der Zahl der Eistage, der Frosttage und der Sommertage aus.

	Land.	Stadt.
Eistage	46,5	40,3
Frosttage	115,5	100,7
Sommertage	41,5	52,7.

Was nun den zweiten klimatischen Faktor betrifft, die Feuchtigkeit, so ergab sich, daß die Stadt eine Erniedrigung des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft von 0,32 mm bewirkt. Dieselbe ist also im Mittel sehr gering. Diese Verminderung des Feuchtigkeitsgehaltes innerhalb der Stadt beruht auf zwei Ursachen. Einmal wird der in der großen Stadt immer vorhandene Staub und Rauch sehr viel Wasserdampf niederschlagen, andererseits ist offenbar die Verdunstung auf dem städtischen Steinpflaster eine weniger lebhaft als auf Rasen und selbst auf mehr erdigem Untergrunde. Das Regenwasser dringt nicht in die Erde ein, sondern läuft schnell ab.

Wenn in der Stadt durchschnittlich die Temperatur höher, die absolute Feuchtigkeit geringer ist als auf dem Lande, so muß aus beiden Ursachen die relative Feuchtigkeit in der Stadt um so mehr kleiner sein als außen. Im Jahresdurchschnitt ist die Stadt um etwa 7,6 % trockener als ihre Umgebung. Am kleinsten (4—6 %) war hier der Unterschied im September bis Dezember, auf welchen letzteren Monat das Minimum fällt, das Maximum erreicht er im Juni und Juli, wo im Mittel die Stadt um 11,8—12,4 % und in den Abendstunden sogar um 19,4—19,8 % trockener war als das Land.

Was die Niederschläge betrifft, so geben die seit mehreren Jahren von *G. Hellmann* veröffentlichten Berichte über das Regenmesserversuchsfeld in und um Berlin, daß hier ein direkter Einfluß der Stadt auf die Regenmenge nicht stattfindet, vielmehr die Vertheilung eine sehr unregelmäßige ist und von örtlichen Zufälligkeiten abhängt. *E. W.*

Hjeltström. Ueber die Wärmeleitung des Schnees. Meteor. Zeitschrift. 1890. Heft 6. S. 226.

Im Frühjahr 1888 stellte Verf. einige Versuche an über das Wärmeleitungsvermögen des Schnees, welches bisher nicht bekannt war und doch eine so wichtige Rolle in der Natur spielt, da die Schneelage im Winter den Boden gegen die strengen Fröste schützt.

Die Versuche wurden in der Weise ausgeführt, daß in verschiedenen Tiefen (1, 11, 21 und 81 cm) Thermometer in einer alten Schneelage eingesenkt und

deren Temperatur von drei zu drei Stunden abgelesen wurde. Auf diese Weise ergaben sich die Modifikationen, welche der tägliche Gang der Temperatur in verschiedenen Tiefen in Folge des spezifischen Wärmeleitungsvermögens des Schnees erleidet, und daraus konnte letzteres selbst berechnet werden.

Die beobachteten Mitteltemperaturen (15.—30. März) waren:

Tiefe.	2h. a. m.	5h.	8 h.	11h.	2 h. p. m.	5 h.	8 h.	11 h.	Mittel.
1 cm	-14,1°	-14,5°	-13,8°	-7,9°	-4,9°	-7,1°	-12,1°	-13,3°	-11,0°
11 »	- 9,0	-10,3	-10,8	-9,3	-7,0	-5,7	- 6,4	- 4,7	- 8,3
21 »	- 4,8	- 5,5	- 6,0	-6,2	-5,6	-4,8	- 4,1	- 4,3	- 5,2
31 »	- 2,3	- 2,5	- 2,8	-3,2	-3,2	-2,9	- 2,6	- 2,2	- 2,7.

Die erste Temperaturreihe wurde nicht benutzt. Die übrigen drei ergaben recht übereinstimmend als Wärmeleitungsvermögen des Schnees den Werth 0,0304, d. h. durch die Fläche 1 qcm einer Schneesicht von 1 cm Dicke, deren Grenzoberflächen auf einer Temperatur-Differenz von 1° erhalten werden, passiren pro Minute 0,030 kleine Kalorien.

Zum Vergleich mögen folgende Wärmeleitungsvermögen nach *Angström* angeführt werden. Kupfer 54,62, Eisen 9,77, Sand mit Lehm gemischt 0,205, feuchte Thonerde 0,225. Das Wärmeleitungsvermögen des Schnees ist somit siebenmal kleiner als das des feuchten Lehms. Natürlich wird das Wärmeleitungsvermögen des Schnees je nach der Beschaffenheit desselben sehr großen Variationen unterliegen, so daß obiges Ergebnis nicht immer anwendbar sein wird. Trotzdem ist es von großer Wichtigkeit, daß wir nun eine genauere Vorstellung von dem Wärmeleitungsvermögen einer Schneedecke besitzen.

W. Köppen. Studien über die Bestimmung der Lufttemperatur und des Luftdrucks. I. Untersuchungen über die Bestimmung der Lufttemperatur. Archiv d. deutschen Seewarte. X. 1887. No. 2. Hamburg. 1888. — Meteor. Zeitschr. 1890. H. 5. S. [33].

1. Versuche über den Einfluß von Strahlung auf verschiedene Thermometer und Beschirmungen. Verf. faßt seine Ergebnisse in nachfolgenden Worten zusammen: «Zur Verringerung der Strahlungseinflüsse auf Thermometer mit kleinem Gefäß sind Blechgehäuse, wenn sie groß oder sehr geschlossen sind, direkt schädlich, und wenn sie klein und luftig, immerhin fast unwirksam. Es ist wahrscheinlich, daß Holzgehäuse insofern noch ungünstigere Resultate gegeben haben würden, als bei ihnen eine fernere Fehlerquelle durch ihre Trägheit gegen Temperaturänderungen hinzukommt, wie sie die Beobachtungen in der Hütte zeigten; außerdem wird bei ihnen leicht die Luftbewegung noch mehr beeinträchtigt sein. Verringert wird der Strahlungsfehler vorwiegend durch möglichst freie Luftbewegung und durch möglichste Kleinheit der Thermometergefäße. Das kleine, frei dem Winde exponirte Gefäß eines Quecksilber-Thermometers mit dünnen Glaswänden bietet in Bezug auf das Verhältniß der Strahlung zur Leitung so günstige Bedingungen dar, wie sie durch kein dasselbe umgebendes Gehäuse erreicht oder übertroffen werden, so lange man nur natürliche Ventilation anwendet. Bei einseitiger Strahlung kann indessen diese ausgeschlossen werden,

ohne die Luftbewegung allzusehr zu verringern, und zwar müssen dazu zwischen Strahlungsquelle und Thermometergefäß, in genügender Entfernung vom letzteren Objekte sich befinden, deren dem Thermometer zugekehrte Seite nicht mehr wesentlich von der Strahlungsquelle beeinflusst wird, oder doch nur in demselben Maße wie die Lufttemperatur. Nicht zum Schutz gegen Strahlung, wohl aber zur Verhütung der Benetzung und der Beschädigung der Thermometer empfiehlt sich allerdings eine Schutzvorrichtung, die aber so einfach und luftig wie möglich sein sollte. Wir kommen damit auf die freie Aufstellung im Schatten eines Gebäudes zurück, wie sie vor Einführung der künstlichen Beschirmungen in der Mitte dieses Jahrhunderts üblich war».

2. Beobachtungen über lokale Temperaturunterschiede. Dieser Abschnitt führt aus, wie groß die Unterschiede der Temperatur auf ganz kleinem Gebiet an heißen Sommertagen sein können. So zeigte im Mittel vieler Versuche in der Nachbarschaft eines Wohnhauses ein und dasselbe Thermometer in der Sonne frei aufgehängt $1,8^{\circ}$, geschleudert $0,8^{\circ}$, in «jungem Schatten» geschleudert $0,3^{\circ}$ höher als in altem Schatten, innerhalb dessen die Temperatur vermutlich am besten der «klimatischen» entsprechen dürfte; an einer Mauer bei einer Nordexposition dagegen mit stark gehinderter Luftzirkulation $0,4^{\circ}$ tiefer.

Beobachtungen aus 1872 in Karabagh an der Südküste der Krim ergaben, daß in einem sonnigen Klima bei hohem Sonnenstand (Mittags) ein Thermometer, nur ca. 1 cm von der Nord- und Westseite eines großen Hauses angebracht, etwa 2° tiefer steht als in guter Aufstellung außerhalb des Einflusses des Hauses.

Ferner ergaben Beobachtungen im Frühling 1873, daß in einem Hofe im Zentrum von St. Petersburg ein im Uebrigen ziemlich günstig aufgestelltes Thermometer durchschnittlich ca. $1,5^{\circ}$ C. höher stand, als am Rande der Stadt, am physikalischen Zentralobservatorium.

Ferner wird auf Grund mehrerer vom Verf. theils angeregter, theils von ihm selbst ausgeführter Beobachtungen in Petersburg und in Hamburg der Einfluß großer Städte auf die Lufttemperatur erörtert. Besonders der Vergleich der ein volles Jahr umfassenden Beobachtungen von Hamburg (Seewarte) mit denen von Eimsbüttel (*Köppen's* Wohnhaus) ist sehr interessant.

Beide Stationen liegen in freier Lage am Rande des ausgedehnten Häuserkomplexes von Hamburg-Altona, aber erstere am Südrand, letztere am Nordrand. Es erhält daher bei Nordwind die Seewarte die Stadtluft, Eimsbüttel aber die Landluft, während es bei Südwind umgekehrt ist. In der That ist nun Eimsbüttel bei Südwind wärmer, bei Nordwind kälter als die Seewarte, und zwar beträgt die Differenz im Mittel von 12 Monaten zu allen Tageszeiten etwa $0,3^{\circ}$. Auch bei anderen Großstädten dürfte es sich voraussichtlich herausstellen, daß eine Station an der Luvseite kälter ist als eine solche an der Leeseite; doch fehlt bis heute ein entsprechender Nachweis.

Auf den 3. Abschnitt, der einen auszugsweisen Bericht über die Ergebnisse einiger anderer neuerer Beobachter über die Frage der Thermometeraufstellung bringt, können wir hier nicht eingehen. Verf. referirt darin ziemlich ausführlich zuerst über die Untersuchungen, betreffend die Wirkung der Natur von Thermometergefäßen und Beschirmungen, sowie der Geschwindigkeit des Luftwechsels, von *Aitken*, *Stow*, *Hazen*, *Wild* und *Saweljew*, sodann

über die Vergleichen der bekanntesten Thermometer-Expositionen, durch *Stow, Gill, Simons und Gaster, Whipple, Mowley und Doberck*.

Fassen wir die Quintessenz von der Abhandlung des Verf. zusammen, so läßt sich dieselbe in die Worte kleiden: Thermometer-Gehäuse, wie Hütten u. s. w., schaden mehr, als sie nützen.

E. Leyst. Untersuchungen über den Einfluß der Ablesungstermine der Extremthermometer auf die aus ihnen abgeleiteten Extremtemperaturen und Tagesmittel der Temperatur. Repertorium f. Meteorologie. Bd. XIII. Nr. 2. St. Petersburg. 1889.

Wir müssen uns an dieser Stelle auf die Wiedergabe der am Schluß der Abhandlung vom Verf. formulirten Vorschläge beschränken:

«Für das Maximum-Thermometer sind Ablesungstermine von 9^h p. m. bis 8^h a. m. und für das Minimum-Thermometer solche in den Mittagsstunden 1^h oder 2^h p. m. am geeignetsten. Die Kombination der Ablesungstermine 7^h a. m. für das Maximum-Thermometer und 1^h p. m. oder 2^h p. m. für das Minimum-Thermometer ist für Tagesmittel aus den Extremen die günstigste. Das Mittel der Extreme des um 0^h a. m. beginnenden meteorologischen Tages ergab für *Pawlowsk* 1888 fast in allen Monaten zu kleine Werthe.

Ferner ist es wünschenswerth:

erstens die Ablesungstermine der Extrem-Thermometer durch strenge Vorschriften der Instruktion genau zu fixiren und diese Ablesungstermine in der Publikation, ebenso wie jeden anderen Beobachtungstermin, ausdrücklich zu nennen, indem man den Ueberschriften Max. und Min. die Ablesungstermine hinzufügt, z. B. Max. 7^h a.;

zweitens Extrem-Thermometer nur bei tadelloser Aufstellung zu beobachten, denn Aufstellungen, die zwischen zwei Terminen äußeren Einflüssen, etwa der Sonnenwirkung, ausgesetzt sind, eignen sich wohl für die üblichen Terminbeobachtungen, nicht aber für die Funktion der Extrem-Thermometer;

drittens die Extreme der Temperatur nach stündlichen Beobachtungen oder Thermographen nur für einen ganzen meteorologischen Tag von 24 Stunden, d. h. von 0^h a. m. bis 12^h p. m. zu rechnen, nicht aber für 23 Stunden oder noch weniger;

und viertens nicht die Extreme der vollen Stunden bei selbstregistrirenden Instrumenten anzugeben, sondern die absoluten Extreme, und diesen Angaben die Bemerkung hinzuzufügen, ob der Thermograph kontinuierlich, oder nach bestimmten, oder nach welchen Zeitintervallen funktionirt. Bei direkten stündlichen Beobachtungen dürften die Extreme nach diesen und den Extrem-Thermometern nicht vereinigt, sondern beide Serien von Extremen müßten in getrennten Kolonnen publizirt werden. Wenn thunlich, sollte man bei stündlichen Beobachtungen auch die Extrem-Thermometer stündlich ablesen und von Neuem einstellen. *E. W.*

J. Elster und H. Gettel. Beobachtungen, betreffend die elektrische Natur der atmosphärischen Niederschläge. Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wissensch. 1890. Bd. XCIX. Abth. IIa. S. 421. — Naturw. Rundschau. 1890. Nr. 44. S. 564.

Unter Hinweis auf die Originalmittheilung müssen wir uns hier auf die Wiedergabe der allgemeinen Ergebnisse beschränken.

Nach den Beobachtungen in Wolfenbüttel hat die Elektrizität der Niederschläge kein konstantes Vorzeichen. Positive Ladungen treten bei Regenfällen sowohl nach Zahl, wie nach Intensität zurück, während sie sich bei starken Schneefällen mehr geltend machen. Im Allgemeinen ist die Elektrizität der Niederschläge in Bezug auf Zeichenwechsel von größerer Trägheit als das atmosphärische Potentialgefälle; Zeichenwechsel des letzteren gehen oft spurlos an der ersteren vorüber. Bei dichten Schneefällen macht die Niederschlags-elektrizität die Wechsel der atmosphärischen Elektrizität meist in gleichem Sinne mit, bei Regenfällen ist Vorzeichenwechsel im entgegengesetzten Sinne die häufigere Erscheinung. Ueberhaupt tritt bei Regenfällen die Neigung der Niederschlags-elektrizität hervor, im Zeichen dem der atmosphärischen Elektrizität entgegen-gesetzt zu sein; doch kommen auch längere Reihen von Uebereinstimmung vor. Meist wurden bei Platzregen starke Elektrisirungen notirt, aber auch spärliche Regenfälle, wie die Sprühregen aus dem Rande eines Gewitters, können sehr hohe Spannungen zeigen; bei der weit geringeren Oberfläche der im letzteren Fall in die Schale gelangenden Tropfen wird man auf diesen Elektrizität von großer Dichtigkeit annehmen müssen. In ausgedehnten Schnee- und Regenfällen scheint die elektrische Thätigkeit sehr schwach zu sein.

Die Verf. knüpfen an die Mittheilungen ihrer bisherigen Beobachtungen ausführliche theoretische Beobachtungen über die atmosphärische Elektrizität, wegen deren gleichfalls auf das Original verwiesen werden muß.

F. Eckert. Beobachtungsergebnisse der neueren forstlich-meteorologischen Stationen im Deutschen Reiche. Meteorologische Zeitschr. 1890. Heft 10. S. 367—378.

A. Woetkof. Bodentemperatur unter Schnee und ohne Schnee in Katharinenburg am Ural. Meteor. Zeitschrift. 1890. Heft 10. S. 381—385.

N. Ekholm. Zur Frage über die Verdunstung einer Schneelage. Meteorol. Zeitschrift. 1890. Heft 6. S. 224—226.

F. Horn und **C. Tullmann.** Beobachtungen über Gewitter in Bayern, Württemberg und Baden. Beobachtungen der meteorol. Stationen im Königreich Bayern. Bd. XI. 1889.

C. Lang. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Gewitter in Süd-deutschland. Beobachtungen der meteorol. Stationen im Königreich Bayern. Bd. XI. 1889.

C. Lang. Wetterprophezelungen in alter und neuerer Zeit. Das Wetter. 7. Jahrg. 1890. Heft 8. S. 169—174. Heft 9. S. 193—198. Heft 10. S. 225—232. Heft 11. S. 251—256. Heft 12. S. 280—283. — 8. Jahrg. 1891. Heft 1. S. 12—15. Heft 2. S. 39—42.

H. Dufour. Appareil simple pour la mesure de l'évaporation. Bull. Soc. Vaud. (3). Bd. XXV. Nr. 100. p. 56.



I. Physik des Bodens.

*Aus dem agrikulturchemischen und bodenkundlichen Laboratorium der
Universität München.*

IV. Untersuchungen a) über das Verhalten verschiedener Bodenarten gegen Wärme; b) über den Einfluß der Meereshöhe auf die Bodentemperatur; c) über die Bedeutung der Bodenwärme für das Pflanzenleben.

Von Professor Dr. E. Ebermayer in München.

In jedem Frühjahr haben wir Gelegenheit, die Bedeutung der Bodenwärme für das Pflanzenleben kennen zu lernen. Wenn an schönen warmen März- und Apriltagen die Lufttemperatur auch den für die biologischen Vorgänge in den oberirdischen Pflanzentheilen erforderlichen Betrag erreicht hat, so bleibt doch die Vegetation noch im Schlaf- oder Starrezustande, so lange die Bodenkruke kalt ist und nur eine Mitteltemperatur von 2—4° C. besitzt. Das Erwachen der Vegetation beginnt im Frühjahr erst, wenn der Boden innerhalb der Wurzelregion eine mittlere Temperatur von 7—9° C. erreicht hat. Mit zunehmender Boden- und Luftwärme nimmt dann die Arbeitsleistung der Pflanzen von Monat zu Monat zu, bis im Juli und August das Maximum der Produktion erreicht und die mittlere Bodenwärme im Bereiche der Wurzeln auf 20—22° gestiegen ist. Von da an wird mit abnehmender Luft- und Bodentemperatur die Produktionsfähigkeit immer geringer, bis endlich im November bei einer mittleren Bodenwärme von 3—4° die Winterruhe wieder beginnt.

Dieser Zusammenhang der Bodenwärme mit der Produktionsfähigkeit des Kulturbodens ist leicht erklärbar, wenn man sich vergegenwärtigt,

daß alle chemischen und biologischen Vorgänge im Boden, wie z. B. die Aufschließung und Löslichmachung der mineralischen Nährstoffsalze, die Thätigkeit der Mikroorganismen (Saprophyten), die Verwesung des Humus, die damit verbundene Kohlensäureproduktion und Bildung salpetersaurer Salze, die Zersetzung und Wirkung des Düngers, die Lebensthätigkeit der Haarwürzelchen bezw. die Aufnahme von Wasser und gelösten Nährsalzen, die Keimung der Samen, das Austreiben der im Erdreich schlummernden Knollen, Zwiebeln und Wurzelstöcke, in normaler Weise erst bei Temperaturen von 7—9° beginnen und bei steigender Bodenwärme an Lebhaftigkeit zunehmen. Nach den bisherigen Beobachtungen liegen die günstigsten Bodentemperaturen für die Mehrzahl der Gewächse gemäßiger Klimate zwischen 20 und 25° C., die oberen Grenzwerte bei etwa 35—40° C.

Die Bodentemperatur ist somit ein klimatischer Produktionsfaktor, welcher die chemische Thätigkeit des Bodens in hohem Grade beeinflußt, zur Nutzbarmachung der vorhandenen Pflanzennährstoffe unbedingt notwendig ist, die Aufnahme des Wassers und der Bodensalze vermittelt, somit auch die Ernährung der Pflanzen, die Ertragsfähigkeit des Bodens und das Reifen der Kulturgewächse wesentlich fördert. Daraus folgt, daß die Bodenwärme auch als pflanzengeographischer Faktor eine wichtige Rolle spielt, und daß man bei der Beurtheilung und Prüfung eines Standortes der geographisch und örtlich verschieden vertheilten Bodenwärme mindestens dieselbe Aufmerksamkeit wie der Luftwärme zuzuwenden hat. Alle kulturellen Maßnahmen, durch welche die durchschnittliche Bodentemperatur gesteigert wird, erhöhen die Ertragsfähigkeit, wenn der Boden vermöge seiner sonstigen chemischen und physikalischen Beschaffenheit die übrigen Ansprüche der Kultur- und Forstgewächse befriedigen kann.

Unsere positiven Kenntnisse über den Einfluß der geographischen und örtlichen Lage auf die Erwärmung des Bodens, insbesondere über die Rolle, welche dabei die Natur des Bodens und die Meereshöhe spielt, sind noch sehr lückenhaft und es bedarf noch vieler regelmäßiger und fortlaufender Untersuchungen, um die allgemeinen Gesetze über die zeitliche und örtliche Verbreitung und Vertheilung der Wärme im Boden kennen zu lernen. Erst dann sind wir in der Lage, die Lehren des Acker- und Waldbaues auch in dieser Beziehung auf sichere wissenschaftliche Grundlagen zurückzuführen.

Einen Beitrag zur Lösung dieser Fragen sollen nachstehende, in größerem Maßstabe durchgeführte Untersuchungen liefern, die ich in den Jahren 1881 bis 1884 im Garten der k. forstlichen Versuchsanstalt an der Universität München gleichzeitig mit den bereits veröffentlichten Beobachtungen über die Sickerwassermengen verschiedener Bodenarten vorgenommen habe¹⁾. Der Einfluß der Meereshöhe auf die Bodentemperatur ergibt sich aus zahlreichen mehrjährigen Bodentemperaturmessungen an den forstlich-meteorologischen Stationen Bayerns. Die Untersuchungen über das Verhalten verschiedener Bodenarten gegen Wärme wurden in fünf neben einander befindlichen Gruben von je 4 qm Oberfläche und 120 cm Tiefe vorgenommen, die mit folgenden Erdarten angefüllt waren:

a) mit einem feinkörnigen rothen Quarzsand von Bodenwöhr bei Weiden (Oberpfalz). Die Korngröße desselben betrug in Prozenten:

über 2 mm	=	0,9 %
» 1 »	=	8,8 »
» 0,5 »	=	37,9 »
» 0,25 »	=	42,4 »
unter 0,25 »	=	10,0 » ;

b) mit einem grobkörnigen weißgrauen Quarzsand, ebenfalls von Bodenwöhr. Korngröße:

über 6 mm	=	6,5 %;	über 1 mm	=	37,1 %
» 4 »	=	7,0 »	» 0,5 »	=	20,8 »
» 3 »	=	7,6 »	» 0,25 »	=	2,2 »
» 2 »	=	18,3 »	unter 0,25 »	=	0,5 » ;

c) mit mittelkörnigem Kalksand von Schwabing bei München. Korngröße:

über 2 mm	=	45,8 %
» 1 »	=	9,0 »
» 0,5 »	=	10,3 »
» 0,25 »	=	30,0 »
unter 0,25 »	=	4,9 » ;

¹⁾ Vergl. diese Zeitschrift, XIII. Bd., 1. und 2. Heft.

d) mit einem kalkreichen (lößartigen) Lehm von gleichartigem feinkörnigem Gefüge von Ramersdorf bei München;

e) mit schwarzer Moorerde von Aibling (Oberbayern).

Es wurden somit sämtliche Hauptbestandtheile unserer Bodenarten (Sand, Kalk, Lehm, Humus) als Untersuchungsobjekte verwendet.

Die Füllung der Gruben geschah im Sommer 1880, die regelmäßigen täglich zweimaligen Beobachtungen (Morgens 8 Uhr und Abends 5 Uhr) begannen erst mit dem Jahre 1881, nachdem die Erden durch allmähliches Setzen ihre natürliche Beschaffenheit angenommen hatten. Zur Messung der Temperaturen wurden Thermometer mit großem zylindrischem Quecksilbergeläß benutzt, an welchen Zehntelgrade (Cels.) leicht abgelesen und 0,01 Grade geschätzt werden konnten. Die durch Vergleich mit einem Normalthermometer und durch wiederholte Nullpunktbestimmungen ermittelten Korrekturen wurden bei der Berechnung der Temperaturmittel berücksichtigt.

Für die Zwecke der Bodenkultur genügen Beobachtungen auf und in der Oberfläche des Bodens, dann in 15, 30, 60, 90 oder 100 Centimeter Tiefe, also in jenen Bodenschichten, welche zur Ausbildung und Verbreitung der Pflanzenwurzeln dienen. Die meisten unserer Kultur- und Forstgewächse pflegen ihre Saugwürzelchen vorzugsweise in den oberen, 30 bis 50 cm hinabreichenden Bodenschichten auszubilden.

Die zur Messung der höchsten und tiefsten Temperaturen verwendeten Maxima- und Minimathermometer lagen horizontal auf der Bodenoberfläche; ihre Gefäße wurden jedoch mit einer dünnen Schichte der betreffenden Erde bedeckt erhalten. Das zur Bestimmung der Temperatur in der Oberfläche benutzte Thermometer wurde mittelst eines Dreifußstatives so befestigt, daß die Kugel desselben in der obersten Bodenschichte sich befand und von Erde umhüllt war, die Skala aber frei blieb und der Stand des Instrumentes ohne Weiteres abgelesen werden konnte. Ebenso wurden die Thermometer für 15 cm Tiefe mit ihrem Quecksilbergeläß bis zur angegebenen Tiefe so eingegraben, daß ihre Enden mit den daran angebrachten Skalen über die Oberfläche des Bodens hervorragten. Für die Tiefen von 30 bis 90 cm wurden die Instrumente nach dem bekannten *Lamon'schen* Verfahren am Ende einer Holzleiste so befestigt, daß sie mit dieser in einen vertikal eingegrabenen Holzkanal bis zur betreffenden Tiefe hinabgelassen und behufs Ablesung

aus demselben wieder herausgezogen werden konnten¹⁾. Durch eingegossenen Talg waren die Gefäße zwischen Kupferplatten unempfindlich gegen die Wirkung der äußeren Luft gemacht.

Der Raumersparniß wegen werden in den nachstehenden Tabellen in der Regel nur die aus täglich zweimaligen Beobachtungen berechneten vierjährigen Mittel veröffentlicht.

¹⁾ Eine nähere Beschreibung dieser Vorrichtung findet sich in meinem Buche: «Die physik. Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden», S. 20.

Mittlere Jahrestemperatur verschiedener

Tab. Ia.

verglichen mit der

Jahre.	Mittlere Jahres-temperatur der Luft zu derselben Zeit.	Nieder-schlagshöhe ¹⁾ mm	Feinkörniger rother Quarzsand.				Grobkörniger grauer Quarzsand.					
			In der Oberfläche.	15	30	60	90	In der Oberfläche.	15	30	60	90
				cm Tiefe.					cm Tiefe.			
1881	7,08	813,5	8,71	8,80	9,02	9,23	9,35	9,00	9,10	9,15	9,21	9,36
1882	7,50	982,6	9,88	9,01	8,97	9,18	9,31	9,35	9,12	8,88	9,10	9,21
1883	7,16	923,9	8,99	9,20	9,01	9,25	9,29	9,53	8,98	9,19	9,26	9,35
1884	7,99	809,5	9,84	10,08	9,83	9,91	9,73	9,56	10,02	10,20	9,84	9,90
4jähr. Mittel	7,43	882,4	9,35	9,27	9,21	9,39	9,42	9,36	9,30	9,36	9,36	9,45

9,33

9,36

Abweichungen der Bodentemperaturen

Der Boden war um nachstehende Grade

1881	—	—	1,63	1,72	1,94	2,15	2,27	1,92	2,02	2,07	2,13	2,28
1882	—	—	2,38	1,51	1,47	1,68	1,81	1,85	1,62	1,38	1,60	1,71
1883	—	—	1,83	2,04	1,85	2,09	2,13	2,37	1,82	2,03	2,10	2,19
1884	—	—	1,85	2,09	1,84	1,92	1,74	1,57	2,08	2,21	1,85	1,91
4jähr. Mittel	—	—	1,92	1,84	1,78	1,96	1,99	1,93	1,87	1,92	1,92	2,02

1,89

1,93

¹⁾ Aus den «Beobachtungen der meteorologischen Stationen im Königreich Bayern».

Bodenarten in München,

Lufttemperatur.

Kalksand.					Lehm.					Moorerde.				
In der Oberfläcbe.	15	30	60	90	In der Oberfläcbe.	15	30	60	90	In der Oberfläcbe.	15	30	60	90
	cm Tiefe.					cm Tiefe.					cm Tiefe.			
8,98	8,82	8,99	9,16	9,28	8,45	8,45	8,67	9,02	9,10	8,80	9,18	9,88	10,70	10,66
9,16	8,68	9,23	8,85	9,02	8,45	8,32	8,87	8,81	9,03	7,98	8,78	8,42	9,90	9,74
9,01	8,35	8,84	9,00	9,08	8,09	8,34	8,47	8,98	9,01	8,95	8,48	8,81	9,76	9,58
10,80	8,60	9,32	9,52	9,56	9,21	9,08	8,94	9,63	9,48	9,25	9,23	9,58	10,80	10,13
9,36	8,63	9,10	9,14	9,23	8,55	8,55	8,74	9,11	9,16	8,74	8,92	9,17	10,16	10,03
9,09					8,82					9,40				

von den mittleren Lufttemperaturen.

wärmer als die äußere Luft.

1,90	1,74	1,91	2,08	2,20	1,37	1,37	1,59	1,94	2,02	1,72	2,10	2,80	3,62	3,58
1,66	1,18	1,73	1,85	1,52	1,95	0,82	1,37	1,31	1,53	0,48	1,28	0,92	2,40	2,24
1,85	1,19	1,68	1,84	1,92	0,93	1,18	1,31	1,82	1,85	1,79	1,92	1,65	2,60	2,42
2,31	1,69	1,33	1,53	1,57	1,22	1,09	0,95	1,64	1,49	1,26	1,24	1,59	2,31	2,14
1,93	1,45	1,66	1,70	1,80	1,37	1,12	1,30	1,68	1,72	1,31	1,49	1,74	2,73	2,59
1,71					1,44					1,97				

In München beträgt somit die Jahrestemperatur des Bodens im 4jährigen Mittel:

Bodenart.	In der Oberfläche.	In 90 cm Tiefe.
Im Moorboden	8,74	10,03
» grobkörnigen Quarzsand	9,36	9,45
» feinkörnigen »	9,35	9,42
» Kalksand	9,36	9,23
» Lehm	8,55	9,16

Für die größeren Bodentiefen haben 25jährige Beobachtungen (1861 bis 1885) an der k. Sternwarte in Bogenhausen bei München folgende Jahresmittel ergeben ¹⁾:

für Lehm Boden in 1,3 Meter Tiefe	9,18 ⁰
» » » 2,46 » »	9,16 ⁰
» Kiesboden » 3,63 » »	9,12 ⁰
» » » 4,80 » »	9,12 ⁰
» » » 5,96 » »	9,06 ⁰ .

Bei gleichen Witterungsverhältnissen hat demnach die verschiedene Beschaffenheit des Bodens nur einen geringen Einfluß auf die Jahrestemperatur. Von 60 cm Tiefe an ist die Moorerde im Jahresmittel am wärmsten, dann folgt Quarzsand und Kalksand, am kältesten ist Lehm, bezw. Thon. Für die oberen Schichten (von 0—30 cm) ergab sich folgende abnehmende Reihe: Quarzsand, Kalksand, Moorerde, Lehm.

Im Vergleich zur Lage Münchens (529 m ü. d. M.) ist die relativ hohe Bodentemperatur sehr bemerkenswerth. Weiter unten wird nachgewiesen werden, daß dies vorzugsweise nur durch die starke Erwärmung des Bodens während der Sommermonate bewirkt wird. Es ist dies aber keine besondere Eigenthümlichkeit des Münchener Bodens, sondern kommt auch an anderen Orten von mittlerer Höhenlage vor, wie nachstehende mehrjährige Beobachtungen an den forstlich meteorologischen Stationen Bayerns lehren.

¹⁾ Vergl. «Die Bodentemperaturen an der k. Sternwarte bei München», bearbeitet von Dr. K. Singer in den «Beobachtungen der Meteorologischen Stationen im Königreich Bayern». Bd. XI, Jahrgang 1889.

Mittlere Jahrestemperatur des Bodens an Orten von verschiedener Meereshöhe.

Tab. I b.

Orte.	Beobachtungsjahre.	Meereshöhe. m	Bodenart.	in der Oberfläche.	15	30	60	90	120	Mittlere Jahres- temperatur der Boden- krume von 0—120 cm Tiefe.
					Centimeter Tiefe.					
Aschaffenburg. 10jähr. Mittel.	1868 bis 1877	136	Humose Garten- erde.	10,37	10,27	10,23	10,26	10,53	10,30	10,33
Altenfurt im Nürn- berger Reichs- wald. 12jähr. Mittel.	1868 bis 1879	333	Sand- boden.	9,01	8,66	8,82	9,17	9,24	9,00	8,98
Ebrach im Steiger- wald. 11jähr. Mittel.	1868 bis 1878	390	Sandiger Lehm mit rothem Letten im Unter- grund.	8,56	8,67	8,85	9,01	8,92	8,89	8,82
Johannes- kreuz im Pfälzer- wald. 11jähr. Mittel.	1868 bis 1878	489	Feinkörn. Sand- boden.	9,25	9,17	9,52	9,52	9,36	9,37	9,36
Rohrbrunn im Spessart. 12jähr. Mittel.	1868 bis 1879	489	Sandiger Lehm.	8,22	8,77	8,63	8,97	8,86	8,85	8,67
München 4jähr. Mittel.	1881 bis 1884	529	Lehm.	8,55	8,55	8,74	9,11	9,16	—	8,82
Seeshaupt am Starn- berger See. 10jähr. Mittel.	1868 bis 1877	604	Kalk- gerölle mit Lehm.	8,92	8,80	8,79	8,72	8,67	8,60	8,75
Hirschhorn im Fichtel- gebirge. 9jähr. Mittel.	1882 bis 1890	777	Humoser Lehm- boden.	6,23	6,00	6,34	6,54	6,48	6,61	6,37
Duschberg im bayr. Wald. 12jähr. Mittel.	1868 bis 1879	925	Lehm- boden.	5,42	4,84	6,69	6,92	7,04	7,05	6,33
Falleck bei Hirsch- bichel (Ost- alpen). 5jähr. Mittel.	1883 bis 1887	1136	Lehm- boden.	5,14	5,80	5,65	6,04	6,24	6,69	5,93

Sämmtliche Böden waren mit Gras bewachsen, ausgenommen jene in München und Hirschhorn, die eine nackte Oberfläche hatten.

Aus obigen Zahlen geht unzweifelhaft hervor, daß die mittlere Jahrestemperatur des Bodens mit der Erhebung über die Meeresoberfläche abnimmt; im Hochgebirge (Duschberg und Falleck) aber langsamer und in geringerem Grade als im Mittelgebirge. An der tiefst gelegenen Station Aschaffenburg ist nicht nur die Luft-, sondern auch die Bodentemperatur größer als an allen Beobachtungsorten, was sich schon an dem dortigen Höhenwuchs der Bäume zu erkennen giebt. An der 641 m höher gelegenen Station Hirschhorn im Fichtelgebirge ist die Bodenkrume im Jahresmittel um $3,96^{\circ}$ kälter als in Aschaffenburg, was einer Temperaturabnahme von $0,61^{\circ}$ pro 100 m entspricht, während sich für die Bodenkrume an der 1000 m höher gelegenen Station Falleck in den Alpen nur eine Temperaturabnahme von $0,44^{\circ}$ pro 100 m berechnet. Auf die Erklärung dieser eigenthümlichen Erscheinung kommen wir unten zu sprechen. Für den westlicher gelegenen Ort Johanneskreuz ergab sich eine höhere Bodentemperatur als für den Boden in Rohrbrunn im Spessart, der gleiche Höhenlage hat. Dem geringen Höhenunterschiede entsprechend, besitzt München eine etwas größere Bodenwärme als Seeshaupt am Starnberger See.

Im Jahresdurchschnitt ist der Boden in 15 cm Tiefe in der Regel etwas kälter als in der Oberfläche; von da an findet innerhalb der Bodenkrume mit der Tiefe eine kleine Steigerung der Jahrestemperatur statt, die in 90 cm bei Moorerde wegen ihrer schlechten Wärmeleitung den höchsten Werth ($1,42^{\circ}$) erreicht, bei Sandböden aber sehr gering ist und nur 0,1 bis $0,2^{\circ}$ beträgt. In Seeshaupt nahm die Bodenwärme von oben nach unten ab, was jedenfalls den dortigen Grundwasser-Verhältnissen zuzuschreiben ist.

Die Jahresmittel der Temperatur zeigen, wie in der Luft, so auch im Boden, nach den herrschenden Witterungsverhältnissen eine gewisse Veränderlichkeit in den einzelnen Jahrgängen, die aber selbst in der Oberfläche nur ausnahmsweise mehr als 1 Grad beträgt, nach der Tiefe hin an Größe abnimmt und in 90 bis 120 cm nur $\pm 0,3$ bis $0,5^{\circ}$ erreicht.

Belege dafür bilden die in der Tabelle Ia für die einzelnen Jahrgänge berechneten Daten aus den Beobachtungen in München, dann die

Ergebnisse der Station Hirschhorn im Fichtelgebirge (777 m).

Jahre.	in der Oberfläche.	15	30	60	90	120	Mittel.
		Centimeter Tiefe.					
1882	6,47	6,17	6,23	6,41	6,40	6,50	6,36
1883	6,09	5,95	6,05	6,11	6,12	6,18	6,08
1884	6,73	6,27	6,46	6,53	6,55	6,57	6,52
1885	6,80	6,54	6,73	6,92	6,87	6,86	6,78
1886	6,83	7,04	7,19	7,23	7,14	7,13	7,09
1887	6,59	6,43	6,35	6,57	6,54	6,49	6,49
1888	5,89	5,82	5,78	6,01	6,08	6,30	5,98
1889	6,55	6,54	6,82	6,39	6,19	6,14	6,44
1890	6,84	6,23	6,43	6,68	6,50	6,63	6,55
9jähriges Mittel	6,53	6,33	6,45	6,54	6,48	6,53	6,48

Eine schon an verschiedenen anderen Orten konstatierte Thatsache ist, daß in unserer klimatischen Zone die jährliche Mitteltemperatur des Bodens häufig höher ist als die der Luft. Dies hat sich auch bei unseren Beobachtungen in München bestätigt. Der oben mitgetheilten Tab. Ia ist zu entnehmen, daß im 4jährigen Jahresmittel der Boden in München um nachstehende Grade wärmer war als die darüber befindliche Luft in gleichem Zeitraume:

	Bodenkrume von 0 bis 90 cm.	In 90 cm Tiefe.
In der Moorerde	um 1,97 °	um 2,60 °
Im grobkörnigen Quarzsand	» 1,93 °	» 2,02 °
» feinkörnigen	» 1,89 °	» 1,99 °
» Kalksand	» 1,71 °	» 1,80 °
» Lehm	» 1,44 °	» 1,73 °.

Zufolge 25jähriger Beobachtungen an der Sternwarte in München übertrifft nach *K. Singer* die mittlere Temperatur des Bodens das Jahresmittel der Lufttemperatur (6,9 °) in dem gleichen Zeitraum (1861—1885)

in 1,3 m Tiefe um 2,28 °
» 2,5 » » » 2,26 °
» 3,6 » » » 2,22 °
» 4,8 » » » 2,22 °
» 6,0 » » » 2,16 °,

während nach *H. Wild's* Beobachtungen in Petersburg das Jahresmittel der Lufttemperatur nur um 1° geringer ist als das des Bodens in 1 m Tiefe¹⁾.

An der forstlich-meteorologischen Station Hirschhorn im Fichtelgebirge, 777 m über dem Meere, ergab sich als 9jähriges Mittel (1882—1890) für die Luft eine Jahrestemperatur von $5,35^{\circ}$. Demzufolge war der Boden (Tab. Ib)

	in der Oberfläche	um	$0,88^{\circ}$
	» 15 cm Tiefe	»	$0,65^{\circ}$
	» 30 » »	»	$0,99^{\circ}$
	» 60 » »	»	$1,19^{\circ}$
	» 90 » »	»	$1,14^{\circ}$
	» 120 » »	»	$1,26^{\circ}$ wärmer als die Luft.

Mit der Bodentiefe nimmt der jährliche Wärmeüberschuß zu.

Die stärkere Erwärmung des Bodens im Vergleich zur Luft beweist auf's Neue, daß die Atmosphäre ihre Wärme zum größeren Theile von der Erdoberfläche aus erhält und nur zum geringeren Theile durch direkte Absorption aus den Sonnenstrahlen aufnimmt.

Einen Wärmeüberschuß des Bodens gegenüber der Luftwärme hat auch *Reich* in den Gruben des sächsischen Erzgebirges nachgewiesen (*Schmid*, Meteorologie, S. 232).

Aus diesen Forschungsergebnissen folgt, daß man bei der Beurtheilung des Klimas in Bezug auf Pflanzenwuchs nicht bloß die Lufttemperatur, sondern auch den größeren oder geringeren Wärmeüberschuß im Boden in Betracht ziehen muß, worauf schon *J. Hann* in seinem Handbuch der Klimatologie (S. 146) bei der Charakterisirung des Gebirgsklimas hingewiesen hat.

Der Tabelle Ia ist zu entnehmen, daß in warmen Jahren mit vielen Niederschlägen (1882) der Wärmeüberschuß im Boden im Vergleich zur Luftwärme geringer ist als in warmen und trockenen Jahren (1884). Diese Erscheinung findet ihre Erklärung in dem Umstande, daß feuchter Boden die Wärme besser leitet als trockener. In Folge dessen pflanzt sich in nassen Jahren die Wärme von der Oberfläche schneller nach unten fort als in trockenen Jahrgängen. Aus demselben Grunde ist der Wärmeüberschuß im kühlen feuchten Lehmboden geringer als im warmen trockenen Sandboden, im kalten feuchten Gebirgsboden kleiner als im wärmeren und trockeneren Niederungsboden.

¹⁾ *Wild, H.* Ueber die Bodentemperatur in St. Petersburg und Nukuss. Rep. f. Meteorol. Bd. VI. Nr. 4. St. Petersburg 1878.

Tab. IIa. *Mittlere Monatstemperaturen verschiedener Bodenarten in München.*
(4 jährige Mittel.)

Monate und meteorol. Jahres- zeiten.	Mittlere Lufttempe- ratur f. dieselbe Zeit.		Feinkörniger rother Quarzsand.			Grobkörniger grauer Quarzsand.			Mittelkörniger Kalksand.			Kalkhaltiger (löslartiger) Lehm.			Mooreerde.											
	In der Oberfläche	Centimeter Tiefe.	15	30	60	90	15	30	60	90	15	30	60	90	15	30	60	90								
																			In der Oberfläche	Centimeter Tiefe.	In der Oberfläche	Centimeter Tiefe.	In der Oberfläche	Centimeter Tiefe.	In der Oberfläche	Centimeter Tiefe.
Dezember	-0,45	1,97	1,24	1,94	2,89	3,91	1,06	1,24	2,10	2,74	3,68	1,21	0,77	2,08	3,05	4,10	0,94	1,36	2,01	3,20	4,28	1,05	1,68	2,67	4,07	6,05
Januar	-1,81	-1,78	-1,25	-0,10	1,25	2,95	-1,43	-1,30	-0,21	0,96	2,01	-1,41	-1,39	0,48	1,33	2,43	-1,30	-0,75	0,00	1,57	2,73	-0,77	0,24	1,28	2,36	4,24
Februar	0,52	0,26	0,19	0,24	0,96	1,69	0,44	0,09	0,39	0,79	1,38	0,52	-0,41	0,45	0,82	1,60	-0,02	-0,28	0,12	0,90	1,76	-0,58	-0,33	0,39	1,82	3,85
Winter	-0,58	-0,05	0,06	0,69	1,70	2,65	0,02	0,01	0,76	1,49	2,36	0,10	-0,34	1,00	1,73	2,71	-0,13	0,11	0,71	1,89	2,92	-0,10	0,51	1,45	2,95	4,55
März	3,08	4,28	3,87	3,65	3,58	3,65	4,58	3,87	3,70	3,49	3,49	4,49	3,06	3,09	3,07	3,20	3,41	2,74	2,71	3,00	3,13	2,06	0,93	1,14	1,98	2,73
April	6,15	9,41	8,44	7,85	7,11	7,02	9,18	8,41	7,78	8,02	7,11	10,59	7,71	7,23	6,87	6,44	8,16	7,03	6,84	6,89	6,42	6,57	6,08	5,57	5,48	4,81
Mai	12,20	15,75	15,41	14,48	12,94	11,49	15,94	15,06	14,74	13,00	11,90	16,19	15,05	15,14	12,20	11,13	14,60	13,77	14,17	11,99	10,69	13,95	13,21	12,70	10,69	9,06
Frühjahr	7,14	9,81	9,24	8,66	7,87	7,39	9,90	9,11	8,77	8,14	7,47	10,40	8,60	8,49	7,38	6,92	8,72	7,85	7,90	7,29	6,75	7,53	6,74	6,47	6,03	5,53
Juni	14,10	17,04	17,48	16,35	15,82	15,13	17,88	17,53	16,97	16,93	15,17	17,49	16,69	16,53	15,40	14,47	16,64	16,17	15,59	15,06	14,07	16,99	16,67	16,57	16,32	13,83
Juli	17,47	20,95	21,07	20,17	19,32	18,13	21,40	20,86	20,53	19,93	18,54	21,61	20,68	19,67	18,99	17,73	19,94	19,59	18,98	18,40	17,18	20,85	20,93	20,40	19,66	17,19
August	16,03	19,00	19,27	18,63	18,21	17,02	19,06	19,27	18,76	18,22	17,84	18,65	18,31	18,18	17,78	17,21	17,74	17,85	17,56	17,53	16,81	19,25	19,32	19,64	20,08	18,60
Sommer	15,87	18,99	19,27	18,38	17,78	16,76	19,34	19,22	18,75	17,93	17,19	19,25	18,49	18,13	17,39	16,47	18,10	17,86	17,37	16,99	16,02	19,03	18,97	18,87	18,67	16,54
September	12,43	13,22	14,69	14,77	15,23	15,33	14,63	14,82	14,87	15,22	15,26	13,51	13,55	14,14	14,77	14,98	13,07	14,50	14,38	14,90	14,73	14,83	15,46	16,76	17,85	17,96
Oktober	6,66	7,55	7,91	8,48	9,80	10,79	7,78	8,03	8,50	9,68	10,66	7,62	7,35	8,60	9,88	10,87	6,72	7,74	8,46	10,15	11,08	7,93	9,22	10,38	13,13	13,91
November	2,77	2,60	3,12	3,89	5,30	6,50	2,77	3,15	4,00	5,11	6,25	2,73	2,43	4,02	5,40	6,64	2,62	3,38	3,97	5,75	7,01	2,76	3,82	5,19	8,03	9,45
Herbst	7,29	7,32	8,57	9,04	10,11	10,87	8,39	8,67	9,12	10,00	10,72	7,95	7,77	8,32	10,02	10,49	7,47	8,54	8,93	10,27	11,24	8,50	9,50	10,78	13,01	13,54

**Mittlere Monatstemperaturen des Lehmbodens mit Kiesunterlage
an der k. Sternwarte bei München.**

Tab. IIb.

(25 jähriges Mittel: 1861—1889.)

Monate.	Tiefen in					Mittlere Monats- temperaturen der Luft in München (aus 67 jährigen Beobachtungen ¹⁾).
	1,3 m	2,5 m	3,6 m	4,8 m	6,0 m	
Januar	4,56	7,23	8,79	9,52	9,71	-3,01
Februar	3,58	5,96	7,67	8,70	9,20	-1,08
März	3,70	5,41	6,99	8,08	8,74	2,30
April	5,31	5,59	6,58	7,53	8,25	7,45
Mai	8,70	7,18	7,02	7,44	7,94	11,99
Juni	12,19	9,50	8,23	7,96	8,04	15,60
Juli	14,37	11,86	9,55	8,75	8,42	17,22
August	15,08	12,67	10,76	9,66	8,98	16,47
September	14,38	13,02	11,50	10,39	9,57	12,94
Oktober	12,12	12,37	11,64	10,81	9,99	7,99
November	9,10	10,82	11,08	10,77	10,18	2,06
Dezember	6,34	8,89	10,02	10,28	10,07	-1,55
Jahres-Mittel . . .	9,18	9,16	9,12	9,12	9,06	7,36

Der jährliche Gang der Temperatur innerhalb der Bodenkurve (von 0 bis 90 cm) hat in den oberen Schichten (bis zu 30 cm Tiefe) ganz und gar Aehnlichkeit mit der jährlichen Periode der Lufttemperatur, weicht aber in den tieferen Stufen (60 bis 90 cm) davon ab. Wie in der Luft, fällt auch in den oberen Schichten der Mineralböden die kälteste Zeit in den Januar, in den tieferen Regionen (von 60 cm an) aber in den Februar und in den höheren Gebirgslagen (Falleck) sogar erst in den März. Die Mitteltemperaturen betragen in München:

	im feinkörn. Quarzsand.	im grobkörn. Quarzsand.	im Kalk- sand.	Lehm.
im Januar von 0—30 cm Tiefe	-1,04	-0,98	-0,78	-0,68
im Februar von 60—90 cm Tiefe	1,32	1,09	1,21	1,33.

Die Moorerde leitet im Winter die Wärme so langsam von unten nach oben, daß sich bei ihr nur an der Oberfläche der Januar als kältester

¹⁾ «Beobachtungen der Meteorol. Stationen in Bayern.» Vierter Jahrgang. 1882. S. 175.

Monat geltend macht; schon in 15 bis 60 cm Tiefe fällt die kälteste Periode in den Februar und in 90 cm sogar erst in den März. Wie schwer die Moorerde im Winter ihre Wärme verliert, beweist der Umstand, daß in 60 cm Tiefe die niedrigste Mitteltemperatur im Februar nur wenig unter 2°, im März in 90 cm Tiefe kaum unter 3° sinkt.

Die höchste mittlere Wärme erreicht die Bodenkrume, ebenso wie die Luft, im Juli. Sie beträgt in München von 0—90 cm:

- bei feinkörnigem Quarzsand 19,93°
- » grobkörnigem » 20,25°
- » Kalksand 19,73°
- » Lehm 18,82°.

Moorerde ist ebenfalls in den oberen Schichten (bis zu 30 cm Tiefe) im Juli am wärmsten und erreicht eine mittlere Temperatur von 20,7°; in 60—90 cm Tiefe tritt die höchste Mitteltemperatur (20,0°, bezw. 18,6°) erst im August ein. Nach den Beobachtungen an der Sternwarte bei München fällt die tiefste Mitteltemperatur in 1,5 m Tiefe in den Februar, in 2,5 m in den März, in 3,5 in den April, in 5 und 6 m Tiefe in den Mai. Die höchste Mitteltemperatur macht sich in 1,5 m im August, in 2,5 m im September, in 3,5 m im Oktober und in 5 bis 6 m erst im November bemerkbar (Tab. II b).

Um eine Vorstellung von der Größe des Steigens und Fallens der Temperatur von Monat zu Monat zu erhalten, wurden für die gesammte Bodenkrume (von 0—90 cm) aus den 4jährigen Beobachtungen in München folgende Mittelwerthe berechnet.

Die Wärmezunahme beginnt in der Bodenkrume im Februar und endigt im Juli. Sie beträgt im Mittel von Monat zu Monat folgende Grade:

Monate.	Im feinkörnigen Quarzsand.	Im grobkörnigen Quarzsand.	Im Kalksand.	Im Lehm.	In der Moorerde.
Februar	0,58	0,62	0,81	-0,08	-0,58
März	3,13	3,20	2,78	2,67	0,83
April	4,17	4,18	4,39	4,07	3,94
Mai	6,05	6,05	6,15	6,57	6,22
Juni	2,34	2,51	2,20	1,86	4,16
Juli	3,57	3,47	3,60	3,32	3,72

Die Wärmeabnahme macht sich in der Bodenkrume vom August an bemerkbar und erreicht folgende Mittelwerthe:

Monate.	Im feinkörnigen Quarzsand.	Im grobkörnigen Quarzsand.	Im Kalksand.	Im Lehm.	In der Moorerde.
August	1,51	1,50	1,71	1,22	0,43
September	3,95	3,67	3,81	3,17	2,94
Oktober	5,37	6,03	5,34	5,50	5,52
November	4,62	4,67	4,62	4,11	5,06
Dezember	2,01	2,10	2,00	2,36	2,62
Januar	2,18	2,16	1,95	1,95	1,71
Februar	0	0	0	0,08	0,58

Die größte relative Wärmesteigerung tritt somit in der Bodenkrume im Mai ein, den höchsten relativen Wärmeverlust erleidet dieselbe im Oktober und November. Für die Moorerde ist die langsame Erwärmung der Krume im März und April, das rasche Ansteigen der Temperatur im Mai, Juni und Juli und der geringe Wärmeverlust im August und September charakteristisch. Aus diesem Verhalten erklärt es sich, warum in den ersten Frühlingsmonaten (März und April) die Vegetation auf Moorboden im Vergleich zu der auf Mineralböden so sehr zurückbleibt, im Mai und Juni aber dann um so schneller sich entwickelt. Auch der feuchte Lehm-, noch mehr der Thonboden erwärmen sich im Frühjahr wegen ihrer hohen Wärmekapazität langsamer als der trockenere Kalk- und Quarzsand; dagegen kühlen sie sich im August und September nicht so schnell und stark ab als die letzteren.

Im Monat März besitzt die Bodenkrume nur eine Mitteltemperatur von 3—4°, bei Moorboden sogar nur von 1—2°. Erst im April erwärmen sich die Mineralböden in der Oberfläche durchschnittlich auf 8—10°, in der Wurzelregion auf 7—8°, mithin auf jene Temperaturen, bei welchen die chemische Thätigkeit des Bodens, die Funktionen der Haarwürzelchen, die Keimung der meisten Samen etc. in normaler Weise beginnen. Die Mitteltemperatur der Moorerde (5—6°) ist dazu noch unzureichend. Durch die relativ große Wärmezunahme im Mai werden alle chemischen und biologischen Vorgänge im Boden plötzlich so gesteigert, daß sich bei uns in diesem Monat in der ganzen Natur neues Leben entfaltet und in Fluren und Wäldern Alles blüht und duftet. Im Juli bei einer Mitteltemperatur der Krume von 19—20° erreicht die

Thätigkeit und das Produktionsvermögen des Bodens den Höhepunkt; schon im August wird in Folge des eintretenden Wärmeverlustes die Leistungsfähigkeit desselben etwas geringer; mit der stärkeren Temperaturerniedrigung im September vermindert sich die Bodenkraft noch mehr, aber erst im Oktober ist bei den Mineralböden der Wärmeverlust durch Ausstrahlung so bedeutend, daß die Mitteltemperatur in der Wurzelregion auf 7—8°, also nahezu auf jenen Betrag sinkt, den die Krume im April hatte. Durch die weitere starke Abkühlung im November sinkt die Durchschnittstemperatur in der Wurzelregion auf 3—4°, womit die Winterruhe der Vegetation beginnt. Im Dezember und Januar schreitet zwar die Abkühlung fort, ist aber relativ mindestens um die Hälfte geringer als im Oktober und November, bis endlich im Januar, bezw. Februar die Bodenkrume das Temperatur-Minimum erreicht und im Februar, bezw. März wieder eine allmähliche Wärmezunahme beginnt.

Vom März bis incl. August (im Frühjahr und Sommer) sind sämtliche Bodenarten in den obersten Schichten bis zu 15 cm am wärmsten; mit der Tiefe nimmt die Temperatur successive ab. Vom September bis Februar (Herbst und Winter) sind umgekehrt die oberen Schichten kälter als die tieferen. Der Temperaturunterschied zwischen der oberen wärmsten und der kältesten Stufe in 90 cm Tiefe berechnet sich für das wärmere Halbjahr auf folgende Grade:

Monate.	Feinkörniger Quarzsand.	Grobkörniger Quarzsand.	Kalksand.	Lehm.	Moorerde.
März	0,63	1,09	1,29	0,28	0
April	2,39	2,07	4,15	1,74	1,76
Mai	4,26	4,04	5,00	3,91	4,89
Juni	2,35	2,51	3,02	2,57	5,16
Juli	2,94	2,86	3,88	2,76	3,74
August	2,24	1,43	1,44	1,02	0,72
Mittel	2,47	2,33	3,16	2,05	2,71

Im kälteren Halbjahre beträgt die Differenz zwischen der oberen kältesten und der wärmsten Stufe in 90 cm im 4jährigen Durchschnitt folgende Grade:

Monate.	Fein- körniger Quarzsand.	Grob- körniger Quarzsand.	Kalksand.	Lehm.	Moorerde.
September	2,01	0,63	1,47	1,83	2,43
Oktober	3,24	2,88	3,52	4,36	5,98
November	3,90	3,48	3,91	4,39	6,69
Dezember	2,67	2,63	3,33	3,34	5,00
Januar	4,13	3,44	3,84	4,03	5,01
Februar	1,50	1,29	2,01	2,04	3,93
März	0	0	0	0	1,80
Mittel	2,91	2,39	3,01	3,33	5,14

Im Mai und November sind demgemäß die Temperaturdifferenzen innerhalb der Bodenkrume größer als in allen anderen Monaten; die gleichmäßigste Wärmevertheilung findet man in den Mineralböden im März und September, in der Moorerde im April und August. Der mittlere Differenzbetrag erreicht bei Quarz- und Kalksand im Sommer- und Winterhalbjahr nahezu dieselbe Größe, bei Lehm, insbesondere aber bei Moorerde, ist der Temperaturunterschied innerhalb der Bodenkrume im Winterhalbjahr beträchtlich größer als im Sommerhalbjahr, d. h. mit anderen Worten: der feuchte Lehm (und Thon), in noch höherem Maße die Moorerde halten im Winterhalbjahre die Wärme in der Tiefe viel besser zurück als Kalksand und Quarzsand, erwärmen sich aber im Sommerhalbjahr wegen der großen Wärmekapazität des Wassers in den obersten Schichten durchschnittlich nicht so stark als die trockeneren Erdarten.

Für die Bodenkultur ist die große Temperaturdifferenz zwischen den oberen wärmeren und tieferen kälteren Schichten im April und Mai (4—5°) besonders beachtenswerth. Die flachwurzelnden Holzarten und Kulturgewächse befinden sich in diesen Monaten unter viel günstigeren Wärmeverhältnissen als die tiefwurzelnden Gewächse und können sich früher und schneller entwickeln als diese. In der Moorerde ist die Temperaturdifferenz im Juni sogar noch etwas größer als im Mai.

Diese allgemeinen Gesetze über den jährlichen Gang und über die Vertheilung der Wärme in der Bodenkrume erleiden natürlich nach geographischer Lage, Meereshöhe, Exposition, Neigungsgrad der Gehänge, nach Art und Stärke der Bodenbedeckung durch Pflanzen, Moos, Schnee etc. gewisse Modifikationen. Aber auch unter gleichen Verhältnissen ändert sich

an einem und demselben Orte der Betrag und die Vertheilung der Wärme im Boden innerhalb gewisser Grenzen nach den wechselnden Witterungsverhältnissen der einzelnen Jahre und Jahreszeiten; denn es giebt verschiedene meteorologische Elemente, welche Schwankungen der Bodentemperatur veranlassen können, wie z. B. die größere oder geringere Sonnenbestrahlung der Bodenoberfläche, wechselnde Lufttemperatur, verschieden temperirte Luftströmungen (Winde), Menge und Vertheilung der Niederschläge, bezw. größere oder geringere Bodenfeuchtigkeit, stärkere oder schwächere Schneebedeckung im Winter, das Steigen und Fallen des Grundwassers etc.

Dr. K. Singer hat das 25jährige Beobachtungsmaterial an der Sternwarte bei München zu Untersuchungen über den Zusammenhang der Witterungsverhältnisse mit den Schwankungen der Bodentemperatur benutzt und gelangte zu folgenden (durch die klimatischen Verhältnisse der südbayerischen Hochebene beeinflussten) Hauptergebnissen:

1. In milden und niederschlagsreichen Wintern tritt im Verhältniß zum durchschnittlichen Temperaturgang kein wesentliches Steigen, eher und zumal in den größeren Tiefen ein Sinken der Bodentemperatur ein.
2. Abwechselnder Frost mit Thauwetter im Winter hat eine entschiedene Neigung zum Sinken der Bodentemperatur zur Folge.
3. Folgt auf einen milden niederschlagsreichen Vorwinter strenger Frost, so vermag selbst eine Schneedecke die relative Erniedrigung der Bodentemperaturen nur wenig aufzuhalten.
4. In andauernd strengen Wintern, in welchen schon meist der Dezember eine bleibende Schneedecke bringt, bleibt die Bodentemperaturabnahme entweder auf die oberen Stufen beschränkt oder ist überhaupt belanglos.
5. Ein warmes Frühjahr mit geringen Niederschlägen bewirkt eine relative Erhöhung der Bodentemperaturen.
6. Wenn auf einen kalten und niederschlagsreichen Nachwinter fast unvermittelt warme Frühlingsmonate folgen, so steigen nur die Temperaturen der oberen Boden-

schichten, während jene der tieferen noch weiter über ihren Normalstand sinken können.

7. Ein zu kaltes, durch Schneereichthum ausgezeichnetes Frühjahr bewirkt im Vergleich zum normalen Verlauf in der Regel eine merkliche Erniedrigung der Bodentemperatur bis zu größerer Tiefe.
8. Bei kalter und zugleich trockener Frühjahrswitterung ist die relative Erniedrigung der Bodentemperaturen in der Tiefe eine geringe, sofern nicht besonders niederschlagsreiche Perioden vorangegangen sind.
9. Einem warmen Sommer entsprechen in allen Fällen hohe Bodentemperaturen oder ein Ansteigen derselben; das Steigen in den tieferen Schichten ist um so entschiedener, je mehr mit dem Temperaturüberschuß der Luft ein großes Maß von Niederschlägen zusammentrifft oder demselben unmittelbar vorangegangen ist. In warmen und verhältnißmäßig trockenen Sommermonaten geht das Steigen der Bodentemperatur in den tieferen Schichten nicht wesentlich über das normale hinaus.
10. Die ohne Ausnahme erfolgende relative Erniedrigung der Bodentemperaturen in kühlen Sommern reicht meist nur bis zu verhältnißmäßig geringer Tiefe, kaum bis zu 4 m.
11. Ein warmer Herbst bedingt mit sehr wenigen Ausnahmen auch ein verhältnißmäßiges Steigen der Bodentemperaturen.
12. Ein kühler und niederschlagsreicher Herbst hat regelmäßig ein Sinken der Bodentemperatur zur Folge¹⁾.

¹⁾ «Beobachtungen der meteorol. Stationen im Königreich Bayern.» Jahrgang 1889. Anhang.

Abweichungen der Bodentemperaturen von der mittleren Lufttemperatur in München in den einzelnen Monaten.

Tab. III. (4jährige Mittel, berechnet aus Tabelle IIa.)

Monate und meteorol. Jahreszeiten.	Feinkörniger rother Quarzsand.			Grobkörniger grauer Quarzsand.			Mittalkörniger Kalksand.			Kalkhaltiger (ußartiger) Lehm.			Moorede.												
	Centimeter Tiefe.			Centimeter Tiefe.			Centimeter Tiefe.			Centimeter Tiefe.			Centimeter Tiefe.												
	In der Oberfläc.	15	30	15	30	60	15	30	60	15	30	60	15	30	60	90									
Dezember	1,82	1,69	2,39	3,34	4,36	1,50	1,69	2,55	3,19	4,13	1,66	1,22	2,53	3,50	4,55	1,39	1,81	2,46	3,66	4,73	1,50	2,13	3,12	5,12	6,50
Januar	0,03	0,56	1,71	3,06	4,16	0,38	0,51	1,60	2,77	3,82	0,40	0,42	2,29	3,14	4,24	0,51	1,06	1,81	3,38	4,54	1,04	2,05	3,09	4,17	6,05
Februar	-0,26	-0,33	-0,28	0,44	1,17	-0,08	-0,43	-0,14	0,27	0,86	0,00	-0,33	-0,07	0,30	1,08	-0,54	-0,80	-0,40	0,38	1,24	-1,10	-0,85	0,13	1,30	2,83
Winter	0,53	0,64	1,27	2,28	3,23	0,60	0,59	1,31	2,11	2,94	0,69	0,24	1,58	2,31	3,29	0,45	0,69	1,29	2,47	3,50	0,48	1,11	2,13	3,53	5,13
März	1,20	0,79	0,57	0,50	0,57	1,50	0,79	0,62	0,41	0,41	1,41	-0,02	0,01	-0,01	0,12	0,33	0,34	-0,37	-0,08	0,05	-1,02	-2,15	-1,94	-1,15	-0,35
April	3,26	2,29	1,70	0,96	0,87	3,08	2,26	1,63	1,87	0,96	4,44	1,56	1,08	0,72	0,29	2,01	0,88	0,69	0,74	0,27	0,42	-0,07	-0,58	-0,67	-1,84
Mai	3,55	3,21	2,28	0,74	-0,71	3,74	2,86	2,54	0,80	-0,30	3,92	2,85	2,94	0,00	-1,08	2,40	1,57	1,97	-0,21	-1,51	1,75	1,01	0,50	-1,51	-3,14
Frühjahr	2,67	2,09	1,52	0,73	0,24	3,76	1,97	1,59	1,03	0,36	3,26	1,46	1,34	0,24	-0,22	1,58	0,93	0,77	0,15	-0,39	0,38	-0,40	-0,67	-1,11	-1,61
Juni	2,94	3,38	2,25	1,72	1,03	3,58	3,43	2,87	1,83	1,07	3,89	2,59	2,43	1,30	0,37	2,54	2,07	1,49	0,96	-0,03	2,89	2,57	2,47	2,22	-0,27
Juli	3,48	3,60	2,70	1,85	0,66	3,93	3,39	3,06	1,86	1,07	4,14	3,11	2,20	1,52	0,26	2,47	2,12	1,51	0,93	-0,29	3,38	3,46	2,98	2,19	-0,28
August	2,97	3,24	2,60	2,18	0,99	3,03	3,24	2,73	2,19	1,81	2,62	2,18	2,15	1,75	1,18	1,71	2,80	1,53	1,50	0,78	3,22	3,29	3,61	4,00	2,57
Sommer	3,13	3,41	2,52	1,92	0,89	3,51	3,35	2,89	1,96	1,32	3,38	2,62	2,26	1,52	0,60	2,24	2,33	1,51	1,13	0,15	3,16	3,11	3,00	2,80	0,87
September	0,89	2,26	2,34	2,80	2,90	2,20	2,39	2,44	2,79	2,88	1,08	1,12	1,71	2,34	2,65	0,64	2,13	1,95	2,47	2,29	2,40	3,08	4,33	5,42	4,83
Oktober	0,89	1,25	1,82	3,14	4,13	1,12	1,37	1,84	3,62	4,00	0,96	0,69	1,94	3,22	4,21	0,06	1,08	1,80	3,49	4,42	1,27	2,56	3,72	6,47	7,25
November	-0,17	0,35	1,12	2,53	3,78	0,00	0,38	1,23	2,34	3,48	-0,04	-0,34	1,25	2,63	3,87	-0,15	0,56	1,20	2,98	4,24	-0,01	1,05	2,42	5,26	6,88
Herbst	0,54	1,29	1,43	2,82	3,59	1,10	1,38	1,84	2,92	3,44	0,67	0,49	1,63	2,73	3,54	0,18	1,26	1,65	2,98	3,65	1,22	2,21	3,49	5,72	6,95
Jahresmittel	1,92	1,84	1,78	1,96	1,99	1,93	1,87	1,93	1,93	2,02	1,93	1,45	1,67	1,71	1,80	1,12	1,15	1,31	1,68	1,73	1,31	1,49	1,74	2,73	2,60

Eine nähere Prüfung dieser Zahlen läßt sofort erkennen, daß die Mineralböden sich wieder theilweise anders verhalten als die Moorböden. Die Temperatur der Bodenkrume (bis zu 90 cm Tiefe) weicht bei allen Erdarten im Februar und März nur wenig von der Lufttemperatur ab. Die oberen Bodenschichten (bis zu 30 cm) sind im Februar durchschnittlich sogar etwas kälter als die äußere Luft; im März kommen sehr unbedeutende negative Abweichungen nur noch bei feuchtem Lehm, größere (von 1—2°) bei Moorerde vor. Die Erwärmung der letzteren ist im Frühjahr und Vorsommer eine so langsame, daß Moorboden auch im April, in den unteren Stufen sogar noch im Mai und in 90 cm Tiefe selbst noch im Juni und Juli etwas kälter ist als die äußere atmosphärische Luft. In den Mineralböden sind die positiven Abweichungen im März noch sehr unbedeutend und erreichen bei Lehm selbst in der Oberfläche nur 0,3°, bei grobkörnigem Quarzsand 1,5°. Während der Vegetationsdauer (vom April bis September) findet innerhalb der oberen Wurzelregion (0—30 cm) im Vergleich zur Lufttemperatur eine so beträchtliche Wärmeaufspeicherung statt, daß die positiven Abweichungen in dieser Region bedeutend größer sind als in 60—90 cm Tiefe, worüber folgende Daten näheren Aufschluß geben. Die Bodenkrume war im Mittel um nachstehende Grade wärmer oder kälter (—) als die Luft:

Monate.	Feinkörniger Quarzsand.		Grobkörniger Quarzsand.		Kalksand.		Lehm.		Moorerde.	
	0-30	60-90	0-30	60-90	0-30	60-90	0-30	60-90	0-30	60-90
Centimeter Tiefe.										
März . .	0,85	0,53	0,97	0,51	0,47	0,05	0,10	-0,01	-1,70	-0,75
April . .	2,42	0,91	2,31	1,41	2,36	0,50	1,19	0,50	-0,08	-1,00
Mai . . .	3,01	0,01	3,05	0,25	3,24	-0,54	1,98	-0,86	1,09	-2,32
Juni . . .	2,86	1,37	3,29	1,45	2,80	0,83	2,03	0,46	2,64	0,97
Juli . . .	3,26	1,25	3,46	1,46	3,15	0,89	2,03	0,32	3,26	0,95
August .	2,94	1,58	3,00	2,00	2,31	1,47	2,01	1,14	3,34	3,28
September	1,88	2,80	2,34	2,81	1,30	2,44	1,57	2,38	3,25	5,12
Oktober .	1,32	3,63	1,44	3,81	1,20	3,71	0,98	3,95	2,52	6,86
November	0,43	3,13	0,54	2,91	0,29	3,25	0,53	3,61	1,15	5,97
Dezember	1,97	2,86	1,91	3,66	1,80	4,02	1,89	4,19	2,25	5,81
Januar .	0,77	3,61	0,83	3,29	1,04	3,69	1,13	3,96	2,06	5,11
Februar .	-0,29	0,80	-0,22	0,57	-0,33	0,69	-0,58	0,81	-0,61	2,06

Für die Bodenkultur ist besonders beachtenswerth, daß in der Hauptwurzelregion (bis zu 50 cm) die Mitteltemperatur vom April, insbeson-

dere aber vom Mai an sich so beträchtlich erhöht, daß sie die mittlere Lufttemperatur bis zum September um 2—3° übertrifft. Von diesem Monat an vermindert sich der Wärmeüberschuß in den oberen Stufen des Bodens mehr und mehr, beginnt dagegen in den tieferen Schichten zu steigen, bis er im Februar und März in der gesammten Bodenkrume auf ein Minimum gesunken ist und in den oberen Bodenschichten sich in der Regel sogar negative Abweichungen geltend machen. Bei Lehm ist der Wärmeüberschuß in den oberen Bodenschichten während der ganzen Vegetationsdauer etwas geringer und bleibt insbesondere im April und Mai gegen Quarz- und Kalksand wesentlich zurück, während der Wärmeüberschuß in den unteren Schichten vom September bis Januar etwas größer ist als bei diesen Erdarten. In der Moorerde macht sich erst im Mai ein geringer Wärmeüberschuß in den oberen Bodenschichten gegenüber der Luftwärme bemerkbar, der aber dann so rasch ansteigt, daß er im Juni schon 2,5°, im Juli über 3° beträgt, sich auf dieser Höhe bis zum September erhält und selbst im Oktober im Mittel noch 2,5° zeigt. In den tieferen Regionen ist Moorerde vom September bis zum Januar durchschnittlich sogar um 5 bis 6° wärmer als die Außenluft. Im Februar sinkt die Bodenwärme aber auch in der Moorerde so beträchtlich, daß vom März bis zum Mai negative Abweichungen vorherrschen, die sich in 90 cm Tiefe sogar bis in den Juli erstrecken.

Diese beträchtliche Wärmeaufspeicherung im Boden innerhalb der Wurzelregion vom April bis Sept. muß für das Pflanzenleben in mehrfacher Beziehung große Bedeutung haben. Ist die äußere Luft durchschnittlich um 2—3° kälter und in Folge dessen schwerer als die Luft in den oberen Bodenschichten, so wird der Luftwechsel im Bereiche der Wurzeln sehr erleichtert und die Athmung der letzteren begünstigt. Nach *J. Boehm's* jüngsten experimentellen Untersuchungen ist sowohl das Saftsteigen in transpirirenden Pflanzen als die Aufsaugung des Wassers und der darin gelösten Nährsalze durch die Wurzelhaare eine kapillare Funktion der Gefäße, als deren Fortsetzung bei Landpflanzen die kapillaren Räume des Bodens zu betrachten sind.¹⁾ Es ist nun einleuchtend, daß von dem Moment an, wo im Boden im Vergleich zur Luft ein Wärmeüberschuß vorhanden ist, die Wurzeln besser funktionieren und das Wasser mit den gelösten Nähr-

¹⁾ Verhandlungen der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien. Jahrgang 1890.

salzen viel leichter aufsaugen als in Böden mit negativer Temperaturabweichung. Ja es liegt der Gedanke nahe, daß diese aufgespeicherte Sonnenwärme im Boden möglicherweise die treibende Kraft bilde, durch welche das Wasser von außen nach dem Innern der Wurzeln gepreßt und fortgeführt wird. Der sogen. Wurzelndruck, der das Bluten und Thränen des Weinstockes, Ahorns, der Birke, Weißbuche u. s. w. im Frühjahr vor dem Ausbruch des Laubes bewirkt, steht jedenfalls mit der oben nachgewiesenen Thatsache in Zusammenhang, daß erst vom April und Mai an ein Wärmeeberschuß in der Wurzelregion sich bemerkbar macht.

Von dieser Zeit an befindet sich der oberirdische Theil der Pflanzen in einem durchschnittlich kälteren Medium als die Wurzeln, wodurch die Wasseraufsaugung im Boden jedenfalls sehr erleichtert wird. Das Bluten hört auf, sobald mit der Entwicklung der neuen Blätter der Wasserverlust durch Transpiration ein so großer wird, daß selbst bei gleicher Thätigkeit der Wurzeln der Wassergehalt der betreffenden Pflanzen und Bäume sich vermindert. So lange Wärmeeberschuß im Boden vorhanden ist, findet ein ununterbrochenes Aufsaugen von Wasser und Nährsalzen durch die Wurzeln statt. Da im Juli nicht nur die Transpiration der Pflanzen mit größter Energie stattfindet, sondern auch der Wärmeevorrath im Boden innerhalb der Wurzelregion sein Maximum erreicht, so ist zu dieser Zeit auch die Wasser- und Nährstoffaufnahme (Ernährung) am lebhaftesten und die Produktion organischer Stoffe (Gewichtszunahme der Trockensubstanz) am größten. Mit der Abnahme des Wärmeevorrathes im August und September vermindert sich auch die Ernährung und Produktionsthätigkeit der Pflanzen. Vom Oktober bis gegen Weihnachten ist die Wasserzufuhr, dem geringen Wärmeeberschuß in der Wurzelregion entsprechend, eine sehr mangelhafte und wird vom Januar bis März gänzlich unterbrochen, weil während dieser Zeit im Boden negative Temperaturabweichungen vorherrschend sind. So erklärt es sich, daß der Wassergehalt der Bäume im Herbst und Vorwinter auch nach dem Blattabfall und dem Aufhören lebhafter Transpiration noch bis etwa Ende Dezember steigt, vom Januar bis März aber in der Regel sich vermindert. Nur tief wurzelnde Bäume, welche auch in 60 bis 90 cm Tiefe Haarwürzelchen ausbilden, können vom Januar bis März, dem geringen Wärmeeberschuß dieser Bodenschichten entsprechend, noch minimale Mengen von Wasser aufnehmen.

Nach dem Gesagten müssen alle Maßnahmen, durch welche der Wärmeüberschuß im Boden während der Vegetationszeit erhöht wird, nicht nur die Bodenthätigkeit, sondern auch die Ernährung und das Wachstum der Pflanzen begünstigen. Viele Erfahrungen bestätigen dies; wie z. B. die Erfolge der Durchforstungen in jüngeren und der Lichtungshiebe auf gutem Boden in älteren Waldbeständen, Manipulationen, durch welche gleichzeitig auch der Lichtzutritt, die Transpiration und Assimilation der Bäume gesteigert wird. Die Entwässerung nasser Böden hat nicht nur eine stärkere Durchlüftung des Bodens, sondern auch eine Temperaturerhöhung desselben zur Folge. Ebenso bezweckt das Bedecken der Gartenbeete mit Kohlenkleien, der Weinberge mit schwarzen Thonschieferstückchen eine Steigerung der Bodentemperatur. Die Wärme, welche Pferde-, Schaf-, Ziegen-, Geflügelmist durch ihre rasche Zersetzung liefern, verwendet der Gärtner zur Treibkultur in den warmen Mistbeeten, die überdies noch mit Fenstern bedeckt werden. Ein weiteres Beispiel für die günstige Wirkung künstlicher Bodenerwärmung liefert das Begießen der Topfgewächse mit warmem Wasser von ungefähr Blutwärme, dann die bekannte Erscheinung, daß welkende Blumen mit ihren Stengeln in warmes Wasser gestellt, bald wieder ihre frühere Frische annehmen, und daß Oleander sicher und schnell zum Blühen gebracht werden, wenn man sie an einen recht sonnigen Platz stellt und täglich mit Wasser begießt, welches eine Temperatur von 25—30° C. hat. Endlich erinnere ich bei dieser Gelegenheit an die Erfolge, welche ein Kunstgärtner bei Zwickau erzielte, indem er von der durch unterirdisch brennende Steinkohlenflütze erzeugten hohen Bodentemperatur nützlichen Gebrauch machte.

Umgekehrt muß mit abnehmender Bodentemperatur und vermindertem Wärmeüberschuß geringere Bodenthätigkeit, schlechtere Ernährung und mangelhafte Produktion verbunden sein. Je dichter und gedrängter in einem Walde die Bäume stehen, je mehr die Temperatur durch Beschattung des Bodens herabgedrückt wird, um so stärker machen sich die nachtheiligen Wirkungen dieser Faktoren geltend. Dazu kommt noch der Umstand, daß, dem Grade des Bestandesschlusses entsprechend, bei unvollkommen ausgebildeter Krone die Einwirkung des Lichtes, die Transpiration, mithin auch die Zufuhr von Wasser und Nährsalzen, die Assimilation und Produktion immer geringer wird. So erklärt es sich, warum in den Gebirgen mit steigender Höhe bei abnehmender Boden- und Lufttemperatur die Massenproduktion

und das Längenwachstum der Bäume abnimmt, der Bestandesschluß sich mehr und mehr vermindert, die einzelnen Individuen sich räumiger stellen und die Stammzahl pro Hektar stetig kleiner wird. Ein ganz ähnliches Verhalten zeigen die Wälder im hohen Norden Europas. Ist die Bodentemperatur auf 4—5° C. gesunken, so werden die Funktionen der Wurzeln in einer Weise geschwächt, daß bei gewissen Pflanzen, z. B. Tabak, Kürbiß, die Aufsaugung des Wassers nicht mehr genügt, um den Transpirationsverlust der Blätter zu decken, und welken müssen, wenn die direkten Sonnenstrahlen darauf einwirken. Darauf gründet sich meine Theorie über die Ursache der Kieferschütte.

Im Frühjahr läßt sich die Erwärmung des Bodens künstlich verzögern und z. B. das zu frühe Austreiben der Obstbäume verhindern, wenn man den Boden um die Stämme herum, soweit sich die Wurzeln erstrecken, mit einem schlechten Wärmeleiter, einer starken Lage Stroh, Moos, Laub oder noch besser mit Eis bedeckt. Auf diese Weise gelingt es, die Entwicklung der Laub- und Blütenknospen so lange zurückzuhalten, bis die Frostgefahr vorüber ist. Versuche haben gezeigt, daß bei Spalierobst durch diese Vorsichtsmaßregel die Blüthezeit um 14 Tage verzögert werden kann, wenn namentlich gleichzeitig auch die oberirdischen Theile der Pflanzen durch Schutzwände vor direkter Sonnenbestrahlung geschützt werden.

Einfluß der Meereshöhe auf die mittleren Monatstemperaturen und auf den Wärmeüberschuß des Bodens im Vergleich zur Lufttemperatur.

Mittlere Monatstemperaturen des Bodens und der Luft in Aschaffenburg (136 m über dem Meere).

Tab. IV a. (10jährige Mittel von 1868 bis 1878.)

Monate und Jahreszeiten.	In der Oberfläche.	Centimeter Tiefe.					Mittlere Temperatur der Luft.	Differenzen zwischen Boden- und Lufttemperatur.					
		15	30	60	90	120		In der Oberfläche.	Centimeter Tiefe.				
		15	30	60	90	120							
Dezbr.	2,64	2,73	3,70	4,95	6,36	7,17	-0,26	2,90	2,99	3,96	5,21	6,62	7,43
Januar	1,35	1,32	2,20	3,39	4,76	5,54	-2,31	3,66	3,63	4,51	5,70	7,07	7,85
Febr.	2,06	1,71	2,10	2,85	4,02	4,63	1,95	0,11	-0,24	0,17	0,90	2,07	2,68
Winter	2,02	1,92	2,67	3,73	5,05	5,78	-0,20	2,22	2,13	2,88	3,94	5,25	5,99

Monate und Jahreszeiten.	In der Oberfläche.						Mittlere Temperatur der Luft.	Differenzen zwischen Boden- und Lufttemperatur.					
	15	30	60	90	120	In der Oberfläche.		15	30	60	90	120	
													Centimeter Tiefe.
März	5,40	4,60	4,34	4,67	5,14	5,24	4,43	0,97	0,17	-0,09	0,24	0,71	0,81
April	10,77	10,09	9,11	8,59	8,16	7,56	8,77	2,00	1,32	0,34	-0,18	-0,61	-1,21
Mai	14,34	15,03	13,04	12,06	11,31	10,25	13,30	1,04	1,73	-0,26	-1,24	-1,99	-3,05
Frühjahr	10,17	9,91	8,83	8,44	8,20	7,68	4,83	1,34	1,07	0,00	-0,39	-0,63	-1,15
Juni	18,40	18,34	18,40	15,97	14,72	13,40	16,91	1,49	1,43	1,49	-0,94	-2,19	-3,51
Juli	20,22	20,01	18,95	17,84	16,80	15,42	18,47	1,75	1,54	0,48	-0,63	-1,67	-3,05
Aug.	18,96	18,97	18,59	17,85	17,42	16,26	17,99	1,17	0,98	0,60	-0,14	-0,57	-1,73
Sommer	19,19	19,11	18,65	17,22	16,31	15,03	17,79	1,47	1,32	0,86	-0,57	-1,48	-2,76
Sept.	15,14	15,26	15,24	15,60	15,80	15,36	14,89	0,25	0,37	1,35	1,91	0,91	1,47
Okt.	10,20	10,10	11,02	11,95	12,37	13,07	8,45	1,75	1,65	2,57	3,50	4,42	4,62
Nov.	4,94	5,10	6,11	7,49	9,06	9,80	4,53	0,41	0,57	1,58	2,96	4,53	5,27
Herbst	10,09	10,12	10,79	11,68	12,58	12,74	9,29	0,80	0,86	1,83	2,79	3,29	3,79
Jahresmittel	10,37	10,27	10,23	10,26	10,53	10,30	8,92 ¹⁾	1,45	1,35	1,31	1,34	1,61	1,38

Mittlere Monatstemperaturen des Bodens und der Luft in Hirschhorn im Fichtelgebirge (777 m über dem Meere).

Tab. IV b. 9jährige Mittel (1882 bis 1890).

Monate und Jahreszeiten.	Mittlere Bodentemperatur.						Mittlere Lufttemperatur.	Differenz zwischen Boden- und Lufttemperatur.					
	In der Oberfläche.	15	30	60	90	120		In der Oberfläche.	15	30	60	90	120
Dezbr.	-1,36	-0,73	0,44	1,66	2,47	3,53	-3,37	2,01	2,64	3,81	5,03	5,84	6,90
Januar	-2,42	-1,61	-0,28	0,95	1,72	2,68	-3,23	0,81	1,62	2,95	4,18	4,95	5,91
Februar	-1,58	-1,56	-0,61	0,51	1,22	2,15	-2,52	0,94	0,96	1,91	3,03	3,74	4,67
Winter	-1,79	-1,30	-0,15	1,04	1,80	2,79	-3,04	1,25	1,73	2,89	4,08	4,84	5,83

¹⁾ Die Mitteltemperaturen für die Luft sind aus dem absol. Maximum und Minimum berechnet. Aus täglich 3maligen Beobachtungen werden die Beträge kleiner und die Differenzen zwischen Boden- und Lufttemperatur entsprechend größer.

Monate und Jahreszeiten.	Mittlere Bodentemperatur.						Mittlere Lufttemperatur.	Differenz zwischen Boden- und Lufttemperatur.					
	In der Oberfl.	15	30	60	90	120		In der Oberfl.	15	30	60	90	120
		Centimeter Tiefe.							Centimeter Tiefe.				
März	0,84	-0,39	-0,21	0,51	1,08	1,89	0,39	0,45	-0,78	-0,60	0,12	0,69	1,50
April	6,12	3,79	2,99	2,54	2,48	2,75	6,11	0,01	-2,32	-3,12	-3,57	-3,63	-3,36
Mai	11,18	10,23	9,92	8,50	7,22	6,31	10,25	0,93	-0,02	-0,33	-1,75	-3,03	-3,94
Frühjahr	6,05	4,54	4,23	3,85	3,59	3,65	5,58	0,13	-1,04	-1,35	-1,40	-1,99	-1,93
Juni	14,80	13,81	13,57	12,36	10,99	9,68	13,12	1,68	0,69	0,45	-0,76	-2,13	-3,44
Juli	16,11	15,60	15,31	14,20	13,02	11,66	14,50	1,61	1,10	0,81	-0,30	-1,48	-2,84
August	14,40	14,32	14,41	13,90	13,08	12,19	13,45	0,95	0,87	0,96	0,45	-0,37	-1,26
Sommer	15,10	14,58	14,43	13,49	12,36	11,18	13,69	1,41	0,89	0,74	-0,20	-1,33	-2,51
Septbr.	10,86	11,25	11,79	11,96	11,75	11,40	9,99	0,37	1,26	1,80	1,97	1,76	1,41
Oktober	5,55	5,62	6,40	7,58	8,18	8,41	5,18	0,37	0,44	1,22	2,40	3,00	3,23
Novbr.	1,05	1,58	2,39	3,75	4,61	5,70	0,32	0,73	1,26	2,07	3,43	4,29	5,38
Herbst	5,65	6,15	6,86	7,76	8,18	8,50	5,16	0,49	0,99	1,69	2,60	3,02	3,34
Jahresmittel	6,23	6,00	6,34	6,54	6,49	6,61	5,35	0,88	0,65	0,99	1,19	1,14	1,26

Mittlere Monatstemperaturen des Bodens und der Luft in Felleck (Ostalpen, 1136 m über dem Meere).

Tab. IV c.

5 jährige Mittel (1883 bis 1887).

Monate und Jahreszeiten.	Mittlere Lufttemperatur.	Mittlere Bodentemperatur.						Differenz zwischen Boden- und Lufttemperatur.					
		In der Oberfl.	15	30	60	90	120	In der Oberfl.	15	30	60	90	120
			Centimeter Tiefe.						Centimeter Tiefe.				
Dezbr.	-3,30	-1,28	-0,06	-0,04	2,22	3,25	4,18	2,02	3,24	3,26	5,52	6,55	7,48
Januar	-3,09	-2,85	-2,08	-1,11	1,09	2,11	2,91	0,24	1,01	1,98	4,18	5,20	6,00
Febr.	-1,00	-1,95	-1,63	-0,94	0,62	1,61	2,36	-0,95	-0,63	0,06	1,62	2,61	3,36
Winter	-2,46	-2,03	-1,26	-0,69	1,31	2,32	3,15	0,44	1,20	1,77	3,77	4,79	5,61

Monate und Jahreszeiten.	Mittlere Lufttemperatur.	Mittlere Bodentemperatur.						Differenz zwischen Boden- und Lufttemperatur.					
		Centimeter Tiefe.						Centimeter Tiefe.					
		In der Oberfläc.	15	30	60	90	120	In der Oberfläc.	15	30	60	90	120
März	-0,22	-0,25	-0,78	-0,41	0,81	1,51	2,06	-0,03	-0,51	-0,19	1,13	1,73	2,28
April	5,94	6,28	3,98	3,23	2,26	2,40	2,57	0,34	-1,96	-2,71	-3,68	-3,54	-3,37
Mai	9,06	9,06	9,04	8,24	7,62	6,67	6,21	0,00	-0,02	-0,82	-1,44	-2,39	-2,85
Frühjahr	4,93	5,03	4,09	3,69	3,23	3,53	3,61	0,10	-0,83	-1,24	-1,33	-1,40	-1,31
Juni	11,57	11,69	11,88	11,26	10,74	9,60	8,91	0,12	0,31	-0,31	-0,83	-0,97	-2,66
Juli	14,65	14,78	14,86	13,98	13,27	11,94	11,12	0,13	0,21	-0,67	-1,38	-2,71	-3,53
Aug.	13,39	13,02	13,59	13,24	13,18	12,49	12,13	-0,37	0,20	-0,15	-0,21	-0,90	-1,26
Sommer	13,20	13,16	13,44	12,83	12,39	11,34	10,72	0,00	0,24	-0,38	-0,81	-1,53	-2,43
Sept.	11,46	11,05	11,97	11,65	12,30	11,90	11,74	-0,41	0,51	0,19	0,84	0,44	0,28
Okt.	5,18	6,67	6,51	6,17	8,12	8,82	9,39	1,49	1,33	0,99	2,94	3,64	4,21
Nov.	1,22	1,77	2,34	2,49	4,53	5,60	6,43	0,55	1,12	1,27	3,31	4,38	5,21
Herbst	5,95	6,49	6,94	6,77	8,32	8,77	9,19	0,54	0,99	0,82	2,36	2,82	3,23
Jahresmittel	5,40 ¹⁾	5,14	5,80	5,65	6,04	6,24	6,69	-0,26	0,40	0,25	0,64	0,84	1,29

Die Mitteltemperaturen des Bodens betragen somit:

Orte.	Im Winter.		Im Frühjahr.		Im Sommer.		Im Herbst.		Bemerkungen.
	In der Oberfläc.	In 90 cm	In der Oberfläc.	In 90 cm	In der Oberfläc.	In 90 cm	In der Oberfläc.	In 90 cm	
	In der Oberfläc.	In 90 cm	In der Oberfläc.	In 90 cm	In der Oberfläc.	In 90 cm	In der Oberfläc.	In 90 cm	
Aschaffenburg (136 m)	2,02	5,05	10,17	8,20	19,19	16,13	10,09	12,58	Boden mit Gras bewachsen.
München (529 m)	-0,13	2,92	8,72	6,75	18,10	16,02	7,47	11,24	Unbewachsener Lehmboden mit kahler Oberfläche.
Hirschhorn (777 m)	-1,79	1,80	5,58	3,59	13,69	12,36	5,16	8,18	Bodenoberfläche unbewachsen.
Falleck (1136 m)	-2,03	2,32	5,03	3,53	13,16	11,34	6,49	8,77	Grasboden an einem westlichen Gehänge; Grundwasser vorhanden, das oft bis 60 cm unter der Oberfläche steigt.

¹⁾ Die Mitteltemperaturen der Luft aus täglich 2maligen Beobachtungen (Morgens und Abends) berechnet.

Die Abnahme der Bodenwärme mit der Erhebung über die Meeresoberfläche ist durch diese mehrjährigen Beobachtungen zweifellos festgestellt. Sehr bemerkenswerth ist die auffallend hohe Bodentemperatur in München während der Sommermonate. Aus den Tab. IIa und IVa ist zu ersehen, daß in den kälteren Monaten der Münchener Boden, seiner hohen Lage entsprechend, eine beträchtlich niedrigere Temperatur hat als z. B. der Boden in Aschaffenburg; im Sommer dagegen ist die Mitteltemperatur der unbewachsenen Bodenkrume in München beinahe gleich der des Grasbodens in Aschaffenburg. Diese Thatsache hängt jedenfalls damit zusammen, daß mit der Erhebung über die Meeresoberfläche die Intensität der Sonnenstrahlen an heiteren Tagen zunimmt. In gleicher Weise ist der Boden in Falleck (Alpen) im Vergleich zu seiner Höhenlage zu warm. Die Ursache dieser Erscheinung ist in dem Zusammenwirken verschiedener Faktoren zu suchen. Das vorhandene Grundwasser, die Lage des Beobachtungsortes an einem westlichen Gehänge, die lange und starke Bedeckung des Bodens mit Schnee im Winter, vor Allem aber die häufigen Gegensätze der Wetterlage (Umkehr der Temperaturabnahme in der Luft) während der kälteren Jahreszeit über den Alpen gegenüber den Mittelgebirgen, dann die zunehmende Intensität der Sonnenstrahlen mit der Seehöhe tragen zur relativen Erhöhung der Bodentemperatur bei. Die günstige Wirkung dieser Standortfaktoren auf die Vegetation giebt sich in Falleck bei der vorhandenen genügenden Nährstoffzufuhr aus dem Boden schon an dem dortigen verhältnißmäßig starken Höhenwuchs der Bäume zu erkennen.

Charakteristisch für die Gebirgsböden (in Hirschhorn und Falleck) ist, daß sie im April von 15 cm Tiefe an nur eine Mitteltemperatur von 2,5—3,5° besitzen, während z. B. die Bodenkrume in München zur gleichen Zeit schon auf 7—8°, in Aschaffenburg auf 8—10° erwärmt ist. Die Wurzel- und Bodenthätigkeit ist in Folge dessen im Gebirge noch so gering, daß das Erwachen der Vegetation erst im Mai bei einer Mitteltemperatur des Bodens von 8—9° erfolgen kann. Aber auch während der ganzen Vegetationsperiode bleibt der Gebirgsboden beträchtlich kälter als die Bodenkrume in den tieferen Lagen; schon im Oktober ist die Temperatur des ersteren in der Wurzelregion wieder auf 5,5—6,5° gesunken, während sie in München noch 8—10°, in Aschaffenburg sogar noch 10—12° beträgt und erst im Novbr. auf 3—4, bzw. 5—6° gefallen ist.

Vom hygienischen Standpunkte aus ist es von großer Bedeutung, daß bei den Gebirgsböden auch in den wärmsten Monaten die mittlere Temperatur selbst in den oberen Schichten unter derjenigen bleibt, welche für eine reichliche Vermehrung pathogener Bakterien Bedingung ist. Dies allein ist ausreichend, um eine intensive Wucherung von Cholera-, Typhusbacillen etc. in höheren Gebirgslagen auszuschließen.

Schon oben wurde nachgewiesen, daß die Bodenkrume in München im Jahresmittel um 2—3 Grad wärmer ist als die äußere Luft, und daß nur im Februar, theilweise auch im März, negative Abweichungen vorkommen. Den Tabellen IVa, IVb und IVc ist zu entnehmen, daß auch an den übrigen Beobachtungsorten im Vergleich zur Lufttemperatur ein größerer oder geringerer Wärmeüberschuß im Boden vorhanden ist, der aber mit der Meereshöhe abnimmt. In den oberen Bodenschichten (bis zu 30 cm Tiefe) sind — mit Ausnahme von März und April — das ganze Jahr hindurch positive Temperatur-Abweichungen vorhanden, die in der kälteren Jahreshälfte etwas größer sind als in der wärmeren Periode vom April bis Oktober.

In den Tiefen von 60 cm an ist die Bodenkrume in der wärmeren Jahreszeit (vom April bis September) beträchtlich kälter, im Spätherbst und Winter dagegen um mehrere Grade wärmer als die Luft.

Die größere Intensität der Sonnenstrahlen im Hochgebirge an schönen hellen Tagen, der bereits erwähnte häufige Gegensatz der Wetterlage während der kälteren Jahreszeit über den Alpen gegenüber den Mittelgebirgen, die lange dauernde Schneedecke im Hochgebirge bewirken, daß die Wärmeabnahme sowohl in der Luft als auch im Boden in den Mittelgebirgen bis zu etwa 1000 m Höhe größer ist als im Hochgebirge (Alpen). Die Baumgrenze bezeichnet jene Höhen, in welchen die Boden- und Lufttemperatur für die biologischen Vorgänge in den Bäumen nicht mehr ausreichend sind und während der Vegetationszeit keine positiven Wärmeabweichungen in der Wurzelregion mehr vorkommen. Es wäre von großem Interesse, wenn an der höchstgelegenen meteorologischen Station Europas, auf dem Sonnblick in den Tauern (3100 m ü. d. M.), wenigstens einige Jahre hindurch auch Bodentemperaturmessungen vorgenommen würden, um über obige Fragen weiteren Aufschluß zu erhalten.

Die höchste mittlere Temperatur in der Wurzelregion tritt auch in den Hochlagen im Monat Juli ein, nur in 90—120 cm Tiefe fällt sie in

den August. Die tiefste Mitteltemperatur macht sich in den oberen Bodenschichten im Januar, in 60—120 cm im Februar, im Hochgebirge in 90—120 cm Tiefe erst im März geltend.

Die mittleren täglichen Temperaturschwankungen im Boden. Zweistündliche, längere Zeit fortgesetzte Beobachtungen in Nukus (Rußland) und in Melbourne (Australien) haben übereinstimmend gelehrt, daß die täglichen Temperaturminima wie in der Luft, so auch in der Oberfläche des Bodens um Sonnenaufgang, die Maxima dagegen schon um 1 h. Mittags, also etwa 1 Stunde früher als in der Luft eintreten. Auf der äußeren Erdoberfläche dürfte das Maximum sich bald nach der Kulmination der Sonne geltend machen.

Die Wärmewellen, welche von der Oberfläche in den Boden eindringen, verflachen sich um so mehr und breiten sich um so stärker aus, je weiter sie vordringen. In Folge dessen nehmen die Temperaturschwankungen mit der Tiefe an Größe ab, an Dauer dagegen zu.

Der mittlere Betrag der täglichen Temperaturschwankungen in verschiedenen Bodenarten kann aus folgender Tabelle entnommen werden, in welcher der Raumerparniß wegen nur die 4jährigen Mitteltemperaturen der meteorologischen Jahreszeiten für die Beobachtungsstunden Morgens 8 Uhr und Abends 5 Uhr enthalten sind.

Mittlere Bodentemperaturen (Morgens 8 Uhr und Abends 5 Uhr) und durchschnittliche Größe der täglichen Temperaturschwankungen in Mitnchen.

Tab. V. (Vierjährige Mittel.)

Tiefen.	Winter.		Frühjahr.		Sommer.		Herbst.		Jahresmittel.			
	Morgens	Abends	Morgens	Abends	Morgens	Abends	Morgens	Abends	Morgens	Abends	Differenz	
a) Feinkörniger Quarzsand.												
In der Oberfläche	-0,66	0,59	6,07	13,55	7,48	23,60	9,06	5,86	9,79	6,45	11,80	5,35
15 cm	-0,34	0,45	6,55	10,93	4,88	22,79	7,03	7,07	10,08	7,26	11,06	3,80
30 »	0,67	0,72	8,12	9,23	1,11	17,68	1,41	8,76	9,34	8,81	9,59	0,79
60 »	1,71	1,69	8,04	7,78	-0,31	17,95	0,32	10,19	10,03	9,47	9,27	-0,20
90 »	2,66	2,64	7,34	7,44	0,10	16,76	0,00	10,90	10,86	9,42	9,42	0,00
Mittel	0,81	1,22	7,22	9,99	2,77	16,54	3,43	8,16	10,02	8,28	10,23	1,95
b) Grobkörniger Quarzsand.												
In der Oberfläche	-0,75	0,79	6,22	13,58	7,36	24,14	9,51	6,45	10,35	6,64	12,21	5,57
15 cm	-0,38	0,48	6,22	11,67	5,45	22,67	6,90	7,25	10,09	7,22	11,23	4,01
30 »	0,63	0,39	8,07	9,41	1,34	19,76	2,01	8,78	9,30	8,81	9,84	1,03
60 »	1,51	1,48	8,47	7,94	-0,53	17,63	-0,39	10,08	9,94	9,52	9,25	-0,27
90 »	2,35	2,36	7,48	7,52	0,04	17,11	0,00	10,72	10,67	9,42	9,42	0,00
Mittel	0,67	1,20	7,29	10,02	2,73	16,66	3,60	8,65	10,07	8,32	10,39	2,07

Tiefen.	Winter.				Frühjahr.				Sommer.				Herbst.				Jahresmittel.	
	Mor-	Abends	Diffe-	Mor-	Mor-	Abends	Diffe-	Mor-	Mor-	Abends	Diffe-	Mor-	Mor-	Abends	Diffe-	Mor-	Diffe-	
	gens		renz		gens		renz		gens		renz		gens		renz			gens
In der Oberfläche	-0,59	0,70	1,29	7,57	13,23	5,66	15,74	22,76	7,02	6,33	9,59	3,26	7,27	11,87	4,60			
15 cm	-0,67	-0,02	0,65	5,88	11,33	5,45	15,10	21,59	6,79	6,40	9,15	2,75	6,68	10,59	3,91			
30 »	0,84	1,17	0,33	8,19	8,78	0,59	17,49	18,77	1,28	8,92	8,92	0,00	8,86	9,41	0,55			
60 »	1,73	1,73	0,00	7,36	7,40	0,04	17,50	17,28	-0,22	10,07	9,97	-0,10	9,16	9,09	-0,07			
90 »	2,72	2,71	0,00	6,89	6,94	0,05	16,43	16,52	0,09	10,86	10,80	-0,06	9,22	9,24	0,02			
Mittel	0,81	1,26	0,45	7,18	9,54	2,36	16,45	19,44	2,99	8,52	9,69	1,17	8,24	10,04	1,80			

e) Mittelkörniger Kalksand.

d) Lehm.

In der Oberfläche	-0,62	0,24	0,86	5,89	11,27	5,38	15,08	21,14	6,06	5,94	9,00	3,06	6,59	10,41	3,82		
15 cm	0,04	0,26	0,22	6,50	9,19	2,69	16,02	19,71	3,69	7,95	9,14	1,19	7,68	9,57	1,94		
30 »	0,77	0,65	-0,12	7,57	8,24	0,67	16,87	17,89	1,02	8,77	9,10	0,33	8,49	8,97	0,48		
60 »	1,89	1,88	-0,01	7,30	7,29	-0,01	17,07	16,32	-0,15	10,30	10,23	-0,07	9,14	9,08	-0,06		
90 »	2,93	2,92	-0,01	6,71	6,79	0,08	16,01	16,03	0,02	10,96	10,92	-0,04	9,15	9,16	0,01		
Mittel	1,00	1,19	0,19	6,79	8,56	1,77	16,21	18,34	2,13	8,98	9,68	0,70	8,20	9,44	1,24		

e) Moorerde.

In der Oberfläche	-0,26	0,06	0,32	5,77	9,29	3,52	16,63	21,44	4,81	7,68	9,88	1,75	7,44	10,04	2,60		
15 cm	0,52	0,54	0,02	6,46	7,02	0,56	18,57	19,38	0,81	9,43	9,24	0,19	8,71	9,05	0,31		
30 »	1,46	1,44	-0,02	6,51	6,43	-0,08	18,83	18,90	0,07	10,84	10,67	-0,17	9,41	9,36	-0,05		
60 »	2,96	2,94	-0,02	6,00	6,07	0,07	18,66	18,68	0,02	18,03	12,97	-0,06	10,16	10,17	0,01		
90 »	4,55	4,54	-0,01	5,52	5,56	0,04	16,47	16,61	0,14	13,56	13,52	-0,04	10,03	10,05	0,02		
Mittel	1,84	1,90	0,06	6,05	6,87	0,82	17,83	19,00	1,17	10,89	11,16	0,27	9,16	9,78	0,57		

Unterziehen wir obige Zahlen und die Mittelwerthe der Tab. IIa einer genaueren Prüfung, so läßt sich leicht der Nachweis liefern, daß sowohl der Erwärmungsgrad der Böden an der Oberfläche, als auch die Größe der Temperaturschwankungen (Amplituden) in innigem Zusammenhange mit der Wasserkapazität derselben stehen. Diejenigen Erdarten, welche sich durch großes Wasserfassungsvermögen auszeichnen und die geringsten Sickerwassermengen liefern, erwärmen sich gemäß ihrer großen Wärmekapazität und der Verdunstungskälte des Wassers an der Oberfläche viel langsamer und schwächer, besitzen auch ein geringeres Wärmeausstrahlungsvermögen und lassen keine so bedeutenden Temperaturschwankungen erkennen als die Bodenarten mit geringer wasserhaltender Kraft und großer Durchlässigkeit.

So erklärt es sich, daß Moorböden im Frühjahr unter allen Erdarten am kältesten bleiben und die geringsten Wärmeschwankungen zeigen. Im Sommer absorbiren sie aber wegen ihrer dunkeln Farbe um so mehr Wärme, je stärker sie in den obersten Schichten austrocknen. Dieser Eigenschaft wegen nehmen sie bis zu 60 cm Tiefe im Sommer einen durchschnittlich höheren Temperaturgrad an als selbst die Quarzsandböden. Die Differenz zwischen der oberen wärmsten und der kältesten Stufe in 90 cm Tiefe beträgt im Sommer im Mittel $2,5^{\circ}$, im Frühjahr $2,0^{\circ}$. Während der kälteren Jahreszeit ist der Wärmeverlust durch Ausstrahlung viel geringer als bei den trocknen Mineralböden, und wegen der gleichzeitigen schlechten Wärmeleitung des Moorbodens bleibt er im Herbst und Winter viel wärmer als alle anderen Erdarten. Im Herbst steht das Thermometer im Moorboden in 90 cm Tiefe durchschnittlich um 5° , im Winter um $4,6^{\circ}$ höher als in der Oberfläche. Ebenso sind die Temperaturschwankungen in keinem Boden so gering als in feuchter Moor- und Torferde. Die größten täglichen Temperaturänderungen treten selbstverständlich in der Oberfläche auf und betragen zwischen Morgens und Abends durchschnittlich

im Sommer	$4,81^{\circ}$
„ Frühjahr	$3,52^{\circ}$
„ Herbst	$1,75^{\circ}$
„ Winter	$0,32^{\circ}$

Wegen der schlechten Leitungsfähigkeit der Moorerde sind die täglichen Oscillationen schon in 15 cm Tiefe so unbedeutend, daß sie im

Mittel im Sommer nur $0,8^{\circ}$, im Frühjahr $0,6^{\circ}$, im Herbst $0,2^{\circ}$ und im Winter $0,02^{\circ}$ erreichen. Die Fortpflanzung der täglichen Temperatur-extreme von der Oberfläche nach der Tiefe verzögert sich bei Moorerde in einer Weise, daß das in der Oberfläche zur Mittagszeit auftretende Maximum in 30 cm Tiefe erst Nachts oder am anderen Morgen, das um Sonnenaufgang ausgebildete Minimum erst Abends sich geltend macht, weshalb Moorboden in 30 cm Tiefe Morgens in der Regel etwas wärmer ist als Abends.

Trocknet Moorerde in den obersten Schichten mehr oder weniger aus, so ist ihr Verhalten zur Wärme ganz anders als im feuchten Zustande. Sie besitzt dann eine viel größere Wärmeabsorption, aber auch ein stärkeres Wärmeausstrahlungsvermögen und eine schlechtere Leitungsfähigkeit. Diese veränderten Eigenschaften bewirken, daß sie sich in diesem Falle an hellen Tagen durch Insolation viel bedeutender erwärmt, in klaren Nächten aber auch mehr erkaltet, und somit in der Oberfläche größere tägliche Temperaturschwankungen zeigt als alle Mineralböden. So erklärt es sich, daß auf entwässerten Moorböden bei trockener Witterung und hellem Himmel verheerende Spätfröste häufig noch im Juni, Frühfröste nicht selten schon im August vorkommen. Wegen der schlechten Wärmeleitung der Moorerde dringen aber selbst im Winter die Fröste in diesen Boden nicht so tief ein als in andere Erdarten.

Bedeckt man, wie es bei der *Rimpau*'schen Moordammkultur geschieht, den entwässerten und mit Mineraldünger versehenen Moorboden mit einer etwa 10 cm hohen Sandschichte, so wird die nächtliche Wärmeausstrahlung und damit auch die Bildung der Fröste vermindert.

