

Stadtbibliothek

Stadt-  
bücherei  
Elbing

29. 7. 1925

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

HERAUSGEGEBEN VON  
ARNOLD BERLINER

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON HANS SPEMANN IN FREIBURG I. BR.

ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

UND

ORGAN DER KAISER WILHELM-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

HEFT 30 (SEITE 645—668)

24. JULI 1925

DREIZEHNTER JAHRGANG

### INHALT:

Unser Brotgetreide in physiologischer und volkswirtschaftlicher Hinsicht. Von MAX RUBNER, Berlin . . . . .	645	Über die Deformation des Raumgitters bei kaltbearbeiteten Metallen. Von A. E. VAN ARKEL, Eindhoven . . . . .	662
Der Trichterwickel des Birkenblattrollers. Von HEINRICH PRELL, Tharandt. (Mit 3 Figuren)	652	<b>PFLANZENGEOGRAPHISCHE MITTEILUNGEN:</b> Der Zusammenhang zwischen Klima und Grenzen der Pflanzenareale. Die Genesis der Alpenflora. Die Theorien über die Entstehung der Hochgebirgspflanzen. Die Vegetation der alpinen Stufe der Rocky Mountains in Colorado. Die pflanzengeographische Stellung der Insel Formosa. Beobachtungen zur Geographie und Standortökologie der Moose. Eine Übersicht über die kryptogamischen Pflanzengesellschaften an den Felswänden der Sächsischen Schweiz . . . . .	
<b>BESPRECHUNGEN:</b>			
NEEFF, F., Der Geist der Wissenschaft. Von M. Kronenberg, Berlin . . . . .	656	Mitteilungen aus dem Gebiete der physikalisch-chemischen Mineralogie und Petrologie. (Mit 4 Figuren) . . . . .	
<b>ZUSCHRIFTEN UND VORLÄUFIGE MITTEILUNGEN:</b>			
Zur Theorie des Sehens. Von P. LASAREFF, Moskau. (Mit 1 Figur) . . . . .	659		
Erwiderung. Von SELIG HECHT, Boston. (Mit 3 Figuren) . . . . .	660		
Der Schmelzpunkt des Hafniumoxydes. Von F. HENNING, Berlin-Charlottenburg . . . . .	661		
Bemerkungen über einige Vererbungslehren. Von E. J. LESSER, Mannheim . . . . .	661		

## ZEISS-TURMON

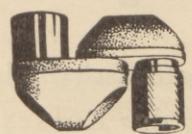
Das Prismenglas in der Westentasche

Vergrößerung 8 mal



Geknickt zum Gebrauch

1/3 natürliche Größe



Flach für die Westentasche

Dieses kleine Fernrohr ist nur 70 mm lang und wiegt nur 93 Gramm. Trotzdem bietet es etwa eine 8fache, also doppelt so starke Vergrößerung, wie irgend eines der bisherigen kleinen Taschenfernrohre, und sein Gesichtsfeld ist mindestens dreimal so groß, wie das der gewöhnlichen achtmal vergrößernden Fernrohre galileischer Konstruktion. Infolge seiner starken Vergrößerung läßt es sich als Fernrohr selbst für ganz große Entfernungen verwenden. Zugleich dient es als Fernrohrlupe zur Beobachtung von Objekten aus nur etwa 2 1/2 Meter Entfernung. Ein kleines aber sehr leistungsfähiges Instrument für Jäger, Naturfreunde, Zoologen, Botaniker usw.

Verkauf durch  
die optischen Geschäfte



Druckschrift  
„Turmon 684“ kostenfrei

26

## DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen in wöchentlichen Heften und können im In- und Auslande durch jede Sortimentsbuchhandlung, jede Postanstalt oder den unterzeichneten Verlag bezogen werden. Preis vierteljährlich für das In- und Ausland 7.50 Goldmark (1 Gm. =  $\frac{10}{42}$  Dollar nordamerikanischer Währung). Hierzu tritt bei direkter Zustellung durch den Verlag das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Einzelheft 0.75 Goldmark zuzüglich Porto.

Manuskripte, Bücher usw. an

Die Naturwissenschaften, Berlin W 9, Linkstr. 23/24, erbeten.

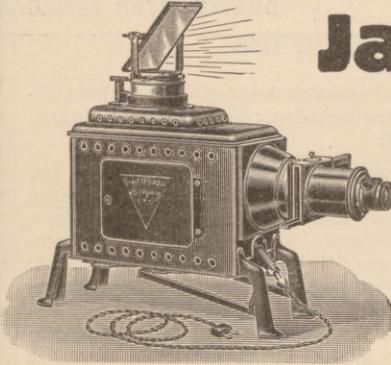
Preis der Inland-Anzeigen:  $\frac{1}{2}$  Seite 120 Goldmark, Millimeter-Zeile 0.30 Goldmark. Zahlbar zum amtlichen Berliner Dollarkurs am Tage des Zahlungseingangs.

Für Vorzugsseiten besondere Vereinbarung. — Bei Wiederholungen Nachlaß.

Auslands-Anzeigepreise werden auf direkte Anfrage mitgeteilt.

Klischee-Rücksendungen erfolgen zu Lasten des Inserenten.

Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 23/24. Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadr.: Springerbuch. Reichsbank-Giro-Konto: — Deutsche Bank Berlin, Depositen-Kasse C.



# Janus-Epidiaskop

(D. R. Patent Nr. 366044)

mit hochkerziger Glühlampe zur Projektion von  
**Papier- und Glasbildern**

An jede elektr. Leitung anschließbar!  
Leistung und Preislage unerreicht!

(348)

**Größte Auswahl in Lichtbildern!**

**Ed. Liesegang, Düsseldorf, Postfach 124**

Listen frei

Gegründet 1854

Listen frei!



### Handwörterbuch d. Naturwissenschaften

10 Bände in Halbleder. Herabgesetzter Preis 280 M., auch in bequemen Monatsraten zu beziehen durch die Fachbuchhandlung **Hermann Meusser** in Berlin W 57/2, Potsdamer Str. 75.

Auch jedes andere größere Werk kann gegen erleichterte Zahlungsbedingungen geliefert werden. (347)

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

**Die biogenen Amine** und ihre Bedeutung für die Physiologie und Pathologie des pflanzlichen und tierischen Stoffwechsels. Von **M. Guggenheim**. Zweite, umgearbeitete und vermehrte Auflage. 482 Seiten. 1924.

20 Goldmark; gebunden 21 Goldmark  
(Monographien aus dem Gesamtgebiet der Physiologie der Pflanzen und der Tiere, Bd. 3.)

## Mikrurgischer Kurs

### Einführung in die Methoden der Zelloperationen

vom 12.—17. Oktober 1925

im Anatomisch-Biologischen Institut der Universität in Berlin

Programm des Kurses: Herstellung der Mikronadel und Mikropipetten. Anwendung elektrischer Mikroinstrumente (Mikrokauter, Mikroelektroden). Übungen mit dem Mikromanipulator. Mikromanipulationen im Dunkel-felde. Messungen elektromotorischer Kräfte an Zellen und Geweben. Übungen an selbstgewählten Objekten.

Preis des Kurses: 40 Mark. Für Angehörige reichsdeutscher Universitäten nach Vereinbarung.

Anmeldung: Inkl. 15. September 1925 nach Berlin-Dahlem, Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie, Boltzmannstraße 1.

Prof. Dr. Tibor Péterfi.

Anmerkung. Das Arbeitsmaterial wird den Kursteilnehmern beigestellt. Die Ausrüstung des Kurses stellt zum Teil die Firma Carl Zeiss, Jena-Berlin, zur Verfügung.

## Unser Brotgetreide in physiologischer und volkswirtschaftlicher Hinsicht<sup>1)</sup>.

VON MAX RUBNER, Berlin.

### I. Geschichte des Brotes. Seine Verbreitung.

Unsere Vorfahren waren zur Zeit der römischen Invasion mit dem Anbau von Gerste und Hafer bekannt, den Weizenbau brachte die Berührung mit den Galliern ins Land, der Roggenbau hat sich durch die aus dem Osten vordringenden slawischen Völkerschaften eingebürgert.

Das Brotbacken hat man erst spät entdeckt, es wird behauptet, man verdanke es den Phöniziern, jedenfalls kam die Backkunst von den Ägyptern zu den Griechen und von da erst angeblich um das Jahr 168 v. Chr. nach Rom.

Noch heutzutage dürfte mehr als die Hälfte der Menschheit noch nicht zu den Brotessern gehören, sondern zu den sog. Breiessern, welche Getreidesorten anbauen, wie Reis, Mais, die ihrer chemischen Zusammensetzung nach eine Herstellung von Brot nicht erlauben.

Das Brotgetreide ist durch Jahrtausende der Weizen und Roggen geblieben. Nur ganz ausnahmsweise und gelegentlich in Zeiten der Not hat man Gerste, Hafer oder als Zusätze Mais, Reis, ja auch Bohnen genommen. Wo immer das bessere Brotgetreide zu erlangen war, hat es Surrogate verdrängt.