Die feuchten Lehmböden, noch mehr aber die schweren nassen Thonböden stehen bezüglich ihres Verhaltens zur Wärme den Moorböden am nächsten. Sie erwärmen sich im Frühjahr ebenfalls sehr langsam, doch etwas schneller und stärker als diese, bleiben aber im Sommer wegen der großen Wärmekapazität des Wassers und in Folge des Wärmeverbrauches bei der Verdunstung desselben kälter als alle anderen Böden. Die zur Nässe geeigneten Thonböden übertreffen in dieser Beziehung selbstverständlich die Lehmböden. Das Ausstrahlungs- und Leistungsvermögen derselben ist grösser als bei Moorerde; sie erkalten deshalb im Herbst und Winter stärker als diese, bleiben aber wärmer als Kalksand- und Quarzsandböden. Die Bodenkrume (von 0—90 cm

Tiefe) ist bei Lehm Boden im Sommer durchschnittlich um $1,14^{\circ}$, im Herbst um $1,78^{\circ}$, im Winter um $0,78^{\circ}$ kälter, im Frühjahr dagegen um $1,24^{\circ}$ wärmer als bei (entwässertem) Moorboden.

Die täglichen Temperaturextreme erreichen im Lehm Boden einen höheren Betrag und dringen tiefer ein als bei der Moorerde, verspäten sich aber doch in einer Weise, daß auch diese Böden in 60 cm Tiefe Morgens etwas wärmer sind als Abends. In 90 cm machen sich tägliche Temperaturschwankungen nicht mehr bemerkbar.

Mittelkörniger Kalksand besitzt eine geringere wasserfassende Kraft, geringere Wärmekapazität, aber größeres Ausstrahlungsvermögen und bessere Leitungsfähigkeit, als Lehm. Die Erwärmung im Frühjahr und Sommer erfolgt deshalb beträchtlich schneller und stärker, die Erkaltung im Herbst und Winter ist bedeutender, und in Folge dessen die mittlere Jahrestemperatur nur um ca. $0,3^{\circ}$ höher als bei Lehm. Durch die intensivere Erwärmung der Bodenoberfläche am Tage und stärkere Abkühlung derselben bei Nacht werden, im Verein mit der besseren Wärmeleitung dieser Erde, größere tägliche Temperaturschwankungen bis zu 30 cm Tiefe veranlaßt, die aber in 90 cm wieder nahezu vollständig verschwinden.

Grob- und feinkörniger Quarzsand mit ihrer großen Wasserdurchlässigkeit verhalten sich gegen Wärme insofern verschieden, als das grobkörnige Material eine etwas bessere Erwärmungs- und Leitungsfähigkeit besitzt, als das feinkörnige. Der Unterschied ist jedoch so unbedeutend, daß er vom praktischen Standpunkte aus unberücksichtigt bleiben kann.

Unsere Beobachtungen weisen ziffernmäßig nach, daß Quarzsand unter allen Bodenbestandtheilen die geringste Wärmekapazität, das größte Ausstrahlungsvermögen und die beste Leitungsfähigkeit besitzt¹⁾. Aus diesem Grunde erwärmen sich Sandböden im Frühjahr schneller und stärker als alle anderen Bodenarten und übertreffen in dieser Beziehung namentlich die nassen oder feuchten Moor-, Thon- und Lehmböden.

¹⁾ Obgleich das Wasser ein besserer Wärmeleiter als die Luft ist, so geht doch aus unseren Beobachtungen hervor, daß das Leitungsvermögen eines Bodens in erster Linie von seiner Zusammensetzung abhängt. Unter den Hauptbestandtheilen des Bodens leitet Quarzsand die Wärme am besten, dann folgt Kalksand, Lehm, Thon und zuletzt Moorerde oder Humus.

Aus der leichten Erwärmungsfähigkeit und dem relativ guten Leitungsvermögen des Quarzsandes erklärt es sich, warum diese Böden im Sommer bis zu 60 cm Tiefe nahezu ebenso warm, in größeren Tiefen sogar noch wärmer werden als die Moorböden. Die starke Ausstrahlung des Quarzsandes im Herbst und Winter bewirkt, daß Sandböden während dieser Jahreszeiten auch in größeren Tiefen kälter sind als alle anderen Bodenarten.

Grobkörniger Sandboden war in 90 cm Tiefe im 4jährigen Mittel kälter als

	im Herbst um	im Winter um
Moorboden	2,74°	2,20°
Lehmboden	0,52°	0,56°
Kalksandboden	0,52°	0,35°.

Die mittlere Jahrestemperatur der Bodenkrume (von 0—90 cm Tiefe) ist bei Quarzsand und Moorerde nahezu gleich, bei Kalksand um 0,3° und bei Lehm um 0,5° geringer als bei Sand.

Entsprechend der starken Erwärmung am Tage und der großen Abkühlung in der Nacht, sind bei Sandböden die täglichen Wärmeunterschiede im Frühjahr, Sommer und Herbst bedeutender, als bei den anderen Bodenconstituenten. Die tägliche Amplitude erreicht in der Oberfläche im Frühjahr eine durchschnittliche Höhe von 7,4°, im Sommer von 9,3°, im Herbst von 3,9°; selbst in 60 cm Tiefe beträgt sie noch 0,3 bis 0,5°.

Die starke Abkühlung der Sandböden in hellen Nächten wird auch durch die bekannte Erfahrung bestätigt, daß diese Bodenarten bei feuchter Luft zur Thaubildung besonders geneigt sind und nur von trockenen Moor- und Humusböden übertroffen werden.

An der Hand obigen Zahlenmaterials ist der Nachweis geliefert, daß bei uns in allen Mineralböden schon von 60 cm Tiefe an die Tagesschwankungen der Temperatur nur noch in sehr geringem Maße zum Ausdruck kommen, in Moorböden sogar schon in 30 cm Tiefe sehr unbedeutend sind. Die 9jährigen Beobachtungen zu Hirschhorn im Fichtelgebirge (1882—1890) lehren, daß die Temperatur des Bodens in 120 cm Tiefe — den Jahreszeiten entsprechend — Morgens und Abends stets gleich war und im Jahresmittel 6,52° betrug, während sich als mittlere

Jahrestemperatur der Luft $5,35^{\circ}$ ergab. Aus diesen und anderen Beobachtungen ergibt sich, daß die Jahresmittel der Bodentemperatur in 1 m Tiefe durchschnittlich um 1° höher sind als jene der Lufttemperatur. Ebenso können wir aus obigen Erfahrungen den Schluß ziehen, daß bei Bodentemperatur-Messungen in Tiefen von über 80 cm, bei Moorböden sogar schon von 60 cm an, einmalige tägliche Ablesungen der Thermometer zur Erlangung richtiger Mittelwerthe vollkommen genügen.

Absolute Extreme der Boden- und Lufttemperaturen in München.

Tab. VIa. A. Höchste und tiefste beobachtete Temperaturen in den einzelnen Jahren.

Jahre.	Maxi- mum.		Eintrittszeit von		Maxi- mum.		Eintrittszeit von		Maxi- mum.		Eintrittszeit von				
	Mini- mum.	Ampli- tude.	Maxi- mum.	Mini- mum.	Maxi- mum.	Mini- mum.	Maxi- mum.	Mini- mum.	Maxi- mum.	Mini- mum.	Maxi- mum.	Mini- mum.			
Rother feinkörniger Quarzsand.															
Auf der Bodenoberfläche.															
1881	56,0	-21,8	77,8	17. Juli	25. Jan.	85,1	-12,6	47,7	20. Juli	28. Jan.	33,8	-10,2	44,0	20. Juli	28. Jan.
1882	56,0	-19,2	75,2	20. »	4. Febr.	34,0	-9,8	43,8	15. »	4. Febr.	31,2	-8,8	40,0	20. »	4. Febr.
1883	56,4	-19,0	75,4	4. »	25. Jan.	36,0	-8,0	44,0	8. »	9. Jan.	32,0	-4,8	36,8	4. »	18. Jan.
1884	60,0	-16,0	71,4	16. »	30. Dez.	37,2	-4,6	41,8	16. »	3. »	33,8	-1,6	35,4	16. »	3. Dez.
Mittel .	57,1	-19,0	76,1			35,6	-8,7	44,3			32,7	-6,3	39,0		
In der Bodenoberfläche.															
In 15 cm Tiefe.															
1881	28,0	-6,4	34,4	20. Juli	23. Jan.	23,7	-1,6	25,3	21. Juli	26. Jan.	21,2	0,8	20,4	21. Juli	30. Jan.
1882	24,6	-4,7	29,3	21. »	6. Febr.	20,8	-1,1	21,9	21. »	13. Febr.	19,0	0,0	19,0	22. »	1. März
1883	25,8	-2,3	28,1	4. »	26. Jan.	22,2	0,4	21,8	7. »	27. Jan.	20,2	1,5	18,7	14. »	28. Jan.
1884	27,3	0,6	26,7	17. »	4. »	23,3	1,5	22,8	17. »	28. »	20,7	2,3	18,4	18. »	30. »
Mittel .	26,4	-3,2	29,6			22,6	-0,1	22,8			20,3	1,2	19,1		
In 90 cm Tiefe.															
Auf der Bodenoberfläche.															
In 15 cm Tiefe.															
1881	58,0	-19,8	77,8	6. Juli	23. Jan.	36,4	-10,0	46,4	6. Juli	23. Jan.	33,2	-9,0	42,2	20. Juli	28. Jan.
1882	54,8	-19,8	74,6	16. »	4. Febr.	34,4	-8,6	43,0	16. »	5. Febr.	30,5	-7,8	36,3	20. »	12. Febr.
1883	58,0	-16,0	74,0	13. »	25. Jan.	37,8	-6,9	44,7	3. »	9. Jan.	32,6	-4,2	36,8	4. »	13. Jan.
1884	55,0	-15,6	65,4	16. »	19. Febr.	38,6	-4,8	43,4	16. »	19. Febr.	32,6	-2,0	34,6	17. »	19. Febr.
Mittel .	56,4	-17,8	74,2			36,8	-7,6	44,4			32,2	-5,7	37,9		
In der Bodenoberfläche.															
In 15 cm Tiefe.															
1881	28,0	-6,4	34,4	20. Juli	23. Jan.	23,7	-1,6	25,3	21. Juli	26. Jan.	21,2	0,8	20,4	21. Juli	30. Jan.
1882	24,6	-4,7	29,3	21. »	6. Febr.	20,8	-1,1	21,9	21. »	13. Febr.	19,0	0,0	19,0	22. »	1. März
1883	25,8	-2,3	28,1	4. »	26. Jan.	22,2	0,4	21,8	7. »	27. Jan.	20,2	1,5	18,7	14. »	28. Jan.
1884	27,3	0,6	26,7	17. »	4. »	23,3	1,5	22,8	17. »	28. »	20,7	2,3	18,4	18. »	30. »
Mittel .	26,4	-3,2	29,6			22,6	-0,1	22,8			20,3	1,2	19,1		

Grauer grobkörniger Quarzsand.

Auf der Bodenoberfläche.

In 15 cm Tiefe.

1881	58,0	-19,8	77,8	6. Juli	23. Jan.	36,4	-10,0	46,4	6. Juli	23. Jan.	33,2	-9,0	42,2	20. Juli	28. Jan.
1882	54,8	-19,8	74,6	16. »	4. Febr.	34,4	-8,6	43,0	16. »	5. Febr.	30,5	-7,8	36,3	20. »	12. Febr.
1883	58,0	-16,0	74,0	13. »	25. Jan.	37,8	-6,9	44,7	3. »	9. Jan.	32,6	-4,2	36,8	4. »	13. Jan.
1884	55,0	-15,6	65,4	16. »	19. Febr.	38,6	-4,8	43,4	16. »	19. Febr.	32,6	-2,0	34,6	17. »	19. Febr.
Mittel .	56,4	-17,8	74,2			36,8	-7,6	44,4			32,2	-5,7	37,9		

	In 30 cm Tiefe.			In 60 cm Tiefe.			In 90 cm Tiefe.						
1881	28,8	- 6,8	35,6	24,0	- 1,8	25,8	21. Juli	26. Jan.	21,3	0,4	20,9	9. Aug.	2. Febr.
1882	25,0	- 5,5	80,5	20,7	- 1,5	22,2	21. »	6. Febr.	19,6	0,0	19,6	22. Juli	14. »
1883	26,4	- 0,2	26,6	22,2	0,2	22,0	7. »	27. Jan.	20,7	1,3	19,4	14. »	28. Jan.
1884	27,6	0,8	26,8	22,9	1,2	21,7	18. »	22. Febr.	21,4	2,1	19,3	18. »	1. Febr.
Mittel .	26,9	- 2,9	29,8	22,5	- 0,5	23,0			20,7	0,9	19,8		8. Jan.

Kalksand.

	Auf der Bodenoberfläche.			In der Bodenoberfläche.			In 15 cm Tiefe.						
1881	58,0	- 19,8	77,8	37,0	- 10,6	47,6	5. Juli	28. Jan.	36,6	- 8,6	45,2	20. Juli	23. Jan.
1882	52,4	- 19,8	72,2	35,4	- 7,6	43,0	15. »	4. Febr.	30,9	- 7,2	38,1	20. »	12. Febr.
1883	53,2	- 19,5	72,7	38,6	- 8,8	47,4	3. »	9. Jan.	33,4	- 4,8	38,2	4. »	13. Jan.
1884	57,0	- 15,0	68,7	33,6	- 5,6	39,2	10. Aug.	19. Febr.	33,6	- 3,3	37,4	17. »	19. Febr.
Mittel .	55,2	- 18,5	73,7	36,2	- 8,2	44,3			33,6	- 6,1	39,7		

	In 30 cm Tiefe.			In 60 cm Tiefe.			In 90 cm Tiefe.						
1881	28,3	- 4,6	32,9	24,0	- 0,2	24,2	21. Juli	1. Febr.	20,8	0,8	20,0	23. Juli	31. Dez.
1882	20,7	- 4,2	24,9	20,4	- 1,5	21,9	21. »	18. »	18,7	0,2	18,5	24. »	14. Febr.
1883	23,4	- 1,5	24,9	21,7	0,6	21,1	7. »	26. Jan.	19,3	1,5	17,8	14. »	14. »
1884	25,2	0,3	24,9	22,7	1,3	21,4	18. »	22. Febr.	20,4	2,2	18,2	18. »	28. »
Mittel .	24,4	- 2,5	26,9	22,2	0,0	22,2			19,8	1,1	18,7		

Lehm.

	Auf der Bodenoberfläche.			In der Bodenoberfläche.			In 15 cm Tiefe.						
1881	54,0	- 21,6	75,6	32,2	- 8,6	40,8	6. Juli	23. Jan.	30,2	- 6,0	36,2	20. Juli	23. Jan.
1882	54,8	- 19,2	74,0	30,2	- 8,2	38,4	16. »	12. Febr.	24,4	- 4,0	28,4	20. »	4. Febr.
1883	48,0	- 19,0	67,0	33,4	- 4,6	38,0	4. »	9. Jan.	28,4	- 2,2	30,6	11. »	13. Jan.
1884	53,6	- 15,2	65,0	33,0	- 4,2	37,2	16. »	3. Dez.	28,4	- 1,4	29,8	16. »	3. »
Mittel .	52,6	- 18,7	71,4	32,2	- 6,4	38,6			27,8	- 3,4	31,2		

Jahre.	Maxi- mum.		Eintrittszeit von		Mini- mum.		Eintrittszeit von		Maxi- mum.		Mini- mum.		Eintrittszeit von	
	Maxi- mum.	Ampli- tude.	Maxi- mum.	Mini- mum.	Maxi- mum.	Mini- mum.	Maxi- mum.	Mini- mum.	Maxi- mum.	Mini- mum.	Maxi- mum.	Mini- mum.	Maxi- mum.	Mini- mum.
	In 30 cm Tiefe.													
1881	26,3	- 3,7	22,4	0,3	22,7	21. Juli	27. Jan.	19,8	1,1	18,7	23. Juli	1. Febr.		
1882	21,7	- 2,6	19,3	- 0,2	19,5	22. »	13. Febr.	17,8	0,6	17,2	25. »	21. »		
1884	23,4	- 0,9	20,5	0,8	19,7	4. »	26. Jan.	18,8	1,7	17,1	14. »	27. Jan.		
1884	24,6	0,0	21,6	1,4	20,2	17. »	20. Febr.	19,6	2,3	17,3	19. »	3. Febr.		
Mittel .	24,0	- 1,8	20,9	0,4	20,5			19,0	1,4	17,6				

Moorende.

Auf der Bodenoberfläche.														
In der Bodenoberfläche.														
In 15 cm Tiefe.														
Jahre.	Maxi- mum.		Eintrittszeit von		Mini- mum.		Eintrittszeit von		Maxi- mum.		Mini- mum.		Eintrittszeit von	
	Maxi- mum.	Ampli- tude.	Maxi- mum.	Mini- mum.	Maxi- mum.	Mini- mum.	Maxi- mum.	Mini- mum.	Maxi- mum.	Mini- mum.	Maxi- mum.	Mini- mum.	Maxi- mum.	Mini- mum.
	In 30 cm Tiefe.													
1881	58,0	- 18,6	31,3	- 6,4	37,7	20. Juli	23. Jan.	27,9	- 1,8	29,7	21. Juli	25. Jan.		
1882	55,2	- 20,2	27,2	- 5,5	32,7	16. »	4. Febr.	24,4	- 3,6	28,0	22. »	13. Febr.		
1883	58,6	- 19,0	30,4	- 4,0	34,4	13. »	25. Jan.	23,6	- 0,6	24,2	4. »	25. Jan.		
1884	62,4	- 16,2	29,4	- 1,6	31,0	4. »	30. Dez.	25,4	0,2	25,2	17. »	29. Jan.		
Mittel .	58,5	- 18,6	29,6	- 4,4	33,9			25,3	- 1,5	26,8				
	In 60 cm Tiefe.													
1881	26,0	0,2	24,1	1,2	22,9	12. Aug.	13. März	20,6	2,3	18,3	31. Juli	12. März		
1882	21,7	- 1,2	20,9	0,3	20,6	22. »	13. Febr.	18,4	1,8	16,2	30. »	5. »		
1883	22,3	0,2	20,9	1,5	19,4	10. »	13. März	18,3	2,4	15,9	31. »	14. »		
1884	23,7	0,6	21,4	2,1	19,3	18. »	2. »	19,0	3,1	15,9	21. Aug.	3. »		
Mittel .	23,4	0,0	21,8	1,3	20,5			19,1	2,4	16,7				

Absolute Extreme der Lufttemperatur in München.

Jahre.	Maximum.		Minimum.		Ampli- tude.		Eintrittszeit von		Maximum.		Minimum.		Eintrittszeit von	
	Maximum.	Minimum.	Maximum.	Minimum.	Maximum.	Minimum.	Maximum.	Minimum.	Maximum.	Minimum.	Maximum.	Minimum.	Maximum.	Minimum.
1881	34,1	- 20,4	54,5	6. Juli	1883	31,2	- 15,8	47,0	13. Juli	25. Jan.				
1882	29,5	- 12,7	42,2	16. »	1884	32,5	- 17,9	50,4	16. »	9. Dez.				
					Mittel .	31,8	- 16,7	48,5						

B. Höchste und tiefste beobachtete Temperaturen auf der Bodenoberfläche und in der Luft zu München in den einzelnen Monaten.

Tab. VIa. (Vierjährige Mittel von 1881 bis 1884.)

Monate und Jahreszeiten.	Absolute Maxima und Minima der Luft in München zur gleichen Zeit.			Rother feinkörniger Quarzsand.			Grauer grobkörniger Quarzsand.			Mittelkörniger Kalksand.			Kalkhaltiger Lehm.			Moorerde.			
	Maximum.	Minimum.	Amplitude.	Maximum.	Minimum.	Amplitude.	Maximum.	Minimum.	Amplitude.	Maximum.	Minimum.	Amplitude.	Maximum.	Minimum.	Amplitude.	Maximum.	Minimum.	Amplitude.	
	tude.	tude.	tude.	tude.	tude.	tude.	tude.	tude.	tude.	tude.	tude.	tude.	tude.	tude.	tude.	tude.	tude.	tude.	
Dezember . . .	9,8	-12,4	22,2	10,2	-11,5	21,7	10,2	-10,8	21,0	10,8	-11,0	21,3	9,8	-10,9	20,7	10,8	-10,9	20,7	10,8
Januar . . .	11,0	-13,0	24,0	12,4	-15,4	27,8	12,4	-13,7	27,1	11,4	-14,7	26,1	11,3	-15,2	26,5	10,6	-14,4	26,5	10,6
Februar . . .	12,3	-9,4	21,7	22,0	-10,9	32,9	21,5	-12,7	34,2	18,0	-13,2	31,2	18,4	-12,2	30,6	17,5	-12,7	30,2	17,5
Winter . . .	11,0	-11,60	22,68	14,90	-12,60	27,50	14,70	-12,40	27,43	13,23	-12,97	26,20	13,17	-12,77	25,94	12,80	-12,67	25,47	12,80
März . . .	16,9	-6,6	23,5	32,6	-8,7	41,3	33,8	-7,4	41,2	31,7	-7,4	39,1	28,5	-7,8	36,3	27,6	-6,9	34,5	27,6
April . . .	20,2	-2,4	22,6	39,5	-4,9	44,4	39,0	-3,8	42,8	36,7	-4,7	41,4	36,1	-5,0	41,1	37,4	-2,5	39,9	37,4
Mai . . .	27,2	1,0	26,2	51,7	0	51,7	51,2	0	51,2	48,5	-0,3	48,8	46,2	-0,4	46,6	54,1	-0,5	54,6	54,1
Frühjahr . . .	21,43	-2,66	24,09	41,26	-4,53	45,79	41,33	-3,73	45,06	38,96	-4,13	43,09	36,93	-4,40	41,33	39,70	-3,80	43,0	39,70
Juni . . .	27,4	5,0	22,4	52,3	3,5	48,8	50,8	4,4	46,4	49,0	3,7	45,3	45,7	3,6	42,1	52,1	3,8	48,3	52,1
Juli . . .	31,8	7,5	24,3	57,1	5,9	51,2	56,4	6,5	49,9	55,1	6,1	49,0	50,9	6,0	44,9	58,8	6,0	52,0	58,8
August . . .	28,8	6,6	22,2	52,8	4,3	48,5	51,5	4,8	46,7	49,7	4,9	44,8	49,3	4,8	44,5	52,9	3,6	49,3	52,9
Sommer . . .	29,33	6,37	22,96	54,06	4,57	49,49	52,90	5,23	47,67	51,26	4,90	46,36	48,63	4,80	43,83	54,50	4,47	50,3	54,50
September . . .	24,6	2,0	22,6	44,6	1,5	43,1	42,7	1,8	40,9	40,1	0,7	39,4	40,6	0,8	40,3	43,1	0,5	43,6	43,1
Oktober . . .	18,3	-0,9	19,2	30,6	2,8	33,4	30,6	-2,9	33,5	29,3	-3,0	32,3	29,0	-2,9	31,9	27,4	-3,1	30,5	27,4
November . . .	14,4	-7,3	21,7	21,3	-7,8	28,6	19,6	-6,5	26,1	17,6	-7,4	25,0	19,5	-6,8	26,3	17,4	-6,9	24,3	17,4
Herbst . . .	19,10	-2,07	21,17	32,17	-2,86	35,03	30,97	-2,63	33,50	29,00	-3,23	32,23	29,70	-3,13	32,83	29,30	-3,16	32,46	29,30
Jahresmittel . . .	20,23	-2,49	29,45	35,59	-3,93	39,52	34,97	-3,36	38,33	33,11	-3,86	36,97	32,10	-3,87	35,97	34,07	-3,67	37,74	34,07

**Absolute Extreme der Boden- und Lufttemperatur in Hirschhorn
im Fichtelgebirge (777 m).**

Tab. VI b.

Jahre.	Absolutes Maximum.		Amplitude.	Eintrittszeit von		Absolutes Minimum.		Amplitude.	Eintrittszeit von		
	Maximum.	Minimum.		Maximum.	Minimum.	Maximum.	Minimum.		Maximum.	Minimum.	
	In der Bodenoberfläche.						In 15 cm Tiefe.				
1882	23,60	-6,10	29,70	16. Juli	11. Jan.	18,85	-3,65	22,50	21. Juli	3. Febr.	
1883	22,65	-7,50	30,15	13. »	7. Dez.	19,55	-3,60	23,15	13. »	25. Jan.	
1884	24,30	-8,50	32,80	13. »	2. »	20,45	-3,40	23,85	18. »	2. Dez.	
1885	25,60	-7,50	33,10	14. Juni	9. Jan.	20,40	-4,80	25,20	9. »	27. Jan.	
1886	22,60	-9,80	32,40	22. Juli	1. März	20,80	-5,40	26,20	22. »	23. Febr. und 4. März	
1887	24,70	-9,10	33,80	31. »	17. Febr.	22,50	-7,77	30,20	30. »	17. Febr.	
1888	20,45	-9,15	29,60	4. Juni	18. Jan.	18,05	-6,20	24,25	12. Aug.	18. Jan.	
1889	20,50	-5,75	26,25	11. Juli	4. »	20,65	-5,25	25,90	13. Juli	18. »	
1890	21,50	-5,50 ¹⁾	27,00	10. »	1. »	20,20	-3,50	23,70	17. »	12. »	
9jährige Mittel	22,88	-7,66	30,54			20,16	-4,83	25,00			
	In 30 cm Tiefe.						In 60 cm Tiefe.				
1882	17,60	-2,60	20,20	21. Juli	4. Febr.	15,30	0,04	15,26	22. Juli	1. März	
1883	18,90	-2,75	21,65	5. »	23. März	16,05	0,10	15,95	7. »	25. »	
1884	19,30	-1,60	20,90	18. »	3. Jan.	16,65	0,60	16,05	18. »	1. »	
1885	18,85	-1,20	20,05	21. »	27. »	16,85	0,70	16,15	21. »	1. »	
1886	19,20	-2,80	22,00	23. »	12. März	16,30	0,30	16,00	24. »	15. »	
1887	20,85	-3,45	24,30	31. »	19. Febr.	18,60	0,30	18,30	2. Aug.	29. »	
1888	17,75	-2,95	20,70	12. Aug.	1. März	14,70	0,30	14,40	28. Juni	4. »	
1889	20,60	-3,95	24,55	12. Juli	14. Febr.	17,60	-0,80	16,80	14. Juli	7. »	
1890	18,65	-2,00	20,65	17. »	2. März	16,80	0,10	16,70	20. Aug.	4. März und 23. März	
9jährige Mittel	19,19	-2,59	21,78			16,54	0,18	16,36			

¹⁾ In dem kalten Winter 1890/91 betrug das absolute Minimum:

in der Bodenoberfläche	-10,60 (17. Jan. 1891),
» 15 cm	- 7,90 (17. » »),
» 30 cm	- 4,20 (19. » »),
» 60 cm	- 0,90 (20. » »),
» 90 cm	- 0,50 (23.—31. Jan. 1891),
» 120 cm	1,60 (25.—31. » »).

Jahre.	Absolutes Maximum.	Absolutes Minimum.	Amplitude.	Eintrittszeit von		Absolutes Maximum.	Absolutes Minimum.	Amplitude.	Eintrittszeit von	
				Maximum.	Minimum.				Maximum.	Minimum.
	In 90 cm Tiefe.				In 120 cm Tiefe.					
1882	13,70	1,00	12,70	26. Juli	1. März	12,10	2,00	10,00	27. Juli	1. März
1883	14,20	0,70	13,50	15. »	23. » und 1. April	12,80	1,50	10,80	17. »	11. April
1884	14,75	1,20	13,55	19. »	1. März	12,90	2,00	10,90	16. Aug.	22. Febr. und 1. März
1885	15,20	1,20	14,00	22. »	25. Febr. und 1. März	13,30	2,00	11,30	24. Juli	26. Febr. und 1. März
1886	15,00	0,60	14,40	6. Sept.	28. Febr.	13,60	1,80	11,80	8. Sept.	28. » und 1. April
1887	16,20	1,00	15,20	3. Aug.	27. März	14,10	1,80	12,30	4. Aug.	31. März und 1. April
1888	13,05	0,90	12,10	16. »	6. April	12,00	1,50	10,50	17. »	3. »
1889	15,10	0,20	14,90	15. Juli	16. März	13,20	0,90	12,30	16. Juli	30. »
1890	14,60	0,60	14,00	23. Aug.	22. » und 24. März	13,30	1,40	11,90	22. Aug.	17. » und 26. Aug.
9 jährige Mittel	14,64	0,82	13,82			12,89	1,66	11,23		

Absolute Extreme der Lufttemperatur.

Jahre.	Maximum.	Minimum.	Amplitude.	Eintrittszeit von	
				Maximum.	Minimum.
1882	29,50	-16,20	45,70	16. Juli	3. Dez.
1883	30,00	-19,00	49,00	4. »	6. »
1884	31,50	-21,00	52,50	13. »	2. »
1885	30,60	-19,30	49,90	29. Juni	13. »
1886	31,50	-21,80	53,30	21. Mai	1. März
1887	32,80	-19,00	51,80	31. Juli	27. Dez.
1888	28,80	-21,00	49,80	19. Mai	4. März
1889	30,00	-21,00	51,00	11. Juli	14. Febr.
1890	30,50	-20,00	50,50	16. »	2. März
9 jährige Mittel	30,58	-19,81	50,39		

Diese Tabellen führen zunächst zu dem überraschenden Resultate, daß auch in unseren Breiten die Bodenoberfläche im Sommer bei starker Insolation Temperaturen annimmt, die man nur in südlichen warmen Ländern erwarten sollte. In München (529 m) erreichten die absoluten Maxima auf der Bodenoberfläche im Juli folgende Werthe:

	Im 4jähr. Mittel.	Höchste beob. Temperatur.
auf Moorerde	58,5°	62,4° (1884),
> feink. rothen Quarzsand	57,1°	60,0° (1884),
> grobk. grauen Quarzsand	56,4°	58,0° (1881 u. 1883),
> Kalksand	55,2°	58,0° (1881),
> Lehm	52,6°	54,8° (1881).

Die schwarze Moorerde erwärmt sich somit im Sommer auf der Oberfläche am stärksten, feuchter Lehm am schwächsten — ein Beweis, daß bei gleicher Wärmezufuhr die Absorption nicht nur von der Wärmekapazität und Farbe der Bodenbestandtheile, sondern auch vom Wassergehalt der Bodenoberfläche abhängt.

Aehnliche hohe Maximatemperaturen wurden in neuerer Zeit in verschiedenen Gegenden Mitteld Deutschlands beobachtet. So hat man z. B. in den schwarzgründigen Niederungen des Thüringer Beckens wiederholt 65°, in einzelnen Fällen sogar 67° an einem auf dem Boden liegenden, an seinem Gefäße dünn mit Erde überdeckten Maximumthermometer abgelesen¹⁾. In der tropischen Zone steigt das geschwärzte Vakuumthermometer auf der besonnten Bodenoberfläche bis über 80° C.

Im 4 jährigen Durchschnitt ergaben sich für die aus den Monatsmitteln berechneten absoluten Maxima in München auf der Bodenoberfläche folgende Jahrestemperaturen in absteigender Reihe:

auf rothen Quarzsand	35,6°,
> grauen	35,0°,
> Moorerde	34,1°,
> Kalksand	33,1°,
> Lehm	32,1°.

¹⁾ A. Kirchhoff. «Anleitung zur deutschen Landes- und Volksforschung». 1889. S. 157.

Die Maximatemperaturen auf der Oberfläche der Moorerde sind je nach dem größeren oder geringeren Wassergehalte derselben sehr verschieden. Im Herbst und Winter, bei größerem Feuchtigkeitsgrade, ist das absolute Maximum auf der Oberfläche derselben sogar etwas geringer als das auf Lehmboden, während es sich im Frühjahr dem des Quarzsandes nähert und im Sommer dasselbe sogar noch übertrifft.

Kalksand steht bezüglich seiner Erwärmungsfähigkeit auf der Oberfläche der trockenen Moorerde und dem Quarzsande nach, übertrifft aber den Lehm. Letzterer erwärmt sich während der Vegetationszeit auch auf der Oberfläche schwächer als alle anderen Erdarten, noch geringer ist die Erwärmungsfähigkeit des nassen Thonbodens. Im Herbst und Winter zeigt das Maximumthermometer auf Lehmboden durchschnittlich einen etwas höheren Stand als auf der feuchten Moorerde.

Die größte relative Wärmesteigerung auf der Bodenoberfläche findet im Monat Mai statt, wo die absolute höchste Temperatur im 4jährigen Mittel:

auf Moorerde	um	16,7°
› Quarzsand	›	12,2°
› Kalksand	›	11,8°
› Lehmboden	›	10,1°

mehr betrug als im Monat April.

Viel gleichmäßiger und geringer als die Wärmeabsorption ist das Wärmeausstrahlungsvermögen der verschiedenen Bodenarten. Die absoluten Minima machen sich auf der Bodenoberfläche durchschnittlich im Januar geltend. Sie erreichten im 4jährigen Mittel folgende Werthe:

auf rothem Quarzsand	—15,4°	größte beob. Kälte	—21,8°	(1881),
› Lehmboden	—15,2°	›	›	› —21,6° (1881),
› Kalksand	—14,7°	›	›	› —19,8° (1881),
› Moorerde	—14,4°	›	›	› —19,0° (1883),
› grauem Quarzsand	—13,7°	›	›	› —19,8° (1881).

Im Jahresdurchschnitt betragen die absoluten tiefsten Temperaturen auf der Oberfläche:

bei rothem Quarzsand	—3,9°
› Lehm	—3,9°

bei Kalksand	—3,8°,
› Moorerde	—3,7°,
› grauem Quarzsand	—3,8°.

Es ist nicht zu verkennen, daß in diesen beiden Zahlenreihen auch der Wärmeverlust zum Ausdruck kommt, welcher durch die Verdunstung des Wassers an der Bodenoberfläche veranlaßt wird. Sämmtliche feuchte Erdarten erkalten etwas stärker als der trockene grobkörnige Quarzsand. Die Unterschiede sind jedoch in den einzelnen Jahreszeiten sehr gering. Man ist deshalb zu dem Schlusse berechtigt, daß unter natürlichen Verhältnissen die verschiedene Zusammensetzung der Bodenarten auf die absoluten Minimatemperaturen an der Erdoberfläche nur einen geringen Einfluß hat.

Der Unterschied zwischen der absoluten höchsten Temperatur im Juli und der tiefsten im Januar (die größte Jahresamplitude) berechnet sich

bei Moorerde	auf 73,2°,
› rothem Quarzsand	› 72,5°,
› grauem	› 70,1°,
› Kalksand	› 69,8°,
› Lehm	› 66,1°,

während die größte Jahresamplitude zur gleichen Zeit in der Luft nur 44,8° erreichte, mithin 1,5mal geringer war als auf der Bodenoberfläche.

Vergleicht man in obiger Tabelle die Daten der höchsten und tiefsten Temperaturen auf der Bodenoberfläche mit den entsprechenden Werthen der Lufttemperatur, so zeigt sich sofort, daß die Bodenoberfläche am Tage sich viel stärker erwärmt und Nachts durch Wärmeausstrahlung mehr erkaltet als die darüber befindliche Luft. Im Frühjahr und Sommer ist das absolute Maximum auf der Erdoberfläche nahezu zweimal, im Herbst 1,8- und im Winter 1,2mal größer als das der Luft. Am geringsten sind die Abweichungen in den kältesten Monaten (Dezbr. und Jan.), wo das Maximumthermometer auf der Bodenoberfläche im Mittel nur 0 bis 1,5° höher steht. Die größten Differenzen kommen im Mai und Juli vor, wo die höchsten Temperaturen auf der Bodenoberfläche

bei Quarzsand und Moorerde	durchschnittlich 25°,
› Kalksand	23°,
› Lehm	19°

mehr betragen als in den unteren Luftschichten.

Die absoluten Minima sind im Frühjahr und Sommer ebenfalls nahezu zweimal, im Herbst $1\frac{1}{2}$ und im Winter 1,2 mal größer als in der Luft. Die geringsten Abweichungen finden sich wieder in den kältesten Monaten. Im Dezbr. war sogar das absolute Minimum auf der Oberfläche

des rothen Quarzsandes	um	0,9°
> grauen	>	1,2°
> Kalksandes	>	1,4°
> Lehms	>	1,5°
der Mooreerde	>	1,5°

höher als in der Atmosphäre.

Den höchsten Temperatur-Extremen entsprechend, betragen die größten Wärmeschwankungen auf der Bodenoberfläche im Sommer und Frühjahr nahezu das doppelte, im Herbst das $1\frac{1}{2}$ fache von jenen der freien Luft, während im Winter die Unterschiede sehr unbedeutend waren.

C. *Monatliche Mittel der Temperaturextreme auf der*

Tab. VII.

(Vierjährige

Monate und Jahreszeiten.	Luft in München.			Rother feinkörniger Quarzsand.			Grauer grobkörniger Quarzsand.		
	Maxi- mum.	Mini- mum.	Ampli- tude.	Maxi- mum.	Mini- mum.	Ampli- tude.	Maxi- mum.	Mini- mum.	Ampli- tude.
Dezember . . .	2,44	-2,49	4,93	3,47	-2,67	6,14	3,86	-2,67	6,03
Januar	1,61	-4,35	5,96	3,17	-6,11	9,28	2,70	-5,65	8,35
Februar	4,97	-2,49	7,46	9,52	-4,60	14,12	9,67	-4,14	13,81
Winter	3,01	-3,11	6,12	5,39	-4,46	9,85	5,24	-4,15	9,39
März	8,13	-0,46	8,59	16,17	-2,30	18,47	16,84	-1,63	18,47
April	11,66	2,13	9,53	24,67	-0,04	24,71	24,41	1,28	23,13
Mai	18,19	7,06	11,13	37,10	5,57	31,53	35,88	6,02	29,86
Frühjahr . . .	12,66	2,91	9,75	25,98	1,08	24,90	25,71	1,89	23,82
Juni	19,57	9,81	9,76	35,46	8,74	26,72	35,81	9,16	26,65
Juli	23,40	12,72	10,68	40,91	11,48	29,43	40,44	11,62	23,82
August	21,80	11,59	10,21	36,76	10,32	26,44	36,24	10,52	25,72
Sommer	21,59	11,37	10,22	37,71	10,18	27,53	37,49	10,43	27,06
September . .	17,72	8,70	9,02	29,00	7,94	21,06	28,33	7,87	20,46
Oktober	10,69	3,72	6,97	16,79	2,75	14,04	16,56	2,79	13,77
November . . .	6,54	0,29	6,25	8,60	-1,40	10,00	8,10	-0,99	9,09
Herbst	11,65	4,24	7,41	18,13	3,09	15,03	17,66	3,23	14,43
Jahresmittel	12,23	3,60	8,63	21,81	2,47	19,34	21,53	2,85	18,68

Selbst die mittleren Maxima erreichen im Juli auf der Oberfläche des

rothen feink. Quarzsandes noch 40,9°,
 grauen grobk. > > 40,4°,
 Moorbodens > > 39,8°,
 Kalksand > > 38,1°,
 Lehms > > 36,9°,
 in der Luft dagegen nur > 23,4°.

Die größten Temperaturunterschiede zwischen Bodenoberfläche und Luft kommen wieder im Frühjahr, speziell im Monat Mai vor, wo das mittlere Maximum auf der Oberfläche des Quarzsandes, des Kalksand und der Moorerde das der Luft um das Doppelte, auf der Oberfläche des Lehms um das 1,8 fache übertrifft.

Das Minimumthermometer zeigt den tiefsten mittleren Stand auf der Bodenoberfläche und in der Luft im Monat Januar. Derselbe betrug in 4 jährigen Mittel

Bodenoberfläche und in der Luft in München.

Mittel.)

Mittelkörniger Kalksand.			Kalkhaltiger Lehm.			Moorerde.		
Maximum.	Minimum.	Amplitude.	Maximum.	Minimum.	Amplitude.	Maximum.	Minimum.	Amplitude.
3,56	-2,56	6,12	3,38	-2,64	6,02	3,34	-2,02	5,36
2,21	-5,74	7,95	1,08	-5,94	7,02	1,98	-5,25	7,23
8,11	-4,07	12,18	8,29	-4,14	12,43	8,14	-3,86	12,00
4,68	-4,12	8,75	4,25	-4,24	8,49	4,49	-3,71	8,20
15,67	-2,04	17,71	14,81	-2,54	17,35	14,97	-1,40	16,37
23,20	0,86	22,34	22,93	0,04	22,89	22,65	0,76	21,89
34,96	5,62	29,34	32,72	5,26	27,46	35,92	5,20	30,72
24,61	1,48	23,13	23,49	0,92	22,57	24,51	1,52	22,90
33,98	9,06	24,92	32,99	8,69	24,30	34,39	8,79	25,60
38,06	11,87	26,19	36,86	11,71	25,15	39,78	11,53	28,25
35,69	10,32	25,37	33,95	10,16	23,79	36,26	9,58	26,68
35,91	10,42	25,49	34,60	10,19	24,41	36,81	9,97	26,84
26,90	7,50	19,40	26,52	7,13	19,39	27,82	6,60	21,22
16,23	2,83	13,40	15,10	2,65	12,45	16,09	2,49	13,60
7,81	-1,18	8,99	8,13	-1,06	9,19	7,48	-1,14	8,62
16,98	3,05	13,93	16,58	2,90	13,68	17,13	2,65	14,48
20,53	2,70	17,83	19,73	2,44	17,29	20,74	2,61	18,13

- bei rothem feinem Quarzsand $-6,11^{\circ}$,
- » Lehm $-5,94^{\circ}$,
- » Kalksand $-5,74^{\circ}$,
- » grauem grobk. Quarzsand $-5,65^{\circ}$,
- » Moorerde $-5,25^{\circ}$,
- in der äußeren Luft $-4,35^{\circ}$.

Die mittleren Minimatemperaturen auf der Bodenoberfläche waren auch im Jahresdurchschnitt nur um 1° , höchstens $1\frac{1}{2}^{\circ}$ tiefer als in den unteren Luftschichten.

Die den mittleren Temperatur-Extremen entsprechenden Wärmeschwankungen sind sowohl auf der Bodenoberfläche als in der Luft im Monat Dezbr. am kleinsten; sie erreichten auf Quarzsand, Kalksand und Lehm im Mittel 6° , auf der Moorerde $5,4^{\circ}$ und in der Luft $4,9$. Die größten durchschnittlichen Temperaturschwankungen kommen auf der Bodenoberfläche im Mai vor; sie betragen:

- auf rothem Quarzsand $31,5^{\circ}$,
- » Moorerde $30,7^{\circ}$,

auf grauem Quarzsand	29,8°
» Kalksand	29,3°
» Lehm	27,4°

in der Luft dagegen nur 11 Grad.

Die größten mittleren Temperatur-Oscillationen auf der Bodenoberfläche waren im Frühjahr und Sommer $2\frac{1}{2}$ mal, im Herbst 2 mal, im Winter nur $1\frac{1}{2}$ mal größer als in der Luft.

Beim Uebergang der absoluten Temperatur-Extreme von der Bodenoberfläche in die Luft und in die tieferen Bodenschichten findet eine bedeutende Abschwächung derselben statt. Die absolute Größe dieser Verminderung hängt von der Wärmekapazität und von dem Leitungsvermögen, bezw. vom Wassergehalt der Bodenarten ab und nimmt mit der Tiefe erheblich zu. Besonders stark macht sich der abstumpfende Einfluß des Bodens von 30 cm an geltend. Eine Folge der Verminderung der Temperaturextreme ist, daß auch die Amplitude der Wärmeschwankungen um so kleiner wird, je tiefer man in den Boden eindringt. Die Moorerde schwächt als schlechter Wärmeleiter die Temperaturextreme stärker ab als alle anderen Erdarten. Den geringsten Einfluß übt der trockene grobkörnige Quarzsand aus. So betrug z. B. das absolute Maximum im 4jährigen Mittel

	bei feink. Quarzsand	grobk. Quarzsand	Kalksand	Lehm	Moorerde
auf der Bodenoberfläche	35,6°	35,0°	33,1°	32,1°	34,1°
in 30 cm Tiefe	13,7°	14,1°	12,7°	12,5°	11,6°

Daraus berechnet sich für je 100 Grad eine Abnahme der höchsten Temperatur von der Oberfläche bis zu 30 cm Tiefe

	in feink. Quarzsand	grobk. Quarzs.	Kalksand	Lehm	Moorerde
um	61,6°	59,8°	61,7°	61,1°	66,0°

Nicht nur das Temperatur-Maximum, sondern auch das Minimum wird im Moorboden am stärksten, im Quarzsandboden am geringsten abgeschwächt.

Den verminderten absoluten Temperatur-Extremen entsprechend, sind auch die Wärmeschwankungen im Moor- und Lehmboden geringer als in Kalk- und Quarzsand.

Nachstehende Zusammenstellungen geben näheren Aufschluß über den Grad der Abschwächung, welchen die absoluten Maxima und Minima auf der Bodenoberfläche bei ihrem Uebergang in die Luft und in den Boden, dann bei ihrem Vordringen bis zu 90 cm Tiefe in den einzelnen Jahreszeiten durchschnittlich erleiden.

Das absolute Temperatur - Maximum auf der Bodenoberfläche wird durchschnittlich um folgende Grade abgeschwächt:

Bodenarten.	Im Winter.		Im Frühjahr.			Im Sommer.			Im Herbst.			Im Jahr.			
	Beim Uebergang in die														
	Luft.	Boden- oberfläche.	90 cm Tiefe.	Luft.	Boden- oberfläche.	90 cm Tiefe.	Luft.	Boden- oberfläche.	90 cm Tiefe.	Luft.	Boden- oberfläche.	90 cm Tiefe.	Luft.	Boden- oberfläche.	90 cm Tiefe.
Rother Quarzsand.	3,9	8,7	11,0	19,9	19,0	31,7	24,7	20,9	35,1	13,1	15,0	19,0	15,4	15,9	24,2
Grauer Quarzsand.	3,7	8,4	11,2	19,9	18,7	31,4	23,6	18,6	33,7	11,8	13,3	17,8	14,8	14,7	23,6
Kalksand.	2,2	6,8	9,4	17,5	15,0	29,7	21,9	18,1	32,9	9,9	12,4	16,1	12,9	13,1	22,1
Lehm.	2,2	8,4	9,3	15,5	17,0	27,7	19,3	19,0	31,1	10,6	14,5	16,8	11,9	14,7	21,2
Moorerde.	1,8	10,4	7,3	18,3	24,3	32,3	25,2	27,0	37,0	10,2	15,1	14,1	13,9	19,2	22,7

Das absolute Minimum auf der Bodenoberfläche wird durchschnittlich um folgende Grade abgeschwächt:

Bodenarten.	Im Winter.		Im Frühjahr.			Im Sommer.			Im Herbst.			Im Jahr.			
	Beim Uebergang in die														
	Luft.	Boden- oberfläche.	90 cm Tiefe.	Luft.	Boden- oberfläche.	90 cm Tiefe.	Luft.	Boden- oberfläche.	90 cm Tiefe.	Luft.	Boden- oberfläche.	90 cm Tiefe.	Luft.	Boden- oberfläche.	90 cm Tiefe.
Rother Quarzsand.	1,0	6,7	14,5	1,9	5,4	9,3	1,8	4,6	10,4	0,8	4,3	11,7	1,4	5,3	11,5
Grauer Quarzsand.	0,8	8,2	14,1	1,1	4,7	8,6	1,2	4,5	10,0	0,3	4,1	11,1	0,8	5,2	11,0
Kalksand.	1,3	7,8	14,9	1,5	5,2	8,8	1,5	5,4	9,9	1,2	4,6	12,1	1,4	5,7	11,4
Lehm.	1,2	9,0	15,0	1,8	8,3	9,1	1,6	6,5	9,8	5,1	5,1	12,4	1,4	7,3	11,8
Moorerde.	1,1	10,4	16,7	0,7	5,6	7,5	1,9	7,8	10,5	6,9	6,9	14,8	1,2	7,7	12,4

Moor- und Lehmboden schwächen das absolute Temperaturmaximum beim Eindringen in die Bodenoberfläche stärker ab, als beim Uebertritt desselben in die Luft; mit anderen Worten: bei den feuchten Erdarten sind die absoluten Maxima in den obersten Bodenschichten im Vergleich zu den höchsten Lufttemperaturen stets geringer als bei den übrigen Erdarten. Moorerde übertrifft in dieser Beziehung sogar den Lehm und Thon.

Bei den trockneren Erdarten (Quarz- und Kalksand) sind die absoluten höchsten Temperaturen innerhalb der Bodenoberfläche im Sommer größer, in den kälteren Monaten geringer als in der Luft.

Die absoluten Minima erleiden beim Eindringen von der Oberfläche in den Boden stets eine stärkere Abschwächung, als beim Uebertritt in die Luft. Die obersten Erdschichten sind deshalb Nachts und im Winter immer wärmer als die darüber befindliche Luft. Am stärksten macht sich diese Eigenschaft bei der Moorerde geltend, dann folgt Lehm, Kalksand und zuletzt Quarzsand.

Dieser Abschwächung der Kälte im Boden ist es zu verdanken, daß starke Winterfröste schon in verhältnißmäßig geringer Tiefe den Nullpunkt überschreiten und der Boden bei uns nur ausnahmsweise über 50 bis 60 cm tief gefriert. Im letzten strengen Winter (1890/91) wurde in Hirschhorn (Fichtelgebirge) am 20. und 21. Januar 1891 in 60 cm Tiefe als absolutes Minimum $-0,9^{\circ}$, in 90 cm schon $0,5^{\circ}$ beobachtet, ein Beweis, daß der Boden höchstens bis auf 80 cm gefroren war.

Die an und für sich beträchtlich höheren absoluten Maxima werden beim Vordringen nach der Tiefe im Jahresdurchschnitt stärker abgeschwächt als die Minima. Es gleichen sich daher die Temperatur-extreme mehr und mehr aus und die Amplituden werden um so kleiner, je tiefer man in den Boden eindringt. In 90 cm Tiefe betragen sie im Jahresmittel bei Quarzsand nur noch $3,8^{\circ}$, bei Kalksand $3,4^{\circ}$, bei Lehm $3,0$ und bei Moorerde $2,7^{\circ}$. Am stärksten sind die Temperaturschwankungen innerhalb der Bodenkrume im Frühjahr und Sommer, am geringsten im Winter.

In Folge des langsamen Vordringens der Sonnenwärme von der Oberfläche aus nach der Tiefe findet nicht nur eine Abschwächung der Temperaturextreme und eine Verminderung der Wärmeschwankungen, sondern gleichzeitig auch eine Verspätung der Eintrittszeiten der Maxima

und Minima statt, die mit zunehmender Tiefe wächst. Bereits oben wurde nachgewiesen, daß die täglichen Temperaturveränderungen sich schon in 90 cm Tiefe nicht mehr bemerkbar machen. Die Verminderung der jährlichen Amplitude und die Verzögerung der Eintrittszeiten der Maxima und Minima mit zunehmender Bodentiefe kann nachstehenden Zusammenstellungen entnommen werden.

Temperaturunterschied des wärmsten und kältesten Monats im Boden.

Mittlere jährliche Amplitude.

(Vierjährige Mittel.)

Tiefen.	Jahresmittel der Bodentemperatur.	Mittlere Temperatur des wärmsten Monats.	Mittlere Temperatur des kältesten Monats.	Mittlere jährliche Amplitude.	Eintrittszeit der	
					höchsten Monats-temperatur.	tiefsten Monats-temperatur.

Feinkörniger Quarzsand.

In der Oberfläche	9,35	20,95	-1,78	22,73	Juli	Januar
15 cm	9,27	21,07	-1,25	22,32	»	»
30 »	9,21	20,17	-0,10	20,27	»	»
60 »	9,39	19,32	0,96	18,36	»	Februar
90 »	9,42	18,13	1,69	17,44	»	»

Grobkörniger Quarzsand.

In der Oberfläche	9,36	21,40	-1,43	22,83	Juli	Januar
15 cm	9,30	20,36	-1,30	22,16	»	»
30 »	9,36	20,53	-0,21	20,74	»	»
60 »	9,36	19,93	0,79	19,14	»	Februar
90 »	9,45	18,84	1,38	17,46	»	»

Kalksand.

In der Oberfläche	9,36	21,61	-1,41	23,02	Juli	Januar
15 cm	8,63	20,58	-1,39	22,97	»	»
30 »	9,10	19,67	0,45	19,22	»	Februar
60 »	9,14	18,99	0,82	18,17	»	»
90 »	9,23	17,73	1,60	16,13	»	»

Tiefen.	Jahresmittel der Bodentemperatur.	Mittlere Temperatur des wärmsten Monats.	Mittlere Temperatur des kältesten Monats.	Mittlere jährliche Amplitude.	Eintrittszeit der	
					höchsten Monats-temperatur.	tiefsten Monats-temperatur.

Lehm.

In der Oberfläche	8,55	19,94	-1,80	21,24	Juli	Januar
15 cm	8,55	19,59	-0,75	20,34	»	»
30 »	8,74	18,98	0,00	18,98	»	»
60 »	9,11	18,40	0,99	17,50	»	Februar
90 »	9,16	17,18	1,76	15,42	»	»

Moorerde.

In der Oberfläche	8,74	20,85	-0,77	21,62	Juli	Januar
15 cm	8,92	20,93	-0,33	21,26	»	Februar
30 »	9,17	20,40	0,89	20,01	»	»
60 »	10,16	20,03	1,82	18,21	August	»
90 »	10,03	18,60	3,35	15,25	»	»

Die Abnahme der mittleren Jahres-Amplitude in größeren Bodentiefen geht für Lehmboden mit Kiesunterlage aus den 25jährigen Beobachtungen an der k. Sternwarte bei München hervor. Es betrug

in 1,8 m Tiefe	9,18	15,14	3,48	11,66	August	März
2,5 » »	9,16	13,05	5,32	7,73	September	»
3,6 » »	9,12	11,71	6,54	5,17	Oktober	April
4,8 » »	9,12	10,88	7,86	3,52	»	Mai
6,0 » »	9,06	10,20	7,90	2,80	November	»

Je höher man sich im Gebirge erhebt, um so geringer werden im Boden die Temperatur-Maxima, um so größer dagegen die Minima. Die Abschwächung der ersteren ist aber eine viel stärkere als die Zunahme der letzteren. Folge davon ist, daß die jährlichen Temperaturschwankungen im Boden mit der Erhebung über die Meeresoberfläche sich vermindern (Tab. VIa und VI b). Nach Tabelle IIa beträgt in München im Lehmboden der Temperaturunterschied zwischen dem kältesten und wärmsten Monat in der Oberfläche $20,24^{\circ}$, in 15 cm $20,34^{\circ}$, in 30 cm $18,98^{\circ}$, in 60 cm $17,50^{\circ}$ und in 90 cm $15,42^{\circ}$. In Hirschhorn im Fichtelgebirge (777 m) im 9jährigen Durchschnitt:

in der Oberfläche	18,53°
» 15 cm	17,20°
» 30 »	15,92°
» 60 »	13,69°
» 90 »	12,00°
» 120 »	10,30°

in Falleck (Alpen, 1136 m) im 5 jährigen Durchschnitt:

in der Oberfläche	17,63°
» 15 cm	16,94°
» 30 »	15,09°
» 60 »	12,65°
» 90 »	10,98°
» 120 »	10,07°

Im Hochgebirge scheint somit nicht nur die Bodenwärme, sondern auch die jährliche Temperaturschwankung im Boden langsamer abzunehmen als im Mittelgebirge (Fichtelgebirge), was jedenfalls vorzugsweise dem Einflusse der lange andauernden Schneedecke zuzuschreiben ist, die als schlechter Wärmeleiter im Winter die Wärmeausstrahlung im Boden verhindert und die Temperaturschwankungen abschwächt.

Die Verminderung der absoluten Extreme, die Abschwächung der Jahresamplituden und die Verspätung der Eintrittszeit der höchsten und tiefsten Temperaturen im Boden zu München und Hirschhorn können aus den Tabellen VIa und VIb ersehen werden. Eine Folge der Verspätung der Temperaturextreme ist, daß die höchste Wärme im Boden zu München nur bis zu 90 cm Tiefe durchschnittlich im Monat Juli eintritt; in 1,5 m macht sie sich gewöhnlich erst im Aug., in 2,5 m im Septbr., in 3,5 m im Oktbr., in 5 m Anfangs Novbr. und in 6 m Tiefe erst Ende Novbr. bemerkbar. Die Eintrittszeit der tiefsten Temperatur fällt in den oberen Bodenschichten vorwiegend in den Jan., in 90 cm in den Febr. (bei Moorerde in den März), in 1,5 m in den März, in 2,5 und 3,5 m in den April, in 5 und 6 m Tiefe in den Mai. In 8 m Tiefe kommt die höchste Wärme erst im Dezember, die niedrigste Anfangs Juli an. Während ferner auf der Oberfläche des Lehmbodens in München die höchste jährliche Amplitude durchschnittlich 66 Grad erreicht, beträgt sie in 6 m Tiefe nur noch 3,7 Grad. Bei weiterem Eindringen in den Boden

werden die jährlichen Temperaturveränderungen immer kleiner, bis endlich in unseren Breiten in einer Tiefe von 25—30 m die Unterschiede der Jahreszeiten ganz aufhören und das Thermometer jahraus jahrein einen unveränderlichen Stand zeigt, welcher mit der mittleren Jahrestemperatur der Luft am betreffenden Orte nahe übereinstimmt. Die Tiefe, in welcher die Erdschichte von unveränderlicher Temperatur liegt, hängt von der Wärmeleitfähigkeit des Bodens, vorzugsweise aber von der Größe des Temperaturunterschiedes des wärmsten und kältesten Monats oder von der mittleren Jahresamplitude ab. Deshalb findet sich die Erdschichte mit konstanter Temperatur in den Tropen, wo die Extreme der jährlichen Temperaturen wenig von einander abweichen, schon in etwa 6 m Tiefe. Je größer mit zunehmenden Breitengraden die jährlichen Amplituden werden, desto tiefer muß man in den Boden eindringen, um keine Bewegung des Thermometers mehr zu beobachten. An Orten mit kontinentalem Klima liegt die Grenze der konstanten Temperatur in größeren Tiefen als an solchen mit Seeklima; in Gebirgen erreicht man sie früher als im Flachlande. In allen tiefen (guten) Kellern ist bekanntlich zwischen Sommer- und Wintertemperatur kein Unterschied. Im Keller der Pariser Sternwarte befindet sich 27,6 m unter der Bodenoberfläche ein Thermometer, welches im Jahre 1783 *Cassini* angebracht hat; dasselbe zeigt seit dieser Zeit (mehr als ein Jahrhundert) die gleiche Temperatur von $11,8^{\circ}$. In den Ländern, in welchen die jährliche Mitteltemperatur unter 0° herabsinkt, wie in den nördlichsten Theilen von Europa, Amerika und Asien (Sibirien), ist der Boden in einer bestimmten Tiefe fortwährend gefroren. Im Sommer kann das Eis der obersten Bodenschichten (bis etwa 1 m Tiefe) schmelzen, so daß in den südlicheren Gebieten selbst noch Ackerbau möglich ist und der Wald nicht fehlt.

Nur bis zur Grenze der konstanten Temperatur wird die Bodenwärme durch die Sonnenstrahlen geliefert. Von da an macht sich der Einfluß der inneren Erdwärme geltend, und es findet nach dem Erdinnern eine Steigerung der Temperatur statt, die indessen mit der Tiefe nicht proportional zunimmt, sondern anfänglich rascher anwächst als in größerer Tiefe. Nach den in Bergwerken, Bohrlöchern und Tunneln angestellten Beobachtungen hat man bisher angenommen, daß die Temperatur für je 30—33 m durchschnittlich um 1°C . zunehme. Die

neuesten Untersuchungen in dem tiefsten gegenwärtig bestehenden Bohrloche bei Schladebach, zwischen Merseburg und Leipzig, welches nicht weniger als 1748,5 m tief ist, ergaben in einer Tiefe von 1716 m die größte Temperatur, welche man bis jetzt im Innern der Erde gefunden hat, nämlich $56,6^{\circ} \text{C.}$ ¹⁾. Dabei betrug in Tiefen von 1266 bis 1716 m die Temperaturzunahme für je 39,5 m durchschnittlich 1°C. Je nach dem Wärmeleitungsvermögen der Gebirgsarten, dem Einflusse des in den Bohrlöchern stehenden Wassers, der wärmeerzeugenden Zersetzung gewisser Mineralien ist die Wärmezunahme nach dem Innern der Erde an verschiedenen Orten verschieden. Setzen wir die mittlere Temperatur der Erdoberfläche zu 12°C. , so dürfen wir schon bei 4000 m Tiefe den Siedepunkt des Wassers erwarten (Thermen).

¹⁾ Die Temperatur des Gotthard-Tunnels betrug vor dem Durchstiche 35°C. ; durch die Lüftung nach Vollendung desselben ist sie auf 20° gesunken.



Zur Theorie der Wasserkapazität von Ackererden und anderer poröser Medien.

Von Professor Dr. Adolf Mayer in Wageningen.

In einem früheren Jahrgange dieser Zeitschrift¹⁾ habe ich unter dem Titel: «Ueber die Bestimmung der Wasserkapazität der Bodenarten» eine kleine Mittheilung gemacht, aus welcher hervorging, daß meine früher empfohlene theoretische Unterscheidung zwischen absoluter und größter Wasserkapazität, von denen die erstgenannte dem wirklichen Zustande der Ackererde entspricht, die andere mehr aus Bequemlichkeitsgründen oder in Gedankenlosigkeit früher bestimmt wurde, auch unter praktischen Verhältnissen manchmal sich fühlbar macht. Die gegenwärtige Mittheilung hat zum Zweck, einen dunklen Punkt in der Theorie der Wasserkapazität, wie sie zuerst von mir in meiner größeren Abhandlung in den landwirthschaftlichen Jahrbüchern²⁾ aufgestellt worden ist, und auf den ich mehrmals beim Erörtern dieser Grundlagen vor meinen Schülern gestoßen bin, in ein mehr deutliches Licht zu stellen.

Am besten knüpfe ich zu diesem Zwecke an die Darlegung, wie sie auch in meinem Lehrbuche der Agrikulturchemie³⁾ gegeben ist.

«Nachdem wir so die wasserhaltende Kraft im älteren Sinne des Wortes erörtert haben, ist es an der Zeit, darauf aufmerksam zu machen,

1) III. 2. Heft.

2) 1874. p. 755.

3) 3. Auflage. II. p. 138 u. 39.

daß dieselbe für die praktischen Verhältnisse in der Ackererde nicht allein maßgebend ist. Man hat bisher eine derartige Bestimmung hauptsächlich deshalb vorgenommen, weil die Bestimmung der Wasserkapazität in sehr niedrigen Säulen von Erde am bequemsten war, und man zu beachten unterließ, daß die Höhe dieser Säulen von erheblichem Einfluß auf das Resultat ist. Es ist aber sehr leicht zu ersehen und geht z. Th. auch aus unserer bisherigen Darstellung hervor, daß in unserer Ackererde, selbst wenn diese nur bis zur Tiefe einiger Zolle kultivirt sein sollte, der Regel nach sehr hohe Säulen von porösen Medien zur Wirksamkeit kommen. Ausnahmen giebt es freilich, wo z. B. das Horizontalwasser nahe der Oberfläche sich befindet, oder wo undurchlässige Schichten vorhanden sind. Ackererden der Art spielen eine ganz besondere Rolle dem Wasser gegenüber und bleiben einstweilen außer Beachtung.

«Sehr deutlich wird das angedeutete Verhältniß, wenn man längere, senkrecht aufgestellte Röhren, welche nach unten mit Filtrirpapier oder Leinwand geschlossen sind, mit verschiedenen Erden füllt und eine überschüssige Menge von Wasser oben aufschüttet. Man kann dann deutlich sehen (oder im zweifelhaften Falle durch Vornahme von Wasserbestimmungen leicht konstatiren), daß in den untersten Schichten sich kapillare Wassersäulen halten, während sie oben abfließen. Dies gilt, wie ausdrücklich bemerkt werden muß, nicht allein für den Fall, daß die Röhren unten in Wasser eintauchen, wo das Resultat als ein nach den bekannten Kapillaritätsgesetzen selbstverständliches erscheint, sondern auch bei Vornahme des Versuchs in freier Luft. Dieser Fall ist es sogar, den ich der praktischen Verhältnisse halber vorzugsweise ins Auge fasse.

«Während dabei in den höheren Schichten einer größeren Erdmasse, bis zu welcher kapillare Wassersäulen nicht mehr hinauffragen, eine volle Unabhängigkeit von der Natur und den Zufälligkeiten des unteren Abschlusses sich zeigt und daselbst auch unabhängig von den weiteren Verschiedenheiten der Höhe eine konstante Wasserkapazität gefunden wird, ist dies für die untersten Schichten nicht der Fall.»

Bei dieser Darlegung bleibt trotz den in der Anm. gegebenen Andeutungen, welche übrigens gegenüber der im Folgenden gegebenen Erörterung theilweise veraltet erscheinen, gewöhnlich undeutlich, warum die kapillaren Wassersäulen, welche sich in den oberen Hohlräumen nicht zu halten vermögen, in den Hohlräumen der untersten Erdlagen bestehen

bleiben. Wird die Erde nach unten zu durch Wasser begrenzt, d. h. stehen die Erdsäulen, die zum Versuche dienen, in dieser Flüssigkeit, so ist die Folgerung einer größten Wasserkapazität allerdings unmittelbar einleuchtend, weil dieser Zustand der Art und Weise entspricht, wie es gang und gäbe ist, kapillare Wasseraufsaugung in Systemen von Hohlräumen zu ermitteln und demonstrativ zur Darstellung zu bringen. Aber ist die Erde, wie dies bei Versuchen zur Ermittlung der Wasserkapazität in der Regel der Fall ist, nach unten zu durch Leinwand, Papier oder Drahtnetz begrenzt, so will die Sache nicht unmittelbar einleuchten.

Dies gelingt erst, wenn man die folgenden immerhin noch sehr elementaren Betrachtungen über kapillare Aufsaugung und das Gleichgewicht von so festgehaltenen Wassersäulen zu Hülfe nimmt, da die einfachen Konsequenzen derselben, trotz Kenntniß des zu Grunde liegenden Prinzips, eben nicht Jedermann gegenwärtig sind.

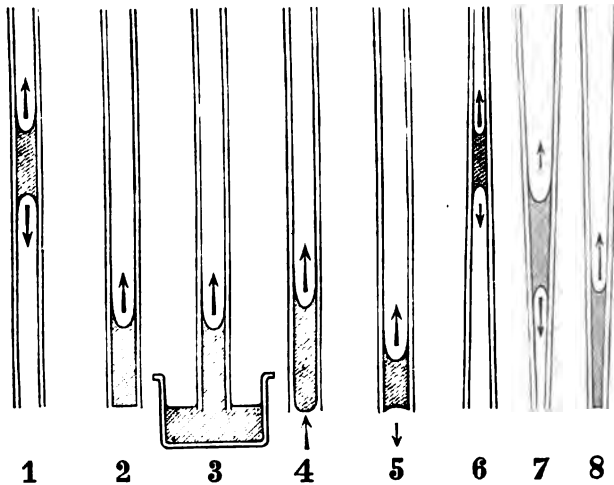


Fig. 4.

In einer engen zylindrischen Glasröhre, die aufrecht in Wasser gesetzt wird, steigt bekanntlich diese Flüssigkeit ansehnlich über das Niveau derselben, wie dies in Figur 4 der nebenstehenden Figur veranschaulicht wird. Dabei bildet sich ein hohler (konkaver) Meniskus.

Handelt es sich dagegen um eine Flüssigkeit ohne (genauer im Vergleich zur eigenen Anziehung geringer) kapillare Attraktion für Glas, z. B. um Quecksilber, so nehmen wir unter gleichen Umständen einen niedrigeren Stand in der engen Röhre wahr, und wir sprechen in diesem Falle von Kapillardepression, im Gegensatz zu dem erstgenannten Falle, welchen wir kapillare Steigung nennen. Auch bei der kapillaren

Depression nehmen wir bekanntlich einen Meniskus, eine Abweichung des Flüssigkeitsstandes von der horizontalen wahr, aber derselbe hat eine haubenförmige (konvexe) Gestalt.

Alle diese Dinge sind jedem Anfänger in der Physik wohl bekannt. Ich knüpfe hier nur an dieselben an und nehme für die folgende Erörterung das Resultat mit fort, daß ein hohler Stand der Flüssigkeit ein Merkzeichen ist für einen Zug in der Richtung des Zentrums der Meniskushöhlung und daß ein Gleiches bei der haubenförmigen Flüssigkeitsoberfläche der Fall ist. Durch diesen Zug, durch einen Pfeil in der Fig. 3 angedeutet, wird beim Wasser der Schwerkraft der Wassersäule entgegengewirkt. Beim Quecksilber wirkt unter gleichen Umständen diese Zugkraft nach unten, also die Schwerkraft verstärkend. Wenn die Flüssigkeitssäule so lang ist, daß deren Schwere jener Zugkraft gleich ist, dann ist das Gleichgewicht in dem System, das durch Fig. 3 versinnbildlicht wird, erreicht.

Ferner muß ich noch als allgemein bekannt voraussetzen, daß in engeren Röhren die kapillare Steigung resp. Depression weit stärker ist in einem mathematisch längst festgestellten, aber für unsern Zweck gleichgültigen Verhältniß. In diesem Falle zeigen die Krümmungsflächen einen kleineren Radius. Ein solcher ist mithin ein Symptom für eine stärkere Wirkung, wodurch einer größeren Flüssigkeitssäule das Gleichgewicht gehalten werden kann.

Wir beschäftigen uns nun mit einem Tropfen, der in einer an beiden Enden freien Glasröhre sich befindet und zwar deshalb, weil dies der Zustand ist, der dem in einem gewöhnlichen, künstlich oder natürlich wohl drainirten Ackerboden, welcher von oben Wasser erhält, entspricht. Ein solcher Tropfen befindet sich in einem Zustande, wie ihn Fig. 1 versinnbildlicht. Wir finden einen hohlen Meniskus nach oben, einen desgleichen und von derselben Krümmung nach unten, beide eine gleich große Zugkraft, aber in entgegengesetzter Richtung wirkend, repräsentirend, deren Gesamteffekt sich mithin aufhebt. Der Tropfen muß mithin, gleichviel eine wie lange Säule derselbe bildet dem Zuge der Schwere folgend, nach unten fließen. Der Versuch lehrt, daß dies der Fall ist.

Allein unten in der Röhre angelangt, bleibt dieser Tropfen, wenigstens theilweise, stehen. Hier sind nun verschiedene Fälle zu unterscheiden, die gleichfalls experimentell in wenigen Minuten erörtert werden

können. Der einfachste Fall ist der, daß die Flüssigkeitssäule genau der kapillaren Steighöhe in derselben Röhre, wie sie durch Fig. 3 verdeutlicht wird, entspricht. Dann sinkt der Tropfen, vorausgesetzt, daß die erworbene Schnelligkeit der Bewegung die Sache nicht kompliziert, genau bis zum Ende der Röhre, dort eine vollkommene Ebene bildend, vgl. Fig. 2. Daß dies der Fall sein muß, ist theoretisch durchaus deutlich. Denn nur in diesem Falle, wo unten keinerlei Meniskus vorhanden ist, kann der allein übrigbleibende obere Meniskus genau der Schwere der Säule Widerstand leisten. Auch ist durchaus nicht abzusehen, warum das Sinken schon vorher, also z. B. wenn die vorausgeschobenen Ränder der Flüssigkeit das Ende der Glasröhre erreicht haben, innehalten sollte, da in diesem Falle der Antrieb zur Bewegung genau so fort dauert wie zu Anfang der Position, in Fig. 1 verdeutlicht.

Aus demselben Grunde muß unten, wenn die Flüssigkeitsmenge ein wenig zu klein ist, ein hohler, aber schwächer (als der obere) gekrümmter Meniskus übrig bleiben, der in entgegengesetzter Richtung als jener wirkt und daher einen Theil der nach oben ziehenden Wirkung des oberen Meniskus neutralisirt. Fig. 5 deutet diesen Zustand an; und zwar muß das Sinken genau so lange anhalten, bis die Differenz der in entgegengesetzten Richtungen wirkenden Züge der kleineren Schwere der kürzeren Säule gerade gleich ist.

Wieder aus demselben Grunde muß, wenn die Flüssigkeitssäule zu lang ist, um allein durch den oberen Meniskus im Gleichgewicht erhalten zu werden, die Bewegung länger fort dauern als in dem zuerst statuirten Falle. In Folge davon wölbt sich die Flüssigkeit unten tropfenförmig aus der Röhre heraus, wie dies Fig. 4 wiedergiebt. Nun aber wirkt dieser haubenförmige Meniskus nach oben zu, also in demselben Sinne als der obere hohle, wodurch einige Wahrscheinlichkeit besteht, daß die vereinigte Wirkung beider die größere Säule im Gleichgewicht erhält. Ob dies Resultat unmittelbar erreicht wird, hängt wesentlich von der Länge der kapillaren Säule ab. Ist dieselbe zu groß, so fallen zunächst einige Tropfen heraus, um schließlich einen der 3 Gleichgewichtszustände, gewöhnlich den von Fig. 2 oder 4 zu erreichen. Diese einfachen Gesetzmäßigkeiten sind, wie gesagt, sehr leicht experimentell zu prüfen.

Aus demselben ist auch schon jetzt leicht zu ersehen, daß dieselben kapillaren Zwischenräume einer feinpulverigen Masse,

wie sie die festen Bestandtheile der Ackererde darstellen, sich bei einem Uebermaße von oben aufgeschüttetem Wasser an der unteren Grenzschicht ganz anders verhalten müssen als weiter oben und zwar ganz ähnlich, wie wenn man die Masse unten in Wasser eintauchte. Davon ist nun die Beschleunigung der Flüssigkeitsbewegung abhängig. Hiermit ist die Grundlage gegeben für eine begriffliche Scheidung zwischen absoluter und voller Wasserkapazität und für meinen Versuch, die erstere an Stelle der letzteren als Maßstab für den Wasservorrath in der Erde einzuführen.

Für ein genaueres Verständniß dessen, auf was es bei der Wasserkapazität noch weiter ankommt, wünsche ich den vorausgehenden Betrachtungen noch die folgenden ebenso einfachen hinzuzufügen, welche sich auf den Gleichgewichtszustand kapillar zurückgehaltener Flüssigkeitstropfen beziehen, im Falle die Röhren eine konische Gestalt haben.

Ist der engere Theil der Röhre nach oben gerichtet, wie dies in Fig. 6 dargestellt wird, so bildet der Tropfen nach oben in dem engeren Theil der Röhre einen Meniskus von kleinerem Krümmungsradius als unten im weiteren Theil. Daher ist der kapillare Zug nach oben größer als der nach unten. Es bleibt eine Differenz über, welche der Schwerkraft des Tropfens entgegenwirkt. Gleichgewicht ist also möglich. Ob es wirklich eintritt, ist natürlich abhängig von dem Verhältniß jener Differenz zur Schwerkraft, also von der mehr oder weniger konischen Form der Röhre und der Größe des Tropfens. Ist die Form der Glasröhre nach oben zu nur schwach verjüngt, der Wasserfaden lang, so wird eine Bewegung nach unten zu, wie in dem in Fig. 1 vorgestellten Falle, die Folge sein. Tritt die Verjüngerung rasch ein und ist die Wassermasse klein, so wird der Tropfen nach oben rücken.

Wir begreifen hieraus den Zustand von Wasser in einem Gemische, wie die Ackererde sie darstellt, und in welchem sich naturgemäß zwischen den einzelnen Theilchen, ganz abgesehen davon, daß diese Theilchen selber häufig noch poröse sind, größere und kleinere Zwischenräume bilden, die wie Kapillarröhren wirken. Aus den sehr engen Zwischenräumen wird kein Wasser in die plötzlich sich erweiternden Räume rücken. Wohl aber wird häufig das Entgegengesetzte selbst nach oben zu stattfinden¹⁾.

¹⁾ Daß dies geschieht, z. B. Wasser aus gröberem Sand in feineren Sand nach oben zu übergeht, ist von *Nessler* schon vor 30 Jahren gezeigt und zu richtigen praktischen Folgerungen benutzt worden.

Setzt man das engere Ende der Röhre nach unten, so wird die Differenz der kapillaren Bewegungsgrößen natürlich auch nach unten zu, also im Sinne der Schwerkraft wirken. Der Zustand, welcher in Fig. 7 zur Darstellung gebracht ist, wird bald in den von Fig. 8 übergehen. Dieser Zustand ist ganz ähnlich dem von Fig. 2, nur daß der größeren Enge der Röhre auch eine längere Flüssigkeitssäule entspricht, die auf diese Weise balancirt werden kann. Natürlich kann auch ein Gleichgewichtszustand eintreten, der dem in Fig. 4 oder 5 dargestellten Zustande entspricht. Immer wird aber der Tropfen, das enge Ende nach unten gewendet, bis zu diesem Ende abfließen, während bei der umgekehrten Lage der Tropfen im Gleichgewicht erhalten werden oder gar nach oben rücken kann.

Hieraus folgt zugleich, daß es, was den Rest von Flüssigkeit anlangt, der unten in Röhren oder andern kapillaren Hohlräumen ohne abzufließen stehen bleibt, weniger auf die unteren Menisken ankommt, die ja doch bei der Erlangung des Gleichgewichtszustandes mehr oder weniger verschwinden, als vielmehr auf die oberen Menisken, die ja die Länge der stehenbleibenden Flüssigkeiten bestimmen. Es wird mithin für die gemessene Größe der vollen Wasserkapazität weniger entscheidend sein die Natur der Scheidewand, welche die Erde am Herausfallen verhindert, Drahtnetz, Papier, Leinwand, als hauptsächlich die Struktur der Erde selber. Durch die Art der Scheidewand werden nur die Formen der unteren Menisken bestimmt, die, wie oben gezeigt, beinahe ganz verschwinden.

Daß sehr feine und selbst mittelgrobe Erden keinen Unterschied bei der Bestimmung der Wasserkapazität nach der einen oder der anderen Weise zeigen und etwas dergleichen nur bei grobkörnigen Erden der Fall zu sein pflegt, darauf habe ich bereits früher aufmerksam gemacht. Deswegen ist doch von einiger Bedeutung für das prinzipielle Verständnis der ganzen Erscheinung, diese Dinge sich einmal klar gelegt zu haben. In der Praxis der Versuchstationen spielt ja die Bestimmung der in Rede stehenden Eigenschaft ohnehin keine große Rolle, weil man aus der ungleich wichtigeren Schlämmanalyse und der Bestimmung der humosen Stoffe, ja häufig nach dem bloßen Aussehen der Erde, bald ein Urtheil darüber hat, ob jene in höherem oder geringerem Maße anwesend ist. Mit der ganzen Darlegung hatte ich vielmehr Lehrzwecke im Auge. Für die Entwicklung des Lernenden ist es bekanntlich sehr nachtheilig,

wenn er in ganzen Abtheilungen der Wissenschaft nur unklaren Formulierungen begegnet, welche, unbekümmert um die grundlegenden Disziplinen, aufgestellt werden und darum nur dem niedrigsten Zweige des Intellekts, dem ohnedies schon hypertrophischen Gedächtniß, Nahrung geben, während sie die Urtheilskraft, deren Entwicklung doch erziehlich das Wichtigste ist, entschieden schwächen.

Holl. Zentralversuchsstation Wageningen,
Juli 1891.



Neue Litteratur.

P. Kostytscheff. Ueber den Zusammenhang zwischen dem Boden und einigen Pflanzenformationen. Protokolle der Sitzungen der botanischen Sektion der VIII. Versammlung russischer Naturforscher und Aerzte in St. Petersburg 1890. S. 37.

In den meisten neueren russischen Arbeiten über Geobotanik wird der Zusammenhang zwischen Boden und Pflanzenformationen fast vollständig ignorirt. Nur einzelne Arbeiten bilden eine glückliche Ausnahme von dieser Regel.

Als Leitfaden aller geobotanischen Forschungen müßte der folgende richtige Satz von *Ascherson* dienen: «Die geologisch-historischen Bedingungen beeinflussen, in Verbindung mit den klimatischen, hauptsächlich die Gestalt und Größe des Wohnbezirkes (Areal) jeder einzelnen Art, ihre geographische Verbreitung, während die Einflüsse des Bodens nach physikalisch-chemischen Eigenschaften und Erhebung über der Meeresfläche, sowie des Zusammenlebens mit anderen Pflanzen die topographische Vertheilung der Individuen über die Standorte innerhalb des Wohnbereiches bedingen» (*Leunis's* Synopsis. Botanik. I. Theil. S. 725). Die Richtigkeit dieses Satzes ist zweifellos und sie findet eine Bestätigung z. B. in dem Vorkommen von Sümpfen und Salzmorästen mitten in Grassteppen. Der Einfluß des Bodens auf die Vertheilung der Wälder und der Steppen ist aber nicht so klar, wie es in dem ebenerwähnten Beispiele der Fall ist. In der vorliegenden Arbeit betrachtet der Verfasser in dieser Hinsicht die europäisch-asiatischen Steppen, die nordamerikanischen Prairien und die südamerikanischen Pampasse, indem er sich die Aufklärung folgender Sätze zur Aufgabe stellt: 1) Die Vertheilung der Wälder und der Steppen in diesen Gegenden und sogar die Grenzen dieser Formationen werden nicht durch das Klima bestimmt. 2) Zwischen dem Boden dieser Gegenden und den Pflanzenformationen ist ein stark ausgesprochener Zusammenhang wahrnehmbar. 3) Worin liegt die Ursache, daß die Wälder und die Steppen sich nur auf Böden von bestimmten Eigenschaften vertheilen? 4) Die neuerdings bestätigte Thatsache der Verdrängung

der Steppen durch die Wälder wird durch die Eigenschaften dieser Formationen bestimmt, und muß als ein unvermeidlicher Prozeß betrachtet werden.

I.

In letzter Zeit fanden *Zinger*, *Korjinsky* und der Verfasser, unabhängig von einander, daß die Vertheilung der Pflanzenformationen auf der Schwarzerde nicht durch klimatische Verhältnisse verursacht wird. Darauf weisen 1) die Unregelmäßigkeit der nördlichen Grenze der Vegetation der Schwarzerde, 2) das tiefe Eindringen der Wälder in das Gebiet der Schwarzerde, 3) das Vorkommen von Wäldern mitten im Gebiete der Schwarzerde, auf nicht zu geringen Strecken, wie es die folgende Tabelle zeigt:

Gouvernements (im Gebiete der Schwarzerde).	Größe der Waldfläche. Quadrat-Kilometer.
Woronej	5590
Douskaja oblast.	3680
Kursk	5700
Pensa	15480
Poltawa	6420
Saratow	13150
Simbirsk	25000.

Früher war die mit Wäldern bedeckte Fläche noch größer, wie es die (jetzt entwaldeten) «Waldböden» von ganz eigenthümlichem Charakter zeigen. 4) Die Wälder kommen vor auf der Schwarzerde nicht nur in Niederungen, sondern viel häufiger auf Hügeln. 5) Die künstliche Anpflanzung von Wäldern auf der Schwarzerde geschieht ohne irgendwelche Schwierigkeiten, man braucht nur die Schwarzerde so durch Bearbeitung zu verändern, daß sie sich, den physikalischen Eigenschaften nach, den Waldböden annähert. 6) *Korjinsky* hat darauf hingewiesen (und viele Andere haben es bestätigt), daß überall, wo die Wälder mit der Schwarzerde grenzen, die Steppenvegetation durch dieselben verdrängt wird. Zu demselben Schluß führt uns eine nähere vergleichende Betrachtung der klimatischen Verhältnisse der Region der nicht auf Schwarzerde wachsenden Wälder und der Steppen-Schwarzerderegion.

Es ist die verbreitete Meinung, daß Wälder zu ihrem Gedeihen eine größere Anzahl von stärkeren Regengüssen oder bei gleichen Regenmengen eine niedrigere Temperatur verlangen. In vielen Fällen widersprechen die thatsächlichen Verhältnisse dieser Meinung. Als Beispiel führt der Verfasser die folgenden meteorologischen Daten für einige Oertlichkeiten, welche nicht im Tschernosemgebiete liegen, an:

	Winter.	Frühjahr.	Sommer.	Herbst.	Jährlich.
1) Kostroma.					
Mittlere Temperatur nach <i>Celsius</i>	-10,8°	2,1°	17,4°	3,5°	3,1°
Zahl der Tage mit Niederschlägen	41	32	38	37	148
Niederschläge in mm	68	115	191	138	512
2) Nijni-Nowgorod.					
Mittlere Temperatur nach <i>Celsius</i>	-10,5°	3,0°	18,1°	3,9°	3,7°
Zahl der Tage mit Niederschlägen	23	25	34	27	126
Niederschläge in mm	112	109	205	122	548

	Winter.	Frühjahr.	Sommer.	Herbst.	Jährlich.
3) Tschernigoff.					
Mittlere Temperatur nach <i>Celsius</i>	-6,0°	6,2°	19,4°	7,1°	6,7°
Zahl der Tage mit Niederschlägen	26	31	27	28	112
Niederschläge in mm	80	93	133	136	442
4) Bielostock.					
Mittlere Temperatur nach <i>Celsius</i>	-3,0°	5,6°	18,0°	7,1°	6,8°
Zahl der Tage mit Niederschlägen	30	31	37	32	129
Niederschläge in mm	76	119	221	110	526

Die klimatischen Verhältnisse der folgenden im Tschernosemgebiete liegenden Oertlichkeiten entsprechen vielleicht mehr den Anforderungen der Waldvegetation.

	Winter.	Frühjahr.	Sommer.	Herbst.	Jährlich.
1) Mochowoe (Gouv. Tula).					
Mittlere Temperatur nach <i>Celsius</i>	-9,3°	1,5°	17,4°	4,4°	3,6°
Zahl der Tage mit Niederschlägen	41	38	33	34	146
Niederschläge in mm	139	154	199	194	686
2) Woronej.					
Mittlere Temperatur nach <i>Celsius</i>	-8,8°	4,0°	18,4°	4,8°	4,6°
Zahl der Tage mit Niederschlägen	34	31	30	25	120
Niederschläge in mm	133	130	180	138	581
3) Tamboff.					
Mittlere Temperatur nach <i>Celsius</i>	-9,5°	4,2°	19,5°	6,0°	5,0°
Zahl der Tage mit Niederschlägen	53	38	39	34	164
Niederschläge in mm	115	121	192	132	560
4) Polianki (Gouv. Saratow).					
Mittlere Temperatur nach <i>Celsius</i>	-10,2°	1,6°	17,1°	4,9°	3,1°
Zahl der Tage mit Niederschlägen	35	30	31	31	127
Niederschläge in mm	100	106	182	124	512.

Solche Beispiele kommen nicht selten vor, und zeigen, daß die Wald- und Steppenpflanzenformationen eben so gut bei gleichen klimatischen Verhältnissen gedeihen können.

Zu gleicher Zeit findet man Steppenformationen, welche ihrer Hauptpflanzen-gattungen nach, vollständig identisch sind, in den verschiedensten klimatischen Verhältnissen.

Man vergleiche z. B. die klimatischen Daten für Mochowoe mit den folgenden:

	Winter.	Frühjahr.	Sommer.	Herbst.	Jährlich.
1) Troitzk (Gouv. Orenburg).					
Mittlere Temperatur nach <i>Celsius</i>	-16,7°	1,5°	22,2°	1,5°	2,2°
Zahl der Tage mit Niederschlägen	25	21	30	24	99
Niederschläge in mm	39	59	171	76	345
2) Stawropol.					
Mittlere Temperatur nach <i>Celsius</i>	-2,7°	7,7°	22,2°	9,6°	8,6°
Zahl der Tage mit Niederschlägen	32	36	32	26	125
Niederschläge in mm	131	194	242	160	727.

Richten wir aber unsere Aufmerksamkeit auf die verschiedenen Bodenarten dieser Region, so finden wir Folgendes. Die Schwarzerde verbreitet sich nicht ununterbrochen über ihr ganzes Gebiet, es befinden sich überall in demselben Flächen von verschiedener Größe, welche sich durch Böden anderer Art unterscheiden. Es sind hauptsächlich Sandböden und lehmige Sandböden. Der Verfasser behauptet auf Grund seiner vieljährigen und sehr ausgedehnten Beobachtungen, daß überall, wo diese grobkörnigen Bodenarten vorkommen, dieselben durch Wälder eingenommen sind. Die Steppe aber verbreitet sich nur auf den feinkörnigen Bodenarten.

Eine unregelmäßige Vertheilung dieser Bodenarten erklärt auch die Unregelmäßigkeit der nördlichen Grenze der Vegetation der Schwarzerde; hier dringen grobkörnige Sandböden tief in das Gebiet der Schwarzerde und sie werden überall von ihrer charakteristischen Waldvegetation begleitet. Auf Hügeln und natürlichen Erhöhungen, wo die feinsten Bodentheilchen ungehindert durch Regenwasser ausgewaschen und abgeführt worden sind, ist der Boden grobkörniger im Vergleiche mit der unveränderten Schwarzerde, und hier vertheilt sich ebenfalls die Vegetation nach der mechanischen Beschaffenheit des Bodens — die Wälder kommen häufiger auf den Erhöhungen vor, die Steppen in den Niederungen. Eine eingehendere Untersuchung der Bodenarten dieser Region bestätigt diesen Satz. Die folgende Tabelle giebt eine Uebersicht der Klassifikation von *Dokutschaeff* für die Bodenarten des Gouvernements Nijni-Nowgorod, nach ihrer mechanischen Zusammensetzung.

	Bodenpartikelchen			
	Sand.	Humus.	feiner	größer
			als 0,01 mm	als 0,01 mm.
%	%	%	%	
1. Plateau-Schwarzerde (Schwere Thonböden) .	37,4	10,1	58,8	41,2
2. Thal-Schwarzerde (Thonböden)	59,4	6,3	35,5	63,2
3. Dunkelgraue Waldböden (Schwere Lehmböden)	66,35	4,1	28,3	70,8
4. Graue Böden (Mittelschwere Lehmböden) . .	76,2	2,9	21,5	78,0
5. Leichte Lehmböden	81,4	1,9	17,3	81,4
6. Sandige Lehmböden	87,2	1,6	9,8	?
7. Lehmige Sandböden	91,8	1,1	7,0	?
8. Quarzsandböden	97,1	0,3	2,3	97,5.

Die Steppenpflanzenformationen erscheinen nur auf den ersten drei Gruppen dieser Böden, vielleicht auch ausnahmsweise auf den Böden der vierten Gruppe. Die größte Zahl der Böden der vierten Gruppe aber, sowie alle Böden der folgenden Gruppen gehören ausnahmslos den Waldpflanzenformationen an. Für andere Oertlichkeiten des europäisch-asiatischen Steppengebietes können dieselben Thatsachen konstatiert werden. So fand *Kraßnoff* im Tian-Schan Steppenformationen, unabhängig von den verschiedensten klimatischen Verhältnissen in verschiedenen Zonen, von der Zone der Kulturgewächse bis in die Alpenzone.

Nach *Richtshofen* fehlen die Wälder vollständig auf dem Löß. Nach *Whitney* vertheilen sich Wälder und Prairien in Nord-Amerika in derselben Weise nach der mechanischen Beschaffenheit des Bodens.

Obgleich die südamerikanischen Pampasse sehr wenig in Beziehung auf Boden und Vegetation bekannt sind, läßt sich doch (nach *Griesebach*) schließen, daß dem künstlichen Anbau von Wäldern in diesen Gegenden gar keine großen Hindernisse entgegenstehen, und daß hier die Wälder auf steinigten grobkörnigen Böden in natürlichem Zustande vorkommen und ihre Abwesenheit in den eigentlichen Pampassen läßt sich nur durch die Feinkörnigkeit des Bodens (welcher unzweifelhaft Löß ist) erklären.

II.

In welcher Beziehung kann der Boden einen Einfluß auf die topographische Vertheilung der Pflanzenformationen ausüben, sind es die chemischen oder die physikalischen Eigenschaften des Bodens, welche dabei die Hauptrolle spielen? Diese Frage stellt der Verfasser im Anfang des zweitens Kapitels, wo er die Ursachen der Abhängigkeit der Pflanzenvertheilung vom Boden bespricht. Als Antwort auf diese Frage führt der Verfasser einen zweiten Satz von *Ascherson* an: «Es läßt sich nicht leugnen, daß die Gründe für den überwiegend physikalischen Einfluß des Bodens wohl die stärkeren sind. Dafür spricht u. A., daß es wenige Bodenarten giebt, in denen nicht alle für die verschiedensten Pflanzen erforderlichen Mineralnährstoffe, wenn auch zum Theil nur in sehr geringen Mengen, vorkommen, und daß in gewissem Grade sich Klima und Boden kompensiren können» (l. c. S. 726). In der That, die Temperatur des Bodens ist nicht nur von der Lage des Bodens abhängig, sondern sie wird auch sehr stark durch seine Zusammensetzung beeinflusst. Einen noch stärkeren Einfluß hat der Boden auf die Größe der Wassermengen, mit welchen die auf demselben wachsenden Pflanzen versehen sind. Die Pflanzen können nur dasjenige Wasser benutzen, welches in den Boden eingedrungen ist, und die Menge dieses Wassers ist nur in sehr seltenen Fällen den Mengen desselben gleich, welche dem Boden in Form von Regen und Schnee zugeführt sind. Der Wasservorrath im Boden ist abhängig: a) von der Gesamtmasse der meteorischen Niederschläge, und von der Ergiebigkeit und der Dauer der einzelnen Regengüsse; b) von der Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser vom Boden eingesaugt wird, von der Tiefe, bis zu welcher dasselbe im Boden eindringen kann, und von der Geschwindigkeit, mit welcher dasselbe aus dem Boden ohne Mitwirkung der Pflanzen verdunstet.

Nach einer detaillirten Abschätzung dieser Faktoren kommt der Verfasser zum Schlusse, daß in der größten Anzahl der Fälle der Wasservorrath im Boden mehr von den physikalischen Eigenschaften des Bodens abhängig ist als vom Klima.

Die Böden der europäisch-asiatischen Steppen stehen den Böden der nordamerikanischen Prairien sehr nahe, wie z. B. folgende Analysen zeigen:

	Schwarzerde.			Prairieboden.	
	(Nach <i>Rispolojensky</i> und <i>Gorodlagin</i> .)			(Osborne.)	
	1.	2.	3.	1.	2.
Theilchen feiner als 0,01 mm	47,00	24,20	32,00	44,33	37,39
» von 0,01—0,05 »	45,00	50,25	50,65	41,48	43,58
» » 0,05—0,25 »	7,50	20,25	16,80	3,35	2,48
» größer als 0,25 »	0,50	1,25	0,50	0,10	0,62.

Der Boden der Pampasse ist ohne Zweifel auch den eben erwähnten Böden sehr ähnlich, weil der Löß bekanntlich eine außerordentlich gleichmäßige Zusammensetzung besitzt, überall wo er vorkommt. Als Folge der mechanischen, sowie theilweise der chemischen Zusammensetzung dieser Böden erscheint ihre sehr schwere Durchlässigkeit für Wasser. (Es werden hier nur die unbearbeiteten Böden in ihrer natürlichen Lage besprochen.) Andererseits ist die große Wasserkapazität dieser Böden die Ursache des flachen Durchfeuchtens derselben. Selbst ein starker Regen wird vollständig von den obersten Schichten dieser Böden aufgenommen, ohne in die Tiefe eindringen zu können, und das aufgenommene Wasser wird bald durch Wind und Sonnenwärme verdunstet, so daß die Sommerregen nur sehr wenig der Vegetation nützen können. Nur im Herbst und im Frühjahr können diese Böden tiefer durchnäßt werden, aber doch (nach den Angaben von *Klossowsky*) höchstens bis zu 1 Meter Tiefe.

Der Boden der Prairien und der Pampasse befindet sich in denselben Verhältnissen.

Selbst in West-Europa, wo das Klima viel feuchter ist als in Rußland, trocknet der mit Pflanzen bedeckte Boden zu Ende der Vegetationsperiode ziemlich stark aus, was darauf weist, daß die Menge der Niederschläge während der Vegetationszeit nicht ausreichend ist, um den Bedarf der Pflanzen an Wasser zu decken und die Pflanzen müssen unbedingt auch den Wasservorrath benützen, welcher im Winter und im Herbst im Boden aufgespeichert wird. Darauf weisen sehr deutlich die Untersuchungen von *Ebermayer* (diese Zeitschrift Bd. XII. S. 147 u. f.) und von *Wilhelm* (Wiener Landw. Zeitung 1874. S. 159) hin.

Auf grobkörnigen Böden, wegen ihrer bedeutenden Durchlässigkeit und geringen Wasserkapazität, können die Pflanzen fast ausschließlich das Sommerregenwasser ausnützen, auf feinkörnigen Bodenarten im Gegentheil müssen die Pflanzen sich des Winterwasservorraths bedienen, und obgleich dieser Vorrath im Frühjahr ziemlich groß ist, kommt er bald zu Ende, weil die Verdunstungsverhältnisse in diesen Böden sehr günstig sind. Da die Pflanzen auf diesen Böden aus schon erwähnten Gründen das Sommerregenwasser nicht ausnützen können, müssen dieselben eine entsprechend kurze Lebensdauer besitzen. Und die Kürze der Lebensdauer der Pflanzen, welche auf diesen Böden vegetiren, kann nur durch die Eigenschaften dieser Böden erklärt werden, nicht durch die klimatischen Verhältnisse.

Dieselbe Erscheinung findet man auch in den Prairien und in den Pampassen.

Als Beispiel dieser Verhältnisse der verschiedenen Böden zu der Größe des Wasservorrathes in denselben und zu der Lebensdauer der auf ihnen vorkommenden Pflanzen führt der Verf. Folgendes an: Nach seinen Beobachtungen besteht die Pflanzendecke der kirgisischen Sandsteppen fast ausschließlich aus den Arten *Elymus junceus Fisch.* und *Stipa capillata L.*, deren Vegetationsperiode einen ganzen Monat länger ist als bei *Stipa pennata L.* und *Festuca ovina L.*, den charakteristischen Hauptarten der Steppen auf der feinertheilten Schwarzerde.

Da die Vegetation der Steppenpflanzen sehr früh erwacht, wird der Wasservorrath des Bodens zu der Zeit, als die Bäume erst mit voller Kraft sich zu entwickeln anfangen, schon fast vollständig ausgenützt, und da die darauf folgenden

Regen nicht tief in den Boden eindringen können und deswegen auch durch die Steppenpflanzen ausgenützt werden, bevor sie die tieferliegenden Wurzeln der Bäume erreichen, können die Wälder niemals den Boden einnehmen, auf welchem schon Steppenpflanzen wachsen.

Gerade das Umgekehrte sehen wir auf Sandböden, wo das Wasser schnell und tief eindringt und bald aus dem Gebiete der Wurzeln der Steppenpflanzen in die Tiefe weggeführt wird, wo es nur den Baumwurzeln zugänglich ist. Deswegen werden auf Sandböden die Steppen unvermeidlich durch Wälder verdrängt, wenn überhaupt das Wachstum der Wälder in der Gegend möglich ist.

Die ebenerwähnten Verhältnisse zwischen Wald und Steppe finden eine Bestätigung in der Praxis des Waldbaues. Bei künstlicher Anpflanzung von Wäldern auf der Schwarzerde muß alles Gras zwischen den Pflänzlingen vernichtet und der Boden gelockert werden, sonst gehen die jungen Bäume zu Grunde. Auf Sandböden dagegen übt das Gras selbst einen günstigen Einfluß auf die Pflänzlinge, indem es dieselben gegen die nachtheilige Einwirkung der starken Sonnenbestrahlung und den Boden vor übermäßiger Erwärmung schützt.

Die im ersten Kapitel angeführte Thatsache der Verdrängung der Steppen durch Wälder steht nicht im Widerspruche dieser Theorie des Verfassers aus folgenden Gründen:

Der Regen wird in ganz gleichen Mengen dem Walde und der Steppe zugeführt. Der Schnee aber vertheilt sich in anderer Weise; in Wäldern und in ihrer unmittelbaren Umgebung sammelt er sich gewöhnlich in großen Mengen an, während auf der Steppe die Höhe der Schneedecke durch die der Steppenvegetation bestimmt und ein großer Theil des Schnees durch den Wind wegweht und in Bodeneinrisse und Vertiefungen abgelagert wird, aus welchen er im Frühjahr in Form von Schneewasser direkt in die Flüsse und Bäche abgeführt wird. Deswegen ist der Boden im Walde und in seiner unmittelbaren Umgebung im Frühjahr viel feuchter als der Boden der Steppe.

Rings um die Wälder wird der Boden mit Waldstreu bedeckt, welche letztere das Wachstum der Gräser verhindert und dem Boden seine Feuchtigkeit erhält.

Auf solche Weise werden Bedingungen geschaffen, welche dem Wachstum der Waldbäume günstig sind und der Wald dringt langsam, aber fortwährend in das Gebiet der Steppe ein.

Unter dem Einflusse des Waldes verändern sich auch die physikalischen Eigenschaften des feinkörnigen Steppenbodens und er erhält bald alle Eigenschaften des krümeligen «Waldbodens».

B. W. Williams.

L. Schmidt. „Ueber Bodenschutzholz und Unkrautdecke in ihren Beziehungen zu Bodenfeuchtigkeit und Bestandszuwachs.“ Allg. Forst- und Jagdzeitung. 1890. S. 269 u. 305.

Die Arbeit giebt einen Ueberblick der auf Unterbau von Bodenschutzholz unter einem Hauptbestand veröffentlichten Arbeiten.

Die eignen Untersuchungen beziehen sich auf Kiefern, die mit Flächen und Buchen unterstanden sind. In Vergleich gestellt wurden gleichartige Fichten, die

während des ganzen Bestandsalters reine Kiefern getragen haben; außerdem wurden Versuchsflächen durch Aushau des vorhandenen Unterwuchses hergestellt.

Die Untersuchung des Bestandes ergab ein höheres Zuwachsprozent auf nicht unterbauten Gebieten.

Gleichzeitig wurden Wasserbestimmungen im Boden in 0,1–0,2 m Tiefe ausgeführt (1878 bis inkl. 1887) (auf lufttrockne Erde bezogen). Die mitgetheilten Zahlen sind folgende (Helbra 60–65 jähr. Bestand auf Wellenkalk, Frauenbreitungen 45jähr. Bestand auf Buntsandstein):

	Wintermonate (16. Okt. – 15. Mai).	Sommermonate (16. Mai – 15. Okt).	Durchschnitt von
1) Helbraer Forst.			
Mit Schutzholz	19,0% Wasser	12,5% Wasser	} je 11 Beobachtungen.
Ohne »	20,4 » »	14,9 » »	
Paralleluntersuchungen.			
Mit Schutzholz	21,5 » »	14,6 » »	} » 6 »
Ohne »	22,5 » »	14,7 » »	
2) Frauenbreitung Forst.			
Mit Schutzholz	10,7 » »	6,4 » »	} » 7 »
Ohne »	14,3 » »	9,5 » »	
Paralleluntersuchungen.			
Mit Schutzholz	12,2 » »	5,6 » »	} » 7 »
Ohne »	13,4 » »	6,8 » »	

Ferner: Forstort Giebel im Liebensteiner Forst (55jähr. Kiefern mit Buchenunterwuchs, letzterer auf einer Fläche 1885/86 herausgehauen, Wasserbestimmungen 1887–89); die Zahlen geben den Durchschnitt von je zwei Einzelbestimmungen in 0,1–0,5 m Tiefe Buntsandsteinboden.

	Wintermonate:	Fläche mit Unterwuchs.	Fläche ohne Unterwuchs.
14. Dezember 1887		19,8 % Wasser	21,0 % Wasser
13. Januar 1888		22,5 » »	23,8 » »
8. Februar 1888		20,2 » »	23,2 » »
11. April 1888		23,3 » »	24,6 » »
16. Januar 1889		16,8 » »	26,9 » »
Sommermonate:			
23. Mai 1888		14,4 » »	15,1 » »
21. Juni 1888		21,8 » »	26,1 » »
4. August 1888		23,8 » »	22,0 » »
8. September 1888		11,6 » »	11,4 » »
4. » 1889		8,0 » »	8,7 » »

Es wird hieraus der Schluß gezogen, daß die mit Unterwuchs bedeckten Flächen durchschnittlich einen geringeren Feuchtigkeitsgrad besitzen¹⁾.

¹⁾ Referent hatte früher (diese Zeitschr.) entsprechende Untersuchungen auf Diluvial-sandboden ausgeführt (Kiefer mit Buchenunterbau). Dieselben ergaben einen höheren Feuchtigkeitsgehalt der unterbauten Fläche im Frühjahr, einen geringeren, während des Sommers gegenüber den nur mit Kiefern bestandenen Flächen. Es ließ sich dies leicht

Schmidt kommt zu der Schlußfolgerung, daß der verminderte Holzzuwachs in erster Reihe auf den verschiedenen Wassergehalt des Bodens zurückzuführen sei (?).

Der zweite Theil der Arbeit behandelt die Einwirkung der Streuentnahme auf Waldbestand und Bodenfeuchtigkeit. *Schmidt* findet für einen 60jährigen und einen 70jährigen Bestand mittlerer Bonität bei einer größeren Anzahl Einzelbestimmungen (je 33) innerhalb vier Jahre einen geringen Rückgang des Zuwachses an den Bäumen der berechtigten Fläche. Da die Unterschiede sich aber nur um Hundertstel Millimeter bewegen, so kann man diesen Bestimmungen, trotzdem sie offenbar mit Sorgfalt ausgeführt sind, ein größeres Gewicht wohl kaum beimessen.

Von größerem Interesse sind die Angaben über die Wirkung der Streuentnahme auf einem geringen Boden des Buntsandsteins. Hier macht die Gesamtzahl der Beobachtungen einen Rückgang des Zuwachses wahrscheinlich. Allerdings bewegten sich die Unterschiede der Messungen immer noch in Zehntel Millimeter und bietet wohl kaum die Sicherheit, um daraus weitergehende Schlüsse zu ziehen.

Wichtiger sind die Feuchtigkeitsbestimmungen auf streubedeckten und streufreien Flächen. Allerdings sind diese nur in 0,1—0,2 m Tiefe gemacht, geben aber immerhin einen Ueberblick der Verhältnisse. Die mitgetheilten Tabellen sind die folgenden:

Der Boden enthält durchschnittlich Feuchtigkeit, bezogen auf lufttrocknen Boden:

Zeit.	Anzahl der Einzel- beobachtungen.	% Feuchtigkeit.	
		Fläche ohne Bodendecke.	Fläche mit Bodendecke.
Oktober 1886	4	6,3	8,5
Dezember 1886	4	13,4	16,0
Februar 1887	8	15,9	16,6
März 1887	9	20,1	17,0
April 1887	9	18,1	17,7
Mai 1887	9	17,0	16,5
Juni 1887	9	12,2	13,6
Juli 1887	7	4,7	5,1
September 1887	9	9,1	8,2
Oktober 1887	8	11,6	11,1
Dezember 1887	9	14,6	14,9
Januar 1888	9	16,0	16,5
Februar 1888	9	16,1	14,8
April 1888	9	18,0	16,3
Mai 1889	9	12,4	12,7
Juni 1888	8	16,7	14,7
August 1888	8	12,1	13,1
September 1888	6	11,8	12,6
Durchschnitt:		143	13,7
			13,7.

aus dem starken Graswuchs der letzteren, welcher Ende Juni verschwindet, erklären. Die von *Schmidt* untersuchten Flächen hatten eine Bodendecke von Laub und Moos; daher offenbar die verschiedenen Resultate. Vergleicht man übrigens die Paralleluntersuchungen *Schmidt's*, so werden die Unterschiede sehr gering oder gleichen sich mit Ausnahme der Frauenbreitunger Fläche völlig aus.

Eine Gruppierung nach Vegetationszeiten ergab kein Resultat, doch glaubt *Schmidt* durch Zusammenfassung der Trockenperioden (Feuchtigkeitsgehalt unter dem Durchschnitt) und Feuchtperioden (Feuchtigkeitsgehalt über Durchschnitt) kleine Unterschiede zu finden. Auch hier stellt sich derselbe aber äußerst gering;

in der Trockenzeit 10,6% Boden mit Decke und 10,15% Boden ohne Decke
 » » Feuchtperiode 16,1 » » » » » 16,6 » » » » .

Schmidt zieht hieraus den Schluß, daß der streubedeckte Boden während der Trockenzeit wasserreicher sei und den Bäumen die nothwendige Feuchtigkeit biete. Bestätigt werde dies durch Beobachtungen im Forstdistrikt Ruppert und dem Helmerser Forst.

Erstere ergaben 1884 und 1885 im Durchschnitt:

	Mit Bodendecke.	Ohne Bodendecke.
In den Sommermonaten	6,85 %	6,1 %
» » Wintermonaten	13,8 »	12,5 » ? ¹⁾

Die Zahlen der mitgetheilten Beobachtungen im Helmerser Forst sind offenbar nicht einwurfsfrei. Während die aus den Jahren 1883 und 1884 einen bemerkbaren Unterschied im Wassergehalt zwischen streubedektem und streufreiem Boden nicht erkennen lassen, ist der streufreie Boden 1885 regelmäßig nur halb so wasserreich als der streubedeckte (Juni 11,9 gegen 6,4; Aug. 8,0 gegen 4,4; Sept. 10,6 gegen 5,0). Einer solchen Zahlenreihe, welche im vollen Gegensatz zu allen anderen Beobachtungen steht, kann man wohl schwerlich Beweiskraft zuschreiben.

Anmerkung des Referenten: Die vorstehende Arbeit ist aus dem Bedürfniß der Praxis hervorgegangen und kann nur auf das Wärmste begrüßt werden. Kann man auch in Bezug auf die Schlußfolgerungen andere Meinungen vertreten, so sind derartige Untersuchungen doppelt dankenswerth, wenn sie von Seiten kommen, die außerdem noch ihre Berufsgeschäfte zu erfüllen haben. Besonders erwünscht würde es sein, wenn sich der verdiente Verfasser zur Veröffentlichung der Originalzahlen entschließen könnte; erst durch diese wird auch dem Außenstehenden eine wirkliche Durcharbeitung des Materials ermöglicht.

E. Ramann (Eberswalde).

A. Battelli. Ueber die Verdampfung des Wassers und des nassen Erdreichs. Il nuovo Cimento. 1890. Ser. 3. T. XXVIII. p. 247. — Naturw. Rundschau. 1891. No. 21. S. 270.

Die Aufgaben, welche Verf. sich stellte, waren vergleichende Messungen über die Verdampfung freier Wasserflächen und mit Wasser ganz durchtränkten Erdreichs unter der Einwirkung der Sonnenstrahlen und im Schatten. Er benutzte zu diesem Zwecke drei sehr weite, wasserdichte Holzbottiche, von denen zwei (A und B) einen inneren Durchmesser von 3,7 m und eine Höhe von 2,1 m hatten, während der dritte (C) einen Durchmesser von 3,1 m und eine Höhe von 1,6 m besaß. A und C wurden 4 m von einander entfernt, an der Nordseite

¹⁾ Vom Verf. selbst mit ? versehen.

einer 1 m hohen Mauer, B hingegen ganz frei in einer Entfernung von 14 m in die Erde eingegraben, so daß A und C den ganzen Tag beschattet und B vom Sonnenaufgang bis 6 oder 5 $\frac{1}{2}$ Uhr Nachmittags belichtet war. A und B wurden mit Wasser gefüllt und dienten zur Beobachtung der Verdunstung zusammenhängender Wasserflächen; in C verdunstete Erdreich, das fortwährend mit Wasser getränkt war.

Die Messung der verdunsteten Wassermassen geschah in folgender Weise: In A und B befanden sich je ein Schwimmer, aus einem Glaszylinder bestehend mit einem Glasstabe, welcher eine kleine helle Scheibe trägt; der am Boden des Zylinders befindliche Ballast von Quecksilber wurde so regulirt, daß der Schwimmer bis zur Mitte des 6 cm langen Glasstiels eingetaucht war, welcher letzterer sorgfältig entfettet und polirt war. Mittelst eines Pfeilers, an dem ein über den Bottichrand 50 cm hineinreichender Träger angebracht war, konnte die Höhe der hellen Scheibe, wie bei den Sphärometern, mikrometrisch bis auf $\frac{1}{50}$ mm genau festgestellt werden. Der Bottich C hatte in der Höhe von 1 m vom Boden eine horizontale siebförmige Scheidewand aus dicken, verzinkten Eisenstäben; auf das Gitter wurde die Erde geschüttet und dann soviel Wasser zugegossen, bis der Bottich gefüllt war. Nach wiederholtem Umrühren und Absetzenlassen konnte man sicher sein, alle Luft aus der Erde verdrängt zu haben. Am Boden des Bottichs war ein durch einen Hahn verschließbares Rohr angebracht, durch welches man zu den Beobachtungszeiten gemessene Wassermengen ablassen konnte. Hierauf wurde von oben her so lange Wasser zugegossen, bis eine über dem Bottich angebrachte, markirende Spitze die Oberfläche des ein Centimeter über dem Niveau des durchtränkten Erdreiches stehenden Wassers traf, d. h. bis die Spitze ihr Spiegelbild berührte. Da stets dieselbe Menge Wasser abgelassen wurde, mußte die Differenz der Menge, welche oben zugegossen werden mußte, damit das Niveau erreicht werde, die in der Zwischenzeit verdunstete Wassermenge angeben.

Die Beobachtungen wurden auf einem freien Felde der Commune Riva bei Chieri, täglich dreimal, vom 11. August bis 12. Oktober 1887 ausgeführt; Anfangs um 5, 2, 6 Uhr; dann um 6, 2, 6 Uhr und schließlich um 7, 2, 5 Uhr. Ein Evaporimeter von *Piche* in der Nähe der Bottiche, ein Psychrometer und ein Anemometer wurden am Versuchsorte beobachtet, die übrigen meteorologischen Momente wurden den regelmäßigen Beobachtungen zu Chieri entnommen. Die Resultate der Untersuchung, welche Verf. ausführlich in den *Annali dell' Ufficio Centrale di Meteorologia*, Vol. IX. veröffentlicht hat, sind folgende:

Die Wassermenge, welche aus feuchtem Erdreich verdunstet, ist im Allgemeinen größer als die, welche von einer frei stagnirenden Oberfläche verdunstet, wenn die Temperatur der Luft steigt; sie ist hingegen kleiner bei sinkender Lufttemperatur. Bei zunehmender Windgeschwindigkeit wächst die Verdampfung schneller von der freien Wasseroberfläche als vom feuchten Erdreich. Je feuchter die Luft ist, desto größer scheint, unter sonst gleichen Umständen, das Verhältniß des von feuchter Erde verdampfenden Wassers zu dem von der stagnirenden Wasserfläche verdunstenden zu sein. Die Verdampfung einer den Sonnenstrahlen exponirten Wasserfläche ist größer als die einer beschatteten, nicht allein am Tage, sondern auch in der folgenden Nacht; bei steigender Temperatur wächst das Verhältniß zwischen den von diesen beiden

Oberflächen verdampfenden Wassermengen etwas schneller; bei zunehmender Windgeschwindigkeit nimmt dies Verhältniß ab.

B. Sachsse und **A. Becker**. Ueber einige Löße des Königreichs Sachsen. Die landw. Versuchsstationen. Bd. XXXVIII. 1891. S. 411—433.

Charakterisirt ist der sächsische Löß, wie andere Lößvorkommnisse, durch seine außerordentlich feinmehlige Beschaffenheit, die sich bei dem Zerreiben zwischen den Fingern schon durch das Gefühl offenbart. Größere Gesteinselemente fehlen fast vollständig und sind sekundären Ursprungs; zu den letzteren gehören namentlich die nicht selten vorkommenden Mergelkonkretionen, ihrer zuweilen seltsamen Gestalt wegen auch Lößkindel oder Lößpuppen genannt, welche in Folge eines Verwitterungsvorganges entstanden sind. Eine der ersten Phasen dieses Prozesses besteht naturgemäß in der Auflösung des Calciumkarbonates in dem frischen Gesteine durch die darin sich bewegenden, mit Kohlensäure beladenen Gewässer, bei deren Eintrocknen sich das Karbonat wieder in fester Form abscheidet und dann mit den umgebenden Lößtheilchen zu größeren und kleineren Konkretionen zusammenbackt. Aehnliche, aber viel kleinere Konkretionen entstehen im Löß zuweilen durch Fortführung des Eisens in Form von Eisenoxydul-Karbonat ebenfalls durch kohlensäurehaltiges Wasser. Ersteres wird auf seinem weiteren Wege gelegentlich durch den Sauerstoff zu Eisenoxydhydrat oxydirt und verbackt dann gleichfalls mit Lößtheilchen zu kleinen Eisenschußkonkretionen.

Im Allgemeinen schwankt der Gehalt an den Theilchen von 0,0—0,05 mm Durchmesser bei allen Lößen zwischen etwa 87—100%. Irgend welche Gesetzmäßigkeiten zwischen der mechanischen Zusammensetzung der Löße und der Meereshöhe, in welcher sie sich finden, treten nicht hervor. Neben der mechanischen Zusammensetzung, durch welche der Löß als ein aus feinstem Mineralstaub bestehendes Gestein charakterisirt ist, zeigt der Löß auch eine eigenthümliche Art der Aggregation seiner Theile. Er zeigt eine gewisse schüttige Beschaffenheit, seine einzelnen Theile sind mit einer gewissen Raumverschwendung aneinandergelagert, und es fehlt diesem Gebilde die feste Packung, welche man an dem Aulehme und vor allem auch an dem Geschiebelehme findet. Diese schüttige Beschaffenheit des Lößes wird durch die Bearbeitung und folglich auch durch die Kultur zerstört, und da nun von derselben offenbar zum größten Theil die starke Wasserdurchlässigkeit und das Wasserhebungsvermögen des Lößes bedingt wird, so kann man behaupten, daß durch die mit der Kultur verbundene Bearbeitung die Wasserkapazität des Lößes eher erhöht, als vermindert wird, weil die Kapillaren des Bodens durch Zerstörung der schüttigen Struktur eine Verengung erfahren.

Wie schon die mikroskopische Betrachtung des Lößes lehrt, ist der vorwaltende Bestandtheil Quarz. Es kommt dies bei der chemischen Bauschalyse durch einen außerordentlich hohen Kieselsäuregehalt zum Ausdrucke, welcher bei den untersuchten Lößen im Mittel zwischen 76—79% liegt, und nur in wenigen Fällen noch etwas tiefer herabsinkt. Neben dem Quarz als vorwaltendem Bestandtheil des Lößes zeigen sich bei der mikroskopischen Untersuchung desselben zahlreiche Fragmente anderer Mineralien, und daß unter diesen auch solche von

kalihaltigen Mineralien reichlich vorhanden sind, ergibt wiederum die chemische Bauschanalyse, welche einen verhältnißmäßig sehr hohen Kaligehalt (2—3%) anzeigt.

Entsprechend dem hohen Gehalt des Lößes an Quarz als einem nicht weiter verwitterungsfähigen Bestandtheil ist sein Gehalt an chemisch gebundenem Wasser ziemlich gering und liegt etwa zwischen 2,5 und 3,5%. Sieht man ab von den überhaupt nur in geringer Menge vorhandenen Mineralbeimengungen, welche etwa wie der Glimmer geringe Antheile von chemisch gebundenem Wasser enthalten, so bildet der Thon den einzigen wasserhaltigen Gemengtheil des Bodens, wenn man unter dieser Bezeichnung eine Anhäufung von chemischen Produkten des Verwitterungsprozesses versteht, also von Thon oder Kaolin in mineralogischem Sinne, Sesquioxyhydraten, Zeolithen, hydratischer Kieselsäure und Magnesiumsilikaten.

Der Kaligehalt sämtlicher Feinerden ist landwirthschaftlich ein höchst befriedigender, und prozentisch noch etwas höher ist derselbe in den feinsten bei 0,2 mm abschlämmbaren Theilchen, welche wegen ihrer feinen Vertheilung das Kali in einer leichten angreifbaren Form enthalten. Der Kalkgehalt ist auch in den durch Verwitterung vollständig von Karbonaten entblößten Lößböden immer noch vollständig ausreichend. Verhältnißmäßig sehr arm ist der Löß an Phosphorsäure. An Humus sind die der Luft so leicht zugänglichen Lößböden naturgemäß sehr arm, so lange nicht ausnahmsweise ungünstige Untergrundsverhältnisse unterstützt durch horizontale Lagerung, Nässe und damit ungünstige Durchlüftung herbeiführen.

Das Absorptionsvermögen für Kali, Ammoniak und Phosphorsäure war bei den meisten Lößproben sehr beträchtlich.

In Bezug auf die Entstehungsweise der sächsischen Löße glauben die Verf., bei Zusammenfassung der diesbezüglichen Erörterungen, den Satz an die Spitze stellen zu sollen, daß diese Bildungen nach ihrem ganzen Habitus und nach ihrer chemischen und mechanischen Beschaffenheit ein einheitliches Ganze darstellen, und daß die am höchsten lagernden Freiburger Löße nicht wesentlich verschieden sind von den am tiefsten lagernden Lößen der Leipziger Gegend, mit welchen sie räumlich zusammenhängen. Diese Lößabsätze können durch Wasser oder durch Wind herbeigeführt worden sein; über diesen Punkt kann weder die mechanische, noch selbstverständlich auch die chemische Untersuchung etwas entscheiden, da thatsächlich wäßrige Absätze bestehen, die ebensowenig eine Schichtung erkennen lassen, wie die nach ihrer Entstehungsweise fraglichen Löße. Sind aber die Lößabsätze aus Wasser entstanden, dann verlangt wenigstens der Mangel an Schichtung in ihnen und ihre gleichmäßige Beschaffenheit, daß sie als Absätze aus einem einzigen Becken mit stehendem Gewässer angesehen werden müssen, da fließendes Wasser je nach seinem Gefälle und nach seiner mit den Jahreszeiten wechselnden Geschwindigkeit schichten muß, und überdies Uebergänge zwischen den echten Lößen und gröberen Sedimenten zu fehlen scheinen. Die Hypothese eines wäßrigen Ursprungs der sächsischen Löße verlangt also das einmalige Vorhandensein eines Wasserbeckens, dessen Nordrand am Rande des Geschiebelehms und dessen Südrand an den Abhängen des Erzgebirges in einer Meereshöhe von etwa 400 m zu suchen wäre. Diese Schwierigkeiten fallen weg, wenn wir den Löß andererseits als Windabsatz ansehen. Derselbe ist dann einfach aufzufassen

als der Mineralstaub, der während des herrschenden Steppenklimas von dem Geschiebelehm abgeweht und durch mächtige südwärts wehende Winde zum Theil bis auf die Nordabhänge des Erzgebirges hinaufgeweht worden ist. Mit dieser Auffassung stimmen auch gewisse petrographische Beobachtungen, welche *Sauer* in den Erläuterungen zu Sektion Freiberg mitgetheilt und im Sinne einer äolischen Entstehungsweise der dortigen Löße verwerthet hat, und mit dieser Auffassung stimmt auch der allgemeine Eindruck, welchem sich Keiner wird verschließen können, der sich in Lößegenden bewegt, und welcher dahin geht, daß der Löß ein Gestein eigener Natur ist, abweichend durch seine lockere poröse Struktur von allen sonst bekannten Sedimenten. *E. W.*

A. Borgmann. Die niederländischen Hochmoore. (De Hoogvenen van Nederland). Inaug.-Dissertation. Groningen 1890. (175 Seiten.)

Die Arbeit giebt eine ausführliche Darstellung der holländischen Hochmoore und behandelt namentlich die Entstehungsgeschichte derselben.

Seetorf, d. h. Torf aus Resten von Tangarten, Seegras oder anderen Salzwasserpflanzen giebt es nicht, alle vom Meere ausgeworfenen Torfreste bestanden aus Süßwasserpflanzen, namentlich Phragmites und Sphagnum. Wohl finden sich an den Küsten dicke Lagen von ausgeworfenen Meerepflanzen, aber nirgends geben diese zur Torfbildung Veranlassung.

B. unterscheidet zwischen der «Bildung torfiger Stoffe» und der «Bildung des Torfmoores». «Der Tod der Pflanzen, welche die organischen und wesentlichen anorganischen (Aschenbestandtheile, im Gegensatz zu den accessorischen Mineraltheilen, wie Sand u. s. w.) Bestandtheile lieferten, ist der Beginn der Bildung von Torfstoffen, jedoch nur ein Stadium der Torfbildung.» «Unter einem Torfmoor (veen) verstehe ich ein geologisch Individuum, welches aus Humusstoffen besteht und mit Pflanzen bedeckt ist, welche die organischen und wesentlich anorganischen Bestandtheile vermehren.» (S. 30.)

Den Entwicklungsgang der Moore schildert *B.* etwa folgendermaßen: «Vorboden sind das verbreitete Auftreten von Haide (*Calluna vulgaris* u. *Erica tetralix*), sodann von Grasarten *Festuca ovina*, *Corynephorus canescens*, *Cynosurus cristatus*.»

Die humosen Reste der Theile bilden das Cement für den Sandboden, in dem sie Schuppen und Platten (schilfers) bilden; diese leiten die ausgesprochene Hochmoorbildung ein. Die meisten Hochmoore sind von einem Haidekranz umgeben und je mehr man nach der Mitte des Moores vordringt, um so reichlicher werden die humosen Plättchen und bilden eine geschlossene Lage; hier sieht *Borgmann* die Grenze des Hochmoores, welche auf den Karten sonst meist sehr wechselnd angegeben worden ist. Das letztere kann aber auch seine Ursache darin haben, daß die Grenze in verschiedenen Jahren wechselt, je nachdem Zufuhr oder Zersetzung der organischen Masse überwiegt.

Noch tiefer in das Moor hinein finden sich Bülden (Kaupen) von Haidekraut, meist 1 m breit, die bei feuchtem Wetter wie Inseln zwischen einer weichen, zähen Masse von humifizirten Pflanzenresten liegen. Erst mehr nach der Mitte beginnt das ausgesprochene Hochmoor mit seiner überwiegend aus Torfmoosen bestehenden Flora. Als hauptsächlich torfbildende Pflanzen giebt *B.* folgende an,

die sich vom Rande nach der Mitte fortschreitend vorfinden: *Calluna vulgaris*, *Erica tetralix*, *Eriophorum vaginatum* und *Scirpus caespitosus*, *Sphagnum*.

Gräben, welche ein Hochmoor durchziehen, haben eine andere Flora, namentlich finden sich dort noch Birken, Wachholder, *Epilobium* und andere. Der Einfluß der Luftfeuchtigkeit ist dabei so groß, daß sich in Gräben, welche von Ost nach West laufen, stets mehr *Sphagnum* enthalten ist, als in solchen, die von Nord nach Süd laufen.

Der Untergrund der Moore ist meist Diluvialsand, sparsamer Kies oder Grand, seltner lehmige Sande (so bei Hardenberg, Gramsbergen Hoogeveen; bei Vlachtwedde im Hondsrug ist die mittlere Größe der Sandkörner über 2 mm; Gemenge von Sand und Grand bei Emmen, Smilde; einige liegen auf Tertiärthon, so in Geldern und Overijssel).

B. macht auf die Bedeutung des Untergrundes aufmerksam, namentlich auf das Vorkommen von Ortstein mit überlagernden, schwach humosen Sanden (Bleisand). Diese Schichten, wie auch alle frischen Moore reagieren immer sauer. Es gelang auch durch Abschlämmen schwarze Körnchen von Eisenverbindungen zu erhalten, die im Boden streifenweise vertheilt sind.

Man findet Hochmoore in Becken (zahlreich in Drenthe; im nordischen Flachland die verbreitetste Form. Anm. d. Ref.), Thälern, Hügelrücken und auf flachem Boden; so durchziehen Hügelrücken das Helenaveen (bei Oranjedorp 20 m ü. M., mit einer Torfbedeckung von 4 m Mächtigkeit), alle gleichmäßig von Hochmoor überdeckt.

Betrachtet man die Schichtenfolge der Moore, so findet man solche, deren unterste Schicht aus Baumresten gebildet wird, deren Wurzeln sich in den Untergrund erstrecken; oft theilweise im Moor, theilweise im Untergrunde ihren Stand haben. Bei diesen ist der Beginn der Moorbildung ein Waldbestand gewesen; bei anderen Mooren fehlt dieser. Hiernach unterscheidet *Borgmann* zwei Typen der Hochmoore: Mit Baumresten und ohne Baumreste.

I. Typus. Hochmoor ohne Baumreste.

In den weitaus meisten Fällen Haidemoor von Wollgrasmoor und dieses von *Sphagnum*moor überdeckt.

Der Haidetorf ist vom Wollgrastorf meist scharf geschieden, während letzterer mehr allmählich in den *Sphagnum*torf übergeht. Beim Trocknen schwindet die Torfsubstanz verschieden stark; im großen Durchschnitt *Sphagnum*torf 15%; Wollgrastorf 16%; Haidetorf 18% des Frischvolumens.

Die mittlere Mächtigkeit der einzelnen Schichten ist die folgende:

Sphagnumtorf	{	im Norden von Emmen	1,00 m,
		sonst	0,65 »
		bei Nieuwerood (Drenthe)	0,50 »
		bei Friezenveen	0,50 »
		im Helenaveen	0,65 »
Wollgrastorf	{	bei Emmen	0,65 »
		im Helenaveen	0,25 »
Haidetorf	{	bei Emmen	1,50 »
		im Helenaveen	1,00 »

Die Hochmoore dieses Typus bestehen also aus Haide-, Wollgras-, Sphagnumschichten, jedoch kann in einzelnen Fällen jede dieser Lagen für sich bestehen.

II. Typus. Hochmoore mit Waldresten.

Die Baumreste nehmen zumeist die Mitte des Moores ein und erreichen nur selten eine größere Mächtigkeit (so z. B. im Fledderveen b. Onstwedde in Groningen bis $1\frac{1}{2}$ m). Die Baumreste sind zumeist Birke, Eiche, Erle, Kiefer, Haselnuß und Gagel (*Myrica gale*); es finden sich zumeist Erle und Birke an den tiefsten, die Kiefer in den höheren Lagen des Moores. Einzelne Moore enthalten überwiegend nur eine Baumart (so z. B. Hardenberg [Overijssel] Erle; bei Gramsbergen [Overijssel] Haselnuß).

Dopplerit fand *B.* nur in Mooren dieses Typus in den Baumresten, zumal den oberen Stammtheilen.

Je nach der Schichtenfolge unterscheidet *B.* die holländischen Hochmoore in folgende Gruppen (die tiefste Schicht bezeichnet er als «Kern» des Moores).

- | | | |
|--|---|---|
| I. Ohne Baumreste
(einzelne zufällig eingelagerte Baumstämme natürlich ausgenommen) | } | 1. mit Haidekern,
2. mit Wollgraskern, bezw. Binsenkern
(<i>scirpus caespitosus</i>),
3. mit Sphagnumkern. |
| II. Mit Baumresten | | 1. mit Baumkern. |

Die Bildung dieser Moore findet in folgender Weise statt, wenn die Bedingungen (mittlere Temperatur, nicht über $5-8^{\circ}$, und hohe Luftfeuchtigkeit) günstige sind; sie zeigt folgenden Entwicklungsgang.

1. Haide (*Calluna vulgaris*) bildet ein Haidemoor, in der Mitte Bülden. Die Haide breitet sich horizontal weiter aus.

2. In der Mitte des Haidemoors siedelt sich *Erica tetralix* an, welche mit Vermehrung der Humusmassen sich immer weiter ausbreitet.

3. In der Mitte siedelt sich Wollgras an, verdrängt *Erica tetralix*, die sich mehr nach dem Rande zurückzieht, *Calluna vulgaris* ergreift neue Gebiete des Landes.

4. In der Mitte findet sich Sphagnum ein, welches bald herrschend wird und die andern Bewohner nach dem Rande drängt.

In allen Mooren dieses Typus findet man daher vom Rande nach der Mitte fortschreitend alle Pflanzen vor, welche an der Torfbildung theilgenommen haben und zwar in der Reihenfolge ihrer ehemaligen Verbreitung.

Im Allgemeinen behalten die verschiedenen Schichten ihre ursprüngliche Dicke in der ganzen Ausdehnung des Moores bei und nehmen nur nach dem Rande hin ab. Nach vielen Messungen verhält sich die Mächtigkeit des Haide- torfs: Wollgrastorf: Sphagnumtorf wie 8:6:7. Aus diesem Verhalten der Pflanzen geht die konvexe Form des Hochmoores hervor, die Oberfläche ist jedoch ziemlich eben.

Der Unterschied in der Höhenlage betrug z. B. auf 1000 m Entfernung nur 34 cm im Emmererscheidenveen, im Peelveen bei Deurne bei Horst auf 300 m Entfernung nur 36 cm. (Genaue Zahlen auf S. 127 und 128 bei *B.*)

Die Entwicklung der Moore mit Baumkern ist ganz ähnlich.

Zwischen den Baumresten, die zumeist von schwachen Stämmen gebildet werden (offenbar schlechter Wuchs der Bäume auf dem Moorboden, nicht jüngere Bäume, wie *B.* meint, Anmkg. d. Ref.), finden sich ziemlich feinkörnige humose Stoffe unbestimmbaren Ursprungs, dazwischen Torfmoose. Auf dieser Schicht findet sich meist eine dünne Lage von Wollgrasresten und auf dieser tritt erst die normale Schicht von Haidetorf, überlagert von Wollgrastorf und Sphagnumtorf auf.

B. bespricht dann den muthmaßlichen Zusammenhang der ausgedehnten holländischen Hochmoore und kommt zum Schluß, daß in den weitaus meisten Fällen dieselben einheitlichen Ursprunges, seltener durch Verwachsung mehrerer Centren entstanden sind. *B.* unterscheidet:

1. einheitliche Hochmoore,
2. zusammengesetzte Hochmoore (solche mit mehreren Centren),
3. vielfältige Hochmoore (durch Verwachsung von zusammengesetzten Hochmooren entstanden).

In allen Fällen ist es dann das Torfmoos, welches die Verbindung zwischen zwei Mooren herstellt.

Der letzte Theil des Buches giebt eine eigenartige Nomenklatur, bezw. Symbole für die verschiedenen Moorbildungen und bespricht dann einzelne holländische Moore, deren Zusammensetzung und Melioration, sowie die geographische Vertheilung der Moore in Holland.

Zu bemerken ist noch, daß *B.* hervorhebt, daß nirgends Andeutungen zu finden seien, welche darauf hinweisen, daß die Hochmoore links und rechts der Ems je in Verbindung mit einander gestanden haben. *E. Ramann* (Eberswalde).

***P. P. Dehérain.* Zusammensetzung der Drainwässer in nackten und bebauten Bodenarten. Annales agronomiques. T. XVII. 1891. Nr. 2. p. 49—82.**

Im Anschluß an die Untersuchungen über die Drainwässer und deren Zusammensetzung, welche vom Juni 1889 bis Juni 1890 angestellt wurden¹⁾, führte Verf. neuerdings einige, den gleichen Gegenstand betreffende Versuche aus, über deren Resultate er in vorliegender Mittheilung Bericht erstattet. Neben Erde von Grignon wurde solche von Blaringhem und Wardrecques (Pas-de-Calais und Nord), sowie von Marmilhat und Palbost (Puy-de-Dôme) verwendet, und zwar nach dem früher beschriebenen Verfahren.

Die Drainwässer der nicht bebauten Böden. Für die ganze Beobachtungszeit (1. März bis 7. November 1890) stellten sich die Regen- und Drainwassermengen, sowie die in letzteren enthaltenen Quantitäten an Salpeterstickstoff (kg pro ha) wie folgt:

	Regen- wasser.	Drain- wasser.	Salpeter- stickstoff. darin
	mm	mm	kg
Wardrecques . . .	352,1	97,4	152,4
Blaringhem	352,1	119,3	128,1
Marmilhat	352,1	121,4	62,5
Palbost	352,1	148,5	45,2.

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. XIII. 1890. S. 402.

Zunächst fällt an diesen Zahlen auf, daß die Böden von Wardrecques und Blaringhem mehr Nitrate gebildet haben als die von Marmilhat und Palbost, obwohl sie viel ärmer an Stickstoff sind als letztere. Diese Unterschiede können nicht auf jene in den Drainwassermengen ohne Weiteres zurückgeführt werden, wie besonders aus den in Marmilhat und Blaringhem gewonnenen Daten hervorgeht. An beiden Orten war die Drainwassermenge fast ganz gleich und doch wurden dem Boden sehr verschiedene Mengen von Nitratstickstoff entführt. Vielleicht beruhen die hervorgetretenen Differenzen in der Auswaschung der salpetersauren Salze darauf, daß die Böden von Pas-de-Calais und Nord im Vergleich zu den beiden andern ärmer an organischen Substanzen (Humus) sind, und daß letztere, wie die Untersuchungen von *Warington* und *Winogradsky* gezeigt haben, die Nitrifikation beeinträchtigen.

Die von einem mit schwefelsaurem Ammoniak gedüngten Boden gelieferten Drainwässer. Verf. operirte mit einem durch die Kultur erschöpften Boden (Grignon), der in einer Menge von 30 kg pro Gefäß verwendet und mit 12 g schwefelsaurem Ammoniak (800 kg pro ha) im Herbst 1889 gedüngt wurde. Das Resultat war folgendes.

Vom 6. Januar bis 15. Juli 1890.	Drainwasser.	Darin
		Salpeterstickstoff.
	ccm	mgr
Boden, ungedüngt	17880	646
Boden, gedüngt	16710	2611.

Diese Zahlen zeigen zunächst, daß die gedüngte Erde etwas weniger Drainwasser geliefert hatte als die ungedüngte. Die Ursache hiervon ist darin zu suchen, daß das schwefelsaure Ammoniak durch Umsetzung die Bildung von schwefelsaurem Kalk und damit die Auswaschung eines Theils des Kalkes veranlaßt hatte, wodurch die Koagulation des vorhandenen Thones und damit die Durchlässigkeit des Bodens vermindert werden mußte. Die betreffende Wirkung war bei dem thonarmen Boden eine verhältnißmäßig schwache; sie dürfte auf thonreichen Böden aber in stärkerem Maße hervortreten.

In Bezug auf die Auswaschung der Nitrate zeigen die mitgetheilten Versuchsergebnisse, daß dem gedüngten Boden ungleich größere Mengen von Salpeterstickstoff durch die Drainwässer entzogen wurden als dem ungedüngten. Der Uebergang des Ammoniaks in Salpetersäure, auf welchen diese Erscheinung zurückzuführen ist, erfolgte aber vornehmlich in der warmen Jahreszeit, in viel geringerem Umfange in der kälteren, denn die Salpeterstickstoffmengen, welche durch die Sickerwässer entführt wurden, betragen vom 6. Januar bis 31. Mai nur 572 mg, vom 8. Juni bis 15. Juli dagegen 2039 mg.

Die 12 gr der Düngung enthielten 2,5 g Stickstoff. Vergleicht man die dem ungedüngten Boden entführten Stickstoffmengen mit jenen des gedüngten Bodens, so ergibt sich eine Differenz von 2,611—0,646 = 1,965 g. In dem Drainwasser der vorangegangenen Periode (vom 7. Nov. 1889 bis 1. Febr. 1890) waren 0,574 g Stickstoff enthalten. Somit ergibt sich in Summa: 2,539 g, also dieselbe Menge, welche in dem Düngemittel enthalten war. Wenn man in Rücksicht zieht, daß von den 0,574 g Stickstoff ein Theil aus dem Boden selbst stammt, so folgt, daß in den 8 Monaten vom November 1889 bis Juli 1890 zwar nicht

aller Stickstoff in der Düngung, aber doch der größte Theil desselben nitrifizirt worden war.

Die Drainwasser der bebauten Böden. Die betreffenden Versuche wurden nicht nur zu dem Zweck angestellt, den Einfluß der verschiedenen Kulturen auf die Drainwassermengen festzustellen, sondern auch, um die Ursachen der geringen Fruchtbarkeit desjenigen Bodens zu ergründen, der seit 1875 keinen Dünger erhalten hatte und zur Hervorbringung irgendwie lohnender Ernten bei Rüben und Klee unfähig geworden war. Da frühere Versuche den Verf. zu der Ansicht geführt hatten, daß die Ursache hiervon in dem Mangel von organischen Substanzen zu suchen sei¹⁾, so führte er in einigen Gefäßen dieser Erde lösliche organische Substanzen (matière noire) zu, welche er mittelst Wasserdampf aus Stalldünger ausgezogen hatte. Bei Anwendung dieser Flüssigkeit wurde jedem Gefäß ein Liter zugeführt. Es waren darin enthalten (g):

Organ. Substanz.	Stickstoff.	Phosphorsäure.	Kalicarbonat.
16,71	1,47	0,168	5,8.

Andere Gefäße erhielten eine bloße Mineraldüngung von (g):

Stickstoff.	Phosphorsäure.	Kali.
0,32	0,24	1,2.

Endlich wurde einigen Gefäßen Düngerextrakt in Verbindung mit mineralischen Dungstoffen zugeführt. Es waren darin enthalten:

Stickstoff.	Phosphorsäure.	Kali.
1,79	0,408	5,15.

Die Kulturen mit Hafer lieferten folgendes Resultat:

Boden.	Düngung.	Ernte.		Drainwasser.	Darin
		Körner.	Stroh.		Salpeterstickstoff.
		g	g	ccm	mg
Gute Erde	ungedüngt	21,2	37	4780	91,0
Erschöpfte Erde	ungedüngt	19,7	29	5140	2,8
»	Mineraldünger	23,8	41	4900	3,3
»	Düngerextrakt	23,6	35	5020	11,7
»	Düngerextrakt u. } Mineraldünger	30,7	54	4900	4,6.

Die Versuche mit Hanf ergaben folgendes Resultat:

Boden.	Düngung.	Gewicht der Ernte pro ha in kg.	Drainwasser.	Darin
				Salpeterstickstoff.
			ccm	mg
Gute Erde	ungedüngt	1848	4480	15,8
Erschöpfte Erde	ungedüngt	1230	7360	164,3
»	Mineraldünger	1368	6960	317,7
»	Düngerextrakt	1542	4250	10,4
»	Düngerextrakt u. } Mineraldünger	2324	4240	9,3.

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. XIII. 1890. S. 86.

Der mit Raygras besetzte Boden wies folgende Verhältnisse auf:

Boden.	Düngung.	Gewicht der Ernte pro ha in kg.	Drain- wasser. ccm	Darin
				Salpeter- stickstoff. mg
Gute Erde	ungedüngt	3960	4500	8
Erschöpfte Erde	ungedüngt	2020	6320	38
»	Mineraldünger	3180	4920	58
»	Düngerextrakt	3060	6940	36
»	Düngerextrakt u. Mineraldünger	3780	5350	11.

Bei der Kultur der Erbsen wurde folgendes Ergebnis erzielt:

Boden.	Düngung.	Gewicht der Ernte pro Topf in g	Drain- wasser. ccm	Darin
				Salpeter- stickstoff. mg
Gute Erde	ungedüngt	121	5220	220
Erschöpfte Erde	ungedüngt	66	7840	118
»	Mineraldünger	69	6110	132
»	Düngerextrakt	70	6160	247
»	Düngerextrakt u. Mineraldünger	88	9000	285.

Ueber die mit Klee gewonnenen Resultate geben folgende Zahlen Auskunft:

Boden.	Düngung.	Heuernte pro ha in kg	Drain- wasser. ccm	Darin
				Salpeter- stickstoff. mg
Gute Erde	ungedüngt	9100	8670	269
Erschöpfte Erde	ungedüngt	5740	8340	159
»	Mineraldünger	5950	7600	164
»	Düngerextrakt	5600	6680	196
»	Düngerextrakt u. Mineraldünger	6440	6620	216.

Bereits bei einer andern Gelegenheit¹⁾ wurden die Gründe angegeben, weshalb diese Versuche keinen Anschluß über die unter natürlichen Verhältnissen bei den verschiedenen Kulturen auftretenden Drainwassermengen geben können. Für die Richtigkeit dieser Behauptung spricht überdies der Umstand, daß die Sickerwassermengen keine gesetzmäßigen Beziehungen zu der Erntehöhe aufwiesen, wie dies in Wirklichkeit der Fall ist²⁾. Ebenso lassen die Versuche die Frage über die Rolle der organischen Stoffe bei der Ernährung der Gewächse offen, wie Verf. zugiebt. Dagegen liefern die Resultate bezüglich des durch die Sickerwässer dem Boden zugefügten Stickstoffverlustes durch Auswaschung der Nitrate einige

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. XIII. 1890. S. 403 und Bd. XIV. 1891. S. 44 (Anmerkung).

²⁾ Diese Zeitschrift. Bd. X. 1887. S. 342, Bd. XIII. 1890. S. 239 und Bd. XIV. 1891. S. 45.

Beurtheilungsmomente, die indessen mit Vorbehalt aufzunehmen sind, weil die Wirkung der Drainwässer in dieser Richtung wesentlich von deren Menge abhängig ist und letztere sich unter natürlichen Verhältnissen anders gestaltet als in vorliegenden Versuchen.

Abgesehen von letzterem Punkt würden die Ergebnisse der Untersuchungen des Verf. dafür sprechen, daß bei der Kultur der Gramineen der Stickstoffverlust weit geringer ist als bei jener der Leguminosen. Verf. erklärt dies aus dem Umstande, daß letztere den Salpeterstickstoff im Boden nicht wie andere Gewächse zu verwerthen vermögen. Hinsichtlich des Hanfes ergab sich, daß diese Pflanze nur bei Gegenwart von organischen stickstoffhaltigen Substanzen die Nitrate sich aneignete, bei Mangel an solchen aber die Auswaschung erheblicher Mengen von salpetersauren Salzen nicht zu hindern im Stande war.

Brachkulturen als Düngung. Verf. hatte, um die nach Aberntung der Felder durch Auswaschung eintretenden Stickstoffverluste hintanzuhalten, vorgeschlagen, die Stoppelfelder mit schnellwachsenden Pflanzen anzusäen und diese dann unterzupflügen. Die nach dieser Richtung angestellten Versuche fielen insofern nicht entsprechend aus, als die vorangegangene Witterung sehr trocken war, und die Gründümpfpflanzen im Winter durch Frost zu Grunde gerichtet wurden. Dennoch zeigen die erhaltenen Resultate die Vortheilhaftigkeit jenes Verfahrens auf das Deutlichste, wie folgende Daten darthun, welche die im November vor Eintritt des Frostes in dem Drainwasser bestimmten Stickstoffmengen pro ha angeben:

Kulturen im Sommer.	Kultur des Bodens nach der Ernte im Herbst.	Nitratstickstoff durch die Drainwässer im November entzogen.
Rüben	keine	7,5 kg
Mais	keine	14,5 »
Hanf	keine	10,5 »
Hafer	Raps	0,37 »
Erbsen	Rübsen	0,51 »
Raygras	Raygras	0,88 »
Klee	Klee	1,10 »

Die Erde hatte mithin im nackten Zustande durchschnittlich 10,8 kg, mit Stoppelpflanzen bebaut im Mittel 0,4 kg Nitratstickstoff pro ha verloren. Aehnlich verhielten sich die perennirenden Pflanzen (Raygras und Klee). *E. W.*

E. Laurent. Ueber den Mikroorganismus der Wurzelknöllchen der Leguminosen. Comptes rendus. 1890. T. CXI. p. 754. — Naturw. Rundschau. 1891. No. 10. S. 129.

Wenn auch der Streit der Meinungen über die Ursache der Knöllchen an den Wurzeln der Leguminosen noch nicht endgiltig als geschlichtet betrachtet werden kann, so neigt doch die Wage immer entschiedener der Ansicht derer zu, welche für die Bakteriennatur ihres Inhaltes eintreten. Die Unmöglichkeit, Knöllchen zu erhalten im sterilisirten Boden, von dem sorgfältig alle Keime ferngehalten werden, die Sicherheit andererseits, mit welcher man durch Impfung von Knöllchensub-

stanz aus den Wurzeln der Leguminosen Knöllchen erzeugt, sprechen immer entschiedener für die letztere Auffassung. Auch dem Verfasser sind Impfungen der Art im großen Maßstabe geglückt, namentlich wenn diese Impfung an jungen Pflanzen vorgenommen wurde; in der Periode der Fruchtbildung hingegen war der Erfolg unsicher. Verf. konnte Erbsen mit Knöllchen von mehr als 30 Leguminosen-Arten, welche sehr verschiedenen Gattungen angehörten, erfolgreich impfen; gleichwohl hielt er es für erforderlich, um die Selbstständigkeit der Knöllchen-Mikroben zu beweisen, sie in Reinkulturen zu züchten.

Wohl ist bereits von manchen Seiten behauptet, daß Reinzüchtungen der Knöllchen-Mikroben gelungen wären, aber die betreffenden Autoren geben an, daß die Organismen ihrer Kulturen beweglich gewesen wären, was von den Bakteroiden der Knöllchen nicht behauptet werden kann. Verf. hat hingegen sehr schöne Kulturen erhalten, als er unter den nöthigen Kautelen etwas Substanz eines Knöllchens in Erbsen- und Lupinenbrühe aussäete; es bildete sich ein zäher Niederschlag am Boden des Gefäßes, der unter dem Mikroskop die Bakteroiden der Knöllchen erkennen ließ. Wurden diese Kulturflüssigkeiten den Wurzeln junger Erbsen eingepft, so entwickelten sich an ihnen Knöllchen.

Die Kulturflüssigkeit der Mikroben der Knöllchen braucht aber keinen Pflanzensaft zu enthalten. Reines Wasser, dem man 0,001 Kaliumphosphat, 0,0001 Magnesiumsulfat und 0,005 oder 0,010 sehr reine Saccharose zugesetzt, genügt für diesen Zweck. In dieser N-freien Nährflüssigkeit erzeugen die Bakteroiden in vier bis fünf Tagen bei 24° eine zähe Haut am Boden des Gefäßes, welche reichlich Mikroben enthält. Die Saccharose kann ersetzt werden durch Maltose, Laktose, Dextrin, Mannit und Glycerin. In diesen N-freien Flüssigkeiten würden gewöhnliche Bakterien gar nicht oder nur schlecht gedeihen. Die Knöllchen-Mikroben hingegen entwickeln sich reichlich und scheinen die Fähigkeit zu besitzen, freien Stickstoff zu assimiliren.

Diese Organismen sind also zweifellos selbstständig. Aus ihrem Ansehen und besonders aus der Art ihrer Vermehrung (durch Knospung) und Verzweigung zieht Verf. den Schluß, daß die Mikroorganismen der Knöllchen ein Zwischenglied zwischen den eigentlichen Bakterien und den niederen Fadenpilzen bilden.

W. O. Atwater und **C. D. Woods**. Ueber die Aufnahme von atmosphärischem Stickstoff durch die Pflanzen. Chemisches Zentralblatt. 1891. Bd. I. S. 92 und 416.

Atwater hat schon im Jahre 1881 Versuche angestellt, durch welche die Aufnahme atmosphärischen Stickstoffs durch einige Pflanzen bewiesen wurde. Ueber diese Versuche wird nochmals berichtet. Seitdem haben die Verff. neue Versuche über diesen Gegenstand angestellt, wobei die Pflanzen in einem Seesand möglichst unter den Bedingungen wie in der Natur kultivirt wurden, nur unter Abhaltung von Wind, Regen, Thau und abnormer Hitze. Die Apparate, Materialien und Methoden der Verff. werden ausführlich beschrieben; in den Nährlösungen erhielten einige Pflanzen gar keinen Stickstoff, einige in für sich ungenügender Menge, andere in solchen Mengen, daß die Pflanzen daraus ihren Stickstoffbedarf ausreichend decken konnten. Die Samen wurden gewogen und

auf Papier keimen gelassen, ehe sie in den Sand gebracht wurden. Außer mit den Nährlösungen wurde der Sand auch mit Bodenaufguß versetzt, dessen Stickstoffgehalt sehr klein war. 10 Versuche mit 60 Haferpflanzen ergaben einen sehr kleinen Stickstoffgewinn bei Abwesenheit von N in der Nährlösung, große Stickstoffverluste, wenn Nitrate in den Lösungen enthalten waren. Wurzelknöllchen hatten sich nicht gebildet. Aehnliche Ergebnisse hatten 26 Versuche mit 40 Roggenpflanzen, bei denen die Verluste um so größer waren, je mehr Stickstoffverbindungen den Pflanzen zugeführt wurden. Bei den Versuchen mit Alfalfa verkümmerte ein großer Theil der Samen; wo die Pflanzen erhalten blieben, zeigten sie Wurzelknöllchen und Stickstoffgewinn, sowohl wenn Stickstoffverbindungen in den Lösungen enthalten waren, als wenn sie fehlten. Ueber diese Versuche und die mit Erbsen angestellten giebt die folgende Tabelle Aufschluß:

Wurzelknöllchen.		Ohne Stickstoff in den Nährlösungen.		Mittlerer Gewinn an Stickstoff.	Mit Stickstoff in den Nährlösungen.		Mittlerer Gewinn an Stickstoff.
		Zahl der Versuche.	Zahl der Pflanzen.	mgr	Zahl der Versuche.	Zahl der Pflanzen.	mgr
Alfalfa.	keine	10	23	-9,6	6	13	-22,7
	wenig	7	21	-2,1	12	39	0,6
	ziemlich viel	4	15	63,3	7	24	28,4
	sehr viel	10	30	77,9	18	69	99,5
Erbsen.	keine	—	—	—	—	—	—
	wenig	—	—	—	3	4	84
	ziemlich viel	1	3	137,5	—	—	—
	sehr viel	—	—	—	1	1	382,2.

Aus einer großen Zahl weiterer Versuche, deren Einzelheiten mitgetheilt werden, ergibt sich, daß mit der Anzahl der Wurzelknöllchen die Menge des aufgenommenen Stickstoffs steigt, und daß bei Abwesenheit der Knöllchen Stickstoff nur selten und in sehr geringen Mengen aus der Atmosphäre absorbiert wird. Die Zufügung von Bodenaufguß ist für die Bildung der Knöllchen nicht erforderlich, und man kann annehmen, daß die in ihnen enthaltenen Mikroorganismen oder deren Sporen der Luft entnommen sind. Ein Verlust an Stickstoff trat sowohl in Gegenwart als in Abwesenheit von Wurzelknöllchen ein; besonders groß war er bei Hafer und Roggen und am größten, wenn den Pflanzen viel Stickstoff in Form von Nitraten zugeführt worden war. Wahrscheinlich wird der Verlust durch Zersetzung der Samen oder der Nitrate durch Mikroorganismen herbeigeführt. Wenn in früheren Versuchen der Nachweis der Aufnahme von Stickstoff aus der Atmosphäre mißlang, so lag das theilweise an dem Stickstoffverluste und außerdem wahrscheinlich an den Vorsichtsmaßregeln, durch welche der Zutritt von Stickstoffverbindungen ausgeschlossen werden sollte; diese Vorsichtsmaßregeln verhinderten gleichzeitig den Zutritt von Mikroben und von Elastizität, zwei Agenzien, denen die Verf. einen Antheil an dem Zustandekommen der Stickstoffaufnahme zuschreiben.

E. Prillieux. Aeltere Beobachtungen über die Wurzelknöllchen der Leguminosen. Comptes rendus. T. CXI. 1890. p. 928. — Botan. Zentralblatt. Von O. Uhlworm. Bd. XLV. 1891. Nr. 8. S. 248.

Verf. macht darauf aufmerksam, daß er nach den Berichten der *Société botanique* bereits im März 1879 als Ergebnis seiner die Knöllchen der Leguminosenwurzeln betreffenden Untersuchungen mitgeteilt habe, daß die von *Woronin* im Jahre 1867 in jenen Knöllchen zuerst entdeckten Körper nicht stabförmig, sondern von gekrümmter oder gabliger oder T- bzw. Y-förmiger Gestalt seien und daß ihnen Eigenbewegung nicht zukomme. Durch Wasserkulturen habe er ferner festgestellt, daß die Knöllchen nicht ohne Weiteres entstehen, sondern erst nach Infektion mit Erdboden, in dem knöllchentragende Leguminosen gewachsen waren. Endlich sei auch der Bau der Knöllchen von ihm untersucht worden, er habe dabei Plasmafäden in die Zellen eintreten, sich theilen und in Körperchen auflösen sehen. Die vor Kurzem publizierten Untersuchungen von *E. Laurent* hätten seine damals erhaltenen Resultate vollauf bestätigt.

A. Koch. Zur Kenntniß der Fäden in den Wurzelknöllchen der Leguminosen. *Botan. Zeitung.* 1890. p. 607—615. — *Botan. Zentralblatt.* Von *O. Uhlworm.* Bd. XLV. 1891. S. 241.

In der Einleitung stellt der Verf. die Ansichten zusammen, welche von den Autoren über die bekannten Stränge, die die Zellen in den Wurzelknöllchen fast aller Leguminosen durchsetzen, geäußert wurden. Aus dieser kurzen Uebersicht geht hervor, daß bis in die allerneueste Zeit die Autoren über den Bau dieser Fäden und schlauchartigen Bildungen die verschiedensten Ansichten vertreten haben, es kann daher gar nicht auffallen, daß auch die Bedeutung dieser Gebilde ganz verschieden aufgefaßt wurde; konnte man sich doch bis in die neueste Zeit nicht einmal darüber einigen, ob diese Stränge überhaupt eine Wand besitzen, und wenn sie dieselbe haben, ob dieselbe aus Zellulose oder verdichtetem Plasma bestehe. Verf. konnte nun einwurfsfrei konstatiren, daß die in Rede stehenden fadenartigen Gebilde in ihrem ganzen Verlauf regelmäßig eine Zellulosemembran besitzen. Behandelt man Schnitte ohne Weiteres mit Chlorzinkjod, so wird die Zellulosereaktion durch den sich stark gelbfärbenden Inhalt verdeckt. Bringt man Schnitte von Alkoholmaterial für einige Stunden — nicht länger — in Eau de Javelle, so wird der Inhalt entfernt und die jetzt klar vortretenden Membranen färben sich, nach vorangegangenem Auswaschen, schön blau mit Chlorzinkjod. (Auch *Vuillemin* hat den Schlauchinhalt mit Eau de Javelle entfernt). Auf diese Weise wurde der Nachweis für die Zellulosenatur der Schlauchmembranen bei allen untersuchten Leguminosenspezies erbracht. *Vicia Faba* und *Narbonensis*, *Robinia Pseud-Acacia*, *Trifolium pratense*, *Medicago lupulina*, *Pisum sativum*, *Lens esculenta* und *Onobrychis sativa*. Bei *Pisum* ließ sich auch erkennen, daß der Infektionsschlauch bereits im Wurzelhaar eine Zellulosemembran besitzt, dagegen schien der glänzende, als membranloses Anfangsstadium des Infektionsschlauchs bezeichnete Fleck in der That zunächst frei von einer Zellulosemembran zu sein. Der Nachweis dieser Zellulosemembran berechtigt uns nun aber noch nicht, ohne Weiteres die Schlauchmembranen als Bildungen der Leguminosen anzusprechen, da mehrere freilebende Bakterienformen, besonders die Essigbakterien, durch den Besitz sehr schön reagirender Zellulosemembranen ausgezeichnet sind.

E. Ramann. Forstliche Standortslehre. Handbuch der Forstwissenschaft. Herausgegeben von *T. Lorey*. Tübingen. *Laupp'sche* Buchhandlung. Bd. I. S. 213—320.

H. Grahl. Die Bearbeitung des Bodens. Handbuch der gesammten Landwirthschaft. Herausgegeben von *T. von der Goltz*. Tübingen. *Laupp'sche* Buchhandlung. Bd. II. S. 127—165.

J. Frey. Untersuchungen der Bodenluft in Dorpat, ausgeführt in den Monaten Juli bis September 1890. Dorpat. 1890. 38. S.

Kapp. Untersuchungen über den Kohlensäuregehalt der Bodenluft, ausgeführt zu Dorpat von Mitte Juli bis Mitte Oktober 1890. Dorpat. 1890. 41 S.

Berthelot und **G. André.** Beiträge zur Kenntniß der stickstoffhaltigen Bestandtheile des Erdbodens. *Comptes rendus*. T. CXII. 1891. Nr. 4. p. 189—199.

O. Eberbach. Ueber das Verhalten der Bakterien im Boden Dorpats in der Embachniederung, nebst Beschreibung von fünf am häufigsten vorkommenden Bakterienarten. Dorpat. Inaugural-Dissertation.

Rezension.

F. Sitensky. Ueber die Torfmoore Böhmens, in naturwissenschaftlicher und nationalökonomischer Beziehung mit Berücksichtigung der Moore der Nachbarländer. I. Abtheilung. Naturwissenschaftlicher Theil. Mit 4 lithogr. Tafeln. Archiv der naturwissenschaftl. Landesdurchforschung Böhmens. Bd. VI. Nr. 1. Prag. 1891. 224 S.

Vorliegende umfangreiche Arbeit, das Resultat mehrjähriger Studien des Verfassers, hat eine allgemeinere Bedeutung in Anspruch zu nehmen, als der Titel erwarten läßt. Im Allgemeinen handelt diese erste Mittheilung der mühevollen und sorgfältig angestellten Studien des Verfassers von der Verbreitung der Torfmoore in Böhmen, wobei die einzelnen Moore untersucht und beschrieben, sowie die verschiedenen böhmischen Moore mit einander und mit den Torfmooren benachbarter Länder verglichen werden. Gleichzeitig wird eine Uebersicht über den gegenwärtigen Standpunkt unserer Kenntnisse über diese Bildungen gegeben. Der Gegenstand wird in so klarer und verständlicher Weise zur Darstellung gebracht, daß auch solche Leser, welche mit den einschlägigen Verhältnissen weniger vertraut sind, bei dem Studium des Werkes mannigfache Belehrung und Anregung erhalten werden. Dem Fachmann bietet es Gelegenheit, seine Kenntnisse über die Eigenschaften der Torfmoore zu erweitern, zumal die bisher meist sehr vernachlässigte, sowohl für die Geschichte des Torfes interessante, als auch in praktischer Hinsicht wichtige botanische Untersuchung dieser Bildungen in vorbezeichnetem Werk mit großer Sachkenntniß bearbeitet ist. Rühmend muß auch die vortreffliche Ausstattung des Werkes hervorgehoben werden. *E. Wolny.*

II. Physik der Pflanze.

Mittheilungen aus dem agritekturphysikalischen Laboratorium und Versuchsfelde der technischen Hochschule in München.

LX. Untersuchungen über den Gewichtsverlust und einige morphologische Veränderungen der Kartoffelknollen bei der Aufbewahrung im Keller.

Von Professor Dr. E. Wollny in München.

Bekanntlich erfahren die Kartoffelknollen bei der Aufbewahrung einen Gewichtsverlust, der einerseits durch Verdunstung des Wassers, andererseits durch Verathmung eines Theils der organischen Substanz, besonders der stickstofffreien Bestandtheile herbeigeführt wird. Nach diesbezüglichen Angaben im *Mentzel* und *Lengerke*'schen landwirthschaftlichen Kalender betrug der Gewichtsverlust von 100 kg Kartoffeln vom Ende Oktober an bis Ende

	von Monat zu Monat	
November	0,56 kg	0,56 kg
Dezember	3,14 »	2,56 »
Januar	4,14 »	1,00 »
Februar	5,54 »	1,40 »
März	6,60 »	1,06 »
April	8,00 »	1,40 »
Mai (stark gekeimt)	10,00 »	2,00 »
Juni (welk)	17,00 »	7,00 »

*F. Nobbe*¹⁾ hat diese Veränderungen der Kartoffeln genauer untersucht und dabei zugleich den Einfluß der äußeren Verhältnisse des Winter-

¹⁾ Die landwirthschaftlichen Versuchsstationen. Bd. VII. 1865. S. 452—461.

lokals auf dieselben studirt. Je zwei mittelgroße sächsische Zwiebelkartoffeln von bestimmtem Gewicht und Stärkegehalt wurden theils in dem zerstreuten Tageslicht des Laboratoriums, theils am Boden eines dunklen Wandschranks unter Glaslocken aufbewahrt, welche letzteren jedoch den Zutritt der Luft nicht ganz ausschlossen. Zur Regulirung der Luftfeuchtigkeit wurde unter je eine der Glaslocken ein Gefäß mit konzentrirter Schwefelsäure, unter die entsprechende zweite Glocke ein solches mit Wasser gestellt. Die Erwärmung, wo solche im Plane lag (auf 25—35° C.), geschah durch kleine Lämpchen mit Hilfe eines Wasserbades. Die Temperaturschwankungen haben sich in freier Luft zwischen 10—22° C., in dem Schranke zwischen 10—16° C. bewegt; nur in einzelnen Nächten ist die Temperatur unter 10°, niemals aber bis zum Gefrierpunkt gesunken.

Die Vereinigung der in vorstehender Art wechselnden drei vegetativen Momente: Licht, Wärme, Feuchtigkeit, ergab 8 Versuchsabtheilungen. Durch direkte Wägungen wurde von 8 zu 8 Tagen der Fortschritt des Gesamtverlustes bestimmt. Die folgende Tabelle enthält nur die vom Referenten für die Zeit vom 12. Dezember (Anfang der Versuche) bis 1. Mai und vom 1. Mai bis 7. Juni (Ende der Versuche) ermittelten Daten:

Aufbewahrungsart	Verlust der Knollen an Gesamtgewicht.		Ins-gesammt.
	Vom 12. Dezbr.—1.Mai.	Vom 1. Mai—7. Juni.	
kühl-trocken-hell	22,09	11,96	34,05
warm-trocken-hell. . . .	43,32	13,93	57,25
kühl-feucht-hell	10,92	9,23	20,15
warm-feucht-hell	42,89	14,76	57,65
kühl-trocken-dunkel	22,87	11,58	34,45
warm-trocken-dunkel	53,28	9,97	63,25
kühl-feucht-dunkel	7,90	5,45	13,35
warm-feucht-dunkel	35,89	26,21	62,10.

Auf den gesammten Gewichtsverlust der Kartoffeln hat mithin der Lichtzutritt keinen wahrnehmbaren Einfluß. In erster Linie wirken auf denselben die Wärme, in zweiter die Feuchtigkeit des umgebenden Raumes ein, erstere in positivem, letztere in negativem Sinne. Im Uebrigen zeigen die mitgetheilten Zahlen in Rücksicht auf die Dauer der

Aufbewahrungszeiten, daß die Knollen vom 1. Mai bis 7. Juni relativ eine bedeutend größere Gewichtsabnahme erlitten als in den vorangegangenen fünf Monaten.

Welcher Art der festgestellte Gewichtsverlust sei, wurde von *Nobbe* in der Weise zu ermitteln versucht, daß er zwei Knollen in einen Aspirator verbrachte, dessen Einrichtung die Möglichkeit gewährte, den Antheil zu bestimmen, welchen die Kohlensäure und das Wasser an dem Gesamtverlust nehmen. Hierbei stellte sich folgendes heraus:

Verlust in Grammen:

Datum:	9./I	23./I.	9./II.	20./II.	6./III.	20./III.	} Summa:	
Wasser:	1,696	1,747	1,360	1,626	1,650	3,113		Wasser:
Kohlensäure:	0,754	0,607	0,590	0,469	0,416	0,419		29,921.
Datum:	8./IV.	18./IV.	1./V.	26./V.	7./VI.		} Kohlen-	
Wasser:	3,115	3,709	2,989	4,706	1,204			säure:
Kohlensäure:	0,510	0,813	0,860	1,342	1,741			8,523.

Hiernach beträgt der Wasserverlust das Drei- bis Vierfache der Kohlensäureausgabe, welche letztere bis zum Schluß eine nahezu konstante Größe darstellt, während die Transpiration von Wasser im März zunimmt und auf das Doppelte der früheren Perioden steigt. Die oben erwähnte allmähliche Zunahme des Gesamtverlustes scheint mithin wesentlich auf Rechnung einer zunehmenden Wasserverdunstung zu fallen. Doch ist dabei zu erwähnen, daß zu derselben Zeit, wo die Wasserabgabe eine Steigerung erfährt, die Keimung der Knollen lebhafter zu werden beginnt, weil eine fernere Quelle der Stärkemehlzersetzung (Zellstoffbildung) erschlossen wird.

Nach Abschluß des Versuchs im Juni 1865 wurden die Knollen jeder Abtheilung auf Trockensubstanz, Stärkemehl, Stickstoff und Asche geprüft. An dieser Stelle mögen nur die das Stärkemehl betreffenden Daten eine Stelle finden:

Aufbewahrungsart.	Stärkemehl in Proz.		
	17. Dezbr.	27. Febr.	7. Juni.
I. kühl-trocken-hell .	18,00	22,77	21,89
II. warm-trocken-hell .	21,18	19,19	29,40
III. kühl-feucht-hell .	22,77	20,25	18,50
IV. warm-feucht-hell .	22,48	22,53	27,69

Aufbewahrungsart.	Stärkemehl in Proz.		
	17. Dezbr.	27. Febr.	7. Juni.
V. kühl-trocken-dunkel	20,85	22,46	19,30
VI. warm-trocken-dunkel	19,89	19,60	34,06
VII. kühl-feucht-dunkel .	23,38	18,92	17,43
VIII. warm-feucht-dunkel	26,49	24,99	16,53.

Ueberall, wo die Knollen warm aufbewahrt wurden, hat deren Prozentgehalt an Stärkemehl eine bedeutende Zunahme erfahren. Die feucht-kühl gelagerten Kartoffeln weisen eine geringe Abnahme auf; die trocken-kühl behandelten sind sich nahezu prozentisch gleich geblieben. Die in ersteren Fällen beobachtete Erhöhung der Trockensubstanz wurde auch in den Versuchen von *Artus*¹⁾ nachgewiesen. Diese Zunahme beruht aber nicht auf einer Neubildung von Stärkemehl in Folge eines Nachreifens, sondern kommt nur dadurch zu Stande, daß bei der durch die Wasserverdunstung bedingten Gewichtsabnahme der Knollen das vorhandene Stärkemehl sich auf eine kleinere Masse vertheilt. Ein richtiges Bild der Veränderung, welche die Kartoffeln in fraglicher Richtung erfahren, stellt sich heraus, sobald die gefundene Stärkemehlmenge auf die ursprünglich vorhandene bezogen wird. Hierbei ergibt sich in allen Fällen ein Verlust, der je nach der Aufbewahrungsart verschieden ist. 100 Theile Stärke, welche die Knollen am Anfang des Versuchs enthielten, waren nach Ablauf von 6 Monaten reduziert auf:

Abtheilung:	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
	87,8	59,0	65,0	50,8	60,4	63,9	64,6	54,4.

Bei Vergleichung dieser Zahlen ist zu berücksichtigen, daß die Bestimmung der Stärkeprocente zu Anfang und Ende des Versuchs nach verschiedenen Methoden ausgeführt ist, — anfangs aus dem spezifischen Gewicht der Knollen, beim Abschluß auf direktem analytischem Wege —, sowie ferner, daß die Verhältnisse, unter denen die Versuchsknollen aufbewahrt wurden, zum Theil absichtlich extreme waren. Dessenungeachtet zeigen diese Ziffern eine sehr erhebliche materielle Entwerthung der Knollen, und diese letztere erscheint noch größer dadurch, daß der Versuch in der zweiten Hälfte des Dezembers, zwei Monate nach der Ernte, begonnen wurde. Die größte Einbuße an Stärkemehl haben die feucht-

¹⁾ Vierteljahrsschrift für technische Chemie. 1864. S. 388.

warm aufbewahrten Knollen erlitten; die geringste die hell-kühl-trocken gehaltenen. Man darf annehmen, daß auch letztere Verluste noch geringer ausgefallen sein würden, wäre die Temperatur noch tiefer, als geschehen, gehalten worden.

Die Bedingungen, welche die Lebensthätigkeit der Winterknospen der Knollen anregen, sind der Konservirung ihrer werthvollen Bestandtheile nachtheilig. Es ergibt sich daraus für die Einrichtung des Winterquartiers, daß durch möglichsten Abschluß der Feuchtigkeit und der Wärme die Keimung zu unterdrücken, d. h. eine Temperatur anzustreben ist, welche ohne den Gefrierpunkt zu erreichen, doch demselben sich hinlänglich nähert, um den Athmungsprozeß in Schranken zu halten, sowie die Belebung der Knospengaugen, bezw. des etwa vorhandenen Kartoffelpilzes auszuschließen.

Daß die Verluste an Stärkemehl gerade dann am größten ausfallen, wenn die Kartoffeln zu keimen beginnen, ergibt sich übrigens auch aus einem diesbezüglichen Versuche von *E. Kramer*¹⁾. Der Stärkeverlust zeigte sich in denselben schon sehr erheblich, wenn die Keimlinge noch keine bedeutende Entwicklung erlangt hatten. Es gingen verloren von 100 Theilen Stärkemehl

bei einer Keimlänge von	1—2 cm	2—3 cm	3—4 cm
Theile Stärke	3,18	5,26	9,88.

So enthielten beispielsweise die Kartoffeln einer Versuchsreihe im frischen Zustande 18,21% Stärke, die gekeimten dagegen mit 3—4 cm langen Trieben nur 16,18% Stärke.

Wenngleich die bisher mitgetheilten Versuche werthvolle Beiträge zur Frage der zweckmäßigsten Aufbewahrungsmethode der Kartoffeln liefern, so sind dieselben doch insofern nicht ausreichend zur Beurtheilung der in der Praxis vorkommenden Verluste, als sie zum Theil unter Bedingungen angestellt wurden, wie solche im landwirthschaftlichen Betriebe nicht vorhanden sind. Dies gilt besonders von den Versuchen *Nobbe's*, deren Resultate zwar über die zweckmäßigste Beschaffenheit des Winterlokals ausreichende Anhaltspunkte geben, aber in Bezug auf die in Wirklichkeit stattfindenden Gewichtsverluste wegen der extremen Versuchsverhältnisse nicht verwerthbar erscheinen. Dazu kommt, daß die Zahl

¹⁾ *M. Märcker*. Handbuch der Spiritusfabrikation. Berlin. 1883. S. 75.

der in jeder Versuchsreihe verwendeten Kartoffeln eine zu geringe war, um vollständig sichere Resultate zu erzielen, und daß der Stärkemehlverlust für einen Termin (Juni) berechnet wurde, bei welchem die Kartoffeln weder zur Saat, noch zu Fabrikationszwecken mehr Verwendung finden.

Um seinerseits einen Beitrag zu vorwüflicher Frage zu liefern, hat Referent von 12 verschiedenen Kartoffelsorten je 100 große Kartoffeln auslesen lassen und die Gewichtsänderungen derselben während der Aufbewahrung durch Wägen bestimmt. Die Knollen wurden nach der Ernte (in den ersten Tagen des Oktobers) mittelst einer Bürste von der anhaftenden Erde befreit, gewogen, in Blechzylinder verbracht und in einem trockenen, tiefen Keller aufbewahrt, in welchem eine mäßige Dämmerung und eine ziemlich konstante Temperatur von 6 bis höchstens 11° C. herrschte.

Die Wägungen wurden vom 5. Oktober ab am 1. und 15. eines jeden Monats, vom April ab am 1. jedes Monats vorgenommen. Die Mehrzahl der Kartoffelsorten fing erst Ende März zu keimen an, in Folge der niedrigen Temperatur des Aufbewahrungsraumes. Am 1. Mai, d. i. zur Zeit, wo in München die Saat der Kartoffeln erfolgt, waren sämtliche Knollen mehr oder weniger mit Keimen versehen. Letztere wurden nicht entfernt, vielmehr auf das Sorgfältigste erhalten. Um die allerdings nur ein wissenschaftliches Interesse bietende Frage über das Verhalten der Knollen in späteren Perioden zu studiren, verblieben dieselben den ganzen Sommer über im Keller bis zum 1. Oktober, wobei sie sehr weitgehende morphologische Veränderungen erlitten. Das Welkwerden der Kartoffeln machte sich erst Ende Mai oder im Juni bemerklich und begann stets an dem sogen. Nabelende derselben. Weiterhin schrumpften die Knollen immer mehr zusammen und bildeten zu Ende des Versuchs eine lederartige Masse.

Nachdem bereits durch die *Nobbe'schen* Versuche und durch die weiter unten angeführten von *H. Müller-Thurgau* die stofflichen Veränderungen der Kartoffeln bei der Aufbewahrung näher studirt worden waren, beschränkte sich Referent lediglich darauf, den Gang des Gewichtsverlustes, sowie die angedeuteten morphologischen Veränderungen in späteren Stadien während der Aufbewahrung zu ermitteln.

Die verwendeten Kartoffeln hatten am 5. Oktober (Beginn der Versuche) folgendes Gewicht:

pro 100 Stück.

Sechswochen-K.	(Frühkartoffel)	6150
King of the Earlys-K.	(»)	7362
Frühe Rosen-K.	(»)	7618
Lübbenauer-K.	(Mittelfrühe Kartoffel)	5458
Goldelse-K.	(» »)	5860
Blaue Prinzessin-K.	(» »)	7047
Späte Rosen-K.	(» »)	8062
Schneeflocke-K.	(» »)	8648
Weißer Rosen-K.	(Spätkartoffel)	6174
Achilles-K.	(»)	8314
Sovereign-K.	(»)	8977
Marmont-K.	(»)	9183

Die gewonnenen, den Gewichtsverlust der Knollen betreffenden Daten sind in folgenden Tabellen übersichtlich zusammengestellt worden.

1888/89.

I.

Datum.	Gewichtsabnahme in Proz. von der vorherigen Wägung.												Mittel.
	Goldelse.	Marmont.	Sechswochen.	Schneeflocke.	Achilles.	King of the Earlys.	Weißer Rosen.	Späte Rosen.	Sovereign.	Frühe Rosen.	Blaue Prinzessin.	Lübbenauer.	
15. Okt.	1,05	1,13	0,84	1,15	1,14	1,26	1,22	0,82	0,79	0,90	0,67	0,70	0,97
1. Nov.	1,08	1,21	0,90	1,23	1,22	1,38	1,31	1,06	0,84	0,90	0,72	0,74	1,05
15. »	0,56	0,56	0,58	0,53	0,86	0,69	0,74	0,69	0,68	0,47	0,55	0,84	0,66
1. Dez.	0,67	0,62	0,33	0,59	0,49	0,56	0,42	0,51	0,34	1,14	0,17	0,66	0,54
15. »	0,25	0,28	0,33	0,22	0,37	0,56	0,50	0,32	0,69	0,34	0,55	0,57	0,41
1. Jan.	0,27	0,46	0,26	0,44	0,38	0,42	0,51	0,19	0,26	0,27	0,18	0,38	0,34
15. »	0,00	0,34	0,17	0,24	0,19	0,25	0,51	0,17	0,66	0,18	0,15	0,19	0,25
1. Febr.	0,14	0,21	0,22	0,42	0,32	0,46	0,34	0,09	0,03	0,23	0,19	0,29	0,24
15. »	0,85	0,78	0,72	0,79	0,73	0,87	0,77	0,64	0,44	0,69	0,55	0,96	0,73
1. März	0,00	0,17	0,00	0,00	0,03	0,14	0,09	0,00	0,35	0,00	0,08	0,00	0,07
15. »	0,00	0,17	0,00	0,06	0,13	0,15	0,09	0,13	0,09	0,05	0,00	0,19	0,09
1. April	0,37	0,18	0,26	0,43	0,25	0,36	0,43	0,39	0,09	0,28	0,29	0,48	0,32
1. Mai	0,19	0,35	0,26	0,55	0,38	1,38	0,35	0,26	0,45	0,62	0,45	0,78	0,50
Summa:	5,43	6,46	4,87	6,65	6,49	8,48	7,28	5,27	5,71	6,07	4,55	6,78	6,17

Datum.	Gewichtsabnahme in Proz. von der vorherigen Wägung.												Mittel.
	Goldelse.	Marmont.	Sechswochen.	Schneeflocke.	Achilles.	King of the Early's.	Weisse Rosen.	Späte Rosen.	Soveraign.	Frühe Rosen.	Blaue Prinzessin.	Lübbaener.	
1. Juni	0,37	0,47	0,87	0,25	0,52	0,15	0,88	0,52	0,89	0,42	1,35	0,59	0,61
1. Juli	1,66	1,18	2,29	1,61	2,06	2,07	2,29	2,36	0,36	1,68	8,22	1,97	2,31
1. Aug.	6,58	4,91	4,34	4,16	4,87	4,39	4,89	6,05	9,97	7,70	1,99	5,43	5,44
1. Sept.	2,82	5,79	5,48	5,25	5,68	5,38	6,07	6,73	4,83	8,19	8,12	7,44	5,98
1. Okt.	6,63	5,21	6,40	6,66	5,43	7,02	6,24	7,68	8,88	7,60	7,92	11,08	7,23
Summa:	18,06	17,56	19,38	17,93	18,56	19,01	20,37	23,34	24,93	25,59	27,60	26,46	21,57
Insgesamt:	23,49	24,02	24,25	24,58	25,05	27,49	27,65	28,64	30,64	31,66	32,15	33,24	27,74

II.

Datum.	Gewichtsabnahme von Monat zu Monat in Proz.												Mittel.
	Blaue Prinzessin.	Sechswochen.	Späte Rosen.	Goldelse.	Soveraign.	Frühe Rosen.	Marmont.	Achilles.	Schneeflocke.	Lübbaener.	Weisse Rosen.	King of the Early's.	
Oktbr. ¹⁾	1,39	1,74	1,88	2,13	1,63	1,80	2,34	2,36	2,38	1,44	2,53	2,64	2,02
Novbr.	0,72	0,91	1,20	1,23	1,02	1,61	1,18	1,35	1,12	1,50	1,16	1,25	1,18
Dezbr.	0,73	0,59	0,51	0,52	0,95	0,61	0,74	0,75	0,66	0,95	1,01	0,98	0,75
Januar	0,34	0,39	0,26	0,14	0,69	0,41	0,55	0,51	0,66	0,48	0,85	0,71	0,50
Februar	0,63	0,72	0,64	0,85	0,79	0,69	0,95	0,76	0,79	0,96	0,86	1,01	0,81
März	0,29	0,26	0,52	0,37	0,18	0,33	0,35	0,38	0,49	0,67	0,52	0,51	0,41
April	0,45	0,26	0,26	0,19	0,45	0,62	0,35	0,38	0,55	0,78	0,35	1,38	0,50
Summa:	4,55	4,87	5,27	5,43	5,71	6,07	6,46	6,49	6,65	6,78	7,28	8,48	6,17

III.

Datum.	100 kg verloren an Gewicht (kg) von Anfang Oktober an												Mittel.
	Blaue Prinzessin.	Sechswochen.	Späte Rosen.	Goldelse.	Soveraign.	Frühe Rosen.	Marmont.	Achilles.	Schneeflocke.	Lübbaener.	Weisse Rosen.	King of the Early's.	
Oktober	1,39	1,74	1,88	2,13	1,63	1,80	2,34	2,36	2,38	1,44	2,53	2,64	2,02
Novbr.	2,11	2,65	3,08	3,36	2,65	3,41	3,52	3,71	3,50	2,94	3,69	3,89	3,20
Dezbr.	2,84	3,24	3,59	3,88	3,60	4,02	4,26	4,46	4,16	3,89	4,70	4,87	3,95
Januar	3,18	3,63	3,85	4,02	4,29	4,43	4,81	4,97	4,82	4,37	5,55	5,58	4,45
Februar	3,81	4,35	4,49	4,87	5,08	5,12	5,76	5,73	5,61	5,33	6,41	6,59	5,26
März	4,10	4,61	5,01	5,24	5,26	5,45	6,11	6,11	6,10	6,00	6,93	7,10	5,67
April	4,55	4,87	5,27	5,43	5,71	6,07	6,46	6,49	6,65	6,78	7,28	8,48	6,17

¹⁾ Vom 5. bis 31. Oktober.

Bei Durchsicht dieser Zahlen ergibt sich:

1. daß die Gewichtsabnahme der Kartoffeln bei der Aufbewahrung in einem kühlen, trockenen und mäßig hellen Lokale nach der Ernte am größten ist und sich bis zum März stetig vermindert, von da ab aber wieder steigt und zwar in einem sehr beträchtlichen Grade;
2. daß die Gewichtsverluste, welche die Kartoffeln während der kälteren Jahreszeit bis zur Saatzeit (1. Mai) erleiden, wesentlich geringer sind (im Durchschnitt 6,17⁰/₀) als in der folgenden, wärmeren Periode bis zum nächsten Herbst (im Durchschnitt 21,57⁰/₀);
3. daß die zwischen den einzelnen Varietäten hinsichtlich der Gewichtsabnahme der Kartoffeln während der Aufbewahrung hervortretenden Unterschiede weder zu der Größe der Knollen noch zu der für die Varietät charakteristischen Vegetationsdauer in einer gesetzmäßigen Beziehung stehen.

Wie man sieht, sind die Gewichtsverluste, welche die Kartoffeln im Winterlokal bis zum Auslegen im Frühjahr erfahren, verhältnißmäßig gering, vorausgesetzt, daß der Aufbewahrungsort eine entsprechende Einrichtung besitzt, d. h. kühl und trocken ist. Es betrug die Gewichtsabnahme vom 5. Oktober bis Ende April bei den verschiedenen Sorten 4,55—8,48⁰/₀. Rechnet man auf Grund der von *F. Nobbe* ermittelten Daten, daß von dem bezeichneten Verlust in dem angegebenen, praktisch in Betracht kommenden Zeitraum etwa drei Viertel auf die Verdunstung kommen, der vierte Theil auf die Athmung fällt, so würde die Einbuße an organischer Substanz, vornehmlich an Stärkemehl ca. 1,2—2,1⁰/₀ betragen. In Wirklichkeit ist derselbe aber wohl deshalb größer, als die Knollen bei der Verwendung zur Saat wie zu Fabrikationszwecken der Keime, welche sie bis Ende April entwickelt haben, und die in vorliegenden Versuchen mitgewogen wurden, gewöhnlich beraubt werden. Immerhin wird auch mit Einbeziehung dieses Verlustes die Gesamt- abnahme an werthvollen Bestandtheilen bei zweckmäßiger Aufbewahrung geringer sein, als man gewöhnlich, und besonders nach Maßgabe der von *Nobbe* ermittelten Werthe anzunehmen pflegt.

Neben trockener Beschaffenheit des Aufbewahrungsortes ist hauptsächlich auf eine geeignete Temperatur desselben Bedacht zu nehmen. Innerhalb welcher Grenzen sich diese zu bewegen habe, kann aus den Ergebnissen diesbezüglicher, mit großer Sorgfalt angestellter Untersuchungen von *H. Müller-Thurgau*¹⁾ ermessen werden. Derselbe wies nach, daß sich in den ruhenden Knollen drei Prozesse abspielen, die je nach der herrschenden Temperatur in verschiedener Intensität verlaufen.

Zunächst kommt der Athmungsprozeß der Kartoffeln in Betracht, welcher in der Weise stattfindet, daß unter dem Zutritt des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft gewisse organische Substanzen (Zucker) oxydirt werden, wobei Kohlensäure und Wasser sich bilden. Die Athmungsgröße, d. h. die in einer gegebenen Zeit von den ruhenden Knollen ausgehauchte Kohlensäuremenge ist wie bei anderen lebenden Pflanzentheilen von verschiedenen äußeren Einwirkungen, so von dem Alter der Knollen, dem Wärmegrade, der Menge der der Athmung dienenden Substanz u. s. w. abhängig. *Müller-Thurgau* fand zunächst, daß von absterbenden Kartoffelstauden abgetrennte Knollen anfangs lebhafter athmen als einige Tage nach der Ernte; schließlich erreicht die Athmung eine ziemlich lange Zeit konstant bleibende Größe. Bei den von welkenden Stöcken geernteten Knollen dauerte es vier Tage, bis diese Grenze erreicht wurde. Es ergab sich weiter die Thatsache, daß die Athmungsgröße ruhender Kartoffeln späterhin wieder eine Zunahme erfährt, die um so größer ist, je älter die Kartoffeln werden. Außerdem lassen die Versuche deutlich erkennen, daß die Athmung unter sonst gleichen Umständen um so energischer ist, je mehr Zucker dem Protoplasma zur Verfügung steht, und sodann, daß dieser Einfluß der vorhandenen Zuckermenge um so stärker sich geltend macht, je höher die Temperatur ist.

Der zweite in ruhenden Knollen sich abspielende Prozeß ist die Zuckerbildung. Letztere gewinnt dadurch an Bedeutung, als die durch die Athmung herbeigeführten Stoffverluste von der Menge des gebildeten Zuckers wesentlich abhängig sind. Die Zuckerarten, welche bei diesem Vorgang entstehen, sind Trauben- und Rohrzucker, von denen der erstere in größeren Mengen gebildet wird. Die Umsetzung der Stärke in Zucker wird wahrscheinlich, wie in ähnlichen Fällen beobachtet

¹⁾ *H. Müller-Thurgau*. Botan. Zentralblatt. Bd. IX. 1882. No. 2. — Landw. Jahrbücher. Von *H. Thiel*. 1883. S. 751—828. — 1885. S. 851—912.

wurde, durch ein Ferment vermittelt. Diastase, welche in keimenden Gerstenkörnern entsteht und in diesen wie außerhalb der Pflanzenzellen Stärke in Zucker überzuführen vermag, kommt nach den angezogenen Untersuchungen in ruhenden Knollen nicht vor. Daß die ausgiebige Zuckerbildung in den Kartoffeln nicht durch Diastase veranlaßt wird, kann übrigens schon aus der Natur der Entstehungsprodukte geschlossen werden. Das Diastaseferment bildet aus Stärke Dextrin und Maltose, während in der Kartoffel Trauben- und Rohrzucker entstehen.

Aus Vorstehendem folgt, daß bei dem Verbrauch von Stärke in einer ruhenden Kartoffel zwei Vorgänge in Betracht kommen, die in ihrer Art ganz verschieden sind und streng auseinandergehalten werden müssen: einmal die Athmung selbst, ein Vorgang, der sich im Protoplasma abspielt, sodann die Herstellung des für die Zwecke jenes Prozesses erforderlichen Zuckers aus Stärke, ein Vorgang, der durch ein Ferment ins Werk gesetzt wird. Während die Athmung vom Leben des Protoplasmas abhängt, ist die Wirkung des Fermentes in gewissem Grade unabhängig von den Lebensvorgängen. Der letztere ist ein Vorgang «chemischer» Natur, die Athmung selbst ein «vitaler» Prozeß, d. h. ein solcher, der nur in der lebenden Zelle vor sich geht, und der in erster Linie durch die Lebensenergie des Protoplasmas beeinflußt wird.

Je nach dem Verbrauch des Zuckers durch die Athmung findet die Anhäufung desselben in der ruhenden Knolle in verschiedenem Grade statt. Wie angeführt, nimmt die Athmungsintensität durch Abkühlung auf niederer Temperatur und demgemäß auch der Zuckerverbrauch bedeutend ab. Viel geringer ist der Einfluß der Wärme auf den einfacheren Fermentationsprozeß. Bei hoher Temperatur wird daher das Protoplasma den entstehenden Zucker sogleich aufzehren, ja sogar Mangel an solchem leiden, während bei niederer Temperatur der Verbrauch an Zucker geringer wird als die Produktion; es wird sich solcher anhäufen. Diese Folgerung erklärt auch, warum bei -1° bis -2° die Zuckerbildung eine ergiebiger ist als bei Null. Während nämlich bei -2° die Athmung der Kartoffel fast auf Null sinkt, ist sie bei 0° schon ganz ansehnlich. Auf die Ausgiebigkeit des Fermentationsprozesses wird dagegen ein Temperaturunterschied von $1-2^{\circ}$ nur ganz geringen Einfluß ausüben. Andererseits läßt sich aber schon voraussagen, daß bei etwas höherer Temperatur die Zuckeranhäufung bedeutend geringer sein muß,

denn es werden Athmungsprozeß und Zuckerverbrauch bedeutend gesteigert, nicht aber in demselben Maße die Zuckerbildung aus Stärke. Diese Schlußfolgerungen sind in der That richtig, wie verschiedene von *Müller-Thurgau* angestellte Versuche in eklatanter Weise dargethan haben. Die Zuckeranhäufungen in den Knollen nahmen mit steigender Temperatur bedeutend ab. Hierdurch wird es auch verständlich, daß, wenn man im Winter dem Keller Kartoffeln entnimmt, es eben nur von der Temperatur, welche in demselben während der vorangegangenen Zeit herrschte, abhängt, ob die Kartoffeln mehr oder weniger Zucker enthalten.

Bei Bestimmung der Athmungsgröße von Kartoffeln, in welchen bei niederer Temperatur eine ergiebige Zuckeranhäufung stattgefunden hatte, fand *Müller-Thurgau*, daß bei höherer Temperatur weit mehr Zucker verschwindet, als der entweichenden Kohlensäure entspricht. Ein größerer Theil des angehäuften Zuckers muß demnach eine Umwandlung in den Knollen erfahren haben, eine Thatsache, die sich, wie weitere Untersuchungen zeigten, dadurch erklärt, daß in süßen Kartoffeln der durch die Athmung nicht verbrauchte Zucker in Stärke umgewandelt wird. Es findet demnach in der ruhenden Knolle außer den betrachteten ein dritter Prozeß statt, die Stärkerückbildung, so genannt, weil die Stärke in den Kartoffeln ursprünglich abgelagert war. Süße Kartoffeln, die man während einiger Zeit in einen wärmeren Raum brachte, erhöhten ihren Stärkegehalt, indem sie einen bedeutenden Theil des verschwundenen Zuckers in Stärke zurückverwandelten.

Das Verhältniß, in welchem die geschilderten, in ruhenden Kartoffelknollen sich abspielenden Prozesse zu einander stehen, läßt sich aus folgenden, den Versuchen des mehrfach genannten Forschers entnommenen Zahlen ermessen, welche Milligramme Zucker in einem Kilogramm Knollen pro Stunde bedeuten:

Temperatur:	0°	3°	6°	10°	15°	20° C.
Zuckerverbrauch durch Athmung	2,3	2,8	3,5	4,5	6,5	9,5
» zur Stärkebildung	1,7	20,8	25,8	31,3	32,8	34,5
Zuckeranhäufung	28,0	9,0	4,3	—	—	—

Aus diesen Zahlen ergibt sich in Bezug auf die Temperatur, bei welcher die Kartoffeln am zweckmäßigsten im Winterlokal aufbewahrt werden, die Regel, daß über dem Gefrierpunkt liegende niedere Wärme-

grade innegehalten werden müssen, um den durch Athmung bedingten Verlusten möglichst vorzubeugen. Eine Temperatur von 0 bis 10° dürfte sich hierbei am günstigsten erweisen, weil innerhalb dieser Grenzen die Athmungsintensität eine geringe ist. Die mitgetheilten Zahlen zeigen auch, daß, solange die Knospen ruhen, aus dem zuletzt angeführten Grunde die Einbuße an organischer Substanz nur eine verhältnißmäßig unbedeutende sein wird. Sobald jedoch die Knospen sich zu regen anfangen, wird der Verbrauch an organischem Bildungsmaterial sich steigern und zwar in dem Grade, als die Entwicklung der Triebe eine stärkere ist. Die größten Verluste an organischer Substanz finden mithin in jenem Zeitraum statt, welcher zwischen dem Beginn der Entwicklung der Knospen und dem Verbrauch der Knollen zur Saat oder zu Fabrikationszwecken gelegen ist. Je länger diese Periode andauert, um so erheblicher ist unter sonst gleichen Verhältnissen die Verminderung des in den Knollen abgelagerten Reservestoffmaterials, und umgekehrt.

Unter Berücksichtigung der im Bisherigen entwickelten Gesetzmäßigkeiten läßt sich die Brauchbarkeit der in der Praxis üblichen Aufbewahrungsmethoden beurtheilen. Die Unterbringung der Kartoffeln in Kellern hat in den meisten Fällen den Nachtheil, daß die Abdunstung des überschüssigen Wassers aus den Knollen nur mangelhaft vor sich geht, und diese sich daher mehr oder weniger lange Zeit oberflächlich feucht erhalten. Dazu kommt, daß anfänglich in den Kellern mehrentheils eine höhere Temperatur herrscht, welche erst allmählich abnimmt in dem Grade, als die äußere Temperatur sinkt. Günstig ist dagegen der Umstand, daß bei steigender Wärme im Frühjahr die Keller sich längere Zeit kühl erhalten, weil ihre Temperatur der äußeren nur langsam folgt. Die Aufbewahrung der Kartoffeln in Kellern wird nur in dem Falle den zu stellenden Anforderungen entsprechen, wenn dieselben mit kräftig wirkenden Ventilationsvorrichtungen versehen sind, eine trockene Beschaffenheit besitzen, und ihre Lage eine derartige ist, daß die Temperatur sich dauernd auf einer niedrigen Höhe erhält.

Die Verbringung der Kartoffeln in Miethen bietet den Vortheil, daß bei genügend starker Erdbedeckung, d. h. einer solchen, welche ausreicht, den Frost abzuhalten, während der kälteren Jahreszeit die erforderliche niedrige Temperatur in der Umgebung der Knollen bewahrt bleibt. Hingegen hat diese Methode den Uebelstand, daß das Innere der Miethen

bei steigender Temperatur im Frühjahr leicht einen entsprechend höheren Wärmegrad annimmt. Derselbe läßt sich jedoch dadurch beseitigen, daß man die Erddecke mit einer Schicht eines schlecht leitenden Materials, Stroh oder Streu, belegt. Selbstredend ist darauf zu sehen, daß die Knollen in die Miethen möglichst trocken eingebracht werden und die vollständige Eindeckung derselben erst vorgenommen wird, nachdem das überschüssige Wasser abgedunstet ist.

Im Uebrigen erweist sich hinsichtlich der während der Aufbewahrung eintretenden Stoffverluste die Dauer der Ruheperiode der Knollen von wesentlichem Belang, wenn man darunter jenen Zeitabschnitt versteht, während dessen die Knospen keine Wachstumserscheinungen zeigen. In dieser Beziehung verhalten sich die einzelnen Sorten außerordentlich verschieden, denn während die einen bereits anfangs Februar zu keimen anfangen, beginnt bei anderen unter sonst gleichen Umständen die Entwicklung der Triebe erst Ende März oder im April. Da nun, wie gezeigt, die Einbuße an Reservestoffen am ergiebigsten ist vom Beginn des Keimens bis zur Verwendung der Knollen, d. h. je zeitiger die Triebe zu wachsen beginnen, so wird es behufs Erhaltung des Gebrauchswerthes der Knollen angezeigt sein, bei der Kultur, besonders wenn es sich um eine Verarbeitung der Kartoffeln in den landwirtschaftlichen Nebengewerben handelt, jenen Sorten den Vorzug einzuräumen, deren Knollen eine recht lange Ruheperiode in dem bezeichneten Sinne besitzen.



Fig. 5.

Was schließlich die Veränderungen betrifft, welchen die Knollen bei der Lagerung im Sommer bis zum Herbst nach dem Erntejahre unterliegen, so bestehen dieselben nicht allein in einer weitgehenden, mit einer starken

Schrumpfung der ganzen Knollenmasse verbundenen Wassergabe, sondern auch mit einer mehr oder weniger vollständigen Zerstörung des vorhandenen Bildungsmaterials in Folge der sich in verschiedener Weise abspielenden vegetativen Prozesse. Bei vielen Knollen wachsen die im Frühjahr entstandenen etiolirten Triebe weiter fort, sich spärlich verzweigend und einige etiolirte Blätter entwickelnd. Gewöhnlich ist die Zahl dieser Triebe eine sehr große, weil der welke Zustand der Knollen in dieser Richtung einen fördernden Einfluß ausübt ¹⁾. Sind die Kartoffeln übereinandergelagert, so bilden die Triebe zu Ende des Sommers ein dichtes kaum zu entwirrendes Geflecht. Dabei werden natürlich die in der Knolle aufgespeicherten Reservestoffe mehr oder weniger vollständig verbraucht, so daß die Kartoffel schließlich ganz eingeschrunpft erscheint.

Bei einer nicht geringen Anzahl von Knollen entstehen aber auch an den etiolirten Trieben gestielte wie ungestielte Knöllchen, sowohl gipfelwie achselständig, eine Erscheinung, welche bereits von *J. Hanstein* und *H. de Vries* beobachtet wurde. Auch in den Versuchen des Referenten bildeten sich bei vielen Kartoffeln derartige Knöllchen, wie aus Fig. 5



Fig. 6.

zu ersehen ist. Die Natur ist bestrebt, durch derartige Bildungen die Fortpflanzung des dem Untergange sonst unterliegenden Individuums zu sichern; dies wird jedoch nicht vollständig erreicht, insofern als jene

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. I. 1878. S. 225. — Bd. VI. 1888. S. 105.

Knöllchen sich bis zum nächsten Frühjahr nicht aufheben lassen und während des Winters durch Austrocknung zu Grunde gehen.

Bei manchen Individuen entstehen junge Knollen innerhalb der Mutterknolle. Derartige Knollenbildungen sind bei noch nicht erschöpften, wieder ausgehobenen und in den Keller zurückverbrachten Mutterknollen von *J. Grönland* und *A. Blomeyer*¹⁾ beobachtet. In den vorliegenden Versuchen des Referenten traten verschiedene Vorkommnisse dieser Art gleichfalls in die Erscheinung (Fig. 6). Bei oberflächlicher Betrachtung zeigt sich, daß die Substanz der Mutterknolle an den Stellen, wo sich die jungen Knollen gebildet haben, gespalten ist, sich aber eng an letztere anlegt.

Schneidet man die Knolle durch, so sieht man, daß von einer Knospe aus ein Trieb, der nach Außen ein spärliches Wurzelgeflecht entwickelt hat, in die Knolle eingedrungen ist und endständig durch Anschwellen ein Knöllchen gebildet hat. Letzteres kann mitten in der Mutterknolle entstehen, die Substanz derselben auseinanderdrängend, oder auf der der Entstehungsstelle des Knospentriebes gegenüberliegenden Seite hervortreten. Diese jungen Knollen entwickeln sich, wenn nur eine derselben

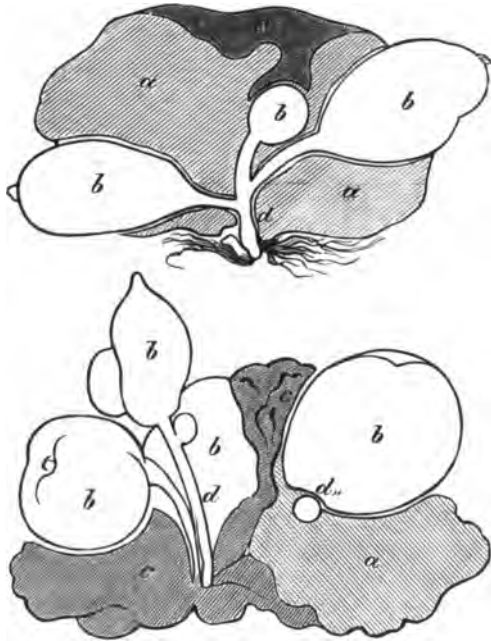


Fig. 7.

in der Mutterknolle sitzt, nicht selten bis zur Größe eines Hühneries. Vielfach verzweigt sich aber der eindringende Trieb und bildet endständig mehrere Knöllchen, wie z. B. aus Fig. 7 zu ersehen ist. In dieser be-

¹⁾ Die Kartoffel und ihre Kultur. Amtlicher Bericht über die Altenburger Kartoffel-Ausstellung. Berlin. 1876. S. 186.

deutet *a* die Substanz der Mutterknolle, *b* die jungen Knollen, *c* die Schale der Mutterknolle, *d* die Knospentriebe. Bei *d* ist ein solcher Trieb durchschnitten.

Zuweilen dringt der Haupttrieb einer Knospe in die Mutterknolle ohne Erzeugung einer jungen Knolle ein, wie *J. Kühn*¹⁾ einmal beobachtete. Der Trieb war von unten nach oben eingedrungen, erschien gekrümmt, etwas, aber nicht abnorm verdickt, und hatte auch ein Spalten der Mutterknolle hervorgerufen, deren Spaltränder aber weniger weit auseinanderklafften, als es in solchen Fällen geschieht, wo junge Knollen sich bilden.

Nach den Beobachtungen des Referenten treten die in Rede stehenden Erscheinungen besonders bei jenen Knollen auf, welche auf einer festen, etwas feuchten Unterlage anliegen.

Neue Litteratur.

E. Godlewsky. Die Art und Weise der wachsthumretardirenden Lichtwirkung und die Wachsthumstheorieen. Anzeiger d. Akad. d. Wissensch. in Krakau. 1890. S. 286. — Naturw. Rundschau. 1891. No. 12. S. 150.

Es ist bekannt, daß im Dunkeln das Wachsthum der Pflanzenstengel rascher vor sich geht als im Lichte. In der Nacht strecken sich die Sproßachsen schneller als bei Tage, und in dunklen Kellern kann eine beträchtliche Ueerverlängerung der Triebe eintreten. Fast allgemein wird nun die wachsthumretardirende Wirkung des Lichtes darauf zurückgeführt, daß das Licht die Zellhaut dicker, härter und in Folge dessen auch weniger dehnbar macht. Diese Anschauung wurde hauptsächlich aus dem anatomischen Bau der Stengel im Dunkeln erwachsener und daher nicht ergrünter (etiolirter) Pflanzen abgeleitet. An solchen Stengeln ist nämlich die Cuticula dünner, und die Wandverdickungen der Rindenzellen und der Holzelemente sind schwächer ausgebildet als bei den normalen grünen Stengeln. Hieraus schloß man, daß die Ueerverlängerung der etiolirten Stengel in der größeren und längeren Dehnbarkeit der Zellhäute ihren Grund habe. Die Untersuchungen des Verf. haben diese Annahme als irrig erwiesen.

Verf. verglich zunächst die Turgorausdehnung, sowie die Dehnbarkeit der Zellhäute des jungen Pflanzenstengels (Epikotyls) von grünen und von etiolirten Bohnen (*Phaseolus multiflorus*). Es zeigte sich, daß in den oberen, also jüngeren

¹⁾ Landw. Jahrbücher. Von *W. Korn*. Breslau. 1873. S. 460.

Epikotylregionen weder in der Dehnbarkeit der Zellhäute, noch in der Turgorausdehnung überhaupt irgend welche größeren Unterschiede zwischen den normalen und etiolirten Epikotylen bestanden, daß dagegen in den unteren, also älteren Regionen derselben sowohl die Turgorausdehnung, als auch die Dehnbarkeit der Zellhäute bei den etiolirten Pflanzen bedeutend größer waren als bei den normalen. Die Dehnbarkeit der Zellhäute dauert also bei den etiolirten Pflanzen während des Wachsthums bedeutend länger als bei grünen.

Nun wurde untersucht, welchen Einfluß das Licht auf die Turgorausdehnung und die Dehnbarkeit eines etiolirten Epikotyls ausübt, wenn die etiolirte Pflanze plötzlich der Lichtwirkung ausgesetzt wird. Es stellte sich heraus, daß schon nach einer zwei- bis dreistündigen Lichtwirkung die Dehnbarkeit und in Folge die Turgorausdehnung der älteren Regionen des etiolirten Epikotyls bedeutend herabgesetzt wird, daß dagegen die Turgorausdehnung der obersten, jüngsten Region keine Veränderung durch die Lichtwirkung erleidet.

Wenn nun die herrschende Ansicht, nach welcher die Uebersverlängerung der Stengel im Dunkeln in der größeren Dehnbarkeit der Zellhäute etiolirter Pflanzen ihren Grund hat, richtig ist, so müssen die Unterschiede in der Wachstumsgeschwindigkeit der grünen und der etiolirten Stengel erst in einer gewissen Entfernung von der Spitze zum Vorschein kommen, da ja, wie wir eben gesehen, in den obersten Regionen ein Unterschied in der Dehnbarkeit nicht nachzuweisen ist. Als aber Verf. die Zuwachsgrößen einzelner Zonen der grünen und der etiolirten Pflanzen bestimmte, ergab sich, daß gerade in der obersten, jüngsten Zone die Unterschiede in der Wachstumsgeschwindigkeit der grünen und der etiolirten Bohnen-Epikotyle die größten sind. Hieraus ist zu schließen, «daß die Hauptursache der Uebersverlängerung etiolirter Stengel nicht in der geringeren Erstarkung der Zellwände in der Dunkelheit zu suchen ist, daß viel eher umgekehrt diese geringe Erstarkung der Zellwände als eine Folge des übermäßigen Flächenwachsthums derselben betrachtet werden darf. Indem die sich bildende Zellulose vorzüglich zum Flächenwachstum der Zellhäute Verwendung findet, fehlt es an nöthigem Material zur Verdickung derselben . . . Das Licht retardirt das Wachstum nicht, weil es die Dehnbarkeit der Zellwände herabsetzt, sondern es vermindert die Dehnbarkeit der Zellwände, weil es das Flächenwachstum derselben retardirt».

Obleich nun durch diese Versuche der Nachweis geliefert ist, daß bei gleicher Turgorausdehnung je nach den verschiedenen Bedingungen die Wachstumsgeschwindigkeit eine sehr verschiedene sein kann, so hält es Verf. doch für ganz unstatthaft, auf Grund solcher und ähnlicher Thatsachen die hohe Bedeutung der Turgorausdehnung für das Wachstum der Pflanzenzelle zu verkennen, wie dies von *Krabbe* und *Askenasy* geschehen ist. Die von diesen festgestellten Thatsachen beweisen nach Ansicht des Verf. nur, daß das Wachstum nicht der Turgorausdehnung proportional zu sein braucht, und daß außer der Turgorausdehnung noch andere Wachstumsbedingungen vorhanden sind. Der Antheil der Turgorausdehnung an dem Wachstum der Zelle sei durch die Versuche von *de Vries*, *Wortmann* und vom Verf. selbst über jeden Zweifel erhaben; nur hätten allerdings die von *Krabbe* und *Askenasy* festgestellten Thatsachen die Unhaltbarkeit der namentlich von *Wortmann* vertretenen Theorie erwiesen,

welche das Flächenwachstum der Zellhäute durch einfache Dehnung derselben erklären wollte. Diese Theorie erfordere in der That, daß gleichen Turgorausdehnungen gleiche Wachstumsgeschwindigkeiten entsprechen. Verf. unterscheidet zwei Momente in dem Wachstumsprozeß einer mit elastischer Membran bekleideten Pflanzenzelle: 1) Die Dehnung der Zellen durch den Turgor. 2) Die Ausgleichung dieser Dehnung und Wiederherstellung der Dehnbarkeit elastisch gespannter Schichten. Dieses zweite Moment sei der Hauptsache nach auf eine erweichende Einwirkung des Protoplasmas auf die gespannten Schichten der Zellhaut zurückzuführen. Die Wachstumsgröße müsse von der Wirkungsgröße dieser beiden Momente abhängen. Aeußere Einflüsse können die Wachstumsgeschwindigkeit entweder durch Beeinflussung des ersten oder zweiten Momentes verändern. Die Versuche von *Askenasy* und vom Verf. haben dargethan, daß die Temperatur auf die Turgorausdehnung nicht einwirkt, folglich könne sie durch ihre Wirkung nur das zweite Moment des Wachstums beeinflussen. Dasselbe werde nun jetzt für die wachstumsretardirende Lichtwirkung vom Verf. nachgewiesen.

F. Elfving. Studien über die Einwirkung des Lichtes auf die Pilze. Helsingfors. 1890. — Naturw. Rundschau. 1891. No. 7. S. 85.

Die Pilze gedeihen vorzugsweise an wenig beleuchteten Orten. Im hellen Tageslicht entwickeln sie sich meist schlecht oder gar nicht, mag nun dies eine direkte Wirkung des Lichtes oder der Trockenheit sein. Auch an ganz dunklen Orten fehlen sie meist, doch beherbergen Keller, Gruben u. s. f. eine eigenartige Pilzflora, und es ist bekannt, daß sich u. A. *Humboldt* mit diesen unterirdischen Schwämmen beschäftigt hat. *Fries* war der erste, welcher ihre Zusammengehörigkeit mit oberirdischen Formen behauptete, indem er die Bildung ihrer oft monströsen Gestalten auf den Lichtmangel zurückführte. Mit großem Nachdruck betonte er namentlich die Wichtigkeit des Lichtes für die Fruktifikation der Pilze. Doch gilt dies im Wesentlichen nur für die höheren Pilze, die Hymenomyceten. Daß viele andere Pilze, z. B. die unterirdischen Trüffelarten, des Lichtes nicht bedürfen, war *Fries* wohl bekannt.

Von den späteren Untersuchungen über die Einwirkung des Lichtes auf die Pilze sind die experimentellen Arbeiten *Brefeld's* besonders wichtig. Er fand, daß die vegetativen Zustände der von ihm untersuchten höheren Pilze vom Lichte nicht beeinflußt werden, daß dagegen das Licht, und zwar das blaue Licht, für die Anlage und normale Entfaltung der einzelnen Pilz-(Basidiomyceten-)Formen durchaus erforderlich ist. Bei einigen von diesen kommen wohl vereinzelt Anlagen im Finstern zu Stande, aber sie entfalten sich nicht normal, der Hut verkümmert unter außerordentlicher Verlängerung des Stieles. Bei anderen bleiben die Mycelien im Finstern ganz steril, die Anlage der Fruchtkörper ist direkt vom Lichte und zwar von der Einwirkung der stark brechbaren Strahlen abhängig; einmal durch das Licht angelegt und in der Entwicklung gefördert, erfolgt die Reifung und Entfaltung der Fruchtkörper auch nachträglich im Finstern, nur langsamer als im Lichte. Bei *Pilobolus* werden die Fruchträger im Finstern angelegt, nur keine Sporangien ausgebildet; es genügt hier eine Einwirkung des Lichtes für wenige Stunden, um nachträglich im Finstern die Entwicklung des Sporangiums herbeizuführen.

Was die niederen Pilze anbetrifft, so ist für einige derselben ein Einfluß des Lichtes auf die Entwicklung behauptet worden, während für andere ein solcher nicht festgestellt werden konnte. Betreffs der weiteren Untersuchungen über den Einfluß des Lichtes auf Keimung, Zelltheilung, Athmung, Sporenbildung u. s. w. müssen wir auf die sehr vollständige Uebersicht des Verf. verweisen. Man wird aus derselben ersehen, daß unsere Kenntnisse über die Einwirkung des Lichtes auf die Pilze aus einer Menge größerer und kleinerer Bruchstücke bestehen. Es eröffnet sich hier dem Forscher ein weites Feld für methodisch ausgeführte Untersuchungen. Verf. hat die Frage über die Lichtwirkung sowohl von physiologischer wie morphologischer Seite in Angriff genommen; doch hebt er hervor, daß die beiderseits gewonnenen Ergebnisse einander gar nicht berühren, da die zuerst vorgenommene morphologische Untersuchung mit Objekten ausgeführt war, die sich sehr wenig für physiologische Untersuchungen eigneten. Daher konnten letztere, die erst später gemacht, aber in der vorliegenden Abhandlung vorangestellt sind, nicht an jene angeknüpft werden; sie schließen sich vielmehr der allgemeinen Physiologie an.

I. Einfluß des Lichtes auf die organische Synthese der Schimmelpilze. Die Schimmelpilze vermögen aus einer Reihe von organischen Verbindungen: Eiweiß (Pepton) Leucin, weinsaurem Ammoniak, Asparagin, Zucker und unzähligen anderen organischen Stoffen; wenn sie nur über die nöthigen unorganischen Salze verfügen, ihren ganzen Körper mit Zellhaut, Protoplasma und allem Inhalt aufzubauen. Die Gesammtheit aller der Vorgänge, welche zur Bildung des Pflanzenkörpers führen, kann als organische Synthese bezeichnet werden. Die Intensität der Synthese wird durch das Gewicht der in gewisser Zeit produzierten Pflanzensubstanz gemessen.

Es fragt sich nun, welche Wirkung das Licht auf diese Synthese bei den Pilzen ausübt, und ob diese Wirkung bei verschiedenen Nährstoffen dieselbe ist. Aus der Litteratur ist über diese Frage mit Sicherheit nichts zu entnehmen.

Als Untersuchungsobjekt benutzte Verf. einen mit dem Pinselschimmel (*Penicillium glaucum*) nahe verwandten Pilz, eine *Briaraea*-Art. Es wurden fast ausschließlich Nährstofflösungen benutzt, welche folgende Stoffe in wechselnder Menge enthielten: 1) Dextrose und Pepton; 2) Dextrose und Asparagin; 3) Pepton; 4) Asparagin; 5) Dextrose; 6) Mannit; 7) Apfelsäure. Diese Stoffe waren gewählt mit Hinsicht auf ihre allgemeine physiologische Bedeutung, als Vertreter der Eiweißstoffe (Pepton), der Kohlehydrate (Dextrose, Mannit, der bei Pilzen öfters vorkommt) und der organischen Säuren (Apfelsäure), die ja in jedem pflanzlichen Stoffwechsel auftreten; das Asparagin wurde wegen seiner hervorragenden Bedeutung im Stoffwechsel der Pflanzen mit in Betracht gezogen, obwohl es bei Pilzen noch nicht aufgefunden wurde. Die Nährlösungen enthielten noch einen gewissen Zusatz von anorganischen Salzen.

Um zur Ansaat annähernd gleich große Mengen von Sporen verwenden zu können, wurden die Sporen möglichst gleichmäßig in Wasser vertheilt, und von diesem Wasser gleiche Raumtheile benutzt. Als Kulturgefäße dienten *Erlenmeyer'sche* Kolben mit lockerem Baumwollverschluss. Sie wurden mit 20 ccm Nährlösung beschickt und sterilisirt. Hierauf wurde das die Sporen enthaltende Wasser hineingebracht und die Sporen durch Schütteln gleichmäßig vertheilt.

Später wurden die in den Kolben zur Entwicklung gelangten Schimmelpilze gewogen und die Gewichte der unter sonst übereinstimmenden Verhältnissen im Dunkeln und im Lichte gewonnenen Ernten mit einander verglichen. Die relativen Gewichte der Ernten konnten als Maßstab für die Einwirkung des Lichtes auf die Synthese dienen.

Aus den Versuchen ergibt sich, daß das Licht, von einer gewissen unteren Grenze anfangend, hemmend auf die Synthese einwirkt. Diese vom Lichte bewirkte Hemmung steht nicht in einem derartigen Zusammenhang mit dem Nährwerth der dargebotenen Verbindungen, daß die Lichtwirkung um so größer wäre, je schlechter die Nahrung ist. Denn Dextrose, Mannit und Apfelsäure erwiesen sich als bessere, in derselben Zeit mehr Pilzsubstanz liefernde Nährstoffe als Pepton und Asparagin, aber die Lichtwirkung ist bei jenen Verbindungen beträchtlich, bei diesen sehr gering oder nicht vorhanden. Verf. erklärt dies dadurch, daß Pepton und Asparagin sich in ihrer Zusammensetzung den aus der Synthese hervorgehenden Substanzen, namentlich dem Protoplasma, nähern, und daß deshalb bei ihnen die Störung durch das Licht eine sehr geringe sei.