In den einzelnen Ländern haben sich im Verbrauch von Weizen und Roggen große Unterschiede herausgebildet. In den romanischen Ländern, in Süddeutschland, in England hat der Weizen vielfach sich als einzige Brotfrucht eingebürgert, während der Roggen im nördlichen Deutschland, in den skandinavischen Ländern und auch in Rußland das Übergewicht behalten hat.

Und so ganz ohne Grund ist das auch nicht geschehen, denn Weizen und Roggen haben doch grundsätzlich verschiedene Eigenschaften. Auch eine wenig entwickelte Kunst des Müllers schafft aus dem Weizen die Quelle der feinen Gebäcke, die der Roggen nie zu geben vermag. Die vornehme Küche der Städter hat allzeit mehr Bedürfnis nach dem Weizen gezeigt.

Im Laufe des Jahrhunderts hat sich in diesen Verhältnissen wenig geändert.

Eine wesentliche Umgestaltung erfuhr der Verbrauch des Roggens und Weizens im 18. Jahrhundert durch die Einführung der *Kartoffel*, deren Gebrauch übrigens noch zu Beginn des 19. Jahrhunderts in vielen Gegenden Deutschlands völlig unbekannt oder noch kaum in breitere Volksschichten gedrungen war. Seit dieser Zeit ist aber Deutschland allmählich ein Land geworden, in

welchem ein großer Teil des Getreideverbrauches durch Kartoffeln ersetzt wurde, was zwar zur Sicherung der allgemeinen Volksernährung beitrug, die Qualität der Kost durch Umformung früherer mannigfaltiger Ernährungsformen keineswegs gefördert hat. Manche Art der alten Küchenkunst ist dem neuen Eindringling zum Opfer gefallen und etwas von alter Kultur zu Grabe getragen worden. Im Ausland haben wir mit der Maiskultur, schließlich in manchen Gegenden mit der Reiskultur etwas Ähnliches erlebt wie z. B. in Italien, wo bessere Formen der Ernährung durch ein billiges Massengewächs verdrängt worden sind.

### II. Die Vermahlungsweisen.

Die *Vermahlungsweisen* von Weizen und Roggen waren anfänglich sehr primitiver Natur, zunächst derart, daß die Getreidefrucht, wie sie war, zerkleinert wurde; dann tauchte, wann läßt sich schwer sagen, die Technik auf, den Weizen von der Spreu zu sondern, wozu man Siebe aus Wolltuch, später aus Seidengaze benutzte. Schon frühzeitig begegnen uns Verordnungen, betreffend des Mülhereigewerbes, um das Beimahlen ungehöriger Dinge zu verhüten und unter Strafe zu stellen. Die Müller hatten zeitweise keinen guten Leumund. Die alten Mühlen zerquetschten das Korn zwischen den zwei Mühlsteinen, deren einer festlag, während der andere sich drehte, damit war die ganze Arbeit geschehen. Das abgebeutelte Mehl war das weiße; blieb aber mehr oder minder Kleie darin, so gab es graues, weniger verwendbares Mehl. Später und schon im 18. Jahrhundert verbesserte man die Mühlentechnik, das eine der neuen Verfahren war die Hochmüllerei, deren erste Anfänge bis auf das Jahr 1709 zurückgeführt werden. Im Laufe der Zeit ergaben sich viele Verbesserungen, auch von Amerika wurde die maschinelle Technik wesentlich beeinflusst und kam auch einer anderen Form, der heutigen, noch gebräuchlichen *Flachmüllerei*, zugute. Die Mühlsteine wurden durch die Stahlwalze verdrängt. Anfänglich war das Hauptbestreben nur darauf gerichtet, die Kleie, d. h. die Hüllen des Getreides, besser abzusondern. Später kamen noch andere Aufgaben hinzu, *das Reinigen des Getreides*. Bis ins 6. Jahrhundert zurück können wir eine Volkskrankheit verfolgen, die unter Kribbeln, Krämpfen, Delirien, Abmagerung, Verlust ganzer Glieder und allgemeiner Sepsis auftrat. Erst im 19. Jahrhundert hat man erkannt, daß diese Allgemeinerkrankung von dem Mutterkorn, einem Pilz, herrührt, der sich zeitweilig in großer Menge auf dem Roggen entwickelt; die letzten großen Mutterkornerkran-

<sup>1)</sup> Genehmigter Abdruck aus den Sitzungsberichten der Preußischen Akademie der Wissenschaften 1925, VI—XI, S. 127—139.

kungen waren 1867 in Chemnitz und 1879 in Frankenberg.

Die gute Mühlentechnik entfernt zunächst allen Schmutz und Unrat, Mäusekot, Steine, Nägel, Sand und außerdem alle Unkrautsamen und das Mutterkorn.

Freilich gibt es auch heute noch viele kleine Landmüller, die von guter Reinigung des Kornes keinen Begriff haben und das Korn, wie es von der Tenne kommt, mahlen.

Das Getreidekorn zeigt am mikroskopischen Querschnitt das Endosperm des Mehlkernes, in dessen Zellen die Eiweißstoffe (Gliadin, Glutenin) des Klebers sich angesammelt haben, in letztere eingebettet ist die Stärke, darüber ein fester Überzug, bestehend aus den Kleberzellen aus eiweißartigem Inhalt, ein Name, der leider immer zu Verwechslungen mit der Kleber des Endosperms führt, dann folgt die Samenhaut und eine Reihe von Hüllen, die aber keine Nährstoffe mehr führen. Im Korn vertieft liegt der Keimling.

Mit rein mechanischen Mitteln hat FLEURENT 1899 das Getreide (Weizen) zerlegt und 83,53% Mehl, 1,39% Keimlinge und 15,8% Hülsen bestimmt.

Die Hochmüllerei liefert eine ganze Reihe von Mehlsorten mit teilweise verschwindenden Mengen von Hülsen; diese Mehlsorten werden nur bei Weizen hergestellt und zu Weißbrot und Gebäcken verwandt. Die Art der Ausmahlung hängt vielfach von der kaufmännischen Konjunktur ab. Auf dem Lande hält sich noch weit verbreitet das Roggenbrot, besonders im Norden aus ganzem Korn gemahlen oder wenigstens unter Ausscheidung der Hauptmasse der Hülsen.

Der Konsument des Weizenbrotes ist hauptsächlich bei uns der Städter, *der Bedarf an Weizen steigt daher auch mit der Städtebildung*. Man bemerkt aber in Landgemeinden auch, daß dort, wo die Bauern nicht mehr selbst backen, vielmehr sich ein Bäcker niedergelassen hat, der Verbrauch von Weizenbrot, speziell von Kleingebäck, zunimmt. Es ist also wahrscheinlich eine Zunahme des Weizenkonsums überhaupt zu erwarten. Vor dem Krieg war das Verhältnis des von Menschen verzehrten Weizens zu Roggen wie 1 : 1,66, sehr viel wird sich das Verhältnis auch jetzt nicht verschoben haben, denn Eßgewohnheiten werden lange festgehalten, bei den Ausgewanderten, länger als die Muttersprache.

### III. Ältere Anschauungen über Vermahlungsweise und Nährwert.

#### *Erste Verdauungsversuche am Menschen.*

Die praktischen Erfahrungen haben natürlich den Menschen gelehrt, daß das feine Weizenbrot in vielen Richtungen dem schwärzeren, d. h. dem stark kleiehaltigen Brot vorzuziehen sei. Die Kriegszeit hat ja auch bei uns nach dieser Richtung aufklärend gewirkt und besonders die Nachteile des Kriegsbrottes am eigenen Leibe fühlen lassen.

Der erste, der für das Militärbrot die Beseitigung der Kleie forderte, war PARMENTIER 1776. Damals kannte man aber die chemische Zusammensetzung im Brot überhaupt noch nicht.

Mit der Brotfrage hat man sich dann in den 50 er Jahren des vorigen Jahrhunderts beschäftigt. Man behauptete damals, verdaulich seien Speisen nur dann, wenn sie mit dem Salzgehalt verzehrt würden, den die Natur den Nahrungsmitteln gegeben hat, also dürfte auch die Kleie im Brote nicht fehlen. Weiter sei es in der Kleie neben Stärke auch noch Eiweiß, welches letztere das Brot kräftig mache; freilich bedingt die Kleie auch sehr viel Stuhl, was aber als ein Zeichen kräftiger Verdauung galt. Das Schrotbrot sei anderem vorzuziehen, weil es auf die gute Beschaffenheit der Zähne durch das Kauen einwirkt. Das feinere Brot führe überhaupt zu wenig Salze dem Körper zu, nur die Salze der Kleie könnten dieses Defizit decken und das Brot gesund machen.

Alle diese Fragen lassen sich experimentell am Menschen selbst entscheiden. Die ersten Versuche dieser Art sind in den Jahren um 1880 ausgeführt worden durch die Untersuchung der Verdaulichkeit bei ausschließlichem Brotgenuß.