Verf. findet ferner, daß die erwähnte hemmende Einwirkung auch den ultravioletten Strahlen zukommt, wenn auch in geringerem Grade als den leuchtenden, und daß von diesen wiederum die schwächer brechbaren relativ wirksamer sind als die stärker brechbaren.

Verf. dehnt die Gültigkeit dieser Sätze auf sämtliche niedere Pilze aus und nimmt an, daß sie auch für die höheren Pilze «als allgemeine Regel eine gewisse Geltung» haben dürften. Die Chlorophyllpflanzen verhalten sich ganz analog, denn bei ihnen ist im Allgemeinen das Licht für die Bildung neuer Zellen, also für die Synthese, entbehrlich oder hinderlich. Doch giebt es Ausnahmen; beispielsweise sind zur Blütenentwicklung der Kapuziner-Kresse, wie *Sachs* beobachtete, die ultravioletten Strahlen nothwendig. Verf. stellt hierzu das oben geschilderte Verhalten der von *Brefeld* näher studirten höheren Pilze in Parallele.

II. Wird die Kohlensäure assimiliert? Wir haben gesehen, daß das Licht um so mehr hemmend auf die Entwicklung der Schimmelpilze einwirkt, je einfacher die zur Verfügung stehenden Nährstoffe sind. Es drängt sich nunmehr die Frage auf, wie die Pilze sich verhalten mögen, wenn ihnen eine so einfache Verbindung wie die Kohlensäure geboten wird. Daß sie dieselbe nicht im Lichte zersetzen, ist längst festgestellt; vielleicht aber verhalten sie sich im Dunkeln anders. Um diese Frage zu entscheiden, kultivirte Verf. *Briaraea* in anorganischen Lösungen; die Kohlensäure der Luft hatte zu diesen theils Zutritt, theils war sie durch Kaliröhren abgesperrt. Die mit Kalirohr versehenen Kulturen blieben steril, in den anderen, soweit sie verdunkelt waren, fand dagegen eine deutliche Entwicklung von Pilzmycel statt. Von beiden Fällen hat Verf. je ein Beispiel photographisch fixirt und die Abbildungen seiner Schrift beigefügt. «Aus diesen Versuchen scheint mit Evidenz hervorzugehen, daß *Briaraea* das Vermögen hat, sich aus in der Luft vorkommenden, durch Kali absorbirbaren Stoffen zu ernähren.» Ein Vergleich des Kohlenstoffgehaltes der ausgesäeten Sporen und der Ernten lehrte, daß jene Stoffe kohlenstoffhaltig sein müssen. Es zeigte sich aber weiter, daß der Pilz, als ihm Luft zugeleitet wurde, die nur Kohlensäure enthielt, letztere nicht zu assimiliren vermochte. Es kann daher nicht Kohlensäure, sondern

muß ein anderer kohlenstoffhaltiger Körper sein, den der Pilz in den geschilderten Versuchen aus der Luft aufgenommen hatte. Als solcher kommt nach Verf. in erster Linie Essigsäure in Betracht, deren Dämpfe reichlich im Laboratorium vorhanden waren und bezüglich deren ein direkter Versuch lehrte, daß Briaraea sie aus der Luft aufnehmen kann. «Wir haben es hier offenbar mit einer Erscheinung zu thun, die analog ist mit der von Pfeffer aufgefundenen Aufspeicherung der in äußerster Verdünnung dargebotenen Anilinfarbstoffe in den lebenden Zellen und übrigens auch mit der Aufnahme der Kohlensäure aus der Atmosphäre bei dem Assimilationsprozeß.» Es ist anzunehmen, daß auch andere gas- und dampfförmige Körper als Essigsäure von den Pilzen aus der Luft aufgenommen und verarbeitet werden können, und «so erscheint es der Prüfung werth, ob nicht den Chlorophyllpflanzen ein ähnliches Vermögen zukommt». Wenn die Assimilation der Kohlensäure für den vorliegenden Fall verneint werden mußte, so glaubt Verf. doch, daß sie für die Pilze noch nachgewiesen werden wird.

III. Einfluß des Lichtes auf die Athmung der Schimmelpilze.

Bonnier und *Mangin* fanden, daß das Licht die Athmung der Pilze herabsetzt. Die Untersuchungen des Verf. führten ihn zu theilweise davon abweichenden Ergebnissen. Die Größe der Athmung wurde durch Bestimmung der ausgehauchten Kohlensäure ermittelt; die etwas komplizierte Versuchsanordnung ist im Original nachzusehen. Aus den Versuchen geht hervor, daß das Licht keinen merklichen Einfluß auf die als Athmung bezeichnete Kohlensäureabgabe der angewandten Schimmelpilze (*Briaraea*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium*) im ausgewachsenen Zustande hat, daß aber die Athmung parallel geht mit der Neubildung organischer Substanz, und daß das Licht folglich die Athmung herabsetzt in den Fällen, wo es ähnlich auf die Synthese wirkt; die schwächer brechbaren Strahlen sind auch hier wirksamer als die stärker brechbaren.

IV. Die Einwirkung des Sonnenlichtes auf die Entwicklung von *Eurotium herbariorum*. *Link*. Eben angelegte Sporen werden durch das Licht getödtet, reife können eine Insolation mehrere Wochen ertragen. Die Keimung unterbleibt bei intensiver Beleuchtung. Diese Erscheinungen sind analog der eben mitgetheilten Verschiedenheit zwischen jüngeren und älteren Pilzen bei der Athmung. Zwischen dem intensiven Sonnenlichte, welches tödtet und dem diffusen Tageslichte, welches indifferent ist, giebt es eine mittlere, relativ starke Intensität, bei welcher unser Pilz, auf Bierwürze kultivirt, hefeähnliche Sprossungen entwickelt. Von dieser *Eurotium*-Hefe entstanden drei Rassen; zwei davon verflüssigten Gelatine. Alle haben die Neigung in fadenförmige, mycelähnliche Gebilde auszuwachsen. Die Hefe A konnte zu einer Fruktifikation veranlaßt werden, welche als *Penicillium glaucum* bestimmt werden mußte. Die hierdurch nachgewiesene Abstammung eines typischen *Penicillium* von einem durch Sprossung sich vermehrenden Pilz veranlaßt den Verf. auf die viel erörterte Streitfrage über den Zusammenhang zwischen Hefe und Schimmelpilzen einzugehen. Hier sei nur bemerkt, daß *Penicillium* sich hinsichtlich des erwähnten Verhaltens den zahlreichen anderen Pilzen (*Mucorineen*, *Ascomyceten*, *Ustilagineen*) anschließt, von denen man Formen kennen gelernt hat, welche den früher bekannten Hefen täuschend ähnlich sind, mit der eigentlichen Hefe (*Saccharomyces*) aber nichts zu thun haben. Der vorliegende Fall hat dadurch ein besonderes Interesse, weil

hier das Licht die Ursache der Bildung von Sproßzellen ist. Bei den meisten Arten, welche Sproßzellen erzeugen, treten diese als nothwendige Glieder im Entwicklungskreise ohne bestimmte äußere Ursache auf; bei anderen ist die Beschaffenheit der Nahrung von Einfluß. Daß das Licht die Bildung von Sproßzellen hervorrufen kann, hat übrigens, wie Verf. hervorhebt, auch *Laurent* gezeigt, indem er (1888) aus *Cladosporium* das hefeerzeugende *Dematium* durch Belichtung darstellte. *Eurotium*-Hefe weicht auch darin von den Hefezellen der *Mucorineen*, *Ustilagineen* u. s. w. ab, daß sie mit dem Aufhören der Bedingung (also hier der Beleuchtung), welche die Entstehung der Sproßzellen hervorrief, sich nicht wieder zu einem typischen *Eurotium* entwickelt; sie sproßt als Hefe weiter oder wächst zu einem Mycel aus, welches Conidien nach dem *Penicillium*-Typus bildet, und diese neue Form reproduzirt immer sich selbst. Dasselbe war mit *Laurent's* *Dematium* der Fall.

Verf. vergleicht hiermit die bekanntlich zuerst von *Pasteur* untersuchte Erscheinung, daß gewisse krankheitserregende Bakterien durch Züchtung unter bestimmten Umständen eine Verminderung oder Aufhebung ihrer Virulenz erfahren können. *Arloing* hat sogar die Virulenz der Milzbrandbakterien durch Licht abgeschwächt. Die bei den Schimmelpilzen beobachteten Erscheinungen gehören nach Ansicht des Verf. in dieselbe Kategorie, mit dem Unterschiede nur, daß es sich bei den Bakterien um anscheinend geringfügige, morphologisch nicht bemerkbare Veränderungen handelt, während bei den Schimmelpilzen die neu-entstandenen Formen ganz differente Gestaltungen zeigen. Bemerkenswerth ist, daß in diesen Fällen Formen mit neuen erblichen Eigenschaften in relativ kurzer Zeit entstehen, während nach den herrschenden Ansichten hierfür immer längere Zeiträume nothwendig sein sollen.

J. Peyrou. Untersuchungen über die innere Atmosphäre der Pflanzen. Corbeil. 1888. Botan. Zentralblatt. Von *O. Uhlworm*. Bd. XLV. No. 7. 1891. S. 217.

Im Innern der Pflanze ist die relative Sauerstoffmenge immer geringer als in der atmosphärischen Luft, während die Kohlensäure sich dort in erheblich größerer Menge vorfindet. Diese Differenzen, die sich immer in gleichem Sinne äußern, können nicht nur von einer Pflanze zur andern bei der gleichen Spezies erheblichen Schwankungen unterliegen, sondern sogar bei den verschiedenen Theilen einer und derselben Pflanze. So lieferten beispielsweise von der gleichen Pflanze, aber zu verschiedenen Tagen und Stunden entnommene *Saxifraga*-Blätter das eine Mal 8,9, das andere Mal 11,7 und das dritte Mal 14,5 Theile Sauerstoff auf 100 Theile Stickstoff. Diese Schwankungen in der Zusammensetzung der Innenatmosphäre bilden das Untersuchungsobjekt vorliegender Arbeit, welche Verf. nach vorausgeschickter historischer Einleitung und Beschreibung der Untersuchungsmethode und Apparate in sechs Kapitel gliedert: 1. die hauptsächlichsten Schwankungen der Innenatmosphäre in Bezug auf die verschiedenen Tagesstunden, in Bezug auf den Gasaustausch, der in den grünen Theilen im Licht stattfindet, und in Bezug auf die verschiedenen Jahreszeiten. Das zweite Kapitel untersucht den Einfluß äußerer Bedingungen, wie Temperatur und Bewegung der Luft; das

dritte behandelt den Einfluß der Blattstruktur und, dann anschließend, den des Alters, des sonnigen und des schattigen Standortes, der Pflanzengattung und der Färbung der Organe; das vierte Kapitel bringt die Ergebnisse einer großen Anzahl von Versuchen, welche angestellt wurden, um künstlich Schwankungen in der Innenatmosphäre der Blätter hervorzurufen; das fünfte Kapitel stellt die Beziehungen fest, die zwischen dem Verhältniß von Sauerstoff und Stickstoff in den Pflanzen und der absoluten Menge der Kohlensäure bestehen, und das sechste Kapitel erörtert die Beziehungen zwischen der Zusammensetzung der Innenatmosphäre und den Lebenserscheinungen.

Die wesentlichsten Ergebnisse der Arbeit lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen: Die relative in den Blättern enthaltene Sauerstoffmenge zeigt im Verlaufe von jeweils 24 Stunden oszillatorische Schwankungen, welche immer zwei Minima erkennen lassen: das eine zwischen 7 und 8 Uhr Morgens und das andere zwischen 4 und 5 Uhr Abends; ebenso existiren zwei Maxima, das eine gegen Mittag und das andere gegen Mitternacht und 1 Uhr Morgens. Der Gang dieser oszillatorischen Schwankungen ist unabhängig von den Jahreszeiten. Das Maximum der Nacht ist gewöhnlich stärker als dasjenige des Tages. Diese täglichen Schwankungen sind unabhängig von der Chlorophyllfunktion und ebenso sind sie unabhängig von der Temperatur der umgebenden Luft. Bei bewegter Luft zeigt die relative Sauerstoffmenge ganz allgemein eine Steigerung. Die relative Sauerstoffmenge schwankt mit dem Alter der Pflanzentheile: unter sonst gleichen Bedingungen enthalten die jungen Blätter weniger als die erwachsenen und diese weniger als die etiolirten, ferner die im vollen Lichte entwickelten Blätter weniger als die im Schatten gewachsenen. Die Pflanzen mit ausdauernden Blättern enthalten gewöhnlich mehr Sauerstoff als solche mit hinfälligen Blättern und als die einjährigen Gewächse. Die Färbung der Blätter übt auf ihren Gasgehalt keinerlei Einfluß. Im Allgemeinen ist die absolute Menge der Kohlensäure, die man in den Blättern findet, um so beträchtlicher, je geringer die auf den Stickstoff bezogene relative Sauerstoffmenge ist. Der Sauerstoffgehalt steigt stets, sobald sich die Pflanze in ungünstigen Entwicklungsbedingungen befindet, während er im entgegengesetzten Falle abnimmt. Wirkliche Sauerstoffassimilation findet endlich statt, sobald das Verhältniß von Sauerstoff zu Kohlensäure kleiner als eins ist, d. h. wenn die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure geringer ist als diejenige des absorbirten Sauerstoffs.

C. Stich. Die Athmung der Pflanzen bei verminderter Sauerstoffspannung und bei Verletzungen. Flora. 1891. S. 1. — Naturw. Rundschau. 1891. No. 17. S. 217.

Die Abhängigkeit der Athmung von äußeren Bedingungen ist bereits von verschiedenen Seiten untersucht; gleichwohl ist unsere Kenntniß derselben nicht lückenlos. Zu den Untersuchungen über die Athmung bei Abschluß des Sauerstoffs und in übernormal gesteigertem, bis 100prozentigem Sauerstoffgehalt der Atmosphäre fehlten entsprechende Versuche über die Wirkung verminderter Sauerstoffspannung auf die Kohlensäureproduktion, da bisher wohl einzelne Beobachtungsreihen, aber noch keine quantitativen Messungen vorlagen; solche hat nun Verf. in Pfeffer's Laboratorium ausgeführt.

Um für die Beurtheilung des hier zu untersuchenden Einflusses ein Normalmaß zu besitzen, wurden vorbereitende Versuche gemacht über die normale Athmung und über die Kohlensäureausscheidung in Wasserstoff, d. h. über die intramolekulare Athmung bei völligem Abschluß des Sauerstoffs. Hierbei zeigten die Messungen, welche in einem Respirationsapparat, ähnlich dem bekannten für Thierathmungsversuche benutzten *Pettenkoffer*'schen, ausgeführt wurden, daß das Verhältniß der normal und intramolekular gebildeten Kohlensäuremenge für verschiedene Entwicklungsstadien derselben Objekte verschiedene, bis zum Doppelten und Dreifachen schwankende Werthe ergeben kann. Bei der Mannigfaltigkeit der inneren Bedingungen des Stoffwechsels, welche auf die Kohlensäurebildung Einfluß üben, muß nur ganz unzweideutigen Ergebnissen Beachtung geschenkt werden.

Die vergleichenden Messungen der Kohlensäureausscheidung in verringertem Sauerstoff ergaben bei Verwendung von 20,8, 8, 6, 4, 2 und 0 Proz. Sauerstoff Unabhängigkeit in ziemlich weiten Grenzen. Eine Verminderung der Kohlensäuremenge trat bei verschiedenen Objekten bei verschiedenen Punkten auf; bei 4 bis 2 Proz. Sauerstoff konnte durchschnittlich noch kein auffallendes Sinken der Kohlensäurebildung beobachtet werden. Für gleiche Objektarten: Früchte, Keimlinge u. s. w. trat die Abnahme der Kohlensäureproduktion bei verschiedener Herabsetzung der Sauerstoffspannung ein; bei einigen Objekten und zunächst bei den Früchten von *Jasminum fruticans*, *Sambucus nigra* und den Keimlingen von *Ricinus communis*, *Vicia Faba* und *Lupinus albus* blieb die produzierte Kohlensäuremenge unbeeinflusst von dem Sauerstoffgehalt der Umgebung, so daß auch in Wasserstoff ebensoviel Kohlensäure gebildet wurde als in atmosphärischer Luft.

Der Respirationsquotient, d. i. das Verhältniß der ausgeschiedenen Kohlensäure zum aufgenommenen Sauerstoff, war bei einem Sauerstoffgehalt von 8 Proz. und einer Versuchsdauer von 3—24 Stunden nicht verändert; bei 3—4 Proz. Sauerstoff war der Quotient beträchtlich zu Gunsten der Kohlensäure verändert; in einigen Versuchen stellte sich jedoch nach längerer Zeit der normale Respirationsquotient wieder her.

In einer zweiten Versuchsreihe, die gleichfalls, wie die erste, eine große Zahl von verschiedenen Pflanzen umfaßte, wurde der Einfluß von Verletzungen auf die Athmung untersucht. Die Verletzungen variirten sehr mannigfach, vom bloßen Ritzen bis zum völligen Zerschneiden der Pflanzen, bezw. Pflanzentheile und führten sämmtlich eine vermehrte Kohlensäureausscheidung herbei, jedoch verhielten sich die verschiedenen Pflanzen und Pflanzentheile in Bezug auf das Maß der Steigerung und die Dauer verschieden. Wurden die Versuche länger als 2 Stunden fortgesetzt, so hielt die Steigerung entweder weiter an oder sie machte sofort oder später einer Abnahme Platz.

Die Ursache der Kohlensäurevermehrung nach einer Verletzung kann eine zweifache sein; entweder ist es die vermehrte Oberfläche, oder der neugesetzte Reiz, welcher die Athmung steigert. Eine sichere Entscheidung zwischen den beiden Eventualitäten konnte noch nicht getroffen werden, da in einzelnen Versuchen sowohl nach Verletzung ohne Oberflächenvergrößerung, als auch bei der Vermehrung der Oberfläche eine Steigerung beobachtet wurde. Die diesbezüglichen Versuche müssen noch vermehrt werden.

H. Vöchtting. Ueber die Abhängigkeit des Laubblattes von seiner Assimilationsthätigkeit. Botan. Zeitung. 1891. No. 8, 9.

Die Kulturen im kohlenstofffreien Raum ergaben übereinstimmend, daß man das Verhalten ausgewachsener und sich entwickelnder Blätter zu unterscheiden hat:

1. Das Leben des ausgebildeten Laubblattes ist unmittelbar an seine Assimilationsthätigkeit gebunden. Wird die letztere durch Entziehung der Kohlensäure gehemmt, so treten Störungen ein, welche zum Tode führen. An empfindlichen Blättern, besonders den periodisch beweglichen, äußern sich die Störungen rasch; sie zeigen sich in Aenderungen der normalen Bewegung, eigenthümlichen Krümmungen, Verwandlungen der Farbe, Erlöschen der Empfindlichkeit bei reizbaren Organen, schließlich im Einschrumpfen oder Abfallen.

2. Bezüglich der sich entwickelnden Blätter sind zwei Stadien zu unterscheiden:

a. Das erste Stadium, in welches die Anlage des Blattes am Vegetationspunkte, seine nächste Gestaltung, beim zusammengesetzten Blatte die Anlage und erste Ausbildung seiner Seitenglieder fällt, ist nicht an den Assimilationsprozeß gebunden.

b. Das zweite Stadium, das der Entfaltung, Flächen- und Volumzunahme, steht dagegen im Abhängigkeitsverhältniß vom Assimilationsprozeß. Wird derselbe verhindert, so erlangt das Blatt seine normale Gestalt nicht, selbst wenn es, wie bei der Kartoffel, ein beträchtliches Wachsthum zeigt. Von abnormen Krümmungen abgesehen, zeigen sich Störungen in mangelhafter Ausbreitung der Fläche, in Kräuselung, sowie in Verkümmern und Mißgestaltung derselben. Einmal vorhanden, bleiben sie unheilbar, auch dann, wenn die Pflanze wieder unter normale Lebensbedingungen versetzt wird.

Der ursächliche Zusammenhang ließe zwei Deutungen zu. Entweder findet im Laubblatte die Bewegung der Assimilate in Folge des anatomischen Baues der leitenden Elemente stets nach der Basis hin statt, die Zuleitung in umgekehrter Richtung ist von einem gewissen Alter an unmöglich. Oder die Zuleitung ist ungenügend, es handelt sich auch nicht um beliebige Assimilationsprodukte, vielmehr stellen im Stadium der eigentlichen Entfaltung Wachsthum und Assimilation des Blattes von einander abhängige Vorgänge dar, vielleicht bildet beides zum Theil einen und denselben Prozeß, indem mit der Assimilation zugleich eine Einlagerung in das molekulare Gerüst des Organs verbunden ist. Die entsprechende Vorstellung würde dann auch für das erwachsene Blatt gelten, indem die Assimilate den stofflichen Wechsel der Blätter direkt unterhalten.

C. K.

E. Roze. Studien über den Einfluß der Sonnenwärme auf die Blüthenhüllen. Bull. de la Société bot. de France. T. XXXVI. p. CCXII. — Botan. Zentralblatt. Von O. Uhlworm. Bd. XLV. 1891. No. 9. S. 281.

Verf. wirft die Frage auf, ob es möglich sei, eine Erklärung für die große Verschiedenheit der Färbungen zu geben, welche die Blüthen der höheren Pflanzen zeigen. Die Ansicht, daß, ähnlich wie durch die Nektarien, auch durch sie eine gewisse Beziehung auf Insekten ausgeübt würde zum Zweck der Kreuzbefruchtung

hält er für unzulänglich, da dadurch unerklärt bliebe, warum eine solche Verschiedenheit der Färbungen in den Arten derselben Ordnung, diese Abstufung der Farben bei den Varietäten derselben Art aufträte. Da ihm diese Frage sehr kompliziert erscheint, so hat er sich begnügt, einer einfacheren nachzugehen, nämlich ob die Sonnenwärme nicht mit verschiedener Kraft auf die Blüthenhüllen oder die Blumenkronen wirke, je nach der Färbung derselben.

Vorversuche zeigten dem Verf., daß eine Blüthe, die bisher beschattet gewesen war und nun plötzlich dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt wird, zuerst eine gewisse Menge von Wärme absorbiert, dann sehr schnell einen großen Theil davon abgibt und, in den Schatten zurückgebracht, nach und nach, aber immerhin ziemlich schnell, die absorbierte Wärme verliert, um schließlich die Temperatur der umgebenden Luft anzunehmen.

Um zu erfahren, ob Blüthenhüllen von rother oder violetter Farbe mehr Wärme absorbirten und abgaben als diejenigen von blauer und gelber oder endlich von weißer Farbe, wurden thermometrische Messungen angestellt. Es zeigte sich, daß das Thermometer, welches über den Blüthenhüllen aufgehängt wurde, beim Uebergang aus dem Schatten in das Sonnenlicht bei der ersten Gruppe, also den roth und violett gefärbten, um mehr als 8° stieg, bei der zweiten Gruppe um $6-7^{\circ}$ und bei der dritten, den weiß gefärbten, um $5-6^{\circ}$.

Verf. glaubt den Grund für diese Erscheinung vielleicht in der Verschiedenheit des Geschlechts der verschieden gefärbten Blumenblätter suchen zu müssen; der physikalischen Erklärung für dieselbe thut er nicht Erwähnung, obwohl doch kaum anzunehmen ist, daß er dieselbe unabsichtlich unberücksichtigt gelassen hat. Das Absorptionsvermögen eines Körpers für verschiedene Arten von Strahlen steht bekanntlich in demselben Verhältniß wie sein Emissionsvermögen für dieselben Strahlen, mit andern Worten: Jeder Körper absorbiert diejenigen Wärmestrahlen am leichtesten, welche er selbst am leichtesten ausstrahlt. So werden Blüthenhüllen von rother Farbe z. B. alle anderen Strahlen absorbiren und nur die gleichen, also die rothen, hindurchlassen; und so ist es erklärlich, warum hinter den rothen Blüthenhüllen die Temperatur diejenige der umgebenden Luft um eine höhere Anzahl von Graden als hinter den anders gefärbten übersteigt.

Da Verf. meint, daß sich der Einfluß der Wärmestrahlung der Blüthenhüllen bei der Befruchtung bemerkbar machen und auf das Aufspringen der Staubbeutel, die Ausstreuung des Pollens von Einfluß sein müsse, so ist man doch gezwungen anzunehmen, daß von der Wärmeausstrahlung derjenigen Seiten der Blüthenhüllen die Rede ist, welche nach den Staubgefäßen zu gerichtet sind; Wie aber Verf. diese Ausstrahlung durch ein über den Blüthenhüllen aufgehängtes Thermometer hat messen können, erscheint etwas zweifelhaft.

Nach der Annahme des Verf. müssen die im Schatten blühenden Pflanzen so gebaut sein, daß ihre Blüthen solche erwähnte Einrichtungen nicht nöthig haben. Daher die Anordnung ihrer Infloreszenzen in Rispen, Dolden und Köpfchen. Trotz der Kleinheit dieser blühenden Organe ruft doch ihre gegenseitige Anordnung und Vereinigung dieselben Wirkungen hervor wie die, welche wir an einzelnen Blüthen von größerer Dimension beobachtet haben. Diese Temperaturerhöhung in geschlossenem Raum ist nach Meinung des Verf. von sehr großem physiologischen Einfluß.

Auch die erhöhte Bodenwärme, durch Sonnenbestrahlung hervorgerufen, dürfte auf ganze kriechende Pflanzen und so natürlich auch auf deren Blüten von Einfluß sein. Die Bodentemperatur ist häufig eine sehr hohe im Verhältniß zur Lufttemperatur. Verf. konstatierte in einigen Fällen Differenzen von 20 Grad.

Schließlich macht Verf. auf ähnliche Beobachtungen aufmerksam, die an Wasserpflanzen mit entweder schwimmenden oder über das Wasser emporragenden Blüten anzustellen wären.

E. Strasburger. Ueber den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen. 1000 S., 5 Tafeln u. 17 Abbildungen im Text. Jena 1891 bei Gustav Fischer.

„Versuche, die ich vor Jahren anstellte, um mir ein Urtheil in den Fragen des Wasseraufstiegs innerhalb der Holzgewächse zu bilden, führten dahin, daß ich mein ganzes Interesse dieser Aufgabe zuwandte. Um eine sichere Grundlage für meine Versuche zu gewinnen, sah ich mich alsbald veranlaßt, eingehende anatomische Untersuchungen denselben vorausgehen zu lassen. Nach Abschluß des anatomischen Theils meiner Untersuchungen wandte ich mich von Neuem der physiologischen Aufgabe zu, deren Behandlung die zweite Hälfte dieses Werkes fällt.“ Vorliegendes Referat beschränkt sich auf den physiologischen Theil des umfangreichen Werkes.

Zunächst werden verschiedene Fälle beschrieben, welche die Folgen der Rinden- und Holzringelung betreffen und aus denen hervorgeht, daß überall, wo nach der Ringelung noch Wasserleitung durch den Holzkörper stattfand, im letzteren noch lebende Elemente vorhanden waren. „Man könnte hieraus schließen, daß die lebenden Elemente des Holzkörpers in der That, so wie von verschiedenen Seiten angenommen wird, in die Arbeit der Wasserleitung eingreifen. Denn thatsächlich erlischt die Leitungsfähigkeit des Holzkörpers mit dem Augenblick, wo er seine lebendigen Bestandtheile einbüßt. Die Schlußfolgerung, daß die lebenden Elemente in die Arbeit der Wasserleitung eingreifen, wäre trotzdem nicht berechtigt. Denn wir werden später sehen, daß auch todttes Holz leitungsfähig für Wasser bleiben kann, wenn dafür gesorgt wird, daß es bei der Abtödtung keine weiteren Veränderungen erfahre und bei Anstellung des Versuchs hinreichend viel Wasser enthalte. Unter normalen Verhältnissen wird hingegen der Holzkörper beim Absterben so von Wasser entleert, daß er hierdurch schon seine Leitungsfähigkeit einbüßt; außerdem ist auch das Absterben der lebendigen Elemente des Holzkörpers mit Veränderungen in den Wasserbahnen verbunden, die, wenn auch manchmal wenig auffällig, diese Wasserbahnen doch ihrer Leitungsfähigkeit berauben.“

Vor Behandlung der Verhältnisse der Wasserleitung im Einzelnen kennzeichnet der Verf. seine Stellung zum Problem des Wasseraufstiegs folgendermaßen: „Die Unmöglichkeit, aus den physikalisch gegebenen Thatsachen heraus die Wasserbewegung zu erklären, hatte zur Aufstellung der Imbibitionstheorie des Saftsteigens geführt. Erst mit dem Augenblicke, wo die Thatsachen sich zu mehren begannen, die für eine Leitung des Wassers in den Lumina der Gefäße und Tracheiden und nicht in deren Wänden zeugten, mußte die Imbibitionstheorie

als erschüttert gelten. Damit trat auch das ganze Problem der Wasserbewegung wieder in die Anfangsstadien seiner Erklärung zurück, und stand der moderne Forscher ganz denselben Schwierigkeiten, dasselbe zu lösen, wie einst *Hales*, gegenüber. Das brachte die Theorien von dem Eingreifen lebendiger Elemente in die Wasserleitung auf. Von einem physikalischen Vorgang wurde die Wasserleitung in der Pflanze zu einem Lebensvorgang erhoben. Der Vorgang blieb insoweit nur noch Gegenstand rein physikalischer Behandlung, als es sich um die vermittelnde Thätigkeit der toden Leitungsröhren handelte.“ Verf. neigte sich zunächst der vitalen Erklärungsweise zu, wurde aber durch seine Versuche veranlaßt, zur rein physikalischen Erklärung zurückzugreifen. Die bisherigen Erfahrungen der Physik reichten aber für eine unmittelbare Lösung des Problems nicht aus und sei es vor Allem nothwendig, durch Versuche die Vorfragen zu lösen. Daß es sich nicht um einen vitalen Vorgang handle, wurde aus Versuchen entnommen mit über $10\frac{1}{2}$ m hohen Pflanzen, in denen giftige Lösungen aufsteigen gelassen wurden. Weiterhin gelang es auch, in vorher getödteten Pflanzentheilen entsprechende Steighöhen zu erlangen. Dann wurden die Bedingungen festgestellt, unter denen die Leitungsbahnen getödteter Pflanzentheile leitungsfähig sind: Voraussetzung sind imbibirte Zellwände, eine bestimmte Füllung der Lumina mit Flüssigkeit, ein entsprechender Abschluß der Lumina gegen die Umgebung. Der Luftdruck greift nur haltend, nicht hebend in die Vorgänge der Wasserleitung ein, die Transpiration schafft nur Raum für das nachfolgende Wasser. Bei eintretendem Wassermangel werden einzelne Bahnen entleert und durch selbstthätige Mechanismen abgeschlossen. In den entleerten Bahnen herrscht starker negativer Gasdruck, bis eine Neuffüllung der Bahn möglich wird. Der Blutungsdruck greift in die Wasserleitung nicht unmittelbar ein. Die trachealen Bahnen entziehen den sie umgebenden Zellen der Wurzel das Wasser. Diese Zellen selbst nehmen es auf osmotischem Wege aus dem Boden auf. Auch den Enden der Bahnen wird auf osmotischem Wege das Wasser entzogen.

Die Wege der Salz- und Farbstofflösungen in den Pflanzen. Trotz aller Schwierigkeiten läßt sich aus den Versuchen mit Farbstofflösungen an unversehrten Pflanzen bei richtiger Kritik der Ergebnisse auf den Weg schließen, dem der Wasserstrom in der Pflanze folgt. Daß bei solchen Versuchen auch andere Gewebstheile sich färben können, schwächt die Schlußfolgerung nicht ab, daß die trachealen Gewebstheile allein als Leitungsbahnen dienen. Es ist aber den Versuchen nicht bestimmt zu entnehmen, ob dieser Wasserstrom in den Wänden oder in den Hohlräumen sich bewegt, wegen zu geringer Konzentration des aufgenommenen Farbstoffs. Wichtiger sind daher die Versuche mit Niederschlag bildenden Salzen, z. B. Blutlaugensalz, vorausgesetzt, daß die nämliche Umsicht der Kritik bei der Deutung der Resultate obwaltet. Nachdem festgestellt ist, daß in der unverletzten Pflanze die Salz- und Farbstofflösungen denselben Bahnen folgen wie innerhalb abgeschnittener, mit dem Querschnitt in die Flüssigkeit tauchender Sprosse, gewinnen auch die Versuche mit letzterem weitergehende Bedeutung. — Bei der Wahl des Farbstoffs kommt es hauptsächlich auf seine Steigfähigkeit (um nicht zu beträchtlich hinter dem Lösungsmittel zurückzubleiben) an, in Verbindung mit einem hinreichenden Grade von Tinktionsfähigkeit. Verf. hat die Brauchbarkeit verschiedener Lösungen für

den genannten Zweck geprüft und verschiedene Versuche über das Aufsteigen von Salz- und Farbstofflösungen innerhalb der Pflanze angestellt, bemerkt aber ausdrücklich, daß die Resultate für ihn nur als Glieder in der Kette anderweitiger Untersuchungen Bedeutung hätten. Das Ergebnis ist das schon genannte, nämlich die Fortbewegung der Lösungen in den trachealen Gewebstheilen. — Bei verschiedenen Objekten wurde auch die Fortbewegung von Eosin-Wasser in umgekehrter Richtung untersucht. Die Farbstoffaufnahme stand hinter derjenigen in der normalen Richtung zurück, besonders bei Nadelhölzern, jedoch liegt die Ursache nicht in einer verschiedenen Leitungsfähigkeit der Bahnen in beiden Richtungen, sondern in den anatomischen Verhältnissen der Anschlüsse der Wasserbahnen im Innern der Pflanzen. — Daß in unseren Bäumen nur die äußersten Jahrringe für die Wasserleitung benutzt werden, folgt schon aus dem Umstande, daß es nur die äußersten Wasserbahnen sind, welche den direkten Anschluß an die wasseraufnehmenden primären Vasaltheile der Wurzeln und an die wasserabgebenden Vasaltheile der transpirirenden Flächen haben. Bei Unterbrechung der äußersten Bahnen werden allerdings die nächstinneren zu Hülfe gezogen. Verf. konstatiert, daß, wo bei Holzgewächsen die Laubentwicklung alsbald ihren Abschluß findet, das Frühholz besser leitet als das Spätholz, es nimmt aber im Spätholz schließlich die Leitungsfähigkeit einzelner Reihen von trachealen Elementen wieder zu, was mit dem Bedürfnis zusammenhängt, gute Anschlüsse von einem Jahrring zum andern zu schaffen. — Auch über die Bewegung von Farbstofflösung durch eingekerbte Holzkörper stellte Verf. Versuche an. Der Ausfall solcher Versuche wird sehr bedingt durch den anatomischen Bau der Hölzer, wie des Näheren gezeigt wird. Wie die Einkerbungs-, fallen auch Knickungs- und Quetschungsversuche verschieden aus, je nach dem anatomischen Bau der Organe, je nachdem ferner durch diese Eingriffe die Leitungsbahnen wirklich verschlossen werden oder nicht, eine Beschädigung oder Durchbrechung erfahren.

Aufsteigen giftiger Flüssigkeiten bis zu bedeutender Höhe in der Pflanze. Die wässrige Eosinlösung übt alsbald giftige Wirkungen auf die Gewebe aus. Trotzdem fahren die getödteten Objekte fort, den Transpirationsstrom zu unterhalten. Da bei Pflanzen oder Pflanzentheilen von geringer Höhe bei eingeleiteter Transpiration Luftdruckdifferenzen den Wasserstrom unterhalten könnten, schien es angezeigt, Steigversuche mit der Farbstofflösung auch an Pflanzentheilen anzustellen, deren Höhe 10,3 m überstieg. Um eine rasche Tödtung herbeizuführen, wurden auch Lösungen von Kupfersulfat und alkoholische Eosinlösungen angewandt. Auch mit Karbolsäure wurde ein Versuch ausgeführt. „Wenn bis 20 m hohe Bäume, wie die zu unseren Versuchen benutzten, ohne Zuthun der Wurzelkraft, eine so giftige Substanz wie 5–10% Kupfersulfatlösung wochenlang aufnehmen und sie durch ihre, jedenfalls schon in den ersten Tagen getödteten Stamtheile aufwärts befördern können, so ist es klar, daß mit der Wasserhebung an sich die lebendigen Elemente des Holzkörpers nichts zu thun haben können, daß es sich vielmehr bei dieser Hebung um einen rein physikalischen Vorgang handelt. Daß andererseits Luftdruck und Kapillarität auch zusammengenommen nicht ausreichen, um 20 m hoch eine Flüssigkeit zu heben, darf nach den bisherigen Erfahrungen der Physik angenommen werden.“ Wenn

absterbende Zweige, Aeste oder ganze Bäume von oben nach unten langsam austrocknen, so kann dies nur daher rühren, weil mit dem Absterben Veränderungen in ihrem Holzkörper verbunden sind, die eine weitere Zuleitung von Wasser unmöglich machen, überdies werden auch die trachealen Bahnen der absterbenden Wurzeln leitungsunfähig.

Die Leitungsfähigkeit getödteter Pflanzentheile. Nach demselben Gedankengang, der dazu veranlaßt hatte, giftige Substanzen von abgeschnittenen, über 10 m hohen Bäumen aufnehmen zu lassen, wurde versucht, über 10 m lange, bewurzelte Pflanzen in ihren oberen Theilen eine Zeitlang am Leben zu erhalten, nachdem sie auf einer über 10 m langen Strecke getödtet waren. Ebenso wurde versucht, auf mehr als 10 m künstlich getödtete Pflanzen durch den Querschnitt Farbstofflösungen aufnehmen zu lassen, um festzustellen, ob auch durch die todte Strecke der Farbstoff bis zu den lebenden Theilen würde emporsteigen können. Der Ausfall der Versuche bestätigte, daß durch das Abtöden die Leitungsfähigkeit für Wasser nicht verloren geht. Bemerkenswerth ist, daß die getödteten Pflanzentheile auch durch Austrocknen ihre Brauchbarkeit für Steigversuche mit Flüssigkeit nicht verlieren, sie mußten nur vorher wieder in Wasser aufgeweicht werden, ihre Wände damit imbibirt, die Luft aus den trachealen Bahnen ausgetrieben und durch Wasser ersetzt sein.

Der Inhalt der trachealen Bahnen. Nachdem die Versuche mit getödteten Pflanzen ergeben hatten, daß dieselben auch im imbibirten Zustande ihrer Zellwände leitungsunfähig sind und die Leitungsfähigkeit erst erlangen, wenn die Lumina der trachealen Bahnen mit Wasser angefüllt werden, diese Voraussetzung selbstverständlich auch für die lebende Pflanze gelten mußte, war zu vergleichen, wie die an lebenden Pflanzen gesammelten Erfahrungen mit den Ergebnissen der Experimente in Einklang zu bringen sind. Durchaus deckt sich mit den Anforderungen der Versuche an getödteten Pflanzen die bekannte Erscheinung, daß an der Luft abgeschnittene Sprosse, welche somit Luft einsaugen konnten, in vielen Fällen bald welken, nicht aber, wenn sie unter Wasser abgeschnitten werden. Verf. hat hierüber weitere Versuche angestellt. Die Untersuchungen über den Luftgehalt der trachealen Bahnen ergaben, daß die thätigen Leitungsbahnen zwar nicht frei sind von Luftblasen, indem diese innerhalb bestimmter Grenzen die Leitungsfähigkeit nicht aufheben, daß aber bei Ueberschreitung dieser Grenzen oder gar bei Erfüllung aller Leitungsbahnen mit Luft unbedingt das Saftsteigen unmöglich wurde. Zunächst füllen sich die weiteren Elemente der Leitungsbahnen mit Luft, während sich dann die Wasserbewegung vornehmlich auf die engen Bahnen beschränkt.

Unmittelbare Beobachtungen der Wasserströmung in den Leitungsbahnen der Pflanzen. Diese bieten zwar werthvolle Anknüpfungspunkte für weitere Fragestellung, die Eingriffe aber, welche die Zubereitung des Objekts nothwendig macht, bedingen Fehlerquellen, die leicht auf Abwege führen können. Verf. machte seine Beobachtungen an getödtetem Splintholze der Koniferen und konstatarirte unter Anderem, daß das Wasser innerhalb der Leitungsbahnen auch zwischen den einzelnen Luftblasen und der Wandung sich bewegen kann. Daraus erklärt sich, warum das Saftsteigen auch noch in einer Leitungsbahn geschehen kann, welche Luftblasen in begrenzter Anzahl und Größe führt. Sobald der

Luftgehalt zu bedeutend wurde, war auch das Saftsteigen nur noch schlecht oder es hörte ganz auf. Die sonst gemachten Beobachtungen sind äußerst instruktiv, es würde aber deren Wiedergabe zu weit führen.

Der Abschluß der trachealen Bahnen. Dieselben sind gegen das luftführende Interzellulärsystem und gegen die Lumina luftführender angrenzender Elemente vollkommen abgeschlossen, wodurch das Zustandekommen hoher negativer Gasspannung in den trachealen Elementen ermöglicht wird. Es bedarf auch sehr starken Druckes, um Luft durch die Wandungen der Gefäße in deren Inneres zu pressen; nach allen Versuchen erfolgt ein rasches Eindringen von Luft in die Gefäße erst, wenn der Druckunterschied zu beiden Seiten ihrer Wandung fast eine volle Atmosphäre beträgt.

Die Verrichtung der Hoftüpfel. Die Hofräume der Tüpfel halten das Wasser mit großer Energie fest; so lange sie mit Wasser gefüllt sind, stellen sie einen sehr wirksamen Verschuß gegen Luft her. Durch trockene Hofräume geht aber die Luft schon bei relativ geringem Drucke hindurch, außer wenn die Zahl derselben sehr groß wird. Feuchte Schließhäute werden in Folge schwierigen Luftdurchgangs bei ungleichen Luftspannungen zu beiden Seiten an die Hofwandung angesaugt, bei Steigerung der Luftdruckdifferenz wird der Torus in den Tüpfelkanal eingezogen. Wasser durchsetzt mit größter Leichtigkeit in der Längsrichtung der Tracheiden den Margo imbibirter Schließhäute und die mit Wasser gefüllten Hofräume. Sobald aber die Tüpfel geschlossen sind und das Wasser die Tori passieren muß, wächst der Widerstand bedeutend. Eine rasche Wasserströmung vermag bei der Leichtigkeit, mit der das Wasser die Schließhäute der offenen Tüpfel passiert, keinen Verschuß der Schließhäute zu bewirken, was auch dem Wasseraufstieg hinderlich wäre. Wird in einer Tracheidenreihe der Wasserfäden unterbrochen und ein luftverdünnter Raum erzeugt, so entsteht eine saugende Wirkung, welche den benachbarten Tracheidenreihen Wasser entzieht. Führt dies zu einer Unterbrechung der Wasserfäden auch in diesen angrenzenden Tracheiden, so wird die Schließhaut nunmehr aspirirt. Tritt bei reichlicherer Wasseraufnahme das Wasser wieder an geschlossene Schließhäute heran, so wird es durch den Torus derselben durchgesogen werden. Ist aber der Raum zu beiden Seiten der Schließhaut wieder mit Wasser gefüllt, so kehrt sie in ihre neutrale Stellung zurück. Zeitweise entleerte Bahnen können ohne Weiteres wieder in Funktion treten, wenn die Wasserzufuhr nicht über ein gewisses Zeitmaß hinaus unterbrochen bleibt, andernfalls geht die Leitungsfähigkeit durch Eindringen von Luft verloren. Bei den Einrichtungen des Koniferenholzes können im Wesentlichen nur die tangential an einander grenzenden Bahnen sich in ihrem Leitungsgeschäft beeinflussen, da eine radiale Verbindung durch Tüpfel, die erste Schicht der Frühtracheiden und die letzten der Spättracheiden ausgenommen, fehlt. — Bei den Dikotylenhölzern mit allseitig orientirter Tüpfelung wird eine Regulirung des selbstthätigen Mechanismus der Hoftüpfel in anderer Weise erreicht als bei den Koniferen, nämlich durch Ausbildung verschiedener weiter und verschieden strukturirter Elemente, welche das Wasser mit ungleicher Energie festhalten. Die englumigen sind befähigt, den weiten das Wasser zu entziehen, und werden dann die letzteren gegen die engen entsprechend abgeschlossen. In solcher Weise kann eine abwechselnde Füllung und Entleerung der als Wasserbehälter fungirenden

Elemente erreicht werden. Außerdem sind die Bahnenkomplexe mehr oder weniger von einander getrennt. — Diese und andere Ergebnisse lassen erkennen, daß alle Einrichtungen der Leitungsbahnen in der Pflanze wirksam und gleichmäßig in einander greifen, um ein regelmäßiges Funktionieren dieser Bahnen zu sichern. Den Darlegungen des Verf. von der Funktion der Hoftüpfel nähern sich am meisten die von *Russow* ausgesprochenen Ansichten, der die Hoftüpfel als Klappenventil erklärt, jedoch geben die Untersuchungen des Verf. genaueren Aufschluß über die Art, wie dieses Ventil funktioniert. Anderweitige Vorstellungen z. B. von *R. Hartig* erwiesen sich als unzulässig. — Bei den Angiospermen sind überall Hoftüpfel als Verschlüsse in den Tracheiden des sekundären Zuwachses angebracht und stellenweise schließen sie auch die Enden der Gefäße ab. Diese Abschlüsse ermöglichen das Zustandekommen negativer Spannungen in einzelnen Abschnitten der Bahn oder in seitlich angrenzenden, durch Hoftüpfel verbundenen Bahnen und somit auch die Ausschaltung einzelner Bahnen von der Wasserleitung. Andere Verdickungsarten an den Wänden trachealer Elemente (Ringe, Schraubebänder) sind in Pflanzen von bedeutenderer Höhe nur leistungsfähig in Verbindung mit den behöft getüpfelten Elementen, letztere allein sind auf zeitweise Entleerung eingerichtet. Sie werden daher gewöhnlich auch bei krautartigen Pflanzen den Schrauben- und Ringgefäßen zugesellt, dienen eventuell in einzelnen Strecken der Bahn nur als Wasserbehälter. So in den primären Gefäßbündeln der Monokotylen, bei welchen die weiteren getüpfelten Gefäße bei reichlicherer Wasserzufuhr vornehmlich der Wasserspeicherung dienen, hierauf entleert und während dieser Zeit durch die Hoftüpfel abgeschlossen werden dürften. Die Ring- und Schraubengefäße sind zufolge geringer Weite mit besonderer Energie begabt, das Wasser in sich zu ziehen und daher die Entleerung der weiteren behöft getüpfelten Bahnen zu bewirken. Für lang andauernde Thätigkeit werden ungehöft getüpfelte Gefäße nirgends angelegt, auch bei Monokotylen mit Dickenwachstum sind die wasserleitenden Elemente dieses Dickenwachstums behöft getüpfelt. Die nicht behöft getüpfelten trachealen Elemente bilden bei Gymnospermen und Dikotylen nur die Enden der Wasserbahn und kommen alsbald außer Funktion, an ihre Stelle treten behöft getüpfelte Elemente in dauernde Thätigkeit. Enge, dünnwandige Ring- oder Schraubentracheiden sind im Allgemeinen in saftreiches Gewebe eingebettet, wodurch die Gefahr des Austrocknens ihrer Wand wesentlich herabgesetzt wird; diese Dünnwandigkeit ist von wesentlicher Bedeutung wegen Erleichterung der Wasserabgabe an die Umgebung. Wo behöft getüpfelte Elemente in Verbindung mit lebenden treten, werden dünnwandige Stellen in Gestalt von Tüpfeln an ihnen angebracht. Sehr saftreiche Pflanzen, deren gesamter Körper als Wasserreservoir eingerichtet ist, mögen ohne behöft getüpfelte Elemente ganz auskommen.

Der *Th. Hartig'sche* Tropfenversuch und die Filtrationswiderstände. Aus den Versuchen läßt sich entnehmen, daß die Widerstände, welche eine so rasche Filtration, wie sie der Transpirationsstrom verlangt, zu überwinden hat, ganz beträchtlich sind. Schon ohne die durch Luftblasen und Schließhäute hinzukommenden Hindernisse würde das Wasser nicht unbedeutende Kräfte zur schnellen Beförderung in den engen Wasserbahnen verlangen; der Luftdruck wäre hierzu ungenügend. «Es muß vielmehr angenommen werden,

daß es ein Vorgang eigener Art ist, welcher den Wasseraufstieg innerhalb der Wasserbahnen der Pflanzen bedingt, und daß es sich hierbei um Fortpflanzung von Gleichgewichtsstörungen innerhalb der suspendirten Flüssigkeit handelt, die sich durch Strömungen ausgleichen.» Da auch die Schließhäute dem Wasseraufstieg einen Widerstand entgegensetzen, ist die Ausbildung von Gefäßen innerhalb der Leitungsbahnen, statt daß die letztere nur aus Tracheiden besteht, ein Fortschritt in der Funktion der Wasserleitung, ihre höchste Vollendung erreicht sie dort, wo diese Aufgabe allein von Gefäßen vollzogen wird. Mit wie wenig Bahnen die auf Gefäße allein angewiesenen Pflanzen auskommen, zeigen z. B. Robinia, Albizzia, Acacia, Ficus gegenüber den Nadelhölzern, welche allerdings den Vortheil haben, daß sie partielle Eingriffe ohne tiefergehenden Schaden vertragen.

Wasseraufnahme bei negativem Druck. Nach den Versuchen ist ein Wasseraufstieg in den trachealen Bahnen ohne Betheiligung von Luftdruckdifferenzen möglich, der Luftdruck an der Hebung des Wassers nicht betheiligt, ebensowenig die Entnahme des Wassers aus den Leitungsbahnen durch den Luftdruck bedingt. Die Wassersäulen in den Leitungsbahnen können auch ohne Betheiligung des Luftdrucks getragen werden. Wohl aber muß er mitwirken bei der Füllung zeitweise entleerter Bahnabschnitte, vielfach hilft er, bei starker Füllung der Bahnen, die Wasserfäden zu tragen. Indessen sind dies lokalisirte Funktionen, welche auch keine bestimmte Vertheilung der Luftdruckverhältnisse innerhalb eines Baumes verlangen.

Die kapillaren Eigenschaften der Wasserbahnen in der Pflanze. Nachdem durch Kapillarität und Luftdruck das Saftsteigen nicht bewirkt werden kann, mußte die Lösung des Problems in noch unbekanntem Vorgängen gesucht werden, welche gestatten, daß sich innerhalb der in der Wasserbahn der Pflanze suspendirten Wasserfäden trotz der Widerstände Gleichgewichtsstörungen mit großer Schnelligkeit auf Entfernungen fortpflanzen. Da die physikalischen Anknüpfungspunkte noch zu fehlen scheinen, waren zunächst die Bedingungen des Vorgangs festzustellen. — Als besonderes Hinderniß für die Wasserströmung in den Hohlräumen der Bahnen wurden die Luftblasen angesehen, indem eine aus Luft- und Wassergliedern bestehende Kette in den Gefäßen ebenso unbeweglich sein mußte wie im Innern von Glaskapillaren. Indessen gelten die für die *Jamin'schen* Ketten in Glaskapillaren gefundenen Gesetze nicht für die Luft-Wasserketten in den trachealen Bahnen der Pflanzen. Die enormen Widerstände in Glaskapillaren rühren daher, daß es den Wassergliedern der Kette sehr schwer wird, sich in einer Kapillare zu bewegen, deren innere Wandung unvollkommen benetzt ist. Bei vollkommener Benetzung sind die Widerstände nur sehr schwach. Innerhalb der Wasserbahnen der Pflanzen wird durch Adhäsion eine Wasserschicht an der imbibirten Wand festgehalten, welche dadurch von der größten Bedeutung für den Wassertransport in der Pflanze ist, daß sie den Zusammenhang zwischen den einzelnen Abschnitten der Wasserfäden vermittelt. Wenn in den Wasserbahnen der Pflanzen von den Luftblasen die Wasserglieder getragen werden, so spielen hierbei die Strukturen der Gefäßwandungen eine Rolle, welche die Reibungswiderstände vermehren. Nach Versuchen mit künstlich hergestellten Wasserketten in Internodialstücken von *Vitis*, *Aristolochia* u. s. w. trat schon bei

sehr geringem Ueberdruck Wasser aus den Gefäßen hervor, das Wasser kann an den Luftblasen vorbeifließen schon bei Druckdifferenzen, welche nicht ausreichen, um die Luftblasen selbst in Bewegung zu setzen. Erst bei steigendem Druck wurden auch die letzteren ausgetrieben. Die Bedeutung der Luftblasen in den Wasserbahnen besteht darin, daß sie im Verein mit anderen Widerständen die Wasserfäden tragen, wozu unter natürlichen Verhältnissen schon eine geringe Zahl ausreicht.

Wasseraufnahme aus dem Boden und Wasserabgabe an die Atmosphäre. «Von den Wasserbahnen der Pflanzen aus pflanzt sich eine saugende Wirkung auf die Umgebung fort, welche dahin führt, die Wasserbahnen mit Wasser zu füllen. Diese Saugung zeigte sich vom Luftdruck unabhängig. Es kann sich vielmehr nur um eine Saugung handeln, die durch ähnliche molekulare Vorgänge angeregt und unterhalten wird, welche auch die weitere Aufwärtsbewegung des Wassers innerhalb der Leitungsbahnen beherrschen. Diese Kräfte sind demgemäß bedeutend, sie vermögen nicht allein die Aufnahme von Wasser in die Leitungsbahnen bei dem negativen Druck von fast einer vollen Atmosphäre zu besorgen, sie sind auch im Stande, den umgebenden Zellen Wasser zu entziehen, welches osmotisch festgehalten wird. Die saugende Wirkung, welche von den Gefäßen ausgeht, wollen wir, ohne deren physikalisch erst zu klassifizirender Natur vorzugreifen, hier als tracheale bezeichnen. Die tracheale Saugung ist unabhängig von der lebenden Thätigkeit der Wurzelzellen. Das lehren unzweifelhaft die Ergebnisse der Versuche mit den getödteten Wurzeln einerseits und mit den am Querschnitt verschlossenen Zweigen. Die lebenden Zellen der Wurzel verhalten sich aber bei dem Vorgang der Wasseraufnahme aus dem Boden nicht rein passiv. Getödtete Wurzelzellen reagieren freilich der trachealen Saugung gegenüber nicht anders wie ein mit Wasser imbibirter Schwamm. Sie nehmen das Bodenwasser so auf, wie es sich ihnen bietet, ohne Auswahl der Stoffe. Anders die Zellen der lebendigen Wurzel, welchen ein Wahlvermögen zukommt, und welche auf äußere und innere Reize in bestimmter Weise reagieren. . . Die trachealen Bahnen stören, so lange als sie den angrenzenden Zellen Wasser entziehen, das endosmotische Gleichgewicht und regen so eine endosmotische Saugung an, die sich bis zur Oberfläche der Wurzel fortpflanzt. Die anatomischen Befunde geben keine Anknüpfungspunkte für die Annahme einer Verschiedenheit im Verhalten der die Wasseraufnahme vermittelnden Zellen der Wurzelrinde (dem die trachealen Bahnen unmittelbar umkleidenden parenchymatischen Elemente könnte aber eine besondere Aufgabe zufallen). Eine solche Annahme ist nach dem Obigen auch nicht nöthig. (Hinsichtlich der erwähnten Belegzellen würde ein Vorgang, der in der Energie des lebenden Protoplasmas seine Quelle hat, darüber zu wachen haben, daß das in die trachealen Bahnen eingesogene Wasser annähernd die Zusammensetzung des aufgenommenen Bodenwassers behalte.) . . . Mit der hier entwickelten Vorstellung von dem Gang der Aufnahme und der Aufwärtsleitung des Wassers durch die Wurzel lassen sich alle über den Bau der Wurzeln bekannt gewordenen Thatsachen sehr gut in Einklang bringen, während für jede andere Annahme die anatomische Grundlage schwer zu beschaffen ist.» — Während die große Masse des aus dem Boden geschöpften Wassers in die Wasserbahn in Folge trachealer Saugung gelangt, wird eine relativ kleine Wassermenge als

Blutungswasser in diese Bahnen eingepreßt, sobald die tracheale Saugung aufhört, die Bahnen somit den Belegzellen kein Wasser mehr entziehen. — Da die Belegzellen der trachealen Bahnen im Stamm denselben Bau besitzen wie in den Wurzeln, ist auf gleiche Leistungsfähigkeit der ersteren wie der letzteren zu schließen. An der eigentlichen Wasserhebung nehmen sie aber keinen Antheil, wie auch schon längst sicher gestellt ist, daß der Blutungsdruck für die Wasserversorgung eines Hohlgewächses keinesfalls ausreicht. Das Transpirationswasser ist für gewöhnlich ein Bodenwasser, das nur die Zellen der aufnehmenden Wurzeltheile passirt. Da es die lebenden Zellen durchdringt, haben auch mannigfache physiologische Vorgänge auf die Wasseraufnahme aus dem Boden Einfluß.

Dieselben Gesichtspunkte, die für die Aufnahme des Wassers durch die Wurzelzellen gelten, sind allem Anscheine nach auch für die Abgabe des Wassers an die transpirirenden Theile maßgebend, nur daß den die Wasserbahnen umgebenden Elementen der stärkere Einfluß zukommt. Luftdruckdifferenzen kommen hierbei so wenig in Betracht wie bei der Entnahme des Wassers aus den Wurzelzellen durch die trachealen Bahnen.

Inanspruchnahme der Wasserbahnen für Leitung der Assimilate. Verf. gelangte zu dem Ergebnisse, daß in unseren Holzgewächsen die Assimilate der Blätter nur in der Bastzone abwärts wandern. Von dieser aus verbreiten sich die Kohlehydrate in die Markstrahlen und das Holzparenchym, resp. in jüngeren Zweigen füllen sie auch mehr oder weniger das Mark, besonders die Markkrone. Eine Abwärtsleitung in den Parenchymen der Holzkörper findet nicht statt. Im Frühjahr und bei Bildung der Johannistriebe findet eine Aufwärtsführung der Kohlehydrate in den Wasserbahnen nach den sich entfaltenden Knospen statt. Daß die Wasserbahnen im Stande sind, auch Eiweißkörper an ihre Verbrauchsorte zu leiten, wurde durch direkte Versuche nachgewiesen.

Die trachealen Bahnen der Wasserpflanzen. «Bei submers lebenden Pflanzen ist die Aufgabe der trachealen Bahnen sehr reduziert. Das Wasser und die in demselben gelösten Salze werden ja von der Pflanze nicht mehr durch Vermittelung der Wurzel allein, vielmehr mit der ganzen Oberfläche aufgenommen. Wenn trotzdem die trachealen Bahnen als Wasserbahnen erhalten bleiben, so ist es, weil sie der Beförderung des Blutungsstafts dienen müssen. Der Blutungsstaft hat aber keine andere Bedeutung für Wasserpflanzen als für Landpflanzen, nämlich die in der Entwicklung begriffenen Theile mit Nahrungsstoffen zu versorgen. Um in Bewegung gesetzt werden zu können, muß der Blutungsstaft irgendwo hervorgepreßt werden. Hieraus erklärt sich in ungezwungenster Weise die so häufige Ausbildung von Wasserspalten an submersen Pflanzentheilen.»

Umkehrung der Wasserbahnen. Während die Umkehrung des Wasserstromes innerhalb der Wasserbahnen sich ohne Weiteres bewerkstelligen läßt, muß eine Umkehrung der Leitung innerhalb lebender Elemente der Rinde auf große Schwierigkeiten stoßen. Versuche, lebende Pflanzen umzukehren, werden sonach gegen die letztere Schwierigkeit vor Allem anzukämpfen haben. Daß es leicht ist, bei geeigneten Bedingungen den Wasserstrom auch an einer lebenden Pflanze umzukehren, haben außer älteren auch neuere Versuche des Verf. erwiesen. Die Umkehrversuche mit Weidenstecklingen führten zu dem Schlusse, daß an umgekehrt gesteckten Weidenstücken die durch Thätigkeit des Cambiums

erzeugten Elemente eine entgegengesetzte Orientirung in Hinblick auf ihre Leitungsthätigkeit erhalten, ohne daß dadurch ihr anatomischer Anschluß an die älteren Elemente irgendwie gestört wird. «Demnach erscheint die Umkehrung eines Weidenstecklings möglich. Sie würde dauernd gelingen, wenn einerseits das Absterben der älteren Elemente sich rechtzeitig einhalten ließe, andererseits es zu einer hinreichend starken Ernährung der Wurzeln durch die neuen Basttheile, bevor die entwickelten Sprosse zu leiden anfangen, kommen könnte. Ich halte beides unter Umständen für möglich und habe daher auch keinen Grund, an den älteren Angaben über gelungene Umkehrungen von Pflanzen zu zweifeln.»

Das Werk enthält eine Fülle neuer Thatsachen und Ideen und ist die ausführlichste Darstellung aller auf die Probleme der Wasserleitung bezüglichen Verhältnisse vom anatomischen und physiologischen Standpunkte mit vielfachen Anknüpfungen nach verschiedenen Richtungen. Bei dem großen Umfange der Arbeit konnten in Obigem nur etliche besonders wichtige Abschnitte namhaft gemacht werden.

C. K.

R. Regel. Einige Beobachtungen über den Einfluß äußerer Faktoren auf den Geruch der Blüten. Arbeiten des St. Petersburger Naturf.-Vereins. Abth. f. Botanik. Bd. XX. p. 32—37. — Botan. Zentralblatt von O. Uhlworm. 1891. Bd. XLV. No. 11. S. 343.

Anhäufung ätherischen Oeles in Form kleiner Tröpfchen konnte Verf. mikrochemisch nachweisen: im Parenchym des fransigen Theils der Blumenblätter von *Reseda odorata*, der Fransen auf der Lippe von *Stanhopea tigrina superba* und den Staubfäden von *Philadelphus coronarius*. Bei *Lathyrus odoratus* und *Nycteria Capensis* enthält die Blüthe kein mikrochemisch nachweisbares ätherisches Oel.

Bei verschiedenen beständig duftenden Blüten (*Reseda*, *Lathyrus* etc.) verstärkt Wärme und Licht den Geruch; an heißen, hellen Tagen riechen dieselben viel stärker als bei trübem und kühlem Wetter.

Der Geruch der ätherischen Oel enthaltenden Blüten von *Reseda* und *Philadelphus* läßt in der Dunkelheit nur nach, ohne aufzuhören. Um die Beziehung der Bildung des Oeles zum Licht festzustellen, wurden einige Versuche ausgeführt. Wurden die ganzen Pflanzen verdunkelt, so ergaben nur diejenigen Knospen, die schon vorher ziemlich weit entwickelt waren, duftende Blüten; die später entwickelten Blüten dufteten nicht und erwiesen sich auch als frei von ätherischem Oel. Wurde jedoch nur die Infloreszenz verdunkelt, so dufteten alle Blüten, die im Laufe von 2—3 Wochen sich entwickelten. — Die riechende Substanz bildet sich also aus zugeleiteten Assimilationsprodukten.

Nicotiana longiflora öffnet sich zur Nacht und riecht nur während dieser stark, besonders stark nach einem heißen, sonnigen Tage. In konstanter Dunkelheit ist sie beständig geöffnet und duftet ununterbrochen. Bei Verdunkelung der Infloreszenz hatten alle Blüten, die sich im Laufe von 4 Wochen öffneten, einen ziemlich starken Duft. Bei Verdunkelung der ganzen Pflanze waren erst die nach 3 oder 4 Wochen entwickelten Blüten geruchlos.

Nycteria Capensis öffnet sich und duftet ebenfalls nur Nachts. Der Geruch erinnert an denjenigen des Bittermandelöles, und die Reaktion mit salzsaurem Phenylhydrazin (nach *Emil Fischer*) deutet auf die Anwesenheit desselben im Extrakt der Blüten. *Nycteria* duftet ebenfalls stärker nach einem heißen, sonnigen Tage. Das Auftreten des Geruchs wird, außer durch Dunkelheit, auch durch Erniedrigung der Temperatur begünstigt: bei am Tage in eine Temperatur von 8—11° R. gebrachten und verdunkelten Pflanzen waren schon nach einer Stunde die Blüten halb geöffnet und begannen zu duften.

Gegen dauernde Verdunkelung verhielt sich *Nycteria* ähnlich wie *Nicotiana*. Auch die anfangs duftenden Blüten verloren in der Dunkelheit allmählich ihren Geruch, an abgeschnittenen Zweigen schon nach 3—4 Tagen. Der Verlust des Geruches fällt genau zusammen mit dem Verbrauch der Stärke, welche im Parenchym der Blumenblätter angehäuft ist. Der Zusammenhang zwischen Stärkegehalt und Duft wird noch evidentere durch folgende Versuche: Abgeschnittene blüthentragende Zweige stellte Verf. im Dunkelschrank, theils in destillirtes Wasser, theils in schwache Zuckerlösung, aus der dieselben auch in der Dunkelheit Stärke bilden. Die Blüten ersterer Zweige verloren ihre Stärke und ihren Duft schon in 4 Tagen, die Blüten letzterer behielten ihre Stärke und ihren Duft bis zum Welken. Wurden erstere Zweige in Zuckerlösung gestellt oder an's Licht gebracht, so trat mit der Stärke auch der Geruch von Neuem auf, und umgekehrt.

In dieser Hinsicht steht *Nycteria* allein da. In zahlreichen anderen duftenden Blüten (*Rosa*, *Matthiola*, *Reseda* etc.) fand sich keine Stärke. Bei *Philadelphus* findet sich Stärke nur in den Staubfäden, bei *Nicotiana* zwar reichlich in den Blumenblättern, aber ihr Verschwinden bleibt ohne Einfluß auf den Geruch.

Die Abhängigkeit des Geruchs bei *Nycteria* von der Athmung zeigt folgender Versuch. Blüthentragende Zweige wurden in hermetisch verschlossene Gefäße gebracht, die einerseits Luft, andererseits Wasserstoff enthielten. Während in dem ersteren Gefäß normales Verhalten stattfand, hatten sich im Wasserstoff die Blüten Nachts weder geöffnet, noch zu duften begonnen. Als sie aber tagsüber beleuchtet worden waren, öffneten sie sich in der nächsten Nacht normal und dufteten stark.

Schließlich betont Verf., daß das Öffnen der Blüten und der Geruch derselben zwar normal zusammenfallen, daß aber zwischen beiden Erscheinungen kein nothwendiger Zusammenhang besteht.

B. Keller. Ueber einige Erscheinungen des normalen Haarverlustes an Vegetationsorganen der Gefäßpflanzen. Inaug.-Dissert. Berlin. Halle. 1890. Beihefte zum Bot. Zentralblatt. Von *O. Uhlworm*. Bd. I. 1891. Heft 3. S. 194.

Wohl haben sich schon ältere Autoren mit vorwüflicher Frage befaßt, wie namentlich *A. Weiß*. Wohl ist für diese und jene Pflanze ein Haarabfall beschrieben und nachgewiesen, doch sieht man sich in der botanischen Litteratur vergeblich um nach einer auch nur einigermaßen gründlichen anatomischen Prüfung des Haarverlustes, welche erst eine erfolgreiche physiologische Verwendung desselben ermöglichen würde.

Verf. ließ sich bei der Auswahl der Pflanzen zu seiner Untersuchung vom Zufall leiten. Er verwendete eine große Zahl von Spezies aus den verschiedensten Familien. Verf. meint selbst, eine Zusammenfassung der gefundenen Resultate ließe sich nicht gut ermöglichen, da der Einzelheiten zu viele wären, doch sind folgende Ergebnisse als sicher zu betrachten.

Der Verlust der Behaarung steht im engsten Zusammenhange mit der Ausbildung der Gewebe, deren Funktion sie übernommen hatte. Zu einer Herbeiführung sind äußere und innere Ursachen thätig, innere mit mehr Regelmäßigkeit, äußere mit mehr Zufälligkeit. Assimilationsorgane von längerer Dauer verlieren die Behaarung weit öfter als solche, die nach jeder Vegetationsperiode abgeworfen werden.

Bifaziale Blätter werden nur auf der dem Lichte zugekehrten Seite kahl. Die Belichtungsfrage scheint von der größten Bedeutung bei der Erklärung des Haarausfalls zu sein. Ein scharfer Abstand zwischen Abfall und Persistenz von Haaren besteht nicht. Der anatomische Bau spielt eine große Rolle beim Modus des Haarverlustes, doch läßt sich daraus nicht mit Sicherheit auf ihren Verlust oder Verbleib schließen. Nahe Verwandte verhalten sich in diesen Dingen oft verschieden. Bei einzelligen Haaren haben wir immer einen Abbruch. Das Haar in seiner Totalität, als genetische Einheit, geht nie verloren, stets bleibt ein Theil als Rudiment. Die Rudimente sind nie offene, d. h. der Verdunstung oder dem Eindringen feindlicher Organismen freie Bahn lassende Stellen, sondern sie zeigen Verkorkungsverschlüsse, deren Anlage vor dem Abtrennungsprozesse stattfindet.

A. Lothelher. Einfluß des hygrometrischen Zustandes der Luft auf die Entstehung von Stacheln und Dornen. Bull. de la Soc. bot. de France. 1890. T. XXXVII. p. 176. — Naturw. Rundschau. 1891. Nr. 16. S. 205.

Ausgehend von der Beobachtung, daß eine und dieselbe Art je nach ihrem Standort sehr dornig und fast dornenlos sein kann, erzog Verf. eine Anzahl Individuen unter verschiedenen Lebensbedingungen, um die Ursache zu ermitteln, welche die Entstehung der Dornen fördern oder verzögern. Zunächst untersuchte er den Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf diesen Vorgang. Er brachte einen Topf mit zwei aus Samen erzogenen einjährigen Stöcken der Berberitze (*Berberis vulgaris*) unter eine Glocke, innerhalb deren die Luft beständig durch Schwefelsäure ausgetrocknet wurde. Die Pflanzen waren einige Zentimeter über der Erde abgeschnitten worden, bevor sie dem Versuch unterworfen wurden. Zwei gleiche Stöcke befanden sich unter einer anderen Glocke in einer mit Wasserdampf gesättigten Atmosphäre. Jedes der vier Exemplare erzeugte eine Knospe, welche zu einem Sproß austrieb. Nach einem Monat zeigten die Sprosse, je zwei und zwei, auffällige Unterschiede. In der feuchten Luft hatten sie Blätter mit kräftig entwickeltem grünen Parenchym (Assimilationsgewebe) und langen Stielen gebildet; der Blattrand zeigte eine feine, wenig entwickelte Zähnelung. Die Pflanzen in der trockenen Luft dagegen brachten nur anfangs einige Blätter mit gut entwickeltem Chlorophyllgewebe hervor, welches bei den späteren Blättern mehr und mehr zurückging und endlich beim 16. oder 17. Blatte ganz verschwand; hier blieben gewissermaßen nur noch die in Dornen verwandelten Nerven zurück.

In der feuchten Luft scheint die Pflanze, an der Transpiration behindert, bestrebt zu sein, ihre verdunstende Oberfläche zu vergrößern; in der trockenen Luft dagegen, wo die Transpiration beschleunigt ist, reduziert die Pflanze ihre Oberfläche, so daß der Wasserverlust vermindert wird.

Aehnliche Ergebnisse gewann Verf. bei Versuchen mit Weißdorn (*Crataegus Oxyacantha*).

A. Lothetter. Einfluß der Beleuchtung auf die Entstehung von Stacheln und Dornen bei den Pflanzen. *Comptes rendus*. 1891. T. CXII. p. 110. — Beihefte zum Botan. Zentralblatt. Von *O. Uhlworm*. 1891. Bd. I. Heft 3. S. 193.

Es ist bekannt, daß zahlreiche Pflanzenarten appendikuläre Organe besitzen, die in eine stechende Spitze auslaufen. Bald sind diese einfache Rindenhöcker (*Ribes*), bald in der Entwicklung zurückgebliebene Stengelglieder (*Berberis*). Ferner hat man festgestellt, daß die Pflanzenstacheln durch die Kultur vielfach abgeändert werden, sei es, daß dieselben verschwinden, sei es, daß sie in normale Organe übergehen (*Prunus spinosa*). Verf. hat sich nun die Aufgabe gestellt die Ursachen zu ergründen, welche die Produktion der Stacheln beschleunigen oder verzögern. Nachdem er früher den Einfluß des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft in Betracht gezogen hat, beschäftigt er sich gegenwärtig mit dem Einfluß des Lichtes.

Berberis vulgaris. Es ist dies eine Pflanze, die sich den Beleuchtungsverhältnissen besonders leicht anpaßt. Im direkten Sonnenlicht produziert sie Blätter, die bis auf den in eine Stachelspitze auslaufenden Nerv reduziert sind, und um der Assimilation, welche die reduzierten Blätter nicht mehr vermitteln können, zu genügen, treibt sie aus der Achsel des stehenden Blattes einen Büschel parenchymatöser Blätter.

Robinia-Pseudacacia. Während die mittlere Länge der Stacheln eines im Sonnenlicht hervorgetriebenen Astes 9 mm beträgt, beträgt dieselbe an einem im Schatten entwickelten 1 mm; an der Basis hat der erstere ferner den doppelten Durchmesser des zweiten.

Ulex europaeus. Hier erreichten die Stacheläste im Sonnenlicht eine Länge von 18 mm, im Schatten nur eine solche von 10 mm; dabei erschienen die ersteren viel stärker verholzt.

Crataegus Oxyacantha. Im Sonnenlicht erreichten die Stacheln eine Länge von 11 mm, im Schatten nur eine solche von 4 mm. Die ersteren waren ebenfalls mehr verholzt als die letzteren.

Ribes uva crispa. Die stacheligen Rindenhöcker zeigen im Sonnenlicht bezüglich ihrer Länge und ihres Durchmessers eine stärkere Entwicklung.

Demnach bilden sich bei intensiverer Beleuchtung zahlreichere, stärker entwickelte und besser differenzierte Stacheln.

W. Kürner. Ueber den Abbruch und Abfall pflanzlicher Behaarung und den Nachweis von Kieselsäure in den Pflanzenhaaren. *Nova Acta der kaiserl. Leop.-Carol. deutschen Akad. d. Naturf.* 1890. Bd. LIV. Nr. 3. S. 129. — *Naturw. Rundschau*. 1891. Nr. 22. S. 230.

Die Kenntniß der Verhältnisse, welche den Abbruch und den Abfall der Pflanzenhaare betreffen, ist nach der Darlegung des Verf. in dreierlei Hinsicht von Wichtigkeit: erstens mit Rücksicht auf die Beurtheilung mancher in die Gebiete der Systematik, der Pflanzenphysiologie und Pflanzengeographie gehörigen Fragen; sodann, weil aus losgelösten Pflanzenhaaren bestehender Staub durch Uebertragung von Pollenkörnern, Sporen und dergleichen auf weite Entfernungen hin zur Fortpflanzung und Verbreitung der Pflanzen und ihrer parasitären Bewohner beiträgt; endlich, da nach vielen vom Verf. angestellten Beobachtungen und Untersuchungen vegetabilischer Haarstaub bisweilen einen hygienisch, bezw. pathogenisch beachtenswerthen Infektionsstoff bildet, durch welchen eine Vegetation schädlich zu werden und auf die Entstehung verschiedener epidemischer Krankheiten einen mindestens begünstigenden Einfluß auszuüben vermag. Die vorliegende Arbeit soll einer genaueren Erforschung und Beurtheilung der dabei in Betracht kommenden Verhältnisse dienen. Sie bringt weniger eine eingehende experimentelle Bearbeitung des Gegenstandes als vielmehr eine Besprechung der zu beobachtenden Momente, wobei mancherlei dankenswerthe Anregungen gegeben werden. Die Anordnung des Stoffes ist leider ziemlich wirr und unübersichtlich.

Verf. führt zunächst aus, daß die oft wiederholte Angabe, wonach Pflanzen, die im Feuchten erwachsen sind, im Gegensatz zu solchen auf trockenem Boden, wenig oder gar nicht behaart seien, häufig auf einer Täuschung beruht. «Während nämlich bei Wassermangel die Blätter und ihre einzelnen Epidermiszellen kleiner bleiben und so die einzelnen Haare dichter stehen, vergrößern sich bei reichlichem Wassergenuß und üppigem Wachsthum die einzelnen Zellen in ihren Dimensionen, die Haare rücken hierbei weiter aus einander und vertheilen sich auf eine größere Fläche. Ganz ebenso läßt eine solche Weistständigkeit der Organe die älteren erwachsenen Organe einer Pflanze im Gegensatz zu deren noch nicht gestreckten und dadurch den Haaren eine nur geringe Standweite gestattenden Theilen weniger reich behaart erscheinen.» Manche Sumpf- und Wasserpflanzen hat man als kahl beschrieben, da man bei ihnen die Haare ohne Mikroskop nicht sah oder Herbariumsexemplare untersuchte, bei denen die Haare bereits abgefallen waren. Um ein sicheres Urtheil über die Behaarung einer Pflanze zu gewinnen, muß man diese Verhältnisse an jungen Kulturen bezw. an Keimpflanzen und an unentwickelten, noch zusammengefalteten Blättern studiren.

Andererseits findet allerdings oft ein gänzlich und sehr rasches Schwinden der Behaarung statt, wenn Trockenpflanzen auf sumpfige Standorte oder gar Wasserböden versetzt werden. «Daß es sich bei solcher Verwandlung haariger Trocken- oder Gebirgspflanzen in glatte Kultur- und Humidpflanzen in der Regel nicht um ein gänzlich Ausbleiben der Haare, sondern nur um ein verfrühtes und rapideres Abfallen derselben handelt und daß nasse und humusreiche Böden ganz besonders zum Haarabwerfen disponiren, läßt sich durch Kulturversuche beweisen. Wenn Pflanzen derselben Art auf trockenem und nassem Standort ausgesät werden, bekommt jede, wie auch *Weis* bestätigt, gleich viel Haare, die auf nassem enthaart sich aber schneller und erscheint oft bald haarlos.»

Es widerspricht diesen Beobachtungen nicht, daß nach *Weis*, *Rudolphi* u. A. manche haarlose Humidpflanzen behaart erscheinen, wenn man sie zwingt, in dürrer Boden zu wachsen. Die Behaarung hält sich eben auf dem trockenem

Boden länger und vollständiger; eine vermehrte Neubildung von Haaren findet auf ihm nach des Verf. Beobachtungen im Allgemeinen nicht statt (D. H. ?). Die Eigenthümlichkeit des nassen und fetten Bodens besteht in der Hauptsache nur darin, daß er die schnelle, oft üppige Ausbildung und damit zugleich indirekt das baldige Abfallen der Haare begünstigt.

Beim Abfallen der Haare wirken wahrscheinlich, abgesehen von mechanischen Kräften, viele Faktoren zusammen. So z. B. stehen die Haare bei Pflanzen nasser Standorte, weil das wasserhaltige Pflanzengewebe meist weicher und elastischer ist als ein trockenes, auf einer weichen Unterlage und haben auf derselben einen lockeren und schwankenden Stand, wenn auch durch Ausbildung von Scheiben und Zellhügeln am Fuße der Haare bei verschiedenen Pflanzen die Standfestigkeit sonst befördert ist. Außerdem sind Pflanzengewebe um so weniger widerstandsfähig gegen Kälte und Hitze, je größer der Wassergehalt der Zelle ist. Bei starker Besonnung vertrocknen und verbrennen wasserreiche Organe leichter, bei Kälte sind sie andererseits dem Erfrieren besonders ausgesetzt; die nach dem Gefrieren plötzlich aufthauenden Zellgewebe werden für Wasser durchlässig und vertrocknen rasch. Mit der Abnahme des Wassergehaltes der Pflanze werden auch ihre Haare wasserärmer, trockener und spröder und brechen dann sehr leicht ab. Auch machen sich auf nassen und sumpfigen Böden schroffe Temperatur- und Feuchtigkeitsunterschiede am meisten geltend und müssen um so mehr eine Wirkung ausüben, als die daselbst vorhandenen Pflanzen in der Regel sehr wasserreich sind.

Unter den mechanischen Ursachen, welche den Abfall der Haare beeinflussen, kommt zunächst die Erschütterung oder Berührung derselben in Betracht, wie sie bei Wind, Regen u. s. w. zu geschehen pflegt; auch Schnee, Frost und Eis- anhang wirken mechanisch ein.

Bei dem durch äußere Einflüsse stattfindenden Haarbruche läßt sich in der Regel eine bestimmte, normale Abbruchsform, beziehentlich Abbruchsstelle erkennen, da Form und Bau der Haare, ihre senkrechte oder schiefe Stellung zu den Organtheilen, die sie bekleiden und verschiedene andere Momente für die Stelle, wo der Haarabbruch erfolgt, und die Form, wie er geschieht, maßgebend sind. Unter den verschiedenen Kugel-, Paraboloid-, Kegel- und neiloidischen Formen der Haarspitze scheinen die zuletzt genannten die größte Zerbrechlichkeit und Abfälligkeit zu besitzen, und es wachsen daher, wenn man sich eines forstmathematischen Ausdruckes bedient, diese Eigenschaften gewissermaßen in umgekehrtem Verhältniß zur Formzahl und Richtpunkthöhe des Haares.

Die Festigkeit und Sprödigkeit der Haare steht zuweilen im Zusammenhange mit ihrer stofflichen Beschaffenheit und daher können die Cellulosebeschaffenheit, die Cuticularisierung, die Verholzung, Verkalkung, Verkieselung der Membranen den Haarabbruch unter Umständen beeinflussen. Größere Bedeutung hat in dieser Beziehung der Wassergehalt der Haarwandungen. Auch Beimengungen eines fremden Stoffs, z. B. eines erdigen, kalkigen, kieseligen, können einen erheblichen Einfluß durch Erhöhung der Sprödigkeit der Haare ausüben. Dem Nachweis der Kieselsäure in den Pflanzenhaaren widmet Verf. eine besondere Besprechung, ohne wesentlich Neues vorzubringen. Wir halten daher ein näheres Eingehen auf dieselbe nicht für angezeigt und theilen aus der Abhandlung nur

noch folgende Besprechung mit, die auch für weitere Kreise von Interesse sein dürfte.

«Wie enorm groß die Haarmenge ist, welche einzelne Vegetationen zu liefern vermögen, dürfte eine genauere Betrachtung der Papyrus-Pflanze lehren. An den aus den Sümpfen bei Syrakus entnommenen Papyrus-Spirren oder -Schöpfen habe ich die Haarzahl annähernd zu bestimmen gesucht und dieselbe, ungerechnet der an den eigentlichen Blüthentheilen befindlichen Trichome, an einem einzigen Blüthenschopf auf ungefähr 355 200 Stück berechnet. Nimmt man nun an, daß auf einem mit Papyrus bestandenen Hektar sich nur 10 000 Blüthenschöpfe, d. h. ein Blüthenschopf pro Quadratmeter befänden, so würde eine solche Fläche bereits 3552 000 000, rund $3\frac{1}{2}$ Milliarden Haare produziren. Da aber auf derselben unter Umständen die 50- oder 100fache Anzahl von Papyrus-Schöpfen stehen könnte, so würde dann schon ein Ar genügen, diese Haarmasse hervorzubringen, und sich die Haarproduktion eines Hektars bis auf ungefähr 300 Milliarden steigern können.

Allerdings wird nur ein Bruchtheil einer solchen Haarmenge von der Pflanze sich abtrennen, auch vertheilt sich diese Abtrennung auf einen längeren Zeitraum, dennoch aber bleiben es immense Quantitäten, welche an den betreffenden Standorten fast jederzeit und namentlich bei Wind und plötzlichen Temperatur- und Feuchtigkeitschwankungen in die Luft gelangen können. Es ist nicht zu bezweifeln, daß andere dicht bestandene Grasflächen (Bambus-Gebüsche) noch vielmal größere Massen von Haaren liefern als die eben für Papyrus berechneten

Die Luft mancher Gegenden ist daher zu Zeiten geradezu infiziert durch eine ungeheure Menge mikroskopischen Haarstaubes, z. B. von Cyperaceen, Urticaceen, verschiedenen Rhus-Arten u. s. w., doch ist dieser Staub in der Regel wegen seiner Kleinheit und Farblosigkeit schwer sichtbar, auch unterscheidet er sich oft schwer von anderen Kleinkörpern

Das durch eine Lücke des Kronendaches in einem dunkeln, z. B. durch immergrüne Gewächse gebildeten Bestand des Südens einfallende Licht läßt oft Tausende in der Luft tanzender Haartheilchen sichtbar werden. Auch kann man unter dem hellen Glanze eines südlichen Himmels zu gewissen Zeiten an einzeln stehenden Bäumen, an Platanen, Bambusen und anderen Pflanzen oft recht deutlich beobachten, wie sie ihr reiches Haarfließ verstäuben und in ihrer Traufweite ein bemerkbares Glitzern in der Luft dadurch veranlassen.

Wie in letzterer, so findet man auch im Boden, besonders in Humus und Schlaum, oft große Massen der abgefallenen Haare und Haarspitzen. Es gilt dies unter Anderem von Flächen, wo Hanf bearbeitet wird.

Bisweilen werden die abgebrochenen, kieselsäurereichen Haarspitzen, insbesondere auch die mancher Gräser, wenn man sie im Boden findet, mit sogenannten Diatomeenpanzern verwechselt. Unter Umständen dienen sie mit ihren Hohlräumen, in ähnlicher Weise wie manche Muscheln dem Taschenkrebs, theils mikroskopischen Wasserthieren, theils bakterienartigen Kolonien zur Wohnung.»

A. Hansgirg. *Phytodynamische Untersuchungen.* Vorläufige Mittheilung. Oesterr. botan. Zeitschrift. 1890. S. 48–53. — Beihefte zum Botan. Zentralblatt. Von *O. Uhlworm*. Bd. I. 1891. Heft 1. S. 41.

In dieser vorläufigen Mittheilung theilt Verf. die Ergebnisse seiner Untersuchungen über das Öffnen und Schließen der Blüten (insbesondere der ephemeren Blüten), sowie über Nutations- und Reizbewegungen der Laubblätter, Staubgefäße, Griffel und Narben mit. Da die hier zusammengestellten Resultate ein besonderes Interesse bieten, so mögen dieselben hier in Kürze mitgetheilt werden.

1) Die ephemeren und periodisch sich wiederholenden Nutationsbewegungen der Blütenblätter, welche hauptsächlich zum Schutze der Geschlechtsorgane, des Honigs der Blüthe, sowie zur Ermöglichung oder Verhinderung der Fremdbefruchtung ausgeführt werden, können von den nyktitropischen, bloß zum Schutz vor schädlicher Wärmestrahlung des Nachts dienenden Nutationen wegen ihrer wesentlich verschiedenen biologischen Bedeutung getrennt und als gamotropische Bewegungen bezeichnet werden.

2) An einer nicht geringen Anzahl von Pflanzenarten werden nach der Befruchtung der Blüten besondere Nutationsbewegungen von Kelch-, Deck- und Hüllblättern, sowie von Blütenstielen ausgeführt, welche, da sie lediglich zum Schutze der reifenden Frucht dienen oder die Aussaat der reifen Frucht (Samen) erleichtern, außerdem sich auch von den nykti- und gamotropischen Bewegungen durch Unabhängigkeit vom täglichen Beleuchtungswechsel unterscheiden, von diesen abgesondert und karpotropische Bewegungen genannt werden mögen.

3) Es giebt auch Pflanzen mit pseudokleistogamen Blüten, d. h. mit Blüten, welche unter gewissen Umständen sich nicht öffnen, sondern im geschlossenen Zustande, den kleistogamen Blüten ähnlich, sich selbst befruchten und reife, fruchtbare Samen erzeugen. Zu solchen pseudokleistogamen Blüten gehören: 1. solche Blüten, die in Folge von ungenügender Beleuchtung, in diffusem oder farbigem Lichte, wie im Dunkeln, sich nicht öffnen (sogen. photokleistogame Blüten); 2. Blüten, welche unter Wasser geschlossen bleiben (sogen. hydrokleistogame Blüten); 3. Blüten, welche bei ungenügender Temperatur des sie umgebenden Mediums sich nicht öffnen (sogen. thermokleistogame Blüten).

4) An den photokleistogamen Blüten wird die Oeffnungsbewegung in Folge des durch Abnahme der Beleuchtung verursachten beschleunigten Wachstums der Außenseite der Blütenblätter (in Folge der fixirten Photohyponastie) verhindert und so die Pseudokleistogamie erzielt. An solchen Blättern wird, wenn sie wieder einer genügenden Beleuchtung ausgesetzt werden, das durch stärkeres Licht induzirte beschleunigte Wachstum der Oberseite nicht sofort, sondern erst nach einiger Zeit hervorgerufen; die Fortdauer der Hyponastie ist als eine photohyponastische Nachwirkungserscheinung zu erklären. Hingegen ist die Oeffnungsbewegung der ephemeren Blüten, welche an die in vollständige Dunkelheit gebrachten Pflanzen, nach vorausgegangener genügender Beleuchtung derselben, nicht selten noch einige Tage lang zu Stande kommt, als photoepinastische Nachwirkungsbewegung anzusehen.

5) Die ephemeren und sich periodisch wiederholenden Nutationsbewegungen der Laub- und Blütenblätter werden, wie alle übrigen, vom Verf. näher untersuchten Nutationen, nicht bloß durch Licht- und Temperaturänderungen, sondern auch durch Turgeszenzschwankungen, meist in bedeutend höherem Grade beeinflusst, als es *Sachs* annimmt. (Nach *Sachs* sollen die Feuchtigkeitsänderungen für

die nyktitropischen Nutationen von ganz untergeordneter, unmerklicher Bedeutung sein.)

6) Es giebt Bewegungen, welche an Blütenblättern bloß durch Temperatur- und Turgorschwankungen hervorgerufen werden und ähnlich wie die photonastischen Bewegungen besondere Fälle von Epi- und Hyponastie sind (sogen. thermo- und turgonastische Krümmungen).

7) An Laubblättern von *Marsilia quadrifolia*, *salvatrix* und *macropus* kommen außer auffallenden Schlafbewegungen auch geringe, durch öfters wiederholte Erschütterungen hervorgerufene Reizbewegungen zu Stande.

8) Die Laubblätter verschiedener Papilionaceen führen in südlichen Ländern bedeutend ansehnlichere, zum Schutze des Chlorophylls vor sehr intensivem Sonnenlichte dienende paraheliotropische Bewegungen aus als in nördlichen Ländern.

9) Die Nutations- und Reizbewegungen der Staubblätter, Griffel und Narben, sowie die gamotropischen Bewegungen der Blütenhülle sind im Pflanzenreiche mehr verbreitet, als bisher bekannt war, doch ist die Anzahl der Pflanzenarten, deren Blüten ephemere oder periodisch sich wiederholende Oeffnungs- und Schließbewegungen ausführen, im Vergleiche mit der Anzahl der Pflanzenspezies mit agamotropischen Blüten, eine noch immer ziemlich kleine.

Das nun folgende Pflanzenverzeichnis kann hier natürlich nicht wiedergegeben werden, dasselbe enthält:

1. Pflanzenarten, deren Blüten (resp. Blütenköpfchen) sich wiederholt öffnen und schließen; 2. Pflanzenspezies mit ephemeren Blüten; 3. Pflanzenarten mit agamotropischen Blüten; 4. Pflanzenarten mit pseudokleistogamen Blüten; 5. Pflanzenarten mit reizbaren Staubfäden (Cynareen-Typus, Cactaceen-Typus, Tiliaceen-Typus, Cistineen-Typus, Berberideen-Typus); 6. Pflanzenarten mit reizbaren Narben.

J. Wiesner. Formänderungen von Pflanzen bei Kultur im absolut feuchten Raum und im Dunkeln. Berichte der deutsch. bot. Ges. Bd. IX. H. 2. S. 46—53.

Wenn man Pflanzen, die unter normalen Verhältnissen eine grundständige Blattrosette bilden, im absolut feuchten Raume und gleichzeitig bei normaler Beleuchtung, ferner bei Ausschluß des Lichts und je nach Bedarf in mehr oder weniger feuchten Räumen erzieht, so ergeben sich in Bezug auf den Habitus der so erzielten Pflanzen folgende Typen:

1) Pflanzen, welche sowohl im absolut feuchten Raume als im Finstern die Blattrosette auflösen, d. h. nur entwickelte Stengelglieder ausbilden, z. B. *Sempervivum tectorum*.

2) Pflanzen, welche sich gerade umgekehrt verhalten, nämlich weder im Etiolement, noch im feuchten Raume ihren ursprünglichen Habitus ändern, also keine entwickelten Stengelglieder hervorbringen. *Ottalis floribunda*. *Plantago media*.

3) Pflanzen, welche wohl durch das Etiolement, nicht aber durch Kultur im feuchten Raume zur Bildung entwickelter Stengelglieder gezwungen werden können. Z. B. *Taraxacum officinale*.

4) Pflanzen, welche sich umgekehrt verhalten, die wohl durch Kultur im feuchten Raume, nicht aber durch Verdunkelung zur Bildung entwickelter Stengelglieder gezwungen werden können. *Capsella Bursa pastoris*.

Plantago major läßt sich durch unterirdische Kultur zur Bildung entwickelter Stengelglieder zwingen. Viel schwieriger gelangen diese Versuche mit *Plantago lanceolata*, gar nicht mit *Plantago media*.
C. K.

S. Korzhinsky. Ueber die Entstehung und das Schicksal der Eichenwälder im mittleren Rußland. Botan. Jahrbücher. 1891. Bd. XIII. S. 471. — Naturw. Rundschau. 1891. No. 21. S. 266.

Die vorliegende Arbeit hat eine allgemeinere Bedeutung, als der Titel erwarten läßt. Abgesehen von den tiefgreifenden Veränderungen, welche die Pflanzendecke der Erde in entfernten geologischen Epochen erfahren hat, legen die paläontologischen Befunde und vielfach die historischen Thatsachen Zeugniß dafür ab, daß auch während des jüngsten geologischen Zeitraumes große Veränderungen in der Pflanzenwelt eingetreten sind, daß beispielsweise in Mitteleuropa die Diluvialsteppen durch Wälder ersetzt wurden, und daß sich auch der Bestand dieser letzteren in Folge der Veränderung gewisser Baumarten durch andere allmählich änderte. Die Ursachen dieser Umwandlungen hat man bisher fast einzig und allein in der Abhängigkeit der Pflanzenwelt von den klimatischen oder überhaupt den physikalisch-geographischen Bedingungen gesucht¹⁾. Verf. legt demgegenüber dar, daß die Pflanzendecke in sich selbst den Keim zu weiteren Veränderungen enthalten kann, welche dann ganz unabhängig von klimatischen Bedingungen eintreten. Den Ausgang seiner Betrachtungen bildet die Thatsache, daß Verf. in einem noch gar nicht alten und nicht zu schattigen Eichenwalde kein einziges junges Eichbäumchen entdecken konnte.

«Dieser Befund bietet freilich nichts Außerordentliches; denn es ist ja allgemein bekannt, daß die Eiche eine äußerst lichtliebende Art ist, welche sich im Schatten gar nicht weiter entwickeln kann, und deren Keime unter dem Dache der Waldbäume bereits nach 2 bis 3 Jahren verschwinden.» Weiteres Nachdenken über diese Thatsache führte den Verf. aber zu Schlußfolgerungen, welche für die Pflanzengeographie von Bedeutung sind. Seine Gedanken sind in Kürze diese:

In einem reinen Eichenwalde kann sich wegen des Lichtbedürfnisses der Bäume Jahrhunderte lang kein junger Nachwuchs bilden; erst wenn der größte Theil der alten Bäume zu Boden gestürzt ist, können junge Eichenbäumchen aufkeimen und sich weiter entwickeln, falls sie nicht vom Unkraut erstickt werden. Sind indessen die Samen anderer, mehr Schatten vertragender Bäume in den Wald gelangt, so werden diese sich unter dem Schatten der Eichen entwickeln und sich um so mehr ausbreiten, je lichter der Wald wird. Dadurch wird der Eichenwuchs von vornherein behindert und an Stelle des alten Eichenwaldes tritt zuletzt ein aus anderen (einer oder mehreren) Arten bestehender Wald.

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. XIV. 1891. S. 261.

Eichen-Urwälder können daher nur dann eine unbestimmt lange Zeit bestehen, wenn kein Eintritt anderer Baumarten in dieselben erfolgen kann. Da aber eine solche Bedingung kaum irgendwo vorhanden ist, so müssen wir die Eichenwälder als eine verhältnißmäßig schnell vorübergehende Erscheinung betrachten, selbstverständlich unter der Voraussetzung, daß der Mensch nicht in die natürliche Entwicklung eingreift.

In der That weist Vieles darauf hin, daß die Eichenwälder ehemals in Europa viel verbreiteter gewesen sind als jetzt. Die Untersuchungen der Torflager z. B. haben gezeigt, daß im südlichen Schweden, in Dänemark und in vielen Gegenden Deutschlands einst Eichenwälder vorhanden waren, die in der Folgezeit durch Buchenwälder ersetzt wurden. Nach *E. Krause* sind in Schleswig-Holstein viele Buchenwälder erst während der letzten Jahrhunderte an die Stelle von Eichenwäldern getreten, und in vielen Gegenden findet man zahlreiche alte Eichen mitten in den Buchenwäldern. Die Buche ihrerseits wird wegen ihres größeren Lichtbedürfnisses hier und da von der in dieser Beziehung anspruchsloseren Fichte verdrängt.

Wenn die Eichenwälder aber nur eine vorübergehende Erscheinung sind, so entsteht die Frage: an was für Oertlichkeiten sind die natürlichen Eichenwälder entstanden? Es sind nur zwei Möglichkeiten gegeben: entweder sie wuchsen auf freien Bodenflächen auf oder sie traten an Stelle von Baumarten, welche noch mehr lichtliebend sind als die Eiche.

Nach *Heyer* sind die Lärche, die Birke, die Kiefer und die Espe noch lichtbedürftiger als die Eiche. Unter diesen können allen Angaben nach die Birke und die Espe unzweifelhaft von der Eiche verdrängt werden; was das Verhältniß zwischen Eiche und Kiefer betrifft, so glaubt *Verf.*, daß die Lebenseigenschaften keiner dieser Baumarten ihr ein entscheidendes Uebergewicht geben und daß dieses mithin wesentlich von äußeren Einflüssen abhängt.

Die oft erörterte Thatsache des Wechsels der Baumarten in Dänemark zeigt, daß in der That Bäume mit größerem Lichtbedürfniß von solchen mit geringerem Lichtbedürfniß abgelöst wurden. Die von *Steenstrup* ausgeführten Untersuchungen der Torflager haben gezeigt, daß in Dänemark auf die arktische Flora die Entwicklung der Wälder folgte, deren Bestand sich folgendermaßen änderte: zuerst (älteste Form) die Espe, darauf die Kiefer, die Eiche, die Erle und endlich die Buche. Diese Reihenfolge entspricht fast genau der ansteigenden Fähigkeit der genannten Baumarten im Schatten zu wachsen. Etwas ganz Aehnliches findet sich nach *Nathorst* in den Tuffkalkablagerungen der nahe liegenden schwedischen Provinz Schonen. Das Studium der Torflager in verschiedenen Gegenden von Schweden zeigte gleichfalls, daß die ersten Wälder aus Espen, Birken und Kiefern bestanden haben. Bezüglich des derzeitigen Wechsels der Baumarten in den Wäldern Dänemarks hat schon *Hansen* angeführt, daß die Birke auf besserem Erdboden rasch durch die sich ihr beimengende Buche verdrängt wird, welche die erstere überwächst und sie dann allmählich erstickt. In eben solcher Weise schwinden auch die Kiefernwälder unter dem Andrange der Buche. Die Eiche widersteht der Buche am längsten, doch giebt auch sie schließlich nach. Die verschiedene Widerstandsfähigkeit, welche die Baumarten im Kampfe um's Dasein

besitzen, wird nach *Hansen* durch nachstehende Reihenfolge angedeutet: Espe, Birke, Kiefer, Eiche, Buche.

Der Ursprung der Eichenwälder ist aber, wie Verf. weiter ausführt, keineswegs immer der gleiche gewesen. Die Eichenwälder des mittleren Rußlands z. B., welche in Gestalt eines ununterbrochenen Grenzstriches das Steppengebiet von dem der Nadelholzwälder trennen, sind allen Anzeichen nach dadurch entstanden, daß die Eichen inmitten der freien Wiesensteppen anfangs strauchartig hervorzunehmen, dann junge Eichenwälder und zuletzt kompakte Waldungen bildeten. Hieraus folgt, daß dort, wo wir jetzt in Rußland Eichenwälder oder deren Spuren vorfinden, zu einer früheren Zeit, die nach Verf. kaum 1000 oder 1500 Jahre zurückliegen dürfte, Steppen existirt haben, die folglich etwas weiter gegen Norden sich erstreckten, als wir es jetzt sehen. Auch glaubt Verf. annehmen zu können, daß die Umwandlung der westeuropäischen Diluvialsteppen in Waldungen, an vielen Orten wenigstens, auf eine ganz ähnliche Weise zu Stande kam, d. h. daß die erste Baumart, die in dem freien Steppengebiet erschien, die Eiche war, welche anfangs in strauchartiger Gestalt wuchs, sich dann weiter entwickelte und allmählich die das ganze Gebiet beherrschenden Eichenwälder bildete. Darauf erst wurde die Eiche durch die Buche, als durch eine mehr Schatten vertragende Art, diese letztere aber ihrerseits durch die Fichte verdrängt. Auch in Rußland wird die Eiche schließlich ihren Platz anderen, den Schatten vertragenden Bäumen der Fichte und Edeltanne, entweder direkt oder unter Vermittelung anderer Baumarten (wie der Linde) räumen müssen. «Ich richte auch hier», so schließt Verf. seine Ausführungen, «die Aufmerksamkeit besonders darauf, daß derartige Veränderungen der Vegetation, wie die Umwandlung der Wiesensteppen in Eichenwälder und die Verdrängung dieser letzteren durch Fichten- und Edeltannenwälder, unabhängig von jeglichen Veränderungen der physikalisch-geographischen Bedingungen, unter dem ausschließlichen Einflusse der Lebensbedingungen und der Bedingungen des Kampfes um's Dasein zwischen den Pflanzenformationen und den einzelnen Pflanzenarten ununterbrochen vor sich gehen können und tatsächlich vor sich gehen. Es ist behufs Erklärung derartiger Erscheinungen durchaus unnöthig zu Hypothesen über säkulare Veränderungen des Klimas, über die Umwandlung des kontinentalen Klimas der Diluvialperiode in ein feuchteres u. s. w. seine Zuflucht zu nehmen. Allerdings war, um ein Beispiel anzuführen, in Deutschland das Klima in der vorhistorischen Zeit, als das Land ganz von Wäldern bedeckt war, ein ganz anderes als während der Periode der Diluvialsteppen, ebenso wie das Klima auch gegenwärtig mit der Vernichtung des größten Theils der Wälder sich auf's Neue geändert hat. Aber diese Veränderungen wurden durch den Charakter der Pflanzendecke bedingt, deren Einfluß auf das Klima im gegebenen Fall kaum des Beweises bedarf.»

L. Errera. *La respiration des plantes.* Leçon élémentaire de physiologie expérimentale. 1890. Bruxelles. P. Weissenbruch.

C. Stejneger. *Zur Theorie der hygroskopischen Flächenquellung und -Schrumpfung vegetabilischer Membranen, insbesondere der durch sie hervorgerufenen Windungs- und Torsionsbewegungen.* Bonn. Friedr. Cohen.

M. Huss. Ueber Quellungsunfähigkeit von Leguminosensamen und Mittel zu deren Abhülfe. Inaugural-Dissertation. Halle-Wittenberg.

T. Bokorny. Ueber den Nachweis des Transpirationsstromes in den Pflanzen. Berichte d. deutschen bot. Ges. Bd. IX. 1891. Heft 1. S. 2—9.

F. G. Kohl. Protoplasmaverbindungen bei Algen. Berichte d. deutschen bot. Ges. Bd. IX. 1891. Heft 1. S. 9—17.



III. Agrar-Meteorologie.

*Mittheilungen aus dem agritekturphysikalischen Laboratorium und Versuchsfelde
der technischen Hochschule in München.*

LXI. Untersuchungen über das Verhalten der atmosphärischen Niederschläge zur Pflanze und zum Boden.

Von Professor Dr. E. Wollny in München.

5. Der Einfluß der atmosphärischen Niederschläge auf die Grundwasserstände im Boden.

Die Veranlassung zur Bildung von Grundwasser ist bekanntlich bei dem Vorhandensein von Untergrundsschichten gegeben, welche für Wasser mehr oder weniger impermeabel sind. Die durch die oberen Bodenpartieen nicht aufgenommenen und in die Tiefe absickernden Wässer werden durch jene Bodenschichten, welche sich mit Wasser sättigen und die Abwärtsbewegung desselben in höherem oder geringerem Grade verlangsamten, aufgehalten und sammeln sich auf dem undurchlässigen Material als Grundwasser an. Letzteres verhält sich stagnirend und erfährt eine stetige Zunahme, sobald die Untergrundsschichten, welche seine Entstehung bedingten, horizontal hinstreichen oder eine muldenförmige Oberfläche besitzen, oder es fließt je nach der physikalischen Beschaffenheit des Bodens, in welchem es auftritt, mit größerer oder geringerer Geschwindigkeit seitwärts ab, wenn die undurchlässige Schicht geneigt ist und ein Reservoir zur Aufnahme des absickernden Wassers vorhanden ist. Berücksichtigt man weiters, daß bei gewisser geringer Tieflage des Grundwasserspiegels ein Theil des angesammelten Wassers kapillar an die Oberfläche des Bodens gehoben wird und dort verdunstet, so folgt aus alledem, daß die Schwankungen des Grundwassers von einer ganzen Reihe von

Faktoren beherrscht und durch äußerst komplizierte Vorgänge veranlaßt werden. Sieht man von Nebenumständen ab, so ist hauptsächlich

- 1) die Menge und Vertheilung der atmosphärischen Niederschläge,
- 2) die physikalische Beschaffenheit der permeablen oberen Bodenschichten,
- 3) die Verdunstung des Bodenwassers,
- 4) die physikalische Beschaffenheit und Lage der impermeablen Untergrundschichten, und
- 5) die Lage und Beschaffenheit des Reservoirs, welches das Grundwasser aufnimmt,

für den Betrag der in Rede stehenden Schwankungen vor Allem maßgebend.

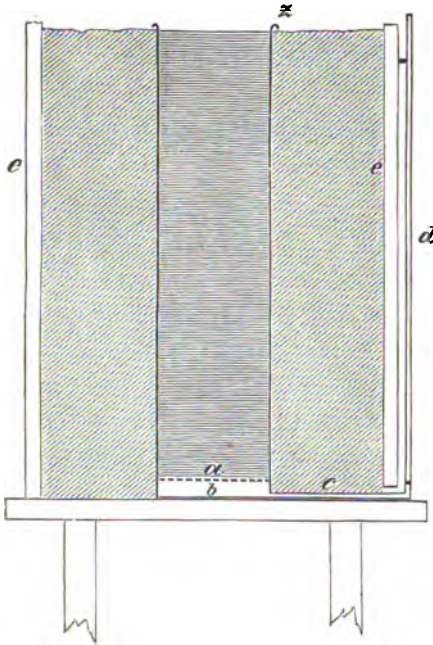


Fig. 8.

gebogene Röhre (c), die hier mit einem Wasserstandsrohr (d) versehen war. Die Zylinder, welche, von dem durchlöcherten Boden an gerechnet, eine Höhe von 1,2, 0,9 und 0,6 m besaßen, waren ringsum von einem

Um einen Einblick in die betreffenden Verhältnisse zu gewinnen, zunächst bezüglich der ad 1 bezeichneten Einfüsse, wurden vom Referenten verschiedene Versuche ausgeführt, in welchen wie folgt verfahren wurde. In den Versuchsjahren 1883 und 1884 wurden auf einem niedrigen Tisch Zinkblechzylinder von 1000 qcm Querschnitt in Abständen von 0,5 m aufgestellt. Jeder Zylinder (z) war mit einem Doppelboden versehen, von denen der obere (a), 5 cm über dem unteren (b) angebrachte durchlöchert war. Aus dem zwischen beiden befindlichen Hohlraum führte eine wagerechte, an ihrem Ende rechtwinklig nach oben

aus starken Brettern hergestellten Kasten (e) umgeben, der außerhalb der Zylinder bis zum Rande mit Erde ausgefüllt war, um die seitliche Erwärmung thunlichst abzuhalten.

Die Versuche in den Jahren 1888 und 1889 wurden nach demselben System ausgeführt, nur mit dem Unterschiede, daß die Gefäße einen quadratischen Querschnitt von 500 qcm hatten und der Raum zwischen der inneren Wand des Kastens und der äußeren der Apparate nicht mit Erde ausgefüllt, der Kasten aber oben in der Umgebung der Gefäße mit einem an letztere sich eng anschließenden Brett verschlossen wurde. Die Höhe der Gefäße, vom durchlöcherten Boden ab gerechnet, betrug 1,05, 0,75 und 0,45 m.

Zur Beschickung der Apparate wurden theils die Erde des Versuchsfeldes (humoser Kalksand), theils Bodenarten von verschiedener physikalischer Beschaffenheit (Lehm, Quarzsand von Nürnberg, Isarkalksand und Torf aus dem Schleißheimer Moor bei München), und zwar im winterfeuchten Zustande, verwendet. Das Einfüllen erfolgte in einzelnen etwa 5 cm hohen Schichten, welche mittelst eines Stempels fest zusammengestampft wurden. In denjenigen Apparaten, in welchen sich der Boden später gesetzt hatte, wurde der entstandene Raum mit dem betreffenden Material in gleicher Weise nachgefüllt. Neben den Gefäßen war, von dem Kasten und dem in demselben befindlichen Boden seitwärts eingeschlossen, in jedem Versuch ein Regenschirm angebracht, dessen Aufnahmefläche dem Querschnitt jener gleich war.

Vor Beginn jedes einzelnen Versuchs wurde der zwischen dem Doppelboden in den Apparaten befindliche Raum mit Wasser durch das Glasrohr ausgefüllt. Die sich in der Folge bildenden Sickerwasser mußten sich sonach, am Abfließen gehindert, in dem Erdreich in einer ihrer Menge entsprechend hohen Wasserschicht ansammeln. Der jeweilige Stand des auf diese Weise gebildeten Grundwassers ließ sich an dem mit dem Innern des Gefäßes kommunizirenden Glasrohr (d), welches an der äußeren Wand des Kastens befestigt und mit einer Skala versehen war, ohne Weiteres ablesen.

In den zwei Jahre hinter einander ausgeführten Versuchen wurde am Schluß des Versuchs im ersten Jahre die Glasröhre entfernt, so daß alles während des Winters oder im zeitigen Frühjahr des folgenden Jahres sich bildende Sickerwasser abfließen konnte.

Die Ablesungen wurden lediglich Nachmittags vorgenommen.

Versuchsreihe I.

Die Grundwasserstände im bedeckten und nackten Zustande des Bodens und bei verschiedener Mächtigkeit der Bodenschicht.

In den nachfolgenden Tabellen sind die absoluten Maxima und Minima der Grundwasserstände, sowie die Mittel in den einzelnen fünf- und sechstägigen Perioden während der wärmeren Jahreszeit übersichtlich zusammengestellt. Der Nullpunkt liegt in der der Mächtigkeit der Bodenschicht entsprechenden Tiefe. Um die Entfernung des Grundwasserspiegels von der Oberfläche zu finden, hat man die in der Tabelle angeführten Zahlen von den am Kopf derselben befindlichen in Abzug zu bringen.

Versuch I (1888).

Humoser Kalksand.

Datum.	Regenmenge in cm pro 0,1 qm.	Mächtigkeit der Bodenschicht.										
		0,6 m			0,9 m			1,2 m			1,2 m	
		Nackt.										Gras.
		Grundwasserstände.										
		Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	
1.—5. April	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6.—10. »	942	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11.—15. »	600	0	0	0	0	0	0	2,96	12,6	2,2	0	
16.—20. »	258	0	0	0	1,64	6,1	2,1	18,54	21,7	14,8	0	
21.—25. »	300	0	0	0	0	0	0	12,54	16,2	8,2	0	
26.—30. »	3066	1,82	9,1	0	6,44	13,0	7,3	16,06	30,0	9,4	0	
Mittel: (Summa)	(5166)	0,33	—	—	1,35	—	—	8,35	—	—	0	
1.—5. Mai	1125	9,64	13,8	7,4	20,72	29,4	17,1	41,92	45,0	38,4	0	
6.—10. »	195	0,46	2,3	0	28,40	31,8	26,5	40,68	43,4	37,0	0	
11.—15. »	580	0	0	0	13,58	23,6	6,1	33,76	35,7	31,8	0	
16.—20. »	1405	0	0	0	14,38	23,7	7,2	37,52	35,4	30,7	0	
21.—25. »	162	0	0	0	9,98	20,0	2,2	29,56	30,0	28,9	0	
26.—31. »	5470	0	0	0	10,72	23,4	4,4	28,15	49,2	21,3	0	
Mittel: (Summa)	(8937)	1,68	—	—	16,30	—	—	35,26	—	—	0	
1.—5. Juni	742	0	0	0	35,84	43,0	31,7	56,01	58,7	52,3	0	
6.—10. »	3045	1,18	3,3	2,6	37,34	44,6	30,5	57,72	61,8	52,5	0	
11.—15. »	5135	15,70	32,8	0,9	48,10	58,4	35,4	70,94	83,2	58,6	0	
16.—20. »	5243	41,16	48,8	28,8	63,92	71,4	59,7	89,88	99,4	80,0	0	
21.—25. »	2407	50,20	50,8	49,2	77,26	80,4	69,6	101,22	104,0	91,6	0	
26.—30. »	905	49,88	50,2	49,6	78,86	80,4	73,8	100,72	104,5	90,4	0	
Mittel: (Summa)	(17522)	26,35	—	—	56,89	—	—	79,41	—	—	0	

Datum.	Regenmenge cm pro 0,1 qm	Mächtigkeit der Bodenschicht.										
		0,6 m			0,9 m			1,2 m			1,2 m	
		Nackt.										Gras.
		Grundwasserstände.										
		Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	
1.— 5. Juli	—	38,52	49,1	27,4	62,08	68,2	58,4	85,42	90,1	80,7	0	
6.—10. »	1042	18,06	23,2	15,2	53,00	56,5	50,0	75,34	77,2	73,2	0	
11.—15. »	5783	34,00	47,2	19,6	60,26	65,2	53,0	88,84	103,4	77,6	0	
16.—20. »	1422	47,60	48,5	47,0	63,36	67,0	59,3	102,52	103,8	101,3	0	
21.—25. »	4733	51,02	51,0	49,0	76,56	80,0	69,5	105,22	106,2	104,4	0	
26.—31. »	1827	51,66	52,1	51,3	80,07	81,0	79,4	106,70	107,3	106,0	0	
Mittel: (Summa)	(14807)	40,37	—	—	66,34	—	—	94,33	—	—	0	
1.— 5. Aug.	1058	51,78	52,0	51,4	81,62	85,0	79,8	107,44	107,8	107,0	0	
6.—10. »	1590	51,50	52,4	50,8	85,66	87,0	84,3	107,22	108,1	106,7	0	
11.—15. »	787	51,26	52,6	50,4	78,34	81,0	73,0	106,50	107,7	104,0	0	
16.—20. »	2880	51,08	51,6	50,4	80,02	80,7	79,6	107,34	108,2	106,0	0	
21.—25. »	—	51,56	52,4	49,2	81,42	88,0	73,0	107,18	108,1	106,6	0	
26.—31. »	—	46,32	50,4	38,0	66,10	74,0	58,7	103,93	106,8	114,7	0	
Mittel: (Summa)	(6315)	50,44	—	—	78,45	—	—	106,90	—	—	0	
1.— 5. Sept.	1372	33,46	36,4	30,6	58,10	69,0	52,5	103,76	105,5	101,6	0	
6.—10. »	1605	43,02	46,5	37,0	54,78	58,3	51,9	104,38	105,0	103,2	0	
11.—15. »	—	38,34	41,8	37,2	56,14	60,1	52,1	105,43	106,7	104,7	0	
16.—20. »	4735	47,46	51,4	34,9	73,60	79,0	55,2	107,10	109,0	103,3	0	
21.—25. »	1708	51,90	53,0	50,1	82,16	86,5	79,4	108,70	109,2	107,2	0	
26.—30. »	3007	54,56	56,3	52,5	84,44	87,0	81,7	109,62	114,8	106,5	0	
Mittel: (Summa)	(12427)	44,87	—	—	68,20	—	—	106,50	—	—	0	

Versuch II (1884).

Humoser Kalksand.

1.— 5. April	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.—10. »	4828	7,70	18,1	9,4	10,14	20,0	13,2	25,06	44,3	38,0	0
11.—15. »	2630	27,50	31,4	23,6	35,94	41,0	25,0	57,10	60,3	48,6	0
16.—20. »	546	30,76	33,1	27,9	39,70	41,3	38,2	62,04	63,2	60,8	0
21.—25. »	300	23,08	25,5	21,1	42,38	45,8	39,2	59,66	61,7	58,0	0
26.—30. »	585	26,12	31,3	20,9	46,70	49,9	40,5	63,30	64,8	60,5	0
Mittel: (Summa)	(8889)	19,19	—	—	29,14	—	—	44,53	—	—	0

Datum.	Regenmenge in ccm pro 0,1 qm.	Mächtigkeit der Bodenschicht.										
		0,6 m			0,9 m			1,2 m			1,2 m	
		Nackt.										Gras.
		Grundwasserstände.										
		Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	
1.—5. Mai	1184	22,00	31,7	15,4	37,80	41,3	35,4	60,70	66,4	58,2	0	
6.—10. »	1016	26,72	35,3	20,6	45,60	50,8	39,6	66,86	70,4	64,1	0	
11.—15. »	551	11,76	17,1	5,7	45,60	52,2	38,6	60,42	62,6	58,0	0	
16.—20. »	49	1,46	4,0	3,3	33,54	37,7	29,5	54,72	57,2	50,6	0	
21.—25. »	18	0	0	0	20,12	23,6	18,0	43,84	48,0	39,9	0	
26.—31. »	176	0	0	0	11,93	16,6	10,4	33,08	37,6	29,7	0	
Mittel: (Summa)	(2994)	9,12	—	—	31,77	—	—	52,62	—	—	0	
1.—5. Juni	2634	0	0	0	10,98	16,9	4,9	29,72	32,0	27,9	0	
6.—10. »	3629	0,48	2,4	0	27,14	37,5	15,6	48,28	59,5	36,6	0	
11.—15. »	729	0,56	2,8	0	41,82	46,2	38,0	60,84	61,5	59,6	0	
16.—20. »	2456	14,18	18,4	11,1	46,40	47,6	43,5	70,20	72,6	67,0	0	
21.—25. »	1897	21,46	28,8	14,8	56,04	61,0	51,2	76,90	80,3	73,8	0	
26.—30. »	471	4,44	11,7	0	48,14	52,9	41,7	69,12	72,0	66,2	0	
Mittel: (Summa)	(11816)	6,85	—	—	38,42	—	—	59,18	—	—	0	
1.—5. Juli	179	0	0	0	35,62	41,8	29,7	63,56	67,0	59,7	0	
6.—10. »	1900	0	0	0	30,32	34,1	26,8	61,48	67,7	54,9	0	
11.—15. »	364	0	0	0	23,53	31,8	26,8	58,34	62,1	54,4	0	
16.—20. »	2976	0	0	0	28,42	37,0	22,8	55,70	64,6	51,4	0	
21.—25. »	2985	6,42	17,4	0	41,72	49,0	34,1	68,02	75,6	61,0	0	
26.—31. »	1478	19,12	26,4	13,2	50,60	54,3	48,2	77,07	81,5	74,0	0	
Mittel: (Summa)	(9882)	4,74	—	—	36,35	—	—	64,45	—	—	0	
1.—5. Aug.	5950	23,32	48,0	7,8	54,86	69,2	48,1	80,72	103,6	71,2	0	
6.—10. »	—	41,64	47,7	33,6	65,36	68,1	63,2	100,16	104,7	91,2	0	
11.—15. »	1711	35,74	46,1	27,2	66,82	69,4	64,3	94,24	101,5	88,5	0	
16.—20. »	1062	34,28	42,2	27,6	67,16	72,3	63,5	100,86	105,0	92,0	0	
21.—25. »	31	26,58	32,3	21,0	62,98	68,0	59,2	93,32	102,0	82,3	0	
26.—31. »	3586	45,42	47,6	35,1	74,20	78,0	68,4	102,55	103,7	101,0	0	
Mittel: (Summa)	(12340)	34,85	—	—	65,52	—	—	95,54	—	—	0	

Datum.	Regenmenge in ccm pro 0,1 qm.	Mächtigkeit der Bodenschicht.										
		0,6 m			0,9 m			1,2 m			1,2 m	
		Nackt.										Gras.
		Grundwasserstände.										
		Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	
1.—5. Sept.	744	47,36	47,6	47,0	77,18	80,0	73,2	103,44	104,4	102,4	0	
6.—10. »	1607	47,34	47,9	46,7	74,38	78,2	67,8	103,06	103,6	102,6	0	
11.—15. »	—	47,64	48,0	47,3	79,68	80,2	78,1	103,82	104,2	103,2	0	
16.—20. »	—	37,88	47,0	31,4	75,14	78,2	70,2	103,26	104,7	101,0	0	
21.—25. »	576	29,22	33,6	26,0	67,02	70,4	65,1	102,14	103,3	101,2	0	
26.—30. »	—	21,36	24,7	18,5	64,00	66,2	62,0	100,84	101,6	99,7	0	
Mittel: (Summa)	(2927)	38,46	—	—	72,90	—	—	102,76	—	—	0	

Versuch III (1888).

Humoser Kalksand.

	pro 0,05 qm	0,45 m		0,75 m			1,05 m			1,0 m	
1.—5. April	286	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6.—10. »	1414	3,10	15,5	0	2,50	12,5	0	2,72	13,6	0	0,16
11.—15. »	1875	32,06	34,0	17,5	40,28	51,6	17,4	44,68	60,0	23,1	29,54
16.—20. »	604	25,64	32,5	18,8	48,06	50,9	44,9	54,08	59,0	49,1	50,08
21.—25. »	791	33,96	40,5	25,7	53,36	58,5	48,8	61,20	65,7	54,7	64,82
26.—30. »	3440	40,44	40,8	39,9	70,98	72,0	70,0	93,02	95,6	91,0	97,96
Mittel: (Summa)	(8410)	22,53	—	—	35,86	—	—	42,62	—	—	40,42
1.—5. Mai	36	21,82	34,0	13,4	61,06	69,2	51,2	88,54	94,7	81,3	80,72
6.—10. »	356	9,44	11,0	7,5	47,52	52,6	44,0	77,58	81,6	74,5	63,86
11.—15. »	406	1,84	6,7	0	43,38	50,0	40,6	74,72	85,9	66,1	52,24
16.—20. »	—	0,80	4,0	0	39,18	48,1	25,6	68,12	81,6	51,0	39,16
21.—25. »	—	0	0	0	23,22	25,7	21,5	45,74	49,8	43,1	11,06
26.—31. »	621	0	0	0	20,47	26,5	16,9	39,47	45,8	35,6	5,55
Mittel: (Summa)	(1419)	5,47	—	—	38,60	—	—	64,85	—	—	41,24
1.—5. Juni	548	0	0	0	31,58	38,4	28,5	51,06	59,6	46,5	1,14
6.—10. »	1854	0	0	0	30,08	48,3	9,0	44,82	62,7	23,0	0
11.—15. »	1322	0,90	4,1	0	44,50	50,0	32,0	64,94	72,0	45,8	0
16.—20. »	1521	20,28	30,0	7,8	66,96	70,0	58,5	90,68	96,4	81,4	0
21.—25. »	—	14,56	18,5	7,4	55,30	67,0	39,0	79,76	88,8	55,5	0
26.—30. »	578	5,76	8,2	4,0	38,10	42,5	33,0	50,50	59,4	44,0	0
Mittel: (Summa)	(5823)	6,92	—	—	44,42	—	—	63,63	—	—	0,19

Datum.	Regenmenge in cm pro 0,05 qm	Mächtigkeit der Bodenschicht.										
		0,45 m			0,75 m			1,05 m			1 m	
		Nackt.										Gras.
		Grundwasserstände.										
		Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	
1.—5. Juli	1720	24,78	27,3	18,6	61,22	64,5	52,4	79,46	89,1	50,6	0	
6.—10. »	1179	29,30	37,6	23,0	65,98	70,0	61,6	90,32	93,3	88,2	0	
11.—15. »	746	25,80	31,5	20,0	62,74	65,0	60,1	86,54	89,3	84,5	0	
16.—20. »	1454	22,06	33,2	16,0	59,06	66,5	51,4	84,68	90,8	79,9	0	
21.—25. »	1959	31,64	36,7	23,5	67,80	70,0	62,3	96,48	100,0	90,5	0	
26.—31. »	775	27,42	35,4	21,3	62,40	69,6	56,0	91,48	96,3	84,6	0	
Mittel: (Summa)	(7833)	26,85	—	—	63,17	—	—	88,27	—	—	0	
1.—5. Aug.	3820	36,54	40,4	29,4	68,74	75,0	63,9	98,90	102,6	92,0	35,24	
6.—10. »	431	37,64	40,4	29,5	67,66	70,4	57,5	101,30	105,0	95,5	43,80	
11.—15. »	0	15,20	22,1	7,9	49,38	58,5	42,0	84,02	91,0	73,4	5,16	
16.—20. »	2415	22,38	29,8	12,5	57,28	62,6	44,6	80,88	93,4	63,6	0	
21.—25. »	290	23,08	28,5	19,1	56,96	61,0	52,6	91,52	93,0	90,7	0	
26.—31. »	911	14,00	25,5	6,5	44,20	49,2	35,5	76,45	83,5	63,4	0	
Mittel: (Summa)	(7867)	24,46	—	—	56,94	—	—	88,44	—	—	13,58	
1.—5. Sept.	4582	39,14	41,0	35,2	70,02	72,0	64,9	98,40	103,2	91,5	69,84	
6.—10. »	1365	40,20	40,8	39,5	69,00	75,0	62,0	97,44	101,0	93,8	97,18	
11.—15. »	145	40,32	41,0	39,9	71,00	72,0	70,0	102,00	105,0	94,2	97,98	
16.—20. »	2178	38,98	42,5	30,9	68,22	75,0	59,5	102,36	105,0	96,8	97,50	
21.—25. »	20	29,34	35,0	26,0	58,66	63,5	52,6	96,62	105,0	84,5	93,50	
26.—30. »	830	25,62	37,7	21,2	51,74	62,4	48,3	89,46	98,0	85,0	83,12	
Mittel: (Summa)	(9120)	35,60	—	—	64,77	—	—	97,73	—	—	89,85	

Versuch IV (1889).

Humoser Kalksand.

1.—5. April	260	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.—10. »	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.—15. »	935	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16.—20. »	237	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.—25. »	571	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26.—30. »	1625	10,86	23,7	0	9,9	19,5	0	2,60	6,0	0	13,70
Mittel: (Summa)	(3640)	1,81	—	—	1,65	—	—	0,43	—	—	2,23

Datum.	Regenmenge in ccm pro 0,05 qm	Mächtigkeit der Bodenschicht.										
		0,45 m			0,75 m			1,05 m			1 m	
		Nackt.										Gras.
		Grundwasserstände.										
		Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	
1.—5. Mai	171	0	0	0	1,0	5,0	0	0	0	0	3,74	
6.—10. »	177	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11.—15. »	151	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16.—20. »	4080	4,92	15,5	0	6,46	20,0	0	16,94	29,6	0	16,60	
21.—25. »	43	2,90	12,0	0	7,72	20,3	0	30,84	38,3	22,4	21,88	
26.—31. »	657	0	0	0	0	0	0	14,02	17,0	7,0	0	
Mittel: (Summa)	(5279)	1,26	—	—	2,45	—	—	9,97	—	—	6,81	
1.—5. Juni	2764	2,36	11,8	0	4,92	24,6	0	7,14	29,7	0	0	
6.—10. »	0	0,20	1,0	0	6,36	16,8	0	24,52	27,2	20,6	0	
11.—15. »	2842	2,94	14,7	0	5,30	26,5	0	24,80	35,1	19,0	3,0	
16.—20. »	644	9,48	16,9	3,1	27,96	30,7	25,0	51,02	53,5	48,0	0	
21.—25. »	382	0,22	1,1	0	8,88	21,4	0	40,12	49,4	34,5	0	
26.—30. »	3160	8,36	19,5	0	15,14	30,3	0	36,54	49,3	21,3	0	
Mittel: (Summa)	(9792)	3,93	—	—	11,43	—	—	30,67	—	—	0,5	
1.—5. Juli	212	9,38	16,0	1,8	24,62	28,0	18,0	48,74	49,4	48,0	0	
6.—10. »	1141	9,32	19,9	0,6	22,26	30,5	12,6	51,00	58,0	43,3	0	
11.—15. »	2214	2,50	5,2	0,9	9,28	24,5	0	39,68	46,1	34,0	0	
16.—20. »	620	1,04	1,1	1,0	11,78	18,4	7,3	40,28	44,1	35,5	0	
21.—25. »	611	1,58	1,9	1,5	8,72	18,3	1,9	41,60	48,8	33,0	0	
26.—31. »	1905	6,73	11,0	1,8	19,26	29,0	1,1	52,32	63,6	39,0	0	
Mittel: (Summa)	(6703)	5,15	—	—	16,09	—	—	45,82	—	—	0	
1.—5. Aug.	184	2,04	2,1	2,0	9,94	24,3	1,0	49,96	59,5	42,8	0	
6.—10. »	11	2,00	2,0	2,0	0	0	0	29,54	38,9	18,5	0	
11.—15. »	982	2,00	2,0	2,0	0	0	0	18,78	25,7	7,0	0	
16.—20. »	975	3,08	4,1	3,3	13,50	23,5	0	35,60	42,4	24,1	0	
21.—25. »	1347	3,52	5,6	4,0	11,96	29,9	0,8	29,64	43,0	19,6	0	
26.—31. »	727	5,82	10,6	4,4	28,77	33,6	23,8	52,32	62,8	38,4	0	
Mittel: (Summa)	(4226)	3,16	—	—	11,28	—	—	36,50	—	—	0	
1.—5. Sept.	2436	6,06	13,5	4,2	17,58	40,7	4,2	44,52	53,7	36,0	0	
6.—10. »	1075	27,46	32,0	23,4	53,32	58,5	49,5	70,48	79,0	66,4	0	
11.—15. »	797	25,26	34,0	17,5	52,64	60,4	46,5	76,20	80,6	72,8	0	
16.—20. »	464	30,92	34,6	27,4	57,92	61,5	55,1	77,88	82,8	74,7	0	
21.—25. »	2124	44,00	45,2	40,0	74,60	76,3	70,0	95,60	105,0	86,3	0	
26.—30. »	537	44,70	45,0	44,4	75,34	75,5	75,1	103,46	104,4	101,5	0	
Mittel: (Summa)	(7493)	29,73	—	—	55,23	—	—	78,92	—	—	0	

Bei Durchsicht dieser Zahlen ergibt sich:

- 1) daß das Grundwasser in ebenen Lagen sich in einer um so höheren Schicht ansammelt, je tiefer der undurchlässige Untergrund liegt;
- 2) daß in Trockenperioden die Schwankungen des Grundwasserspiegels um so größer sind, je weniger mächtig die durchlässige Bodenschicht ist, in welcher sich auf impermeabler Unterlage das Grundwasser ansammelt;
- 3) daß die Bildung des Grundwassers während des Sommerhalbjahres in einem derartigen Umfange erfolgt, daß in Böden von 1—1,2 m Mächtigkeit die Hohlräume mit Wasser vollständig oder fast vollständig erfüllt werden;
- 4) daß die Grundwasserschwankungen in dem nackten Boden im Allgemeinen mit den Niederschlagsmengen steigen und fallen, so lange das im Boden sich ansammelnde Wasser noch nicht die Oberfläche desselben erreicht hat;
- 5) daß in einem mit einer vegetirenden Pflanzendecke versehenen Boden sich während des Sommerhalbjahres selbst bei größerer Mächtigkeit der Bodenschicht (bis zu 1,20 m) Grundwasser entweder gar nicht oder nur vorübergehend bildet.

Zur Erklärung der durch diese Sätze charakterisirten Gesetzmäßigkeiten mögen folgende Bemerkungen hier eine Stelle finden:

Die ad 1 und 2 geschilderten Erscheinungen sind vornehmlich dadurch zu erklären, daß die Verdunstung des Wassers aus dem Boden in um so geringerem Umfange vor sich geht, je tiefer die Grundwasserschicht resp. die feuchteste Partie unter der Oberfläche liegt, weil in dem gleichen Maße die kapillare Bewegung des Wassers nach oben und demgemäß der Ersatz des verdunsteten Wassers erschwert, wenn nicht unmöglich ist. Bei geringer Mächtigkeit der permeablen Bodenschicht kann das auf der undurchlässigen Unterlage sich sammelnde Wasser leicht kapillar an die Oberfläche gehoben und in großen Mengen verdunstet werden, wenn die atmosphärische Zufuhr aufgehört hat. Dadurch wird das beobachtete rapide Sinken des Grundwasserspiegels in flachem Boden in Trockenperioden veranlaßt. Je tiefer die Bodenschicht ist, um so

schwieriger ist der kapillare Aufstieg des Wassers, um so leichter trocknen die obersten Schichten des Bodens aus und um so mehr nimmt deshalb die Verdunstung ab¹⁾, sowie die zur Speisung des Grundwassers dienende Wassermenge zu. Ist die Bodenschicht schließlich so mächtig, daß das in der Tiefe zunächst sich ansammelnde Grundwasser überhaupt nicht mehr auf kapillarem Wege fortgeleitet wird, so ist es in ebenen Lagen vollständig vor Verlusten geschützt; es sammelt sich in Folge dessen stetig an und weist erst dann Schwankungen auf, wenn der Spiegel in jene Bodenregion in der Nähe der Bodenoberfläche gelangt ist, von welcher aus es kapillar aufsteigen kann.

Die beschriebenen Vorgänge, welche zunächst die Ursachen der durch Satz 1 und 2 charakterisirten Erscheinungen abgeben, stehen in vollem Einklang mit den von *Eser*²⁾ über den Einfluß der Mächtigkeit der Bodenschicht auf die Verdunstung und vom Referenten³⁾ bezüglich der Sickerwassermengen in verschiedenen Bodenarten ermittelten Thatsachen. Letztere lehrten, daß die Sickerwassermengen mit der Mächtigkeit der Bodenschicht zunahmten, die Verdunstungsmengen in demselben Maße sich verminderten und umgekehrt. Eine solche Uebereinstimmung der Resultate mußte übrigens von vornherein erwartet werden, da ja das Grundwasser nichts anderes darstellt als das im Boden angestaute Sickerwasser.

Daß auch der durch äußere Faktoren bedingte Gang der Verdunstung auf die Schwankungen resp. Ansammlung des Grundwassers sich von Einfluß erweise, ließ sich a priori vermuthen, weil der Ueberschuß von Wasser, der zur Bildung des Grundwassers unter obwaltenden Verhältnissen dient, von der Verdunstung, welche nicht allein von der physikalischen Beschaffenheit des Erdreichs, sondern auch von der Luftfeuchtigkeit, Luftbewegung, Erwärmung u. s. w. abhängig ist, beherrscht wird. In kälteren Perioden, sowie in solchen, wo die Luft wenig bewegt oder vollständig ruhig ist, wird bei gleichzeitiger atmosphärischer Zufuhr die Verdunstungsmenge wesentlich herabgedrückt. In Folge dessen steigt das Grundwasser stetig an, unter Umständen in einer solchen Weise, daß es selbst bei einer Mächtigkeit von 1,00—1,20 m die Oberfläche des Bodens erreicht oder wohl gar über dieselbe forttritt. Beispiele für

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. VII. 1884. S. 43.

²⁾ Diese Zeitschrift. Bd. VII. 1884. S. 74.

³⁾ Diese Zeitschrift. Bd. XI. 1888. S. 40.

diese Wirkungen lassen sich auch aus dem mitgetheilten Zahlenmaterial ersehen, besonders aus jenem, welches sich auf die Beobachtungen im Frühjahr (April) und Herbst (September) bezieht. In diesen Jahreszeiten ist das Ansteigen des Grundwassers ungleich stärker als während der warmen Sommermonate, weil die Temperatur in jenem Zeitraum zu niedrig ist, um eine ergiebige Verdunstung zu veranlassen und im Frühjahr in dem der überschüssigen Winterfeuchtigkeit beraubten Boden der Grundwasserspiegel zu tief liegt, als daß das Wasser bis zur Oberfläche kapillar gehoben werden könnte.

Aus Vorstehendem wird die Ursache der durch Satz 3 geschilderten Erscheinung ersichtlich. Dafür, daß bei fast vollständiger Sättigung der Bodenschicht durch das Grundwasser die Schwankungen desselben gering ausfallen und der Spiegel sich auf einer mehr oder weniger konstanten Höhe erhält, spricht der Umstand, daß die Verdunstung, so lange dieselbe durch äußere Verhältnisse (niedrige Temperatur) nicht zu sehr beschränkt ist, in einem derartig beschaffenen Erdreich in einem beträchtlichen Umfange vor sich geht und sogar noch jene von einer freien Wasseroberfläche übertrifft.

Satz 4 wird verständlich, wenn man die anderweitig konstatierte Thatsache berücksichtigt, daß die in der Tiefe absickernden und zur Speisung des Grundwassers dienenden Wassermengen in ebenen Lagen aus dem atmosphärischen Wasser herkommen und daß es keine andere Quelle für diese Ansammlungen giebt¹⁾. Daher steigen und fallen die Sicker- und demgemäß die Grundwassermengen in dem nackten Erdreich im Allgemeinen mit den Niederschlagsmengen. Auch in den obigen Tabellen finden sich zahlreiche Beispiele für diese Thatsache. Bei ergiebigen Regen steigt das Grundwasser und es fällt, sobald die Niederschläge aussetzen und eine Trockenperiode eintritt, während welcher durch die Verdunstung wiederum ein Theil des aufgespeicherten Wassers eine Verminderung erfährt. Die Wirkungen der Verdunstung können zwar unter Umständen derart prävaliren, daß der Einfluß der Niederschlagsmenge auf den Grundwasserstand herabgemindert oder verwischt werden kann, aber dies findet nur in Ausnahmefällen statt und Vorkommnisse solcher Art sind nicht im Stande, jenes Gesetz unter den vorliegenden Verhältnissen als unzutreffend erscheinen zu lassen.

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. XI. 1888. S. 59 und Bd. XIV. 1891. S. 157.

Der Umstand, daß die vegetirenden Pflanzen ungeheure Mengen von Wasser verdunsten, welches sie dem Boden entziehen und wodurch sie denselben bis in größere Tiefen austrocknen¹⁾, giebt eine genügende Erklärung für die durch Satz 5 zum Ausdruck gebrachte Gesetzmäßigkeit ab. Auch in dieser Hinsicht stehen die Ergebnisse vorliegender Untersuchungen mit jenen früher veröffentlichten des Referenten in Uebereinstimmung, indem durch letztere der Nachweis geliefert wurde, daß eine Decke lebender Pflanzen die Sickerwassermengen auf ein Minimum während der Vegetationszeit herabdrückt. Der Einfluß der Pflanzendecke ist, wie die betreffenden Zahlen zeigen, ein ganz enormer; die Gräser trockneten den Boden noch bei einer Mächtigkeit von 1,20 m in einem solchen Grade aus, d. h. sie nahmen alles zugeführte atmosphärische Wasser derart für sich in Anspruch, daß sich in dem von ihnen besetzten Boden entweder gar kein Grundwasser bildete, oder solches nur vorübergehend auftrat. Die Resultate des Versuches III machen hiervon scheinbar eine Ausnahme, insofern auch in dem Grasboden sich im April und Mai, sowie im Herbst ein größerer Grundwasserstand einstellte. Allein es bleibt hierbei zu berücksichtigen, daß das Gras erst Ende März ausgesät wurde, weshalb die jungen Pflanzen nicht dieselbe Wirkung ausüben konnten wie ältere²⁾. Man sieht aber recht deutlich, wie sie, in dem Maße sie sich entwickeln, ihren Einfluß auf das Grundwasser geltend machen, wenn man die Ergebnisse der Beobachtungen im Mai resp. Juni in Betracht zieht. Die von der allgemeinen Regel abweichende Grundwasserbildung im September erklärt sich aus Wirkungen der kalten und regnerischen Witterung, welche sowohl das Wachstum der Pflanzen wie die Verdunstung aus deren oberirdischen Organen in einem außerordentlichen Grade hemmte.

¹⁾ *E. Wollny*. Der Einfluß der Pflanzendecke und Beschattung auf die physikalischen Eigenschaften und die Fruchtbarkeit des Bodens. Berlin. 1877. S. 105. — Ferner diese Zeitschrift. Bd. IV. 1881. S. 85. — Bd. X. 1887. S. 261 und S. 321.

²⁾ In den übrigen Versuchen wurde die Grasdecke vor Einleitung der Versuche durch Auflegen von Rasen gebildet, oder es blieb das Gras aus dem vorausgegangenen Versuchsjahre stehen. Die Pflanzen konnten sonach in diesen Fällen ihren vollen Einfluß auf die Bodenfeuchtigkeit ausüben.

Versuchsreihe II.

Die Grundwasserstände in Bodenarten von verschiedener physikalischer Beschaffenheit.

Die vier Bodenarten, welche in folgender Versuchsreihe verwendet wurden, waren:

Lehm (Ziegellehm) von Berg am Laim bei München, zum Theil krümelig;

Quarzsand, mittelfeinkörnig, humusfrei, von Nürnberg bezogen;

Kalksand, feinkörnig, humusfrei, von der Isar angeschwemmt;

Torf, aus dem Dachau-Schleißheimer Moor bei München, staubförmig bis grobkrümelig.

Nach der mechanischen Analyse zeigten die Böden folgende Zusammensetzung:

Korngröße.	Lehm.	Isarkalksand.	Quarzsand. Versuch I u. II.	Korngröße.	Quarzsand. Versuch III u. IV.
> 0,7 mm	3,40 ‰	1,89 ‰	39,43 ‰	> 0,5 mm	47,00 ‰.
0,3—0,7 »	4,13 »	10,39 »	3,55 »	0,25—0,50 »	42,15 »
< 0,3 »	58,71 »	80,52 »	54,64 »	< 0,25 »	9,74 »
Abschlämbbare Theile	33,76 »	7,20 »	2,38 »	—	1,11 ».

Der feuchte Boden wurde schichtenweise in die Apparate gefüllt, unter Feststampfen jeder ca. 5 cm hohen Schicht. Nachdem der Boden¹⁾ sich gesetzt hatte, wurde der entstandene Raum nachträglich ausgefüllt.

Die Resultate sind aus nachstehenden Tabellen ersichtlich:

¹⁾ Derselbe verblieb während der ganzen Versuchsperiode im nackten Zustande.

Versuch I (1883).

Mächtigkeit der Bodenschicht: 1,2 m.

Datum.	Regen- menge in cem pro 0,1 qm.	Lehm.			Quarzsand.			Kalksand.			Torf.		
		Grundwasserstände.											
		Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.
April 1.-30.	(5166)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai													
1.- 5.	1125	11,26	16,8	5,5	10,88	18,8	17,0	17,20	19,2	15,4	7,00	8,3	5,5
6.-10.	195	20,36	21,4	18,6	20,18	20,8	19,3	16,16	17,6	14,2	8,58	8,7	8,4
11.-15.	580	15,28	17,9	16,5	20,88	21,4	20,5	11,74	13,0	10,4	7,64	8,0	7,3
16.-20.	1405	17,16	18,6	15,0	22,06	22,4	20,0	13,28	14,8	12,0	8,92	9,4	8,4
21.-25.	162	14,58	15,4	14,0	23,02	23,7	22,4	10,88	11,2	10,4	9,10	9,7	8,7
26.-31.	5470	13,52	15,9	12,2	25,75	32,0	24,2	15,38	30,3	10,2	10,40	12,6	9,8
Mittel (Summa)	(8937)	15,30	—	—	20,63	—	—	14,15	—	—	8,61	—	—
Juni													
1.- 5.	742	44,74	46,6	39,2	39,40	40,5	37,4	37,24	38,4	36,4	20,52	21,4	18,9
6.-10.	3045	47,12	48,6	46,0	44,34	45,9	43,4	40,48	43,1	37,3	22,50	23,0	22,0
11.-15.	5135	68,00	80,5	50,4	53,98	60,0	46,4	54,64	68,1	41,4	29,46	34,4	24,0
16.-20.	5243	86,46	93,5	77,6	66,26	72,4	59,7	76,76	91,8	61,2	39,08	44,4	34,3
21.-25.	2407	94,44	98,5	91,0	76,42	77,5	72,7	82,20	99,4	69,8	47,18	48,4	44,5
26.-30.	905	90,36	92,4	88,2	77,90	78,2	77,1	63,42	69,8	58,2	47,80	48,8	46,8
Mittel (Summa)	(17522)	71,85	—	—	59,72	—	—	59,12	—	—	34,42	—	—
Juli													
1.- 5.	—	85,90	88,3	83,3	77,40	77,8	77,2	51,42	55,5	48,0	47,00	47,4	46,8
6.-10.	1042	79,56	82,5	77,0	77,64	78,9	76,0	42,76	45,3	40,8	46,40	46,7	45,7
11.-15.	5783	82,18	84,6	79,6	85,70	89,2	81,4	58,04	68,1	48,0	52,58	58,6	49,5
16.-20.	1422	85,54	85,8	85,4	89,94	92,9	87,3	62,62	66,8	57,4	57,16	59,2	55,4
21.-25.	4733	85,64	86,3	84,9	96,38	108,6	91,7	83,34	100,2	71,0	62,98	66,6	60,2
26.-31.	1827	85,82	86,4	85,0	97,33	108,3	89,8	89,42	103,9	73,6	66,83	68,8	65,7
Mittel (Summa)	(14807)	84,16	—	—	87,82	—	—	65,40	—	—	55,93	—	—
Aug.													
1.- 5.	1058	85,58	85,7	85,4	95,62	108,4	89,0	74,90	93,2	62,3	66,02	68,2	61,0
6.-10.	1590	85,28	85,8	85,2	92,46	97,6	89,2	65,52	75,4	59,0	67,24	68,8	66,1
11.-15.	787	90,64	103,0	84,4	83,30	92,8	66,0	53,52	59,1	49,8	64,08	66,3	62,4
16.-20.	2880	108,52	109,9	105,8	108,90	109,8	106,0	68,66	79,0	59,2	69,42	72,2	65,8
21.-25.	—	96,52	100,4	92,9	86,80	91,0	86,6	52,68	57,0	48,5	63,98	65,0	63,0
26.-31.	—	86,12	90,6	82,0	84,25	85,6	83,0	41,22	45,7	37,0	60,23	62,4	58,2
Mittel (Summa)	(6315)	91,59	—	—	92,45	—	—	58,83	—	—	65,00	—	—

Datum.	Regen- menge in cem pro 0,1 qm	Lehm.			Quarzsand.			Kalksand.			Torf.		
		Grundwasserstände.											
		Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.
Sept.													
1.-5.	1372	78,88	80,4	77,2	84,32	86,4	82,2	36,70	39,4	35,3	58,10	59,8	57,3
6.-10.	1605	80,32	81,2	79,0	89,40	91,9	86,7	41,82	44,4	38,0	60,20	61,9	57,8
11.-15.	—	78,34	80,4	76,8	87,30	88,8	86,5	37,00	40,0	34,6	57,16	58,8	56,3
16.-20.	4735	96,42	104,0	75,6	107,26	120,0	86,0	54,08	63,6	33,8	68,64	72,6	55,9
21.-25.	1708	106,26	108,8	101,3	110,88	111,0	110,4	66,32	70,6	60,8	72,80	74,6	70,0
26.-30.	3007	109,26	110,5	108,3	113,26	117,6	111,6	74,94	87,1	65,0	75,20	79,0	72,0
Mittel (Summa)	(12427)	91,58	—	—	98,74	—	—	51,81	—	—	65,35	—	—

Versuch II (1884).

Mächtigkeit der Bodenschicht: 1,2 m.

April													
1.-5.	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.-10.	4828	9,42	26,3	0	5,18	12,5	0	11,44	19,0	0	1,84	4,7	0
11.-15.	2630	47,44	53,7	28,0	17,70	21,6	13,2	30,08	32,7	22,0	5,04	6,3	3,5
16.-20.	546	53,34	53,6	52,7	22,94	23,5	22,1	33,72	34,2	32,8	1,00	2,4	0
21.-25.	300	50,08	53,1	47,2	24,58	25,2	23,8	30,86	32,4	29,6	0	0	0
26.-30.	585	47,08	48,4	45,4	25,76	26,2	25,4	31,70	33,0	29,9	0	0	0
Mittel (Summa)	(8889)	34,56	—	—	16,03	—	—	22,97	—	—	1,31	—	—
Mai													
1.-5.	1184	42,70	45,8	40,3	26,82	27,1	26,4	29,08	32,9	27,0	0	0	0
6.-10.	1016	47,54	50,9	41,0	30,06	33,1	27,1	35,34	37,8	32,5	0	0	0
11.-15.	551	44,96	49,6	38,9	34,64	35,2	33,8	30,00	32,5	27,8	0	0	0
16.-20.	49	36,96	38,4	34,9	35,00	35,4	34,3	29,14	29,2	29,0	0	0	0
21.-25.	18	30,14	32,8	28,4	35,16	35,6	34,7	16,12	29,1	9,7	0	0	0
26.-31.	176	23,17	26,4	20,7	35,30	35,6	35,2	6,18	8,4	4,3	0	0	0
Mittel (Summa)	(2994)	37,11	—	—	32,91	—	—	23,73	—	—	0	0	0
Juni													
1.-5.	2634	18,72	20,4	16,4	35,90	37,0	35,0	13,64	18,7	10,3	0	0	0
6.-10.	3629	20,02	33,5	16,1	43,44	47,6	39,8	30,54	39,1	22,0	0,80	4,0	0
11.-15.	729	45,22	47,1	42,4	50,32	51,2	49,0	32,40	37,3	29,7	6,72	7,5	5,5
16.-20.	2456	54,54	58,5	42,6	56,54	58,4	52,4	34,70	37,9	31,7	9,52	11,2	7,5
21.-25.	1897	66,60	70,1	58,5	63,58	65,5	58,4	41,32	45,7	38,2	14,22	16,0	11,6
26.-30.	471	59,06	64,0	54,2	65,54	65,8	65,2	32,22	36,1	29,0	15,90	16,2	15,3
Mittel (Summa)	(11816)	44,03	—	—	52,55	—	—	30,80	—	—	7,86	—	—

Datum.	Regen- menge in cem pro 0,1 qm	Lehm.			Quarzsand.			Kalksand.			Torf.		
		Grundwasserstände.											
		Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.
Juli													
1.- 5.	179	47,40	52,7	34,6	66,34	66,8	65,8	23,14	27,5	18,5	15,70	16,0	15,3
6.-10.	1900	44,84	46,9	42,1	70,18	71,6	65,6	25,78	30,0	17,4	17,36	18,3	15,2
11.-15.	364	39,38	42,1	36,4	71,12	71,5	70,6	26,12	27,9	24,2	17,84	18,0	17,7
16.-20.	2976	29,06	35,0	23,0	74,42	77,6	70,8	28,84	39,6	24,2	18,32	20,1	17,7
21.-25.	2985	26,56	30,8	22,3	80,32	85,2	76,5	38,96	44,6	33,3	21,62	22,3	20,3
26.-31.	1478	44,57	51,1	31,9	86,12	89,1	83,4	32,97	40,7	25,4	30,34	26,0	23,7
Mittel (Summa)	(9882)	38,77	—	—	75,12	—	—	30,40	—	—	20,19	—	—
Aug.													
1.- 5.	5950	52,10	79,2	42,2	93,92	112,0	82,0	27,42	36,6	24,0	28,62	33,0	26,0
6.-10.	—	70,52	76,0	66,3	97,30	107,5	89,2	24,38	28,3	21,4	34,86	37,3	32,2
11.-15.	1711	62,38	64,6	60,2	95,30	105,1	88,0	21,86	29,4	19,4	31,54	34,8	30,4
16.-20.	1062	62,06	63,2	60,2	94,60	106,2	89,0	28,40	31,6	24,8	35,88	37,5	34,5
21.-25.	31	58,82	60,8	56,5	89,34	91,2	87,6	25,14	27,8	21,4	35,86	36,5	35,3
26.-31.	3586	66,50	70,0	56,6	108,88	109,5	107,0	39,78	44,6	26,8	40,38	42,4	35,7
Mittel (Summa)	(12340)	62,21	—	—	96,95	—	—	28,22	—	—	34,71	—	—
Sept.													
1.- 5.	744	68,52	69,8	67,2	109,30	109,4	109,2	43,04	45,4	41,0	39,02	40,4	37,8
6.-10.	1607	68,20	73,2	64,4	109,46	109,9	108,9	46,18	52,0	40,8	39,20	43,0	36,6
11.-15.	—	71,22	73,0	69,0	109,44	109,7	109,1	46,96	49,6	44,8	41,32	42,5	40,0
16.-20.	—	66,26	67,8	64,6	108,84	110,0	108,0	41,68	43,4	39,7	38,72	39,6	37,5
21.-25.	576	61,96	63,7	61,4	102,78	107,7	95,7	39,00	40,9	37,0	36,16	37,1	35,3
26.-30.	—	59,32	61,0	57,9	89,62	91,6	88,6	34,90	37,6	33,3	34,92	36,0	34,0
Mittel (Summa)	(2927)	65,91	—	—	104,91	—	—	41,96	—	—	38,22	—	—

Versuch III (1888).

Mächtigkeit der Bodenschicht: 1,05 m.

April													
1.- 5.	286	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.-10.	1414	4,06	20,3	0	0,22	1,1	0	1,34	6,7	0	0,10	0,5	0
11.-15.	1875	20,46	20,5	20,4	6,78	11,1	2,2	21,34	29,5	10,9	0,40	2,0	0
16.-20.	604	20,32	20,4	20,3	12,24	13,0	11,6	27,90	29,9	25,6	1,96	2,2	1,6
21.-25.	791	20,38	20,4	20,3	16,92	18,2	14,7	33,26	35,7	29,9	4,24	5,3	2,4
26.-30.	3440	27,46	30,1	20,3	33,48	35,7	26,0	52,16	53,5	50,5	16,70	18,7	11,0
Mittel (Summa)	(8410)	15,44	—	—	11,61	—	—	22,67	—	—	3,90	—	—

Datum.	Regen- menge in ccm pro 0,05 qm.	Lehm.			Quarzsand.			Kalksand.			Torf.		
		Grundwasserstände.											
		Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.
Mai													
1.- 5.	36	29,62	30,0	29,1	35,96	36,5	35,6	42,80	48,5	37,5	17,72	18,5	16,7
6.-10.	356	29,16	30,0	28,3	36,68	37,0	36,4	36,08	36,7	35,3	17,38	18,5	16,5
11.-15.	406	28,38	29,5	27,6	37,22	37,6	36,9	31,22	36,1	29,0	16,78	18,1	15,5
16.-20.	—	30,24	31,0	29,2	38,66	39,1	38,3	30,14	35,6	23,3	19,06	19,6	17,5
21.-25.	—	27,68	28,2	27,3	39,02	40,0	38,0	21,12	22,9	20,2	15,92	17,5	15,2
26.-31.	621	26,17	27,6	25,0	39,72	43,0	39,2	20,15	23,5	18,0	16,22	18,1	14,9
Mittel (Summa)	(1419)	28,47	—	—	37,93	—	—	29,93	—	—	17,15	—	—
Juni													
1.- 5.	548	27,86	29,9	25,5	41,22	42,1	40,3	25,10	28,5	23,0	19,52	21,4	17,1
6.-10.	1854	27,54	29,7	26,3	42,90	46,6	39,3	24,22	33,3	14,0	20,26	23,0	16,5
11.-15.	1322	30,98	32,3	29,5	48,40	50,0	46,5	32,42	38,2	24,8	24,04	25,5	22,5
16.-20.	1521	36,50	41,6	32,7	56,98	60,0	53,0	51,14	56,5	42,5	39,92	42,5	37,0
21.-25.	—	44,22	45,4	43,1	59,50	60,0	57,5	46,14	50,0	39,0	42,88	43,5	41,5
26.-30.	578	43,32	45,0	41,6	57,84	58,9	57,2	39,14	40,9	37,6	42,28	43,5	41,1
Mittel (Summa)	(5823)	35,07	—	—	51,16	—	—	36,36	—	—	31,48	—	—
Juli													
1.- 5.	1720	45,30	48,4	41,2	66,06	67,8	62,2	55,84	58,3	51,0	46,86	48,8	43,6
6.-10.	1179	50,14	51,5	49,1	70,14	72,0	67,7	59,20	63,3	55,7	50,86	52,5	49,2
11.-15.	746	53,44	54,5	52,5	72,12	73,2	71,3	57,74	62,0	55,3	52,80	53,9	52,4
16.-20.	1454	54,78	55,5	52,2	74,90	78,6	72,2	60,94	66,0	56,0	55,00	56,6	53,9
21.-25.	1959	62,26	67,3	58,0	79,42	82,7	74,7	73,90	78,8	71,0	59,50	62,0	57,7
26.-31.	775	67,50	70,5	66,1	80,57	86,9	75,7	72,13	78,5	61,8	59,72	61,5	57,7
Mittel (Summa)	(7833)	55,95	—	—	74,08	—	—	63,58	—	—	54,30	—	—
Aug.													
1.- 5.	3820	79,68	89,3	66,9	95,42	105,0	85,0	86,60	100,0	70,3	71,40	76,6	65,4
6.-10.	431	89,94	91,6	88,5	99,22	105,0	84,5	93,98	98,4	78,1	77,08	78,5	75,3
11.-15.	0	81,72	89,6	71,0	79,56	83,7	75,6	65,84	73,4	57,7	73,16	74,5	71,7
16.-20.	2415	89,34	94,2	82,0	96,02	105,0	81,1	88,20	98,5	71,4	75,80	78,2	72,1
21.-25.	290	92,00	94,0	90,4	102,00	105,0	90,0	97,90	98,5	95,5	78,10	79,4	76,4
26.-31.	911	82,15	93,5	77,0	82,62	94,5	76,3	82,25	97,4	65,7	74,12	76,3	71,7
Mittel (Summa)	(7867)	85,69	—	—	92,15	—	—	85,68	—	—	74,92	—	—
Sept.													
1.- 5.	4582	92,68	100,0	76,5	103,98	105,0	99,9	99,60	100,0	98,5	87,96	92,9	79,5
6.-10.	1365	100,52	105,0	94,5	98,08	105,0	85,3	105,00	105,0	105,0	92,98	96,0	88,9
11.-15.	145	102,00	105,0	100,0	105,00	105,0	105,0	103,00	105,0	100,0	92,88	96,0	90,7
16.-20.	2178	101,96	105,0	99,8	99,62	105,0	86,8	105,00	105,0	105,0	93,64	105,0	88,0
21.-25.	20	98,38	100,0	93,3	85,56	89,2	80,2	99,90	105,0	79,5	87,94	88,5	86,3
26.-30.	830	93,06	105,0	88,5	84,60	105,0	78,2	77,36	98,3	69,3	87,00	93,3	85,0
Mittel (Summa)	(9120)	98,10	—	—	96,14	—	—	98,31	—	—	90,40	—	—

Versuch IV (1889).

Mächtigkeit der Bodenschicht: 1,05 m.

Datum.	Regen- menge in cem pro 0,05 qm.	Lehm.			Quarzsand.			Kalksand.			Torf.		
		Grundwasserstände.									Mittel	Max.	Min.
		Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.			
April													
1.-5.	260	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.-10.	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.-15.	935	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16.-20.	237	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.-25.	571	0	0	0	0,20	0,6	0	1,22	3,1	0	0	0	0
26.-30.	1625	23,34	32,4	0	12,00	16,5	0	25,76	31,9	13,3	4,86	8,5	0
Mittel (Summa)	(3640)	3,89	—	—	2,33	—	—	4,50	—	—	0,81	—	—
Mai													
1.-5.	171	24,76	30,1	21,6	16,96	18,0	16,5	27,92	30,6	24,1	8,82	9,0	8,7
6.-10.	177	15,48	19,6	11,9	17,80	18,9	17,0	23,74	27,4	18,5	8,96	9,0	8,9
11.-15.	151	4,96	8,4	1,5	16,72	18,4	14,5	15,00	24,6	9,9	8,54	8,9	8,2
16.-20.	4080	25,24	38,7	0,6	26,44	32,5	17,0	31,36	38,5	15,1	13,94	20,1	8,5
21.-25.	43	39,98	47,4	33,3	36,10	37,4	35,3	37,26	44,7	29,6	21,62	22,0	21,3
26.-31.	657	30,25	34,6	25,5	35,95	39,0	34,0	22,02	26,1	16,5	21,73	22,5	20,9
Mittel (Summa)	(5279)	23,66	—	—	25,35	—	—	26,08	—	—	14,19	—	—
Juni													
1.-5.	2764	37,10	64,6	22,1	39,26	50,4	32,1	24,10	43,5	7,3	23,92	29,6	22,0
6.-10.	0	56,36	62,9	51,3	50,42	51,5	49,4	30,92	37,1	27,7	30,68	31,0	30,5
11.-15.	2842	53,58	63,7	43,3	54,90	62,2	52,0	30,78	44,5	25,1	31,40	34,3	30,3
16.-20.	644	73,82	75,3	71,5	65,00	67,1	63,3	47,70	50,3	42,3	37,98	38,9	37,0
21.-25.	332	62,68	68,8	55,9	64,04	66,0	62,5	38,60	43,4	30,0	38,34	38,7	38,3
26.-30.	3160	67,94	78,2	56,0	71,72	81,6	62,0	40,88	52,4	26,6	41,64	46,3	37,9
Mittel (Summa)	(9792)	58,41	—	—	57,56	—	—	35,49	—	—	33,99	—	—
Juli													
1.-5.	212	73,24	76,3	68,8	78,10	81,5	73,6	52,50	55,0	48,5	46,32	47,0	44,9
6.-10.	1141	76,08	79,2	72,7	78,44	83,5	71,4	50,62	59,4	42,5	48,60	49,6	44,6
11.-15.	2214	71,22	75,7	63,6	76,34	86,7	67,9	40,24	45,9	32,8	51,32	54,0	49,1
16.-20.	620	68,56	71,1	65,5	79,36	86,7	73,7	45,86	52,0	40,5	53,02	53,5	52,4
21.-25.	611	67,66	71,7	64,8	82,76	85,0	79,8	45,86	49,9	38,3	52,48	54,5	49,5
26.-31.	1905	77,44	82,9	65,0	92,08	98,4	78,4	54,08	64,0	45,5	55,78	59,1	45,4
Mittel (Summa)	(6703)	72,52	—	—	81,53	—	—	48,38	—	—	51,40	—	—

Datum.	Regen- menge in cem pro 0,05 qm.	Lehm.			Quarzsand.			Kalksand.			Torf.		
		Grundwasserstände.											
		Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.	Mittel	Max.	Min.
Aug.													
1.-5.	184	71,22	77,5	65,5	79,64	82,6	77,1	49,96	57,0	44,0	57,86	58,7	56,4
6.-10.	11	59,16	63,8	54,0	71,46	74,6	68,8	35,84	44,8	29,3	54,54	55,4	54,0
11.-15.	982	57,30	58,2	56,0	76,38	79,0	74,5	31,76	34,1	28,7	54,40	55,0	53,5
16.-20.	975	68,68	72,3	61,6	83,30	92,0	77,4	53,86	62,0	46,5	59,74	60,5	57,9
21.-25.	1347	65,92	74,8	55,1	84,02	104,0	71,5	45,02	51,3	37,8	58,20	61,7	55,2
26.-31.	727	76,55	79,5	73,0	95,40	100,0	85,0	58,03	65,5	50,6	62,72	63,5	61,5
Mittel (Summa)	(4226)	66,80	—	—	82,14	—	—	46,14	—	—	58,06	—	—
Sept.													
1.-5.	2486	73,76	84,0	63,8	82,38	101,0	74,5	52,12	58,5	46,0	61,68	65,5	58,7
6.-10.	1075	92,42	98,5	88,1	105,00	105,0	105,0	80,08	96,7	69,0	69,40	71,8	67,5
11.-15.	797	89,98	98,7	73,7	105,00	105,0	105,0	85,56	99,2	69,9	70,16	72,2	68,7
16.-20.	464	98,74	100,0	97,0	105,00	105,0	105,0	88,86	99,0	83,4	70,40	71,7	69,8
21.-25.	2124	100,66	101,5	99,5	103,54	105,0	102,5	103,58	105,0	99,6	77,10	78,6	74,0
26.-30.	537	100,76	101,0	100,5	102,56	105,0	101,3	102,84	105,0	101,3	77,48	78,4	76,8
Mittel (Summa)	(7433)	92,72	—	—	100,58	—	—	85,51	—	—	71,04	—	—

Aus diesen Zahlen läßt sich ersehen:

- 1) daß bei ebener Lage und unter sonst gleichen Umständen der höchste Stand des Grundwassers sich im Quarzsand gebildet hatte, dann folgt in absteigender Reihe der Lehm, der Kalksand, während im Torf die Grundwasserschicht die geringste Höhe erreichte;
- 2) daß in dem Quarzsand, demnächst in dem Torf das Ansteigen des Grundwassers stetig erfolgte, daß letzteres dagegen in den beiden anderen Bodenarten (Lehm und Kalksand) größeren oder geringeren Schwankungen unterworfen war. Im Uebrigen ergab sich auch aus diesen Versuchen:
- 3) daß im nackten Zustande des Erdreiches die während des Sommerhalbjahres sich ansammelnden Grundwassermengen bei einer Mächtigkeit der Bodenschicht bis zu 1,2 m so ergeblig sind, daß der Boden mehr oder weniger vollständig bis zur Oberfläche mit Wasser gesättigt wird.

Die außerordentlich starke Ansammlung von Grundwasser in dem Quarzsand erklärt sich aus dem Unvermögen dieser Bodenart, das Wasser

auf größere Höhen kapillar zu leiten. Das den Boden leicht durchdringende und in die Tiefe absickernde Wasser ist daher lange Zeit vor Verdunstung geschützt; erst wenn der Grundwasserspiegel so hoch gestiegen ist, daß er in die Sphäre kommt, in welcher eine kapillare Hebung des Wassers bis an die Oberfläche und in Folge dessen eine ergiebige Verdunstung stattfinden kann, treten Schwankungen des Grundwasserstandes in die Erscheinung. Indem die Bodenschicht, in welcher diese Vorgänge stattfinden, nur von geringer Mächtigkeit ist, kann das Grundwasser, stetig zunehmend, sich bis nahe der Oberfläche des Bodens ansammeln, ehe es einen Wechsel in seinem Stande aufweist.

Bei den feinkörnigen Bodenarten, wie bei dem Lehm und besonders bei dem Kalksand (Isarkalksand), ist die kapillare Leitung des Wassers eine so vorzügliche, daß dasselbe auf ziemlich beträchtliche Höhen gehoben wird. Deshalb ist die Verdunstung in diesen Böden eine ungleich größere als in dem Quarzsand, denn der Verlust an der Oberfläche kann auf kapillarem Wege in jenen viel leichter gedeckt werden als in diesem. Hierin liegt die Ursache der durch vorliegende Versuche ermittelten Thatsache begründet, daß der Grundwasserspiegel in dem Lehm und Kalksand nicht allein eine geringere Höhe erreichte, sondern auch größeren Schwankungen unterlag als in dem Quarzsand. In dem Lehm würden die betreffenden Unterschiede zwischen diesem und dem Quarzsand noch deutlicher hervorgetreten sein, wenn er sich im Zustand der Einzelkornstruktur, und nicht, wie hier, in jenem der Krümelstruktur befunden hätte, da, wie anderweitig nachgewiesen wurde¹⁾, in letzterem Fall die kapillare Leitung wesentlich langsamer erfolgt als in jenem.

Die bei dem Torf ermittelten Werthe deuten darauf hin, daß bei diesem im Vergleich zu den übrigen Böden eine stärkere Verdunstung stattgefunden hatte. Dies steht im Einklang mit den Ergebnissen der Versuche *Eser's*²⁾, nach welchen der Humus unter allen Hauptbodengemengtheilen das größte Verdunstungsvermögen besitzt, und zwar wegen seines Vermögens, außerordentlich große Mengen von Wasser aufzuspeichern. Diese an sich schon hohe Wasserkapazität wurde zweifelsohne in den vorliegenden Versuchen noch dadurch vermehrt, daß der Boden fest zu-

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. VII. 1884. S. 283.

²⁾ Diese Zeitschrift. Bd. VII. 1884. S. 81 und 82.

sammengedrückt wurde, wodurch überdies dem kapillaren Aufsteigen des Wassers Vorschub geleistet wurde¹⁾). Das stetige und langsame Ansteigen des Grundwassers und der relativ niedrige Grundwasserstand in der in Rede stehenden Bodenart werden durch das bezeichnete Verhalten derselben dem Wasser gegenüber hinlänglich erklärt. . .

Die mitgetheilten Daten ermöglichen einen Einblick in die Vorgänge bei der Grundwasserbildung unter natürlichen Verhältnissen und gewähren gleichzeitig einige Anhaltspunkte zur Beurtheilung der von anderen Forschern²⁾ bezüglich der Ursachen der Grundwasserschwankungen aufgestellten Hypothesen. Sie zeigen vor Allem, daß sehr verschiedene Umstände diese Schwankungen hervorrufen können und daß daher letztere nicht aus einer einzigen Ursache erklärt werden dürfen, sondern aus dem Zusammenwirken mehrerer hergeleitet werden müssen.

Im Speziellen ergibt sich, abgesehen von Nebenumständen und für den Fall, daß die Bodenschichten eine horizontale Lage haben, daß für die Grundwassermenge zunächst die physikalische Beschaffenheit der über dem undurchlässigen Untergrunde liegenden Bodenschicht von maßgebendem Einfluß ist. Je größer die Wasserkapazität der betreffenden Bodenart ist und je langsamer das Wasser sich in derselben fortbewegt, um so länger hält sich das atmosphärische Wasser in den obersten Bodenpartien auf, um so leichter verdunstet es und um so größere Mengen von Wasser gehen für die Speisung des Grundwassers verloren, und vice versa. Ist der Boden mit einer Decke vegetirender Pflanzen bedeckt, so bildet sich während der Vegetationszeit überhaupt kein Ueberschuß von Wasser, oder derselbe ist so gering, daß er nur unwesentlich oder nur vorübergehend zu einer Erhöhung des Grundwassers beiträgt. Das Anwachsen desselben ist in diesem Falle lediglich auf die vegetationslose, d. h. auf die kältere Jahreszeit, in welcher überdies die Verdunstung beschränkt und schon aus diesem Grunde die Grundwasserbildung gefördert ist.

Neben der durch die physikalische Beschaffenheit des Erdreiches, sowie durch die Bedeckung desselben mit lebenden Pflanzen bedingten Verdunstung kommt bei Erklärung der Ursachen der Grundwasser-

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. VII. 1884. S. 289.

²⁾ Vergl. *J. Soyka*. Die Schwankungen des Grundwassers mit besonderer Berücksichtigung der mitteleuropäischen Verhältnisse. Geogr. Abhandlungen. Von *A. Penck*. Bd. II. Heft 3. Wien. 1888. E. Hölzel. S. 2—52.

schwankungen ferner die Tieflage der undurchlässigen Schicht in Betracht. Liegt diese sehr tief (mehrere Meter), so ist das Grundwasser vor Verdunstung fast vollkommen geschützt, es sammelt sich, entsprechend der Menge des Sickerwassers, welches aus den höheren Bodenschichten abfließt, in einer konstant zunehmenden Schicht an, bis der Spiegel in die in der Nähe der Bodenoberfläche gelegene Region anlangt, in welcher ein mehr oder weniger intensives Steigen des Wassers auf kapillarem Wege bis zur äußersten Bodenschicht stattfinden kann. Die Schwankungen des Grundwasserstandes nehmen nunmehr rapid zu und zwar in dem Umfange, als der Grundwasserspiegel der Oberfläche genähert, der kapillare Aufstieg des Wassers beschleunigt und die Verdunstung durch äußere Faktoren vermehrt ist. Je feinkörniger der Boden ist, um so früher tritt jene Grenze auf, bei welcher die Kapillarität ihren Einfluß geltend zu machen beginnt, jedoch dürfte dieselbe im günstigsten Falle, soweit es sich um eine lebhaftere Bewegung des Wassers nach aufwärts handelt, nicht viel unter 1,5 m von der Bodenoberfläche erreicht sein.

In Ansehung des Umstandes, daß die Durchfeuchtung des Bodens wie die Verdunstung aus demselben auch von äußeren Faktoren beherrscht wird, kann es nicht Wunder nehmen, daß letztere sich in gleicher Weise, wie die vorbezeichneten Umstände, von Einfluß auf die Grundwasserbildung erweisen. Unter übrigens gleichen Verhältnissen wird unter den angenommenen Voraussetzungen der Grundwasserstand mit der Niederschlagsmenge steigen und fallen müssen. Dies gilt jedoch für den nackten Boden und für die vegetationslose Jahreszeit, weil bei dem bebauten die Pflanzen während ihres Wachstums vom Beginn bis zur Beendigung desselben alles atmosphärische Wasser für sich in Anspruch nehmen, d. h. wieder verdunsten. Die Vertheilung der Niederschlagsmenge macht derart ihren Einfluß geltend, daß bei größerer Häufigkeit der Niederschläge ein geringerer Wassertüberschuß für das Grundwasser disponibel wird als, gleiche Zufuhr vorausgesetzt, bei Niederschlägen, welche durch längere Zeitintervalle von einander getrennt sind, von denen jeder aber ergiebiger ist, weil im ersteren Falle die Verdunstung in einem größeren Umfange stattfindet als im letzteren¹⁾. Eine Einwirkung der Temperatur ist gleichergestalt vorauszusehen, in dem Betracht, daß

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. XIV. 1891. S. 145.

die Verdunstung des Wassers aus dem Boden caeteris paribus mit der Erwärmung desselben steigt und fällt. Hieraus wird gefolgert werden müssen, daß unter sonst gleichen Verhältnissen in der kälteren Jahreszeit eher die Bedingungen zu einem Ansteigen des Grundwassers gegeben sind als in der wärmeren. Diese Wirkungen können zwar dadurch verwischt werden, daß in vielen Ländern, so z. B. Mitteleuropas, die Niederschlagsmenge im Sommer größer ist als im Winter¹⁾, allein dies hätte nur Gültigkeit für den nackten Boden, nicht aber für den mit Pflanzen bestandenen, weil dieser fast alles während der Vegetationszeit zugeführt erhaltene Wasser wieder durch Verdunstung an die Atmosphäre abgibt. Von hervorragendem Einfluß sind die Winde auf die Verdunstung, nicht selten von einem weit größeren als derjenige der übrigen meteorologischen Elemente, wie zu späterer Veröffentlichung bestimmte Untersuchungen eines Schülers des Referenten nachweisen werden. Gegenüber diesen Wirkungen ist jene des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft bezüglich der Verdunstung ungleich geringer, zumal überdies die bei diesem Faktor an einer Oertlichkeit hervortretenden Schwankungen innerhalb verhältnißmäßig enger Grenzen in die Erscheinung treten. Es wird hieraus geschlossen werden müssen, daß die Windstärke, neben den übrigen Einflüssen, einen höheren Antheil an den Grundwasserschwankungen hat als die Luftfeuchtigkeit.

In dem Bisherigen wurde behufs Vereinfachung der Darstellung angenommen, daß das Grundwasser sich an Ort und Stelle ansammle und keine Bewegung desselben stattfinde. In Wirklichkeit ist aber in der Mehrzahl der Fälle die Sachlage insofern eine andere, als das Grundwasser eine in horizontaler Richtung fortschreitende Bewegung zeigt, welche durch geneigte Lage der impermeablen Bodenschicht, auf weloher es sich angesammelt hat, oder durch Rezipienten, in welche es seitlich abfließen kann, veranlaßt wird. In solchen Fällen sind die Grundwasserstände in hervorragender Weise von den Widerständen beeinflusst, welche sich der Bewegung des Wassers in der permeablen Schicht entgegenstellen. Je größer die Durchlässigkeit letzterer ist, um so schneller wird die betreffende Bewegung sein und umgekehrt. Die Art dieses Abflusses ist nicht selten von größerem Belang für die Grundwasserschwankungen als alle übrigen oben geschilderten Einwirkungen.

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. XIV. 1891. S. 151.

In welchem außerordentlichen Grade der seitliche Abfluß auf den Grundwasserspiegel sich geltend machen kann, zeigen die in verschiedenen Städten vorgenommenen diesbezüglichen Messungen. In dem für Wasser außerordentlich durchlässigen Geröllboden, auf welchem München steht, liegt z. B. der Grundwasserspiegel ca. 6 m unter der Bodenoberfläche und zeigt nur eine mittlere jährliche Schwankung von 0,268 m¹⁾. Wäre kein seitlicher Abfluß nach der Isar vorhanden, so hätte sich im Lauf der Zeit, wie aus den vorliegenden Untersuchungen hervorgeht, das Grundwasser bis in die Nähe der Oberfläche ansammeln und ungleich größere Schwankungen aufweisen müssen, als solche in Wirklichkeit bestehen. Dasselbe gilt auch von den Grundwasserverhältnissen anderer Oertlichkeiten. Neben den durch die Beschaffenheit des Bodens und durch den Gang der meteorologischen Elemente bedingten Vorgängen erweist sich mithin auch der seitliche Abfluß von bedeutungsvollem Einfluß auf die Bildung und Schwankungen des Grundwassers.

Faßt man alle Momente ins Auge, so wird man der Schlußfolgerung die Berechtigung nicht absprechen können, daß die Ursachen der unter bestimmten lokalen Verhältnissen in die Erscheinung tretenden Grundwasserschwankungen nicht ausschließlich in der Wirkung dieses oder jenes Faktors gesucht werden können. Das zufällige Zusammentreffen zwischen dem Gange der Grundwasserschwankungen und demjenigen eines der vorbezeichneten Faktoren ist noch kein Beweis dafür, daß dieser als Ursache jener betrachtet werden müsse, so lange nicht der direkte Nachweis für fragliche Beziehungen erbracht ist und nicht alle übrigen in Betracht kommenden Faktoren mitberücksichtigt worden sind. So erscheint es dem Referenten auf Grund der hier ermittelten Thatsachen sehr fraglich, ob man, wie dies *Soyka* gethan hat, behaupten darf, daß an der einen Oertlichkeit (München) in den Niederschlägen, an einer anderen (Berlin) in dem sogen. Sättigungsdefizit die Ursache der Grundwasserschwankungen zu suchen sei, wiewohl die betreffenden Kurven einen augenfälligen Parallelismus in den bezeichneten Richtungen nachweisen. Daß die Jahreschwankung des Grundwasserstandes durch den Jahresverlauf des Niederschlages beherrscht werde, ist insofern unwahrscheinlich, als die Verdunstung im Sommerhalbjahr eine so umfangreiche ist, daß nicht allein

¹⁾ *J. Soyka* a. a. O. S. 31 und 32.

das während dieses Zeitraumes niederfallende Wasser, sondern auch ein Theil des in der kälteren Periode im Boden angesammelten Wassers an die Atmosphäre wieder abgegeben wird. Das Bestehen eines ursächlichen Zusammenhanges zwischen Niederschlag und Grundwasser wäre nur in dem Falle denkbar und wahrscheinlich, wo die Flächen unkultivirt sind. Da sich aber das Grundwasser auf weiten Strecken bildet, und diese zum überwiegenden Theil mit vegetirenden Pflanzen besetzt sind¹⁾, so erscheint die Annahme gerechtfertigt, daß die Niederschläge auf die Schwankungen des Grundwassers im Sommerhalbjahr muthmaßlich keinen oder doch nur einen minimalen Einfluß auszuüben vermögen. Um in der Beurtheilung sicher zu gehen, wäre es nothwendig, die Wirkungen sämtlicher oben angeführter Faktoren zu untersuchen; dann würde sich speziell für München ergeben, daß die Grundwasserverhältnisse an diesem Ort sich auf verschiedene andere Ursachen zurückführen lassen, unter welchen z. B. der seitliche Abfluß insofern eine große Rolle spielt, als die Schwankungen des Grundwassers mit denen des Spiegels der Isar, welcher jenes zufließt, ziemlich parallel laufen.

Untersucht man die Verhältnisse jener Oertlichkeiten, an welchen die Jahresschwankung des Grundwassers der des Sättigungsdefizits folgen soll (Berlin), so ergibt sich, daß auch in diesem Falle kein zwingender Grund zu einer solchen Annahme vorliegt. In Berlin fällt das Minimum des Grundwassers auf den Oktober; von da ab steigt letzteres bis zum April und nimmt dann wieder bis zum Oktober stetig ab. Der Umstand, daß die Kurve des Grundwassers mit einer gewissen Verschiebung genau die umgekehrte Kurve des Sättigungsdefizites repräsentirt, ist sicherlich noch kein Beweis dafür, daß letzteres an den Schwankungen jenes vornehmlich beteiligt sei, denn diese Schwankungen lassen sich in einfachster Weise einerseits durch den oben geschilderten allgemeinen Gang der Verdunstung, andererseits durch die Thatsache erklären, daß im Klima Deutschlands die unterirdische Wasserabfuhr am ergiebigsten im Frühjahr vor sich geht. Der etwa zu erhebende Einwand, daß das Sättigungs-

¹⁾ Um die Richtigkeit des im Text erhobenen Einwandes zu prüfen, wäre es im hohen Grade wünschenswerth, wenn ausgedehnte Untersuchungen über den Grundwasserstand an solchen Oertlichkeiten vorgenommen würden, welche auf weite Strecken mit Pflanzen (Wald) bedeckt sind, und wo selbstredend jede seitliche Infiltration ausgeschlossen ist.

defizit für die hier in Betracht kommende Verdunstung maßgebend und somit doch indirekt an den betreffenden Vorgängen betheiligt sei, könnte insofern keinen Anspruch auf Gültigkeit erheben, als der Feuchtigkeitsgehalt der Luft auf die Verdunstung einen viel geringeren Einfluß ausübt als z. B. die Winde, die Temperatur, die diesbezügliche Thätigkeit der Pflanzen u. s. w., Faktoren, welche trotz ihrer außerordentlichen Bedeutung bei der Eruirung der Ursachen der Grundwasserschwankungen in den mehrfach angezogenen Untersuchungen unberücksichtigt geblieben sind.

Da ein weiteres Eingehen auf diese Materie außerhalb des Bereiches dieser Mittheilung gelegen ist, so mögen diese kurzen Andeutungen hinsichtlich der Deutung der Ursachen der in der Natur auftretenden Veränderungen des Grundwasserstandes genügen. Für den vorliegenden Zweck wird es als ausreichend betrachtet werden können, den Nachweis geliefert zu haben, daß die Schwankung des Grundwassers eine Erscheinung ist, die aus einer Komplikation theils sich unterstützender, theils gegenseitig aufhebender Ursachen herrührt und deshalb nicht aus einer einzigen Ursache erklärt werden kann.

Neue Litteratur.

A. Mayer. Ueber die klimatischen Bedingungen der Erzeugung von Nikotin in der Tabakspflanze. Die Landw. Versuchsstationen. Bd. XXXVIII. 1891. S. 453--467.

Um den Einfluß des Klimas auf die Bildung des Nikotins in der Tabakspflanze zu ergründen, hat Verf. versucht im Uebrigen vergleichbare Pflanzen zu ziehen, die nur in einem vergleichbaren Falle eine verschiedene Wärmesumme zwischen Auspflanzen und Ernte erhalten hatten, denen in einem anderen Falle verschiedene Lichtmengen geboten wurden, in einem dritten Falle verschiedene Wassermengen, in einem vierten Falle im mehr oder weniger dampfgesättigten Raume erwachsen waren u. s. f.

I. Wärmeunterschiede. Einige Pflanzen, von denen jede sich in einem Zinktopfe mit 16 kg. Erde befand, wurden der gewöhnlichen Temperatur, wie sie sich im Freien darbot, ausgesetzt, andere der erhöhten Temperatur eines nach Süden exponirten Glashauses. Eine dritte Serie endlich wurde spät gesäet, so daß die Pflanzen erst im September zur reichlichen Entwicklung kamen. Die Dampfsättigung der Luft war auch im zweiten Falle nicht sehr gesteigert, da das Glashaus bei offener Thür benutzt wurde, was dennoch nicht verhinderte, daß die Temperatur eine erheblich gesteigerte war. Der Einfluß einer gesteigerten Dampfsättigung ist übrigens in diesen Versuchen besonders experimentell bearbeitet und dabei konstatiert, daß dieser Einfluß jedenfalls nicht sehr bedeutend sein kann und daher die beobachteten Unterschiede nicht etwa auf Kosten dieses variablen Momentes zu setzen sind.

Der mittlere Temperaturunterschied betrug nach den Aufzeichnungen 2,5°, ein nicht unbeträchtlicher Unterschied, wenn er konstant vorhanden ist. Der mittlere tägliche Unterschied dürfte aber noch größer gewesen sein, da die Abkühlung durch nächtliche Ausstrahlung in dem Glashause weit geringer sein mußte. Um ein genaues Maß des Unterschiedes war es dem Verf. keineswegs zu thun, da nur der Einfluß der Temperatur auf die Nikotinerzeugung qualitativ geprüft werden sollte. Bei unter sich vergleichbaren Pflanzen, mit Einbeziehung der bei den später gesäeten, waren die Resultate folgende:

	Lufttrocken- substanz.	Mittlerer Nikotingehalt.
niedrige Temperatur	22,5 gr	2,10
mittlere »	30,9 »	2,95
hohe »	32,5 »	4,15.

Man sieht also, daß, obwohl überall in diesen Versuchen die zu beobachtenden Gesetzmäßigkeiten durch indirekte Unterschiede der einzelnen analysirten Pflanzen nicht in ihrer vollen Klarheit hervortreten, der Nikotingehalt mit der Temperatur steigt, wobei dann allerdings dahingestellt bleiben mag, ein wie großer

Theil des Mindergehaltes der später angesäeten (bei niedriger Temperatur entwickelten) Pflanzen auf den Einfluß des Lichtmangels, worüber im Folgenden gesprochen werden soll, gesetzt werden muß.

II. Unterschiede in der Belichtung. Die Unterschiede in der Belichtung wurden theilweise so erzielt, daß die Pflanzen mit schwacher Belichtung unter dreiseitigen Pyramiden sich befanden, von denen die eine nach Norden zugekehrte Seite frei gelassen war, die beiden andern aus nach Außen mit weißem Anstrich versehenem Schwarzblech bestanden, während die in vollem Lichte erwachsenen Pflanzen unter ebenso gestalteten, gleichfalls nach Norden offenen Glaspjramiden sich befanden. Schätzungsweise betrug bei ersteren der Lichtgenuß nur $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ desjenigen bei letzteren. Außerdem wurden einige Blätter von im Lichte gezogenen Pflanzen durch wochenlang dauernde Staniolumhüllungen beschattet. Die Pflanzen, unter diesen verschiedenen Umständen erzogen, verhielten sich nun bezüglich des Nikotingehaltes wie folgt:

	im Licht.	beschattet.	Blätter im vollen Lichte: 4,4 %
Nikotin-	2,9 %	1,5 %	» derselben Pflanze,
gehalt {	4,4 »	2,2 »	beschattet: 2,2 ».

Das Licht hatte sonach einen entschiedenen positiven Einfluß auf den procentischen Gehalt der Blätter an Nikotin¹⁾.

III. Unterschiede in der Bodenfeuchtigkeit. Der Wassergehalt des Bodens wurde so geregelt, daß er in einem Falle stets annähernd 60 % der größten Wasserkapazität, in einem anderen Falle 40 %, in einem dritten Falle 80 % u. s. w. betrug. Wenigstens war dies die Absicht. Die große Regenmenge des Sommers machte allerdings insofern einen großen Strich durch diese Rechnung, als alle Töpfe zeitweise mehr Wasser empfingen, als ursprünglich beabsichtigt war, bis durch besondere Maßregeln diesem Uebelstande einigermaßen abgeholfen war. Aber diese Schädigung betrifft doch nur die genau quantitative Regelung dieses Verhältnisses. Immerhin steht noch eine Reihe von übrigens genau vergleichbaren Vegetationsversuchen zur Verfügung, von denen auf Grund von Wägungen und ergänzenden Beobachtungen mit absoluter Sicherheit behauptet werden darf, daß sie mehr oder daß sie weniger Wasser empfangen haben.

Die Resultate des Versuches waren:

	Im Mittel.
Wasser im großen Ueberfluß	1,12 % Nikotin
» im Ueberfluß	1,60 » »
Weniger Wasser	2,95 » ».

Diese Versuche sprechen deutlich genug. Sie zeigen, daß mit zunehmendem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens der Nikotingehalt der Blätter sich vermindert.

IV. Unterschiede in der Transpiration. Die Transpirationsgröße wurde dadurch variiert, daß, bei gleichem oder nahezu gleichem Wassergehalt des Bodens, in dem einen Falle Glaskästen über die Pflanzen gestülpt wurden, während in dem anderen Falle die Pflanzen in die freie Atmosphäre verdunsten konnten. Die unter diesen Umständen erzielten Resultate waren:

¹⁾ An trockener Blattmasse wurden im Mittel geerntet: im Lichte 37,6 gr, im Schatten 21,3 gr.

	Natürliche Transpiration.	Verminderte Transpiration.
Nikotin- gehalt	3,10 % 2,90 »	3,20 % 3,55 »

Diese Zahlen scheinen zu beweisen, daß die künstlich verminderte Verdampfung einen kleinen, wiewohl günstigen Einfluß auf die Nikotinerzeugung habe. Indessen ist zu berücksichtigen, daß die künstliche Transpirationsverminderung nicht möglich war, ohne eine Erhöhung der Temperatur, die, wie nachgewiesen, günstig wirkt. Es würde mithin bei der Geringfügigkeit des Unterschiedes eher ein negativer als ein positiver Einfluß übrig bleiben. Dazu kommt, daß die Pflanzen, deren Wasserverdunstung einzuschränken in der Absicht des Versuches lag, sogar stärker transpirirten als die Vergleichspflanzen mit freigelassener Verdunstung. Die große Komplikation des Transpirationsprozesses hat mithin die Versuchsführung mehr oder weniger illusorisch gemacht, so daß eine Wiederholung des Experimentes mit wesentlich anderen Mitteln geschehen müßte. *E. W.*

Schubert. Einfluß der Windstärke auf den Temperaturunterschied zwischen Feld und Wald. Das Wetter. 1891. Heft 3. S. 68—70.

Aus der von *A. Müttrich*¹⁾ veröffentlichten Arbeit über den Einfluß des Waldes auf die periodischen Veränderungen der Lufttemperatur hat sich ebenso wie aus den sonst darüber angestellten Beobachtungen ergeben, daß die Mittagstemperatur auf den meteorologischen Waldstationen niedriger ist als auf den benachbarten Feldstationen. Der Unterschied, welcher zwischen den Mittagstemperaturen der Wald- und Feldstation, ist dabei aber gewissen Schwankungen unterworfen, und es soll hier untersucht werden, in welcher Weise derselbe vom Winde beeinflusst wird. Von vornherein läßt sich vermuthen, daß der Wind die Temperaturdifferenz abschwächen wird, weil mit zunehmender Windstärke auch ein stärkerer Luftaustausch und daher auch eine größere Ausgleichung der Lufttemperatur von Feld und Wald hervorgerufen werden wird. Zur ziffermäßigen Untersuchung dieser Frage benutzt Verf. die Beobachtungen der Eberswalder Feld- und Waldstation und zwar die um 2 Uhr Nachmittags angestellten. Auf den Umstand, daß die Beobachtungen auf der Waldstation etwa zehn Minuten später stattfinden, ist weiter keine Rücksicht genommen. Für alle Tage des Jahres, 1. September 1888 bis 31. August 1889, sind die Temperaturdifferenzen zwischen Wald- und Feldstation für 2 Uhr gebildet und gemäß den um 2 Uhr auf der Feldstation beobachteten Windstärken in 6 Rubriken nach den Stärken 0 bis 5 geordnet. Der Wind ist nach der Skala 0 bis 6 geschätzt. Die Windstärke 6 kommt in diesem Jahre nicht vor.

Im Mittel des Jahres betrug der Temperaturunterschied Feld-Wald um 2 Uhr (°C.):

bei einer Windstärke von	0	1	2	3	4	5
	1,10	1,25	1,00	0,63	0,59	0,25.

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. XIV. 1891. S. 172.

Im Gesamtmittel betrug die Temperaturdifferenz (Abkühlung im Walde) 1,00°, d. h. gerade so viel wie für die Windstärke 2. Die Abnahme der Temperaturdifferenz mit wachsender Windstärke ist, abgesehen von dem etwas zu niedrigen Mittel für die Windstillen, eine regelmäßige. Versucht man den Temperaturunterschied (u) als eine lineare Funktion der Windstärke (w) darzustellen, d. h. durch einen Ausdruck der aus einem konstanten positiven und einem der Windstärke proportionalen negativen Gliede besteht, so ergibt sich als wahrscheinliche Gleichung:

$$u = 1,46^\circ - 0,245 \cdot w \text{ oder abgerundet } u = 1,5^\circ - 0,25 \cdot w.$$

Dabei sind unter w die durch Schätzung erhaltenen Zahlen 0, 1 bis 5 zu verstehen. Setzt man diese Zahlen der Reihe nach für w in die letztere Gleichung, so erhält man für u die Werthe:

$$1,5^\circ \quad 1,25^\circ \quad 1,0^\circ \quad 0,75^\circ \quad 0,5^\circ \quad 0,25^\circ,$$

während die erstere (genauere) Gleichung die Werthe

$$1,46^\circ \quad 1,22^\circ \quad 0,97^\circ \quad 0,73^\circ \quad 0,48^\circ \quad 0,24^\circ$$

ergiebt. Diese Zahlen sind in genügender Uebereinstimmung mit den oben angegebenen, wie sie direkt aus den Beobachtungen folgen. Nur bei der Windstärke 0 ist der berechnete Werth um einen Betrag von 0,36° größer als das Mittel aus den Beobachtungen. Doch wird die Bedeutung dieser Abweichung dadurch verringert, daß im Ganzen nur 11 Windstillen vorkommen. Man kann also mit hinreichender Genauigkeit sagen, daß der mittlere Temperaturunterschied zwischen Feld und Wald — bei den 2 Uhr-Beobachtungen — mit stärker werdendem Winde abnimmt, und daß diese Abnahme dem Anwachsen der Windstärke (0, 1 5 [6]) proportional ist. E. W.

G. Bonnier. Einfluß der Höhenlage auf die Funktionen der Gewächse. Comptes rendus. T. CXI. 1890. p. 377. — Botan. Zentralblatt. Von O. Uhlworm. Bd. XLV. 1891. S. 380.

Verf. hatte in verschiedenen Höhenlagen Kulturversuche mit Pflanzen an gestellt und bereits in einer früheren Mittheilung¹⁾ dargelegt, wie die Pflanzen im alpinen Klima bezüglich ihrer äußeren Form und ihrer Struktur variiren. In Gegenwärtigem will er zeigen, welche Abänderungen in den Funktionen der Pflanzen eintreten, sobald die Höhenlage abgeändert wird. Zuvor erinnert er daran, daß in größeren Höhenlagen die Blätter dicker werden, daß ferner das Pallasidengewebe sich mehr entwickelt und chlorophyllhaltiger wird. Die Assimilation durch das Chlorophyll anlangend, so ließ sich von vornherein annehmen, daß ein Blatt mit höher ausgebildetem Pallasidengewebe und größerem Chlorophyllgehalt mehr Kohlensäure zersetzen würde als ein gleich großes Blatt derselben Art, das weniger dick und chlorophyllreich ist. Ob das wirklich so sei, sollten Versuche in Chamounix zeigen. Zu diesem Zweck wurden beblätterte Zweige derselben Art zu gleicher Zeit in der 2300 m hohen oberen und der 1050 m hohen unteren Station gesammelt, in feuchtes Moos gewickelt und in einer

¹⁾ Vergl. diese Zeitschrift. Bd. XII. 1889. S. 440.

Weißblechbüchse nach Chamounix gebracht. Hier führte man zwei gleichgroße Blätter in zwei Apparate ein, die eine gleiche Menge Kohlensäure enthielten, und setzte sie gleichzeitig demselben Lichte aus. Die gleichen Versuche wurden auch in den Pyrenäen und zwar in einer 2400 m und einer anderen nur 740 m hohen Station angestellt. Als Versuchsobjekt dienten *Ranunculus acris*, *Calluna vulgaris*, *Leucanthemum vulgare*, *Alchemilla vulgaris*, *Rubus idaeus*, *Achillea Millefolium*, *Veronica officinalis*, *Betonica grandiflora* u. s. w.

In ähnlicher Weise und mit den gleichen Pflanzen wurden auch die Versuche, die sich auf die Respiration, sowie auf die Transpiration bei Belichtung und im Dunkeln bezogen, angestellt.

Es ergab sich dabei, daß bei Pflanzen gleicher Art unter gleichen äußeren Bedingungen das in einem alpinen Klima kultivierte Exemplar seine Funktionen derart abändert, daß die Assimilation und die während derselben stattfindende Transpiration gesteigert werden, während die Respiration und die Transpiration im Dunkeln sich nur wenig ändern, bezw. verringern. Daraus erhellt, daß während des kurzen Sommers in den größeren Höhenlagen die Pflanze mit größerer Intensität die Nährstoffe bildet, welche sie nöthig hat, und es erklärt sich, warum Pflanzen der Ebene, sobald sie im Alpenklima wachsen, eine relativ größere Menge an Zucker, Stärkemehl, ätherischen Oelen, Farbstoffen, Alkaloiden produzieren, da diese Produkte in Beziehung zur Chlorophyllassimilation stehen.

N. Passerini. Gelöste Stoffe im Regenwasser der Jahre 1888 und 1889. *Le Stazioni Speriment. Agrar. Ital.* Vol. XIX. 1890. p. 299. — *Biedermann's Zentralbl. f. Agrikulturchemie.* 1891. Heft 1. S. 1.

Die Oertlichkeit, wo Verf. das Regenwasser sammelte, war 120 m hoch über dem Meere gelegen. Mitunter wurde es sofort nach dem Regen untersucht, um einige leicht veränderliche Bestandtheile zu bestimmen.

Im Jahre 1888 betrug die Regenhöhe 838,71 mm. Ein Liter Regenwasser enthielt: 0,053 gr bei 140° getrockneten, festen Rückstand, davon 0,031 gr in der Hitze flüchtige Stoffe, ferner 1,3856 mgr Ammoniak, 0,0546 mgr Salpetersäure und 0,0394 gr oxydirbare organische Substanz. Auf ein Hektar waren gefallen im Jahre

	1888	1889
Wasser	8387 cbm.	7674 cbm.
Ammoniak	13,28 kg.	2,4 kg.
Salpetersäure	5,65 »	7,5 »
Gesamtstickstoff	12,39 »	?
Oxydirbare organische Stoffe	263,60 »	183,3 »
Fester Rückstand	421,98 »	457,3 »
Flüchtige Stoffe	240,40 »	?
Feste Stoffe	181,63 »	?

Ammoniak trat in größeren Mengen während der kalten Jahreszeit als während der wärmeren auf und vornehmlich in Gewitterregen. Salpetersäure war ebenfalls in Gewitterregen reichlicher vorhanden und in fast verschwindender Menge in solchem, der ruhig und ohne elektrische Erscheinungen gefallen war. Die organische Substanz, unter der auch Alkohol gewesen sein soll, fand

sich reichlicher in der warmen Jahreszeit als in der kalten. Festen Rückstand enthielt das Regenwasser am meisten in der Zeit vom Juli bis September 1888, es fand sich auch am meisten davon, wenn West- und Südwind herrschte.

C. F. A. Tuxen. Untersuchungen über die Bedeutung der Niederschläge als Stickstoffquelle für die Kulturpflanzen. Undersøgelser over Regnens Betydning her i Landet som Kvælstofkilde for Kulturplanterne. Tidsskrift for Landøkonomi. Kjöbenhavn. 1890. S. 325—350.

Die Arbeit betrifft einen Vortrag, welchen der Verf. in der Königl. Landwirtschaftsgesellschaft gehalten hat. In klarer und übersichtlicher Weise werden die Fortschritte dargelegt, welche allmählich die Kenntniß der für die Pflanzenwelt zugängigen Stickstoffverbindungen gemacht hat. Hieran schließen sich eigne Untersuchungen über die N-Verbindungen der Niederschläge in Dänemark. Die Beobachtungen umfassen die Jahre von 1880 bis 1885 (monatliche Bestimmungen).

Die folgenden Tabellen geben die gefundenen Zahlen:

1 Liter Regenwasser enthielt im Liter (Milligr.):

Jahreszeiten.	1880—81			1881—82			1882—83			1883—84			1884—85		
	Regen- höhe. mm	Ammoniak.	Salpeter- säure.	Regen- höhe. mm	Ammoniak.	Salpeter- säure.	Regen- höhe. mm	Ammoniak.	Salpeter- säure.	Regen- höhe. mm	Ammoniak.	Salpeter- säure.	Regen- höhe. mm	Ammoniak.	Salpeter- säure.
Sommer	141	0,75	0,40	178	0,70	0,45	215	0,81	0,31	179	1,50	0,44	146	0,92	0,85
Herbst	287	0,85	0,46	184	2,53	0,15	165	1,71	0,13	205	1,05	0,04	173	0,58	1,26
Winter	78	3,88	0,80	74	4,36	0,03	61	7,98	0,04	173	1,05	0,81	114	5,10	1,09
Frühling	76	1,80	0,50	103	3,07	0,16	47	9,90	0,12	98	3,63	0,56	88	4,35	2,01
Im Durchschnitt	—	1,96	0,54	—	2,66	0,20	—	5,10	0,15	—	1,81	0,34	—	2,74	1,30

Berechnet man die Zufuhr an Stickstoffverbindungen durch die Niederschläge für ein Hektar, so ergeben sich folgende Zahlen (in Kilogr. Stickstoff):

Jahreszeiten.	1880—81			1881—82			1882—83			1883—84			1884—85			
	Ammo- niak.	Salpeter- säure.	Gesamt.	Ammo- niak.	Salpeter- säure.	Gesamt.	Ammo- niak.	Salpeter- säure.	Gesamt.	Ammo- niak.	Salpeter- säure.	Gesamt.	Ammo- niak.	Salpeter- säure.	Gesamt.	
Juni	0,30	0,25	0,55	0,02	0,02	0,04	0,39	—	0,39	1,32	0,01	1,33	0,22	0,18	0,40	
Juli	0,70	0,27	0,97	0,89	0,75	1,64	0,56	0,63	1,19	0,86	0,62	1,48	0,91	0,14	1,05	
August	0,06	0,04	0,10	0,33	0,05	0,38	0,84	0,05	0,89	0,53	0,71	0,70	0,25	0,88	1,13	
September	0,81	0,03	0,84	1,40	0,13	1,53	0,95	0,05	1,00	0,42	0,05	0,47	0,12	0,81	0,98	
Oktober	0,95	0,95	1,92	1,68	0,11	1,79	1,12	0,14	1,26	1,40	0,03	1,43	0,65	0,55	1,20	
November	0,62	0,29	0,91	1,74	0,04	1,78	0,84	0,03	0,87	0,39	—	0,39	0,21	0,79	1,00	
Dezember	1,23	0,50	1,73	0,84	0,01	0,85	1,87	—	1,87	0,50	0,03	0,53	2,52	0,67	3,19	
Januar	0,67	0,03	0,64	0,90	0,01	0,91	1,75	0,02	1,77	0,73	0,50	1,23	1,82	0,32	2,14	
Februar	0,85	0,09	0,96	1,40	—	1,40	1,19	0,01	1,20	0,55	—	0,55	1,26	0,12	1,38	
März	0,31	0,12	0,43	1,56	0,13	1,69	1,49	—	1,49	1,60	0,11	1,71	1,58	0,43	2,01	
April	—	—	—	—	0,84	0,01	0,85	1,31	0,03	1,34	1,24	0,09	1,33	1,29	0,67	1,90
Mai	1,00	0,23	1,23	0,73	0,02	0,75	1,16	0,02	1,18	0,79	0,36	1,15	0,65	0,51	1,16	
Sommer	1,06	0,56	1,62	1,24	0,82	2,06	1,79	0,68	2,47	2,71	0,80	3,51	1,38	1,20	2,58	
Herbst	2,38	1,27	3,67	4,82	0,28	5,10	2,91	0,22	3,13	2,21	0,08	2,29	0,98	2,15	3,13	
Winter	2,71	0,62	3,33	3,14	0,02	3,16	4,81	0,03	4,84	1,78	0,53	2,31	5,60	1,11	6,71	
Frühling	1,31	0,35	1,66	3,13	0,16	3,29	3,96	0,05	4,01	3,63	0,56	4,19	3,46	1,61	5,07	
Im Jahr	7,46	2,80	10,26	12,33	1,28	13,61	13,47	0,98	14,45	10,33	1,97	12,30	11,42	6,09	17,49	

Tuxen schließt sich durchaus der Auffassung an, daß die in den Niederschlägen enthaltenen Ammoniakmengen überwiegend den Verwesungsprozessen organischer Stoffe entstammen. Er bezeichnet seine Zahlen als Maximalmengen, da die Niederschläge in der Nähe eines ziemlich großen Dorfes gewonnen wurden, wo die Entwicklung von Ammoniak und Salpetersäure doch wahrscheinlich eine größere ist als in den übrigen Theilen des Landes.

E. Ramann (Eberswalde).

E. Brückner. Klimaschwankungen seit 1700 nebst Bemerkungen über die Klimaschwankungen der Diluvialzeit. Das Wetter. 1891. Heft 2. S. 43.

Die Oszillationen der Alpengletscher haben seit geraumer Zeit die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gezogen und ließen die Existenz von Schwankungen des Klimas ahnen, die jedoch erst von *Sonklar*, *Forel*, *Richter* und *Lang* für den Umkreis der Alpen erwiesen wurden. Da begegneten uns Schwankungen von dem gleichen Rhythmus am Kaspischen Meere. Wir vermöchten dieselben fast über alle abflußlosen Gebiete der Erde hinweg zu verfolgen, indem wir, vielfach Vortheil aus den Untersuchungen *Sieger's* ziehend, für 11 abflußlose Seen in Europa, 12 in Asien, 10 in Nordamerika, 2 in Südamerika, 6 in Afrika und 3 in Australien synchrone Schwankungen des Wasserstandes konstatirten. Dieses Material wurde ergänzt durch die Beobachtungen von 31 Pegelstationen an Flüssen und Flußseen in Europa, 5 in Afrika und 4 in Nordamerika. Die Existenz von synchronen Schwankungen des Klimas war dieser Art durch die allgemein auftretende Thatsache der Schwankungen der hydrographischen Phänomene festgestellt, ohne daß doch dieselben über das Wesen der Klimaschwankungen hätten Aufschluß geben können. Einen Einblick in das letztere gewannen wir erst durch Diskussion der Beobachtungen zahlreicher meteorologischer Stationen, die über die ganze Erde vertheilt waren. Leider aber reichten dieselben nur in wenigen Fällen bis in das vorige Jahrhundert zurück und konnten daher nicht wohl zur Feststellung der Periodenlänge der Klimaschwankungen dienen. Eine solche wurde uns durch die zum Theil viele Jahrhunderte umfassenden Register über den Auf- und Zugang der Gewässer, über den Termin der Weinernte und die Häufigkeit kalter Winter ermöglicht.

Das Material, das wir in dieser Reihenfolge zur Untersuchung heranzogen, darf wohl ein sehr großes genannt werden. Ueber seinen Umfang giebt die folgende Zusammenstellung Aufschluß.

Anzahl der			
Regenstationen	321	mit	13500 Beob.-Jahren.
Temperaturstationen	ca. 280	»	ca. 10000 »
Luftdruckstationen	44	»	1700 »
Pegelstationen	40	»	2300 »
Abflußlosen Seen	46	»	ca. 2000 »
Stationen für Flußeisbeobachtungen . .	44	»	3100 »
Stationen für den Termin der Weinernte	29	»	4300 »
Insgesamt 804 mit			36900 Beob.-Jahren.

Dieser Umfang des benutzten Materials, das fortwährend auf seine Güte geprüft wurde, nicht minder auch die innere Uebereinstimmung der Resultate, die sich überall zeigte, gestatten wenigstens einen Theil der gewonnenen Ergebnisse als gesichert zu betrachten, während freilich viele Fragen nur gestreift werden konnten und ihre definitive Beantwortung der Zukunft überlassen bleiben muß, bis einst noch eine halbe oder ganze Schwankung durch die zahlreichen, heute funktionirenden meteorologischen Stationen registriert sein wird. Erst nach 20 bis 25 Jahren wird es möglich sein, die Klimaschwankungen in allen ihren Einzelheiten zu erkennen. Ueber ihr Wesen sind wir jedoch zum Theil schon heute unterrichtet.

Die Klimaschwankungen bestehen in Schwankungen der Temperatur, des Luftdrucks und des Regenfalls, die sich auf der ganzen Erde gleichzeitig in einer 35jährigen Periode vollziehen. Dabei ist die Temperatur dasjenige Element, von dem alle übrigen mehr oder weniger abhängen. Die Schwankungen der Temperatur konnten wir an Thermometerbeobachtungen bis 1731 zurückverfolgen, dagegen an den Daten über die Eisverhältnisse russischer Ströme bis 1700 und selbst noch weiter zurück. Die Schwankungen der Temperatur sind so gut wie allen Ländern der Erde gemeinsam. Nur 11 Prozent derselben bilden Ausnahmen, jedoch ohne daß irgend eine Gesetzmäßigkeit gefunden werden könnte, während jedesmal 89 Prozent aller Gebiete gleichzeitig Kälteperioden und gleichzeitig Wärmeperioden erleben. Hierin liegt ein Unterschied gegen Luftdruck und Regenfall vor, deren Schwankungen von Ort zu Ort wechseln.

Die Amplitude der Schwankungen der Temperatur ist im Mittel für die ganze Erde $0,76^{\circ}$ C., vor 1850 sogar rund 1° C., wird jedoch auf einmal von 1850 an viel kleiner. Die Schwankungen sind für Mitteleuropa gleichbedeutend einem Hin- und Herpendeln der Isothermen um nicht weniger als 300 km oder 3 Breitengrade. Zerlegen wir jede der Schwankungen in eine warme und in eine kalte Hälfte, so differiren deren Mitteltemperaturen immer noch um $0,4^{\circ}$ C. Mit der Sonnenfleckenhäufigkeit haben sie nichts zu thun. Dabei ist ihre Amplitude größer als diejenige der elfjährigen Periode, welche *Köppen* im Zusammenhang mit der Sonnenfleckenhäufigkeit für beschränkte Zeiträume nachgewiesen hat.

Die Temperaturschwankungen wirken auf die Luftdruckvertheilung ein, indem sie synchrone Schwankungen des Barometers hervorrufen. Die Intensität und der Charakter dieser Luftdruckschwankungen ändert sich von Gebiet zu Gebiet in durchaus gesetzmäßiger Weise. Ist auch nur Europa und ein Theil von Asien mit einer genügenden Zahl von Stationen besetzt, so geht doch mit Sicherheit aus deren Beobachtungen hervor, daß die kühlen Perioden durch eine Schwächung aller Luftdruckdifferenzen, die warmen durch eine Verschärfung derselben ausgezeichnet sind. Das äußert sich in verschiedener Weise. Zunächst nimmt in der kühlen Periode die Amplitude der Jahresschwankung ab. Dann aber ändern sich vor Allem auch die örtlichen Luftdruckdifferenzen, d. h. die Gradienten. Die Wärmeperioden zeichnen sich durch eine Vertiefung der nordatlantischen Cyklone, besonders im Winter, aus durch eine Erhöhung des Luftdrucks unter den Roßbreiten und über Mittel- und Osteuropa, im Winter auch über Sibirien, endlich durch eine in Südost-Asien angedeutete Vertiefung der Mulde niedrigen Druckes unter dem Aequator.

Diese Schwankungen wirken nun ihrerseits auf den Regenfall ein. Streng nachgewiesen ist die Art des Einwirkens nur für den nordatlantischen Ozean und Europa nebst Sibirien, die ihre Feuchtigkeit vom nordatlantischen Ozean beziehen. Daß im Winter der warmen Periode, wenn die Cyklone bei Island vertieft, die Anticyklone auf dem Kontinent aber erhöht ist, der Regen auf dem Lande geringer sein muß, ist ersichtlich. Allein auch im Sommer der warmen Periode findet das Gleiche statt, obgleich derselbe den Luftdruck in der kontinentalen Cyklone mindert. Denn der die letztere von der nordatlantischen Cyklone scheidende Rücken relativ hohen Drucks, der von Spanien gegen Nowaja-Semlja zieht, accentuirt sich zu dieser Zeit bedeutend und erschwert den Uebertritt ozeanischer Luft auf's Festland. So wird die letztere das ganze Jahr hindurch in höherem Grade über dem Meere festgehalten, als dieses in den kühlen Perioden geschieht, und der Regenfall auf dem Lande nimmt erheblich ab.

Für andere Gebiete ist der physikalische Zusammenhang zwischen Temperaturschwankungen und Schwankungen des Regenfalls nicht klargelegt, weil langjährige Luftdruckbeobachtungen fehlen. Daß jedoch ein solcher besteht, ist zweifellos, denn die Schwankungen des Regenfalls treten allgemein auf.

Auf dem Gros der Landmassen schwankt der Regenfall derart, daß die kühlen Perioden auch feucht und die warmen trocken sind. Etwas mehr als 20 Prozent der durch die meteorologischen Beobachtungen vertretenen Gebiete verhalten sich theils ständig, theils wenigstens temporär abweichend, indem bei ihnen Regenreichthum und Wärme, andererseits Regenarmuth und Kälte zusammenfallen. Es ist sehr wichtig, daß diese Ausnahmegebiete sich vorwiegend um die Ozeane gruppieren, die solcher Art ihrer ganzen Ausdehnung nach in den Verdacht der Ausnahme kommen wie der nordatlantische Ozean. In der That ist es verständlich, daß, je mehr feuchte ozeanische Luft vom Meer auf's Land übertritt, desto mehr Gelegenheit zur Regenbildung dem Ozean entzogen wird. So scheint eine Art Kompensationsverhältniß zwischen Kontinent und Ozean zu bestehen.

Die Schwankungen des Regenfalls sind sehr verschieden ausgeprägt; ihre Intensität nimmt im Allgemeinen mit der Kontinentalität zu. Das Verhältniß der Regenmenge zur Zeit des Maximums zu derjenigen des Minimums wächst gegen das Innere der Landmassen hin; den größten bekannten Werth erreicht es mit 2,81 in Westsibirien. Es rücken hier in der feuchten Periode die Isohyeten um viele Hunderte von Kilometern gegen das Innere des Festlandes vor, um in der Trockenzeit sich ebenso weit wieder zurückzuziehen. Da gleichzeitig auf dem Ozean die Regenmenge abnimmt, so sagt das nichts Anderes, als daß sich in den kühlen und für die Landflächen feuchten Perioden die Gegensätze zwischen Ozean und Kontinent erheblich ausgleichen. Die Abnahme des Regenfalls gegen das Innere des Landes ist in den warmen Trockenperioden rasch, in den feuchten Kälteperioden langsam. Das ließ sich für Asien, Europa und Nordamerika im Großen und selbst für beschränkte Gebiete im Kleinen darthun.

Im Mittel für die Länder der Erde, ausschließlich der Ausnahmegebiete, beträgt die Schwankung des Regenfalls 24 Prozent des vieljährigen Mittels und einschließlich der Ausnahmen immer noch 12 Prozent. Die gesammte zur Zeit des Minimums auf alle Länder der Erde fallende Regenmenge ist um 12 Prozent kleiner als diejenige zur Zeit des Maximums.

Auch die Regenbeobachtungen genügen, obwohl sie bis etwa 1700 zurückgehen, nicht, um die mittlere Periode der Klimaschwankungen zu berechnen. Das gelang erst mit Hilfe der oben erwähnten Register über die Eisverhältnisse der russischen Ströme, über den Termin der Weinernte und die Häufigkeit kalter Winter. Mit Benutzung dieses Materials ließen sich unsere Klimaschwankungen mit einiger Sicherheit bis etwa 1400, an der Häufigkeit kalter Winter sogar bis zum Jahre 1000, zurückverfolgen. Wir zählten seit 1020 volle 25 Schwankungen und berechneten hieraus die mittlere Länge derselben zu $34,8 \pm 0,7$ Jahren. In den letzten beiden Jahrhunderten erscheinen als Zentren von kalten und feuchten Perioden die Jahre 1700, 1740, 1780, 1815, 1850 und 1880, als Zentren von warmen und trockenen Perioden die Jahre 1720, 1760, 1795, 1830 und 1860.

Ich habe versucht, ein Bild der Klimaschwankungen zu entwerfen, welche unser Erdball in den letzten Jahrhunderten erlebte. Wie die Räder eines Uhrwerks greifen die verschiedenen meteorologischen Elemente dabei in einander ein. Wir sehen die Räder sich drehen und den Zeiger in bestimmtem Rhythmus sich bewegen; allein die treibende Kraft der Feder ist uns verborgen. Nur die Wirkung derselben vermögen wir zu erkennen und hieraus auf die gewaltige Größe der Kraft zu schließen. Sie hebt den Spiegel der Seen, der Flüsse, ja selbst der Meere, sie stößt die Gletscher vor und beschleunigt die Reife der Pflanzen. Tief greift sie ein in das menschliche Leben, indem sie Verkehr, Landwirtschaft und Gesundheit deutlich beeinflußt und sogar in den Theorien und wissenschaftlichen Anschauungen sich widerspiegelt. Allein sie selbst, die Ursache der Klimaschwankungen, kennen wir nicht.

Nicht besser steht es um die Theorie der weit gewaltigeren und über viele Jahrtausende sich erstreckenden Klimaschwankungen, welche uns die Geologie in der Diluvialzeit kennen gelehrt hat. Sie sind ihrem Wesen nach durchaus den Klimaschwankungen von heute ähnlich. Wir haben versucht, auf Grund dieser Aehnlichkeit den Schleier, der über den klimatischen Verhältnissen der Eiszeiten und der Interglazialzeit liegt, etwas zu lüften. Allein auch hier sehen wir nur die Wirkung, während die Ursache uns verborgen ist. Das Gleiche gilt von den in mehreren Jahrhunderten sich vollziehenden Klimaschwankungen mittlerer Dauer, die wir ebensowohl in der Diluvialzeit als auch in der historischen Zeit mehr ahnten, als kennen lernten.