Eine grundsätzliche Entscheidung haben Versuchsreihen ergeben, bei denen Brot aus Mehl verschiedener Ausmahlung des Weizens verglichen wurden, also 30, 70, 95% Ausmahlung. Die Ergebnisse waren sehr eindeutig. Am besten war das Brot bei 30% Ausmahlung, und am schlechtesten wurde das bei 95% Ausmahlung verdaut. Der Reichtum oder Mangel an Salzen tut also gar nichts für die Verdaulichkeit, und die Ausscheidungen werden um so massenhafter und enthalten um so mehr Nährstoffe als Bestandteile, je mehr die Kleie überwiegt. Besonders auffallend war gerade die geringe Verdaulichkeit des Eiweißes bei den Broten aus Mehl starker Ausmahlung. Eine Erklärung dafür läßt sich leicht experimentell geben. Leicht verdaulich ist das Eiweiß des Endosperms, wenn man es vorher isoliert und verzehren läßt. Das Unverdauliche sind also die eigentlichen Kleberzellen. Diese Tatsachen sind in der Folgezeit immer wieder von Nachprüfern bestätigt worden.

Die Technik hat sich in der folgenden Zeit seit 1880 bis in die Kriegszeit hinein immer wieder damit beschäftigt, eine Mahlweise zu finden, die die Zellen der Kleie zertrümmert, um das Eiweiß freizumachen.

Dutzende von Verfahren sind in dieser langen Zeit empfohlen und mit der Behauptung, das Problem sei gelöst, in die Welt hinausgeschickt worden. Mit staunenswertem Eifer hatten sich immer wieder Forscher gefunden, die solche neuen Entdeckungen nachprüften mit dem Ergebnis, daß die neuen Erfindungen abzulehnen seien. Die Bemühungen waren bisher ohne allen sicheren Erfolg. Die Zähigkeit der Zellhüllen scheint allen Bemühungen der Vermahlung zu trotzen. Es ist für die Zukunft eine Änderung kaum zu erwarten und nach den weiteren Mitteilungen, die ich zu

machen habe, nicht erforderlich. Nach den Erfahrungen des täglichen Lebens ist das Bedürfnis nach Broten aus hochwertiger Ausmahlung im Volke selbst gering.

Eine rein medizinische Verwendung finden sie bei Personen mit krankhaft trägem Stuhl oder auch bei Personen, bei denen infolge des Genusses leicht verdaulicher Kost eine zur täglichen Ausscheidung nicht zureichende Menge von Stuhl gebildet wird. Aus letzterem Gesichtspunkte heraus ist man in England zuerst zur Empfehlung eines Weizenbrotes mit 95% Ausmahlung des Grahambrotes übergegangen.

Die unverdaute Kleie ist dabei ein Füllmittel des Darmes, das zur täglichen Stuhlentleerung drängt. Derselbe Zweck kann auch durch Obst und Gemüse erzielt werden.

#### IV. Neuere Untersuchungen.

Die Frage der Brotversorgung drängte sich in der Kriegszeit viel lauter in den Vordergrund, wo es sich um die Nöte der Volksernährung überhaupt handelte. Aufs neue wurden damals die Behörden bestürmt, verschiedene alte wie neu aufgenommene patentierte Ausmahlverfahren und ein angeblich besser nährendes Vollkornbrot einzuführen. Von wissenschaftlicher Seite wurden solche Vorschläge nachgeprüft. Manche Patente lieferten zwar verbesserte Brote, meist aber nur auf dem Wege einer unbewußten oder verschleierte Beseitigung der Kleie. An dem schon vor der Kriegszeit feststehenden Urteil, daß auch die Methoden der Feinvermahlung die Verdaulichkeit des Vollkornbrotes nicht erhöhen, hat sich nichts geändert.

Erleichtert wurden die Lösungen aller hier einschlägigen Fragen durch die Ausbildung neuer Untersuchungsmethoden, besonders mit Bezug auf den Nachweis der Kleie und der Zellhüllen und der Ausscheidungen überhaupt.

Die umfangreichen Versuche über die Verdaulichkeit der Zerealien, die in dieser Zeit ausgeführt wurden, haben unser Urteil über den Nährwert der letzteren ungemein erweitert und neue Tatsachen von allgemeinem Interesse aufgedeckt, deren wichtigste im nachstehenden Erwähnung finden mögen.

Unser Bedarf an Weizen konnte bisher durch Eigenbau in Deutschland nicht gedeckt werden. 1912/13 wurden zu etwa 2,89 Millionen t (genußtauglichen) Weizenmehles noch 1,37 Millionen t aus dem Auslande importiert. Schon darin sollte ein Ansporn zu vermehrtem Anbau des Weizens liegen. Bei den Arbeiten der letzten Jahre hatte ich vielfach Gelegenheit zu einem Vergleiche der Verdaulichkeitsverhältnisse von Roggen und Weizen, aus denen sich mit Bestimmtheit eine erhebliche Verschiedenheit beider ergibt. Es sind, wie man lange weiß, chemische Unterschiede beider vorhanden im Sinne der besseren Backfähigkeit und des höheren Eiweißgehaltes des Weizens, aber auch rein physiologische Unterschiede.

Bei einem exakten Vergleich von Weizen und

Roggen, bei gleichem Kleiegehalt hat sich ein ganz gewaltiger Unterschied in der Verdaulichkeit des Eiweißes ergeben; in dieser wie auch in der Gesamtverdaulichkeit aller Nährbestandteile steht Weizen dem Roggen voran.

Unsere Erntestatistik in Deutschland zeigt, daß das mittlere Ertragnis bei gleicher Aussaat pro Hektar beim Weizen günstiger ist als beim Roggen. Berücksichtigt man dies, so kommt man zu folgender Zusammenstellung:

*1 ha Weizen liefert um 20 mehr an verdaulichen Substanzen und um 70% mehr an Eiweißstoffen als der Roggen.* Es ist also rationeller, wo es der Boden und das Klima erlaubt, Weizen anzubauen als den Roggen. Durch den vermehrten Weizenanbau würde insofern auch noch ein Vorteil erreicht, als die Gesamtzufuhr des Proteins erhöht werden würde, was mit Rücksicht darauf, daß die Proteinstoffe im Weizen und Roggen jenen der Animalien im Nährwert nachstehen, von Wichtigkeit wäre.

Inwieweit die deutsche Landwirtschaft eine Umstellung auf größere Weizenproduktion erlaubt, vermag ich nicht zu beurteilen. Jedenfalls steht aber vom Standpunkt der Volksernährung nichts im Wege, den Roggen noch weiter durch Weizen zu ersetzen; das lehren ja die Gesundheitsverhältnisse großer Länder, die den Anbau des Roggens überhaupt nicht pflegen.

In Hinsicht auf die Verdauungsmöglichkeit hat die Menge der Zellhüllen in den Getreidearten die größte Bedeutung. Man hat sich bis zum Jahre 1916 meist damit begnügt, die sog. Rohfaser bei den Pflanzen festzustellen. Inzwischen hatte ich eine Methode der Abscheidung der Zellmembranen im ganzen zu erreichen ausgearbeitet. Aus ihrer Anwendung ergab sich die Unzulänglichkeit der Rohfaserzahlen. Die Rohfaser kann manchmal nur ein Viertel der Zellmembranmasse darstellen, speziell bei den Getreidearten ist sie kein brauchbarer Maßstab für die Zellmembranen. Im allgemeinen lassen sich die Zellmembranen in drei Gruppen von Stoffen scheiden, in die echte Cellulose, Pentosane und einen Rest, der aus Lignin, Hexosanen usw. gebildet wird. Als ein Beispiel mag die Zellmembran des Roggens üblicher Ausmahlung in ihrer Zusammensetzung angegeben sein. In 100 Teilen sind:

Cellulose . . . .	28,25%
Pentosan . . . .	35,33%
Restsubstanz . .	36,42%

Die Menge der Zellhüllen im Getreide erreicht nach meinen Analysen aus der Kriegszeit etwa 11—12%; sie wird an Menge von anderen Pflanzen ganz erheblich übertroffen. So sind z. B. im Spinat und Salat 26,6—29,7% der Trockenmasse solche Zellmembranen. Im Getreidekorn verhalten sich, was die Verdaulichkeit anbelangt, die Zellmembranen des *Keimlings* am besten. Dann folgt die Zellmembran des *Endosperms* und schließlich als ungünstigstes die Zellmembranen der *Samenhülle*. Im Gesamtdurchschnitt wurde bei starker wie

schwacher Ausmahlung etwa *die Hälfte des Zellmembrans* verdaut, unter mancherlei Schwan- kungen, weil die Auflösung auf einen unkontrollier- baren Faktor die Bakterienmitarbeit eingestellt ist, deren Hauptwirkung im Dickdarm einsetzt. Da vom Dickdarm aus aber die Resorption nur sehr unvollkommen erfolgt, so kann man auch sagen, die Auflösung der Zellmembranen kommt zu spät, daher bleibt auch manches unverdaut liegen, was bei den Tieren mit anderem Bau des Verdau- ungskanals noch zur Resorption kommen kann.

Am unbeständigsten ist die Auflösung *der Cellulose*, am leichtesten die der Pentosane; von Lignin, das etwa 18% der Zellmembranen des Getreides ausmacht, wird sicher ein Teil zerlegt; das weitere Schicksal des Pentosans und der Lignine ist bis jetzt unbekannt.