Drei Systeme von Schwankungen sind es, die einander durchkreuzen und mit einander interferiren, verschieden in ihrer Amplitude und in der Länge ihrer Periode, aber ähnlich in ihrem Wesen und Charakter. Während die beiden längeren uns ihre Spuren in den Diluvialablagerungen deutlich erhalten haben, ist dies mit der 35jährigen Schwankung nicht der Fall; sie ist zu unwesentlich, als daß sie neben den anderen großen Erscheinungen aufgezeichnet worden wäre. Dafür ist sie es, welche die historische Zeit beherrscht, und neben ihr die Schwankungen mittlerer Dauer. Die großen diluvialen Klimaschwankungen aber sind zu lang, als daß ein wesentliches Stück derselben deutlich in der Geschichte registriert worden wäre; eine Aenderung des Klimas, wie sie seit Schluß der Eiszeit eingetreten sein muß, ist in historischer Zeit noch nicht mit Sicherheit erwiesen und noch wird über die Frage hin und her diskutiert; gerade die hydrographischen Phänomene, welche unsere kurz dauernden Schwankungen so trefflich

wiederspiegeln, scheinen nichts von einer solchen Aenderung anzuzeigen, ein Beweis dafür, daß dieselbe sich unendlich langsam vollzieht.

R. Colley, N. Mischkin und *M. Kazin*. Aktinometrische Beobachtungen auf dem Observatorium der Petrowsky-Akademie bei Moskau. Comptes rendus. 1891. T. CXII. p. 630. — Naturw. Rundschau. 1891. Nr. 20. S. 255.

Vom 1. Juni 1889 bis zum 23. Oktober haben die Verff. kontinuierliche Messungen über die Gesamtstrahlung der Sonne und des Himmels auf die Einheit seiner horizontalen Fläche der Erdoberfläche ausgeführt mittelst eines *Richard'schen* Aktinographen, dessen Angaben sie auf absolute Maße, d. h. auf Kalorien per 1 qcm der Oberfläche reduziert haben. Sie gelangten dabei zu folgenden Hauptresultaten:

Der tägliche Gang der Strahlung an sehr heiteren Tagen zeigt in Moskau dieselben typischen Eigenthümlichkeiten, welche von *Crova*¹⁾ in Montpellier gemessen worden sind, nämlich 1) die Kurve des täglichen Ganges ist nicht symmetrisch zur Mittagskoordinate. 2) Die Hauptmaxima treten im Sommer um 10 Uhr Vormittags und um 3 Uhr Nachmittags ein; sie sind von einander durch ein sekundäres Maximum getrennt. Im Herbst nähern sich die beiden Maxima der Mittagsstunde.

Eine Vergleichung der Gesamtstrahlung der einzelnen Tage in den verschiedenen Monaten ergab, daß mehr als 1000 Kalorien gemessen worden sind im Juni an einem Tage, im Juli an drei Tagen und in den beiden anderen Monaten an keinem Tage. Zwischen 500 und 1000 Kalorien wurden gefunden: im Juni an 19 Tagen, im Juli an 28 Tagen, im August an 20 und im September an 2 Tagen. An den übrigen Tagen wurden weniger als 500 Kalorien gemessen. Es folgt hieraus, daß die Strahlung im Juli intensiver gewesen ist als im Juni und August, obgleich theoretisch der Juni die meiste Wärme aufweisen mußte.

In einer an die Mittheilung der russischen Beobachter geknüpften Bemerkung betont *Crova* die interessante Thatsache, daß die Wärmedepression am Mittage nun auch in Moskau beobachtet ist, genau wie in Kiew und in Montpellier; sie muß daher eine allgemeine, von lokalen Umständen unabhängige Ursache haben. Ferner ist an allen drei Stationen beobachtet worden, daß im Herbst die beiden durch die Mittagsdepression getrennten Maxima einander näher rücken. Endlich schließt *Crova* aus der Thatsache, daß eine höhere Zahl von Kalorien täglich während der Monate Juni und Juli in Moskau gemessen wurde als in Montpellier, daß in Moskau die Luft für die Wärmestrahlen durchlässiger sein muß als in Montpellier; denn hier steht die Sonne höher und hätte daher mehr Kalorien geben müssen. Denselben Schluß hatte die Vergleichung der Gesamtstrahlung zwischen Kiew und Montpellier ergeben. Die kontinentale Lage der beiden russischen Stationen verleiht also ihrer Atmosphäre eine größere Wärmedurchlässigkeit, als die Luft in Montpellier besitzt, dessen südlichere Lage am Meere die Masse des die Wärme absorbirenden Wasserdampfes vermehrt.

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. XII. 1889. S. 458.

G. Hellmann. Ueber die Aufstellung des Regenmessers. Berliner Zweigverein der deutschen meteor. Ges. Achtes Vereinsjahr. 1891. Berlin 1891. S. 10–17.

Auf dem Dache der Berliner Bauakademie wurden drei Regenmesser angebracht, 1 an der Brüstung, 22 m über dem Erdboden, 2 in einer Entfernung von 4,6 m von ersterem in gleichem Niveau, 3 ziemlich in der Mitte des Daches, 3,3 m unterhalb von dessen Rand. In den 14 Monaten von November 1887 bis Dezember 1888 wurden gemessen in

	1	2	3
	551,5 mm	637,2 mm	682,9 mm
relatives Verhältniß:	80,8	93,3	100,0,

während der Regenmesser im Garten des Grundstückes Belle-Alliancestraße Nr. 1, dessen Auffangfläche 1 m über dem Erdboden sich befindet, in demselben Zeitraum 691,2 mm ergab. Dagegen fing der auf dem Plattendache der landwirtschaftlichen Hochschule in 25,5 m Höhe aufgestellte, aber mit einem *Nipher'schen* Schutztrichter¹⁾ versehene Regenmesser nur 607,7 mm, d. h. 10% weniger als 3 auf.

Um nun zu zeigen, daß die Regenmesser 1 und 2 nur deshalb geringere Niederschlagsmengen auffangen als 3, weil sich der störende Einfluß des Windes bei ihnen stärker geltend macht als bei jenen, wurden aus den Anemogrammen der Berliner Station die mittleren Windgeschwindigkeiten der Tage mit Niederschlag ausgezogen und mit den von den drei Regenmessern gelieferten Mengen gruppenweis in Beziehung gesetzt.

Um den Gruppen möglichst gleiches Gewicht, bezw. gleiche Zahl von Fällen zuzutheilen, wählte Verf. sie wie folgt:

Windgeschwindigkeit	3	2	1
0,0–4,0 m p. s. (62 Tage)	100,0	97,6	92,2
4,1–6,0 » » » (56 »)	100,0	93,3	81,8
6,1–8,0 » » » (47 »)	100,0	90,3	78,2
über 8,0 » » » (34 »)	100,0	93,0	75,3.

Die Abnahme der Menge in Regenmesser 1 mit zunehmender Windgeschwindigkeit erfolgt also durchaus regelmäßig. Bei starkem Wind geht demselben ungefähr der vierte Theil der Regenmenge verloren.

Wenn man bedenkt, daß streng genommen die mittlere Windgeschwindigkeit derjenigen Zeit, während welcher es regnete, zum Vergleich hätte herangezogen werden müssen, und daß auch die jeweilige Windrichtung von Einfluß sein muß, darf die Uebereinstimmung der Thatsachen mit der gemachten Annahme eine vollständige genannt werden. Dieselbe ist so groß, daß man sogar umgekehrt aus den von den Regenmessern aufgefangenen Mengen einen angenehnten Schluß auf die Windstärke machen kann.

Der Regenmesser 3, obwohl er sich 19 m über dem Erdboden befindet, hat deshalb normale Niederschlagsmengen geliefert, weil er dem störenden Einfluß des Windes fast ganz entrückt ist. Daraus folgt umgekehrt, daß es unter gewissen

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. II. 1879. S. 523.

Umständen erlaubt sein muß, einen Regenschirm hoch aufzustellen. Für die Zulässigkeit einer derartigen Maßregel sprechen überdies die Ergebnisse eines Versuchs des Verf., in welchem er in seiner Wohnung auf der Brüstung des Südbalkons in 12,3 m Höhe einen Regenschirm aufstellte, der durch das Haus selbst gegen NO-, N- und NW-Winde, durch die Häuser der rechtwinklig abliegenden Straße gegen W-, SW- und zum großen Theil auch S-Winde geschützt und von der Wand des Hauses nur 1,2 m entfernt war. Die bezüglichen Messungen vom 1. Oktober 1889 bis 31. Dezember 1890 zeigten sowohl in den einzelnen Monaten als auch im Gesamtmittel eine außerordentliche Uebereinstimmung mit jenen, welche an dem Regenschirm in der Belle-Alliancestraße (normal) in 1 m Höhe vorgenommen wurden. So betrug die Niederschlagssumme:

Normal.	Balkon in 12,3 m Höhe.
366,3	367,0.

Aus diesen Mittheilungen ergibt sich mit Sicherheit, daß man auch einen Regenschirm hoch über dem Erdboden aufstellen kann, wenn man ihn nur gegen den störenden Einfluß des Windes sichert.

Das in allen Instruktionen und Anleitungen für meteorologische Beobachter zu findende Verbot, den Regenschirm hoch aufzustellen, muß demnach eine gewisse Einschränkung erfahren. Es giebt Fälle, wo eine solche Aufstellung zugelassen werden darf.

Mit der hier erörterten Frage des Einflusses, welchen der Wind auf die Messung der Niederschläge ausübt, steht aber noch ein anderer wichtiger Punkt der Instruktion für Regenbeobachter im Zusammenhange. Fast alle derartigen Anleitungen enthalten die Anweisung: man stelle den Regenschirm so frei als möglich auf. Das ist falsch. Ein ganz freistehender Regenschirm z. B. auf einer Wiese, einem Ackerfelde u. s. w. fängt fast stets zu wenig Niederschläge auf, eben weil er gegen den Wind nicht geschützt ist.

Der von *Nipher* konstruirte Schutztrichter verdankt auch nur dem Wunsche, den störenden Einfluß des Windes zu beseitigen, seine Entstehung, wenn er diesen Zweck auch nicht ganz erreicht, da *Börnstein* und *Wild* gezeigt haben, daß er bei Schneefall öfters fehlerhafte Messungen bedingt. Die oben mitgetheilten Beobachtungsergebnisse an einem solchen Regenschirm auf dem Dach der landwirthschaftlichen Hochschule lehren aber auch, daß der *Nipher'sche* Trichter bei Weitem nicht den Schutz gegen den Wind gewährt wie das ganze Dach der ehemaligen Bauakademie dem Regenschirm 3 und wie die benachbarten Häuser dem auf dem Balkon der Wohnung des Verf. stehenden. Vergleicht man mit diesen Ergebnissen noch diejenigen, welche *Wild*¹⁾ erhalten hat an Regenschirmen, welche mit soliden Bretterzäunen umgeben waren und so einen wirksamen Windschutz genossen, so gelangt man zu der Ueberzeugung, daß die allgemeine Vorschrift, den Regenschirm so frei wie möglich aufzustellen, aufgegeben werden muß. In einem Garten mit natürlichem Hecken- und Bretterzaun, der nicht zugleich mit alten Bäumen besetzt ist, in einem geräumigen Hofe u. s. w. steht der Regenschirm besser als an einer ganz freien Stelle, wo weit und breit kein Gegenstand Schutz gegen den Wind gewährt.

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. IX. 1886. S. 445.

Es scheint dem Verf. auch unzweifelhaft, daß alle an Meeresküsten aufgestellten Regenmesser, die nicht besonders gegen den Wind geschützt sind, erheblich zu wenig Niederschläge auffangen. Verf. hat sowohl in Deutschland, wie namentlich in England und in Schweden Regenmesser gesehen, welche fast unmittelbar am Meere, auf ebenem Strande, auf einem Deiche, auf freiem Plateau u. dergl. völlig schutzlos dastanden. Darum glaubt Verf. auch nicht, daß die Regenarmuth mancher Küsten so groß ist, als sie in Tabellen und Karten verzeichnet wird; sie ist z. Th. eine nur scheinbare, verursacht durch die zu freie Stellung des Regenmessers. Ebenso sind alle Niederschlagsmessungen von Berg-, namentlich aber Gipfelstationen durchaus unsicher, weil der störende Einfluß des Windes hier sein Maximum erreicht.

Ein weiterer Schluß aus diesen Beobachtungs- und Erfahrungsergebnissen besteht darin, daß nur gleichartig aufgestellte Regenmesser, d. h. solche, welche — *ceteris paribus* — auch denselben Windschutz genießen, vergleichbare Resultate liefern können.

Diese Erkenntniß ist etwas deprimirender Natur; denn wie soll man eine derartige Gleichartigkeit der Aufstellung ermöglichen an Orten, welche die aller- verschiedensten Bedingungen der Besiedelung und Bepflanzung aufweisen? Eine vollständige Uebereinstimmung zu erreichen, scheint ganz unmöglich, selbst wenn man allgemein den *Nipher'schen* Schutztrichter oder etwas Aehnliches zur Anwendung brächte. Aber wesentlich herabmindern kann man die Verschiedenheiten durch Befolgung des eben gegebenen Rathschlages, den Regenmesser so windgeschützt wie möglich aufzustellen.

Auch die Differenzen, welche in den Niederschlagsmessungen der verschiedenen Stationen des Regenmesserversuchsfeldes von Berlin hervorgetreten sind, werden auf ungleiche Beeinflussung der Regenmesser durch den Wind zum Theil zurückzuführen sein. So war z. B. die Niederschlagsmenge der Station Martiniquefelde stets geringer als jene der Station Charlottenburg; aber dort stand der Regenmesser am freiesten, hier ist er gegen den Wind durch umstehende kleine Gebäude außerordentlich geschützt.

Man sieht, je mehr man sich in ein solches Problem vertieft, um so komplizirter erscheint die Aufgabe. Feinheiten und Vorsichtsmaßregeln, an die man früher gar nicht gedacht hat, tauchen auf, und die Ermittlung der wahren Niederschlagsmenge, welche man insgemein als die einfachste Aufgabe des meteorologischen Beobachters ansah, wird ebenso schwierig wie die der wahren Temperatur und Feuchtigkeit der Luft oder der wahren Windgeschwindigkeit. Wie man es anzufangen hat, um die Niederschlagsmenge richtig zu messen, geht aus dem Vorhergehenden zur Genüge hervor; die Schwierigkeit besteht größtentheils nur darin, daß die Methode zu komplizirt ist, um sie in einem großen Netze von Stationen zur Anwendung zu bringen.

E. W.

A. Sprung. Bericht über vergleichende Beobachtungen an verschiedenen Thermometer-Aufstellungen zu Groß-Lichterfelde bei Berlin. Abhandlungen des K. pr. meteorol. Instituts. Bd. I. Nr. 2. Berlin 1890. — Meteorol. Zeitschrift. 1891. Heft 3. S. [17].

In Groß-Lichterfelde, 10 Kilometer vom Herzen von Berlin, wurden inmitten eines noch wenig bebauten Villengebietes vom Juni 1886 bis März 1887 Beobachtungen an verschiedenen Thermometer-Aufstellungen gemacht. Es wurden geprüft:

I. Fensteraufstellungen an der Nordwand des Hauses.

1. *Hellmann'sches* Gehäuse aus Zinkblech mit Selbstöffnung beim Heranziehen zum Fenster.
2. Alte preußische Fensteraufstellung ohne Gehäuse.
3. Bayerische Fensteraufstellung (Blechgehäuse mit Selbstöffnung beim Heranziehen, nach N ganz offen).

II. Der Sonne ausgesetzte Aufstellungen.

1. Die englische Hütte *Stevenson-Screen*.
2. Die *Wild'sche* Hütte.
3. Die französische Hütte.
5. Ein exponirtes Gehäuse, dem *Hellmann'schen* fast gleich, in der Sonne aufgehängt.
6. Ein frei aufgehängtes Thermometer.
7. Extremthermometer, 5 Zentimeter über kurzgeschorenem Rasen ganz frei exponirt.
8. Ebensolche mit einem kleinen Zinkblechdach, das jedoch freien Luftdurchzug gestattet.

Die nicht einwurfsfreien Beobachtungen mit *Admann's* Aspirations-Thermometer mußten leider bei der Diskussion fortgelassen werden, weil der in Gebrauch genommene Apparat noch die alte Form besaß und nicht die neue, ihm vom Erfinder definitiv gegebene.

Die Beobachtungen wurden täglich um 6a., 8a., 10a., 2p., 6p. und 10p. angestellt; sie sind in ausführlichen Tabellen in extenso und ebenso in Monatsmitteln veröffentlicht.

Am Schlusse seiner Abhandlung faßt Verf. seine Resultate in einer Reihe von Sätzen zusammen, die wir hier wörtlich mit einigen Erläuterungen wiedergeben:

1. «Verschiedene Formen der Fensteraufstellung — diejenigen ohne Gehäuse mit inbegriffen — ergeben, wenn sie vollkommen gegen Sonnenstrahlen geschützt und überhaupt in gleicher Weise exponirt sind, gut übereinstimmende Temperaturen und Feuchtigkeiten.» Die Benetzung des trockenen Thermometers in der alten preußischen Aufstellung durch Regen verändert dessen Angaben nur in einzelnen Fällen um 0,6°, durchschnittlich aber nur um 0,8°, ist also für die Mittelwerthe ohne Bedeutung.

2. «Weniger gut harmoniren die verschiedenen Angaben der verschieden abgeschlossenen Hütten, welche — wie es sein muß — der Sonne vollkommen ausgesetzt werden; doch sind die Abweichungen der Hütten unter einander wohl etwas geringer anzuschlagen als diejenigen der Hütten von den Fensteraufstellungen.» Dabei giebt die *Wild'sche* Hütte durchweg die höchsten Temperaturen, im Winter wie im Sommer.

3. «An sonnigen Sommertagen ist nach fünf Beobachtungsterminen von 6a. bis 10p. die Mitteltemperatur der Hütten um etwa 0,4° höher als diejenige der Fensteraufstellungen.»

4. «Nach den Beobachtungen an den Extremthermometern ist die Tagesschwankung in den Hütten wesentlich größer als bei den Fensteraufstellungen im Schatten des Hauses.»

5. «Die Angaben eines der Sonne vollkommen ausgesetzten Thermometer-Gehäuses aus weiß lackirtem Zinklech stimmen mit denen eines in 1½ m Höhe über Rasengrund frei aufgehängten Quecksilber-Thermometers im Großen und Ganzen gut überein; beide übertreffen bezüglich der Größe der Tagesschwankung die Hütten beträchtlich und um so mehr die Aufstellungen am Hause.» Dies zeigt, daß man unbedingt bei allen Blechgehäusen jede direkte Bestrahlung durch die Sonne, mag sie auch von noch so kurzer Dauer sein, vermeiden muß.

6. «Die Tagesschwankungen eines Thermometers am Boden (5 Zentimeter über Rasengrund) werden durch einen weiß lackirten Blechschirm beträchtlich verringert.» Hieran ist offenbar der Umstand schuld, daß durch den Schirm die Ausstrahlung und Bestrahlung des Rasens unter dem Thermometer stark gehindert ist. «Indessen übertreffen sie auch dann noch diejenigen in dem exponirten Gehäuse und in den Hütten.»

7. «In Bezug auf die Richtigkeit der Temperaturangaben scheint sich die englische Hütte vor allen anderen fünf Hauptaufstellungen auszuzeichnen. Die Feuchtigkeitsangaben (des Psychrometers) fallen in einem kleinen Theil des Tages (am Spätnachmittage) im Vergleich zu den Fensteraufstellungen und zur französischen Hütte zu hoch aus.»

8. «Bei heiterem und ruhigem Sommerwetter (insbesondere am späten Nachmittage) wurden die Angaben des Psychrometers in der *Wild'schen* (und wahrscheinlich auch in der englischen) Hütte durch einen Ventilator von geringer Wirkung schon beträchtlich erniedrigt. In wesentlich geringerem Grade beeinflusste der Ventilator die Psychrometerangaben in dem Blechgehäuse im Schatten des Hauses.»

Ein sehr wichtiges mit älteren Untersuchungen im Einklang stehendes Resultat ist, daß die Angaben von Hütten- und Fensteraufstellungen systematische Abweichungen zeigen und daher nicht vergleichbar sind. Vom wissenschaftlichen Standpunkt müßte man den Hütten den Vorzug geben, da nur durch solche eine absolut einheitliche Aufstellung möglich ist. Ob aber mit Hüttenaufstellungen die wahre Temperatur der Luft direkt bestimmt werden kann, ist eine ganz andere Frage. *Köppen* hat sie bekanntlich verneint; die vorliegende Untersuchung spricht auch nicht dafür.

E. Leyst. Ueber den Einfluß der Temperatur des Quecksilberfadens bei gewissen Maximum-Thermometern und feuchten Psychrometer-Thermometern. Rep. f. Meteorologie. Bd. XIV. Petersburg. 1891.

In Anbetracht der neuesten Fortschritte in der Thermometrie für meteorologische Zwecke erscheint es wünschenswerth, eine Frage zu behandeln, die bisher keine Beachtung gefunden zu haben scheint, nämlich die Temperatur des Quecksilberfadens. Die Sicherheit der Korrekturen, Konstanz der Fixpunkte, Verbesserung der Aufstellung und dergl. mehr fordern, daß mit fortschreitender Entwicklung dieses Theiles auch geringfügigere Einflüsse in Erwägung gezogen werden, sobald sie die erreichbaren Genauigkeitsgrenzen überschreiten.

Die Temperatur des Quecksilberfadens kommt in der Meteorologie hauptsächlich bei zwei Thermometern in Betracht, nämlich bei dem Maximum-Thermometer nach dem Prinzip von *Negretti* und *Zambra* mit Verengung der Kapillarröhre oberhalb der Quecksilberkugel, und bei den feuchten Psychrometer-Thermometern.

Auf Grund seiner eingehenden Untersuchungen, deren Details im Original einzusehen sind, gelangt Verf. zu dem Schluß, daß die Quecksilber-Maximum-Thermometer mit langen abgetrennten Fäden durch die, zwischen dem Temperatur-Maximum und dem Ablesungstermin eingetretene Abkühlung des Quecksilberfadens eine nicht zu vernachlässigende, theoretisch genau bestimmbare Depression der Angaben aufweisen.

In Bezug auf das feuchte Psychrometer-Thermometer zeigen die Ausführungen des Verf., daß die höhere Temperatur des Quecksilberfadens dieses Instrumentes in nördlichen Ländern vernachlässigt werden kann, in südlichen, besonders trockenen Gegenden dagegen berücksichtigt werden muß. Besonders bei speziellen Untersuchungen darf sie jedenfalls nicht außer Acht gelassen werden.

E. W.

E. Ebermayer. Beobachtungen über Blitzschläge und Hagelfälle in den Staatswaldungen Bayerns. Jahrgänge 1887 bis 1890. Augsburg. 1891. *F. C. Kremer'sche Buchdruckerei (A. Manz).*

Bartet. *Météorologie comparée, agricole et forestière.* Comptes rendus des observations concernant les onze années 1878—1888. Paris. 1890.

O. Drude. Handbuch der Pflanzengeographie. Bibliothek geographischer Handbücher. Von *F. Ratzel.* VI. Band. Stuttgart. Engelhorn. 1890.

E. Berg. Ueber die Beobachtungen der Schneedecke im europäischen Rußland in der ersten Hälfte 1890. St. Petersburg. 1891. Rep. f. Meteorologie. Band XIV.

F. Augustin. Ueber die Schwankungen des Wasserstandes der Moldau. Sitzungsber. d. k. böhm. Ges. d. Wissensch. Vorgelegt d. 9. Jänner 1891.

W. J. van Bebbber. Die Wettervorhersage. Eine praktische Anleitung zur Wettervorhersage auf Grundlage der Zeitungswetterkarten und Zeitungswetterberichte für alle Berufsarten. Stuttgart. 1891. Ferd. Enke.

C. Lang. Wetterprophetzen in alter und neuer Zeit. Das Wetter. 8. Jahrg. 1891. Heft 3. S. 60—65. — Heft 4. S. 83—89.

F. Sarrazin. Die Hagelstriche der norddeutschen Ebene und des süddeutschen Berglandes. Breslau. 1890.

B. Asmann. Ein Apparat zur Ventilation des feuchten Thermometers. Meteorol. Zeitschrift. 1891. Heft 1. S. 15—24.

A. von Wallenhofen. Ueber Blitzableiter. Vorschriften für deren Anlage, nebst Anhang mit Erläuterungen. Braunschweig. 1890. Vieweg und Sohn.



I. Physik des Bodens.

*Aus dem agrikulturchemischen und bodenkundlichen Laboratorium der
Universität München.*

V. Untersuchungen über den Einfluß lebender und tochter Bodendecken auf die Bodentemperatur.

Von Prof. Dr. E. Ebermayer in München.

Im Anschlusse an die im XIV. Bd. 3. und 4. Heft dieser Zeitschrift veröffentlichten Untersuchungen über das Verhalten verschiedener Bodenarten gegen Wärme und über den Einfluß der Meereshöhe auf die Bodentemperatur habe ich in den Jahren 1885 bis 1889 im Garten der k. forstl. Versuchsanstalt an der Universität München gleichzeitig mit den ebenfalls in dieser Zeitschrift (Bd. XII. 1. und 2. Heft) veröffentlichten Beobachtungen über den Einfluß verschiedener Bodendecken auf die Sickerwassermengen eine größere Versuchsreihe über die Einwirkung lebender und tochter Decken auf die Bodenwärme vorgenommen. Es wurden zu diesem Zwecke die früher beschriebenen fünf neben einander befindlichen Gruben von je 4 qm Oberfläche und 120 cm Tiefe mit vollkommen gleicher kalkhaltiger, humusreicher Gartenerde unter mäßigem Einstampfen gefüllt und die eine Probestfläche mit 8jährigen Rothbuchen, die zweite mit 8jährigen Fichtenpflanzen, die dritte mit einer 5—6 cm mächtigen abgestorbenen Moosschicht (ohne Pflanzen), die vierte mit angesättem Gras bedeckt, während die fünfte (Vergleichsfläche) ohne alle Bedeckung erhalten wurde. Zur Messung der Temperaturen dienten die im erstgenannten Artikel beschriebenen Instrumente und Vor-

richtungen. Die regelmäßigen, täglich 2maligen Beobachtungen (Morgens 8 Uhr und Abends 5 Uhr) begannen erst, nachdem die Erde durch allmähliches Setzen ihre natürliche Beschaffenheit angenommen hatte.

Mit Rücksicht auf den mir zur Verfügung stehenden Raum werden in den nachstehenden Tabellen in der Regel nur die aus täglich 2maligen Beobachtungen berechneten 5jährigen Mittel veröffentlicht.

In München betrug somit die Jahrestemperatur einer kalkhaltigen, humusreichen Gartenerde im 5jährigen Mittel (1885—1889):

Art der Bodendecke.	In der Ober- fläche.	In	In	In	In
		15	30	60	90
		cm Tiefe.			
Buchenpflanzen	7,89	8,59	8,55	9,59	9,49
Fichtenpflanzen	7,64	7,94	9,09	8,94	9,51
Moos	9,19	8,84	10,17	9,71	9,62
Rasen (Wiesengräser) . . .	8,37	8,84	9,09	9,28	9,55
im unbedeckten Felde . . .	8,74	7,52	9,16	9,59	9,62 ¹⁾

Durch diese Zahlenreihe ist der Nachweis geliefert, daß sich der Einfluß der Bodendecken auf die Jahreswärme vorzugsweise nur in den oberen Schichten bis auf etwa 50 cm Tiefe geltend macht; schon in 60 cm Tiefe ist derselbe sehr gering, und in 90 cm Tiefe haben sich die Jahrestemperaturen im bedeckten und nackten Felde vollständig ausgeglichen. Auf viel größere Tiefen erstreckt sich die Einwirkung des Waldes. Schon in meinem Buche über die «Physikalischen Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden» habe ich vor 18 Jahren nachgewiesen, daß der Waldboden in 120 cm Tiefe noch um ca. 1,5° kälter ist als ein unbewaldetes Feld. Dies hat sich auch durch neuere Beobachtungen bestätigt. So z. B. wurde an der Station Hirschhorn (im Fichtelgebirge) im 9jährigen Durchschnitt (1882—1890) für den Boden im Freien in 120 cm Tiefe eine Jahrestemperatur von 6,53° gefunden, während der Waldboden (Fichtenboden) in derselben Region nur 5,16° zeigte, mithin eine Differenz von 1,4° vorhanden war. Daraus folgt, daß Temperaturmessungen in Bodentiefen von über 1 Meter in einem mit Gras, Unkräutern, jungen Waldpflanzen etc. bewachsenen Boden zu demselben

¹⁾ Die Untersuchungen in den Jahren 1881—1884 ergaben als mittlere Jahreswärme:

Bodenarten.	In der Ober- fläche.	15	30	60	90
		cm Tiefe.			
Im Moorboden	8,74	8,92	9,17	10,16	10,08
» grobkörn. Quarzsand . . .	9,36	9,30	9,36	9,36	9,45
» feinkörn. »	9,35	9,27	9,21	9,39	9,42
» Kalksand	9,36	8,63	9,10	9,14	9,23
» Lehm	8,55	8,55	8,74	9,11	9,16

Resultate führen, als Beobachtungen auf nacktem Boden. Nur der Wald oder größere Baumgruppen müssen vermieden werden.

Die Wirkung der Bodendecken ist, je nach ihrer Natur, eine sehr verschiedene, was schon daraus hervorgeht, daß die mittlere Jahrestemperatur der Bodenkrume von 0—60 cm Tiefe

unter der Moosdecke um	0,73°
» dem Rasen um	0,14° höher,
» den Buchenpflanzen um . . .	0,10°
» den Fichtenpflanzen um . . .	0,35° tiefer

war als im unbedeckten (nackten) Felde. Einen nennenswerthen Einfluß haben somit nur die Moosdecke und die Fichtenpflanzen, welche aber in entgegengesetzter Weise wirken. Während im Vergleich zum nackten Boden durch die erstere die Jahrestemperatur des Wurzelbodenraumes sich um etwa 0,7° erhöht, wird dieselbe durch die Fichtenpflanzen um 0,3° erniedrigt. Die Wirkung der Wiesengräser und der Rothbuchenpflanzen auf die Jahrestemperatur ist so unbedeutend, daß sie praktisch nicht in Betracht kommen kann.

Sehr bemerkbar macht sich der verschiedene Einfluß der Bodendecken, wenn man die mittlere Temperatur der Bodenkrume (bis zu 60 cm Tiefe) mit der Lufttemperatur desselben Zeitraumes vergleicht. In München erreichte in den Jahren 1885 bis 1889 die Luftwärme im Mittel nur 7,0°. Es waren somit während dieses Zeitraumes sämtliche Böden im Jahresmittel wärmer als die äußere Luft. Die Differenz betrug bis zur erwähnten Tiefe

im unbedeckten Boden	1,73°
unter der Moosdecke	2,46°
» den Wiesengräsern	1,87°
» den Buchenpflanzen	1,63°
» den Fichtenpflanzen	1,38°.

In Folge dieses Wärmetüberschusses ist die chemische und biologische Thätigkeit des Wurzelbodenraumes unter der Moosdecke größer, unter dem Schutze der Buchen- und Fichtenpflanzen aber geringer, als in einem Brachfelde. Die Bepflanzung des Bodens mit Wiesengräsern hat darauf geringen Einfluß.

Obige Tabelle giebt auch Aufschluss über die Schwankungen der Bodenwärme in den einzelnen Jahrgängen und insbesondere

über den Einfluß kälterer und wärmerer Jahre auf die Bodentemperatur bei verschiedener Bedeckungsart. Die Jahre 1885 und 1886 waren bei einer mittleren Lufttemperatur von $7,66^{\circ}$ wärmer als der Zeitraum von 1887 bis 1889, für welchen sich nur eine Mitteltemperatur der Luft von $6,60^{\circ}$ ergab. Dementsprechend war auch in der ersten Periode der humusreiche Boden wärmer als in der zweiten Versuchsreihe. Es betrug die

Mitteltemperatur der Bodenkrume von 0–60 cm Tiefe
in den Jahren

	1885 u. 1886	1887–1889.	Differenz.
im unbedeckten Felde . . .	9,31	8,38	$0,93^{\circ}$
unter dem Rasen . . .	9,26	8,53	$0,73^{\circ}$
» Buchenpflanzen . . .	9,28	8,23	$1,05^{\circ}$
» Fichtenpflanzen . . .	8,91	8,06	$0,85^{\circ}$
» Moosdecke . . .	9,77	9,29	$0,48^{\circ}$.

Vergleicht man das wärmste Jahr 1886 (mittl. Luftwärme $7,76^{\circ}$) mit dem kältesten Jahrgang 1887 (mittl. Lufttemp. $6,36^{\circ}$), so erhält man folgende Zahlenreihen:

	Mittlere Temper. der Bodenkrume v. 0–60 cm Tiefe		Temp.-Dif- ferenz	Abweichungen von der Lufttemp. im Jahre	
	im Jahre 1886	im Jahre 1887		1886	1887
	im unbedeckten Felde . . .	9,13		8,36	0,77
unter dem Rasen . . .	9,38	8,56	0,82	1,62	2,20
» Buchenpflanzen . . .	9,38	8,17	1,21	1,62	1,81
» Fichtenpflanzen . . .	8,97	8,02	0,95	1,21	1,66
unter Moosdecke . . .	9,89	9,35	0,54	2,13	2,99.

Während die Lufttemperatur in München im Jahre 1887 im Mittel um $1,4^{\circ}$ geringer war als im Jahre 1886, betragen die Differenzen dieser beiden Jahre in der Bodenkrume

unter den Buchenpflanzen . . .	$1,2^{\circ}$
» » Fichtenpflanzen . . .	$0,9^{\circ}$
» dem Rasen	$0,8^{\circ}$
im unbedeckten Felde	$0,8^{\circ}$
unter der Moosdecke	$0,5^{\circ}$.

Daraus folgt, daß der Wechsel von warmen und kalten Jahren auf die Temperatur der Luft größeren Einfluß hat als auf die Bodenwärme. Unverkennbar spielt dabei die Bedeckungsart des Bodens eine beachtenswerthe Rolle. So macht sich z. B. unter dem Schutze der Moosdecke der Temperaturwechsel in viel geringerem Maße geltend, als unter dem Schirme der Buchen- und Fichtenpflanzen. Ein mit Wiesengräsern bewachsener Boden verhält sich auch in dieser Beziehung wie ein unbebautes nacktes Feld.

Obige Ziffern lehren ferner, daß in kalten Jahren zwischen Boden- und Lufttemperatur größere Unterschiede bestehen als in wärmeren Perioden. Mit anderen Worten: Im Vergleich zur Luft ist in kälteren Jahrgängen in der Krume humusreicher Böden relativ mehr Wärme aufgespeichert als in wärmeren Jahren.

Sehr deutlich giebt sich der Einfluß kälterer oder wärmerer Witterung auch noch in 90 cm Tiefe zu erkennen, doch nimmt er selbstverständlich von oben nach unten ab, was dadurch konstatiert ist, daß die mittlere Jahrestemperatur betrug:

Bodendecke.	In 0—15 cm Tiefe.				In 90 cm Tiefe.			
	1888	1887	Differenz.	Abweichungen von der Lufttemp. 1886 1887	1886	1887	Differenz.	Abweichungen von der Lufttemp. 1886 1887
Im kahlen Felde	8,61	7,69	0,92	0,85 1,38	9,86	9,30	0,56	2,10 2,94
Unter den Wiesengräsern	9,13	8,19	0,94	1,37 1,88	9,92	9,27	0,65	2,16 2,91
» Buchenpflanzen . .	9,06	7,68	1,38	1,30 1,32	9,90	9,22	0,67	2,13 2,86
» Fichtenpflanzen . .	8,53	7,22	1,31	0,77 0,86	9,90	9,20	0,70	2,14 2,84
» der Moosdecke . .	9,57	8,69	0,88	1,81 2,33	9,89	9,32	0,57	2,13 2,96

Es bestätigt sich auch hier wieder, daß die Temperatur in 90 cm Tiefe durch die Bodendecken nicht mehr beeinflusst wird, und daß der Wärmeüberschuß im Boden mit der Tiefe zunimmt.

Unsere 9jährigen Beobachtungen haben auch das erforderliche Material geliefert, um den Einfluß des Humus auf die Bodentemperatur ziffernmäßig begründen zu können.

In der oben erwähnten Publikation über das Verhalten verschiedener Bodenarten gegen Wärme wurde nachgewiesen, daß in den Jahren 1881

bis incl. 1884 bei einer mittleren Lufttemperatur von $7,43^{\circ}$ die Bodentemperatur in 90 cm Tiefe folgende Werthe erreichte:

im Moorboden	10,03 ^o
› gröbkörn. Quarzsand	9,45 ^o
› feinkörn. Quarzsand	9,42 ^o
› Kalksand	9,23 ^o
› Lehm	9,16 ^o .

In den Jahren 1885 bis incl. 1889 betrug bei einer mittleren Lufttemperatur von $7,0^{\circ}$ die Jahrestemperatur der humusreichen kalkhaltigen Erde in 90 cm Tiefe:

unter den Buchenpflanzen	9,49 ^o
› den Fichtenpflanzen	9,51 ^o
› der Moosdecke	9,62 ^o
› dem Rasen	9,55 ^o
im unbedeckten Felde	9,62 ^o .

Ogleich die äußere Luft in der letzten 5jähr. Versuchsperiode im Jahresmittel um $0,4^{\circ}$ kälter war als in den Jahren 1881 bis 1884, zeigte doch der unbedeckte humusreiche Boden in 90 cm Tiefe eine höhere Durchschnittstemperatur als die sämtlichen Mineralböden in den wärmeren Jahren 1881—1884. Es ist dies einzig und allein dem Humusgehalt des ersteren zuzuschreiben.

Die erwärmende Eigenschaft des Humus macht sich aber wegen seiner schlechten Leistungsfähigkeit im Jahresmittel nur in den unteren Bodenschichten von 60 cm an geltend, im oberen Theile der Bodenkrume (von 0 bis 30 cm) trägt er in Folge seines Wärmeausstrahlungsvermögens und seiner hohen Wärmekapazität zur Verminderung der Jahrestemperatur bei und wird bezüglich seiner erwärmenden Eigenschaft von Quarz- und Kalksand übertroffen.

Abweichungen der Luft- und Bodentemperaturen in den einzelnen Monaten.
(5jährige Mittel, berechnet aus Tab. IIa.)

Der Boden war um nachstehende Grade wärmer oder kälter (—) als die äußere Luft.

Monate und meteorolog. Jahres- zeiten.	8jährige Buchen.				8jährige Fichten.				Abgestorbenes Moos.				Rasen.				Unbedecktes Feld.								
	In der Oberfläche.		Centimeter Tiefe.		In der Oberfläche.		Centimeter Tiefe.		In der Oberfläche.		Centimeter Tiefe.		In der Oberfläche.		Centimeter Tiefe.		In der Oberfläche.		Centimeter Tiefe.						
	15	30	60	90	15	30	60	90	15	30	60	90	15	30	60	90	15	30	60	90					
Dezember	8,24	4,87	4,76	7,24	7,62	8,67	8,87	5,76	6,18	7,73	8,71	4,75	6,08	6,72	7,67	2,97	8,99	5,11	6,00	7,69	2,93	2,63	4,80	5,96	7,68
Januar	8,63	4,17	5,21	7,46	7,87	4,07	4,49	6,40	6,73	3,37	4,00	4,45	7,06	7,03	8,43	8,43	4,48	5,48	6,81	8,39	8,95	3,29	5,27	6,86	8,00
Februar	-0,24	1,04	1,65	3,09	3,64	0,37	0,54	1,98	2,66	3,68	0,49	0,50	2,47	2,85	3,90	-0,30	0,29	1,58	2,66	3,81	0,82	-0,39	1,78	2,74	3,64
Winter	2,21	3,19	3,57	5,99	6,38	2,70	2,97	4,71	5,17	6,59	3,05	3,23	5,20	5,53	6,67	2,25	2,92	4,06	5,16	6,63	2,40	1,73	3,95	5,16	6,44
März	-0,24	-0,62	-0,68	0,30	0,92	1,58	-1,37	-0,38	0,04	0,99	-0,20	1,24	0,19	1,31	1,12	-0,79	-1,28	-0,71	-0,18	1,01	0,55	-2,45	-0,37	0,03	0,64
April	0,99	-0,43	-1,91	-1,96	-2,59	-3,23	-3,25	-2,39	-3,34	-2,93	1,05	-1,12	-0,39	-2,23	-2,87	0,26	-1,57	-1,27	-2,21	-2,83	0,17	-3,45	-2,18	-3,26	-3,46
Mai	-1,27	-0,70	-2,42	-1,12	-2,40	-1,91	-2,43	-0,41	-1,22	-2,03	0,70	-0,41	-0,13	-2,09	-2,54	-1,06	-0,88	-0,75	-1,34	-2,45	-0,52	-1,72	-0,37	-1,32	-2,50
Frühjahr	-0,17	-0,58	-1,65	-0,89	-1,29	-2,28	-2,35	-1,04	-1,47	-1,38	0,52	-0,92	-0,08	-0,99	-1,43	-0,53	1,08	0,91	-1,24	-1,43	-0,41	-2,65	-1,17	-1,52	-1,77
Juni	-0,96	0,09	-1,61	-0,97	-2,66	-0,97	-0,99	-0,56	-1,74	-2,66	2,22	0,92	1,69	-0,72	-2,27	0,96	0,80	0,89	-1,19	-2,68	0,20	1,06	-0,18	-3,01	
Juli	0,87	1,43	-0,12	-1,54	-0,60	0,89	0,79	1,30	-0,37	-0,83	0,81	2,87	2,71	1,45	-0,31	8,14	2,30	1,71	0,70	-0,54	4,20	1,98	2,86	1,90	3,80
August	0,79	1,72	1,61	2,89	2,63	1,09	1,39	2,18	2,07	2,06	3,48	3,01	3,98	3,11	1,90	1,86	2,18	2,57	2,68	2,00	3,00	1,85	3,25	3,68	2,40
Sommer	0,28	1,08	-0,04	0,13	-0,41	0,88	0,89	1,06	-0,01	-0,50	3,17	2,27	2,78	1,28	-0,36	1,94	1,63	1,66	0,73	-0,40	3,12	1,29	2,39	1,82	0,23
September	0,90	2,85	3,55	4,54	4,96	1,89	2,53	3,53	3,76	4,00	3,11	3,47	4,86	4,79	4,13	2,12	3,92	3,23	4,14	4,15	2,18	1,61	3,09	4,47	4,39
Oktober	1,46	2,14	3,93	5,85	6,48	1,10	2,43	3,91	4,98	6,58	2,15	2,02	4,45	5,80	6,31	0,59	2,92	3,83	5,08	6,73	0,77	0,46	3,98	5,00	6,07
November	1,83	2,46	3,61	5,89	5,92	1,97	3,57	4,06	4,85	5,21	2,01	2,34	4,29	4,96	6,31	1,39	2,46	3,10	4,74	6,01	1,69	0,57	3,13	4,34	5,39
Herbst	1,39	2,48	3,66	5,32	5,59	1,49	2,50	3,88	4,32	5,49	2,42	2,61	4,53	5,19	5,53	1,33	2,90	3,23	4,64	5,63	1,55	0,98	3,96	4,90	5,25
Jahresmittel	0,91	1,54	1,48	2,64	2,57	0,57	0,98	2,14	2,00	2,56	2,04	1,79	3,10	2,69	3,64	1,26	1,87	2,02	2,32	2,61	1,66	0,36	2,18	2,52	2,54

Je nach Jahreszeit wirken die Bodendecken in sehr verschiedener Weise auf die Bodentemperatur ein. Ihr Einfluß erstreckt sich auch in den einzelnen Jahreszeiten nur auf die Bodenschichten bis zu 60 cm Tiefe, denn schon in 90 cm ist ein nennenswerther Temperatur-Unterschied zwischen bedecktem und unbedecktem Boden nicht mehr zu beobachten.

Um ein klares Bild über die Wirkungsweise der Bodendecken in den einzelnen Monaten und Jahreszeiten zu erhalten, wurden die 5jährigen Temperaturmittel für die gesammte Bodenkrume von 0—60 cm Tiefe berechnet und folgende Werthe erhalten:

Mittlere Temperaturen der Bodenkrume von 0—60 cm Tiefe.
(5jährige Mittel.)

Monate und Jahreszeiten.	Buchen- pflanzen.	Fichten- pflanzen.	Moos- decke.	Rasen.	Un- bedecktes Feld.
Dezember . .	3,18	3,14	3,59	2,79	2,26
Jannar . . .	0,65	0,90	1,11	0,54	0,33
Februar . . .	-0,13	-0,13	0,06	-0,46	-0,88
Winter . . .	1,23	1,30	1,59	0,96	0,74
März	0,55	0,05	0,61	0,11	-0,14
April	6,86	4,63	7,01	6,46	5,39
Mai	11,01	10,89	11,92	11,51	11,41
Frühjahr . .	6,14	5,19	6,51	6,03	5,55
Juni	15,34	15,23	17,22	16,41	17,00
Juli	17,54	18,03	20,09	19,55	20,22
August . . .	17,80	17,69	19,43	18,37	18,99
Sommer . . .	16,89	16,98	18,91	18,11	18,74
September . .	15,78	15,62	16,88	16,18	15,81
Oktober . . .	9,62	9,93	10,23	9,37	9,00
November . . .	5,53	5,39	5,56	5,06	4,59
Herbst . . .	10,31	10,31	10,89	10,20	9,80
Jahresmittel	8,64	8,45	9,47	8,83	8,70

Die Krume (der Wurzelbodenraum) des unbedeckten Feldes ist im Winterhalbjahr (vom Oktober bis incl. März) wegen der ungehinderten Wärmeausstrahlung kälter, im Sommer dagegen in Folge direkter Insolation wärmer als die der bedeckten Bodenarten. Durch die Bodendecken wird

sowohl die Wärmeausstrahlung, wie die Insolation mehr oder weniger vermindert. Weitaus am günstigsten wirkt auf die Bodentemperatur eine nicht zu mächtige (5—6 cm dicke) Moosschichte oder ein anderes todes Material, wie Laub- und Nadelstreu, Sägemehl, benutzte Gerberlohe, Torfstreu etc. Nicht nur im Winter, sondern auch im Frühjahr und Herbst bleibt unter dem Schutze derselben der Wurzelbodenraum beträchtlich wärmer als im unbedeckten Felde, und selbst im Sommer erreicht er nahezu dieselbe Temperatur wie ein Brachfeld. Von viel ungünstigerer Wirkung sind die lebenden Pflanzendecken, welche zwar auch im Herbst und Winter in der Krume mehr Wärme zurückhalten als eine nackte Bodenfläche, aber im Frühjahr und Sommer die Erwärmung und Thätigkeit derselben um so mehr, erschweren, je dichter die Pflanzen stehen. Die stark belaubten und dicht geschlossenen Waldpflanzen wirken in dieser Beziehung noch nachtheiliger als die Wiesengräser und Unkräuter. Den ungünstigsten Einfluß haben die Fichtenpflanzen, welche namentlich im Frühjahr den Boden stärker beschatten und die Erwärmung desselben mehr beeinträchtigen als die noch blattlosen Buchenpflanzen. Unter dem Schutze der ersteren ist deshalb in den ersten Frühlingsmonaten die Wurzel- und Bodenthätigkeit wesentlich geringer als unter der Buchenbeschirmung. Auch von diesem Gesichtspunkte aus ist eine Mischung von Fichten und Buchen den reinen Fichtenbeständen vorzuziehen. Im Sommer gleichen sich die Wirkungen beider Pflanzen nahezu aus, aber immerhin erschweren sie die Erwärmung des Bodens in einer Weise, daß im Juli die Krume des unbedeckten Feldes im Mittel um $2,5^{\circ}$ wärmer und dementsprechend thätiger ist als der Wurzelraum unter den Waldpflanzen. Die Wiesengräser lassen im Sommer zwar auch weniger Wärme in den Boden gelangen als ein kahles Feld, doch beträgt der Unterschied nur $0,5—1^{\circ}$.

Am geringsten sind die Temperatur-Differenzen zwischen bedecktem und unbedecktem Boden im September und Oktober; nur die Moosdecke macht auch zu dieser Zeit ihre wärmeerhaltende Eigenschaft in merklicher Weise geltend. Im Winter schützen die Forstgewächse und die Moosdecke den Boden gegen Wärmeverlust stärker als die Wiesengräser. Die tiefste mittlere Temperatur erreicht humusreiche Erde in den oberen Schichten im Monat Februar, in 60 bis 90 cm Tiefe im März. Aber auch in der oberen Wurzelregion war im März die Er-

wärmung noch so gering (im Mittel 0 bis $0,5^{\circ}$), daß das Erwachen der Vegetation erst im April bei einer Durchschnittstemperatur von 6 bis 7° beginnen konnte. Am unthätigsten ist sich im Frühjahr der Fichtenboden, der sogar im April nur eine mittlere Temperatur von $4,5^{\circ}$ hatte. Im Mai stieg die Bodenwärme schon auf 11 bis 12° , im Juni auf 15 bis 17° und im Juli auf 18 bis 20° . Schon vom August an macht sich innerhalb der Wurzelregion ein geringer Wärmeverlust bemerkbar, der im Oktober einen solchen Grad erreichte, daß die Bodenwärme auf 9 bis 10° , im November sogar auf $3-5^{\circ}$ gesunken war, womit die Winterruhe begann. Im Dezember betrug die Temperatur in der Bodenkrume im Mittel noch $2-3^{\circ}$, im Januar und Februar nur $0,5^{\circ}$ und fiel theilweise unter den Nullpunkt. Im März und April beginnt die Wärmezunahme, doch ist der Erwärmungsgrad des Wurzelraumes je nach Witterungsverhältnissen, Zusammensetzung, Feuchtigkeitsgrad, Bedeckungsart und Lage des Bodens sehr verschieden. Durch unsere Beobachtungen ist ziffernmäßig nachgewiesen, daß die feuchten Thon-, Lehm-, Moor- und humusreichen Böden sich im Frühjahr langsamer und schwächer erwärmen als die sand- und kalkreichen Mineralböden, daß dagegen die Moor- und humusreichen Böden im Sommer eine etwas höhere Durchschnittstemperatur annehmen, und auch im Herbst und Winter mehr Wärme zurückhalten als die sandreichen Erdarten.

Berücksichtigt man, daß in den Jahren 1881—1884 die mittlere Lufttemperatur in München im Monat März $3,0^{\circ}$, in den Jahren 1885 bis 1889 dagegen im Mittel nur $0,85^{\circ}$ betrug, so läßt sich leicht erklären, warum in der ersten Versuchsperiode der Boden im März viel wärmer war als in dem Zeitraume von 1885 bis 1889. Während die mittlere Temperatur in der Bodenkrume bis zu 60 cm Tiefe im März 1881—1884

im Quarzsand	$3,85^{\circ}$
» Kalksand	$3,43^{\circ}$
» Lehm	$2,97^{\circ}$
in der Moorerde	$1,52^{\circ}$

erreichte, hatte in der zweiten Versuchsperiode die unbedeckte humusreiche Erde bis zur gleichen Tiefe im 5jährigen Mittel im März nur eine Temperatur von $-0,14^{\circ}$.

Aus demselben Grunde war humusreicher Boden bis zu 60 cm Tiefe im März

im unbedeckten Zustande um	1,01°
unter den Buchenpflanzen um	0,30°
» den Fichtenpflanzen um	0,80°
» dem Rasen um	0,74°
» der Moosdecke um	0,00°

kälter als die Luft, während in den Jahren 1881 bis 1884 zu derselben Zeit und bis zur gleichen Tiefe in der Bodenkrume im Vergleich zur Lufttemperatur ein Wärmeüberschuß vorhanden war, der

im feinkörnigen Quarzsand	0,77°
» grobkörnigen »	0,83°
» Kalksand	0,35°
» Lehm	0,06°

betrug. Nur in der Moorerde stand das Thermometer zu derselben Zeit durchschnittlich um 1,56° tiefer als in der Luft.

Selbst im Mai war der Wurzelraum in der humusreichen Erde auf unbedecktem Felde noch um 0,9° kälter als die Luft, während im Quarzsand, Kalksand und Lehm bei derselben durchschnittlichen Lufttemperatur ein Wärmeüberschuß von 2 und 3, bezw. von 1—2° vorhanden war.

Vom Juni bis incl. Februar ist in allen Bodenarten der Wurzelbodenraum wärmer als die äußere Luft; in den Sommermonaten, so lange eine Steigerung der Bodenwärme stattfindet, ist in den oberen Schichten (bis zu 30 cm Tiefe) der Wärmeüberschuß größer als in den tieferen Regionen; im Herbst und Winter, bei vorwiegender Wärmeausstrahlung, verhält es sich umgekehrt.¹⁾ Je nach dem Grade der Wärmezufuhr und der Menge und Vertheilung der Niederschläge im Frühjahr und Sommer und je nach dem Wärmeverlust im Herbst und Winter sind die Temperaturdifferenzen zwischen Boden und Luft in den einzelnen Jahrgängen sehr verschieden. In unserm Klima betragen sie im Sommer in den

¹⁾ Es muß hier ausdrücklich hervorgehoben werden, daß vergleichende Berechnungen zwischen Boden- und Lufttemperatur nur dann richtige Resultate liefern, wenn die mittlere Tagestemperatur der Luft mindestens aus 3maligen täglichen Beobachtungen ermittelt worden ist. Die zweimaligen Ablesungen der Thermometer an den forstlich meteor. Stationen genügen dazu nicht.

oberen Bodenschichten durchschnittlich 2,5 bis 3,0°. Geringere Werthe erreichen sie, wenn die Wärmezufuhr durch Bodenbedeckung erschwert ist. Am günstigsten wirkt auch in dieser Beziehung die Moosdecke, den nachtheiligsten Einfluß haben die dicht belaubten Forstgewächse; in der Mitte stehen die Wiesengräser.

Zufolge Tab. I hat sich für den kälteren Zeitraum 1884—1889 in der humusreichen Erde bis zu 90 cm Tiefe ein Wärmeüberschuß ergeben, der folgende mittlere Werthe erreichte:

unter der Moosdecke	2,48°
im unbedeckten Zustande	1,89°
unter der Rasendecke	1,90°
» den Buchenpflanzen	1,75°
» den Fichtenpflanzen	1,59°.

Für die wärmeren Jahre 1881—1884 berechnete sich ein mittlerer Wärmeüberschuß

im Moorboden von	1,97°
» grobk. Quarzsand von	1,93°
» feink. » »	1,89°
» Kalksand	1,71°
» Lehm	1,44°.

Obleich die mittlere Lufttemperatur in München in den Jahren 1884 bis 1889 um 0,4° tiefer war als in dem Zeitraum 1881—1884, blieb doch der Wärmeüberschuß in der unbedeckten humusreichen Erde nicht hinter dem des Quarzsandes der wärmeren Periode zurück. Es ist dies dem Umstande zu verdanken, daß der Humus nur in den ersten Frühjahrsmonaten die Bodenerwärmung erschwert, im Sommer dagegen dieselbe befördert und im Herbst und Winter wegen des schlechten Leitungsvermögens unterhalb 30 cm Tiefe mehr Wärme zurückhält als alle übrigen Bodenbestandtheile.

Beachtenswerth ist, daß jeder Boden unter dem Schutze einer Moosdecke mehr überschüssige Wärme aufspeichert und größere Thätigkeit besitzt, als im nackten Zustande, daß dagegen Buchen-, vorzugsweise aber Fichtenpflanzen wesentlich beitragen zur Verminderung des Wärmeüberschusses im Boden.

Einfluß der Bodendecken auf die absoluten Extreme der Bodentemperatur.
Tab. III.

Jahre.	8jährige Buchen.			8jährige Fichten.			Abgestorbenes Moos.			Rasen.			Unbedecktes Feld.		
	Maximum.	Minimum.	Amplitude.	Maximum.	Minimum.	Amplitude.	Maximum.	Minimum.	Amplitude.	Maximum.	Minimum.	Amplitude.	Maximum.	Minimum.	Amplitude.

In der Bodenoberfläche.

1885	26,0	—	—	25,2	—	—	33,4	—	—	31,6	—	—	31,6	—	—
1886	24,0	-4,0	28,0	21,2	-3,4	24,6	26,0	-3,8	29,8	25,8	-4,8	30,6	29,0	-4,8	33,8
1887	22,6	-8,0	30,6	21,0	-6,0	27,0	29,6	-7,0	36,6	28,4	-9,4	37,8	29,6	-9,0	38,6
1888	21,0	-3,2	24,2	19,6	-3,6	23,2	29,0	-5,0	34,0	28,0	-9,0	37,0	28,0	-7,0	35,0
1889	22,4	-6,8	29,2	21,0	-1,0	22,0	25,6	-1,0	26,6	28,0	-5,6	33,6	28,2	-7,0	35,2
Mittel . .	23,2	-5,5	28,7	21,6	-3,5	25,1	28,7	-4,2	32,9	28,4	-7,2	35,6	29,2	-6,9	36,1

In 15 cm Tiefe.

1885	22,0	—	—	21,0	—	—	23,8	—	—	22,2	—	—	22,8	—	—
1886	21,2	-0,8	22,0	20,4	-2,0	22,4	21,8	-1,6	23,4	21,6	-1,2	22,8	22,0	-4,2	26,2
1887	22,0	-2,8	24,8	20,0	-2,8	22,8	24,0	-3,6	27,6	23,0	-3,6	26,6	28,8	-6,0	34,8
1888	18,2	-1,4	19,6	19,0	-2,8	21,8	22,2	-2,8	25,0	21,0	-2,6	23,6	20,0	-4,8	24,8
1889	20,2	-1,6	21,8	20,0	-1,8	21,8	22,2	-0,6	22,8	22,8	-2,4	25,2	21,4	-6,0	27,4
Mittel . .	20,7	-1,7	22,4	20,1	-2,3	22,4	22,8	-2,1	24,9	22,1	-2,5	24,6	23,0	-5,2	28,2

In 30 cm Tiefe.

1885	21,0	—	—	21,2	—	—	22,8	—	—	21,6	—	—	21,9	—	—
1886	19,6	0,0	19,6	18,0	-0,1	18,1	20,6	0,0	20,6	20,8	-0,3	21,1	22,8	-0,2	23,0
1887	18,3	-0,3	18,6	21,0	-0,2	21,2	24,1	0,8	24,9	22,6	-0,5	23,1	23,4	-0,8	24,2
1888	18,2	-0,4	18,6	18,7	-0,4	19,1	22,0	-0,3	22,3	20,2	-0,8	21,0	20,3	-0,8	21,1
1889	20,6	0,8	21,4	19,3	0,0	19,3	23,2	0,0	23,2	22,4	-1,0	23,4	23,0	-0,8	23,8
Mittel . .	19,5	0,0	19,6	19,6	-0,2	19,8	22,6	0,1	22,5	21,5	-0,6	22,1	22,3	-0,7	23,0

In 60 cm Tiefe.

1885	20,2	—	—	20,6	—	—	20,9	—	—	20,2	—	—	21,8	—	—
1886	18,4	0,9	17,5	18,2	1,0	17,2	18,9	1,1	17,8	18,8	0,8	18,0	19,8	0,9	18,9
1887	21,1	1,0	20,1	19,4	0,5	18,9	21,1	1,0	20,1	20,6	0,0	20,6	21,6	0,4	21,2
1888	18,0	0,7	17,3	16,4	0,5	15,9	18,6	0,6	18,0	18,1	0,6	17,5	18,6	0,6	18,0
1889	19,6	2,0	17,6	18,6	0,9	17,7	19,7	0,9	18,8	19,9	0,6	19,3	20,8	0,4	20,4
Mittel . .	19,5	1,1	18,4	18,6	0,7	17,9	19,8	0,9	18,9	19,5	0,5	19,0	20,5	0,6	19,9

Jahre.	8jährige Buchen.			8jährige Fichten.			Abgestorbenes Moos.			Rasen.			Unbedecktes Feld.		
	Maximum.	Minimum.	Amplitude.	Maximum.	Minimum.	Amplitude.	Maximum.	Minimum.	Amplitude.	Maximum.	Minimum.	Amplitude.	Maximum.	Minimum.	Amplitude.

In 90 cm Tiefe.

1885	19,5	—	—	19,7	—	—	19,2	—	—	19,0	—	—	20,2	—	—
1886	17,3	1,6	15,7	17,3	1,8	15,5	17,2	2,0	17,0	17,5	1,8	15,7	17,9	1,6	16,3
1887	18,8	1,4	17,4	18,8	1,4	17,4	19,0	1,4	17,6	18,9	1,6	17,3	19,6	1,4	18,2
1888	16,3	1,1	15,2	16,3	1,2	15,1	17,6	1,1	16,5	16,9	1,1	15,8	17,1	1,1	16,0
1889	17,6	1,2	15,4	14,1	1,2	12,9	17,5	1,3	16,2	18,2	1,4	16,8	18,5	1,1	17,4
Mittel . .	17,9	1,3	16,6	17,2	1,4	15,8	18,1	1,5	16,6	18,1	1,5	16,6	18,6	1,3	17,3

Absolute Extreme der Lufttemperatur in München.

Jahre.	Maximum.	Minimum.	Amplitude.
1885	29,1	-16,8	45,9
1886	30,8	-17,8	48,6
1887	30,6	-18,9	49,5
1888	31,5	-22,3	53,8
1889	30,8	-16,2	47,0
Mittel . .	30,6	-18,4	49,0

Temperaturunterschied des kältesten und wärmsten Monats im Boden.

Einfluß der Bodendecken auf die mittlere jährliche Amplitude.

Tab. IV. (5jährige Mittel.)

Tiefen.	8jähr. Buchen.			8jähr. Fichten.			Abgestorbenes Moos.			Rasen.			Unbedecktes Feld.		
	Mittlere Temperatur des		Mittlere jährliche Amplitude.	Mittlere Temperatur des		Mittlere jährliche Amplitude.	Mittlere Temperatur des		Mittlere jährliche Amplitude.	Mittlere Temperatur des		Mittlere jährliche Amplitude.	Mittlere Temperatur des		Mittlere jährliche Amplitude.
	wärmsten Monats.	kältesten Monats.		wärmsten Monats.	kältesten Monats.		wärmsten Monats.	kältesten Monats.		wärmsten Monats.	kältesten Monats.		wärmsten Monats.	kältesten Monats.	
In der Oberfl.	18,25	-1,76	30,01	18,27	-1,15	19,42	21,19	-1,03	22,22	20,52	-1,82	23,34	21,58	-1,20	22,73
„ 15 cm Tiefe	18,81	-0,48	19,29	18,17	-0,98	19,15	20,25	-1,02	21,27	20,03	-1,23	21,26	19,76	-1,81	21,57
„ 30 „ „	17,66	0,13	17,79	18,68	0,46	19,14	20,09	0,95	21,04	19,59	0,08	19,65	20,24	-0,12	20,36
„ 60 „ „	18,94	1,15	20,09	18,12	0,89	19,01	19,16	1,16	20,32	18,73	0,67	19,40	19,73	0,88	20,61
„ 90 „ „	18,08	1,67	19,75	18,11	1,84	19,95	17,85	1,97	19,82	18,05	1,86	19,91	18,45	1,49	19,94
Gesamtmittel für die Bodenkurve.	18,35	0,15	18,20	18,27	0,21	18,06	19,71	0,41	19,30	19,38	-0,09	19,47	19,95	-0,15	20,10

Das in obigen Tabellen enthaltene Beobachtungsmaterial belehrt uns über den Einfluß der Bodendecken auf die Abschwächung der Temperaturextreme und der Wärmeschwankungen im Boden. Diese werthvolle Eigenschaft tritt sehr deutlich hervor, wenn die fünfjährigen Mittel der beobachteten höchsten und niedrigsten Temperaturen in den verschiedenen Probeflächen mit einander verglichen werden.

Die absoluten Extreme der Bodentemperaturen,

verglichen mit den absoluten Extremen der Lufttemperatur in München.

5jährige Mittel (1884—89).

Bodentiefen.	8jährige Buchen.			8jährige Fichten.			Abgestorbenes Moos.			Rasen.			Unbedecktes Feld.		
	Maximum.	Minimum.	Amplitude.	Maximum.	Minimum.	Amplitude.	Maximum.	Minimum.	Amplitude.	Maximum.	Minimum.	Amplitude.	Maximum.	Minimum.	Amplitude.
In der Bodenoberfläche . . .	23,2	-5,5	28,7	21,6	-3,5	25,1	23,7	-4,2	22,9	23,4	-7,2	35,6	22,2	-6,9	36,1
In 15 cm	20,7	-1,7	22,4	20,1	-2,3	22,4	22,3	-2,1	24,9	22,1	-2,5	24,6	23,0	-5,3	27,2
„ 30 „	19,5	0,0	19,5	19,6	-0,2	19,8	22,6	0,1	22,5	21,5	-0,8	21,1	22,3	-0,7	23,0
„ 60 „	19,5	1,1	18,4	18,6	0,7	17,9	19,8	0,9	18,9	19,5	0,5	19,0	20,5	0,6	19,9
„ 90 „	17,9	1,3	16,6	17,2	1,4	15,8	18,1	1,5	16,6	18,1	1,5	16,6	18,6	1,8	17,3
Mittel für die gesammte Bodenkrume.	20,16	-0,96	21,12	19,42	-0,78	20,20	22,40	-0,76	23,16	21,92	-1,66	23,58	22,72	-2,18	24,90

Absolute Extreme der Lufttemperatur.

Maximum.	Minimum.	Amplitude.
30,6	-18,4	49,0

Schlußfolgerungen:

1. Im unbedeckten Boden sind die absoluten Maxima und Minima, ebenso die Wärmeschwankungen größer als in den bedeckten Böden. In der Oberfläche des nackten Bodens erreichen die absoluten Maxima nahezu dieselbe Höhe als in der Luft, während die absoluten Minima im Boden eine sehr bedeutende Abschwächung erleiden.

2. Dem kahlen Felde am nächsten steht bezüglich der Erwärmungsfähigkeit ein mit Moos bedeckter Boden. Die absolute Maxima sind unter der Moosdecke fast ebenso groß wie im nackten Boden. Dagegen erschwert die Moosdecke im Winter die Wärmeausstrahlung und bewirkt, daß insbesondere die oberen Bodenschichten nicht so stark erkalten wie im Brachfelde.
3. Die Wiesengräser lassen im Hochsommer fast ebensoviel Wärme in den Boden gelangen als die Moosdecke, dagegen gewähren sie im Winter einen viel geringeren Schutz gegen Wärmeausstrahlung und die Bodenkrume erkaltet unter ihnen stärker als unter Moosbedeckung.
4. Die dicht stehenden und stark belaubten Waldpflanzen erschweren im Sommer die Erwärmung des Bodens in höherem Maße als alle anderen Bodendecken. So war z. B. im Fichtenboden das absolute Maximum bis zu 30 cm Tiefe durchschnittlich um $4,4^{\circ}$, im Buchenboden um $3,7^{\circ}$ geringer als im unbedeckten Felde. Fast ebenso groß sind die Unterschiede zwischen dem absoluten Maximum unter der Moosdecke und dem der Forstgewächse; selbst unter den Wiesengräsern ist das Maximum in den oberen Bodenschichten noch um $3,6^{\circ}$ und $2,9^{\circ}$ höher gewesen als unter dem Schutze der Fichten- und Buchenpflanzen.

Eine geringere Wirkung haben die Bodendecken im Winter. Das absolute Minimum betrug im unbedeckten Boden bis zu 30 cm Tiefe im 5jährigen Mittel $-4,3^{\circ}$, unter dem Wiesengrase $-3,4$, unter den Buchenpflanzen $-2,4$, unter den Fichtenpflanzen $-2,0$ und unter der Moosdecke $-2,1^{\circ}$. Die dicht stehenden Waldpflanzen, namentlich die Fichten, schützen demnach den Boden gegen starken Wärmeverlust (hohe Kältegrade) ebenso stark als die Moosdecke. Von geringerem Einflusse sind die Wiesengräser.

5. Die den absoluten Extremen entsprechenden größten Temperaturunterschiede (Jahres-Amplituden) erreichen in der äußeren Luft viel höhere Werthe als innerhalb der Bodenoberfläche. Sie nehmen in der Krume von oben nach unten ab und sind in bedeckten Böden geringer als im unbedeckten Felde. Die größten Wärmeschwankungen betragen bis zu 30 cm Tiefe durchschnittlich:

im nackten Boden	29,1°
unter der Rasendecke	27,4°
› der Moosdecke	26,7°
› den Buchenpflanzen	23,6°
› den Fichtenpflanzen	22,4°.

In derselben Reihenfolge wirken die Bodendecken auf die mittleren jährlichen Wärmeschwankungen (Temperaturunterschiede des kältesten und wärmsten Monats) ein.

Der Tab. IV ist zu entnehmen, daß die gesammte Bodenkrume (von 0—90 cm Tiefe) im kältesten und wärmsten Monate folgende Mitteltemperaturen zeigte:

	Mittl. Temperatur des		
	wärmsten	kältesten	
	Monats.		Differenz.
im unbedeckten Felde	19,95	—0,15	20,10
unter den Wiesengräsern	19,38	—0,09	19,47
› der Moosdecke	19,71	0,41	19,30
› den Buchenpflanzen	18,35	0,15	18,20
› den Fichtenpflanzen	18,20	0,21	17,99.

Am größten ist somit der Temperaturwechsel im unbedeckten Boden, geringer unter der Rasen- und Moosdecke und noch schwächer im Fichten- und Buchenboden.

6. Die bedeutendsten Wärmeschwankungen kommen in den obersten Bodenschichten vor; mit zunehmender Tiefe nehmen sie successive ab.

Die Einwirkung der Bodendecken auf die Abschwächung der Temperaturextreme und des Temperaturwechsels erstreckt sich wieder hauptsächlich auf die oberen Bodenschichten bis zu etwa 50 cm Tiefe; schon in 60 und 90 cm ist sie sehr unbedeutend und in 1 Meter gleich Null.

Werfen wir schließlich noch einen allgemeinen Rückblick auf die Wirkung der Bodendecken, so ist durch unsere Beobachtungen jedenfalls der Nachweis geliefert, daß bei gleicher Bodenbeschaffenheit eine mit Wiesengräsern bewachsene Fläche bezüglich ihres Verhaltens zur Wärme dem unbedeckten Boden am nächsten steht. Unter der Rasendecke

ist die Bodenkrume im Sommer nur um 1° kälter, dafür aber im Winter um einige Zehntelgrade wärmer als im Brachfelde. Viel größere Unterschiede werden durch die Waldpflanzen und durch die Moosdecke hervorgerufen, die aber insoferne im entgegengesetzten Sinne wirken, als durch die ersteren die Wurzel- und Bodenthätigkeit vermindert, durch die letztere dagegen gesteigert wird. Bei den Waldpflanzen, zumal bei den Fichten, macht sich im Herbst und Winter auch eine wärmeerhaltende Eigenschaft geltend, dafür aber erschweren sie vom April bis inkl. September die Erwärmung der Bodenkrume in um so höherem Grade, je dichter sie stehen. In Folge dessen wird durch sie die Thätigkeit der Wurzeln und des Bodens während der Vegetationszeit in stärkerem Maße beeinträchtigt als durch die Wiesengräser und andere Kulturpflanzen.

Der sehr günstige Einfluß einer 5—6 cm tiefen Moosdecke auf die Temperatur und Bodenthätigkeit erklärt sich daraus, daß unter dem Schutze derselben die Bodenkrume im Herbst, Winter und Frühjahr beträchtlich wärmer bleibt, und auch im Sommer genügender Wärmezutritt stattfindet; daß ferner der schädliche starke Temperaturwechsel in den oberen Bodenschichten beseitigt und in der Wurzelregion mehr überschüssige Wärme aufgespeichert wird als im nackten Felde oder unter einer lebenden Pflanzendecke. Dazu kommt noch, daß unter der Moosdecke, wie wir früher nachgewiesen haben, die Bodenkrume feuchter bleibt und mehr Sickerwasser liefert als ein unbedeckter oder mit Pflanzen bebauter Boden. Endlich ist bekannt, daß die Krume unter dem Schutze einer Moosdecke nicht verkrustet und hart wird, sondern stets locker bleibt und auch zum Auffrieren nicht so geneigt ist als eine kahle Bodenoberfläche.

Für die Pflanzenkultur in Gärten, auf Saatbeeten etc. muß demgemäß eine mäßige Bedeckung des Bodens mit toden Materialien (Moos, Nadelstreu, Laub, Sägemehl, Torfstreu, benützte Gerberlohe etc.) nur von Nutzen sein. Frische Gerberlohe ist wegen ihres Gerbesäuregehaltes den Pflanzen schädlich; verwendet man aber ausgelangte (benutzte) Lohe entweder für sich oder in Form von Komposterde und bedeckt damit den Boden bald nach Unterbringung der Saat etwa 5 cm hoch, so sollen dadurch auch Schnecken, Würmer, Engerlinge ferngehalten werden.



Neue Litteratur.

M. Fleischer. Die Wasser- und Temperaturverhältnisse des besandeten und des nicht besandeten Hochmoorbodens. Dritter Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station. Landwirthschaftliche Jahrbücher. Von H. Thiel. Bd. XX. 1891. S. 771—854.

Die Untersuchungen, deren Ergebnisse Verf. in vorliegender Abhandlung mittheilt, sollten darüber Auskunft geben, inwieweit ein Mischen und Bedecken der Mooroberfläche mit Sand, in der Weise, wie es in der Praxis geschieht, die Wasser- und Temperaturverhältnisse des Moorbodens zu beeinflussen im Stande sei.

Zu den Versuchen diente eine Reihe von Steinkästen, welche in die Böschung eines den Garten der Station begrenzenden Dammes derartig hineingebaut waren, daß nur die vorderen Seiten freilagen, während die übrigen drei Seiten von Erdreich (ausgeschüttetem Wesersand) umgeben waren. Der fast quadratische Querschnitt jedes Kastens betrug 0,974 qm, die Höhe der Seitenwand 1 m. Der Boden, die beiden Seitenwände, die Rückwand und ein 10 cm hohes Stück der Vorderwand waren aus Ziegelsteinen aufgemauert, welche einen starken Verputz aus bestem Portland-Zement erhielten; die Bodenfläche war trichterförmig gestaltet, ihr tiefster Punkt lag in der Mitte der vorderen Kante, von wo ein Zinnrohr durch das gemauerte Stück der Vorderwand in's Freie führte. Den übrigen Theil der Vorderwand bildete eine Schieferplatte, welche mittelst Glaserkitt in die dazu bestimmten Fugen der Seitenwände und des aufgemauerten Theils der Vorderseite eingekittet und durch starke eiserne Klammern angepreßt wurde. Ueber das nach Außen ragende zinnerne Abflußrohr ließ sich ein zweckmäßig geformtes zinnernes Ansatzstück schieben, welches das quantitative Auffangen des ablaufenden Wassers in großen Flaschen gestattete und durch eine angegossene Kappe das Eindringen von Staub und Regenwasser in die letzteren verhütete.

Zur Füllung der Kästen I, II und III diente Moor aus einer etwa 1½ m mächtigen Moostorfschicht (aus Wörpedorf, Amt Lilienthal). Dasselbe wurde von der Wand eines Torfstichs nach Entfernung der oberen, 2—3 cm mächtigen Haidehumusschicht in der Weise entnommen, daß man drei neben einander liegende Würfel von je 1 m Kante austach, dieselben in große Soden (je 27 Stück für jeden Kasten) zerschnitt und so nach Bremen transportirte. Die Beschickung der Kästen geschah in der Weise, daß, nachdem vor die Ausflußöffnung am Boden der Kästen einige große Ziegelsteine gelegt waren (um das Verschlemmen zu verhindern), die Torfsoden möglichst die Lage erhielten, welche sie unter natürlichen Verhältnissen gehabt hatten. Besonders wurde dafür gesorgt, daß die senkrechte Schichtenfolge dieselbe blieb.

Ueber das Moor in Kasten I wurde eine 10 cm starke Schicht grobkörnigen Wesersandes ausgebreitet. Aus Kasten II wurde eine 10 cm mächtige

Lage Moor fortgenommen, dieselbe mit einer gleich mächtigen Lage Wesersand gründlich gemischt und dann das Gemenge wieder in den Kasten eingefüllt. Kasten III erhielt keinen Sand, dafür aber so viel Moor mehr, daß die Höhe des Kasteninhaltes ungefähr gleich war mit der Höhe des Inhaltes von Kasten I und II (ca. 85 cm).

I. Die Wasserverhältnisse. 1) Der Wassergehalt der verschiedenen behandelten Moorböden. Aus den bezüglichen Ermittlungen läßt sich zunächst ersehen, daß der procentische Wassergehalt des Moorbodens ausnahmslos nach der Tiefe zunahm. Der Wassergehalt betrug in kg:

	Kasten I	Kasten II	Kasten III
am Anfang des Versuchs	565,83	565,83	643,72
» Ende » »	471,24	454,33	464,85.

Bei gleicher Versuchszeit (15. Januar 1878 — 28. April 1881) hatte sonach der Wassergehalt folgende Abnahme erfahren:

	I Moor mit Sand bedeckt	II Mooroberfläche mit Sand gemischt	III Moor ohne Sand
um	94,6	111,5	178,9 kg
in Proz. des ursprünglichen Wassergehaltes	16,7	19,7	27,8.

Es hat mithin das mit Sand bedeckte Moor weniger Wasser verloren als das mit Sand gemischte, und dieses weniger als das unbesandete Moor, und es war schließlich der Wasservorrath im Moor mit Sanddecke größer als im unbesandeten Moor, obwohl das letztere weit mehr Wasser fassen konnte als ersteres.

2) Die aufgefallenen und abgelaufenen Wassermengen. Mit Umgehung der Details seien aus dem umfangreichen Zahlenmaterial an dieser Stelle nur die wichtigeren Daten hervorgehoben. Von den aufgefallenen Niederschlagsmengen kamen im Ablauf der Kästen folgende Mengen wieder zum Vorschein.

	Niederschläge pro Kasten kg	Im Durchschnitt der drei Kästen liefen ab kg	In Prozenten der Niederschlagsmenge
1878/79	928,2	648,3	72,2
1879/80	880,9	791,0	89,3
1880/81	1217,9	975,0	80,1.

Würden die aus dem Moore absickernden Wassermengen lediglich von der Größe der Niederschläge bedingt, so würden die procentischen Zahlen in den verschiedenen Jahren gleich sein. Dieselben weichen aber nicht unwesentlich von einander ab und zwar besonders in den beiden ersten Jahren, welche hinsichtlich der Gesamtniederschläge große Aehnlichkeit aufweisen.

Der Einfluß der wärmeren und kälteren Jahreszeit auf die Menge des abfließenden Wassers wird durch folgende Zusammenstellung klargelegt:

Jahr.	In der wärmeren Jahreszeit (April bis September)			In der kälteren Jahreszeit (Oktober bis März)		
	fielen auf	liefen ab	pro Kasten in Proz. d. Niederschläge	fielen auf	liefen ab	pro Kasten in Proz. d. Niederschläge
	kg	kg		kg	kg	
1878/79	588,1	399,3	58,2	345,1	309,0	89,5
1879/80	561,2	441,7	78,7	319,7	349,3	109,3
1880/81	521,3	380,2	72,9	696,6	595,7	85,5

Zunächst lassen diese Zahlen deutlich erkennen, daß von den aufgefallenen Niederschlägen unter den vorliegenden Verhältnissen in der kälteren Jahreszeit weit mehr aus dem Boden wieder abfließen als in den wärmeren Monaten. Die mitgetheilten Daten fördern aber noch einen sehr auffälligen Umstand zu Tage: In den Monaten Oktober bis März 1879/80 floß aus den Kästen mehr Wasser ab, als in den Niederschlägen auffiel. Diese Beobachtung wurde bei allen drei Kästen gemacht.

Es fielen auf jeden Kasten 319,7.	Kasten I 348,0	Es liefen ab aus Kasten II 353,0	Kasten III 347,0 kg.
---	-------------------	--	-------------------------

Die Ursachen hiervon sind darin zu suchen, daß ein Theil der Sickerwassermenge wegen langsamen Abfließens aus den Niederschlägen des vorangegangenen Monats stammt, daß die Moormasse gefriert und die Kastenabläufe durch den Frost verstopft werden, oder daß durch das Gefrieren eine Abänderung der Wasserkapazität des Moores eintritt. Um letzteres festzustellen, wurden vom Verf. in zylindrischen Zinkgefäßen von 20 cm Durchmesser und 10 cm Höhe besondere Versuche angestellt. Von je 2 zusammengehörigen, gleichmäßig beschickten Gefäßen wurde nach Sättigung des Inhaltes mit Wasser das eine zweimal dem Froste ausgesetzt und dabei die Wassermenge festgestellt, welche nach dem Aufthauen abließ. Die in den Gefäßen zurückgehaltene Wassermenge (gr) betrug am Anfang des Versuchs:

Moor ohne Sand (150 gr)		Moor mit Sand gemischt (150 gr Moor, 1000 gr Sand)		Moor mit Sand bedeckt (150 gr Moor, 2000 gr Sand)	
I a	I b	II a	II b	III a	III b
1658	1688	1732	1741	1971	1965.

Nachdem die Gefäße b dem Frost ausgesetzt gewesen und bei geöffnetem Abfluß wieder aufgethaut waren, enthielten alle Gefäße nachfolgende Wassermengen:

I a	I b	II a	II b	III a	III b
1681	1586	1691	1611	1914	1822;
Differenz gegen die erste Wägung					
27	152	41	180	57	143.

Unter der Voraussetzung, daß unter gewöhnlichen Verhältnissen die Gefäße b denselben Wasserverlust erlitten haben würden wie die Gefäße a, nämlich 27 bzw. 41 und 57 gr, berechnet sich der in Folge des Gefrierens eingetretene Wasserverlust zu:

I	II	III
125 gr	89 gr	86 gr.

Nach dem zweiten Gefrieren betrug derselbe, in gleicher Weise wie in ersterem Fall berechnet:

25 gr	21 gr	59 gr.
Im Ganzen: 150 gr	110 gr	145 gr.

Diese Versuche beweisen also, daß gefrorenes Moor beim Aufthauen Wasser abfließen läßt, welches vor dem Gefrieren festgehalten wurde, und zwar fließt, in Prozenten des ursprünglich festgehaltenen Wassers ausgedrückt (9,1 resp. 6,5 und 7,6 %), aus dem reinen Moor mehr als aus dem mit Sand gemischten und dem mit Sand bedeckten Moore ab. Diese Ergebnisse reichen völlig aus, um die auffallende Beobachtung zu erklären, daß nach heftigem Frost aus den Versuchskästen mehr Wasser ausfloß, als aus den aufgefallenen Regenmengen stammen konnte.

In den einzelnen Jahren und in den einzelnen Kästen stellte sich der Ablauf wie folgt:

	Nieder- schlags- menge. kg	Abgeflossene Wassermengen.					
		In Kilogramm.			In Prozenten der Niederschlagsmengen.		
		Kasten I.	Kasten II.	Kasten III.	Kasten I.	Kasten II.	Kasten III.
1878/79							
Wärmere Jahreszeit	583	437	296	285	75,0	50,7	48,9
Kältere »	345	332	314	281	96,2	91,0	81,4
1879/80							
Wärmere Jahreszeit	561	542	408	375	96,6	72,7	66,8
Kältere »	320	348	353	347	108,8	110,8	108,4
1880/81							
Wärmere Jahreszeit	521	469	349	323	90,0	67,0	62,0
Kältere »	697	591	599	598	84,8	85,9	85,8

In der wärmeren Jahreszeit fließt von den aufgefallenen Regenmengen aus dem mit Sand bedeckten Moor weit mehr ab als aus dem an der Oberfläche mit Sand gemischten, und aus diesem mehr als aus dem Moor ohne Sand. Im Durchschnitt aller Jahre flossen in der wärmeren Jahreszeit in Prozenten der Niederschlagsmengen ab aus

Kasten I	Kasten II	Kasten III
87	63	59.

In der kälteren Jahreszeit läßt das Jahr 1879/80 Unterschiede in gleicher Richtung erkennen, dagegen fehlen dieselben in den folgenden Jahren, und sie kommen auch im Durchschnitt der drei Jahre fast zum Verschwinden, denn es betragen im Durchschnitt der Jahre 1879—81 während der kälteren Jahreszeit die Abflußmengen in:

Kasten I	Kasten II	Kasten III
93 ‰	92 ‰	90 ‰.

Bei Besprechung der Ursachen der geschilderten Erscheinungen weist Verf. darauf hin, daß in dieser Richtung verschiedene Umstände in Betracht kommen, nämlich die Wasserkapazität der Böden, der ursprüngliche Wassergehalt in denselben, sowie die Verdunstung.

In Bezug auf die Wasserkapazität lehrten bereits die oben angeführten Gefrierversuche, daß in Folge des Gefrierens die Wasserhaltungskraft des Moorbodens geringer wird. Ob diese Wirkung eine dauernde ist, ist noch unentschieden. Soweit sich die Verhältnisse bis jetzt überblicken lassen, wird das unveränderte Moor durch den Frost in stärkerem Maße beeinflusst als das besandete, weil auf letzterem der Frost lange nicht so tief in den Boden eindringt als in jenem (? der Ref.). Für den Einfluß der Temperatur auf die Wasserkapazität spricht nach des Verf. Meinung die Thatsache, daß bei steigender Temperatur im Frühjahr mehr Wasser aus dem Boden abfloß, als durch die atmosphärischen Niederschläge zugeführt wurde. In welcher Weise die Wasserkapazität durch die Mischung resp. die Bedeckung des Moorbodens mit Sand eine Abänderung erlitt, konnte aus den bei den Gefrierversuchen ermittelten Daten ermessen werden. Im Mittel von je zwei Versuchen hielten fest:

Moor ohne Sand	Moor mit Sand gemischt	Moor mit Sand bedeckt
1673 gr	1737 gr	1968 gr.

Es war mithin die Wasserkapazität des Moor-Sand-Gemisches eine höhere als die des reinen Moores. Ebenso konnte der aus Moor und Sand bestehende Boden mehr Wasser fassen als das Moor allein, aber in Folge der Sanddecke war das Wasseraufsaugungsvermögen des Moores unter der Sanddecke geringer geworden. Die zur Bedeckung dienenden 2000 gr konnten für sich allein 385 gr aufsaugen. Bringt man diese von der im Ganzen festgehaltenen Wassermenge in Abzug, so bleiben:

$$1968 - 385 = 1583 \text{ gr Wasser,}$$

also 90 gr weniger, als das Moor ohne Sanddecke aufzunehmen fähig war. Es ist mithin durch das Aufbringen einer Sanddecke das Aufsaugungsvermögen des Moores verringert worden. Diese Abschwächung der Wasserkapazität dürfte auf eine Verkleinerung der Moorbodenporen in Folge des durch die Sanddecke ausgeübten Druckes zurückzuführen sein. Sie wurden aber im vorliegenden Fall durch das Wasserfassungsvermögen der aufgetragenen Sandschicht völlig verdeckt, indem aus dem mit Sand bedeckten Moorboden sogar weniger Wasser abfloß als aus dem besandeten Moor. Daß sich in dieser Beziehung die zum Mischen und Bedecken des Moorbodens verwendeten Sande verschieden verhalten, lehrt ein Versuch mit feinkörnigem Sand. Durch die Mischung des Moores mit

letzterem war das Absorptionsvermögen des Moores für Wasser um 18 % herabgedrückt worden. Diese Wirkung erklärt sich einfach dadurch, daß die feinen Sandkörner in die Zwischenräume des Moorbodens, welche vorher mit Wasser angefüllt waren, eindringen und das letztere verdrängen.

Nach dem eben mitgetheilten Versuch mit grobkörnigem Sande würde das Mischen der Mooroberfläche mit diesem Material das Wasseraufsaugungsvermögen des Bodens vergrößert haben. In Wirklichkeit ist aber aus dem Sand-Moor-Gemisch weit mehr Wasser abgeflossen als aus dem unvermischten Moor. Die Sickerwassermengen stehen sonach in keiner gesetzmäßigen Beziehung zur Wasserkapazität der Böden oder deren Wassergehalt. Dasselbe ist auch bezüglich des besandeten Moorbodens der Fall. In welchem auffälligen Gegensatz zu den abgeflossenen Wassermengen der Verlust steht, welchen der Wassergehalt der verschiedenen Böden während der Versuchszeit erlitt, zeigt folgender Vergleich. Während an Wasser abflossen

Moor ohne Sand	Moor mit Sand gemischt	Moor mit Sand bedeckt
2250 kg	2483 kg	2908 kg,
war der Wasserverlust in Proz. des ursprünglichen Wassergehaltes		
27,8	19,7	16,7.

Es werden mithin die Wasserverhältnisse des Moorbodens von einem Faktor beherrscht, welcher, weit mächtiger als die Wasserkapazität, die Wirkungen derselben zum Verschwinden bringt, und dieser Faktor ist zweifellos die Verdunstung.

3. Die verdunsteten Wassermengen. Die wirkliche Verdunstung betrug, unter Berücksichtigung des Wassergehaltes der Böden am Anfang und am Ende des Versuchs, während der ganzen Versuchszeit in Prozenten der Niederschlagsmenge:

Moor ohne Sand	Moor mit Sand oberfl. gemischt	Moor mit Sand bedeckt
29,9	25,5	11,6.

Hieraus folgt, daß das unbesandete Moor annähernd die dreifache, das an der Oberfläche mit Sand gemischte Moor mehr als die doppelte Menge Wasser abdunstet ließ als das Moor mit Sanddecke. Die Ursache dieser Erscheinung ist vornehmlich in der schnell erfolgenden Abtrocknung der obersten Sandschicht und in dem Vermögen der Sanddecke zu suchen, die atmosphärischen Niederschläge schnell durchzulassen.

Bei Berechnung der «scheinbaren» Verdunstung (Differenz zwischen dem aufgefallenen und dem abgeflossenen Wasser) für die verschiedenen Jahreszeiten ergab sich in augenfälliger Weise die Thatsache, daß die scheinbare (und wahrscheinlich in noch höherem Grade die wirkliche) Verdunstung in den Monaten April bis Juni weit höher war als in irgend einem anderen Quartal. Die Ursache hiervon beruht darauf, daß den starken Niederschlägen in der kälteren Jahreszeit eine geringe Verdunstung gegenübersteht, der Boden sich bis zur Oberfläche mit Wasser sättigt und der Eintritt der wärmeren Jahreszeit hierauf eine stärkere

Verdunstung hervorruft. «Da gerade in die Monate Mai und Juni die heftigsten Spätfröste im Moor zu fallen pflegen, so wird ein Zusammenhang derselben mit der gesteigerten Verdunstung kaum abzuweisen und der Bezeichnung «Verdunstungsfröste» eine gewisse Berechtigung zuzugestehen sein».

Um das Verhältniß der ermittelten Verdunstungsgrößen zu denen von mineralischen Böden festzustellen, zieht Verf. die Ergebnisse diesbezüglicher von *Lawes* und *Gilbert*, *Maurice*, *Gasparin*, und *Risler* heran und kommt, nachdem er nachgewiesen zu haben glaubt, daß die ziemlich bedeutenden Differenzen, welche zwischen seinen und den Beobachtungen genannter Forscher sich ergeben, nicht auf fehlerhafter Regenmessung und Versuchsanordnung beruhen können, zu dem Schluß, daß von den auf den Moorboden gelangenden Niederschlägen weit geringere Mengen verdunsten als von den auf mineralischen Böden auffallenden.

II. Die Bodentemperatur. Die Bodentemperaturen wurden in 2, 11, 28 und 60 cm Tiefe ermittelt, und zwar täglich, Vormittags 9 Uhr, Mittags 1 Uhr und Abends 6 Uhr.

Bezüglich der in 2 cm Tiefe ermittelten Bodenwärme ergab sich, daß bei steigender Luftwärme die Temperatur der Sanddecke in stärkerem Maße zunimmt als die des Moorsandgemisches, und jene des letzteren in stärkerem Maße als die des unbesandeten Moores. Bei sinkender Luftwärme fällt die Temperatur des Sandes stärker ab als die des Moorsandgemisches, und letztere stärker als die des unbesandeten Moores. Hierbei bleibt jedoch mit zu vernachlässigenden Ausnahmen die Tagesdurchschnittstemperatur der Sanddecke stets höher als die des Moorsandgemisches, und diese höher als die des reinen Moores, falls nicht die Bodenoberfläche mit Schnee bedeckt ist. Unter einer Schneedecke sinkt die Temperatur des Decksandes unter die der Moorsandmischung, und letztere gewöhnlich unter die des unbesandeten Moores.

Mit diesem Verhalten hängt unmittelbar die Erscheinung zusammen, daß, falls nicht eine Schneedecke das Verhältniß ändert, die Schwankungen in der Durchschnittstemperatur von Tag zu Tag im unbesandeten Moor am geringsten, in der Sanddecke am größten sind.

Die Beobachtungen zu verschiedenen Tageszeiten ergaben Folgendes:

Mit dem Steigen der Lufttemperatur steigt die Temperatur in der Oberfläche der verschieden behandelten Böden in sehr verschiedenem Grade, am langsamsten in dem unbesandeten Moor, etwas schneller im Moor-Sandgemisch, und noch schneller in der Sanddecke. Es ist daher namentlich um die Mittagszeit die letztere höher temperirt als das Moor-Sandgemisch, und dieses höher als das unbesandete Moor.

Mit sinkender Lufttemperatur, also regelmäßig vom Mittag nach dem Abend und vom Abend nach dem Morgen zu, kühlt sich die Sanddecke schneller ab als das Moorsandgemisch und meist noch schneller als das unbesandete Moor, und dasselbe Verhältniß tritt natürlich ein, wenn die durchschnittliche Tagestemperatur im Abnehmen begriffen ist. So kann es in der kälteren Jahreszeit vorkommen, daß, selbst wenn der Boden nicht mit Schnee bedeckt ist, die Oberflächentemperatur des besandeten Bodens am Abend oder Morgen etwas tiefer liegt als die des nicht besandeten. Aber in der ganzen, 119 Tage umfassenden Beobachtungszeit trat

dieser Fall nur an 18 Tagen ein, und die Differenzen betragen immer nur wenige Zehntelgrade.

Die Beobachtungen der Bodentemperatur bei 11 cm Tiefe lassen sich in die folgenden Sätze zusammenfassen:

Im Jahresdurchschnitt ist die Bodentemperatur bei 11 cm Tiefe im unbesandeten Moor niedriger als im Moorsandgemisch, und in diesem um gleich viel niedriger als in dem mit Sand bedeckten Moor.

Bei steigender Tendenz der Lufttemperatur steigt die Temperatur des mit Sand gedeckten Moores am schnellsten, des unbesandeten Moores am langsamsten.

So erwärmt sich in den wärmeren Monaten vom Morgen nach dem Mittag zu das mit Sand bedeckte Moor höher als das mit Sand gemischte, und dieses höher als das unbesandete. Während vom Mittag nach dem Abend zu die Bodentemperatur bei 2 cm Tiefe sinkt, nimmt in den wärmeren Monaten am Nachmittag die Temperatur bei 11 cm Tiefe noch weiter zu, aber jetzt stärker im unbesandeten Moor als im Moorsandgemisch, und in diesem stärker als in dem mit Sand bedeckten Moor. In der Nacht sinkt sie im unbesandeten Moor am langsamsten, im Moor mit Sanddecke am schnellsten, und es weichen die Morgentemperaturen um 9 Uhr im besandeten und unbesandeten Moor nur wenig von einander ab. In den kühleren Monaten liegen sie nicht selten im besandeten Moor tiefer als im unbesandeten.

Ebenso nimmt die durchschnittliche Tagestemperatur des Bodens bei 11 cm in dem mit Sand bedeckten Moor schneller zu als im Moorsandgemisch, und in diesem schneller als im unbesandeten Moor, ganz entsprechend den Bewegungen der Oberflächentemperatur.

Bei sinkender Lufttemperatur kühlt sich das mit Sand bedeckte Moor schneller ab als das Moorsandgemisch, und dieses schneller als das unbesandete Moor. Abweichend von der Bodenoberfläche, welche mit wenigen Ausnahmen nur bei einer Schneedecke im unbesandeten Moore wärmer war als im besandeten, hält sich in den kältesten Monaten die Temperatur bei 11 cm Tiefe im unbesandeten Moor meist höher als im besandeten, und zwar ist, wenn die Bodentemperatur unter 0° sinkt, fast regelmäßig das Moorsandgemisch etwas niedriger temperirt als das Moor mit Sanddecke.

In der wärmeren Jahreszeit erwärmt sich der besandete Boden auch bei 11 cm Tiefe stärker als der unbesandete. Die Temperatur nimmt am Nachmittag im unbesandeten Moor schneller als im Moorsandgemisch, und in diesem schneller als im sandbedeckten Moor zu. Die immer mehr sinkende Oberflächentemperatur hat dann während der Nacht auch ein Sinken der Bodentemperatur bei 11 cm Tiefe zur Folge, und zwar ist dasselbe am stärksten in dem mit Sand bedeckten am schwächsten in dem unbesandeten Moor.

In der kälteren Jahreszeit nimmt das besandete Moor bis 11 cm Tiefe stärker ab als das nicht besandete. Bei dieser Tiefe ist das Moorsandgemisch in der kalten Zeit meist noch tiefer temperirt als das Moor mit Sanddecke.

Entsprechend den Temperaturverhältnissen bei 11 cm Tiefe ist während der wärmeren Jahreszeit auch bei 28 cm Tiefe das Moor mit Sanddecke durchschnittlich am höchsten, das unbesandete am niedrigsten temperirt. Jedoch sind

die Unterschiede weit geringer als in der höher belegenen Schicht. Auch die Schwankungen der Temperatur von Tag zu Tag sind bei dieser Tiefe geringer.

In den kälteren Monaten kehrt sich das Verhältniß wieder um; das unbesandete Moor ist durchschnittlich am höchsten, das mit Sand bedeckte am niedrigsten temperirt, jedoch sind auch hier die Unterschiede sehr gering. Die Bodenschicht bei 28 cm Tiefe in dem an der Oberfläche mit Sand gemischtem Moor ist bei höherer und ansteigender Temperatur wärmer als das unbesandete und kälter als das mit Sand bedeckte Moor, bei niedriger und bei sinkender Temperatur hingegen kälter als beide andere Böden.

Aus den in 60 cm Tiefe angestellten Beobachtungen folgert Verf., daß während der wärmeren Monate selbst noch bei dieser Tieflage das besandete Moor etwas wärmer war als das unbesandete. In der kälteren Jahreszeit kehrt sich das Verhältniß um. Ein Vergleich mit den Bewegungen der Lufttemperatur während des Tages läßt erkennen, daß die Temperatur des unbesandeten Moores bei 60 cm Tiefe von den Schwankungen der Lufttemperatur während des Tages nicht mehr beeinflußt wird. Dagegen scheint in dem mit Sand bedeckten Moor von Mittag nach dem Abend zu regelmäßig eine wenn auch nur sehr schwache Temperaturabnahme stattzufinden.

Den Schluß der Abhandlung bilden kurze Erörterungen über die Spätfröste, welche auf dem unbesandeten Moore zeitweise große Verheerungen anrichten, dagegen auf dem besandeten, namentlich dem mit Sand bedeckten Moor nur selten auftreten. Verf. führt die Ursache für dieses verschiedene Verhalten einerseits auf die größere «Verdunstungskälte», welche die stärkere Wasserverdunstung des unbesandeten Moores hervorruft, andererseits auf das größere Wärmestrahungsvermögen zurück, welcher der dunkel gefärbte unbesandete Moorboden gegenüber dem besandeten und den helleren, mineralischen Böden besitzt. (Anmerkung des Referenten: Die Anführung von ziffermäßigen Belegen für die vom Verf. gezogenen Schlußfolgerungen wurde unterlassen, weil letztere zum Theil im Widerspruch zu den Ergebnissen stehen, welche durch vieljährige Beobachtungen vom Referenten und von *E. Ebermayer*¹⁾ bezüglich der thermischen Eigenschaften der hier in Betracht kommenden Bodenarten gewonnen wurden. In der That haben auch die vom Ref. besonders angestellten und zu demnächstiger Veröffentlichung bestimmten Untersuchungen über die Beeinflussung der physikalischen Eigenschaften des Moorbodens durch Mischung und Bedeckung mit Sand zu theilweise anderen und mit unseren Kenntnissen über das Verhalten der Bodenarten der Wärme gegenüber besser übereinstimmenden Resultaten geführt.)

In Betreff der Ansichten des Verf. über die Ursache der Spätfröste auf unbesandeten Mooren ist hervorzuheben, daß dieselben insofern nicht den tatsächlichen Verhältnissen entsprechen, als die «Verdunstungskälte» bei dem Auftreten von Spätfrösten sicherlich keine Rolle spielt. Im Gegentheil hat man allenthalben in den Mooren die auch wissenschaftlich begründete Beobachtung²⁾ gemacht, daß die Spätfröste ausbleiben, wenn die Oberfläche feucht ist, und daß sie sich nur dann bemerkbar machen, wenn eine Abtrocknung der obersten Schicht eingetreten war.)

E. W.

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. XIV. 1891. S. 195 u. ff.

²⁾ Vergl. *Ebermayer*. Diese Zeitschrift. Bd. XIV. 1891. S. 230.

F. Seyfert. Die Wasserverhältnisse des besandeten und nicht besandeten Hochmoorbodens, des Sand- und humosen Gartenbodens. Dritter Bericht über die Arbeiten der Moorversuchsstation. Landw. Jahrbücher. Von *H. Thiel.* Band XX. 1891. S. 854—871.

In Ansehung des Umstandes, daß die Versuchsanordnung, welche *Fleischer* (S. oben S. 400) in seinen Untersuchungen gewählt hatte, die Bestimmung der wirklichen Verdunstung nicht gestattete, sah sich Verf. veranlaßt, durch besondere Versuche die Frage zu bearbeiten, wie sich die wirkliche Verdunstung auf dem reinen, dem an der Oberfläche mit Sand gemischten und dem mit Sand gedeckten Moorboden in kürzeren Zeiträumen während der verschiedenen Jahreszeiten und namentlich während der Vegetationsperiode gestaltet. Er suchte ferner das Verhältniß der Verdunstungsgrößen des in der angegebenen Weise behandelten Moorbodens zu jenen von mineralischen Böden, sowie auch die Beeinflussung des Wassergehaltes des Moorbodens unter solchen Verhältnissen und im Vergleich zu jenem von mineralischen Böden festzustellen.

Zu den Versuchen wurden verwendet: 1) unvermischter Moostorfboden, 2) an der Oberfläche mit Sand durchmischter Moostorf, 3) mit Sand bedeckter Moostorf, 4) reiner Sandboden (Wesersand, der zur Vermischung und Bedeckung des Moostorfs benutzt wurde), 5) humose Gartenerde.

Die Versuchsgefäße waren Zylinder aus Zinkblech, oben offen, unten mit einem trichterförmig sich schwach zuspitzenden Boden versehen, in dessen Mitte ein Rohrstutzen saß. Ueber diesen war ein Stück Kautschukschlauch gezogen, der mittelst eines Schraubenquetschhahns sich verschließen ließ. Der trichterförmige Boden war mit einer siebartigen, ziemlich fein durchlocherten Platte aus Zinkblech überdeckt. Die Höhe der Zylinder von der Siebplatte bis zum oberen Rande betrug 45 cm, der Durchmesser 20 cm. Die Oberfläche eines jeden Bodens sollte in seinem Zylinder gleichen Abstand vom Gefäßrande, 5 cm, bekommen.

Während der Zeit der Versuche befanden sich die Zylinder nebst Inhalt im Freien, und zwar waren sie in einer Reihe nebeneinander in einen kastenförmigen Verschlag aus Brettern eingesetzt, aus dem sie mit der oberen Kante gleichmäßig wenige Centimeter hervorragten. Neben den Gefäßen war auch ein Regenschirm eingesetzt. Jeden Vormittag wurden die Gefäße gewogen, sofern nicht gerade Regen fiel oder Frost und Schnee die Wägung beeinträchtigten. Das in die Flaschen abgelaufene Wasser wurde gleichfalls durch Wägung bestimmt.

Bei Beginn der Versuche (14. Juni 1884) wurden die Böden mit Wasser gesättigt.

Zufolge der in einer Tabelle niedergelegten Daten wurden im Laufe eines Jahres (vom 14. Juni 1884 bis dahin 1885) an Wasser verdunstet:

I. Vom unbesandeten Moostorf	II. Vom Moostorf, an der Oberfläche mit Sand gemischt	III. Vom Moostorf, 10 cm hoch mit Sand bedeckt
9948 gr	7076 gr	2717 gr
oder in Prozenten der Niederschläge, welche 23622 gr betragen haben:		
42,1	29,9	11,1.

Demnach verhalten sich die verdunsteten Wassermengen im Durchschnitt des ganzen Jahres

wie 100 zu 70 zu 27.

Hieraus läßt sich, in Uebereinstimmung mit früheren Versuchen, der Satz ableiten: Das unbesandete Moor läßt annähernd das dreifache, und das in der Oberfläche mit Sand gemischte mehr als die doppelte Menge Wasser abdunsten als das Moor mit Sanddecke.

Die Sickerwassermengen stellten sich wie folgt:

I	II	III
19267 gr	19017 gr	22818 gr.

Die Unterschiede fallen verhältnißmäßig gering aus. Dagegen treten solche in eklatanter Weise hervor, wenn man die Sickerwässer für die wärmere Jahreszeit (15. Juni bis 30. September 1884 und 1. April bis 14. Juni 1885) berechnet:

I	II	III
6743 gr	8390 gr	11289 gr.

Entsprechend der stärkeren Verdunstung des unveränderten Moorbodens sind die Sickerwassermengen in diesem während der Vegetationszeit geringer als in dem an der Oberfläche mit Sand gemischten, und in diesem wieder beträchtlich geringer als in dem mit Sand bedeckten Moorboden.

Auffälliger Weise wurde das Verhältniß während der kälteren Jahreszeit ein anderes. Es flossen in der Zeit vom 1. Oktober 1884 bis 31. März 1885 bei einer Niederschlagsmenge von 10997 gr ab aus

I	II	III
12524 gr	10627 gr	11527 gr.

Hier war mithin die Sickerwassermenge beim unbesandeten Moor am größten, bei dem an der Oberfläche mit Sand gemischten am geringsten. Da die Regenmenge größer war als die Sickerwassermenge, ohne daß der Wassergehalt des Bodens sich entsprechend verminderte, so kommt Verf. zu dem Schluß, daß der Boden Wasser aus einer Quelle erhalten haben muß, die sich der Beobachtung entzog.

Das Verhalten des reinen und mit Sand behandelten Moorbodens zu mineralischen Böden hinsichtlich der Verdunstung wird aus folgenden Zahlen ersichtlich:

Sandboden	humoser	unbesandeter	mit Sand gemischter	mit Sand bedeckter
Gartenboden	Moorboden	Moorboden	Moorboden	Moorboden
2261 gr	12252 gr	9948 gr	7076 gr	2717 gr,

in Prozenten der Niederschlagsmenge:

9,6	51,9	42,1	29,9	11,1.
-----	------	------	------	-------

Vom 15. Juni 1884 bis 30. September 1884 und vom 1. April bis 14. Juni 1885 verdunsteten bei einer Niederschlagsmenge von 12625 gr:

1362 gr	10659 gr	9032 gr	5604 gr	2149 gr,
---------	----------	---------	---------	----------

in Prozenten der Niederschlagsmenge:

10,8	84,4	71,5	44,4	17,0.
------	------	------	------	-------

Die Sickerwasser betragen während dieses Zeitraumes:

11688 gr	4417 gr	6743 gr	8390 gr	11289 gr.
----------	---------	---------	---------	-----------

Es blieb mithin der reine Sandboden hinsichtlich seines Verdunstungsvermögens weit hinter allen übrigen Böden zurück. Die Ursache zu erkennen, ist nicht schwer, denn ein Vergleich der aufgefallenen und der abgeflossenen Wassermengen ergibt, daß die Wasserkapazität des Sandes sehr gering war; die vom Regen benetzte Oberfläche trocknete sehr schnell ab, und die Verdunstung hörte damit fast ganz auf.

Anders bei dem humosen Gartenboden. Hier kamen von den aufgefallenen Niederschlägen in der wärmeren Jahreszeit nur 35,0% zum Ablauf. Es war, da der Boden von humosen und thonigen Bestandtheilen durchsetzt war, reichlich Wasser zurückgehalten worden, und wie das schnelle Abfließen des Wassers durch den Humus und Thon verhindert war, wurde dadurch auch ein schneller Ersatz des an der Oberfläche verdunsteten Wassers von unten her in Folge der hohen Kapillarität herbeigeführt. Im Uebrigen hat die Verdunstungsgröße des Gartenbodens selbst die des nicht besandeten Moorbodens überragt, um so mehr natürlich auch die des besandeten. Aber nicht zu allen Zeiten wurde auf dem Gartenboden eine stärkere Verdunstung beobachtet als auf dem unbesandeten Moor, denn bei dem Ausbleiben von Niederschlägen während der wärmeren Jahreszeit verdunstete jener weniger Wasser als dieser.

Bezüglich der Frage der Beeinflussung des Wassergehaltes des Moorbodens bei verschiedener Behandlung stellte Verf. zunächst eine Berechnung der Wasserkapazität der Versuchsböden aus den Wägungen an, welche ergaben, daß zu Anfang des Versuchs der Wassergehalt betrug bei dem

unbesandeten Moorboden	an der Oberfläche mit Sand gemischten Moorboden	mit Sand bedeckten Moorboden
8404 gr	7222 gr	7274 gr
oder in Vol. % 70,4	60,5	60,9.

Diese Zahlen beweisen, daß eine Moorschicht, die an der Oberfläche mit einer gewissen Menge Sand gemischt ist, etwas weniger Wasser aufsaugt als eine gleich hohe Moorschicht, die mit Sand bedeckt ist. Beide enthalten aber in gleichem Volumen weniger Wasser als der unveränderte Moorboden.

Die früheren Untersuchungen hatten gezeigt, daß nach dem Vermischen der Oberfläche einer Moorschicht mit grobkörnigem Sande das absolute Aufsaugungsvermögen derselben wächst. Dieselbe Erscheinung zeigt sich bei diesem Versuch. Eine Moorsäule von 30 cm Höhe war in ihrer oberen, 8 cm starken Schicht mit einem Quantum groben Sandes vermischt worden, wodurch die Stärke der gemischten Schichte auf 16 cm Höhe angewachsen war. Während sie vorher 6469 gr Wasser festhielt, absorbirte sie nach dem Besanden 7222 gr, also 753 gr Wasser mehr.

Ob das Aufbringen der Sanddecke die Wasserkapazität des darunter liegenden Moores beeinflußt hat, läßt sich nicht unmittelbar aus obigen Zahlen entnehmen, wohl aber aus folgenden Daten: Die Versuchsgefäße wurden zunächst mit 836 gr trockenem Moor gefüllt. Nachdem dasselbe sich voll Wasser gesogen hatte, enthielt jede Bodensäule 6469 gr Wasser. Nach dem Aufbringen einer 10 cm starken Sandschicht faßte die ganze Bodensäule im Maximum 7274 gr Wasser. Nach einer eigens angestellten Untersuchung konnten die aufgeschütteten

4600 gr lufttrockener Wesersand 885 gr Wasser aufsaugen, es enthielt mithin im gesättigten Zustande jetzt das Moor: $7274 - 885 = 6389$ gr Wasser, also 80 gr weniger wie vor dem Aufbringen des Sandes.

Bezüglich des Wassergehaltes der Versuchsböden während der Versuchszeit hat Verf. mit Hilfe der Gewichtsbestimmungen eine Tabelle berechnet, in welcher der Durchschnittsgehalt der verschiedenen Böden an Wasser für vierzehntägige Zeitperioden angegeben ist. Die betreffenden Zahlen lassen erkennen, daß der durchschnittliche Wassergehalt während vierzehntägiger Perioden beim Moorboden stets, bei dem Sand- und Gartenboden allermeist niedriger war als ihrer Wasserkapazität entsprach. Im Allgemeinen machte sich eine fortschreitende Abnahme im Wassergehalt bemerklich, aber diese verlief nicht in allen Böden gleichmäßig.

Auf dem unbesandeten Moor, dem Sandboden und dem humosen Gartenboden wird, abgesehen von der größeren oder geringeren Wasserkapazität, der Wassergehalt offenbar in erster Linie, wenn nicht ausschließlich, von der Verdunstung beherrscht. Er ist geringer in der wärmeren Zeit, größer in der kälteren Zeit. Auf dem mit Sand gemischten und dem mit Sand bedeckten Moorboden dagegen ist die Abnahme eine gleichmäßige von Anfang des Versuchs bis zu Ende, die Wirkung der Verdunstung kommt zum Verschwinden, und der Bodenwassergehalt wird von einem anderen Einflusse beherrscht, der auf seine Verminderung hinwirkt. Höchst wahrscheinlich ist es die unter dem Druck des Sandes allmählich eintretende Verdichtung des Moores, welche dessen Wasserkapazität herabsetzt.

Die Schwankungen im Wassergehalte waren in dem humosen Gartenboden und im Sandboden weit größer als im unbesandeten Moorboden. Durch Vermischen der Mooroberfläche, namentlich aber durch Bedecken derselben mit Sand wurden dieselben noch mehr vermindert.

E. W.

C. L. Wiklund. Die Absorption von Wasserdampf durch den Hochmoorboden. Dritter Bericht über die Arbeiten der Moorversuchsstation. Landw. Jahrbücher. Von H. Thiel. Bd. XX. 1891. S. 871—875.

Bei Bestimmung der «scheinbaren» und wirklichen Verdunstung in den Versuchen von *Fleischer* und *Seyfert* ergaben sich vielfach negative Zahlen. Dies mußte, abgesehen von etwaigen Versuchsfehlern, auf die Vermuthung führen, daß neben den Niederschlägen noch eine weitere, der Beobachtung sich entziehende Wasserquelle existire, vielleicht in Gestalt des Wasserdampfes der atmosphärischen Luft, der sich in den Bodenporen verdichtete. Um diesen Schluß auf seine Richtigkeit zu prüfen, wurden vom Verf. die folgenden Versuche ausgeführt. Dieselben sollten zugleich Aufschluß darüber geben, ob eine Vermischung des Bodens mit Kainit oder mit Kalk in den Mengen, wie sie in der landwirthschaftlichen Praxis dem Boden zugeführt werden, dessen Verdunstungsvermögen beeinflusst.

Die Versuche kamen im Winter 1889/90 zur Ausführung und erstreckten sich über die Zeit vom 8. November bis 9. März. Die Versuchsgefäße bildeten Zinkblechzylinder von 20 cm lichtigem Durchmesser und 11 cm Höhe mit flach trichterförmigem Boden, worüber ein siebartig durchlöcherteres Blech gelegt war. Je sechs derselben erhielten eine Füllung von 2000 gr Moorboden (Moostorf) mit einem

Wassergehalt von 87,93 %. Zwei davon wurden an der Oberfläche mit je 30 gr gebranntem Kalk, zwei mit je 8 gr Kainit vermischt, während die beiden anderen ohne Zusatz blieben. Vier weitere Gefäße erhielten je 1500 gr nassen Moostorf, dann je 1000 gr feinkörnigen Sand; in zweien blieb der letztere als 2 cm starke Decke über dem Moor liegen, in zweien wurde er mit der 2 cm starken Oberflächenschicht des Moores vermischt. Sämtliche Gefäße standen auf einem Schienenwagen, auf dem sie, wenn nothwendig, leicht in das Freie geschoben werden konnten. Ein in gleicher Weise und in gleichem Niveau aufgestellter Regenmesser von gleichem Durchmesser gestattete in diesem Fall die Bestimmung der tropfbar flüssigen Niederschläge.

Das Gewicht jedes Gefäßes wurde mit vereinzelt Ausnahmen zweimal täglich (9^h a. m. und 7^h p. m.) festgestellt, wobei die Niederschläge, falls nöthig, aufgemessen wurden.

Von den gewonnenen Zahlen theilen wir hier folgende mit. Vom 8. November bis 9. März betrug bei dem

	unbesandeten Moor.	mit Sand gemischten Moor.	mit Sand bedeckten Moor.
die Absorption von Wasserdampf	97,5 gr	107,5 gr	126,5 gr
die Wasserabnahme (Verdunstung)	736,0 »	642,5 »	508,5 ».

Die Wasserabsorption war sonach am stärksten in dem mit Sand bedeckten, am schwächsten im unbesandeten Moor; das an der Oberfläche mit Sand gemischte steht zwischen beiden. Eine Absorption von Wasserdampf trat namentlich in solchen Zeiten hervor, wo bei gleichzeitiger Depression der Luftwärme der Himmel mit Wolken bedeckt, die Luft neblig war.

(Diese Resultate sind insofern auffallend, als der feuchte Boden, wie verschiedene Versuche dargethan haben, für gewöhnlich nicht im Stande ist, Wasserdampf zu absorbiren, und der Humus unter geeigneten Verhältnissen ungleich größere Mengen Wasserdampf condensirt als der Sand¹⁾). Eine Erklärung ließe sich nur für den Fall finden, daß die Böden oberflächlich abgetrocknet waren und, wie dies wahrscheinlich ist, die Oberfläche des Moorbodens in geringerem Grade abtrocknete als die des Sandbodens. Im Uebrigen erscheint in Rücksicht auf den Umstand, daß die Absorption des Wasserdampfes bei nebliger Witterung in stärkerem Grade sich bemerkbar machte, die Annahme nicht ungerechtfertigt, daß unter solchen Verhältnissen ein Niederschlag aus der Luft stattgefunden hat.)

Die Wirkung der Düngung mit Kalk und mit Kainit auf die Absorption von Wasserdampf und auf die Verdunstung machte sich in der aus folgenden Zahlen ersichtlichen Weise geltend:

	Moor ohne Zusatz.	Moor mit Kalk.	Moor mit Kainit.
Absorption von Wasserdampf	97,5 gr	113,5 gr	107,0 gr
Wasserabnahme (Verdunstung)	736,0 »	685,0 »	711,5 ».

Verf. schließt hieraus, daß ein Zusatz von Kalk und, in geringerem Maße, ein solcher von Kainit die Verdunstung etwas herabsetzt. (Wenngleich es die

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. II. 1879. S. 53.

Absicht des Verf. war, von den Düngemitteln nur solche Mengen dem Boden zuzufügen, welche in der Praxis üblich sind, so war doch die angewendete Quantität in diesen Versuchen bezüglich des Kainit sehr beträchtlich viel größer, denn es berechnet sich bei einer Oberfläche der Gefäße von 314 qcm und 8 gr Dünger die Zufuhr auf 2550 kg pro ha. Ohne Zweifel würde, wie aus anderweitigen Versuchen¹⁾ hervorgeht, das Ergebnis ein negatives gewesen sein, wenn man nur 2—400 kg, wie in der Praxis, verwendet hätte.) (D. Ref.)

Im Uebrigen thun die mitgetheilten Zahlen dar, daß die durch die Absorption bewirkte Gewichtszunahme nicht genügt, um die für zehntägige Zeiträume berechneten Verdunstungszahlen je negativ erscheinen zu lassen. Es reichen mithin die bei diesem Versuche absorbirten Wasserdampfmengen bei Weitem nicht aus, um die bei den früheren Versuchen gefundenen negativen Verdunstungszahlen aufzuklären²⁾. E. W.

E. Kissling und M. Fleischer. Die Bodenluft in besandeten und nicht besandeten Hochmoor- und Niedermoorböden. Dritter Bericht über die Arbeiten der Moorversuchsstation. Landw. Jahrbücher. Von H. Thiel. Bd. XX. 1891. S. 876—889.

Wie die Besandung des Moorbodens von einschneidendster Wirkung auf dessen Wasser- und Temperaturverhältnisse ist, so war von vornherein auch zu vermuthen, daß dieselbe auf die Zersetzung der moorbildenden Pflanzentheile einen gewissen Einfluß ausüben werde. Als Maßstab für die Zersetzungsenergie konnten der Kohlensäuregehalt der Bodenluft und ferner die Menge der im besandeten und nicht besandeten Moorboden allmählich löslich werdenden Stoffe dienen. Beide Wege sind seitens der Moor-Versuchsstation eingeschlagen worden.

Die hier vorliegenden, vom erstgenannten Berichterstatter ausgeführten Arbeiten beschäftigten sich mit der Feststellung des Kohlensäuregehaltes der Bodenluft in besandeten und nicht besandeten Moor. Zu den Versuchen dienten sowohl die oben (S 400) näher beschriebenen Steinkästen, sowie zwei weitere solche Kästen, welche mit Niedermoor gefüllt waren. Die Luft wurde in der gewöhnlichen Weise, in Mengen von ca. 10 Liter, aus verschiedenen Tiefen des Bodens mit Hilfe von Aspiratoren abgesaugt und auf ihren Gehalt an Kohlensäure nach der Methode von v. Pettenkofer untersucht. Die Versuche erstreckten sich über die Zeit vom 5. März 1880 bis zum 6. Januar 1881.

Im Mittel aus allen Versuchen enthielten 1000 Liter Bodenluft in 30 cm Tiefe:

Unbesandetes Moor.	An der Oberfläche mit Sand gemischtes Moor.	Mit Sand bedecktes Moor.
13,9639 gr	8,8763 gr	9,3331 gr.

Es ist mithin im Durchschnitt aller Beobachtungen die aus dem unbesandeten Moore abgesogene Luft an Kohlensäure erheblich reicher als die bei gleicher

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. VII. 1884. S. 91—97.

²⁾ Vergl. die Untersuchungen von Stkoraki. Diese Zeitschrift. Bd. IX. 1886. S. 413.

Tiefe aus dem besandeten Moor entnommene. An vielen Beobachtungstagen wurden noch weit größere Differenzen gefunden, als die Durchschnittszahlen angeben.

Mit Recht bemerkt der Berichterstatter, daß die gefundenen Kohlensäuremengen nicht ohne Weiteres zur Beurtheilung der Zersetzungsvorgänge im Boden herangezogen werden können, weil die Möglichkeit vorlag, daß aus dem mit Sand gemischten Moor wegen großer Durchlässigkeit desselben für Luft gewisse Mengen der entstandenen Kohlensäure an die atmosphärische Luft übertraten, oder weil die an Stelle der abgesogenen tretende Luft aus Schichten von verschiedenem Gehalt an Moor, der kohlenäurebildenden Substanz, stammte. Um möglichst zuverlässige Vergleichsdaten zu gewinnen, wurde aus dem besandeten Moorboden die Luft bei einer Tiefe von 60, aus dem unbesandeten Moor bei einer Tiefe von 45 cm entnommen. So lag über der Mündung des Saugrohres in dem mit Sand bedeckten Hochmoor eine Moorschicht von 50 cm, in dem an der Oberfläche mit Sand gemischten eine 40 cm starke Schicht reinen und eine 20 cm starke Schicht mit Sand vermischten Moores, in dem unbesandeten dagegen nur eine 45 cm starke Schicht reinen Moores. Es waren mithin bezüglich des Kohlensäure-Reichthums der Bodenluft die Verhältnisse für den unbesandeten Moorboden weit ungünstiger angeordnet als für den mit Sand bedeckten.

Im Durchschnitt aller Beobachtungen enthielten unter den angeführten Umständen 1000 Liter Bodenluft aus dem

unbesandeten Moor	an der Oberfläche mit Sand gemischten Moor	mit Sand bedeckten Moor
11,9090 gr	11,8087 gr	9,0664 gr.

Nach diesen Zahlen wird man mit einiger Sicherheit schließen dürfen, daß das Aufbringen von Sand, namentlich aber das Bedecken des Moores mit einer 10 cm mächtigen Sandschicht die Zersetzung der moorbildenden Pflanzen verlangsamt. Die Erklärung wird in erster Linie darin zu suchen sein, daß unter einer Sanddecke der Moorboden sich nasser erhält als unter einem Moor-Sandgemisch, und unter diesem nasser als das unbesandete Moor.

Die Bodenluft in dem Niederungsmoor war um ein mehrfaches reicher an Kohlensäure als die des Hochmoorbodens, wie folgende Durchschnittszahlen für die Tiefe von 30 cm zeigen. 1000 Liter Bodenluft enthielten:

	Im Moorboden mit Sanddecke	In dem an der Oberfläche gemischten Moorboden
Niederungsmoor . . .	35,2600 gr	23,3787 gr
Hochmoor	9,3331 »	8,8763 »
Differenz:	25,9269 gr	14,5024 gr.

Den Einfluß der Temperatur anlangend, zeigten die Versuche, daß im Allgemeinen der Kohlensäuregehalt der Bodenluft mit der Temperatur stieg und fiel, doch kam es auch nicht selten vor, daß eine Steigerung der Bodentemperatur mit einer Abnahme des Kohlensäuregehaltes in der Bodenluft zusammenfiel¹⁾. Es wurde ferner gefunden, daß bei allen vergleichbaren Versuchen der Kohlensäuregehalt der Bodenluft aus größeren Tiefen höher war als aus geringeren²⁾.

¹⁾ Vergl. diese Zeitschrift. Bd. IV. 1881. S. 16.

²⁾ Vergl. diese Zeitschrift Bd. IX. 1886. S. 180.

Die Schlüsse, zu welchen die Versuche berechtigen, werden, wie folgt, formulirt:

Die Besandung des Moorbodens setzt die im Innern des Moores vor sich gehende Oxydation, deren Produkt die Kohlensäure ist, herab und zwar in geringerem Maße, wenn das Moor an der Oberfläche mit Sand gemischt wird, in höherem, wenn ein gleiches Sandquantum als Decke obenauf liegen bleibt.

Der Kohlensäuregehalt der Bodenluft ist im Niedermoor weit höher als im Moostorf-(Hochmoor-)Boden; man darf daraus zuverlässig entnehmen, daß die Zersetzung der moorbildenden Pflanzentheile in ersterem weit energischer ist als in letzterem.

Unter den Faktoren, welche sonst noch auf den Gehalt der Moorbodenluft an Kohlensäure einwirken, ist die Temperatur bei Weitem der mächtigste. Wenn die Versuche auch deutlich erkennen lassen, daß neben der Temperatur noch andere Einflüsse für den Kohlensäuregehalt der Bodenluft maßgebend sind, so kommen diese doch zum Verschwinden, wenn man aus den unter annähernd gleichen Temperaturverhältnissen ausgeführten Versuchen die Mittel zieht und diese mit einander vergleicht.

T. Leone. Nitrifikation und Denitrifikation in der Pflanzenerde. Atti della R. Accademia dei Lincei. Ser. IV. Rendiconti. Vol. VI. Roma. 1890. p. 33–35. — Bot. Zentralbl. Von *O. Uhlworm*. Bd. XLVII. 1891. Nro. 38. S. 374.

Zweck der vorliegenden Arbeit ist der, zu erforschen, ob durch Beimengung von organischen Substanzen mit gewöhnlicher Erde (Düngung) die in der letzteren bereits eingeleiteten Nitrifikationsprozesse in gleicher Weise aufgehoben werden, wie Verf. solches, 1886, für das Wasser festgestellt hatte¹⁾. Er wählte zu dem Behufe frische und fette Gartenerde, welche nahezu daran war, vollständig nitrifizirt zu sein, und berechnete (nach *Schulze-Tiemann's* Methode) den Gehalt derselben an Salpetersäure, welcher auf 0,025% festgestellt wurde. 10 kg dieser Erde wurden mit 300 gr von Hühnerexkrementen gemengt und in einem Zylindergefäße aufbewahrt, während in ein zweites ebensolches Gefäß weitere 10 kg derselben, aber nicht gedüngten Erde gegeben wurden. In beiden Fällen konnte die Luft frei durch die Erdtheilchen hindurchdringen. Schon in den ersten Tagen war der Gehalt an Salpetersäure in dem zweiten Gefäß = 0,028%, die Nitrifikation vollständig ausgeführt. Hingegen waren in dem ersten Gefäße, nach 2 Tagen, 0,023% und nach vier Tagen bereits 0,019% Salpetersäure vorhanden. In den ersten Tagen hatte man — in diesem zweiten Falle — eine Zunahme von salpetriger Säure, aber schon nach 15 Tagen verschwand jede Spur von Säure, und hatte man dafür einen Ueberschuß von Ammoniak. Am 29. Tage hatte die Menge des Ammoniaks ihr Maximum erreicht und blieb durch weitere fünf bis sechs Tage stationär, aber schon am 35. Tage hatte sich der Nitrifikationsprozeß wieder eingestellt und war nach drei Monaten vollständig abgelaufen, so daß sich nunmehr reine Salpetersäure in der Erde vorfand.

Daraus erhellt, daß die Düngung einen eingeleiteten Nitrifikationsprozeß aufhört, um Ammoniak zu entwickeln, in der Folge leitet aber dieselbe den früheren

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. X. 1887. S. 210.

Prozeß wieder ein. — Es ist jedoch zu bemerken, daß eine starke Düngung die Nitrate und Nitrite vollständig zerstört, was nicht Statt hat, wenn eine zu schwache Düngung vorgenommen wurde, weil die Denitrifikation dann nur einen Theil der Nitrate und Nitrite treffen kann.

T. Leone und O. Magnanini. Ueber die Nitrifikation des organischen Stickstoffs. Atti della R. Accademia dei Lincei. Rendiconti. 1891. Ser. 9. Vol. VII. p. 425. — Naturw. Rundschau. 1891. Nro. 38. S. 495.

Es ist eine seit längerer Zeit bekannte Thatsache, daß der Stickstoff organischer Verbindungen, nachdem er anfänglich durch die Verwesung derselben in Ammoniak übergegangen ist, durch weitere Vorgänge biologischer Natur, durch den Lebensprozeß gewisser Mikroorganismen, in Salpetersäure übergeführt wird. Dieser Vorgang, welchen man die Nitrifikation des organischen Stickstoffs nennt, ist bereits öfters näher studirt worden (s. oben). Die Verf. haben nun neuerdings die Frage zu beantworten gesucht, ob bei der Nitrifikation der organische Stickstoff quantitativ in Salpetersäure übergeht oder nicht.

Die Versuche wurden der Einfachheit halber, um die Aenderungen in der Porosität und der Feuchtigkeit des Bodens, welche leicht zu Unregelmäßigkeiten Anlaß bieten, auszuschließen, in wässriger Lösung angestellt. Es wurde Nährgelatine in reichlichen Mengen Wasser der Gährung bei etwa 32° ausgesetzt. Nachdem alles Ammoniak verschwunden und nur noch Salpetersäure als einziges Reaktionsprodukt vorhanden war, zeigte es sich, daß der in der Salpetersäure vorhandene Stickstoff weniger betrug als der ursprünglich in Gestalt der Nährgelatine zugesetzte organische Stickstoff; der Verlust belief sich auf 17—18% des Stickstoffs. Es ist bisher nicht festgestellt worden, in welcher Weise dieser Verlust zu Stande kommt. Wendet man bei der Reaktion zu große Substanzmengen an, so wird nicht alles Ammoniak in Salpetersäure verwandelt, sondern der Vorgang erleidet an einem bestimmten Punkte einen Stillstand, zur vollständigen Nitrifikation ist also eine starke Verdünnung nothwendig.

P. Richard. Ueber die Nitrifikation des organischen Stickstoffs. Comptes rendus. 1891. T. CXII. p. 1455. — Naturw. Rundschau. 1891. Nro. 38. S. 495.

Die Versuche des Verf. sind dazu bestimmt, einen Beitrag zum Chemismus der Nitrifikation zu liefern. Die Anwesenheit gewisser Salze, wie des Eisenvitriols und des Gypses, im Erdboden vermindert nämlich in hohem Maße den sonst bei der Verwesung organischer Substanzen sich ergebenden Stickstoffverlust. Der Gyps ist in dieser Beziehung wirksamer, wenigstens so weit es sich um Thonboden handelt. Diese Salze haben aber gleichzeitig noch eine andere wichtige Wirkung: sie vermehren die Nitrifikation des organischen Stickstoffs, und hier ist der Gyps dem Eisenvitriol entschieden überlegen. Ein Beispiel wird die Wichtigkeit dieser Thatsachen zeigen. Seit altersher hat der Landwirth gute Erfahrungen mit der Mergeldüngung gemacht; er setzt nämlich zu bestimmten humusreichen Boden-

arten Mergel und erhöht so die Ertragsfähigkeit derselben. Die hierbei in Frage kommenden chemischen Vorgänge sind offenbar folgende: Der im Mergel fast niemals fehlende Gyps verlangsamt die Verwesung der stickstoffhaltigen Humussubstanzen, hält das dabei auftretende Ammoniak in reichlicherer Menge zurück und gestaltet außerdem die Nitrifikation reichlicher und regelmäßiger.

A. Müntz. Ueber die Bildung der Nitrate im Boden. *Comptes rendus.* 1891. Bd. CXII. p. 1142—1146. *Biedermann's Zentralblatt für Agrikulturchemie.* 1891. Heft VII. S. 433.

Ausgehend von der Thatsache, daß der durch die Thätigkeit gewisser Mikroorganismen gebildete Stickstoff sich im Boden fast ausschließlich in Form von Salpeterstickstoff findet, daß aber andererseits durch künstliche Züchtung des nitrifizierenden Organismus in Nährlösungen neben Nitraten auch reichliche Mengen von Nitriten entstehen, suchte der Verf. zu entscheiden, ob es verschiedene Organismen giebt, denen mehr oder weniger stark oxydirende Eigenschaften zukommen, oder ob im Boden Reaktionen vor sich gehen, welche die Umwandlung der primär gebildeten Nitrite in Nitrate hervorrufen. Zu diesem Zweck untersuchte der Verf., unter welchen Umständen die Oxydation der Nitrite zu Nitraten erfolgt. Als Versuchsmaterial diente salpetrigsaurer Kalk, welcher durch Zersetzen von Silbernitrit mit Chlorcalcium erhalten wurde.

Eine sehr verdünnte Lösung des salpetrigsauren Kalkes wurde auf ihr Verhalten gegen den Sauerstoff der Luft, gegen Kohlensäure und gegen ein Gemisch von Luft und Kohlensäure untersucht.

Aus den Versuchen ergab sich, daß eine direkte Einwirkung des Sauerstoffs der Luft auf die Nitrite nicht stattfindet. Eine Lösung von Calciumnitrit, welche längere Zeit offen an der Luft aufbewahrt wurde, war noch nach 6 Monaten völlig unverändert und enthielt keine Spur von salpetersaurem Kalk.

Beim Einleiten von Kohlensäure in die Lösung von salpetrigsaurem Kalk konstatierte der Verf. das Entweichen von salpetriger Säure. Es ist mithin die Kohlensäure im Stande, unter Bildung eines Karbonates die salpetrige Säure frei zu machen. Da sich letztere mit Sauerstoff direkt zu Salpetersäure verbindet, so war von vornherein anzunehmen, daß bei gleichzeitiger Einwirkung von Luft und Kohlensäure sich die Nitrite in Nitrate umwandeln lassen. In der That gelang es dem Verf., durch Einleiten eines der Bodenatmosphäre analogen Gemisches von Luft und Kohlensäure in die Lösung von salpetrigsaurem Kalk das Nitrit zu oxydiren und vollständig in Nitrat umzuwandeln.

Hieraus ergibt sich, daß salpetrigsaure Salze nicht lange als solche im Boden zu existiren vermögen, da durch die fortwährende Einwirkung der Kohlensäure und Sauerstoff enthaltenden Bodenluft eine Umwandlung derselben in Nitrate stattfinden muß.

Um zu beweisen, daß diese Oxydation unabhängig von den nitrifizierenden Organismen ist, versetzte Verf. Boden, der eine halbe Stunde auf 100° erhitzt war, mit salpetrigsaurem Kalk. Durch das Erhitzen wurden die weniger widerstandsfähigen nitrifizierenden Bakterien getödtet, während die im Boden enthaltenen Verwesungspilze durch das Erhitzen nicht zerstört wurden und somit die für die

Oxydation nothwendige Kohlensäure liefern konnten. Es ergab sich, daß unter diesen Umständen die Ueberführung der Nitrite in Nitrate noch vor sich geht und nach einigen Tagen beendet ist.

Obige Untersuchungen führen den Verf. zu dem Schlusse, daß das seltene Vorkommen von Nitriten im Boden durch die rapide Oxydation derselben in Folge gleichzeitiger Einwirkung von Luft und Kohlensäure bedingt wird, und daß mithin die Gegenwart von Nitraten im Boden keineswegs das Vorhandensein eines spezifischen Salpetersäurefermentes voraussetzt.

E. Warington. Ueber Salpeterbildung. IV. Theil¹⁾. A Report of experiments made in the Rothamsted laboratory. London. Harrison and Sons.

Der umfangreichen, mit drei photolithographischen Tafeln versehenen Abhandlung des Verf. entnehmen wir an dieser Stelle die zusammenfassenden Schlußfolgerungen, welche, wie folgt, formulirt sind.

1. Bei der in einem durchlüfteten Boden oder in einer mit Boden versehenen kalten, schwachen ammoniakalischen Lösung auftretenden Nitrifikation entsteht nur Salpetersäure. Ist die ammoniakalische Lösung eine starke, oder die Temperatur erhöht, so wird eine größere Quantität salpetrige Säure gebildet, welche schließlich in Salpetersäure umgewandelt wird. Der Boden verwandelt leicht eine Lösung von Nitriten in Nitrate.

2. Weideboden erzeugt leichter Nitrite als bearbeiteter Boden.

3. Ein 4 Fuß unter der Oberfläche entnommener thoniger Untergrundboden wurde für die Salpetersäurebildung befähigt befunden.

4. Im Jahre 1878 wurden ammoniakalische Kulturen (ein Drittel oder ein Viertel von den mit Erde angesäeten) erhalten, welche nur Nitrite erzeugten, die permanent blieben. Spätere, anderweitige Kulturen zeigten dieselbe Beschaffenheit.

5. Derartige Kulturen erzeugen Nitrite nur in Lösungen von Ammoniak, Asparagin, Urin und Milch. Ihre Wirkung wird nicht durch Anpflanzung in schwachen Lösungen mit reichlicher Durchlüftung oder bei einer Temperatur von 30° alterirt.

6. Es ist schwer, festzustellen, daß keine Spur von Salpetersäure durch dieses Salpetrigsäure-Agens erzeugt wird, wegen Mangel einer ausreichenden analytischen Methode. Wird eine kleine Quantität von Nitrat erzeugt, so muß dieses als ein Nebenprodukt betrachtet werden, da das Salpetrigsäure-Agens die Nitrite nicht zu oxydiren vermag.

7. Es wurde zuerst daran gedacht, daß das Alter der Kultur die Ursache der verminderten Kraft bei der Salpetersäurebildung sei, aber diese Idee wurde in Folge weiterer Experimente aufgegeben. Nach einander folgende Anpflanzungen in alkalischen Lösungen (von Ammoniumkarbonat) erwiesen sich als eine sichere Methode, um das reine Salpetrigsäure-Agens zu gewinnen.

8. Die Produktion von Nitriten durch das erwähnte Agens beruht nicht auf einem Reduktionsprozeß, es greift leicht Platz in unorganischen ammoniakalischen Lösungen.

¹⁾ Vergl. diese Zeitschrift. Bd. III. 1880. S. 251. — Bd. VI. 1883. S. 69 u. Bd. VIII. 1885. S. 29.

9. Nach der Nitrifikation einer nicht zu schwachen ammoniakalischen Lösung erscheinen häufig gelatinöse Flocken an dem Boden des Gefäßes. Wird präzipitiertes Calciumkarbonat eingeführt, so erscheint die Masse geronnen, wird dieselbe mit einer Säure behandelt, so verschwindet sie. Bei starker Vergrößerung erscheint die Gallerte aus stark strahlenbrechenden, kreisförmigen Körperchen zusammengesetzt.

10. Eine große Zahl von Organismen verschiedenen Ursprungs, welche bei Reinkulturen auf Gelatine erhalten waren, riefen, in ammoniakalische Lösungen eingeführt, in keinem Fall Nitrifikation hervor.

11. Nach einander folgende Kulturen, von denen die erste durch Ansamung mit Erde hergestellt wurde, wurden in Lösungen von unorganischem Ammoniumkarbonat, unter Zusatz von Phosphaten u. s. w. ausgeführt; das Produkt wurde bei der zweiten Kultur völlig salpetrig.

12. Die Organismen dieser Kulturen in Lösungen von Ammoniumkarbonat waren hauptsächlich Kokken, von ovaler oder runder Form, die späteren kleiner und tiefer gefärbt.

13. Bei der Ausbreitung einer solchen ammoniakalischen Kultur auf Gelatine oder Agar-Aga, erschien kein derartiger Kokkus, obwohl die Zusammensetzung dieser Medien mit der der wohlbekannteren nitrifizierenden Lösungen übereinstimmte. Von verschiedenen ammoniakalischen Kulturen wurde bei der Ansamung auf Gelatine oder Agar-Agar nur eine einzige Bacillus-Spezies erhalten.

14. Keiner der auf Gelatine gewachsenen Organismen aus den nitrifizierenden Lösungen zeigte sich fähig, Nitrifikation hervorzurufen, wenn in ein geeignetes flüssiges Medium eingeführt, und ebenso wenig, wenn auf Marmor versetzt, welcher mit einer ammoniakalischen Lösung befeuchtet war.

15. Fleischbrühe und Fleischbrühe, mit Lösung von Ammoniumkarbonat versetzt, wurden mit den nitrifizierenden Kulturen besät und mikroskopisch geprüft. Die in den Kulturen vorhandenen, zur Ansamung benutzten Bazillen waren in der Fleischbrühe reichlich entwickelt; außer diesen waren, in geringerer Menge, schwarze Punkte in den fleckigen Präparaten zu sehen. Die Mischung von Fleischbrühe und Ammoniumkarbonat war schnell nitrifiziert.

16. Drei Serien von Proben zur Absonderung des nitrifizierenden Organismus mittelst der Verdünnungs-Methode schlugen fehl; eine vierte, in welcher eine Chlorammoniumlösung mit Calciumkarbonat verwendet wurde, glückte. Von 20 Lösungen nitrifizierten 10, und von diesen gaben 3 kein Wachstum auf Gelatine.

17. Der auf diese Weise separierte Organismus oxydirte Ammoniak nur zu salpetriger Säure; es ist in der That das Salpetrigferment, welches in des Verf. früheren Experimenten studiert wurde. In Nitritlösungen eingeführt, vermochte er keine Nitrate zu bilden.

18. Der Salpetrigsäure-Organismus, in Fleischbrühe, welche Kalciumnitrat enthält, gewachsen, konnte Nitrate nicht in Nitrite reduzieren.

19. Das Salpetrigsäure-Ferment kann nicht auf Gelatine, oder auf Agar-Agar wachsen. Es wächst langsam in schwacher Fleischbrühe, aber ohne Abnahme seiner Durchsichtigkeit oder einen anderen sichtbaren Wechsel zu erleiden.

20. Der reine Salpetrigsäure-Organismus ist fähig, salpetrige Säure in Lösungen von Asparagin, Milch, Urin und Harnstoff zu erzeugen; bei letzterem

Stoff am schwierigsten. Die Nitrifikation der Milch und des Asparagins schritt nur langsam vorwärts. Alle Kulturen des reinen Organismus waren völlig klar.

21. Der Salpetrigsäure-Organismus erscheint als nahezu kreisrundes Körperchen, in der Größe von winzig kleinen Punkten bis zu einem Durchmesser von $1,0 \mu$ variirend, zuweilen doppelt bei beginnender Theilung; dieser Organismus ist dunkel gefärbt. Er kann auch als ovaler Kokkus vorkommen, in der Länge häufig $1,0 \mu$ überschreitend und an den Enden nicht selten mehr oder weniger abgestumpft. Sie können auch in sehr unregelmäßigen und gebrochenen (?) Formen erscheinen, welche aber schwächer gefärbt sind.

22. Wenn die gemischten Organismen des Bodens in der ammoniakalischen Lösung zugegen sind, so ist die Nitrifikation bei Gegenwart von Tartraton gehemmt.

23. Der Salpetrigsäure-Organismus entwickelt sich schnell und oxydirt Ammoniak zu salpetriger Säure, in einer unbegrenzten Zahl aufeinanderfolgender Generationen in Lösungen, welche keine organische Substanz enthalten, aber Phosphate sind für die Entwicklung nothwendig. *Winogradsky* hat nachgewiesen, daß der Organismus organische Substanz aus unorganischem Material produziert und fand im Durchschnitt ungefähr 35 Theile oxydirten Stickstoff auf 1 Theil aus Ammoniumkarbonat oxydirten Kohlenstoff. Die bei der Oxydation entwickelte Energie liefert eine Erklärung für diese sonst unwahrscheinliche Reaktion.

24. In Reinkulturen des Salpetrigsäurefermentes in ammoniakalischen Lösungen erleichtert die Zufuhr von Kohlensäure, saurem kohlensauren Natron oder essigsauerm Kalk die Nitrifikation, wahrscheinlich, weil dadurch noch aufnehmbarer Kohlenstoff zugeführt wird. Kohlensaures Natron hindert die Nitrifikation beträchtlich.

25. Durch die 1880—81 erhaltenen Resultate wurde die Existenz eines Organismus nachgewiesen, welcher Nitrite in Nitrate energisch verwandelt, aber sich für die Oxydation des Ammoniaks unfähig zeigte.

26. Im Jahre 1886 und 1890 wurden Versuche ausgeführt, um den aktiven Organismus von den Kulturen 1881 auf Gelatine und Kartoffeln zu isoliren. Keiner der auf diese Weise abgesonderten Organismen vermochte Ammoniak oder Nitrite zu oxydiren.

27. Neue Ergebnisse zeigten, daß das Salpetersäureferment sich in anorganischen Lösungen entwickelt und energisch Nitrite in Nitrate verwandelt, besonders bei Gegenwart von Bikarbonaten. Saures kohlensaures Natron, 1—4 gr per Liter, übt einen begünstigenden Einfluß, 6 gr eine retardirende Wirkung aus. Kohlensaures Natron hindert seine Thätigkeit sehr.

28. Der Salpetersäure-Organismus produziert weder Nitrite noch Nitrate in ammoniakalischen Lösungen, selbst wenn Kohlensäure oder saures Natriumkarbonat oder essigsaurer Kalk zugeführt werden.

29. Die Gegenwart von Ammoniak ist augenscheinlich ein Hinderniß der Bildung von Nitraten aus Nitriten, selbst wenn saures kohlensaures Natron zugegen ist.

30. Die Abneigung der Salpetersäure-Organismen gegen Ammoniak erklärt den Gang der Nitrifikation in verhältnißmäßig starken Ammonsalzlösungen (1 gr pro Liter), welche mit einer geringen Menge Erde infiziert sind; in diesem

Falle entstehen große Mengen von salpetriger Säure; Salpetersäure bildet sich erst dann, wenn die Menge des Ammoniaks beträchtlich vermindert ist.

31. Versuche, den Salpetersäure-Organismus mittelst der Verdünnungsmethode zu isoliren, mißlangen, aber es wurde ein anderer Organismus (*Bacillus*) erhalten, der auf Gelatine wuchs. Die gefärbten Präparate von diesen Kulturen enthielten im Ueberfluß jene Organismen, welche in reinen Kulturen des Salpetrigsäure-Organismus beobachtet wurden; die Form der beiden Organismen ist eine sehr ähnliche.

32. Die durch Erdboden hervorgerufene Nitrifikation besteht somit in der Thätigkeit zweier Organismen, von denen der eine Ammoniak zu Nitriten, der andere Nitrite zu Nitraten oxydirt. Der erste Organismus ist leicht von dem zweiten durch successive Kultur in Lösungen von Ammoniumkarbonat zu trennen, der zweite wahrscheinlich von dem ersten durch successive Kultur in Lösungen von Kaliumnitrit, welche Natriumbikarbonat enthalten.

33. In dem Boden sind beide Organismen gleichmäßig thätig, da der Boden niemals übermäßig starke Ammonlösungen enthält und Bikarbonate stets vorhanden sind. E. W.

S. Winogradsky. Ueber die Bildung und die Oxydation von Nitriten während der Nitrifikation. *Comptes rendus.* 1891. T. CXIII. No. 2. p. 89—92. *Biedermann's Zentralblatt für Agrikulturchemie.* 1891. Heft IX. S. 591.

Die Veröffentlichung von *Müntz* über die Bildung der Nitrates in dem Erdboden¹⁾ hat den Verf. im Anschluß an seine Untersuchungen über die Nitrifikation²⁾ zu folgenden Mittheilungen veranlaßt. *Müntz* hat aus seinen Untersuchungen den Schluß gezogen, daß das seltene Vorkommen von Nitriten im Boden durch die schnelle Oxydation zu Nitraten bei gleichzeitiger Einwirkung von Luft und Kohlensäure verursacht werde und daß mithin die Gegenwart von Nitraten keineswegs das Vorhandensein eines spezifischen Salpetersäurefermentes voraussetze. Dem gegenüber theilt Verf. in vorliegender Abhandlung die Ergebnisse weiterer Untersuchungen mit, welche er mit einer größeren Anzahl Bodenproben verschiedenster Herkunft angestellt hat, welche aus Europa (4), Afrika (5), Asien (2), Süd-Amerika (2), Australien (1) stammten.

Jede derselben wurde der Ausgangspunkt für eine Reihe von Kulturen, die sämtlich unter denselben Bedingungen und in demselben Medium angestellt wurden, bestehend aus einer Lösung von Ammonsulfat und anderen Mineralsalzen, welcher außerdem Magnesiumkarbonat beigegeben wurde.

Eine Trennung und Reinkultur der nitrifizirenden Mikroben der verschiedenen Bodenarten wurde nicht unternommen. Die Ergebnisse seiner Versuche stellt Verf. wie folgt zusammen:

1. In jeder Nährlösung, welche mit einer der genannten Bodenproben versetzt war, entstand zuerst salpetrige Säure in erheblicherem Grade. Nach dem Verschwinden des Ammoniaks läßt sich eine ziemlich lebhafteste vollständige Oxydation des gebildeten Nitrites zu Nitrat beobachten.

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. XIV. 1891. S. 418.

²⁾ Diese Zeitschrift. Bd. XIV. 1891. S. 33.

2. Wenn jede der Anfangskulturen zur Anstellung einer Reihe von weiteren Kulturen benutzt wird, so zeigen die Tochterkulturen derselben Generation unter einander nicht mehr das gleiche Verhalten wie die Anfangskulturen. In einzelnen, z. B. allen den von europäischen Böden stammenden, wird die Bildung der Nitrate immer langsamer und hört bei einer gewissen Generation ganz auf; in anderen dagegen bleibt die Oxydation der Nitrite sehr lebhaft und kann selbst durch successiven Zusatz von Ammoniak gesteigert werden, so namentlich bei 4 Proben aus Afrika und 2 aus Süd-Amerika.

3. In jedem Falle geht jedoch der Bildung von Nitraten diejenige von Nitriten vorher, deren Menge in merkbarer Weise nach jedem Zusatz von Ammoniak zur Nährlösung wächst. Mithin ist die Entstehung der Nitrite eine viel schnellere als die der Nitrate.

4. Erst nach 6 oder 8 Monaten, d. h. ungefähr bei der 6. oder 8. Generation, war eine Abschwächung der Oxydation der Nitrite bemerkbar in den Kulturen, in welchen sie sich bis dahin am stärksten gezeigt hatte, endlich hörte sie ganz auf, mit Ausnahme einer von einem Boden aus Quito entstammenden Kultur, in welcher sie jedoch merklich verringert war.

5. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, daß in allen Kulturen, vorzugsweise jedoch in denjenigen, in welchen Nitrate entstanden waren, verschiedene Arten von Mikroorganismen vorhanden waren, eine leicht erkennbare und der *Nitromonas* ähnliche Art jedoch vorherrschte. Bei Isolirung mehrerer *nitromonas*-ähnlicher Formen in Reinkulturen konnte der Verf. seine frühere Beobachtung bestätigen, daß sie nur Ammoniak oxydiren; die Fähigkeit, Nitrite zu Nitraten zu oxydiren, wurde mit fortschreitender Reinheit der Kultur immer schwächer, und schließlich blieben nur Mikroben übrig, welche denjenigen aus dem Boden von Zürich glichen und nur Nitrite zu bilden vermochten.

Alle diese Beobachtungen bringen den Verf. zu dem Schluß, daß die Oxydation der Nitrite zu Nitraten ebenfalls auf die Wirkung von Mikroorganismen zurückzuführen ist¹⁾. Um hierfür den experimentellen Beweis zu liefern, versuchte zunächst Verf. in einer Kultur, welche von einem Boden aus Tunis stammte, und in welcher die Nitratbildung anhielt, die Mikroben durch Gelatineplattenkultur zu isoliren; er erhielt 5 verschiedene Arten, von denen jedoch keine Nitrate aus Nitriten zu bilden vermochte. In gleicher Weise verhielt sich eine große Anzahl anderer Mikroorganismen; ebensowenig trat Salpetersäurebildung ein bei Verwendung von sterilisirtem Boden als Kulturmedium. Die gewöhnlichen die Verbrennung organischer Substanzen bewirkenden Arten vermögen somit keine Nitrite zu oxydiren; da durch das erwähnte Verfahren auf Gelatine der Nitratbildner sich nicht isoliren ließ, so griff Verf. auf das Verfahren der Kultur in Lösungen zurück, welches er bekanntlich mit Vortheil bei der Reinzucht von *Nitromonas* angewandt hat. Auf diese Weise gewann Verf. aus der Erdprobe von Quito zwei Mikroorganismen, welche schließlich durch Kultur auf Kieselsäuregallerte, welche mit der geeigneten Lösung getränkt war, getrennt wurden. Der eine besaß in hohem Grade die Fähigkeit, Nitrate aus Nitriten zu erzeugen.

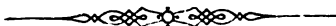
¹⁾ Vergl. die Untersuchungen von *R. Warington* (oben S. 419).

Aehnliche Organismen fand Verf. weiter in einem Boden von Java und Zürich. Wahrscheinlich wird seiner Ansicht nach jeder Erdboden von einem zu dieser Gruppe gehörigen Mikroorganismus bewohnt, ähnlich wie das bei den Nitromonasarten der Fall ist.

Eine der merkwürdigsten Eigenschaften des Salpetersäurefermentes ist die, daß es Ammoniak nicht zu oxydiren vermag; in eine denkbar leicht durch die Salpetrigsäurebildner nitrifizirbare Nährlösung eingebracht, vermag es weder Nitrite noch Nitrate zu bilden. Verf. untersucht zur Zeit die Einwirkung derselben auf organische Substanzen.

M. Fleischer. Die Eigenschaften des Hochmoorbodens als landwirthschaftliches Kulturmedium. Landw. Jahrbücher. Von *H. Thiel*. 1891. Heft 3—5. S. 374—433.

G. Paturel. Beobachtungen über die Bestimmung des Humus im Boden nach dem Verfahren von *Raultn.* Annales agronomiques. 1890. T. XVI. 12. p. 558—572.



II. Physik der Pflanze.

*Mittheilungen aus dem agrikulturphysikalischen Laboratorium und Versuchsfelde
der technischen Hochschule in München.*

LXII. Untersuchungen über die künstliche Beeinflussung der inneren Wachstumsursachen.

Von Professor Dr. E. Wollny in München.

11. Der Einfluß der Entknollung der Kartoffelpflanze auf deren Produktionsvermögen.

Bekanntlich werden in verschiedenen großen Städten schon vor der normalen Reifezeit Kartoffeln auf den Markt gebracht, welche man in der Weise gewinnt, daß man um die Kartoffelstöcke die Erde wegscharrt und von den bloßgelegten Knollen die größten abpflückt. Die Erde wird alsdann in ihre frühere Lage zurückgebracht. Durch Wiederholung dieser Prozedur, welche sich wegen des höheren Marktpreises der frühzeitig geernteten Knollen lohnt, soll, nach verschiedenen Angaben, die normale Knollenzahl vervielfacht und eine Erhöhung der Gesamternte herbeigeführt werden.

Zur Prüfung dieser Verhältnisse wurden von *F. Nobbe*¹⁾ Versuche mit Kartoffel- und Tapinambourpflanzen vorgenommen. Von drei Zeilen (je 15 Stöcke) Kartoffeln wurde die eine am 25. Juni, die zweite am 9. Juli, die dritte am 19. Juli der größten bis dahin entwickelten Knollen beraubt, indem die Stolonen vorsichtig mit der Hand bloßgelegt und die Knollen dicht an dem Stielansatz abgezwickelt wurden. Die hinweggescharrte

¹⁾ Landw. Versuchsstationen. Bd. VI. 1864. S. 464—467.

Erde wurde nach geschehener Operation sofort reponirt und festgestampft, wo nöthig, angegossen. Die fernere Vegetation der Pflanzen hat keinerlei nachtheilige Wirkung dieser Manipulation an den oberirdischen Organen erkennen lassen.

Man gewann so folgende Ernteziffern per Pflanze:

Abtheilung.	Datum der Entknollung.	Knollenzahl.			Knollengewichte.				
		Vorernte.	Ernte.	Summa.	Vorernte.	Ernte.	Summa.	pro Knolle Vorernte.	Ernte.
					g	g	g	g	g
I	25. Juni	4,9	13,4	18,3	51,2	515	566	10,5	38,4
II	9. Juli	10,0	13,3	23,3	179,0	421	600	17,9	31,7
III	19. »	8,7	8,2	16,9	171,0	371	542	19,6	45,2

Die Kontrollpflanzen, welche ungestört gewachsen waren, lieferten im Durchschnitt pro Pflanze 13,3 Knollen im Gewichte von 473 gr (pro Knolle 35,6 gr).

Nobbe folgert aus diesen Daten, daß durch die Vorernte nur bei denjenigen Pflanzen die Gesamtzahl der Knollen sichtlich gesteigert sei, welche am 9. Juli die Beraubung erlitten. «Die Knollenentnahme am 25. Juni ist offenbar zu schwach gewesen, als daß sie eine energische Reaktion der Pflanzen hervorgerufen hätte. Nach der Entknollung am 19. Juli aber haben die Pflanzen entschieden keine neuen Knollen gebildet, und wiewohl die am Stamm verbliebenen relativ voluminöser geworden sind, übertreffen sie doch nicht erheblich das Mittelgewicht der ungestört entwickelten Kontrollpflanzen. Die Gesamtternte aber in allen drei Abtheilungen entfernt sich so bedeutend von dem allgemeinen Mittel der Kontrollernte, daß es kühn sein möchte, auf diese Ziffern umfassende Schlüsse zu basiren.»

In einem zweiten Versuch wurden am 25. August von zwei Zeilen (26 Stöcke) in Summa 198 Knollen mit einem Frischgewicht von 300 gr pro Pflanze = 39,5 gr pro Knolle gewonnen. Bei der Ernte dieser entknollten Pflanzen (25. September) gewann man anderweite 175 Stück und das Gewicht derselben betrug 188 gr pro Pflanze = 28 gr pro Knolle. Die Gesamtternte stellte sich mithin auf 14,3 Knollen à 34,1 gr = 488 gr pro Pflanze. Die nicht entknollten 11 Zeilen (143 Stöcke) ergaben durchschnittlich 11,75 Knollen à 41,3 gr = 485 gr pro Pflanze.

Sonach zeigen die am 25. August entknollten Kartoffelpflanzen, bei gleichem Gesamtertrage an Knollensubstanz, ein unwesentliches relatives Plus in der Zahl und ein entsprechendes Minus im Einzelgewicht der Knollen.

In dem Versuch mit der Topinambourpflanze wurden 140 Knollen in 14 Zeilen am 30. April 1863 gepflanzt. Die ersten drei Zeilen blieben als Vergleichsobjekt von jedwedem Angriff verschont. Den übrigen 100 Individuen wurden in 3 Terminen eine Anzahl unreifer Knollen entnommen und zwar am 31. Juli, am 28. August und 22. September. Folgende Tabelle umfaßt die Resultate des Versuchs¹⁾ (pro Pflanze).

Abtheilung.	Kulturbehandlung.	Knollenzahl.			Knollengewichte.					
		Vorernte.	Ernte.	Summa.	Vorernte.	Ernte.	Summa.	pro Knolle		Größe Knolle.
		g	g	g	g	g	g	g	g	
I	nicht entknollt	—	26,7	26,7	—	988	988	—	37,2	195
II	entknollt, 31. Juli	6,5	17,8	24,3	22	987	1009	3,4	55,3	258
III	» 25. August	5,8	24,6	30,4	49	1204	1253	8,5	48,9	267
IV	» 22. Septbr.	8,7	22,8	31,5	92	1248	1340	10,6	54,6	275

Die Gesamtzahl der geernteten Knollen spricht für eine Neubildung von Knollen nach der Vorernte am 25. August und am 22. September, wogegen die allerdings schwache Entnahme vom 31. Juli eine solche Wirkung offenbar nicht hervorgebracht hat. Die mittlere Größe der Einzelknollen aber nimmt im Gefolge der Entknollung so beträchtlich und regelmäßig zu, daß diese Zunahme in der Gesamternte entschieden hervortritt. «Da diese Erscheinung durch die Kartoffelpflanze, wenngleich minder, kompensirt wird, so resultirt aus diesen Versuchen allerdings, daß eine Vorernte von Kartoffel- und Topinambourknollen, ohne weitere Verletzung der Pflanzen und in einer Lebensperiode der letzteren ausgeführt, wo die oberirdischen Theile nicht mehr erheblich an Masse zunehmen, einen Verlust an organischer Masse nicht herbeiführt, da theils durch Vergrößerung der am Stamm belassenen Individuen, theils durch Neubildung von Knollen

¹⁾ Ernte am 29. März 1864.

Ersatz geleistet wird. Daß aber ein Plus von Knollensubstanz durch die der Vorernte unterzogenen Pflanzen erzeugt worden, ist wohl lediglich dem günstigen Einfluß zuzuschreiben, den eine wiederholte Durchwühlung des Bodens stets zur Folge hat.»

Der Umstand, daß diese vereinzelt Versuche nicht ausreichen, um ein endgültiges Urtheil in vorwüflicher Frage zu gewinnen, hat dem Referenten Veranlassung gegeben, umfangreiche Beobachtungen über den gleichen Gegenstand während mehrerer Jahre anzustellen.

Die Kartoffeln wurden im Quadratverbande (75:75 cm) angebaut. Das Auslegen der Knollen, welche auf den in Vergleich gezogenen Reihen ein gleiches Gewicht besaßen, erfolgte in 5 cm Tiefe. Nachdem die Pflanzen in der Entwicklung entsprechend vorgeschritten waren, wurden sie behäufelt. Diese Operation wurde später noch einmal vorgenommen.

Das Feld, welches zu diesen Versuchen benutzt wurde, bestand aus einem auf Kalksteingeröll aufruhenden humosen Kalksandboden von 35 cm Mächtigkeit. Dasselbe diente bereits in den vorangegangenen Jahren zum Anbau von Kartoffeln und erhielt alljährlich eine Düngung von 400 kg Fäkalguano pro ha (aus der v. *Podewils'schen* Fabrik in Augsburg bezogen). In den beiden letzten Versuchsjahren (1890 und 1891) bestand der in der angegebenen Menge angewendete Dünger aus einem Gemisch von Peruguanosuperphosphat und Leopoldshaller Kainit.

In der ersten Versuchsreihe blieben die Pflanzen in einer Zeile unversehrt, während in den drei übrigen Zeilen eine einmalige Entknollung zu verschiedenen Terminen in der Weise vorgenommen wurde, daß man die Erde vorsichtig um die Stücke fortscharrte und die größten Knollen abzwickte. Hierauf wurde die Erde wieder im lockeren Zustande an die Pflanzen herangezogen.

Bei der zweiten Versuchsreihe wurde in der gleichen Weise verfahren, nur mit dem Unterschiede, daß die Pflanzen in den Reihen, welche entknollt werden sollten, zwei- bis dreimal dieser Prozedur unterzogen wurden. In keinem Falle bemerkte man eine dem Auge sichtbare Abänderung des Wachstums der oberirdischen Organe in Folge des stattgehabten Eingriffs. Dagegen traten bei der Ernte nicht unwesentliche Unterschiede hervor, wie aus den folgenden Tabellen ersichtlich ist:

Versuchsreihe I.

Einmalige Entknollung der Pflanzen zu verschiedenen Terminen.

1888.

Je 20 Pflanzen.

Sorte.	Kulturbehandlung.	Ernte nach Zahl		Ernte nach Gewicht gr		Mittleres Gewicht einer Knolle. gr	
		einzel.	Summa.	einzel.	Summa.		
1. Goldelse.	entknollt: 17. Juli Ernte: 20. September	18 252	} 270	460 5040	} 5500	25,6 —	— 20,0
	entknollt: 1. August Ernte: 20. September	70 208	} 278	2000 4220	} 6220	28,7 —	— 20,3
	entknollt: 15. August Ernte: 20. September	86 176	} 262	4580 3060	} 7640	53,3 —	— 17,3
	nicht entknollt: 20. Sept.	250	250	6960	6960	—	27,8
2. Sechswochen.	entknollt: 17. Juli Ernte: 20. September	14 164	} 178	220 3340	} 3560	15,7 —	— 20,4
	entknollt: 1. August Ernte: 20. September	20 128	} 148	920 2600	} 3520	46,0 —	— 20,3
	entknollt: 15. August Ernte: 20. September	90 66	} 156	2840 1420	} 4260	31,3 —	— 21,5
	nicht entknollt: 20. Sept.	118	118	4540	4540	—	38,4
3. Hörndl.	entknollt: 17. Juli Ernte: 20. September	44 172	} 216	880 3220	} 4100	20,0 —	— 18,7
	entknollt: 1. August Ernte: 20. September	42 120	} 162	1600 2420	} 4020	38,1 —	— 20,2
	entknollt: 15. August Ernte: 20. September	82 72	} 154	2760 1100	} 3860	33,6 —	— 15,2
	nicht entknollt: 20. Sept.	110	110	4180	4180	—	38,0

Je 28 Pflanzen.

1889.

Sorte.	Kulturbehandlung.	Ernte nach Zahl			Ernte nach Gewicht gr			Mittleres Gewicht einer Knolle. gr	
		gesunde.	kranke.	Summa.	gesunde.	kranke.	Summa.		
4. Kopsel's frühe weiße.	entknollt: 1. August Ernte: 25. September	128 245	1 —	} 374	6910 6610	30 —	} 13550	53,8 —	— 26,9
	entknollt: 15. August Ernte: 25. September	188 213	7 4	} 362	9150 5240	220 70	} 14680	64,8 —	— 24,5
	entknollt: 1. September Ernte: 25. September	158 182	2 2	} 344	11010 3560	20 70	} 14660	68,9 —	— 19,7
	nicht entknollt: 25. Sept.	297	9	306	14380	560	14940	—	48,8
5. Hörndl.	entknollt: 1. August Ernte: 25. September	182 217	2 —	} 401	6550 6290	80 —	} 12920	36,0 —	— 28,9
	entknollt: 16. August Ernte: 25. September	178 173	12 5	} 368	7470 4490	610 140	} 12710	42,5 —	— 26,0
	entknollt: 1. September Ernte: 25. September	201 161	8 4	} 374	9240 3780	330 90	} 13440	45,8 —	— 23,4
	nicht entknollt: 25. Sept.	315	1	316	13610	60	13670	—	43,3
6. Marmont.	entknollt: 1. August Ernte: 26. September	182 288	— 7	} 477	15010 12640	— 50	} 27700	82,5 —	— 43,0
	entknollt: 16. August Ernte: 26. September	213 235	— —	} 448	24720 7900	— —	} 32620	116,1 —	— 33,6
	entknollt: 1. September Ernte: 26. September	208 185	— —	} 393	27040 4330	— —	} 31370	180,0 —	— 23,4
	nicht entknollt: 26. Sept.	281	—	281	33400	—	33400	—	118,9
7. Sechswochen.	entknollt: 1. August Ernte: 25. September	200 216	6 —	} 422	8200 6510	320 —	} 15030	41,4 —	— 30,1
	entknollt: 16. August Ernte: 25. September	236 189	8 1	} 434	11100 4430	450 10	} 15990	47,3 —	— 23,4
	entknollt: 1. September Ernte: 25. September	251 137	2 —	} 390	13800 2840	60 —	} 16200	52,8 —	— 20,7
	nicht entknollt: 25. Sept.	395	—	395	16120	—	16120	—	40,8

Je 28 Pflanzen.

1890.

Sorte.	Kulturbehandlung.	Ernte nach Zahl			Ernte nach Gewicht gr			Mittleres Gewicht einer Knolle. gr	
		gesunde.	kranke.	Summa.	gesunde.	kranke.	Summa.		
8. Busch's Schnee- glöck- chen.	entknollt: 1. August Ernte: 16. September	87 535	— 37	} 659	4010 18070	— 1430	} 23510	46,1 —	— 34,1
	entknollt: 15. August Ernte: 16. September	88 490	— 53	} 631	6150 17470	— 2620	} 26240	69,9 —	— 36,9
	entknollt: 1. September Ernte: 16. September	159 344	2 35	} 540	14530 10420	430 1540	} 26920	92,9 —	— 31,6
	nicht entknollt: 16. Sept.	446	96	542	20840	5110	25950	—	47,9
9. Che- rusker.	entknollt: 1. August Ernte: 16. September	25 395	— 3	} 423	2070 12250	— 120	} 14440	82,8 —	— 31,1
	entknollt: 15. August Ernte: 16. September	56 346	— —	} 402	4920 9050	— —	} 13970	87,8 —	— 26,1
	entknollt: 1. September Ernte: 16. September	83 312	— 8	} 403	6840 7600	— 210	} 14650	82,4 —	— 24,4
	nicht entknollt: 16. Sept.	408	—	408	15120	—	15120	—	37,1
10. Royal Norfolk Russet.	entknollt: 1. August Ernte: 16. September	46 288	— 1	} 335	1930 7250	— 200	} 9380	41,9 —	— 25,7
	entknollt: 15. August Ernte: 16. September	66 220	— 9	} 295	4450 5180	— 190	} 9820	67,4 —	— 23,0
	entknollt: 1. September Ernte: 16. September	85 196	1 5	} 287	5950 4320	90 140	} 10500	70,2 —	— 22,2
	nicht entknollt: 16. Sept.	275	7	282	10190	450	10640	—	37,8
11. Sim- son.	entknollt: 1. August Ernte: 16. September	69 455	— —	} 524	3830 15040	— —	} 18870	55,5 —	— 33,0
	entknollt 15. August Ernte: 16. September	80 427	— —	} 507	4730 13200	— —	} 17930	59,1 —	— 30,9
	entknollt: 1. September Ernte: 16. September	125 350	— —	} 475	8240 9700	— —	} 17940	65,9 —	— 27,7
	nicht entknollt: 16. Sept.	472	—	472	18150	—	18150	—	38,5

1890.

Je 28 Pflanzen.

Sorte.	Kulturbehandlung.	Ernte nach Zahl			Ernte nach Gewicht gr			Mittleres Gewicht einer Knolle. gr
		gesunde.	krankte.	Summa.	gesunde.	krankte.	Summa.	
12. Mar- mont.	entknollt: 1. August Ernte: 17. September	124 336	— 2	462	10690 14730	— 80	25500	85,4 — — 43,8
	entknollt: 15. August Ernte: 17. September	131 278	— 8	417	14330 10810	— 250	25390	109,4 — — 38,7
	entknollt: 1. September Ernte: 17. September	172 146	2 5	325	17520 8250	40 110	25390	109,2 — — 55,4
	nicht entknollt: 17. Sept.	320	8	328	27210	380	27590	— 84,1
13. Sove- reign.	entknollt: 1. August Ernte: 17. September	88 314	— 27	429	4530 7250	— 1000	12780	51,5 — — 24,2
	entknollt: 15. August Ernte: 17. September	106 286	— 38	430	6980 7000	— 900	14860	65,9 — — 24,4
	entknollt: 1. September Ernte: 17. September	171 178	15 40	404	8950 5080	1270 1450	16750	54,9 — — 29,9
	nicht entknollt: 17. Sept.	325	72	397	14550	2460	17010	— 42,8
14. Späte Rosen.	entknollt: 1. August Ernte: 17. September	117 289	— —	406	8160 10030	— —	18190	69,8 — — 34,7
	entknollt: 15. August Ernte: 17. September	148 256	— 5	409	10900 8880	— 150	19930	73,7 — — 34,6
	entknollt: 1. September Ernte: 17. September	169 186	3 —	358	12970 5220	250 —	18440	76,8 — — 28,1
	nicht entknollt: 17. Sept.	319	35	354	16820	1600	18420	— 52,0

Je 30 Pflanzen.

1891.

Sorte.	Kulturbehandlung.	Ernte nach Zahl			Ernte nach Gewicht gr			Mittleres Gewicht einer Knolle. gr
		gesunde.	krankte.	Summa.	gesunde.	krankte.	Summa.	
15. <i>Busch's</i> <i>Schnee-</i> <i>glöck-</i> <i>chen.</i>	entknollt: 25. Juli Ernte: 1. Oktober	59 661	— 1	} 721	2120 19200	— 50	} 21370	35,9 — 29,1
	entknollt: 8. August Ernte: 1. Oktober	282 530	— 5	} 817	11770 11490	— 250	} 23510	41,7 — 23,8
	entknollt: 22. August Ernte: 1. Oktober	382 385	3 —	} 770	17580 8740	140 —	} 26460	46,0 — 22,6
	nicht entknollt: 1. Okt.	734	4	738	24270	230	24500	— 33,2
16. <i>Royal</i> <i>Norfolk</i> <i>Russet.</i>	entknollt: 25. Juli Ernte: 1. Oktober	75 448	— 3	} 526	3340 9900	— 70	} 13310	44,5 — 22,1
	entknollt: 8. August Ernte: 1. Oktober	139 361	— 7	} 507	7110 5900	— 110	} 13120	51,2 — 16,3
	entknollt: 22. August Ernte: 1. Oktober	278 182	2 1	} 468	10270 2990	40 60	} 13360	36,8 — 16,7
	nicht entknollt: 1. Okt.	398	11	409	13400	360	13760	— 33,6
17. <i>Sim-</i> <i>son.</i>	entknollt: 25. Juli Ernte: 1. Oktober	97 713	— —	} 810	2200 13970	— —	} 16170	22,7 — 19,6
	entknollt: 8. August Ernte: 1. Oktober	134 671	— —	} 805	4350 13570	— —	} 17920	32,5 — 20,2
	entknollt: 22. August Ernte: 1. Oktober	309 470	— —	} 779	11400 8150	— —	} 19550	36,8 — 17,3
	nicht entknollt: 1. Okt.	716	—	716	20480	—	20480	— 28,6
18. <i>Clark's</i> <i>Main</i> <i>Crop.</i>	entknollt: 25. Juli Ernte: 1. Oktober	128 470	— —	} 598	4620 14400	— —	} 19020	36,1 — 30,6
	entknollt: 8. August Ernte: 1. Oktober	221 375	— —	} 596	10820 12110	— —	} 22930	48,9 — 32,3
	entknollt: 22. August Ernte: 1. Oktober	302 293	— —	} 595	16550 5450	— —	} 22000	54,8 — 18,6
	nicht entknollt: 1. Okt.	463	2	465	21540	40	21580	— 46,4

Versuchsreihe II.

Mehrmalige Entknollung der Pflanzen.

Je 24 Pflanzen.

1888.

Sorte.	Kulturbehandlung.	Ernte nach Zahl			Ernte nach Gewicht gr			Mittleres Gewicht einer Knolle. gr
		gesunde.	krankte.	Summa.	gesunde.	krankte.	Summa.	
1. Späte Rosen.	entknollt: 16. Juli	52	—	} 409	2740	—	} 16150	52,7
	» 16. August	171	—		8760	—		51,2
	Ernte: 20. September	175	11		4500	150		25,0
	nicht entknollt: 20. Sept.	308	15	323	15890	1150	17040	52,7
2. Lübben- auer.	entknollt: 16. Juli	29	—	} 436	1090	—	} 9880	37,6
	» 16. August	198	—		5230	—		26,4
	Ernte: 20. September	205	4		3440	120		17,0
	nicht entknollt: 20. Sept.	304	33	337	9070	790	9830	29,2
3. Schnee- flocke.	entknollt: 16. Juli	43	—	} 371	1520	—	} 13030	35,4
	» 16. August	173	—		8250	—		47,7
	Ernte: 20. September	142	13		3060	200		22,9
	nicht entknollt: 20. Sept.	244	11	255	12370	660	13030	51,1
4. Blaue Prinzessin.	entknollt: 16. Juli	3	—	} 393	40	—	} 12490	13,3
	» 16. August	148	1		6700	40		45,2
	Ernte: 20. September	234	7		5550	160		23,7
	nicht entknollt: 20. Sept.	373	19	392	13920	740	14660	37,4
5. Achilles.	entknollt: 16. Juli	7	—	} 450	210	—	} 12040	30,0
	» 16. August	93	—		4100	—		44,1
	Ernte: 20. September	339	11		7660	70		22,1
	nicht entknollt: 20. Sept.	323	17	340	13440	490	13930	40,9
6. Frühe Rosen.	entknollt: 16. Juli	40	—	} 410	1800	—	} 14720	45,0
	» 16. August	235	—		10050	—		42,8
	Ernte: 20. September	133	2		2820	50		21,3
	nicht entknollt: 20. Sept.	328	15	343	13830	430	14260	41,6

1888.

Je 24 Pflanzen.

Sorte.	Kulturbehandlung.	Ernte nach Zahl			Ernte nach Gewicht gr			Mittleres Gewicht einer Knolle. gr
		gesunde.	kranke.	Summa.	gesunde.	kranke.	Summa.	
7. Sove- reign.	entknollt: 16. Juli	9	—	} 377	200	—	} 9830	22,2
	» 16. August	189	—		6340	—		33,5
	Ernte: 20. September	176	3		3250	40		18,4
	nicht entknollt: 20. Sept.	345	2	347	11420	150	11570	33,3
8. Weiße Rosen.	entknollt: 16. Juli	21	—	} 267	800	—	} 9190	38,1
	» 16. August	163	—		6960	—		42,7
	Ernte: 20. September	83	—		1430	—		17,2
	nicht entknollt: 20. Sept.	252	3	255	9910	190	10100	39,6
9. Kopsel's frühe weiße.	entknollt: 16. Juli	39	—	} 274	1570	—	} 10970	40,3
	» 16. August	137	—		7340	—		53,6
	Ernte: 20. September	98	—		2060	—		21,0
	nicht entknollt: 20. Sept.	236	3	239	11270	180	11450	39,6

1889.

Je 28 Pflanzen.

10. Sove- reign.	entknollt: 1. August	89	11	} 693	2850	580	} 17110	34,3
	» 16. »	145	10		6960	350		47,2
	» 1. September	49	3		1150	80		23,6
	Ernte: 25. September	386	—	5140	—	13,3		
nicht entknollt: 25. Sept.	638	25	663	17250	700	17950	27,8	
11. Kopsel's frühe weiße.	entknollt: 1. August	226	—	} 466	12270	—	} 19740	54,3
	» 16. »	52	1		2250	20		42,8
	» 1. September	30	—		2540	—		84,6
	Ernte: 25. September	157	—	2660	—	16,9		
nicht entknollt: 25. Sept.	409	7	416	18970	420	19390	46,6	

1890.

Je 28 Pflanzen.

Sorte.	Kulturbehandlung.	Ernte nach Zahl			Ernte nach Gewicht gr			Mittleres Gewicht einer Knolle. gr
		gesunde.	krankte.	Summa.	gesunde.	krankte.	Summa.	
12. Clark's Main Crop.	entknollt: 1. August	74	—	} 432	3880	—	} 16830	52,4
	» 15. »	83	—		4150	—		50,0
	» 1. September	86	—		3990	—		46,4
	Ernte: 17. September	184	5		4740	70		25,5
	nicht entknollt: 17. Sept.	374	6	380	17220	180	17400	45,8
13. Athene.	entknollt: 1. August	73	—	} 541	4130	—	} 23450	56,6
	» 15. »	71	—		4720	—		66,5
	» 1. September	88	—		5040	—		57,3
	Ernte: 17. September	303	6		9350	210		30,9
	nicht entknollt: 17. Sept.	480	4	484	23570	80	23650	48,9
14. Deutscher Reichs- kanzler.	entknollt: 1. August	61	—	} 543	2100	—	} 18720	34,4
	» 15. »	67	1		3490	40		51,9
	» 1. September	84	—		4540	—		54,0
	Ernte: 17. September	330	—		8550	—		25,9
	nicht entknollt: 17. Sept.	539	2	541	20490	130	20620	38,1
15. Juno.	entknollt: 1. August	60	—	} 442	2200	—	} 17880	36,7
	» 15. »	59	—		4090	—		69,3
	» 1. September	71	—		5120	—		72,1
	Ernte: 17. September	252	—		6470	—		25,7
	nicht entknollt: 17. Sept.	409	—	409	19330	—	19330	47,2
16. Royal Norfolk Russet.	entknollt: 1. August	118	—	} 476	5100	—	} 14040	43,2
	» 15. »	48	—		2560	—		53,3
	» 1. September	144	—		4440	—		30,8
	Ernte: 17. September	166	—		1940	—		11,7
	nicht entknollt: 17. Sept.	426	—	426	15140	—	15140	35,5
17. Che- rusker.	entknollt: 1. August	64	—	} 528	1800	—	} 12180	28,1
	» 15. »	72	—		3200	—		44,4
	» 1. September	104	—		3120	—		30,0
	Ernte: 17. September	288	—		4060	—		14,1
	nicht entknollt: 17. Sept.	336	4	340	13560	160	13720	40,4

1891.

Je 30 Pflanzen.

Sorte.	Kulturbehandlung.	Ernte nach Zahl			Ernte nach Gewicht gr			Mittleres Gewicht einer Knolle. gr
		gesunde.	krankte.	Summa.	gesunde	krankte.	Summa.	
18. <i>Busch's</i> Schnee- glöckchen.	entknollt: 25. Juli	83	—	} 839	3370	—	} 19380	40,6
	» 8. August	148	—		5800	—		35,5
	» 22. »	100	—		3900	—		33,0
	Ernte: 29. September	502	6	6790	120	13,6		
	nicht entknollt: 29. Sept.	575	8	583	22840	270	23110	39,6
19. Royal Norfolk Russet.	entknollt: 25. Juli	36	—	} 588	1570	—	} 13370	43,6
	» 8. August	154	—		6070	—		39,4
	» 22. »	82	—		2040	—		24,9
	Ernte: 30. September	314	2	3640	50	11,7		
	nicht entknollt: 30. Sept.	470	10	480	14260	390	14650	30,3
20. <i>Simson.</i>	entknollt: 25. Juli	54	—	} 927	1330	—	} 19710	24,6
	» 8. August	124	—		3600	—		29,0
	» 22. »	586	—		5540	—		29,8
	Ernte: 1. Oktober	563	—	9240	—	16,4		
	nicht entknollt: 1. Okt.	814	—	814	23130	—	23130	28,4
21. <i>Clark's</i> Main Crop.	entknollt: 25. Juli	80	—	} 617	2730	—	} 18440	34,1
	» 8. August	118	—		4500	—		33,1
	» 22. »	172	—		6100	—		35,5
	Ernte: 1. Oktober	247	—	5110	—	20,7		
	nicht entknollt: 1. Okt.	513	—	513	20370	—	20370	39,7

Bei näherer Durchsicht dieser Zahlen lassen sich, abgesehen von einzelnen Abweichungen, bestimmte Gesetzmäßigkeiten erkennen, welche etwa wie folgt formulirt werden können:

1. Sowohl bei ein- als auch mehrmaliger Vornahme der in Rede stehenden Prozedur wird die Zahl der Knollen an den Stöcken fast ausnahmslos vermehrt, und zwar im Allgemeinen um so mehr, je früher und je öfter die Operation vorgenommen wurde.

2. Das Produktionsvermögen der Kartoffelpflanzen wird durch vorzeitige Entnahme der größten Knollen beeinträchtigt, und zwar, wie es scheint, in um so höherem Grade, je zeitiger und je öfter der Eingriff erfolgte.
3. Diese Verminderung der Ertragsfähigkeit der Kartoffelpflanze in Folge der Entknollung vor der Ernte ist jedoch, wenn auch deutlich wahrnehmbar, nicht sehr bedeutend und tritt unter Umständen gar nicht in die Erscheinung. Der Ausfall kommt selbst unter ungünstigen Verhältnissen in wirthschaftlicher Hinsicht insofern nicht wesentlich in Betracht, als derselbe durch den höheren Marktpreis der frühzeitig geernteten Knollen reichlich aufgewogen werden dürfte.

Die Erklärung der durch vorstehende Sätze charakterisirten Gesetzmäßigkeiten bietet einige Schwierigkeiten, weil die Vorgänge in der Pflanze, auf welchen die betreffenden Erscheinungen beruhen, sich mehr oder weniger der unmittelbaren Wahrnehmung entziehen. Soweit unsere bisherigen Kenntnisse über die Wachstumsverhältnisse der Kartoffelpflanzen reichen, dürften bezüglich der Vermehrung der Knollenzahl in Folge vorzeitiger Entknollung zwei Momente in Betracht kommen, nämlich die durch diese Prozedur bewirkte Beeinflussung der inneren Wachstumsursachen und die Förderung der Knollenentwicklung durch die Lockerung des Bodens.

Was ersteren Punkt anlangt, so wurde bereits bei einer anderen Gelegenheit¹⁾ gezeigt, daß durch künstliche Eingriffe, durch welche das Längenwachstum der Pflanzen herabgedrückt oder aufgehoben wird, wie z. B. bei dem Entgipfeln der Pflanzen, die seitlich angelegten Organe in ihrer Entwicklung gefördert werden. Speziell für die Kartoffeln wurde der Nachweis geliefert, daß bei der Fortnahme der End- oder der Blüthentriebe eine Vermehrung der Knollenzahl in die Erscheinung tritt²⁾. Die Ursache hiervon wird vornehmlich darauf zurückgeführt, daß die Druckkräfte in der Pflanze, welche bei ungehindertem Wachsthum ihren Einfluß auf das Längenwachstum geltend machen, bei Aufhebung oder Verminderung

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. II. 1879. S. 182—240. — Bd. VIII. 1885. S. 107.

²⁾ Diese Zeitschrift. Bd. X. 1887. S. 214.

des letzteren nunmehr für die Streckung und Ausbildung der seitlichen, sonst im rudimentären Zustande verharrenden oder wenig entwickelten seitlichen Organe disponibel werden. Angesichts dieser Thatsache wäre die Möglichkeit gegeben, die Vermehrung der Knollenzahl nach der Entknollung durch die Annahme zu erklären, daß diese Operation wegen der Verhinderung der Fortentwicklung eines Theiles der unterirdischen Stengelorgane der Kartoffelpflanzen eine dem Entgipfeln der oberirdischen Organe gleichkommende Wirkung auf die Druckkräfte in der Pflanze ausübe. Inwieweit eine derartige Schlußfolgerung den thatsächlichen Verhältnissen entspricht, müssen zwar weitere Untersuchungen aufklären, doch scheint dieselbe nach den anderweitig gemachten Beobachtungen große Wahrscheinlichkeit beanspruchen zu dürfen.

Daß außerdem die Lockerung des Erdreichs, wie solche bei der vorzeitigen Entnahme der Knollen in durchgreifender Weise statt hat, der Knollenentwicklung förderlich sein wird, wird bei den bekannten Beziehungen letzterer zu den mechanischen Zuständen des Bodens nicht in Zweifel gezogen werden können, und so wird auch dieses Moment herangezogen werden müssen, um die in obigen Versuchen hervorgetretenen Gesetzmäßigkeiten, soweit diese die Zahl der geernteten Knollen betreffen, zu erklären.

Die Gesamternte anlangend zeigen die während vier Jahren unter verschiedenen Witterungsverhältnissen angestellten Versuche das fast übereinstimmende Resultat, daß die Vermehrung der Knollenzahl nicht auch gleichzeitig mit einer solchen des Knollengewichtes verknüpft gewesen ist, im Gegentheil zeigte sich in fast allen Fällen eine wenn auch nicht wesentliche Depression des Gesamtertrages bei denjenigen Pflanzen, bei welchen eine ein- oder mehrmalige Vorernte entnommen wurde. Dies beruht, wie die Zahlen der letzten Kolumne darthun, vornehmlich darauf, daß die in größerer Zahl nach der Entknollung sich bildenden Knollen, sowie auch jene, welche bei dieser Prozedur am Stock belassen werden, trotz der günstigen physikalischen Beschaffenheit des Erdreiches sich nicht vollkommen auszubilden vermögen, und zwar wahrscheinlich deshalb nicht, weil die Vegetationszeit hierzu nicht mehr ausreichend ist. Bei einmaliger Entknollung der Stöcke ist zwar die Entwicklung neuer Knollen um so größer, die Ausbildung derselben im großen Durchschnitt um so besser, je frühzeitiger der Eingriff erfolgte, aber da die in letzterer Hinsicht

hervortretenden Unterschiede nur unbedeutend und die zu verschiedenen Terminen abgelösten Knollen um so schwerer sind, je später dieselben fortgenommen wurden, so tritt nicht allein kein Ausgleich in den Erträgen ein, sondern letztere sinken, wenn auch nicht bedeutend, in dem Maße, als die Vorernte frühzeitiger vorgenommen wurde.

Bei den mehrmals entknollten Kartoffelstücken nimmt das Gewicht der einzelnen Knollen mit Ausnahme des ersten Entknollungstermines, bei welchem die Knollen noch verhältnißmäßig wenig entwickelt sind, mit fortschreitender Vornahme der in Rede stehenden Operation ab, weil in demselben Maße die Vegetationszeit für die Ausbildung der auch unter diesen Umständen in größerer Zahl neugebildeten Knollen abgekürzt ist (vergl. die letzte Kolumne). Deshalb tritt auch bei solchen Pflanzen trotz der vermehrten Knollenzahl gewöhnlich kein Ausgleich zwischen den Erträgen derselben und jenen der unversehrten Pflanzen ein.

Zieht man die geschilderten, aus dem angeführten Zahlenmaterial mit voller Deutlichkeit hervorgehenden Thatsachen in Betracht, so gelangt man zu dem Schluß, daß die Haupternte von vorzeitig entknollten Kartoffelpflanzen qualitativ eine nicht unwesentliche Verminderung erleidet, besonders auch, gegenüber den ungestört fortgewachsenen Pflanzen. Die Ernte von letzteren enthält vollkommener entwickelte Knollen als die der Vorernten, wie aus dem Durchschnittsgewicht der einzelnen Knollen geschlossen werden darf. Allein da, wie gesagt, die größten Knollen, welche zu einem früheren Termin den Pflanzen entnommen werden, einen ungleich höheren Marktpreis besitzen, so wird die Verminderung der Qualität der Haupternte nicht in Betracht kommen, und die Berechnung des Geldwerthes der Ernten unter günstigen Absatzverhältnissen entschieden zu Gunsten der hier besprochenen Prozedur ausfallen. Bei der Durchführung des Verfahrens wird unter Anderem aber der Umstand nicht außer Acht gelassen werden dürfen, daß sich nur frühreife und frühzeitig angebaute Sorten für dasselbe eignen, weil bei spätreifen oder spät angebauten Sorten die Knollen zu der Zeit, wo ihre Abnahme von den Stöcken erwünscht wäre, weder quantitativ noch qualitativ den an die Marktware zu stellenden Anforderungen genügen würden.

Neue Litteratur.

E. Godlewski. Ueber die Beeinflussung des Wachsthumns der Pflanzen durch äußere Faktoren. Anzeigen d. Akad. d. Wissensch. zu Krakau. 1890. p. 166. — Bot. Zentralblatt. Von O. Uhlworm. Bd. XLVII. No. 10. S. 307 bis 309.

Im Anschluß an seine früheren Untersuchungen, welche sich hauptsächlich auf die tägliche Wachstumsperiode des epikotylen Gliedes von *Phaseolus multiflorus* bezogen, berichtet Verf. über eine weitere lange Reihe von Wachstumsversuchen, welche zum Theil ebenfalls das Studium der täglichen Periode, zum Theil aber die Wirkung verschiedener äußerer Bedingungen zum Gegenstand hatten.

Im ersten Theil — die Arbeit zerfällt in zwei Theile — studirte Verf. den Verlauf des Wachsthumns selbst unter verschiedenen Bedingungen, im zweiten das Verhältniß der Wachsthumsgeschwindigkeit zur Turgorausdehnung der wachsenden Pflanzentheile.

Die Resultate des ersten Theils sind folgende:

1) In Bezug auf die tägliche Wachstumsperiode zeigten sich zwei tägliche Maxima und ebensoviele Minima des Wachsthumns. Das gewöhnliche nächtliche Minimum trat hier früher ein als bei den vorjährigen Versuchen des Verf., dann nahm die Wachsthumsgeschwindigkeit wieder mehr zu, erreichte in den frühen Morgenstunden ein Maximum und begann darauf wieder zu sinken, bis etwa zwischen 8 bis 10 Uhr früh ein zweites, oft sehr deutliches, aber kurz dauerndes Minimum, und nach Mittag ein zweites Wachsthummaximum eintrat. Von den etiolirten Pflanzen zeigten einzelne Exemplare gar keine, andere eine deutliche, aber unregelmäßige, wieder andere hingegen eine völlig regelmäßige, zwei Maxima aufweisende Wachstumsperiode.

2) In Bezug auf die Wirkung des Lichtes fand Verf., daß an Pflanzen, welche von Abends bis etwa 11 Uhr Vormittags dunkel gehalten wurden, ungefähr gegen 9 Uhr Morgens eine Verminderung der Wachsthumsgeschwindigkeit zu beobachten war, bald darauf aber ein beschleunigteres Wachstum eintrat. Nach Wiederbelichtung verlangsamte sich das Wachstum abermals, und zwar erreichte die Verlangsamung nach etwa zwei Stunden ihr Maximum. Dann aber wurde das Wachstum wieder ein beschleunigteres und erreichte bald fast dieselbe Geschwindigkeit wie während der Verdunkelung. Besonders deutlich war diese Art der Lichtwirkung an etiolirten Pflanzen zu erkennen.

3) In Bezug auf die Wirkung der Luftfeuchtigkeit wurde festgestellt, daß jede stärkere Verminderung der Luftfeuchtigkeit eine plötzliche, aber vorübergehende Verlangsamung, jede Vergrößerung der Luftfeuchtigkeit eine ebenfalls vorübergehende Steigerung der Wachsthumsgeschwindigkeit zur Folge hat. Bei plötzlicher und sehr intensiver Verminderung der Luftfeuchtigkeit kann sogar ganz zu Anfang eine geringe Verkürzung der Pflanze eintreten.

4) In Bezug auf die Temperatur der umgebenden Luft wurde gefunden, daß bei starker Verminderung der Lufttemperatur auch Verlangsamung des Wachstums eintritt. Steigt die Temperatur dann wieder, so nimmt die Wachstumsgeschwindigkeit der Pflanze zunächst noch mehr ab, um dann nach einiger Zeit sich wiederum langsam zu vergrößern. Bei einer Temperatur von 35° C. wurde das Wachstum des Epikotyls von *Phaseolus* bereits bedeutend herabgesetzt, doch bestand sogar noch bei einer Temperatur von etwa 40° C. ein verhältnißmäßig ziemlich rasches Wachstum.

5) In Bezug auf die Temperatur des Bodens zeigten die Versuche des Verf., daß das Wachstum des epikotylen Gliedes von *Phaseolus* nur sehr wenig durch die Bodentemperatur beeinflusst wird, und daß bei entsprechend hoher Lufttemperatur auch bei sehr kalter Erde das Wachstum noch ziemlich schnell vor sich geht.

Die Resultate des zweiten Theils lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1) In Bezug auf die tägliche Periodizität glaubte Verf. Anfangs keinen Unterschied in der Turgorausdehnung des Maximums und Minimums der Tagesperiode gefunden zu haben; später aber trat dieser Unterschied deutlich hervor. Denn obgleich er sich in den obersten Querzonen des epikotylen Gliedes nicht zeigt, findet er sich doch in den weiteren Querzonen, also daß man sagen kann, die stark dehnbare Strecke des epikotylen Gliedes ist während des täglichen Wachstumsmaximums länger als während des Minimums.

2) In Bezug auf die Etiolirung der Pflanzen zeigten die Versuche, daß die dehnbare Strecke bei den etiolirten Pflanzen eine bedeutend längere ist als bei den normalen. Dagegen ist weder in den obersten Querzonen, noch überhaupt die Turgorausdehnung bei den ersteren größer als bei den letzteren.

3) In Bezug auf die Temperatur endlich haben die Versuche des Verf. festgestellt, daß bei Pflanzen, welche bei einer sehr niedrigen Temperatur langsam wachsen, die Turgorausdehnung keine wesentlich andere ist, als bei solchen, die bei einer viel höheren Temperatur ein sehr energisches Wachstum zeigen. Es folgt aus diesen Beobachtungen, daß die Beeinflussung des Wachstums durch Temperatur nicht herbeigeführt wird durch die Einwirkung der letzteren auf die Turgorausdehnung, sondern „daß die Temperatur diejenigen Prozesse, welche die Ausgleichung der Turgorausdehnung bedingen, beeinflusst“.

K. Purjewicz. Ueber die Wirkung des Lichtes auf den Athmungsprozeß bei den Pflanzen. Schriften d. naturf. Ges. in Kiew. Bd. XI. 1890. Heft 1. p. 211—259. — Botan. Zentralbl. Von O. Uhlworm. Bd. XLVII. Nr. 4 u. 5. S. 130—132.

Untersuchungen über diese Frage sind bisher meist nur nebenher und mit theilweise ungenügender Methodik angestellt worden; dadurch erklärt es sich, daß die verschiedenen Forscher zu widersprechenden Resultaten gelangt sind. Von speziell auf die Beantwortung obiger Frage gerichteten Untersuchungen liegen namentlich nur zwei Arbeiten von *Bonnier* und *Mangin* vor, die eine über die Athmung der Pilze, die andere über die Athmung chlorophyllfreier Organe höherer,

Pflanzen; in beiden Arbeiten gelangten die Verff. zu dem Resultat, daß das Licht die Athmungsenergie vermindert; in Bezug auf die Pilze beobachteten die Verff. auch den Einfluß farbigen Lichtes und fanden, daß die athmungsvermindernde Wirkung vornehmlich den rothen und den gelben Strahlen eigen ist. In methodischer Hinsicht sind die Untersuchungen von *Bonnier* und *Mangin* ziemlich einwurfsfrei; trotzdem müssen ihre Resultate, wie Verf. mit Recht hervorhebt, zweifelhaft erscheinen, denn sie berücksichtigten gar nicht die in den Objekten selbst gegebenen Fehlerquellen, so die Möglichkeit der Veränderung der Athmungsintensität mit dem Alter bei den Pilzen, die Möglichkeit eines geringen Chlorophyllgehaltes resp. die Möglichkeit der Bildung von Chlorophyll während des Versuches, bei den Organen höherer Pflanzen.

Diese Umstände zieht Verf. überall sorgfältig in Betracht und aus diesem Grunde, sowie auch wegen der großen Anzahl der Versuche, sind seine Resultate zuverlässiger als diejenigen aller früheren Beobachter. Zu seinen Versuchen benutzte Verf. den von *Richavi* modifizirten *Pettenkofer'schen* Athmungsapparat; er bestimmte die während der Versuchszeit ausgeathmete Kohlensäure durch Titrirung des Barytwassers, durch welches dieselbe absorbiert wurde. Die bei der Versuchsanstellung resultirenden Fehlerquellen wirken bei allen Versuchen in derselben Richtung und können somit das Resultat nicht merklich modifiziren. Mit jedem Objekt wurden mindestens drei Versuche unmittelbar hinter einander ausgeführt, wobei das Objekt abwechselnd $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ Stunden diffusum Licht ausgesetzt und ebenso lange Zeit im Dunkeln gehalten wurde. Für Konstanz der Temperatur wurde dadurch gesorgt, daß der die Objekte enthaltende Rezipient in dem Gefäß mit Wasser untergetaucht war; und in der That schwankte die Temperatur in jeder einzelnen Versuchsreihe fast stets nur um wenige Zehntelgrade. Die Verdunkelung wurde durch Umwicklung des Wassergefäßes mit schwarzen Tüchern bewirkt.

I. Versuch mit Pilzen. Durch vorläufige Bestimmungen wurde festgestellt, daß zwei Entwicklungsstadien der Hutpilze zu den Versuchen brauchbar sind; der sehr junge Zustand, in dem die Trennung des Hutrandes vom Stiel noch nicht begonnen hat, und der völlig entwickelte Zustand; in beiden bleibt, *ceteris paribus*, die in gleichen Zeiträumen ausgeathmete Kohlensäuremenge im Laufe mehrerer Stunden (Versuchsdauer) nahezu konstant. Während der Streckung hingegen steigt diese Größe ständig und schnell (in fünf successiven Bestimmungen von 9,68 mgr auf 18,48 mgr pro $\frac{3}{4}$ Stunden), und in der Periode des Alterns fällt sie in gleicher Weise (in fünf successiven Bestimmungen von 29,84 mgr auf 17,52 mgr pro Stunde). Diese Entwicklungsperioden müssen somit von den Versuchen ausgeschlossen werden. Verf. operirte vorwiegend mit völlig ausgewachsenen, aber noch nicht alternden Hutpilzen aus folgenden Spezies: *Agaricus campestris*, *A. integer*, *A. melleus*, *Amanita phalloides*, *Armillaria mellea*, *Boletus edulis*, *Cantharellus cibarius*, *Lactarius deliciosus* und *Polyporus versicolor*.

Im Ganzen wurden 43 Versuchsreihen ausgeführt, welche (mit einer einzigen Ausnahme) die Angabe *Bonnier's* und *Mangin's* bestätigten, daß die Athmungsintensität der Pilze durch das Licht vermindert wird. Für jede Versuchsreihe wird das durchschnittliche Kohlensäurequantum, welches in gleicher Zeit am Licht und im Dunkeln ausgeathmet worden ist, berechnet; das Verhältniß beider schwankt

zwischen 0,58: 1 und 0,90: 1 (in dem oben erwähnten Ausnahmefall schwankt es zwischen 1,11: 1).

Weitere 12 Versuchsreihen sind der Wirkung farbigen Lichtes gewidmet. Als Versuchsobjekte dienten *Armillaria mellea* und *Agaricus campestris*. Verf. ließ das Licht in üblicher Weise durch Lösungen von Kaliumbichromat und von Kupferoxydammoniak passiren. Die Wirkung des rothen und blauen Lichtes wurde theils unter einander, theils mit der Wirkung der Dunkelheit verglichen. Es ergab sich, daß das rothe Licht (genauer die weniger brechbare Seite des Spektrums) die Athmungsintensität weit stärker herabgesetzt als die stärker brechbare Hälfte (also ebenfalls eine Bestätigung der Angaben *Bonnier's* und *Mangin's*); so war z. B. in zwei Versuchsreihen das Verhältniß des durchschnittlichen Kohlensäurequantums: für blaues Licht und Dunkelheit 0,95: 1 und 0,90: 1; für rothes Licht und Dunkelheit 0,68: 1 und 0,72: 1.

II. Versuche mit Wurzeln und Rhizomen. 15 Versuchsreihen mit Wurzeln von *Phaseolus multiflorus*, *Primula officinalis*, *Sedum maximum*, *Vicia Faba* und *Zea Mays* und mit Rhizomen von *Polygonatum multiflorum*. Nach Beendigung der Versuche wurden die Objekte mit Alkohol extrahirt, das Extrakt spektroskopisch auf Chlorophyll untersucht und diejenigen Versuchsreihen (nur zwei), in denen die Objekte ein nennenswerthes Quantum Chlorophyll gebildet hatten, ausgeschlossen.

Das Resultat war auch bei den gleichen Pflanzen ein wechselndes. Die Verhältnißzahl (in demselben Sinne wie oben) war in drei Fällen kleiner als 1 (0,64, 0,70, 0,98), in einem Falle = 1,00, in neun Fällen größer als 1 (1,04 bis 1,19).

III. Versuche mit Blüten (11 Versuchsreihen). Es wurden solche Petala resp. Theile von ihnen verwandt, die sich bei mikroskopischer Untersuchung als chlorophyllfrei erwiesen. Die Resultate sind wieder schwankend. Die Verhältnißzahl betrug für: *Lilium candidum*: 1,07, 1,07, 1,02, 1,28; für *Nymphaea alba*: 1,14, 1,10, 0,96, 0,74. Drei Versuchsreihen mit Blütenständen von *Lathraea squamaria* (die freilich eine ziemlich ansehnliche Menge Chlorophyll enthalten) ergaben: 0,83, 0,95, 1,08.

IV. Versuche mit etiolirten Pflanzen. Fünf Versuchsreihen mit ganzen etiolirten Keimlingen von *Zea Mays* und *Lepidium sativum*. Während der Versuche wurde das den Rezipienten umgebende Wasser mit Eis oder Schnee versetzt, so daß die Temperatur im Rezipienten 4—5° resp. 5—6° betrug; hierdurch wurde die Chlorophyllbildung am Lichte erfolgreich verhindert. In allen fünf Versuchsreihen war die durchschnittliche Kohlensäureproduktion am Licht stärker, als in der Dunkelheit; die Verhältnißzahl schwankt zwischen 1,04 und 1,22.

Somit ergeben die untersuchten Organe der Blütenpflanzen, im Gegensatz zu den Angaben von *Bonnier* und *Mangin*, ein unbestimmtes Resultat; in der überwiegenden Zahl der Versuchsreihen jedoch (21 unter 31) steigerte hier das Licht die Athmungsenergie. Die Pilze und die Blütenpflanzen verhalten sich somit in dieser Hinsicht verschieden.

H. Jumelle. Ueber Sauerstoffentwicklung der Pflanzen bei niedrigen Temperaturen. Comptes rendus. 1891. T. CXII. p. 1462. — Naturw. Rundschau, 1891. Nr. 37. S. 467.

In den Polargegenden und auf großen Höhen widerstehen einige Pflanzen sehr niedrigen Temperaturen; dort, wo dauernd Kältegrade von -50° herrschen, trifft man noch eine Menge von Kryptogamen (Pilze, Moose, Lebermoose, Flechten) und selbst einige Coniferen, wie Fichte und Wachholder. Diese Pflanzen führen meist ein latentes Leben, indem sie weder athmen noch assimiliren. Da nun Verf. gefunden hatte, daß dieses Darniederliegen der Lebensfunktionen nicht direkt von der Kälte, sondern von der Austrocknung der Pflanzen herrühre, so untersuchte er, wie die Kälte auf nicht ausgetrocknete Kryptogamen und Coniferen wirken werde.

Zu diesem Zweck setzte Verf. mit Wasser getränkte Flechten und frisch abgeschnittene Zweige von Nadelhölzern Temperaturen von -30° bis -40° aus und prüfte den Gasaustausch im Licht und im Dunkeln. Durch frühere Versuche war bereits erwiesen, daß die Pflanzen unter 0° zu athmen aufhören, und auch Verf. konnte niemals unter -10° die geringste Zunahme der Atmosphäre an Kohlensäure finden. Er beschränkte sich daher auf die Untersuchung der Assimilation. Die hohen Kältegrade erzeugte er theils durch Verdampfen flüssiger schwefliger Säure, theils im *Cailletet'schen* Kryophor durch Verdunsten flüssiger Kohlensäure. Die Temperaturen wurden durch genaue Thermometer, welche in den die Pflanzen enthaltenden Ballons sich befanden, gemessen; eine Pflanze wurde dem Licht exponirt, während eine andere im Dunkeln gehalten wurde. Untersucht wurden die Flechten: *Evernia Prunastri*, *Physcia ciliaris* und *Cladonia rangiferina*, ferner *Picea excelsa* und *Juniperus communis*.

Das Resultat der Versuche war, daß bei den Pflanzen, welche im Stande sind, feucht den intensiven Kälten zu widerstehen, die Zersetzung der Kohlensäure bei sehr niedrigen Temperaturen erfolgen kann, wenn die Athmung schon längst aufgehört hat. Im Besonderen wurde festgestellt, daß die Fichte, der Wachholder und eine Flechte, die *Evernia Prunastri*, im Lichte den Kohlenstoff der Atmosphäre assimilirt haben, wenn die Temperatur auf -35° und selbst auf -40° gesunken war.

C. Voegler. Beiträge zur Kenntniß der Reizerscheinungen. Botanische Zeitg. 1891. Nr. 39—43.

In Verfolg der Untersuchungen von Pfeffer über «lokomotorische Reizbewegungen» prüfte Verf. das Verhalten der Samenfäden zahlreicher Filices gegen Aepfelsäure, verschiedene Temperaturen u. s. w. und kam zu folgenden Resultaten:

1. Die Samenfäden der Farne besitzen annähernd den gleich hohen Grad der Empfindlichkeit gegen Aepfelsäure und äpfelsaure Salze, jedoch kommt der Aepfelsäure nicht in jeder Verbindung eine solche Reizwirkung zu.

2. Die Reizbarkeit der Samenfäden erreicht unmittelbar nach Entschlüpfen aus den Spezialmutterzellen ihr Maximum und vermindert sich dann allmählich.

3. Es besteht für die Empfindlichkeit der Samenfäden ein Temperatur-optimum (zwischen 15° und 28° C.); mit steigender und fallender Temperatur nimmt die Empfindlichkeit ab. Die Abnahme erfolgt für Temperaturerhöhung schneller als für Temperaturniedrigung und ist je nach der Art verschieden.

4. Die Samenfäden vermögen in jedem Falle bis in die Zentralzelle der Archegone anderer Arten einzudringen; ihrer Verschmelzung mit der fremden Eizelle treten wesentliche Schwierigkeiten entgegen, und eine solche kann, soweit sie überhaupt eintritt, nur in seltenen Fällen und zwischen gewissen Arten eine Befruchtung und damit eine Bastardirung herbeiführen. C. K.

J. R. Jungner. Anpassungen der Pflanzen an das Klima in den Gegenden der regenreichen Kamerungebirge. Botan. Zentralblatt. Bd. XLVII. Nr. 12. (1891.) S. 353—360.

«Es giebt auf der ganzen Erde kaum eine Gegend, wo es während des Jahres so viel regnet, und wo die trockene Zeit auf ein solches Minimum eingeschränkt ist, wie im Gebiete der Kamerungebirge. Nirgends kann also der Unterschied der verschiedenen Gegenden in Bezug auf die Einwirkung, den die Regenmenge auf das Aussehen und den inneren Bau der Pflanzen hat, so scharf hervortreten und so gut beobachtet werden wie hier.» Als Schutzmittel der Pflanzen gegen den reichlichen Regen erkannte Verf. die Zuspitzung der Blätter. Dieselben zeichnen sich in dem ganzen Florengebiete durch lange Stachelspitzen aus, welche wie die Blätter selbst meist nach unten hängen, so daß letztere mit Leichtigkeit entwässert werden können. Faktum ist, daß die Ableitung des Wassers und die Trockenlegung schneller bei den mit Spitzen versehenen als bei den abgerundeten Blättern vor sich geht. Das Wasser spült die Blattoberfläche rein von kleineren Thieren, Moosen, Flechten, Algen und Pilzsporen; bei den stachelspitzigen Blättern kann sich eine parasitische Vegetation bloß entwickeln, wenn Verletzungen vorhanden sind, bei den abgerundeten dagegen, auf welchen sich das Wasser länger hält, ist den Sporen Gelegenheit zur Ansiedelung geboten. Diese abgerundeten Blätter sterben unter sonst gleichen Verhältnissen rascher ab als die zugespitzten; sind die ersteren lederartig und glatt, so beobachtet man bald an der Oberseite eine ganze Vegetation, besonders von Moosen und Flechten. Trägt eine Pflanze neben Blättern mit längerer solche mit kürzerer Spitze, oder sind die Blätter mehr horizontal ausgebreitet, so ist auf diesen die Entstehung einer parasitischen Vegetation gefördert. — Eine Ausnahme von dieser Anpassung der einheimischen Arten an den großen Regenüberfluß, resp. von der Zuspitzung als Schutz gegen die durch den vielen Regen verursachte parasitische Kryptogamenvegetation machen solche Pflanzen, welche einen scharfen Milchsafte oder irgend einen giftigen Bestandtheil enthalten oder, wie etliche Schlinggewächse, sehr viel dem Winde ausgesetzt sind oder eine durch Witterungsverhältnisse verursachte Bewegungskraft besitzen oder außergewöhnliche Reproduktionskraft haben und in Folge einer oder der anderen dieser Eigenschaften die Blattzuspitzung entbehren können. — Von den aus anderen Gegenden in die Kamerungebirge verpflanzten Sträuchern und Bäumen kommen nur jene gut fort, welche aus feuchtem Klima stammen und mit gut entwickelten Stachelspitzen versehen sind, während die sonstigen früher oder später eine parasitische Vegetation erhalten und hiedurch zu Grunde gehen. C. K.

L. Jost. Ueber Dickenwachsthum und Jahresringbildung. Botan. Zeitung. 1891. Nr. 30—38.

1. Ueber den Einfluß der Ernährung auf das Dickenwachsthum.

Bei Keimpflanzen von *Phaseolus multiflorus*, welche frühzeitig der Plumula nebst Achselknospen der Kotylen beraubt waren, zeigte sich eine starke, fleischige Anschwellung des Hypokotyls, wobei der zentrale Holzring reduziert war, und außerhalb desselben radial stark gestreckte Parenchymzellen und zwischen diesen nur vereinzelte Tracheen vorhanden waren. Bei sonstigen Keimpflanzen hatte die nämliche Operation eine starke Verminderung des sekundären Holzes, aber keine verstärkte Thätigkeit des Kambiums zur Folge; die Anschwellung des Hypokotyls beruhte nur auf größerem primären Dickenwachsthum. Diesen Unterschied erklärt Verf. dadurch, daß das Hypokotyl von *Phaseolus multiflorus* im späteren Alter an sich schon die Neigung habe, fleischig sich zu verdicken, was bei den anderen untersuchten Arten nicht der Fall ist. (Diese Versuche bieten eigentlich nichts Neues, indem Referent schon vor Jahren¹⁾ an Sonnenblumenpflanzen, denen das terminale Körbchen genommen war, tiefgreifende Veränderungen des anatomischen Baues hervorrufen konnte. Es war eine ganz bedeutende Verdickung der Gefäßbündel eingetreten, wobei normales sekundäres Holz ganz fehlte und an dessen Stelle saftiges Parenchym entwickelt war. Zu bemerken ist, daß die Blätter belassen waren, und daß die betreffende Varietät unfähig ist zur Entwicklung von Achselsprossen.)

2. Ueber die Beziehungen zwischen der Gefäßbildung im Stamm und der Organbildung an demselben.

Verf. konstatirt durch Experimente an Keimpflanzen von *Phaseolus* und an anderen Pflanzen, daß die Gegenwart der Blätter einen besonderen Einfluß auf die Thätigkeit des Kambiums ausübt, so daß trotz Gegenwart von Wachstumsstoffen durch Entfernung eines Blattes die Ausbildung seiner Spur unterbleibt. Unter Anderem war das Kambium in solchen Stengeln nicht mehr thätig, welche in allen parenchymatischen Elementen, ja sogar in den ehemaligen Kambiumzellen selbst reichlich Stärke enthielten. «Aus allen Versuchen ergibt sich, daß mit der Zuführung der Nährstoffe zum Kambium, ferner mit der Herstellung der äußeren Wachstumsbedingungen allein die zur Holzbildung nöthigen Bedingungen noch keineswegs gegeben sind. Es bedarf dazu vielmehr noch eines gewissen, uns nicht näher bekannten Zustandes des Protoplasmas, der eben durch die Blattentwicklung erzielt wird.» Ob es sich bei dieser Korrelation um Stoff- oder Bewegungsübertragung handelt, läßt sich natürlich zur Zeit nicht näher bestimmen, Verf. hält aber dynamische Wirkungen für wahrscheinlicher. — Aus den vielfältigen Versuchen des Verf. sei noch erwähnt, daß an Zweigen von *Pinus Laricio* die Langtriebknospen entfernt wurden, was die Umbildung etlicher Kurztriebe zu Langtrieben veranlaßte. Die Beseitigung der Langtriebknospen übte einen hemmenden Einfluß auf das Dickenwachsthum des unterliegenden Stammes aus, das Austreiben der Kurztriebe verhinderte aber das gänzliche Erlöschen des Dickenwachsthums

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. IV. 1881. H. 5. S. 377 u. a. a. O.

im Haupttriebe; im austreibenden Nadeltrieb selbst entstand ein neuer Jahresring. «Diese Beobachtungen beweisen, daß das Kambium nur dann Holz bilden kann, wenn es in direktem Zusammenhang mit sich entfaltenden Blättern steht.» — Bei den weiblichen Kätzchen der Erle, sowie den Zapfen der Kiefer sind es die nach der Befruchtung eintretenden Wachstumsvorgänge, welche die kambiale Thätigkeit im zweiten Jahrgange ihrer Existenz anregen. — Verf. hebt schließlich hervor, daß eine Anzahl von Beobachtungen vorliegen, welche beweisen, daß die Bildung von Gefäßen unter Umständen auch aus einem Kambium stattfinden kann, das nicht in direktem Zusammenhang mit oberhalb sich entwickelnden Organen steht. Warum dies stattfinde, sei noch unaufgeklärt, jedenfalls könne es sich auch hier nicht um den Zufluß oder Mangel von Nahrungsstoffen handeln; die «Ernährungstheorie» wird also vom Verf. in jedem Falle zur Erklärung der Thätigkeit oder Nichtthätigkeit des Kambiums abgelehnt.

3. Ueber Jahresringbildung. Hier gibt Verf. nur vorläufige Mittheilungen und Erörterungen über die Beziehungen zwischen Jahrestrieb und Jahresring. Nachdem ein Einfluß der Blattbildung auf das Dickenwachstum (unabhängig von der Ernährung) festgestellt ist, muß auch ein solcher für die Jahresringbildung im Speziellen vermuthet werden. «Es ist von vorneherein wahrscheinlich, daß der Jahrestrieb in ursächlichem Zusammenhang mit dem Jahresring steht, daß das Frühjahrsholz eine Folge der Knospenentfaltung, das Herbstholz des Knospenschlusses ist.» Es scheint auch aus dem bisher näher Bekannten hervorzugehen, daß bei kontinuierlicher oder kurz unterbrochener Blattbildung ein homogenes, jahrringloses Holz entsteht, daß dagegen eine aus inneren Ursachen stattfindende Diskontinuität in der Blattbildung eine Jahrringstruktur im Holze zur Folge hat. Jedenfalls sind wir, wie Verf. meint, von einer Theorie der Jahresringbildung noch recht weit entfernt.

C. K.

B. Frank. Ueber die auf Verdauung von Pilzen abzielende Symbiose der mit endotrophen Mykorrhizen begabten Pflanzen, sowie der Leguminosen und Erlen. Berichte der deutschen bot. Ges. Bd. IX. (1891.) H. 7. S. 244--253.

Ueber den biologischen Charakter der Pilzsymbiose der Leguminosen, dann jener in den Wurzelknöllchen der Erle, sowie der endotrophen Mykorrhizen der Ericaceen, Orchideen und vieler anderer Humusbewohner lassen sich folgende, alle diese Erscheinungen unter einem gemeinschaftlichen Gesichtspunkt zusammenfassende Aufstellungen machen.