Bei der Verdauung der Zellmembranen ent- wickeln sich reichlich Gase, der Nährwert der Ver- dauungsprodukte kann nicht hoch angeschlagen werden. Bei diesen Betrachtungen über die Zell- membran hat sich ein Weg gezeigt, auf dem sich eine Verbesserung des Mahlverfahrens ohne Schädi- gung von Ernährungsinteressen ausführen läßt. Während des Krieges wurde das ganze Korn ver- mahlen, meist so, wie es aus der Tenne kam, ein gesundheitlich geradezu widersinniges Verfahren. Es gibt schon seit über 40 Jahren ein Schälver- fahren, das man *Dekortikation* nennt; es hat zum Ziele, nach der Reinigung des Getreides auch noch die äußeren Hüllen wegzunehmen, wobei auch der Keimling mitentfernt wird. Gewiß sind diese Schälverfahren nicht immer einwandfrei und neh- men manchmal mehr weg, als beabsichtigt ist, doch lassen sie sich technisch auch so leiten, daß nur Spreu, Putzstoffe, Unkrautsamen, Keimlinge und die äußersten Hüllen des Kornes abfallen. Dabei verliert man etwa 5% des Korngewichtes im ganzen, entfernt aber 21,7% der Zellmembranen und würde rein rechnerisch von den nährenden Bestandteilen etwa 3% einbüßen. Tatsächlich ver- liert man durch die sachgemäße Dekortikation aber überhaupt nichts, weil die Verdaulichkeit des Brotes aus dekortiziertem Getreide besser ist als jene des Brotes aus nicht dekortiziertem Getreide.

*Die Schälung des Kornes ist also eine volks- wirtschaftlich und gesundheitlich rationelle Maß- regel, deren allgemeine Durchführung durch ge- eignete Verordnungen angestrebt werden sollte.*

Wenn unsere Nahrung verdaut wird, so ge- schieht das dadurch, daß sich fortwährend in be- stimmter Mischung Verdauungssäfte ergießen, das Gelöste wird in das Blut durch die Darmwand hin- durch aufgenommen, und neue Mengen von Ver- dauungssäften strömen nach, bis die Massen den Dünndarm durchgewandert haben. Von diesen Verdauungssäften bleibt ein Teil, allerdings ver- ändert, im Dünndarm, schiebt sich zum Dickdarm und verläßt dann eingedickt den Menschen. Manche Nahrungsmittel, wie *Eier, Milch, Fleisch*, geben sozusagen keinen Nahrungsrückstand, son- dern nur solchen, den die Reste der Verdauungs-

säfte darstellen. Verluste sind sie immerhin, denn sie führen ja Verbrennliches nach außen.

Bei den *Vegetabilien* verläuft der Prozeß inso- fern anders, als znm mindesten kleinere oder größere Anteile des Verzehrten selbst nicht aufgelöst wer- den. Bei dem Brot ist das Verhältnis von wirklich Unverdaulichem zu dem Reste der Verdauungssäfte meist wie 1 : 1.

Den Drüsen, die ihre Säfte in den Darm er- gießen, werden bei den einzelnen Nahrungsmitteln ganz verschieden große Aufgaben gestellt. Die Animalien, Fleisch, Eier, Milch, sind hauptsäch- lich Träger des Eiweißes, während die Vegetabilien, von den Leguminosen abgesehen, durchschnittlich wenig Eiweiß enthalten. Vom Eiweiß ist erwiesen, daß es mit der *Gallebildung* der Leber im engsten Zusammenhang steht, während Fett und Kohlen- hydrate keinen steigernden Einfluß auf die Gallen- menge haben. Führen wir, wie bei den Animalien, viel Eiweiß ein, so erscheint auch mehr Galle im Darm, und von dieser bleibt ein Teil nach Um- formung als Rest zurück und wird schließlich aus- geschieden. Es findet auch schon im Mutterleib eine solche Bildung von Abfallstoffen statt, die nach der Geburt als sog. Kindspech abgehen. Die Galle gehört wohl zu den wichtigsten Darmsäften, aber nebenbei steht sie doch mit dem Eiweißstoff- wechsel, wie schon berührt, im Zusammenhange. Zu den DrüSENSäften, die für alle Nahrungsmittel gemeinsam sind, gehören außer Galle der Magen- saft, Pankreassaft, der Darmsaft aus den Drüsen der Darmwand.

Von all diesem Gemenge bleibt ein wahrschein- lich seiner Zusammensetzung nach wechselnder Rest, schließlich aber eine breiige Masse zurück. Diese läßt sich von dem wirklich Unverdaulichem, wenn solches vorhanden ist, abtrennen, und man kann also das Verhältnis beider zueinander mit ziemlicher Genauigkeit bestimmen. Bei den Ani- malien besteht es sozusagen, wie übrigens schon erwähnt, aus diesen Resten, bei den Vegetabilien halten sich Unverdaulichem und Darmsaftrest das Gleichgewicht, aber die letzteren repräsentieren in bestimmten Fällen bis zu 80% aller Ausschei- dungen überhaupt. Offenbar werden bei der Re- sorption der Nahrungsmittel höchst ungleiche An- forderungen an den Darm gestellt, ohne daß uns das zum Bewußtsein kommt. Nicht für alle, aber doch für einen großen Teil der Nahrungsmittel bin ich in der Lage, Angaben zu machen. Nach- stehend folgt eine Tabelle, welche angibt, wieviel Calorien solcher Darmsaft- und Stoffwechselreste in den festen Ausscheidungen erscheinen, wenn 100 Ca- lorien Nahrungsmittel aufgenommen worden sind:

bei feinstem Weizenbrot . . . . .	2,0%
bei Fleisch und Animalien . . . . .	4,4%
bei Äpfeln . . . . .	6,9%
bei Brot aus Weizenvollkorn . . . . .	7,3%
bei Brot aus gelben Rüben . . . . .	8,3%
bei Brot aus Roggenvollkorn . . . . .	8,8%
bei Kohlrüben . . . . .	11,8%
bei Wirsing . . . . .	19,5%

Die Unterschiede sind enorm große und erreichen etwa das Zehnfache. Es ist wahrscheinlich, daß hier die größten vorkommenden Abweichungen wirklich getroffen sind. Beachtet werden muß bei den Vegetabilien, daß jedesmal auch wirklich noch Unverdautes als Abfall hinzuzurechnen wäre. Ein Nahrungsmittel wie das Brot kann je nach dem Grundmaterial — feinstes Mehl oder Vollkorn — Unterschiede um etwa das Vierfache aufweisen.

Die Animalien stehen in dieser Zusammenstellung nicht an der Spitze, weil für sie, wie erwähnt, die stärkere Anregung der Gallebildung in Frage kommt.

Die Wurzelgewächse setzen die Reihe hochgradiger Mengen der Darmreste fort, und die grünen Gemüse, als deren Repräsentant der Wirsing gelten kann, stellen das Extrem dar. Das auf den Darm Wirkende scheint der Saft zu sein, der sich bei hohem Druck (300 Atmosphären) abtrennt, jedenfalls nicht der grüne Farbstoff.

Wenn die Reste der Darmsäfte ungleich sind, so müssen selbstverständlich auch die Mengen der Säfte, die überhaupt mobil gemacht werden, ungleich groß sein. Sicherlich ist es vom gesundheitlichen Standpunkte nicht gleichgültig, ob unser Darm stark oder wenig belastet wird, ob viel oder wenig Darmsäfte sich ergießen und die Drüsen in Tätigkeit gehalten werden. Aber auch vom rein ökonomischen Standpunkt leuchtet ein, daß Stoffverluste — vom Unverdaulichen abgesehen — bis zu  $\frac{1}{5}$  der Aufnahme unrationell sind, falls man solche Dinge als Nahrungsmittelquelle benutzen wollte. Mit dem starken Zulauf der Säfte nach dem Darm muß selbstredend auch eine erhebliche Blutmenge aus dem Kreislauf genommen und anderen Zwecken entzogen werden.

Das Brot, das wir zumeist genießen, wird sich, was die Darmsaftreste anlangt, zwischen den Zahlen 2—8 bewegen. Im übrigen bringt ein gewisses ästhetisches Empfinden und entwickelte Kultur es im allgemeinen dahin, daß die den Darm stark belastenden Dinge in der Kost auf jenes Mindestmaß zurückgeschraubt werden, das durch die notwendige Abwechslung in den Speisen von der Natur gefordert wird.

Den *Aschebestandteilen des Brotes* hat man im Lauf der Zeit eine ganz verschiedene Bedeutung beigelegt. Die Unabhängigkeit der Verdaulichkeit vom Aschegehalt wurde schon eingangs erwähnt.

Betrachtet man das Brot als Teil unserer Nahrung überhaupt, so wird, wie sich leicht zeigen läßt, mit der Motivierung, nur Vollkornbrot sei dem Körper zuträglich, die Rolle des Brotes weit überschätzt. Im Durchschnitt unserer nationalen Ernährung nimmt der Erwachsene pro Tag rund 14,3 g Salze auf (ohne die Salze der Getränke und ohne die Berechnung des Kochsalzes). Demgegenüber macht es nur einen Unterschied von 1,4 g Salzen aus, wenn wir Weißbrot mit Vollkornbrot vertauschen. Dabei wird bei stärkerer Ausmahlung die Art der Salze geändert; je kleiereicher das Brot

wird, um so mehr Magnesia herrscht vor. Im allgemeinen liefert das Brot fast die Hälfte der gesamten Magnesia, die wir aufnehmen, aber kaum  $\frac{1}{5}$  des Kalkes. Die großen Mengen Magnesia haben wir gar nicht nötig, und in einem guten Trinkwasser kann in einem Tag doppelt so viel Kalk aufgenommen werden, als im Vollkornbrot enthalten ist.

Bei ausschließlicher Brotkost ließ sich nachweisen, daß bei reichlichem Genuß an Brot beim Erwachsenen auch bei Verwendung von Mehl von 65% Ausmahlung das Kalkbedürfnis gedeckt war. Für einen wachsenden Organismus würde das Brot bei ausschließlicher Kost wegen Kalkmangel das Knochenwachstum behindern.

Auffallend ist, daß bei Berücksichtigung der Einfuhr und Ausfuhr *aller Salze* bei allen Brotsorten ein sehr erhebliches Defizit vorhanden war, das mit der Zeit der ausschließlichen Broternährung ein Ende setzen würde.

Vermutlich spielt bei dem großen Verlust an Salzen der Umstand eine Rolle, daß die Verdauungssäfte beim Brot in so erheblichem Maße in Anspruch genommen werden. Die Salze treten nicht allein im Darne aus, vielmehr finden sie sich auch in den flüssigen Ausscheidungen.

In der Literatur liegen eine Reihe von Behauptungen vor, daß Brot mit wenig Kleie ungesund ist, weil ihm die Vitamine fehlen. In Wirklichkeit war über das Brot und seinen Vitamingehalt nichts Näheres bekannt. Vor kurzem sind aber im Anschluß an die später zu berichtenden Untersuchungen Experimente über den Vitamingehalt ausgeführt worden, sowohl für Weizen- als auch für Roggenbrot mit vollem Gehalt an Kleie und bei einer geringeren Ausmahlung. Zwischen den Brotsorten zeigte sich überhaupt kein nennenswerter Unterschied im Vitamingehalt. Mit Bezug auf Vitamin A war überall der Gehalt verschwindend. Ein Erwachsener müßte täglich 800 g Brot verzehren, um seinen Bedarf an Vitaminen A zu decken. Von Vitamin B war in keinem der Brote so viel vorhanden, daß junge Tiere hätten damit wachsen können, und ein Erwachsener würde auch mit 1000 g noch nicht so viel Vitamine zugeführt haben, um auf die Dauer auf seinem Gewicht bleiben zu können. *Brot ist also überhaupt kein Nahrungsmittel, das kleiehaltig oder nicht, praktisch in Betracht kommende Vitaminmassen zuführt.* Die Frage der Ausmahlung braucht auf den Vitamingehalt keine Rücksicht zu nehmen. Zur Deckung der täglich notwendigen Vitaminmenge trägt ein Brot so gut wie nichts bei; es ist daraus auch kein Schaden zu befürchten, weil die übliche gemischte Kost ausreichend andere Quellen für Vitamine uns bietet.

Die Betrachtungen des Brotes, eines Volksnahrungsmittels von größter Bedeutung, hat gezeigt, daß es trotz des Jahrtausende alten Gebrauchs für sich allein betrachtet eine Reihe von Eigenschaften wahrnehmen läßt, die im täglichen Gebrauch, wo es einen Teil unserer Gesamtnahrung

darstellt, nicht zu erkennen sind. Als alleinstehendes Mittel der Ernährung kann es weder als Eiweißträger noch zur Versorgung des Körpers mit Energie auf die Dauer befriedigen, und ebenso würde auch der Bedarf an Salzen beim Erwachsenen, noch weniger beim Kind gedeckt sein. Es enthält auch keine Geschmacks- und Riechstoffe, die auf die Dauer die monotone Kost erträglich machen würden. Die quantitative Seite der Nahrungsaufnahme versagt daher bald. Weder Kind noch Erwachsener würden ihren Vitamingehalt decken, und doch haben die Zerealien ihren Wert als Weltahrung.

Genau so wie hier für das Brot und die Zerealien würde die Kritik auch für viele andere Nahrungsmittel lauten. Selbst für die Milch außerhalb des Kindesalters. Die traditionelle Kost ist überall eine Mischung von Nahrungsmitteln, von denen eines für die Mängel eines anderen eintritt. Sie ist das Gegenteil der Monotonie. Unendlich viele Lösungen gesunder Kost erlaubt Pflanzen und Tierwelt, sie wird nach bestimmter volkstümlicher Form uns anerzogen. Nur *Eigenbrödelei* oder wie im Kriege die Not führt gelegentlich zu ungesunden und einseitigen Ernährungsformen.

## V. Landwirtschaftliche und volkswirtschaftliche Ausblicke.

Während der Blockadezeit war eine vollständige Vermahlung des Getreides verfügt worden, zum Teil sind von manchen Müllern sogar noch ungiftige Unkrautsamen zugesetzt worden und außerdem erhielt das Kriegsbrot zeitweise Zusätze von Kartoffeln oder Kohlrüben. Die Herstellung von Vollkornbrot tritt quantitativ nicht sehr in die Erscheinung, nur in einzelnen Landbezirken hält man in alter Tradition noch an der groben Vollvermahlung fest.

In der Mehrzahl der Fälle scheidet man die Kleie ab und verwendet sie als Viehfutter, als welches sie sehr geschätzt wird.

Im Kriegsbrot haben wir die Kleie selbst verzehrt. Eine Sparung an Getreide hat das aber kaum bewirkt. Denn die Bauern, denen bei der Fütterung ihres Tierbestandes die Kleie fehlte, haben in ausgedehntem Maße weniger Getreide abgeliefert und den Roggen meist verfüttert. Die Menschen haben also die Kleie gegessen, und das Vieh hat mit dem Korn gewissermaßen feines Mehl, das für den Menschen bestimmt war, als Zulage bekommen.

Der Grund, warum man die Kleie nicht abgetrennt hat, lag in der damaligen Ernährungspolitik begründet. Man wollte um jeden Preis möglichst viel Mehl herausschaffen, es lag aber auch in der völlig falschen, wenn auch weitverbreiteten Anschauung, daß bei der Fütterung von Kleie oder dergleichen an Tiere nur ein kleiner Anteil an Nährstoffen bei der Mast wiedergewonnen werden kann.

Die Frage, inwieweit durch eine gemeinwirtschaftliche Teilung des Kornes zur Menschen-

ernährung einerseits, der Kleie zur Tierfütterung andererseits die Nährwerte des Getreides nutzbar gemacht werden können, ist von größter volkswirtschaftlicher Bedeutung. Sie muß einwandfrei gelöst werden. Auf meine Anregung der Ausführung geeigneter Versuche ist auch das Ernährungsministerium bereitwillig eingegangen.

Mein Plan war folgender: Von einer großen Menge von Roggen sollten unter genauer mülhentechnischer Kontrolle vier verschiedene Produkte hergestellt werden<sup>1)</sup>.

1. Mehl v. 60% Ausmahlung, wobei 40% Kleie abfallen,
2. Mehl v. 80% Ausmahlung, wobei 20% Kleie abfallen,
3. Mehl v. 95% Ausmahlung, wobei 5% Kleie abfallen,
4. geschrotetes Mehl 95%, wobei 5% Kleie abfallen,

Aus den Mehlsorten wurden die entsprechenden Brote hergestellt und dann an 4 Personen<sup>2)</sup> Ernährungsversuche gemacht, wobei neben Brot nur etwas leichter Tee oder Kaffee und sehr wenig Fett gegeben wurde. Im ganzen hatten also die Personen sozusagen 4 Wochen bei Wasser und Brot zugebracht.

Die Kleien wurden dann im landwirtschaftlichen Institut zu Rostock von Prof. HONCAMP auf die Verdaulichkeit an Hammeln geprüft. Im landwirtschaftlichen Institut zu Berlin wurden von Prof. SCHEUNERT die Kleien verfüttert und mit allen experimentellen Kautelen bestimmt, ob und wieviel Fleisch und Fett dabei erzeugt worden war.

Die Versuche an 4 Männern ergaben keine anderen Resultate, als ich und C. THOMAS im Jahre 1916 für Roggenmehlbrote verschiedener Ausmahlung gefunden hatten. Aber die Wiederholung war notwendig, weil zum Vergleich mit den Ergebnissen der Tierversuche eben die menschliche Ernährung mit dem gleichen Roggen unbedingt ausgeführt werden mußte.

Von den Eiweißstoffen des Roggens wurden, gleichgültig wie ausgemahlen wird, vom Menschen nur etwa 60% verdaut, und aus der ganzen Masse der Nährstoffe wird um so weniger verdaut, je schärfer ausgemahlen wird, das Vollkornbrot zeigt einen Verlust von 13%, gibt also 87% als verdaulich, doch berührt das hier zunächst nicht weiter.