1. Die endotrophen Mykorrhizen vom Typus der Orchideen (und vieler anderer humusbewohnender Kräuter aus den verschiedensten Familien). Die Rindenzellen der Wurzeln resp. der Rhizome enthalten knäuelartige Pilzmassen, welche durch die Zellwand durchbohrende Hyphen in Verbindung stehen. Der Pilzkörper ist vom Anfang seiner Entwicklung bis an sein Lebensende in dem Protoplasma der Wurzelzellen eingeschlossen. Während die Pilzklumpen erst sehr reich sind an Eiweiß, verschwindet dasselbe in den älteren Wurzeln, wobei aber die Zellen immer noch ihr lebendes Protoplasma enthalten: es ist also das lebende Protoplasma der Wurzelzelle, welches den Pilzkörper ausgesogen und ihn seiner

Eiweißstoffe beraubt hat. «Die Orchidee ist eine pilzfressende oder pilzverdauende Pflanze.» — Der in die Wurzelzelle hereingelockte Pilz hat schon, bevor er von seinem Wirthe aufgefressen wird, seine selbstständige Entwicklungsfähigkeit eingeübt, d. h. er ist unfähig, von jetzt ab außerhalb des Wurzelprotoplasmas in seiner typischen Weise zu vegetiren.

2. Die endotrophen Mykorrhizen der Ericaceen. Die Ericaceen, Epacrideen, Empetraceen besitzen eigenthümliche Wurzelorgane, in deren Epidermiszellen Nester von Pilzfadenknäueln sich befinden, welche unter sich und mit epiphyt wachsenden Pilzfäden zusammenhängen. Auch sie werden vom Wurzelplasma ihres Eiweißgehaltes beraubt.

3. Die Symbiose der Leguminosen. Ein Spaltpilz wird von der Leguminosenwurzel eingefangen. Aus den Zellen der Wurzelrinde, in die der Pilz übergeleitet worden ist, entstehen besondere Organe, die Knöllchen, in denen der Pilz zu einer enormen Vermehrung veranlaßt wird. Durch die Einwirkung des lebenden Protoplasmas der Wurzelzellen bildet sich der Spaltpilz zu einer hypertrophischen Form, den Bakteroiden, um, welche sich durch ihren Eiweißgehalt auszeichnen und später zur Versorgung der Pflanze mit Eiweiß aufgelöst werden. — Die Bakteroiden haben auch die Vegetationsfähigkeit außerhalb des Wurzelplasmas ganz oder theilweise verloren, sind also der Merkmale selbstständiger Organismen verlustig gegangen, schon ehe sie von der Wirthspflanze verdaut werden. Freilich fällt nicht die ganze Pilzbrut der Pflanze zur Beute, indem zuletzt neben den Bakteroiden immer noch zahlreiche entwickelungsfähige Keime des Pilzes zurückbleiben und bei der Verwesung der Knöllchenüberreste wieder in den Boden gelangen.

4. Die Symbiose der Wurzelknöllchen der Erlen. Gewisse Parenchymzellen der Rinde enthalten einen aus feinen Fäden zusammengewundenen Pilzknäuel, der zuletzt traubenförmig und sehr reich an Eiweiß wird; durch den Einfluß des Erlenprotoplasmas ist der Pilz zu einem von Eiweiß strotzenden Monstrum degenerirt, welches späterhin von der Pflanze ausgesogen wird. Die selbstständige Entwicklungsfähigkeit hat dieser Pilz ebenfalls verloren; welches der ursprüngliche Pilz ist, ist unbekannt.

«Die pilzfressenden Pflanzen wissen mit noch raffinirteren Einrichtungen Pilze in ihr Protoplasma einzufangen, darin groß zu züchten und schließlich zu verdauen, um so von der reichen Eiweißproduktion der Pilze Nutzen zu ziehen. Es geht hiebei also der eine der beiden Symbionten im Organismus des anderen derart auf, daß er wie ein stofflicher Bestandtheil des letzteren erscheint, der im Stoffwechsel schließlich verbraucht wird.»

Zur Namengebung dieser Verhältnisse bemerkt Verfasser, daß, soweit die betreffenden Organe ächte Wurzeln sind, der Namen Mykorrhiza, speziell endotrophe Mykorrhiza, angemessen sei; die Wurzelknöllchen der Leguminosen, Erlen etc. sind dagegen Neubildungen von besonderem morphologischem Charakter und werden als Mykodomatien oder Pilzkammern bezeichnet.

Woraus diese symbiotischen Pilze die reichen Eiweißmengen erzeugen, die sie schließlich an die Pflanzen abgeben, bleibt einstweilen außer Behandlung.

C. K.

A. Bühler. Saatversuche. 1. Mitthlg. Fichte und Föhre. Mitthlg. d. schweiz. Centralanst. f. d. forstl. Versuchswesen. Bd. 1. Heft 1. 1891.

Die Untersuchungen, welche zunächst Fichte und Kiefer betreffen, beziehen sich auf Saatmenge, Bedeckung der Saat mit verschiedenen Bodenarten, Mächtigkeit der Bedeckung und die Bedeutung kleinerer und größerer Samenkörner für die Pflanzenerzeugung.

Die aus den Versuchen gezogenen Schlußfolgerungen sind:

1. Mit größerem Samenquantum nimmt die Zahl der geernteten Pflanzen zu, jedoch nicht im gleichen Verhältnisse wie das Samenquantum selbst. Pflanzen I. Klasse, d. h. solche, welche voll und gut entwickelt waren, wurden bei beiden Baumarten übereinstimmend bei Anwendung einer Samenmenge von 10 gr für das laufende Meter, bezw. 50 gr für das Quadratmeter erzielt.

2. Bei größerer Samenmenge erhält man allerdings eine größere Anzahl Pflanzen, allein diese bleiben in der Entwicklung zurück.

Je dichter also die Saat gemacht wird, um so geringer ist verhältnißmäßig die Ausbeute an Pflanzen überhaupt und insbesondere an brauchbaren Pflanzen.

Vollsaat und Reihensaar verhalten sich fast gleich, die erstere bietet größere Schwierigkeiten in Bezug auf gleichmäßige Ausführung.

Die Saaten wurden mit Humuserde, Sand und Thon bedeckt (letzterer wird als ein schwerer Lehmboden bezeichnet).

Die mit Humusboden bedeckten Pflanzen keimten früher und entwickelten sich üppiger als die mit Sand und Thon bedeckten, sie waren schon durch den Augenschein sofort herauszuerkennen, auch die gewonnene Pflanzenzahl war eine weit höhere.

Bemerkenswerth ist der Unterschied zwischen rasch und spät keimenden Pflanzen, die letzteren entwickeln sich ungünstig, so daß sie kaum mehr ein praktisches Interesse beanspruchen können.

Die günstigsten Erfolge ergab eine Bedeckung der Saat mit 10—20 mm Boden; im Allgemeinen war die Keimung, wohl eine Folge größerer Feuchtigkeit, bei der stärkeren Bedeckung günstiger.

Was die Größe der Samen betrifft, so keimten im Keimkasten von dem untersuchten Fichtensamen weniger (71% gegen 93%) als von den großen Körnern; bei der Kiefer verhielt sich die Sache umgekehrt (90% gegen 87%). Die Höhe der Pflanzen nimmt mit der Größe der Samenkörner zu. Natürlich gilt dies nur als Regel, auch aus kleinen Samenkörnern entwickeln sich große und vollkommene Pflanzen, nur nicht in gleicher Anzahl. Im Allgemeinen erhält man aus kleineren Samenkörnern bei Freisaat jedoch weniger Pflanzen als bei großen Samen; der Unterschied kann bis zu 20% steigen.

E. Ramann (Eberswalde).

A. Aloi. Relazioni esistenti tra la traspirazione delle piante terrestri ed il movimento delle cellule stomatiche. Ricerche originali. Catania. Typ. Rizzo.

C. Steinbrinck. Ueber die anatomisch-physikalische Ursache der hygrokopischen Bewegung pflanzlicher Organe. Flora. 1891. Heft 3.

Paulin. De l'influence de l'électricité sur la végétation. Montbrison. Impr. Brassart. 1891.

C. Wehmer. Ueber den Einfluß der Temperatur auf die Entstehung freier Oxalsäure in Kulturen von *Aspergillus niger*. Berichte der deutschen botan. Ges. Bd. IX. H. 6. S. 163.

C. Wehmer. Zur Zersetzung der Oxalsäure durch Licht und Stoffwechselwirkung. Ibid. H. 7. S. 218.

W. Palladin. Eiweißgehalt der grünen und etiolirten Blätter. Ibid. H. 6. S. 194.

F. Hildebrand. Ueber einige plötzliche Umänderungen an Pflanzen. Ibid. H. 7. S. 214.

A. Meyer. Zur Abhandlung von G. Krabbe: «Untersuchungen über das Diastaseferment unter spezieller Berücksichtigung seiner Wirkung auf Stärkekörner innerhalb der Pflanze». Ibid. H. 7. S. 238.

P. Sorauer. Populäre Pflanzenphysiologie für Gärtner. Stuttgart. Eugen Ulmer.



III. Agrar-Meteorologie.

*Mittheilungen aus dem agritekturphysikalischen Laboratorium und Versuchsfelde
der technischen Hochschule in München.*

Ueber die Messung der atmosphärischen Niederschläge in Rücksicht auf die Bodenkultur.

Von Professor Dr. E. Wollny in München.

Die Thatsache, daß die Höhe, ebenso die Güte der Ernten von den Witterungs- und klimatischen Verhältnissen in hohem Grade beherrscht wird, ist eine so allgemein bekannte, daß es befremden muß, wie wenig die Bestrebungen, welche darauf gerichtet waren, einen ziffermäßigen Ausdruck für die betreffenden Beziehungen ausfindig zu machen und die einschlägigen Faktoren für die einzelnen Kulturgebiete festzustellen, seitens der praktischen Landwirthe beachtet worden sind oder eine Unterstützung erfahren haben. Ohne Zweifel muß das bisher beobachtete Verfahren, die Fruchtbarkeit des Bodens lediglich nach seinen chemischen und physikalischen Eigenschaften zu bemessen, zu ganz falschen Vorstellungen führen, wenn nicht gleichzeitig die meteorologischen Elemente an der betreffenden Oertlichkeit dabei berücksichtigt werden, denn bekannter Weise ist die Ertragsfähigkeit eines und desselben Bodens je nach den herrschenden klimatischen Wachstumsbedingungen eine außerordentlich wechselnde. Dies berücksichtigend, wird man nicht umhin können, in der Folge zunächst an die Aufgabe heranzutreten, die klimatischen Faktoren für die einzelnen Kulturgebiete in den verschiedenen Ländern durch vieljährige Beobachtungen näher zu ergründen, um hiernach die einzelnen Gebiete klimatisch zu charakterisiren und die Fruchtbarkeits-

verhältnisse derselben besser als bisher festzustellen, indem man in letzterer Hinsicht das allgemein gültige Gesetz berücksichtigt, daß die Höhe und die Güte der Ernten von demjenigen Faktor beherrscht wird, welcher unter den jeweiligen lokalen Verhältnissen in geringster Intensität zur Wirkung gelangt. In dem Betracht, daß solche wie die in Rede stehenden Beobachtungen nach einem allgemeinen Plane, unter der Leitung und Aufsicht höherer Instanzen auszuführen und bei der Regulirung der Grundsteuer wesentlich mitzubersichtigen wären, wird es als eine unumgängliche Aufgabe der Staatsregierungen bezeichnet werden müssen, dem vorliegenden Gegenstand ihre volle Aufmerksamkeit zuzuwenden und die geeignet erscheinenden Maßregeln zu ergreifen.

Der etwa zu erhebende Einwand, daß durch Errichtung der bisher bestehenden meteorologischen Stationen in bezeichneter Richtung genügend Vorsorge getroffen sei, wäre insofern nicht stichhaltig, als einerseits die seitens der Landwirthschaft an die Beobachtungen zu stellenden Anforderungen besonderer Art sind, und andererseits das von jenen Stationen gelieferte Material wegen zu geringer Zahl der Beobachtungsorte sich als unzulänglich erweist, um danach die einzelnen in Betracht kommenden Kulturgebiete in wünschenswerther Weise charakterisiren zu können. Da die Schaffung vollkommener Einrichtungen wegen des verhältnißmäßig bedeutenden Kostenaufwandes, sowie Mangels geeigneten Personals, zur Zeit nicht opportun sein dürfte, so wird man sich, um wenigstens das Nothwendigste zu erreichen, vorerst damit begnügen müssen, jene meteorologischen Elemente in das Auge zu fassen, welche nicht allein für die Bodenkultur ein besonderes Interesse bieten, sondern sich auch am schwierigsten aus den Ergebnissen der meteorologischen Stationen beurtheilen lassen.

Soweit sich die Verhältnisse nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse überblicken lassen, wird man in der Behauptung nicht fehlgehen, daß die bezüglich der Luftströmungen und der Temperatur von den bestehenden meteorologischen Stationen ermittelten Daten, in geeigneter Form zur Darstellung gebracht, noch am ehesten für vorliegenden Zweck verwertbar erscheinen, weil jene Faktoren innerhalb der durch die Beobachtungsorte begrenzten Gebiete nicht solchen Schwankungen unterworfen sind, daß eine wenigstens annähernde Abschätzung ihrer Wirkung nach dem vorhandenen Beobachtungsmaterial ausgeschlossen

wäre¹⁾. Ungleich ungünstiger gestalten sich diese Verhältnisse für die Beurtheilung der Luftfeuchtigkeit und der Niederschläge, indem diese Elemente selbst an nahe aneinandergelegenen Orten einem außerordentlichen Wechsel unterliegen. Von der Richtigkeit dieser Thatsache kann man sich bezüglich der Niederschlagsmengen leicht überzeugen, wenn man einen Vergleich zwischen den an verschiedenen benachbarten Orten angestellten Beobachtungen anstellt, wie dies z. B. bei Städten möglich ist, die ein engeres Netz von Regenstationen besitzen. So zeigten die von *G. Hellmann*²⁾ veröffentlichten Niederschlagsmessungen in und bei Berlin im Jahre 1890, daß sich bei den Regenstationen mit vollständigen Beobachtungsreihen (16) eine zwischen 432,8 und 552,5 schwankende Regenhöhe, also ein Verhältniß von 100 : 126, ergeben hatte. Aehnliche Unterschiede weisen die Beobachtungen nach, welche an den fünf in München bestehenden Stationen gemacht wurden. Hinsichtlich der Lage derselben mögen zunächst folgende Bemerkungen hier eine Stelle finden.

1. Hygienisches Institut, im Südwesten der Stadt, an der Theresienwiese gelegen. Der Regenmesser (bayrisches Modell) ist im Hofe aufgestellt, der an allen Seiten von Häusern eingeschlossen ist.

2. Militär-Lazareth, im Nordwesten der Stadt. Der Regenmesser (bayrisches Modell) befindet sich in einer Gartenanlage, die nach SW in einer Entfernung von ca. 10 m von einem zweistöckigen Hause, nach NE von einem Schuppen in gleichem Abstände und an den übrigen Seiten durch hohe Bäume begrenzt ist.

3. Landwirthschaftliches Versuchsfeld, an der äußersten Grenze des Stadtbezirkes, im Nordwesten der Stadt, frei gelegen. Der Regenmesser besteht aus einem viereckigen Zinkgefäß (von 400 qcm Aufangfläche), welches in 1,3 m Höhe angebracht und seitlich von starken Brettern und einer 10 cm starken Erdschicht umgeben ist. Der Regenmesser ist im Uebrigen nach keiner Seite geschützt.

4. Meteorologische Zentralstation. Der Regenmesser (bayrisches Modell) befindet sich in einem Garten der nordwestlichen Vorstadt, zwischen Häusern.

¹⁾ Bei weiterer Vervollkommnung des agrar-meteorologischen Netzes müßten allerdings auch jene Faktoren mit in den Bereich der Beobachtung gezogen werden, besonders in Ländern mit wechselnden Terrainverhältnissen.

²⁾ Berliner Zweigverein der deutschen meteorol. Ges. Achtes Vereinsjahr. 1891. Berlin. 1891. S. 8 u. 9.

5. Sternwarte in Bogenhausen, im Osten der Stadt gelegen. Der Regenschner (bayrisches Modell) ist in einem Garten aufgestellt; in der Nähe befindet sich nach Norden ein Lattenzaun, nach Süden eine Baumanlage, nach Osten und Westen steht er frei.

Die Beobachtungen des hygienischen Instituts und der hygienischen Abtheilung des Militär-Lazareths verdankt Referent der Güte des Herrn Dr. Pfeiffer, Privatdozenten der k. Universität, resp. des Herrn k. Stabsarztes Dr. H. Buchner, Privatdozenten der k. Universität, während jene der k. meteorologischen Zentralstation und der k. Sternwarte den «Beobachtungen der meteorologischen Stationen im Königreich Bayern» (herausgegeben von Carl Lang und Fritz Erk) entnommen wurden¹⁾.

Die folgende Tabelle enthält die übersichtlich zusammengestellten Daten:

Jahr.	Station.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	September.	Oktober.	November.	Dezember.	Jahr.
1880	Hygien. Inst.	17,6	26,6	33,8	76,1	121,5	91,6	164,0	156,5	63,5	170,8	43,5	103,0	1068,5
	Mil.-Lazareth	10,2	20,1	39,9	87,6	159,1	120,5	222,4	193,9	78,8	191,7	44,6	102,3	1271,1
	Met.Zentr.-St.	20,4	26,9	38,9	80,5	138,5	110,3	169,6	183,8	65,6	188,1	48,2	111,9	1182,7
	L. Vers.-Feld	—	—	—	86,8	147,4	105,5	173,5	169,4	68,5	—	—	—	—
1881	Hygien. Inst.	13,2	23,9	47,1	38,9	193,0	85,3	66,3	107,6	59,2	67,3	24,8	27,1	753,7
	Mil.-Lazareth	15,2	21,3	51,5	38,9	230,0	109,2	61,2	109,1	59,0	63,7	17,0	21,1	796,9
	Met.Zentr.-St.	18,0	21,9	53,6	48,2	201,1	115,3	57,2	110,7	62,9	75,8	21,7	27,1	813,5
	L. Vers.-Feld	—	—	—	45,6	233,7	120,3	64,6	108,5	65,6	—	—	—	—
1882	Hygien. Inst.	23,4	6,1	35,4	47,5	60,5	110,6	?	?	?	55,2	88,6	71,6	—
	Mil.-Lazareth	22,4	7,4	33,3	45,2	57,5	120,3	162,6	101,7	115,4	59,5	98,2	80,0	903,5
	Met.Zentr.-St.	23,6	7,6	45,9	46,9	65,0	109,3	179,4	141,3	123,1	62,3	95,6	82,6	982,6
	L. Vers.-Feld	—	—	—	50,7	57,0	109,3	166,9	110,6	113,1	—	—	—	—
1883	Hygien. Inst.	33,3	27,3	24,4	45,6	91,2	152,7	?	?	?	61,4	52,1	?	—
	Mil.-Lazareth	27,0	28,6	24,7	53,4	87,0	167,9	139,8	61,9	80,2	43,1	46,0	64,2	823,8
	Met.Zentr.-St.	43,3	29,9	26,8	56,2	89,7	171,2	143,2	61,8	108,1	58,8	64,3	70,6	923,9
	Sternwarte	37,0	31,6	21,9	56,0	78,2	201,6	157,6	63,9	117,5	55,3	64,2	57,8	942,6
L. Vers.-Feld	—	—	—	53,4	85,9	163,6	146,4	60,1	119,2	—	—	—	—	

¹⁾ Auf dem landwirthschaftlichen Versuchsfelde wurden die Niederschlagsmessungen nur während der Vegetationszeit vorgenommen.

Jahr.	Station.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	September.	Oktober.	November.	Dezember.	Jahr.
1884	Hygien. Inst.	?	16,1	31,9	96,0	35,8	113,8	94,7	107,0	31,3	134,4	21,7	54,2	—
	Mil.-Lazareth	33,5	18,1	18,8	94,1	41,6	132,9	86,8	142,2	30,1	154,3	22,2	47,9	822,5
	Met.Zentr.-St.	38,4	20,3	27,0	89,6	33,0	126,0	102,9	129,9	33,8	132,5	21,3	54,8	809,5
	Sternwarte	40,2	19,8	32,8	102,6	41,3	137,2	93,6	152,8	56,2	146,2	19,0	55,5	897,2
	L. Vers.-Feld	—	—	—	88,9	29,9	118,2	98,9	123,4	29,3	—	—	—	—
1885	Hygien. Inst.	13,5	13,1	52,6	26,9	116,4	42,9	155,2	84,5	132,0	81,7	50,0	106,7	875,5
	Mil.-Lazareth	12,5	59,7	69,9	71,8	141,1	68,1	140,8	57,1	131,9	90,3	56,2	101,2	1000,6
	Met.Zentr.-St.	10,8	22,1	68,3	51,3	151,0	58,3	163,2	64,3	135,0	85,5	51,3	103,5	964,6
	Sternwarte	9,5	23,7	71,6	50,0	138,7	49,7	141,7	69,9	129,3	81,8	49,4	96,2	911,5
	L. Vers.-Feld	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1886	Hygien. Inst.	25,3	13,1	42,6	67,1	68,3	219,7	112,8	187,8	49,0	23,5	37,0	55,7	901,9
	Mil.-Lazareth	25,6	17,7	37,0	60,7	62,9	234,2	128,6	206,5	38,5	22,1	33,7	80,1	947,6
	Met.Zentr.-St.	26,9	15,4	46,8	61,4	63,6	212,6	115,9	193,4	37,4	24,7	44,2	89,4	931,7
	Sternwarte	27,5	15,2	41,8	61,2	60,9	233,6	120,5	209,7	46,2	21,7	34,1	77,5	949,9
	L. Vers.-Feld	—	—	—	62,8	72,9	244,3	126,7	226,4	42,3	—	—	—	—
1887	Hygien. Inst.	9,0	6,2	77,8	24,7	102,3	55,5	98,0	58,9	62,3	53,4	67,2	95,7	711,0
	Mil.-Lazareth	4,9	5,5	74,9	24,7	89,5	50,7	111,8	73,1	54,9	135,1	58,1	87,2	770,4
	Met.Zentr.-St.	7,3	7,0	88,4	23,5	107,5	56,9	100,9	65,6	57,5	57,2	68,1	89,7	729,6
	Sternwarte	7,4	5,8	81,9	20,0	188,5	77,8	82,8	85,4	81,7	64,0	70,8	87,8	853,9
	L. Vers.-Feld	—	—	—	28,7	102,7	68,2	133,7	74,4	61,0	—	—	—	—
1888	Hygien. Inst.	31,5	40,4	61,9	153,6	26,3	132,5	124,0	151,1	158,4	68,8	44,7	8,0	1001,2
	Mil.-Lazareth	28,7	38,3	61,1	134,3	28,3	100,1	128,1	133,8	166,7	124,3	46,9	8,0	993,6
	Met.Zentr.-St.	35,7	45,5	67,3	148,2	22,9	121,6	129,2	138,1	156,9	72,4	48,8	8,2	924,8
	Sternwarte	41,3	47,5	70,9	165,2	23,8	152,0	157,2	174,3	188,5	77,1	75,2	10,8	1183,9
	L. Vers.-Feld	—	—	—	168,0	23,4	116,5	156,6	157,3	182,4	88,2	—	—	—
1889	Hygien. Inst.	12,5	68,8	52,8	61,4	88,0	136,0	130,7	33,6	132,7	52,1	38,0	33,0	889,6
	Mil.-Lazareth	10,0	70,6	56,5	67,5	88,3	148,7	131,1	75,7	130,7	51,0	42,0	30,6	992,7
	Met.Zentr.-St.	13,0	79,6	58,5	74,1	96,4	170,8	133,4	74,9	126,8	59,8	49,1	30,6	967,0
	Sternwarte	13,3	80,9	60,7	68,3	82,4	203,6	159,0	85,8	128,5	73,0	49,7	27,1	1032,3
	L. Vers.-Feld	—	—	—	72,8	105,6	196,1	134,1	84,4	148,6	—	—	—	—
1890	Hygien. Inst.	46,6	7,6	22,5	50,1	52,7	140,2	138,4	135,8	126,7	80,7	53,5	6,8	911,6
	Mil.-Lazareth	69,1	9,5	16,2	32,7	45,8	149,6	136,0	204,1	98,9	59,4	43,0	0,0	864,3
	Met.Zentr.-St.	69,1	9,2	28,4	52,7	51,1	155,5	140,6	180,7	113,9	86,2	66,3	7,3	961,0
	Sternwarte	62,0	9,3	34,9	35,8	108,6	240,0	198,8	234,6	160,7	120,6	66,8	8,3	1330,4
	L. Vers.-Feld	—	—	—	54,6	52,4	173,0	163,2	214,1	133,0	—	—	—	—

Bei näherer Durchsicht dieser Zahlen ergibt sich mit voller Deutlichkeit, daß die Ergebnisse der Niederschlagsmessungen an den in München bestehenden Stationen sowohl im Jahresmittel als auch in den monatlichen Mitteln, besonders auch

bezüglich der Zeit des Eintrittes der Maximalniederschläge, nicht unwesentliche Abweichungen von einander aufweisen. In auffälliger Weise machen sich letztere vornehmlich in den Monaten bemerklich, in welchen die Maxima beobachtet werden.

Die betreffenden Unterschiede können auf verschiedenen Ursachen beruhen; sie können bedingt sein durch eine thatsächlich verschiedene Vertheilung der Niederschlagsmengen in einem eng begrenzten Gebiete oder durch ungleiche Aufstellung der Regenmesser an den einzelnen Stationen. Letzteren Punkt anlangend hatte bekanntlich *G. Hellmann*¹⁾ den Nachweis geliefert, daß ganz freistehende Regenmesser fast stets weniger Niederschlag auffangen als gegen Wind geschützte, und daß daher nur solche Instrumente vergleichbare Resultate liefern können, welche denselben Windschutz genießen. Letztere Thatsache erscheint dazu angethan, zunächst zu prüfen, inwieweit die Differenzen unter den vorliegenden Verhältnissen möglicherweise auf eine verschiedene Aufstellung der Regenmesser zurückzuführen seien.

Aus obiger kurzer Beschreibung der einzelnen Stationen geht zur Genüge hervor, daß jene unter 1, 2, 4 und 5 Einrichtungen besaßen, welche die an denselben gemachten Beobachtungen mit einander vergleichbar erscheinen lassen. Die Regenmesser waren sowohl von ganz gleicher Konstruktion, als auch mit der Auffangfläche in gleicher Höhe über dem Erdboden aufgestellt; ebenso genossen sie fast oder annähernd denselben Windschutz. Das auf dem landwirthschaftlichen Versuchsfeld benützte Instrument besaß eine von den übrigen abweichende Form und war außerdem frei, ohne jeglichen Schutz aufgestellt, weshalb die mittelst desselben gewonnenen Ergebnisse mit denen der übrigen Regenmesser ohne Weiteres nicht vergleichbar erscheinen. Aus den auf dem Versuchsfelde gemachten Beobachtungen ergibt sich übrigens, daß frei aufgestellte Regenmesser nicht immer niedrigere Resultate liefern als geschützte, denn in der Mehrzahl der Fälle stellte sich, wie aus folgenden Zahlen hervorgeht, das Verhältniß umgekehrt.

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. XIV. 1891. S. 373.

Niederschlagsmenge vom 1. April bis 30. September:

Station.	1880	1881	1882	1883	1884	1886	1887	1888	1889	1890
Meteorol. Zentral-Station	748,3	595,4	665,0	630,2	515,2	684,3	411,9	716,9	676,4	694,5
Militär-Lazareth	862,3	607,4	602,7	590,2	527,7	731,4	404,7	691,0	642,4	667,1
Landw. Versuchs-Feld .	751,1	638,4	607,6	633,6	488,6	775,4	463,7	809,2	741,6	790,2

Abgesehen von den Beobachtungen auf dem landwirtschaftlichen Versuchsfelde würden nach dem Vorstehenden diejenigen der übrigen Stationen wegen Gleichartigkeit in der Form und Anordnung der Regenmesser mit einander vergleichbar sein. Wenn dennoch zum Theil nicht unwesentliche Unterschiede in der Menge und Vertheilung der Niederschläge an diesen Stationen, wie nachgewiesen, beobachtet wurden, so wird, da andere Momente ausgeschlossen sind, gefolgert werden müssen, daß jene Differenzen durch Verschiedenheiten in den Niederschlägen selbst an den betreffenden Oertlichkeiten bedingt sind.

Für die Richtigkeit dieser Schlußfolgerung lassen sich außer obigen noch verschiedene andere Thatsachen anführen. Vergleicht man die Regenmessungen zweier Stationen, die etwas entfernter als die oben angeführten von einander gelegen sind, sich aber in Bezug auf die Lage fast ganz gleich verhalten, wie z. B. München und Augsburg, so machen sich dieselben Unterschiede, wie geschildert, geltend. München (526,4 m) liegt zwar etwas höher als Augsburg (499,6 m) — ein Unterschied, der nicht wesentlich in's Gewicht fällt —, besitzt aber fast die gleiche Lage, in Bezug auf die Umgebung und die Nähe des Gebirges, wie letzteres. Gleichwohl ist die Vertheilung und Menge der Niederschläge an beiden nur 55 km von einander entfernten Orten eine sehr verschiedene, wie aus folgender Uebersicht deutlich ersichtlich ist:

Jahr.	Ort.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	September.	Oktober.	November.	Dezember.	Jahr.
1881	München	18,0	21,9	53,6	48,2	201,1	115,3	57,2	110,7	62,9	75,8	21,7	27,1	813,5
	Augsburg	31,9	30,7	55,2	72,6	122,8	63,7	76,8	107,6	120,3	71,8	14,8	22,5	770,7

Jahr.	Station.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	September.	Oktober.	November.	Dezember.	Jahr.
1882	München	23,6	7,6	45,9	46,9	65,0	109,3	179,4	141,3	123,1	62,3	95,6	82,6	982,6
	Augsburg	15,0	10,2	23,3	54,2	65,5	98,2	152,4	90,5	104,0	70,6	148,3	136,2	968,4
1883	München	43,3	29,9	26,8	56,2	89,7	171,2	143,2	61,8	108,1	58,8	64,3	70,6	923,9
	Augsburg	31,5	34,6	33,8	36,5	97,9	125,2	129,8	86,6	77,0	55,1	62,9	65,7	786,6
1884	München	38,4	20,3	27,0	89,6	33,0	126,0	102,9	129,9	33,8	132,5	21,3	54,3	809,5
	Augsburg	41,0	19,7	20,8	96,9	47,3	96,8	77,5	50,7	31,1	85,8	27,0	88,9	685,5
1885	München	10,8	22,1	68,3	51,3	151,0	58,3	163,2	64,3	135,0	85,5	51,3	103,5	964,6
	Augsburg	12,9	32,0	76,1	16,3	111,5	48,5	103,6	29,9	123,9	75,0	36,2	123,9	739,8
1886	München	26,9	15,4	46,8	61,4	63,6	212,6	115,9	193,4	37,4	24,7	44,2	89,4	931,7
	Augsburg	32,6	16,9	50,7	47,3	91,2	135,3	107,0	122,8	25,7	29,1	27,9	133,3	870,3
1887	München	7,3	7,0	88,4	23,5	107,5	56,9	100,9	65,6	57,5	57,2	68,1	89,7	729,6
	Augsburg	5,2	17,8	71,3	26,6	117,7	71,1	113,2	89,1	50,2	39,6	60,2	81,7	743,7
1888	München	35,7	45,5	67,3	148,2	22,9	121,6	129,2	138,1	156,9	72,4	48,8	8,2	994,8
	Augsburg	29,1	42,6	115,9	131,3	31,7	102,0	166,5	153,1	100,2	89,9	71,5	9,3	1048,1
1889	München	13,0	79,6	53,5	74,1	96,4	170,8	133,4	74,9	126,8	59,8	49,1	30,6	967,0
	Augsburg	17,0	85,4	43,2	83,7	87,1	90,3	151,6	79,7	103,1	69,0	53,0	32,5	895,6
1890	München	69,1	9,2	28,4	52,7	51,1	155,5	140,6	180,7	113,9	86,2	66,3	7,3	961,0
	Augsburg	72,3	10,2	36,6	33,8	118,7	97,9	155,4	164,4	129,3	102,2	47,1	5,7	973,6

Diese Zahlen liefern dasselbe Bild, wie jene in obigem Beispiel, nur sind die Abweichungen in vorliegendem Falle noch mehr hervortretend als in dem zuerst angeführten.

Daß auch bei einem engeren Beobachtungsnetz die Ergebnisse der Niederschlagsmengen immerhin noch erhebliche Unterschiede aufweisen können, geht weiters aus den Messungen der auf Veranlassung des landwirthschaftlichen Zentralvereins für Ostpreußen errichteten Regenstationen sichtlich hervor¹⁾. Zu dem vorliegenden Zweck wurden vom Referenten die im Kreise Darkehmen gelegenen Stationen gewählt, weil diese eine ziemlich gleiche Höhenlage besitzen, nämlich: Trempen (95 m), Kunigehlen

¹⁾ Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen im Jahre 1888. Herausgegeben v. d. k. preuß. meteor. Inst. Berlin. 1891. A. Asher & Comp.

(125 m), Gr. Pelledauen (125 m), Koszischken (130 m) und Radtkehmen (140 m). An diesen Stationen wurden die Niederschläge, wie folgt, ermittelt:

1888.

Ort.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	September.	Oktober.	November.	Dezember.	Summa.
Kunigehlen . . .	22,5	15,2	16,0	22,3	43,4	62,0	107,0	78,0	74,2	24,3	29,3	12,0	506,2
Trempen	15,4	9,5	17,9	32,6	41,1	46,2	118,0	71,0	90,3	46,8	32,0	21,4	542,2
Radtkehmen . .	22,9	10,6	23,7	43,6	49,4	48,5	140,2	79,4	118,3	48,9	36,7	18,0	640,2
Gr. Pelledauen .	22,2	6,4	21,1	47,3	47,3	48,5	152,4	86,1	92,7	52,5	44,6	20,1	641,2
Koszischken . .	32,1	16,5	28,7	47,9	45,8	60,7	179,2	93,6	92,6	60,5	41,5	25,7	724,8

Auf einem verhältnißmäßig eng begrenzten Gebiet schwankten so nach die beobachteten jährlichen Niederschlagsmengen zwischen 506,2 und 724,8 mm (100 : 143). Eben solche Abweichungen traten in den einzelnen Monaten hervor, besonders in der regenreichsten Periode (Juli), in welcher das Verhältniß des Minimums zum Maximum sich wie 100 : 167 stellte.

Die angeführten Beispiele werden im Verein mit der bekannten, auch ziffermäßig begründeten Thatsache¹⁾, daß die Ertragsfähigkeit der Ackerländereien, von der Menge und Vertheilung der Niederschläge in außerordentlichem Grade beherrscht wird, genügen, um behaupten zu dürfen, daß die Errichtung eines innerhalb gewisser Grenzen möglichst engen Netzes von Regenstationen in den verschiedenen Kulturländern im Interesse der Landwirthschaft in hohem Grade nothwendig erscheint.

Ueber die erforderliche Dichte eines solchen Netzes läßt sich zur Zeit wenig sagen, weil in dieser Richtung vorerst noch sorgfältige Erhebungen, unter besonderer Berücksichtigung der Bodenkonfiguration, vorgenommen werden müssen. Immerhin wird man schon jetzt in der Annahme nicht fehlgehen, daß z. B. im Deutschen Reich 10000 Regenstationen kaum genügen würden, um den zu stellenden Anforderungen ge-

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. X. 1887. S. 153—178. — Bd. XII. 1889. S. 423—438. — Bd. XIII. 1890. S. 316—356. — Bd. XIV. 1891. S. 133—161 u. S. 335—361.

recht zu werden. Behufs annähernd sicherer Charakterisirung der Niederschlagsverhältnisse der einzelnen Gebiete wird eine 25jährige Dauer der Beobachtungen sich als ausreichend erweisen.

Bei der Verarbeitung des Materials wird man nicht umhin können, auf die Bedürfnisse der Landwirthschaft besondere Rücksicht zu nehmen. In dieser Hinsicht wäre darauf aufmerksam zu machen, daß die Regendichtigkeit, die Regenwahrscheinlichkeit, sowie die Dauer der längeren Trocken- und Niederschlagsperioden für vorliegenden Zweck von besonderer Wichtigkeit sind¹⁾.

Die Niederschlagsdichtigkeit, welche man erhält, indem man die Niederschlagsmenge durch die Anzahl der Regentage dividirt, läßt ersehen, welche Wassermenge durchschnittlich auf einen Niederschlagstag entfällt, ob also in diesem oder jenem Monate wenige, aber starke oder wenige und schwache, zahlreiche, aber schwache, oder endlich zahlreiche und zugleich starke Niederschläge vorherrschen.

Aus der sogen. Regenwahrscheinlichkeit, welche erhalten wird, wenn man die mittlere Anzahl der Niederschlagstage des Monats durch die Anzahl der Tage desselben Monats dividirt, wird ermessen werden können, der wievielte Theil der Monatstage durchschnittlich als Niederschlagstag auftritt.

Für die Beurtheilung der Fruchtbarkeitsverhältnisse unter den jeweiligen lokalen Verhältnissen würde es weiters nothwendig sein, die Zeiträume ohne jeglichen Niederschlag, sowie auch mit kontinuierlichem Regen mit in den Bereich der einschlägigen Untersuchungen zu ziehen.

Neben diesen die Menge und Vertheilung der Niederschläge betreffenden Erhebungen würden auch solche hinsichtlich der Form derselben auszuführen sein. Für den Landwirth hat die Frage der Schnee- und Hagelverhältnisse eine große Wichtigkeit, weil nach diesen hauptsächlich die Möglichkeit des Anbaues der Winterfrüchte, sowie die Sicherheit des Ertragnisses beurtheilt werden kann. Bezüglich des Schnees wäre weniger die Zahl der Tage mit Schneefall, als insbesondere die Dauer der kontinuierlichen Schneedecke bei den bezüglichen Ermittlungen in das Auge zu fassen. Die Hagelgefahr wird am zweckmäßigsten durch die mittlere Zahl der Tage mit Hagel, durch die Größe der verhagelten

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. I. 1878. S. 102.

Fläche und durch den Umfang der Beschädigungen nach einer allgemein vereinbarten Skala darzustellen sein.

Schließlich muß es nach obigen Mittheilungen als wünschenswerth bezeichnet werden, wenn mit den Ermittlungen der Niederschläge gleichzeitig solche über die Luftfeuchtigkeit angestellt würden, zumal letztere nach verschiedenen diesbezüglichen Untersuchungen¹⁾ einen tief eingreifenden Einfluß auf das Wachsthum der Pflanzen auszuüben scheint.



Neue Litteratur.

A. Zschokke. Ergebnisse der Beobachtungen an den im Kanton Bern zu forstlichen Zwecken errichteten meteorologischen Stationen. Mittheilungen der Schweizerischen Zentralanstalt für das forstliche Versuchswesen. Herausgegeben von A. Bühler. I. Bd. 1. Heft. Zürich. 1891. S. Höhr. S. 155—190.

Bereits bei einer anderen Gelegenheit²⁾ veröffentlichte Ref. eine Zusammenstellung der Ergebnisse der Beobachtungen, welche an drei Stationen im Kanton Bern angestellt wurden, und zwar für die Jahre 1869—1880. Inzwischen waren weitere 7 Jahre hinzugekommen, so daß die bernischen Beobachtungen sich über 19 Jahre erstreckten. Eine Verarbeitung des Materials mußte in allen beteiligten Kreisen mit lebhaftem Interesse begrüßt werden.

Aus verschiedenen Gründen wurde eine völlige Neubearbeitung der Ergebnisse vorgezogen. Nach längerer Verhandlung mit der Regierung übernahm die Versuchsanstalt diese Aufgabe. Wegen der ungemein großen Ausdehnung dieser Arbeit mußte man sich zunächst auf einige Hauptgebiete (die Luft-, Boden- und Baumtemperatur) beschränken.

Sämmtliche Originalhefte wurden nochmals durchgesehen, wobei eine Anzahl von Fehlern, welche sich in den ersten Bearbeitungen eingeschlichen hatten, aufgefunden und berichtigt wurden. Aus diesem Grunde stimmen manche Angaben nicht mit denjenigen in der oben erwähnten Publikation des Ref. überein.

In Bezug auf die Lage und Einrichtung der Stationen muß auf die früheren Mittheilungen verwiesen werden.

A. Lufttemperatur im Walde und im Freien.

Im 19jährigen Durchschnitt ist die Waldluft um folgende Grade kälter als die Luft im Freien (3 m über dem Boden) :

	9 Uhr.	4 Uhr.
Im Fichtenbestand	0,79°	1,07°
(Löhrwald bei Bern)		

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. IX. 1886. S. 117.

²⁾ Diese Zeitschrift. Bd. V. 1882. S. 316—331.

	9 Uhr.	4 Uhr.
Im Lärchenbestand (Brückwald bei Interlaken)	0,72°	1,18°
Im Buchenbestand (Fabywald bei Pruntrut).	0,64°	0,73°.

Der Lärchenwald bei Interlaken und der Fichtenwald bei Bern zeigen also im Jahresmittel eine relativ kühlere Luft als der Buchenwald bei Pruntrut. Es will scheinen, als ob die Luft in Nadelholzbeständen eine stärkere Abkühlung erfahre als im Buchenwalde.

Die mittlere Jahrestemperatur der Luft in der Baumkrone im Vergleich zu jener in 3 m Höhe, sowie im Freien stellte sich, wie folgt:

		Im Walde		Im
		3 m über	in der	Freien.
		dem Boden.	Baumkrone.	
9 Uhr	{ Bern	6,86°	6,92°	7,65°
	{ Interlaken	7,78°	8,84°	8,50°
	{ Pruntrut	7,51°	7,71°	81,5°
4 Uhr	{ Bern	9,80°	9,86°	10,87°
	{ Interlaken	9,91°	9,96°	11,09°
	{ Pruntrut	9,67°	9,75°	10,40°.

Die mittlere Jahrestemperatur der Luft in der Baumkrone ist mithin immer etwas höher als diejenige in 3 m Höhe über dem Boden im Walde und niedriger als die im Freien gemessene; nur bei Bern ist sie auffallender Weise tiefer als die beiden anderen gemessenen Lufttemperaturen.

Die Monatsmittel der Lufttemperaturen weisen die folgenden Tabellen nach.

9 Uhr.

Monat.	Bern.			Interlaken.			Pruntrut.		
	Im Freien.	Im Walde.		Im Freien.	Im Walde.		Im Freien.	Im Walde.	
	3 m über Boden.	3 m über Boden.	Baumkrone.	3 m über Boden.	3 m über Boden.	Baumkrone.	3 m über Boden.	3 m über Boden.	Baumkrone.
Januar	-3,26	-3,29	-3,02	-1,76	-1,73	-1,46	-1,23	-1,20	-1,00
Februar	-0,58	-1,02	-0,70	0,51	0,57	1,04	1,06	0,88	1,11
März	3,00	2,17	2,21	3,99	3,53	4,48	3,07	2,85	2,81
April	8,19	7,19	7,20	8,77	8,28	9,06	7,84	7,71	7,93
Mai	11,91	10,86	10,83	12,55	11,59	11,97	11,35	10,59	10,78
Juni	15,95	14,66	14,78	16,24	14,83	15,45	15,49	14,14	14,48
Juli	18,59	17,23	17,10	18,94	17,37	17,87	18,46	16,94	17,37
August	17,21	15,95	15,95	17,61	16,12	16,78	17,11	15,79	16,00
September	13,71	12,56	12,58	14,48	13,23	14,06	14,13	12,81	12,86
Oktober	7,47	6,78	6,67	8,66	7,78	8,35	8,08	7,36	7,44
November	2,21	2,06	1,93	3,01	2,80	3,28	3,40	3,12	3,00
Dezember	-2,59	-2,54	-2,51	-1,05	-1,07	-0,75	-0,99	-0,84	-0,31
Jahr	7,65	6,86	6,92	8,50	7,78	8,34	8,15	7,51	7,71
Schwankungen	21,85	20,52	20,12	20,70	19,10	19,33	19,69	18,14	18,37 ¹⁾

¹⁾ Im Original falsch berechnet.

4 Uhr.

Monat.	Bern.			Interlaken.			Pruntrut.		
	Im Freien.	Im Walde.		Im Freien.	Im Walde.		Im Freien.	Im Walde.	
	3 m über Boden.	3 m über Boden.	Baumkrone.	3 m über Boden.	3 m über Boden.	Baumkrone.	3 m über Boden.	3 m über Boden.	Baumkrone.
Januar	-0,54	-0,90	-1,39	0,77	0,08	0,29	0,54	0,31	0,23
Februar	3,39	2,38	1,78	4,17	3,48	3,14	3,62	3,27	3,19
März	6,97	5,86	5,49	7,63	6,91	6,87	6,20	5,94	5,84
April	11,80	10,68	10,28	12,09	11,29	11,03	11,01	10,70	11,09
Mai	15,09	13,97	13,40	15,27	13,87	13,69	14,03	13,13	13,25
Juni	18,87	17,51	17,07	18,60	16,62	16,81	17,81	16,24	16,65
Juli	22,01	20,51	20,10	21,39	19,25	19,44	20,94	19,26	19,60
August	20,84	19,30	19,09	20,26	18,21	18,76	19,90	18,66	18,55
September	17,32	15,86	15,57	17,17	15,48	15,66	16,48	15,06	15,27
Oktober	10,12	9,40	8,83	10,60	9,50	9,56	9,77	9,09	9,03
November	4,18	3,90	3,41	4,83	4,32	4,23	4,54	4,32	4,23
Dezember	-0,74	-0,82	-1,34	0,41	0,01	-0,19	-0,04	0,01	-0,15
Jahr	10,87	9,80	9,86	11,09	9,91	9,96	10,40	9,67	9,75
Schwankungen	22,75	21,33	21,44 ¹⁾	20,98	19,24	19,63	20,98	19,25	19,75

Aus dieser Zusammenstellung ist ersichtlich, daß das Minimum der Lufttemperatur im Walde und im Freien um 9 Uhr bei allen 3 Stationen in den Januar und um 4 Uhr in den Dezember zu liegen kommt. Das Maximum tritt überall im Juli ein.

Die jährliche Schwankung der Lufttemperatur ist im 19jährigen Durchschnitt im Freien um 1,33—1,74° größer als im Walde in gleicher Höhe (3 m über dem Boden), eine Thatsache, die auf die tieferen Maxima der Waldtemperatur zurückzuführen ist.

Deutlicher noch als aus den Jahresmitteln tritt aus den Monatsmitteln hervor, daß der abkühlende Einfluß des Waldes auf die Lufttemperatur sich um 4 Uhr, ungefähr der Zeit des täglichen Maximums, wenigstens bei Bern stärker geltend macht als um 9 Uhr. Ganz entsprechend sehen wir denselben im Laufe des Jahres mit zunehmender Temperatur wachsen, bis er im Juli gleichzeitig mit letzterer sein Maximum erreicht, wie folgende Uebersicht deutlich nachweist:

Die Luft im Freien ist um folgende Grade wärmer (+) bzw. kälter (—) als die Waldluft.

¹⁾ Im Original falsch berechnet.

Monat.	9 Uhr.			4 Uhr.		
	Bern.	Interlaken.	Pruntrut.	Bern.	Interlaken.	Pruntrut.
Januar	0,03	-0,03	-0,03	0,36	0,74	0,23
Februar	0,44	-0,04	0,18	1,01	0,69	0,35
März	0,83	0,46	0,22	1,11	0,72	0,26
April	1,00	0,49	0,13	1,12	0,80	0,30
Mai	1,05	0,96	0,76	1,12	1,40	0,90
Juni	1,29	1,41	1,35	1,36	1,98	1,57
Juli	1,36	1,57	1,52	1,50	2,14	1,68
August	1,26	1,49	1,32	1,54	2,05	1,24
September	1,15	1,25	1,32	1,46	1,69	1,42
Oktober	0,69	0,88	0,72	0,72	1,10	0,68
November	0,15	0,21	0,28	0,28	0,51	0,22
Dezember	-0,05	0,02	-0,15	0,08	0,40	-0,05
Jahr	0,79	0,72	0,64	1,07	1,18	0,73

Gegen den Herbst hin nimmt die Differenz zwischen Waldluft- und Freilandluft-Temperatur wieder ab, um im Winter schließlich fast ganz zu verschwinden.

Der Unterschied ist bei den Fichten und Lärchen größer als beim Buchenwald. Bei den Lärchen erfährt derselbe eine deutliche Steigerung durch den Ausbruch der Nadeln, mehr als dies bei der Belaubung der Buchen der Fall ist. Der Lärchenwald hat sogar eine relativ kühlere Luft als gleichzeitig der Fichtenwald.

Daß der Wald im Winter oft höhere Lufttemperatur zeigt als die Freilandstation, spricht sich im 19jährigen Durchschnitte nicht sehr deutlich aus.

Die beiden Lufttemperaturen im Walde zeigen um 9 Uhr fast keinen Unterschied, und auch um 4 Uhr ist derselbe noch so klein, daß er kaum eine praktische Bedeutung haben kann. Jedenfalls lassen uns Jahres- und Monatsmittel die wechselseitigen Beziehungen zwischen den drei besprochenen Lufttemperaturen nicht in dem Maße erkennen, wie es zur Beurtheilung gewisser Erscheinungen (Blattausbruch, Frostschaden u. s. w.) wünschenswerth sein möchte. Zu diesem Zweck müßten jedenfalls Pentadenmittel gebildet werden.

B. Baumtemperaturen

in Brusthöhe und in der Baumkrone.

Die Jahresmittel der Baumtemperaturen im 19jährigen Durchschnitt betragen:

	Bern.			Interlaken.			Pruntrut.		
	Brusthöhe.	Baumkrone.	Differenz.	Brusthöhe.	Baumkrone.	Differenz.	Brusthöhe.	Baumkrone.	Differenz.
9 Uhr	6,00	6,08	0,08	8,00	8,07	0,07	7,03	6,82	-0,21
4 »	7,28	8,34	1,06	7,97	9,16	1,19	8,26	9,34	1,08.

Diese Zahlen zeigen, daß im Jahresmittel die Bäume um 9 Uhr unten (Brusthöhe) und oben (in der Baumkrone) fast die gleiche Temperatur haben. Um 4 Uhr jedoch hat die Baumkrone stets eine höhere Temperatur als der Stamm in Brusthöhe.

Bei einem Vergleich der Baumtemperatur mit der entsprechenden Lufttemperatur stellen sich folgende Verhältnisse im durchschnittlichen Jahresmittel heraus:

		Bern.			Interlaken.			Pruntrut.		
		Luft- temp.	Baum- temp.	Diffe- renz.	Luft- temp.	Baum- temp.	Diffe- renz.	Luft- temp.	Baum- temp.	Diffe- renz.
9 Uhr	in	6,86	6,00	0,86	7,78	8,00	-0,22	7,51	7,03	0,48
4 »	3 m Höhe.	9,80	7,28	2,52	9,91	7,97	1,94	9,67	8,26	1,41
9 Uhr	in der	6,92	6,08	0,84	8,34	8,07	0,27	7,71	6,82	0,89
4 »	Baum- krone.	9,86	8,34	1,02	9,96	9,16	0,80	9,75	9,34	0,41.

Es stellt sich hiernach heraus, daß die Jahresmittel der Baumtemperaturen niedriger sind als diejenige der Lufttemperaturen. Die Bäume sind also kälter als die sie umgebende Luft, mithin, nach den Ergebnissen der Beobachtungen über Lufttemperatur, auch kälter als die Luft im Freien.

Die Baumtemperatur in der Baumkrone ist um folgende Grade wärmer (+) resp. kälter (-) als diejenige in Brusthöhe:

Monat.	9 Uhr.			4 Uhr.		
	Bern.	Inter- laken.	Pruntrut.	Bern.	Inter- laken.	Pruntrut.
Januar	0,58	-0,88	-0,04	0,88	-0,76	0,48
Februar	0,29	0,23	0,01	0,79	1,14	1,14
März	0,13	-0,14	-0,35	0,03	1,25	1,89
April	-0,08	0,04	-0,40	1,53	1,30	2,10
Mai	-0,07	0,66	-0,34	1,43	2,41	1,69
Juni	-0,14	1,00	-0,09	1,23	2,57	1,44
Juli	-0,07	0,98	0,03	1,53	2,56	1,72
August	-0,07	0,56	-0,26	1,46	2,17	1,41
September	-0,30	-0,20	-0,44	1,29	1,14	0,91
Oktober	-0,14	-0,72	-0,40	1,84	0,23	0,52
November	0,07	-0,08	-0,08	0,47	0,56	0,43
Dezember	0,81	-0,48	-0,16	0,71	-0,28	0,16
Jahr	0,08	0,07	0,21	1,06	1,19	1,08

Diese Zahlen lassen erkennen, daß auch hier, wie bei den Jahresmitteln, die beiden Baumtemperaturen um 9 Uhr kaum, um 4 Uhr dagegen deutlich von einander abweichen. Der Unterschied ist am größten im Sommer, am kleinsten in den Wintermonaten, wo es oft vorkommt, daß die Baumtemperatur in der Baumkrone um einen ganz geringen Betrag tiefer ist als diejenige in Brusthöhe. Von den drei Holzarten zeigen die Lärchen, und zwar namentlich im Sommer, den größten Unterschied in der Temperatur des Stammes in Brusthöhe und der Baumkrone.

Im Uebrigen ergab sich, daß die Bäume mit Ausnahme einiger Wintermonate kälter sind als die umgebende Luft. Der Unterschied ist ebenfalls zur Sommerszeit am größten. Es ist klar, daß die im Sommer relativ kalten Stämme dazu beitragen, die Luft im Walde abzukühlen und mithin einen der Faktoren repräsentiren, welche den Unterschied der Lufttemperatur im Walde und im Freien bedingen.

Wie die Lufttemperatur so erreicht auch die Baumtemperatur ihr Maximum im Juli und ihr Minimum im Januar. Die jährliche Amplitude ist geringer als bei der Lufttemperatur.

C. Bodentemperaturen

in verschiedener Tiefe im Walde und im Freien.

In den folgenden Tabellen sind die Monats- und Jahresmittel der Bodentemperaturen in verschiedenen Tiefen (in °C.), sowie die bezüglichlichen Differenzen übersichtlich zusammengestellt.

Bern. 9 Uhr.

Monat.	Oberfläche.			0,3 m tief.			0,6 m tief.			0,9 m tief.			1,2 m tief.		
	Im Freien.	Im Walde.	Diffe-renz.	Im Freien.	Im Walde.	Diffe-renz.	Im Freien.	Im Walde.	Diffe-renz.	Im Freien.	Im Walde.	Diffe-renz.	Im Freien.	Im Walde.	Diffe-renz.
Jan.	-2,78	-1,83	-0,95	0,75	1,09	-0,34	1,73	2,05	-0,32	2,65	2,80	-0,15	3,52	3,63	-0,11
Febr.	-0,33	-0,84	0,51	0,82	0,82	0,00	1,39	1,46	-0,07	2,08	2,07	0,01	2,78	2,82	-0,04
März	3,07	1,49	1,58	3,55	1,56	1,99	3,68	1,81	1,87	3,85	2,19	1,66	4,12	2,74	1,38
April	8,03	5,74	2,29	8,27	4,86	3,41	8,00	4,39	3,61	7,32	3,89	3,43	7,18	3,98	3,20
Mai	10,91	9,62	1,29	12,10	8,04	4,06	11,61	7,00	4,61	10,93	6,40	4,53	10,29	6,11	4,18
Juni	15,65	13,36	2,29	15,82	11,29	4,53	15,19	9,89	5,30	14,41	9,03	5,38	13,52	8,45	5,07
Juli	18,17	15,86	2,31	18,52	13,82	4,70	17,93	12,22	5,71	17,19	11,32	5,87	16,26	10,52	5,74
Aug.	16,71	14,83	1,88	17,87	13,92	3,95	17,82	12,88	4,94	17,54	12,21	5,33	16,97	11,62	5,37
Sept.	13,65	11,82	1,82	15,07	12,33	2,74	15,79	11,96	3,83	15,99	11,77	4,22	15,81	11,50	4,31
Okt.	7,31	6,83	0,49	10,34	8,72	1,62	11,38	9,31	2,07	12,08	9,63	2,45	12,51	9,89	2,62
Nov.	2,28	2,44	-0,16	5,40	4,93	0,47	6,59	6,18	0,41	7,56	6,77	0,79	8,44	7,40	1,04
Dez.	-1,94	-1,17	-0,77	2,23	2,22	0,01	3,35	3,50	-0,15	4,25	4,33	-0,08	5,29	5,15	0,14
Jahr	7,56	6,51	1,05	9,23	6,97	2,26	9,54	6,89	2,65	9,65	6,87	2,78	9,72	6,98	2,74

4 Uhr.

Jan.	-0,94	-1,01	0,07	0,79	1,11	-0,32	1,73	2,06	-0,33	2,61	2,80	-0,19	3,52	3,63	-0,11
Febr.	2,12	0,31	1,81	0,92	0,85	0,07	1,42	1,48	-0,06	2,09	2,08	0,01	2,79	2,83	-0,04
März	6,20	3,23	2,97	3,89	1,58	2,31	3,68	1,85	1,83	3,89	2,22	1,67	4,18	2,76	1,42
April	12,26	7,97	4,29	8,89	4,92	3,97	7,99	4,44	3,55	7,38	3,94	3,44	7,25	4,03	3,22
Mai	15,75	11,58	3,17	12,82	8,09	4,73	11,65	7,04	4,61	10,98	6,44	4,54	10,36	6,14	4,22
Juni	20,05	15,23	4,82	16,58	11,36	5,22	15,17	9,94	5,23	14,38	9,07	5,31	13,58	8,49	5,09
Juli	22,96	17,93	5,03	19,28	13,85	5,43	17,89	12,27	5,62	17,21	11,36	5,85	16,31	10,56	5,75
Aug.	21,31	16,99	4,32	18,41	13,93	4,48	17,75	12,87	4,88	17,55	12,23	5,32	17,01	11,64	5,37
Sept.	17,10	14,01	3,09	15,45	12,32	3,13	15,74	11,97	3,77	15,96	11,78	4,18	15,82	11,51	4,31
Okt.	9,60	8,42	1,18	10,58	8,70	1,88	11,32	9,31	2,01	12,06	9,37	2,69	12,53	9,89	2,64
Nov.	3,72	3,16	0,56	5,56	4,91	0,65	6,56	6,04	0,52	7,61	6,77	0,84	8,41	7,40	1,01
Dez.	-1,00	0,63	-0,37	2,23	2,24	-0,01	3,34	3,50	-0,16	4,24	4,32	-0,08	5,28	5,14	0,14
Jahr	10,76	8,10	2,66	9,62	6,99	2,62	9,52	6,90	2,62	9,66	6,87	2,79	9,75	7,00	2,75

Interlaken.

9 Uhr.

Monat.	Oberfläche.			0,3 m tief.			0,6 m tief.			0,9 m tief.			1,2 m tief.		
	Im Freien.	Im Walde.	Diffe-renz.	Im Freien.	Im Walde.	Diffe-renz.	Im Freien.	Im Walde.	Diffe-renz.	Im Freien.	Im Walde.	Diffe-renz.	Im Freien.	Im Walde.	Diffe-renz.
Jan.	-1,79	-1,38	-0,41	1,64	2,24	-0,60	2,35	3,11	-0,76	3,03	3,66	-0,63	4,09	4,08	-0,01
Febr.	1,10	1,18	-0,08	1,80	2,36	-0,56	2,08	2,90	-0,82	2,46	3,20	-0,74	3,29	3,48	-0,19
März	6,39	3,84	2,55	4,82	4,16	0,66	4,25	4,37	-0,12	3,89	4,23	-0,34	4,18	4,21	-0,03
April	12,01	9,17	2,84	8,75	7,39	1,36	7,62	7,06	0,56	6,78	6,38	0,40	6,56	5,98	0,58
Mai	15,57	11,83	3,74	12,16	9,81	2,35	10,79	9,52	1,27	9,87	8,71	1,16	9,26	8,12	1,14
Juni	19,41	14,26	5,15	15,58	12,32	3,26	14,00	11,81	2,19	12,88	10,85	2,03	12,05	10,26	1,79
Juli	21,65	16,71	4,94	17,98	14,57	3,41	16,45	13,96	2,49	15,34	12,91	2,43	14,43	12,17	2,26
Aug.	20,27	16,08	3,19	17,84	14,90	2,94	16,74	14,48	2,26	15,86	13,67	2,19	15,41	13,07	2,34
Sept.	17,25	13,24	4,01	15,94	13,49	2,45	15,83	13,48	2,35	15,16	13,02	2,14	14,87	12,63	2,24
Okt.	10,52	8,11	2,41	11,57	10,00	1,57	12,23	10,58	1,65	12,16	10,69	1,47	13,54	10,67	2,87
Nov.	3,44	2,00	1,44	6,38	6,14	0,24	7,53	7,05	0,48	8,00	7,55	0,45	8,99	7,85	1,14
Dez.	-1,23	-0,77	-0,46	3,01	3,47	-0,46	4,20	4,45	-0,25	4,78	5,09	-0,31	5,92	5,50	0,42
Jahr	10,38	7,93	2,45	9,80	8,41	1,39	9,51	8,56	0,95	9,18	8,33	0,85	9,30	8,17	1,13

4 Uhr.

Jan.	0,22	-0,23	0,45	1,65	2,24	-0,59	2,35	3,11	-0,76	3,03	3,66	-0,63	4,09	4,08	0,01
Febr.	4,08	2,41	1,67	1,84	2,39	-0,55	2,11	2,92	-0,81	2,48	3,22	-0,74	3,31	3,49	-0,18
März	8,50	5,93	2,57	4,81	4,16	0,65	4,29	4,37	-0,08	3,94	4,25	-0,31	4,22	4,23	-0,01
April	13,59	10,63	2,96	8,85	7,34	1,51	7,67	7,11	0,56	6,84	6,43	0,41	6,61	6,02	0,59
Mai	16,52	12,64	3,88	12,15	9,84	2,31	10,79	9,58	1,21	9,92	8,75	0,17	9,30	8,15	1,15
Juni	19,94	15,09	4,85	15,59	12,34	3,25	10,04	11,74	2,30	12,87	10,89	1,98	12,11	10,30	1,81
Juli	22,90	17,51	5,39	18,01	14,58	3,43	16,52	13,97	2,55	15,39	12,95	2,44	14,49	12,21	2,28
Aug.	21,36	16,83	4,53	17,82	14,87	2,95	16,75	14,49	2,26	15,88	13,69	2,19	15,64	13,09	2,55
Sept.	18,06	14,34	3,72	15,89	13,46	2,43	15,85	13,45	2,40	15,00	13,03	1,97	14,35	12,64	1,71
Okt.	10,34	8,85	1,49	11,50	9,91	1,59	12,18	10,56	1,62	12,13	10,68	1,45	12,52	10,67	1,85
Nov.	4,24	3,82	0,42	6,34	6,11	0,23	7,50	7,03	0,47	7,98	7,60	0,38	8,98	7,84	1,14
Dez.	-0,17	-0,14	-0,03	2,99	3,46	-0,47	4,18	4,44	-0,26	4,76	5,07	-0,31	5,90	5,49	0,41
Jahr	11,76	8,97	2,79	9,79	8,39	1,40	9,52	8,56	0,96	9,20	8,35	0,85	9,32	8,18	1,14

Pruntrut.

9 Uhr.

Jan.	-2,44	-1,55	-0,89	1,91	2,03	-0,12	2,68	2,70	-0,02	3,75	3,86	-0,11	4,72	4,37	0,35
Febr.	0,56	0,36	0,20	1,78	1,74	0,04	2,24	2,20	0,04	3,06	3,15	-0,09	3,85	3,63	0,22
März	4,55	2,77	1,78	3,54	2,95	0,59	3,55	3,08	0,47	4,02	3,63	0,39	4,44	3,92	0,52
April	10,43	8,19	2,24	7,28	6,13	1,15	6,51	5,66	0,85	6,41	5,39	1,02	6,37	5,36	1,01
Mai	15,03	10,49	4,55	10,85	8,77	2,08	9,70	8,19	0,51	9,37	7,50	1,87	9,02	7,34	1,68
Juni	19,88	14,03	5,85	14,70	11,57	3,13	13,30	10,73	2,57	12,70	9,69	3,01	12,06	9,44	2,62
Juli	22,79	16,41	6,38	17,56	13,95	3,61	16,08	12,94	3,14	15,42	11,67	3,75	14,63	11,40	3,23
Aug.	20,58	15,31	5,27	17,28	14,20	3,08	16,42	13,56	2,86	16,16	12,63	3,53	15,72	12,48	3,24
Sept.	16,74	12,34	4,40	15,16	12,83	2,33	14,97	12,69	2,28	15,07	12,30	2,77	15,01	12,29	2,72
Okt.	8,76	7,02	1,74	10,78	9,45	1,33	11,31	9,88	1,43	12,13	10,35	1,78	12,59	10,61	1,98
Nov.	2,74	2,69	0,05	6,26	5,87	0,39	7,15	6,61	0,54	8,36	7,62	0,74	9,27	8,06	1,21
Dez.	-1,65	-1,25	-0,40	3,29	3,27	0,02	4,16	4,05	0,11	5,43	5,30	0,13	6,48	5,83	0,65
Jahr	9,83	7,23	2,60	9,20	7,71	1,49	9,00	7,69	1,31	9,32	7,76	1,56	9,51	7,89	1,62

Pruntrut.

4 Uhr.

Monat.	Oberfläche.			0,3 m tief.			0,6 m tief.			0,9 m tief.			1,2 m tief.		
	Im Freien.	Im Walde.	Differenz.	Im Freien.	Im Walde.	Differenz.	Im Freien.	Im Walde.	Differenz.	Im Freien.	Im Walde.	Differenz.	Im Freien.	Im Walde.	Differenz.
Jan.	-0,90	-0,51	-0,39	1,92	2,02	-0,10	2,68	2,75	-0,07	3,75	3,86	-0,11	4,72	4,37	0,35
Febr.	2,63	1,97	0,66	1,81	1,75	0,06	2,26	2,21	0,05	3,08	3,16	-0,08	3,86	3,64	0,22
März	5,96	5,03	0,93	3,56	2,96	0,60	3,57	3,11	0,46	4,05	3,66	0,39	4,46	3,94	0,52
April	11,41	10,43	0,98	7,29	6,26	1,03	6,55	5,79	0,76	6,45	5,43	1,02	6,41	5,39	1,02
Mai	15,06	12,36	2,70	10,88	8,67	2,21	9,74	8,11	1,63	9,41	7,53	1,88	9,06	7,37	1,69
Juni	18,98	15,13	3,85	14,71	11,60	3,11	13,33	10,76	2,57	12,74	9,71	3,03	12,08	9,46	2,62
Juli	22,00	18,00	4,00	17,57	13,96	3,61	16,10	12,96	3,14	15,45	11,70	3,75	14,66	11,42	3,24
Aug.	20,30	17,07	3,23	17,26	14,19	3,07	16,42	13,57	2,85	16,17	12,65	3,52	15,73	12,49	3,24
Sept.	16,43	14,00	2,43	15,13	12,82	2,31	14,95	12,67	2,28	15,06	12,31	2,75	15,01	12,30	2,71
Okt.	9,07	8,28	0,79	10,74	9,40	1,34	11,28	9,88	1,40	12,11	10,34	1,77	12,57	10,60	2,97
Nov.	3,10	3,58	-0,48	6,23	5,84	0,39	7,15	6,60	0,54	8,36	7,61	0,75	9,25	8,05	1,20
Dez.	-1,39	-0,69	-0,70	3,27	3,25	0,02	4,15	4,04	0,11	5,42	5,30	0,12	6,47	5,83	0,64
Jahr	10,22	8,72	1,50	9,20	7,73	1,47	9,01	7,71	1,30	9,34	7,77	1,57	9,52	7,90	1,62

Die Aenderung der Bodentemperatur bei zunehmender Tiefe vollzieht sich bei den 3 Stationen so ziemlich in der gleichen Weise.

Sowohl im Walde als im Freien ist die Oberfläche im Jahresmittel am wärmsten; in den tieferen Schichten nimmt die Temperatur successive ab bis zu 0,6 oder 0,9 m, von wo sie wieder zu steigen beginnt. Nur bei Bern um 9 Uhr ist die Bodenoberfläche am kältesten, und mit zunehmender Tiefe steigt die Temperatur, so daß das Thermometer bei 1,2 m am höchsten zeigt.

Die durchschnittlichen Jahresmittel der 9 Uhr- und der 4 Uhr-Beobachtungen weichen, mit Ausnahme der Oberflächentemperatur und höchstens noch derjenigen in 0,3 m Tiefe (Bern) bloß um 0,01—0,02° von einander ab. Die tägliche Temperaturschwankung macht sich also im Jahresmittel nur an der Oberfläche, höchstens bis zu 0,3 m Tiefe bemerkbar.

Die Bodentemperaturen im Walde stehen im Jahresmittel in allen Tiefenstufen hinter denjenigen der Freilandstation zurück, und zwar ist der Unterschied an der Oberfläche zumeist am größten. Von den 3 Stationen hat der Wald bei Bern die größte abkühlende Wirkung.

Die Bodentemperatur an der Oberfläche erreicht bei allen 3 Parallelstationen ihr Minimum im Januar und ihr Maximum im Juli, entsprechend der Lufttemperatur. In den tieferen Schichten treten jedoch diese Temperaturextreme, in Folge des geringen Wärmeleitungsvermögens des Erdbodens, nicht gleichzeitig ein, sondern erleiden eine nach unten immer größer werdende Verspätung, der zu Folge schon bei 0,9 m Tiefe das Minimum in den Februar und das Maximum in den August fällt.

Im Freien zeigt die Bodenoberfläche größere Temperaturschwankungen als die Luft, indem sie sich im Winter stärker abkühlt und im Sommer stärker erwärmt als letztere (Bern, Beobachtung um 9 Uhr ausgenommen). Im Walde jedoch ist die Luft durchweg wärmer als die Bodenoberfläche.

Bei allen 3 Stationen steigt die Temperatur von der Oberfläche zu den unteren Schichten in den Monaten Oktober bis März; im April bis September dagegen ist der Boden an seiner Oberfläche am wärmsten, die Temperatur nimmt nach unten ab. Im März und September, wo jeweilen die Umkehr stattfindet, ist die Reihenfolge in der Temperatur der fünf Tiefenstufen weniger regelmäßig und nicht konstant.

Die 9 Uhr- und 4 Uhr-Beobachtungen zeigen nur den Unterschied, daß die Oberflächentemperatur bei den letzteren höher ist. Dies hat zur Folge, daß um 4 Uhr im Februar und März, wo sonst mit zunehmender Tiefe eine steigende Temperatur sich konstatiren ließ, eine Temperaturabnahme von der Oberfläche zu 0,3 m stattfindet. Von 0,3 m an steigt dann die Temperatur wieder bis zu 1,2 m Tiefe, wie bei den 9 Uhr-Beobachtungen. Die Temperaturänderung in den Bodenschichten von 0—1,2 m Tiefe im Walde ist von derjenigen im Freien nur quantitativ verschieden. Zu- resp. Abnahme der Temperatur findet im Wesentlichen im gleichen Sinne statt wie bei der Freilandstation.

Der Waldboden ist in allen untersuchten Tiefenstufen, namentlich aber an der Oberfläche im Frühling, Sommer und Herbst kälter, im Winter fast gleich warm oder unbedeutend wärmer als der Freilandboden. Dies ist aus der durch das Kronendach verhinderten Insolation und verminderten Ausstrahlung des Bodens leicht erklärlich. Freilich ist die letztere Wirkung des Waldes im Vergleich zur ersteren nicht bedeutend, da die Oberfläche im Wald den Winter über bloß $\frac{1}{2}$ —1 Grad wärmer, im Sommer dagegen bis 6 Grad kälter ist als auf freiem Feld.

Faßt man die Ergebnisse der Beobachtungen an den im Kanton Bern errichteten forstlich-meteorologischen Stationen, soweit sie hier besprochen worden sind, kurz zusammen, so gelangt man zu folgenden Resultaten:

A. Lufttemperatur.

1. Die Lufttemperatur im Walde ist sowohl im Jahresmittel als in den Monatsmitteln, mit Ausnahme der Wintermonate, niedriger, als die entsprechende (3 m über dem Boden) im Freien.

2. Der Unterschied ist um 4 Uhr (ungefähr der Zeit des täglichen Maximums) größer als um 9 Uhr.

3. Die Differenz nimmt mit steigender Temperatur während des Jahres zu, so daß sie vom Frühling an immer größer werdend im Hochsommer (Juli) ihr Maximum erreicht, um dann gegen den Herbst hin wieder abzunehmen.

4. Im Winter ist die Waldluft fast gleich warm, oder unbedeutend wärmer als diejenige des freien Landes.

5. Der Fichtenwald bei Bern und der Lärchenwald bei Interlaken scheinen auf die Luft stärker abkühlend zu wirken, bzw. dieselbe besser vor Erwärmung zu schützen als der Buchenwald bei Pruntrut.

6. Die Lufttemperatur im Kronenraume ist im Jahresmittel höher als diejenige in 3 m Höhe über dem Boden im Walde, und tiefer als diejenige im Freien. Der Unterschied zwischen den beiden Lufttemperaturen im Walde (in der Baumkrone und in Brusthöhe) ist jedoch sowohl um 9 Uhr als um 4 Uhr unbedeutend.

B. Baumtemperatur.

7. Die Baumtemperatur in der Baumkrone unterscheidet sich um 9 Uhr sowohl im Jahresmittel als in den einzelnen Monatsmitteln kaum von derjenigen in Brusthöhe.

8. Um 4 Uhr sind die Bäume in ihrer Krone im Frühling, Sommer und Herbst wärmer, im Winter fast gleich kalt oder wenig kälter wie in Brusthöhe.

9. Den größten Unterschied zwischen der Temperatur des Stammes in seiner Krone zeigen im Jahresmittel sowie in den Sommer-Monatsmitteln die Lärchen, dann folgen die Fichten und zuletzt die Buchen.

10. Die Bäume sind immer kälter als die umgebende Luft und kälter als die Luft im Freien.

11. Die jährliche Schwankung der Baumtemperatur ist in Folge der tieferen Maxima kleiner als die der Lufttemperatur.

C. Bodentemperatur.

12. In den Monaten Oktober bis März nimmt die Bodentemperatur nach unten zu, vom April bis September dagegen ab.

13. Im Jahresmittel ist von allen untersuchten Bodenschichten die Oberfläche am wärmsten. Nach unten nimmt die Bodentemperatur ab bis zu 0,6 oder 0,9 m Tiefe, von wo sie bis zu 1,2 m Tiefe wieder zu steigen beginnt.

14. Zwischen den Beobachtungen um 9 Uhr und um 4 Uhr besteht in den Jahres- und in den Monatsmitteln nur an der Oberfläche und höchstens (bei Bern) noch in 0,3 m Tiefe ein merklicher Unterschied; die täglichen Temperaturschwankungen dringen also höchstens 0,3 m tief in den Boden ein.

15. Die Zu- bzw. Abnahme der Temperatur an der Oberfläche hält Schritt mit derjenigen der Luft. In den tieferen Schichten trifft sie successive immer später ein, so daß z. B. Maximum und Minimum sich schon bei 0,9 m Tiefe um einen Monat verspäten.

16. Die Bodenoberfläche im Freien ist im Sommer wärmer, im Winter kälter als die Luft; im Walde dagegen liegt die Oberflächentemperatur immer tiefer als die Lufttemperatur.

17. Der Waldboden ist in allen untersuchten Tiefenstufen, namentlich aber an der Oberfläche, im Frühling, Sommer und Herbst kälter, im Winter gleich kalt oder unbedeutend wärmer als der Freilandboden.

E. W.

A. Leduc. Ueber die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft. Comptes rendus. T. CXIII. p. 129 und 186. — Naturw. Rundschau. 1891. Nr. 37. S. 471.

Zwischen den Resultaten von *Regnault* über die Dichte des Stickstoffes und des Sauerstoffes und den Ergebnissen von *Dumas* und *Boussingault* über die procentische Zusammensetzung der Luft existirt ein Widerspruch, zu dessen Aufklärung Verf. bereits im vorigen Jahre Beobachtungen veröffentlicht hat. Das vorläufige Resultat derselben war, daß die Dichte des Stickstoffes nicht mit den *Regnault'schen* Angaben, sondern mit der von *Dumas* und *Boussingault* behauptet

teten Zusammensetzung der Atmosphäre übereinstimmt. Verf. hat seitdem diesen wichtigen Gegenstand weiter nach immer exakteren Methoden verfolgt und theilt in zwei Notizen seine diesbezüglich erhaltenen Resultate mit.

Die Zusammensetzung der Luft bestimmte er nach einer neuen Wägungsmethode: In einen Ballon von 2,265 Liter Inhalt bei 0°, der mit Stickstoff gefüllt war, brachte er mehrere Stäbchen reinen Phosphors, welche sorgfältig abgetrocknet waren. Nach mehrstündiger Ruhe wurde der Ballon ausgepumpt bis auf 0,1 mm, wobei er zur Verminderung der Verdampfung des Phosphors mit Eis bedeckt war, und sein Gewicht gemessen, nachdem zur Herstellung des Gleichgewichtes 25 Stunden gewartet worden. Sodann ließ man langsam reine Luft eindringen, welche durch Kali und Phosphorsäureanhydrid gegangen war, brachte den sorgfältig abgetrockneten Ballon auf die Wage und bestimmte nach 20 Stunden sein Gewicht. Endlich wurde unter gleichen Vorsichtsmaßregeln wieder evakuiert und das Gewicht der Kugel zum dritten Mal bestimmt.

Offenbar giebt der Gewichtsunterschied zwischen der ersten und zweiten Wägung das Gewicht der gesammten Luftmasse, während der Unterschied zwischen erster und dritter Wägung das Gewicht des Sauerstoffes ergibt. Man muß nur bei diesen Werthen mit berücksichtigen den Druckunterschied der Residualluft beim Evakuiren, die Zusammenziehung des leeren Ballons, den Gewichtsverlust des Ballons beim Abtrocknen und die geringe Sauerstoffmenge, welche im Kanal des Glashahnes zurückbleibt. Die Resultate zweier Messungen waren: Das prozentische Gewichtsverhältniß des Sauerstoffes betrug in einem Falle 23,244, im andern 22,208. Der mögliche Fehler der beiden Wägungen beträgt 0,0002 des Gesamtgewichtes; man darf daher als Mittel dieser beiden Messungen den Werth 23,23 nehmen, welcher mit dem aus den neubestimmten Dichten des Stickstoffes und des Sauerstoffes erhaltenen Werthe bis auf 0,0001 stimmt.

Die Messungen der Dichten von Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff führte Verf. nach der *Regnault'schen* Methode aus. Die Verbesserungen der Methode bestanden in der Anwendung eines heberförmigen Barometers mit Hahn und eines ganz aus Glas mit Glashahn bestehenden Ballons, ferner in folgendem Verfahren. Der Ballon wurde evakuiert, mit feuchter Leinwand gereinigt und auf die Wage in trockener Luft gebracht; dann wurde er mit Luft von 0° gefüllt und wieder gewogen, endlich ein zweites Mal evakuiert und zum dritten Mal gewogen. Das Gewicht des Gases wird nun als Mittel aus den Differenzen der ersten und zweiten und der zweiten und dritten Wägung bestimmt.

Unter Berücksichtigung der Kompression des leeren Ballons hatte die Luft des Ballons ein Gewicht zwischen 2,9286 gr und 2,9290 gr, so daß ein Liter Luft 0,2633 gr wiegt. Der Wasserstoff wurde sowohl elektrolytisch, wie aus Zink und Schwefelsäure dargestellt; der Sauerstoff wurde durch Elektrolyse, und der Stickstoff mittelst Kupfer aus reiner Luft gefunden. Die Dichten der drei Gase wurden bis auf mindestens ein Zehntausendstel genau gewonnen: Wasserstoff = 0,0695; Sauerstoff = 1,1050; Stickstoff = 0,9720. Berechnet man aus den Dichten des Sauerstoffes und des Stickstoffes die prozentische Zusammensetzung der Luft, so findet man das Gewichtsprozent des Sauerstoffes = 23,235.

J. Attken. Ueber die festen und flüssigen Partikelchen in den Wolken. Nature. 1891. Vol. XLIV. p. 279. — Naturw. Rundschau. 1891. Nr. 39. S. 505.

Nach einer einfachen Methode, welche im Wesentlichen darauf hinausläuft, auf einem in kleine Quadrate getheilten Glasstreifen die niedergefallenen Staubtheilchen unter dem Mikroskop zu zählen, hatte Verf. vergleichende Zählungen des Staubgehaltes der Luft in sehr verschiedenen Gegenden, Städten und Ländern ausgeführt¹⁾. Eine kleine entsprechende Aenderung des «Staubzählers» gestattete die in einem Nebel enthaltenen Tröpfchen ihrer Größe und Zahl nach zu messen und aus der Zahl der in einer bestimmten Zeit auf das getheilte Deckgläschen niederfallenden Tröpfchen über die Dichtigkeit der Nebel bestimmte Vorstellungen zu gewinnen. Mit diesen Apparaten hat nun Verf. im letztverflossenen Mai auf dem Rigi Beobachtungen über die festen und flüssigen Partikelchen in den Wolken ausgeführt, über welche er der Royal Society Edinbourgh eine Abhandlung vorgebracht hat, von der er einen kürzeren Auszug in der «Nature» veröffentlicht.

Bei den Beobachtungen über die Zahl der Staubtheilchen in der Atmosphäre hatte sich gezeigt, daß, wenn der Gipfel des Rigi in Wolken verhüllt war, die Zahl der Partikelchen in kurzen Zeiträumen sehr bedeutend variierte, während die früheren Beobachtungen gezeigt hatten, daß ihre Anzahl auf hochgelegenen Stationen durch lange Zeiten hindurch ziemlich konstant sei. Um die Ursache dieser Ungleichheit aufzufinden, untersuchte Verf. extreme Fälle, nämlich die Luft in der Wolke selbst und außerhalb derselben. Dabei fand er nun, daß die Luft in den Wolken stets mehr Staub enthielt als die wolkenfreie, daß aber die relativen Verhältnisse sehr variierten. So hatten manche Theile der Wolken nur etwa doppelt so viel Partikelchen als die klare Luft, während in anderen Theilen das Verhältniß ein viel größeres war; am 25. Mai z. B. wurden auf dem Bergesgipfel in der reinen Luft 700 Partikelchen im ccm beobachtet, in den Wolken hingegen 3000 und in einer Wolke sogar 4200 Staubtheilchen im ccm. (Die Beobachtungen wurden gemacht, während einzelne Wolken über den Bergesgipfel hinzogen.)

Hieraus durfte geschlossen werden, daß die Luft, in der sich die Wolken bilden, unreine Thalluft sei, welche in die obere, reinere Luft hineingedrungen. Diese unreine Luft mischte sich mehr oder weniger mit der staubfreieren Höhenluft. Hatte sich nur wenig unreine Luft mit der Höhenluft gemischt, dann war die Anzahl der Partikelchen nicht groß und die Wolkenbildung nur gering²⁾; wenn aber die Thalluft in großem Ueberschuß zugegen war, war die Zahl der Partikelchen groß und die Wolkenbildung eine dichte. Bemerkte muß werden, daß es sich hier um Cumulus-Wolken handelte; in Stratus- und anderen Wolken mögen die Verhältnisse sich anders gestalten.

Verf. beschränkte sich aber nicht darauf, die Staubtheilchen in den Wolken zu zählen, sondern er zählte mit dem anderen Apparate auch die flüssigen Partikelchen der Wolken, nachdem er sich überzeugt hatte, daß diese Messungen in derselben Weise vorgenommen werden konnten, wie in den Nebeln der Ebenen. Auch in den Wolken sah man sehr deutlich Wassertröpfchen niederfallen und

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. XIII. 1890. S. 375

²⁾ Diese Zeitschrift. Bd. V. 1882. S. 142.

konnte die Zahl der auf das Mikrometer fallenden leicht zählen. Man fand, daß die Zahl der fallenden Tröpfchen von Zeit zu Zeit sehr bedeutend variierte; manchmal fielen sie so schnell nieder, daß es unmöglich war, auch die zu zählen, welche nur auf ein qmm niederfielen. Die größte wirklich gemessene Geschwindigkeit betrug 60 Tröpfchen auf ein qmm und 30 Sekunden; und für die Zeit von einigen Stunden war die Geschwindigkeit noch viel größer. Das schnelle Niederfallen dauerte stets nur kurze Zeit, aber eine Geschwindigkeit von 30 Tropfen pro qmm in einer Minute wurde oft lange Zeit hindurch beobachtet. Eine Geschwindigkeit von 60 Tröpfchen pro qmm und eine halbe Minute giebt 12000 Tropfen für ein qcm und die Minute. Dies scheint eine ganz enorme Zahl für einen so kleinen Raum und eine so geringe Zeit zu sein; diese Tröpfchen sind aber so klein, daß sie sehr schnell verdampfen und auf einem Quadrat des Mikrometers waren selten mehr als zwei Tröpfchen gleichzeitig sichtbar. Je dichter die Wolke war, desto schneller fielen die Tröpfchen nieder, und wenn die Wolke dünner wurde, fielen die Tröpfchen seltener und waren gleichzeitig kleiner.

Oft wenn der Bergesgipfel in Wolken gehüllt war, namentlich wenn sie in der Höhe nicht sehr dicht waren, beobachtete man, daß die Oberflächen aller exponirten Gegenstände trocken waren; nicht nur die Steine am Boden, welche von der Erde erwärmt sein konnten, sondern auch hölzerne Stühle, Pfeiler u. s. w. waren ganz trocken und wenn man sie anfeuchtete, trockneten sie schnell. Während nun alles trocken war, zeigte der Tröpfchenzähler, daß feinste Regentropfen in ungeheurer Zahl niederfielen. Nach der Thatsache, daß die Luft von diesen kleinen Wassertröpfchen ganz vollgepackt ist, hätte man erwarten sollen, daß die Luft dampfgesättigt sei, und Prüfungen mit passend geschützten Psychrometern zeigten, daß sie in der That gesättigt war. Um diesen scheinbaren Widerspruch, daß die Oberflächen der Körper trocken bleiben, obwohl sie in gesättigter Luft einem anhaltender Schauer feiner Tröpfchen ausgesetzt sind, aufzuklären, wurden einige Beobachtungen angestellt, welche ergaben, daß die Erscheinung von der Wirkung der strahlenden Wärme herrühre. Wenn auch die Wolke so dicht ist, daß man die Sonne nicht sehen, oder daß man nur ein stärkeres Licht an der Stelle, wo sie sich befindet, unterscheiden kann, so muß doch ebenso gut, wie ein gut Theil Licht durch die Wolke dringt, auch einige Wärme durchdringen. Ein geschwärztes Vakuum-Thermometer zeigte in der That, daß eine beträchtliche Menge Wärme durch die Wolken strahle, denn es stieg 40—50° über die Lufttemperatur. Diese strahlende Wärme wird von allen exponirten Flächen absorbiert, erwärmt dieselben, und diese erwärmen wieder die sie berührende Luft; die freien Wassertröpfchen werden daher entweder schon in dieser warmen Luftschicht verdampft oder nachdem sie mit den erwärmten Flächen in Berührung gekommen. Andere auf dem Pilatus gemachte Beobachtungen führten zu demselben Ergebnis.

Die mit dem «Nebelzähler» angestellten Beobachtungen deuten auf den Schluß, daß die Dichte oder die Dicke einer Wolke mehr von der Zahl der Wasserpartikelchen als von der Zahl der Staubkörperchen abhängt. Die Anzahl der Staubtheilchen variierte zu sehr und zu schnell, als daß man aus Beobachtungen, welche in den Wolken gemacht sind, irgend welche Schlüsse auf die Dichte und die Dicke derselben ziehen könnte. Vergleicht man jedoch die Dicke einer Wolke auf dem Rigi mit einem Nebel im Tieflande, wenn die Zahl der Wassertröpfchen in beiden

die gleiche ist, so findet man zwar, daß der Nebel dicker sei, aber nicht bedeutend, obwohl die Wolke im ccm nur einige Tausend Staubtheilchen enthielt, während im Nebel etwa 50000 gezählt wurden.

Die Beobachtungen mit dem Nebelzähler zeigen, daß, wo auch immer eine Wolke sich bilde, es sofort zu regnen anfangt, daß aber die kleinen Tropfen in die trockene Luft fallen, wo sie verdampfen; den Abstand, bis zu dem sie fallen werden, hängt von ihrer Größe und der Trockenheit der Luft ab. Das Auflösen der Wolken wird wohl zum großen Theil in dieser Weise zu Stande kommen.

V. Kremser. Die Messung der Dauer des Sonnenscheins. Das Wetter. 1891. Heft 5. S. 97—102. — Heft 6. S. 121—126.

In Rücksicht auf die Wichtigkeit, welche schon die angenäherte Kenntniß der Dauer des Sonnenscheins, ohne Rücksicht auf dessen Intensität, für viele, insbesondere landwirthschaftliche und hygienische Fragen hat, bespricht Verf. in vorliegender Abhandlung die Instrumente, welche zu vorliegendem Zweck konstruirt worden sind.

Alle bisherigen Konstruktionen beruhen im Wesentlichen auf zwei Prinzipien, und zwar entweder auf der chemischen Wirkung des Sonnenlichtes oder auf dem thermischen Effekt der Sonnenstrahlung. Bei den Instrumenten der ersten Art dringen die Sonnenstrahlen durch eine schmale Oeffnung in eine photographische Dunkelkammer und treffen hier lichtempfindliches Papier je nach der Tageszeit an verschiedenen bestimmten Stellen, so daß sich schließlich die Zeiten mit und ohne Sonnenschein von einander unterscheiden lassen. Bei den Instrumenten der zweiten Art entzünden die im Brennpunkte einer Glaskugel gesammelten Wärmestrahlen der Sonne einen in den richtigen Abstand gestellten Stoff; da nun die Lage des Brennpunktes sich mit dem Stande der Sonne ändert, so werden je nach der Tages- und Jahreszeit verschiedene Stellen jenes Materials zum Glimmen gebracht und man kann somit aus den angebrannten Theilen auf Zeit und Dauer des Sonnenscheins schließen.

Genau genommen geben beide Methoden nicht vollkommen dasselbe, da die Registrirungen unter den Eigenthümlichkeiten unserer Atmosphäre, welche von den Sonnenstrahlen passirt werden muß, zu leiden haben. Die Atmosphäre absorbiert nämlich am meisten die stärker brechbaren, d. h. die photographisch wirksamen Strahlen, so zwar, daß bei tieferem Sonnenstande, wo der Weg der Lichtstrahlen durch die Atmosphäre ziemlich lang geworden ist, eine Reaktion auf dem photographischen Papier nicht mehr erfolgt, wenn die Sonne noch in verhältnißmäßig hellem Glanze scheint. Derselbe Uebelstand tritt, freilich aber sehr viel später, auch bei dem anderen Verfahren ein, denn auch die weniger brechbaren Wärme-Strahlen erleiden schließlich, wenn ihr Weg durch die Atmosphäre ein sehr langer wird, eine derartige Schwächung, daß jegliche Brennwirkung auf das Material hinter der Glaskugel aufgehoben wird — was nach den bisherigen Erfahrungen bei einer Sonnenhöhe von weniger als 5° zu geschehen pflegt. Das Brennverfahren hat also in dieser Beziehung einen gewissen Vorzug vor dem photographischen Verfahren. Dafür läßt es aber nicht selten bei anderer Gelegenheit im Stich, wo im Gegensatz dazu die Empfindlich-

keit des photographischen Papiers zur Registrirung noch ausreichend ist, d. i. wenn sich vor die Sonne ein dünner Wolkenschleier schiebt, der die Wärmewirkung bedeutend zu beeinträchtigen vermag, ohne daß man von einem Auslöschen des Sonnenscheins reden darf.

Für die wissenschaftliche Vergleichbarkeit können hierdurch wohl belangreiche Störungen entstehen, für die praktische Verwendung sind aber diese Differenzen und Uebelstände nicht so von Bedeutung, da sie nicht sehr große Fehler hervorrufen können. Auch darf man nicht vergessen, daß sie thatsächlichen Verhältnissen entsprechen, denen auch die ganze Natur unterworfen ist. Doch muß man sich dessen bewußt bleiben und eventuell je nach der speziellen Aufgabe das eine oder andere Verfahren anwenden. Ob für den allgemeinen Gebrauch beide Systeme beizubehalten sind, oder ob einem derselben der Vorzug zu geben sein wird, oder ob endlich nicht noch wesentliche Verbesserungen schließlich übereinstimmende Resultate geben können, soll erst die Zukunft entscheiden; möglich auch, daß durch fortgesetzte Vergleichung persönlicher Sonnenscheinbeobachtungen mit den Angaben der vorhandenen Registririnstrumente die letzteren schon durch Anbringung empirisch gefundener Korrekptionsgrößen einwurfsfreie Grundlagen für wissenschaftliche Untersuchungen zu bieten im Stande sind.

An diese allgemeinen Bemerkungen, welche die Methoden an sich betreffen, schließt Verf. eine spezielle Beschreibung der Instrumente an, indem er eine geschichtliche Uebersicht über die einschlägigen Bestrebungen giebt und die Brauchbarkeit der verschiedenen Konstruktionen bespricht. Hinsichtlich der nach dem photographischen Prinzip konstruirten Apparate, unter welchen jene von *T. B. Jordan*, *Bunsen* und *Roscoe*, *Kreusler*¹⁾, *J. Jordan*, *Maurer*²⁾ behandelt werden, kommt Verf. zu dem Schluß, daß derjenige von *James Jordan* als die vollendetste Form nach dem in Rede stehenden Verfahren anzusehen sei.

Das Instrument von *Jordan* (Sunshine Recorder) bestand in seiner ursprünglichen Form aus einer zylindrischen Dunkelkammer, die auf der Innenseite mit lichtempfindlichem Papier belegt war. Die Axe des Zylinders war der Weltaxe parallel. Durch zwei schmale, gegenüberstehende Oeffnungen des Zylindermantels drang das Sonnenlicht ein und färbte das Papier. Die tägliche Bahn der Sonne zeichnete sich auf dem letzteren in zwei Kurven auf, entsprechend den beiden Oeffnungen, von denen vermöge passend angebrachter Schirme die eine nur Vormittags-, die andere nur Nachmittagssonne durchscheinen ließ.

Die Einwürfe *Maurer's* gegen dieses Modell einsehend, aber auch die Mängel der *Maurer's*chen Konstruktion erkennend, wurde *Jordan* im Jahre 1888 auf eine neue Form geführt, bei welcher alle Einwürfe bis auf die, welche der Methode an sich anhaften, beseitigt zu sein scheinen.

Er theilt seine zylindrische Dunkelkammer durch einen axialen Schnitt in zwei halbzylindrische Büchsen und bringt in der Mitte der so entstehenden rechteckigen Schnittfläche d. h. also auch in der Axe der Zylinder die Lichtöffnungen an. Die zwei Büchsen werden nun mit ihren Axen der Erdaxe parallel und symmetrisch zum Meridian so gestellt, daß jene Schnittflächen unter einem Winkel

¹⁾ Diese Zeitschrift. Bd. II. 1879. S. 235.

²⁾ Diese Zeitschrift. Bd. XI. 1868. S. 166.

von 80° zu einander stehen. Es ist alsdann die eine Oeffnung nach Ostsüdosten, die andere nach Westsüdwesten hin gerichtet, und es wird die eine Büchse für den Vormittag, die andere für den Nachmittag gelten. Durch südwärts von den Oeffnungen in geeigneter Weise angebrachte kleine Seitenschirme ist dafür gesorgt, daß in eine Büchse nur die vormittägigen, in die andere nur die nachmittägigen Sonnenstrahlen fallen können.

Der erste Vorzug des Apparates leuchtet unmittelbar ein: Da die rechteckigen Vorderseiten ungefähr nach Ostsüdost bezw. nach Westsüdwest gekehrt sind, werden selbst die ersten Morgen- und die letzten Abendstrahlen nicht unter allzuspitzem Winkel auf dieselben und somit ohne Hinderung auf dieselben fallen, und da sie ferner nicht horizontal, sondern geneigt sind, so ist den Atmosphärischen weniger Gelegenheit gegeben, auf denselben liegen zu bleiben und in die Oeffnungen zu gelangen. Im Uebrigen ist es nun aber erreicht, daß die Lichtspuren Theile von Kreislinien sind, welche auf den Stundenlinien senkrecht stehen; denn die Axe des Strahlenkegels fällt nunmehr mit der Axe der Zylinder bezw. Halbzylinder zusammen.

In dauernden Gebrauch ist das Instrument von *Jordan* noch wenig genommen. Abgesehen von der Kürze der seit seiner Erfindung verflossenen Zeit, ist dies besonders darauf zurückzuführen, daß viel früher, ehe ein brauchbares und bequemes Instrument zur photographischen Registrirung des Sonnenscheins gegeben war, bereits verwertbare Resultate von Beobachtungen vorlagen, welche nach der zweiten, nach der Brennmethode, gewonnen waren.

Der ursprünglich von *Campbell* erfundene, von *Stokes* verbesserte Apparat ist wie folgt konstruirt: Die Kugelschale, aus wetterfestem Metall bestehend, ist bezüglich ihrer Größe soweit reduziert und ferner so gestellt, daß die Sonnenstrahlen niemals verhindert werden, die davor befindliche Glaskugel zu treffen, aber gleichwohl noch so ausgedehnt, daß das Sonnenbildchen niemals darüber hinausschreiten kann. Es ist hierbei dem Umstande eben Rechnung getragen, daß die Schwankung der Deklination der Sonne im Laufe des Jahres kaum 47° erreicht und daß die Amplitude ihrer Azimute nur im Sommer über 180° hinausgeht. Der Hauptvorzug des *Stokes'schen* Modells ist nun der, daß dieses Stück Kugelschale zur Vermeidung aller Willkür und Unsicherheit beim Befestigen der Papierstreifen drei Doppelnuten besitzt, in welche die ihnen nach Umfang, Breite und Dicke entsprechenden Papierstreifen einzuschieben sind. Die Lage jener drei Doppelnuten ist bestimmten Deklinationen der Sonne angepaßt, so daß also je nach der Jahreszeit eine andere Doppelnute zu verwenden ist. Die Sommernute ist die unterste, denn je höher die Sonne steht, desto tiefer muß der zugehörige Brennpunkt der Glaskugel liegen. Die Doppelnute für die Aequinoctialzeit hat dementsprechend ihren Platz in der Mitte, während die oberste für die Winterszeit bestimmt ist.

Die Doppelnuten sind so konstruirt, daß die in dieselben eingeführten Papierstreifen Zonen von Zylinder- resp. Kegelmänteln darstellen, deren Axe mit der Polaraxe der Kugelschale, d. h. mit der Erdaxe zusammenfällt und deren Mittellinien die Kugelschale in Kreisen berühren, deren Ebenen dem Aequator parallel sind. Die Papierstreifen, welche statt der üblich gewordenen schwarzen, eine blaue Farbe besitzen, sind mit einer der Dimension der Kugel entsprechenden

Stundentheilung versehen und müssen so eingeschoben werden, daß die 12-Uhr-Linie mit der Meridianmarke auf der Kugelschale zusammenfällt. E. W.

C. Lang. Säkulare Schwankungen der Blitz- und Hagelgefahr. Beobachtungen d. meteor. Stat. im Königreich Bayern. Bd. XII. 1890. LIII.

Verf. gelangt auf Grund einer eingehenden Erörterung der vorhandenen Thatsachen zu folgenden Schlußfolgerungen:

«Die Hagelgefahr läßt zwar durch die große Anzahl von Koinzidenzen einen Zusammenhang mit der Sonnenflecken-Häufigkeit als sehr wahrscheinlich erkennen, ihr abgerundeter säkularer Gang weist aber auf den noch mächtigeren Einfluß der Temperatur hin, so daß die Hagelhäufigkeit neben dem durchschnittlich alle elf Jahre mit dem Sonnenflecken-Maximum gleichzeitig auftretenden Minimum noch eine durchschnittlich rund 35 Jahre umfassende Periode aufweist.

Die Blitzgefahr hingegen läßt letztbenannten Einfluß des langjährigen Temperaturganges nicht erkennen, sondern ebenso, wie mit der kleineren elfjährigen Sonnenflecken-Periode, scheint sie auch mit der großen Fleckenperiode im Zusammenhang zu stehen.

Mit anderen Worten:

Die Hagelgefahr scheint entschiedener auf den terrestrischen, die Blitzgefahr mehr auf den kosmischen Einfluß zu reagiren.»

Allerdings ist das Ergebnis für die Blitzgefahr noch kein unumstößliches, denn eine einwandfreie Blitzstatistik ausgedehnteren Gebietes umfaßt vorerst nur den einen absteigenden Ast der großen Sonnenflecken-Periode, und da wir den Gang während einer ganzen Periode auch für die Häufigkeit, Art und Heftigkeit der Gewitter noch nicht kennen, so muß der endgültige Entscheid über letztbetonten Gleichlauf noch der kommenden Zeit überlassen bleiben.

Diese Frage kann sich aber nur nach zwei Richtungen entscheiden, nämlich ob neben den kleineren Schwankungen noch eine langjährige Periode oder ob eine dauernde Zunahme der Blitzgefahr besteht? Für Ersteres spricht die volle Uebereinstimmung während fünf kleineren elfjährigen Sonnenflecken-Perioden, sowie die Uebereinstimmung während des einen absteigenden Astes der großen Sonnenflecken-Periode. Mit Bezug auf letzteres läßt sich von vornherein anführen, daß eine nur fünfzigjährige Beobachtungsreihe noch viel zu kurz ist, als daß man, auf ihr allein fußend, eine kontinuierliche Zunahme der Blitzgefahr mit einiger Zuverlässigkeit jetzt schon annehmen könnte. Ueberdies sprechen gegen eine solche Annahme noch folgende drei gewichtige Punkte: 1) Alle die Ursachen, welche man für eine kontinuierliche Zunahme der Blitzgefahr herbeiziehen wollte, haben mehr oder minder beträchtlich im Stich gelassen. 2) Die Blitzgefahr hat in den mit hinreichender Sicherheit zu verfolgenden fünfzig Jahren überhaupt nicht kontinuierlich, sondern durch gesetzmäßige Schwankungen unterbrochen zugenommen und endlich 3) bei noch gar keinem der übrigen meteorologischen Elemente konnte eine stets fortgesetzte, nach einer Richtung verlaufende Aenderung festgestellt werden, so daß also auch der Annahme einer Dauererscheinung zunehmender Blitzgefahr eine äußerst geringe Wahrscheinlichkeit zugesprochen werden kann. E. W.

A. O. Köhlman. Pflanzenbiologische Studien aus Russisch-Lapland. Ein Beitrag zur Kenntniß der regionalen Gliederung an der polaren Waldgrenze. Acta societatis pro fauna et flora fennica. T. VI. No. 3. Helsingfors. 1890.

G. Gullbert. Ueber die Beziehungen zwischen Windstärke und Gradienten und deren Verwendbarkeit zur Wetterprognose. Comptes rendus. 1891. T. CXII. p. 1206.

P. Schreiber. Der Stiebenschläfer und die durchschnittlichen Regenverhältnisse im Königreich Sachsen. Das Wetter. 1891. H. 8. S. 183.

J. Großmann. Wetterperioden? Berlin. 1890. *W. Möser.*

R. Hornberger. Grundriß der Meteorologie und Klimatologie, letztere mit besonderer Rücksicht auf Forst- und Landwirthe. Berlin. 1891. Paul Parey.



Am 30. August d. Js. starb zu Karlsruhe i. B. unser verehrter Mitarbeiter

Herr Professor Dr. L. Just,

Großherz. Bad. Hofrath.

Ehre seinem Andenken!

Redaktion und Verlagsbuchhandlung.



FORSCHUNGEN

AUF DEM

GEBIETE DER AGRIKULTURPHYSIK.

UNTER MITWIRKUNG DER HERREN:

PROF. DR. J. VAN BEBBER IN HAMBURG; PROF. DR. J. VAN BEMMELEN IN LEIDEN (HOLLAND); PROF. DR. J. BÖHM IN WIEN; PROF. DR. J. BREITENLOHNER IN WIEN; PROF. DR. W. DETMER IN JENA; PROF. DR. E. EBERMAYER IN MÜNCHEN; DR. C. FERRARI IN TREGNAGO; PROF. DR. E. GODLEWSKI IN DUBLAN (GALIZIEN); DR. G. HAVENSTEIN IN BONN; PROF. DR. R. HEINRICH IN ROSTOCK; PROF. DR. E. W. HILGARD IN BERKELEY (CALIFORNIEN U. S.); PROF. DR. F. V. HÖHNEL IN WIEN; PROF. DR. S. W. JOHNSON IN NEW-HAVEN (CONNECTICUT U. S.); PROF. DR. L. JUST IN KARLSRUHE; PROF. P. KOSTYTSCHOFF IN ST. PETERSBURG; PROF. DR. J. KÜHN IN HALLE A. S.; PROF. DR. C. KRAUS IN WEIHENSTEPHAN; DR. C. LANG IN MÜNCHEN; PROF. DR. TH. LANGER IN MÖDLING; DR. J. R. LORENZ VON LIBURNAU IN WIEN; PROF. DR. A. VON LIEBENBERG IN WIEN; PROF. DR. G. MAREK IN KÖNIGSBERG I. PR.; PROF. DR. A. MAYER IN WAGENINGEN (HOLLAND); PROF. DR. J. MÖLLER IN INNSBRUCK; PROF. DR. A. MÜLLER IN BERLIN; PROF. DR. H. MÜLLER-THURGAU IN WÄDENSWEIL (SCHWEIZ); PROF. DR. J. NESSLER IN KARLSRUHE; PROF. DR. A. ORTH IN BERLIN; PROF. DR. R. PEDERSEN IN KOPENHAGEN; PROF. DR. E. RAMANN IN EBERSWALDE; DR. W. RIEGLER IN WIEN; PROF. DR. E. VON RODICZKY IN KASCHAU (UNGARN); DR. W. SCHUMACHER IN BONN; DR. P. SORAUER IN PROSKAU; DR. F. C. TSCHAPLOWITZ IN PROSKAU; PROF. DR. P. WAGNER IN DARMSTADT; PROF. DR. G. WILHELM IN GRAZ

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. E. WOLLNY,

PROFESSOR IN MÜNCHEN.

VIERZEHNTER BAND. ERSTES UND ZWEITES HEFT.

Mit 3 Holzschnitten.

HEIDELBERG.

CARL WINTER'S UNIVERSITÄTSBUCHHANDLUNG.

1891.

FORSCHUNGEN

AUF DEM

GEBIETE DER AGRIKULTURPHYSIK.

UNTER MITWIRKUNG DER HERREN:

PROF. DR. J. VAN BEBBER IN HAMBURG; PROF. DR. J. VAN BEMMELEN IN LEIDEN (HOLLAND); PROF. DR. J. BÖHM IN WIEN; PROF. DR. J. BREITENLOHNER IN WIEN; PROF. DR. A. BÜHLER IN ZÜRICH; DR. W. DETMER IN JENA; PROF. DR. E. EBERMAYER IN MÜNCHEN; DR. C. FERRARI IN TREGNAGO; PROF. DR. E. GODLEWSKI IN DUBLAN (GALIZIEN); DR. G. HAVENSTEIN IN BONN; PROF. DR. R. HEINRICH IN ROSTOCK; PROF. DR. E. W. HILGARD IN BERKELEY (CALIFORNIEN U.S.); PROF. DR. F. v. HÖHNEL IN WIEN; PROF. DR. S. W. JOHNSON IN NEW-HAVEN (CONNECTICUT U.S.); PROF. P. KOSTYTSCHIEFF IN ST. PETERSBURG; PROF. DR. J. KÜHN IN HALLE A. S.; PROF. DR. C. KRAUS IN WEIHENSTEPHAN; DR. C. LANG IN MÜNCHEN; PROF. DR. TH. LANGER IN MÖDLING; DR. J. R. LORENZ VON LIBURNAU IN WIEN; PROF. DR. A. VON LIEBENBERG IN WIEN; PROF. DR. G. MAREK IN KÖNIGSBERG I. PR.; PROF. DR. A. MAYER IN WAGENINGEN (HOLLAND); PROF. DR. J. MÖLLER IN INNSBRUCK; PROF. DR. A. MÜLLER IN BERLIN; PROF. DR. H. MÜLLER-THURGAU IN WÄDENSWEIL (SCHWEIZ); PROF. DR. J. NESSLER IN KARLSRUHE; PROF. DR. A. ORTH IN BERLIN; PROF. DR. R. PEDERSEN IN KOPENHAGEN; PROF. DR. E. RAMANN IN EBERSWALDE; DR. W. RIEGLER IN WIEN; PROF. DR. E. VON RODICZKY IN KASCHAU (UNGARN); DR. W. SCHUMACHER IN BONN; DR. P. SORAUER IN PROSKAU; DR. F. C. TSCHAPLOWITZ IN PROSKAU; PROF. DR. P. WAGNER IN DARMSTADT; PROF. DR. G. WILHELM IN GRAZ

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. E. WOLNY,

PROFESSOR IN MÜNCHEN.

VIERZEHNTER BAND. FÜNFTES HEFT.

HEIDELBERG.

CARL WINTER'S UNIVERSITÄTSBUCHHANDLUNG.

1891.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA
BRANCH OF THE COLLEGE OF AGRICULTURE

**THIS BOOK IS DUE ON THE LAST DATE
STAMPED BELOW**

5m-8,'26

6349

S590

F6

Forschungen auf dem
gebiete der agricultur-
physik.

v.14

SS90

F6

v.14

6349

LIBRARY, BRANCH OF THE COLLEGE OF AGRICULTURE