Unter den 4 Personen war diesmal auch ein *Vegetarier*, der außerdem Anhänger der Fletschergemeinde war, d. h. jeden Bissen eine bestimmte Zeit kaute, ehe er verschluckt wurde. Ein sonderbarer Zufall wollte, daß der Vegetarier im ersten Versuch sich günstiger verhielt als die anderen Personen, eine Tatsache, die durch Auffinden von Bandwürmern, die im Darm „mitgegessen“ hatten, sich erklärte. Nach Abtreiben der Würmer war auch bei dem Vegetarier in der Verdaulichkeit des Brotes kein Unterschied vorhanden, auch nicht bei Schrotbrot, wo man hätte denken können, daß das Fletschern an sich einen Einfluß geübt hätte. Nach-

<sup>1)</sup> Die mülhentechnische Aufsicht und die Herstellung des Brotes hat Herr Prof. NEUMANN, Berlin, ausgeführt.

<sup>2)</sup> Die Versuche an 2 Personen hat Prof. C. THOMAS in Leipzig angestellt.

dem die Berichte der verschiedenen Beobachter eingegangen waren, galt es, die Schlußrechnung einer so großen und umfangreichen Untersuchung auszuführen.

Die Tiere hatten bei Kleieverfütterung sowohl Fleisch als auch Fett gebildet. Man muß dabei folgendes beobachten. Zur richtigen Mast darf man nur Tiere nehmen, welche zu ihrer Lebenshaltung mit Heu, Gras, Klee usw., d. h. mit Nahrungsmitteln auskommen, die der Mensch als Nahrung nicht gebrauchen kann. Zu dieser Kost setzt man erst die wertvolle Kleie als Mastfutter zu.

Als wichtige Gesamtergebnisse haben wir also jetzt

a) den Nutzeffekt, den der Mensch durch die Verdauung aus dem Brot gewinnt;

b) den Nutzeffekt, der durch die Mast der Tiere mit Kleie in der Form von Fleisch und Fett erscheint.

Je mehr man das Korn ausmahlt, nimmt auch die Menge der verdaulichen Brotmenge zu, andererseits erhalten wir aus der Tiermast um so mehr Fleisch und Fett, je weniger das Korn ausgemahlen wird.

Das Gesamtergebnis der ausgeführten Versuche lautet auf 100 Teile Roggen Trockensubstanz, berechnet

bei Prozent Ausmahlung	Verdaut aus Brot Kalorien	Erhalten aus Tiermast Kalorien	Summe der Kalorien
65 . . . . .	247,6	99,2	346,8
82 . . . . .	296,6	30,8	327,4
95 . . . . .	343,7	7,2	350,9
95 (geschrotet).	331,6	7,2	338,8

Die Summe der erhaltenen Gesamtnährwerte ist sozusagen in allen Fällen dieselbe. In demselben Maße, wie bei stärkerer Ausmahlung nicht nur mehr Brot, sondern auch wirklich mehr an Verdaulichem zu gewinnen ist, nimmt der Mastgewinn ab. Vom rein ökonomischen Standpunkt und des reinen Calorigewinnes kann man jede der vier Möglichkeiten wählen.

Vom diätetischen Standpunkte aus und im Hinblick auf die Volksernährung und für die Landwirtschaft liegt die Sache ganz anders. Der Vorteil liegt auf der Seite der schwächeren Ausmahlung, denn sie gibt besseres, den Darmkanal nicht belastendes Brot, sie bietet durch die Tiermast sowohl etwas Fleischgewinn und vor allem Fettgewinn, zusammen mit Brot also eine verbesserte Kost. Die Landwirtschaft kann auch einen größeren Tierbestand erhalten, wenn sie darauf zählen darf, durch Mastfutter ihn nutzbringend zu verwerten.

So klein der Fleischgewinn bei der Mast aus den proteinarmen Roggenkleien auch war, so genügt die Zulage doch, um auch die resorbierte Eiweißmenge in den vier Versuchsreihen gleichzumachen.

Das Mastertragnis war sehr günstig. Die weit-

verbreitete Anschauung, aus Pflanzennahrung ließen sich nur unter bedeutendem Energieverlust tierische Körperstoffe erzeugen, ist eben unzutreffend. Betrachten wir die Endprodukte der Mast, so bestehen sie in Eiweißansatz und zumeist in Fettbildung aus Kohlenhydraten.

Für die Bildung von Fleisch aus Futtereweiß wissen wir aus zahlreichen Versuchen über das Wachstum, daß hierzu kein nennenswerter Energieaufwand gehört, ja selbst die beim Aufbau aus Aminosäuren oder beim Abbau von Protein in Frage kommenden Energiemengen (Wärmetönungen) sind verschwindend klein. Warum sollte also gerade bei der Eiweißmast ein Energieaufwand nötig sein? Ganz ähnlich steht es mit der Fettbildung aus Kohlenhydraten. Lusk hat in calorimetrischen Tierversuchen gezeigt, daß ohne experimentell nachweisbare Energieverluste diese Umwandlung geschieht.

Die falschen Vorstellungen haben sich nur deshalb eingenistet, weil man die Mastversuche nicht richtig angestellt hat. Die Kunst der optimalen Mastfütterung besteht nun darin, daß beim Tier der Betriebsstoffwechsel (mit einem kleinen Überschuß) durch die üblichen Nährstoffe, die für den Menschen unverwendbar sind, gedeckt wird. Dazu kommt dann das Mastfutter. Vom Mastfutter darf auch nicht der kleinste Teil für die Befriedigung des Betriebsstoffwechsels verlorengehen.

Nun wäre noch folgendes zu betrachten: Bei dem Genuß des Brotes durch den Menschen entsteht naturgemäß auch „Dünger“, der für die Landwirtschaft sehr wertvoll wäre. Dieser Düngerabfall geht in der Mehrzahl der Fälle verloren, weil die Abfallstoffe zumeist durch die Kanalisation abgeführt werden, wenn man von dem seltenen Fall der Rieselfelder absieht. Dagegen gewinnt die Landwirtschaft durch Kleiefütterung den Abfall an Dünger vollständig.

Aus 100 Teilen trockenem Getreide entstehen in Calorien:

	Dungstoffe vom Menschen	Dungstoffe aus der Kleie vom Tier	Summe
65% Ausmahlung . .	21,1	39,7	60,8
82% Ausmahlung . .	47,1	12,3	80,0
95% Ausmahlung . .	59,6	10,0	69,6
95% Schrot . . . .	68,1	10,0	78,1

Der Gewinn war also im Durchschnitt bei Vernachlässigung menschlicher Dungstoffe bei schwacher Ausmahlung am günstigsten. *Für die Volkswirtschaft und Volksernährung ist es rationeller, die schwächere Ausmahlung des Kornes mit der Kleiefütterung in der Tierzucht zu verbinden, um die hochwertigen Produkte, wie das Fett, mitzugewinnen.* Wir hätten also auch in der Kriegswirtschaft besser daran getan, auf die volle Vermahlung des Kornes zugunsten der Fetterzeugung zu verzichten.

## Der Trichterwickel des Birkenblattrollers.

Von HEINRICH PRELL, Tharandt.

Während der ersten warmen Frühjahrswochen, am besten etwa Ende April oder Anfang Mai, wird man an knapp mannshohen oder niedrigeren Buchenheistern und späterhin auch an Birken häufig finden, daß einige der zarten jungen Blätter aufgerollt sind. Gelegentlich sind an jungen Sprossen sogar alle Blätter hintereinander in dieser Weise behandelt. Bei genauerem Zusehen erkennt man, daß ein geschwungener Querschnitt etwa an der Grenze des oberen Drittels die Blattspreite geteilt hat. Oberhalb des Schnittes ist das Blatt noch unversehrt, unterhalb desselben ist es zu der Rolle aufgedreht. Sofern dem Beobachter das Glück hold ist, wird er auch den Hersteller dieser Blattschnitte und Blattrollen bei seiner Arbeit zu sehen bekommen. Es ist dies ein etwa 3—4 mm langer schwarzer Käfer, der mit seinen Kiefern die Blätter in so charakteristischer Weise einschneidet und dann die welkende Blattspreite, die Oberseite nach außen, mit seinen Beinen zu einem engen Wickel zusammenrollt. So stellt er die Brutkammern für seine Eier und Larven her, denn in die zu innerst liegenden Teile der Blattspreite hat er vor der Aufrollung bereits ein oder zwei kleine Täschchen geschnitten, welche je ein Ei enthalten. Und die aus den Eiern ausschlüpfenden Larven ernähren sich von dem gerollten Blatt, durch das sie kreuz und quer minieren.

Der kunstreiche Käfer ist der *Birkenblattroller* (*Deporaus betulae* L.) ein Rüsselkäfer aus der Gruppe der Rhynchitinen, der weitverbreitet bei uns vorkommt. Wie schon sein Name andeutet, ist seine bevorzugte Wohnpflanze die Birke, auf welcher er im Laufe des Sommers von Mai bis August seine Rollen herstellt; nur im Frühjahr bevorzugt er die zarten Buchenblätter durchaus. Neben Birke und Buche verschmäht er aber weder Hainbuche, noch Hasel, Erle, Ulme oder Roteiche, wenn er auch seltener auf diesen zu finden ist.

Die eigenartige Blattrollung als Ausdruck der hochentwickelten Brutpflege eines Käfers steht, wenn man von einigen Verwandten des Birkenblattrollers absieht, in der einheimischen Fauna ziemlich isoliert da. In ihrer Kompliziertheit gibt sie den Brutpflegeerscheinungen bei den solitären Hautflüglern kaum nach. Interesse dürfte sie in erheblichem Umfange beanspruchen und Beobachtungsmöglichkeit ist in genügendem Maße geboten. Trotzdem ist das Verhalten der Käfer seit langem keiner biologischen Durcharbeitung gewürdigt worden.

Als Grund dafür ist wohl die Tatsache anzusehen, daß schon 1849 von dem Mathematiker HEIS im Anschluß an eine biologische Studie von DEBEY die mathematischen Grundlagen der Rollenbildung und des dazu erforderlichen Blattschnittes gegeben wurden. Diese Angaben sind außerordentlich klar gefaßt, und wurden daher unbesehen weiter übernommen. In einer vergleichenden Studie von

WASMANN (1884) sind sie bestätigt worden. Damit schien das Problem restlos erledigt zu sein.

Im Rahmen einer zusammenfassenden Untersuchung über die Blattrollen der einheimischen Rhynchitinen hatte ich nun Gelegenheit, mich auch mit den Rollen des Birkenblattrollers und ihrer Entstehung eingehender zu befassen. Da sich hierbei allerlei interessante Feststellungen ergaben, darf im folgenden auf die Befunde etwas näher eingegangen werden.

Die Beobachtung des Käfers beim Blattschneiden bot schon insofern etwas Besonderes, als sich feststellen ließ, daß der Käfer seinen merkwürdigen Blattschnitt nicht in zwei Etappen macht, wie in fast allen neueren Insektenwerken behauptet wird, sondern in einem Zuge. Der Käfer schneidet, am rechten oder linken oberen Blattrande beginnend, zuerst auf der einen Blattseite seine Kurve durch die Blattspreite. Dann geht er aber nicht zum gegenüberliegenden Blattrande, um von dort aus nochmals gegen die Mittelrippe zu schneiden, wie NITSCHKE (1895) angibt und wie eine verwandte Art, der Eichenblattroller (*Attelabus nitens* L.), es auch tatsächlich tut. Nach kurzem Weiterschnitt entlang der Mittelrippe kreuzt er diese vielmehr, wobei er sie aber nicht ganz durchtrennt, sondern nur tief einkerbt. Schließlich zieht er quer über die zweite Hälfte der Blattspreite seine Schnittkurve von der Mitte zum gegenüberliegenden Rande hin. Dieses Verhalten, welches sich übrigens schon bei DEBEY und WASMANN richtig angegeben findet, scheint merkwürdigerweise seit NITSCHKE völlig vergessen zu sein.

Die unmittelbare Betrachtung der fertigen Blattrolle zeigt, daß dieselbe nicht zylindrisch, sondern schlank kegelförmig ist (Fig. 1). Als wichtig ist dabei hervorzuheben, daß die Mittelrippe des gerollten Blattabschnittes ungefähr in der Richtung der Blattrolle gelegen ist. Der Kegel oder Trichter hängt mit seiner Spitze an der unversehrten Blattbasis. Wegen dieser Herstellung einer trichterförmigen Blattrolle wird der Käfer vielfach auch als Trichterwickler oder besser als „Trichterroller“ bezeichnet.

Da das Blatt, aus welchem der Trichter hergestellt wird, eine ebene Lamelle darstellt, muß es in ganz bestimmter Weise angeschnitten werden, um eine Aufrollung in dieser Form zu gestatten.

In der Tat besitzt der Blattschnitt nun ein sehr überraschendes Aussehen. Auf der zuerst geschnittenen Blatthälfte sieht er wie ein steil aufgerichtetes S aus. Auf der anderen Blatthälfte gleicht er oft einem liegenden S, ohne daß jedoch gerade diese Form besonders deutlich hervorträte. Die eigentümliche Gestalt der Schnittkurve läßt schon vermuten, daß ihr eine bestimmte Gesetzmäßigkeit zugrunde liegen möge, und diese ist es, welche HEIS zuerst mathematisch zu erfassen versucht hat.

HEIS ging bei seinen Überlegungen von der Annahme aus, daß auf den Blatttrichter und seine Wicklung die Gesetze der konisch abwickelbaren Flächen anzuwenden seien. Dementsprechend nahm er an, daß der Anfangsteil des Schnittes, welcher das Aussehen eines steil gestellten S besitzt, bestimmend sein müsse für die Art der Rollung. Er faßte dabei den unteren Bogen dieses S als Teil eines Kreises auf und schloß dann weiter, daß die Abwicklungslinien des Kegels Tangenten an diesen Kreis sein müßten. Die Aufwicklung eines fertigen Blatttrichters bestätigt die Richtigkeit der HEISschen Überlegung.

Weiter glaubt dann HEIS nachweisen zu können, daß der vom Käfer geschnittene Kreis zu der Blatttrandkurve in enger Beziehung stehe: „Hebt man nämlich einen um einen Kreis (unterer Teil des S-Schnittes) gewickelten Faden unter beständiger Spannung ab, so daß das jedesmal abgewickelte Stück den Kreis als Tangente berührt, so beschreibt sein Endpunkt eine spiralförmige Kurve (Blattrand), die man Evolvente nennt, zu welcher der Kreis die Evolute ist. Beide Kurven stehen in der Beziehung zueinander, daß jede Tangente von der Evolute an den Kreis gleich ist dem Kreisbogenstück vom Berührungspunkte der Tangente bis zum Anfangspunkte der Abhebung. Diese Beziehung findet nun auch zwischen S-Schnitt und Blattrand statt“ (DEBEY, S. 17). „Die Abhängigkeit zwischen der Evolute und der Evolute ist nun aber von der Art, daß nicht allein aus der Evolute die Evolvente, sondern auch umgekehrt aus der Evolvente die Evolute konstruiert werden kann. Eine solche mathematische Beziehung, wie sie zwischen Evol-



Fig. 1. Trichterrolle des Birkenblattrollers aus einem Birkenblatt (schlanker offener Trichter).

vente und Evolute besteht, scheint nun . . . zwischen dem S-förmigen Blattsschnitt . . . und der äußeren Blattgrenze . . . stattzufinden. Der Käfer führt demnach praktisch die mathematische Aufgabe aus, aus der Evolute die Evolute zu konstruieren; er befindet sich beim Schneiden des Blattes jedesmal so weit vom Rande des Blattes, nach welchem die Längsachse des Körpers gerichtet ist, entfernt, als die Länge des Schnittes beträgt, den er schon gemacht“ (HEIS, S. 22).

Wenn man die Vorgänge in dieser Weise betrachtet, so gelangt man zu dem Schlusse, daß der Käfer eine ganz erstaunliche Leistung hervorbringe, denn „es ist nicht zu vergessen, daß es zwar leicht ist, aus der Kreisevolute die entsprechende Evolvente zu konstruieren, keineswegs aber umgekehrt. Denn dieses Problem bildet eine höchst komplizierte Anwendung der Differentialrechnung

auf die Geometrie, indem die Evolute der geometrische Ort für die Mittelpunkte aller Krümmungskreise ist, die an die Evolute gezogen werden können, ein Problem, dessen zufällige Erfindung eine mathematische Wahrscheinlichkeit gleich Null besitzt, dessen verstandesmäßige Erfindung den Verstand eines HUYGENS addiert zu dem Verstande all seiner Vorarbeiter auf diesem Gebiete verlangt, dessen verständige Ausführung und zweckmäßig berechnete Anwendung je nach den verschiedenen Umständen, ohne vorher eines Lernens, Überlegens und Übens zu bedürfen, einen wahren Riesengeist erfordert!“ (WASMANN, S. 12).

Wenn WASMANN daraufhin die Herstellung des Blattsschnittes nicht als verstandesmäßige, sondern als instinktmäßige Leistung angesehen wissen will, so ist dem selbstverständlich durchaus beizustimmen. Die eigentliche Schwierigkeit, die Kompliziertheit der gestellten Aufgabe, wird dadurch aber im Grunde genommen kaum berührt. Gerade bezüglich dieser Schwierigkeit dürften nun die Dinge in Wirklichkeit doch erheblich anders liegen, als man bisher annahm. Ja man möchte fast sagen, daß hier nach einer Schwierigkeit gesucht wird, wo tatsächlich gar keine vorliegt.

Was zunächst die Anwendung der Evolvententheorie auf den Trichter des Birkenblattrollers anlangt, so besagt diese, daß der Verlauf der Schnittkurve, welche der Käfer auf dem verwendeten Blatte herstellt, nach der Art des Blattrandes geregelt werde. Das Resultat dieser Regelung ist dann, daß theoretisch der Blattrand — abgesehen von der Blattspitze — bei der Aufwicklung der Blattspitze einen Kreis (die Kegelbasis) beschreiben würde. Die Tangenten an die Evolute (den Kreisschnitt), welche senkrecht auf der Evolute (dem Blattrande) stehen, fallen dann in den Kegelmantel.

Dieses mathematisch interessante Resultat ist für die Biologie des Käfers vollkommen belanglos. Ja man kann sogar weiter gehen und sagen, daß ein Trichter, welcher den HEISschen Anforderungen entspricht, biologisch geradezu ungeeignet wäre. Wenn der Blattrand theoretisch einen Kreis, praktisch wegen seiner Dicke also eine Schneckenlinie in einer Ebene beschreiben würde, so würde man von unten her ohne weiteres zwischen alle Schichten des Trichters eindringen können. Greifen aber die äußeren Teile des Trichters weiter nach unten als die inneren, so wird praktisch dieser überstehende Rand nicht die Wand eines Hohltrichters bilden, sondern beim Trocknen des Blattes werden die Wände sich gegeneinander krümmen und so, im Verein mit der vom Käfer selbst oft zurückgeschlagenen Blattspitze, den Trichter nach unten verschließen. Das setzt also voraus, daß der Blattrand spitzwärts, über die Evolvente mehr und mehr hervorragt!

Demgemäß stellt sich denn auch bei einer Nachprüfung heraus, daß durchaus nicht die Rede davon sein kann, daß der steile S-Schnitt oder dessen unterer Teil als Evolute des Blattrandes anzusehen

seien, oder, mit anderen Worten, daß der Blattrand die Evolvente zum Blattschnitt darstellt.

Die schematische Abbildung beliebiger Blätter mit der Schnittkurve des Birkenblattrollers läßt ohne weiteres erkennen, daß der Blattrand auch nicht die geringsten Beziehungen zu der Evolvente aufweist, welche dem Kreisschnitt des Käfers als Evolute zugehören würde (Fig. 2 a und b).

*Die Anwendung der Evolvententheorie auf den Blattschnitt des Trichterrollers ist also überflüssig und führt obendrein zu falschen Vorstellungen.*

Im Grunde scheint das auch HEIS zum Bewußtsein gekommen zu sein, denn er gelangt gegen Ende seiner Erörterungen zu folgender Überlegung: „Richtet bei verschiedenen Blattgrößen der Käfer

ausschließlich die Tatsache, daß auf der ersten Blatthälfte ein Kreisbogen geschnitten wird. Der obere S-Bogen ist nichts anderes als der Zugangsweg, wenn man so sagen darf, zu dem mitten in der Blattspreite gelegenen Kreise (Fig. 3).

Die Lage des Kreises wird durch die Mittelrippe des Blattes bestimmt. Theoretisch am zweckmäßigsten ist es, wenn die Mittelrippe als Gerade in den Kegelmantel fällt. Dieser Idealfall ist dann erreicht, wenn der Kreisschnitt die Mittelrippe berührt. Praktisch ist nun die Mittelrippe meist nicht gerade, sondern beim hängenden Blatte senkrecht zur Spreite etwas abwärts gebogen. Dieser natürlichen Biegung der Mittelrippe wird Rechnung getragen, wenn die Mittelrippe schräg in den Trichter

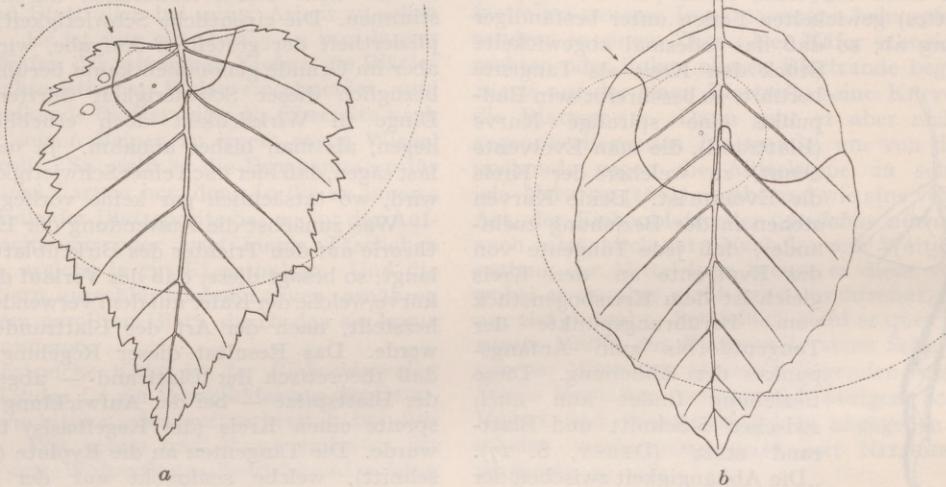


Fig. 2. Abgewickelte Trichterrollen *a* aus einem Birkenblatt; *b* aus einem Buchenblatt. Die Blattspreite zeigt jeweils in kräftiger Strichführung den Schnitt des Käfers. In die objektgetreue Umrißzeichnung ist in feiner Strichführung schematisch der Schnittkreis (Evolute) und die zugehörige Evolvente eingefügt. Irgendwelche Beziehungen zwischen dem Blattrande und der Evolvente des Schnittkreises sind nicht ersichtlich.

seinen Schnitt, der ebenfalls verschieden sein muß, nach diesen ein? Es scheint dieses nicht der Fall zu sein, sondern es scheint der Käfer instinktmäßig seinen Kreis zu konstruieren“ (S. 23).

Wenn die Sachlage so ist, dann könnte die ganze Bezugnahme auf die Evolvententheorie erheblich eingeschränkt werden. Sie spielt höchstens als Erläuterung eine Rolle, um darzutun, weshalb der Blattschnitt etwa kreisförmig sein muß, wenn die Spreite zum Kegel aufgerollt werden soll. Alles übrige ist nur Ballast, der unter dem Schutze der mathematischen Aufmachung mitgeschleppt wird. Hier kehrt also genau dieselbe Erfahrung wieder wie bei der Bienenzelle, über deren angeblich exakte Konstruktion so viel nachgedacht worden ist: eine klare mathematische Formulierung schreckt die Kritik ab. Die biologische Nachprüfung kann aber unter Umständen der ganzen Überlegung den Boden entziehen.

Das Entscheidende für die Trichterrolle ist

einbezogen wird. Dementsprechend findet man sehr häufig, daß der Kreis nicht die Mittelrippe berührt, sondern sie theoretisch schneiden würde. Der Käfer hört dann an der Rippe mit dem Kreisbogen auf und schneidet entlang der Rippe weiter.

Seltener kommt es vor, daß der Kreis die Mittelrippe nicht berührt. In diesem Falle wird dem Käfer das Fertigstellen des Schnittes in der Regel nicht möglich, da er die Mittelrippe nicht erreicht und so den Anstoß zum Schneiden der neuen Kurve nicht erhält. Er gibt daher nach Herstellung eines mehr oder weniger vollkommenen Kreises die Arbeit auf. Nur ausnahmsweise gewinnt er nachträglich noch Anschluß an die Mittelrippe, aber auch dann scheidet meist die Weiterarbeit, weil unter den Umständen sich die Mittelrippe technisch sehr schwer aufrollen läßt. Mit Rücksicht auf die unangenehmen Folgen einer lateralen Verschiebung des Kreises ist daran zu denken, daß instinktiv eine mediale Verschiebung begünstigt wird, denn

leicht medial verschobene Kreise bilden an dem mir vorliegenden Materiale durchaus die Regel.

Der Starrheit der Mittelrippe und ihrem damit zusammenhängenden Widerstand gegen die Einbeziehung in den Kegelmantel trägt die weitere Fortsetzung des Schnittes Rechnung. Sie führt neben der Mittelrippe nach der Blattbasis zu und gibt so bei ungenügender Schnittführung eine gewisse Ausgleichsmöglichkeit während der Rollung. Durch den Schnitt quer über die Rippe werden dann die Gefäße der Mittelrippe geschädigt, so daß das Blatt welk wird und dem Rollen geringeren Widerstand entgegengesetzt.

Die Mittelrippe dient nun weiterhin als Träger der Rolle. Wenn also die zweite Blatthälfte auch noch in den Trichter einbezogen werden soll, so kann das nur so geschehen, daß dieser Teil der Blattspreite um den Anfangskegel herumgeschlagen

Anknüpfend an das Verhalten des Idealtrichters, welcher durch die Aufrollung einer durch Evolute und Evolvente begrenzten Fläche entstand, läßt sich leicht erkennen, worauf es dabei ankommt. Wenn die Trichterspitze nicht weiter emporsteigen soll, so darf der Abstand von Basalkreis und Spitze nicht zunehmen. Das ist erreicht, wenn man durch den als höchsten Trichterpunkt dienenden Punkt der Evolute eine zweite Evolvente legt, welche die gleichen Konstanten hat, wie die erste, und nur in ihrem Verlaufe stets um die Kegelhöhe von der ersten entfernt ist. Wenn man die zweite Evolvente als obere Flächenbegrenzung dienen läßt, so bildet die Fläche zwischen beiden Evolventen einen Kegelmantel. Ein Schnitt, welcher der zweiten Evolvente entspricht, würde also den Teil der zweiten Blatthälfte umschreiben, welcher überhaupt als Außentrichter verwendet werden kann.

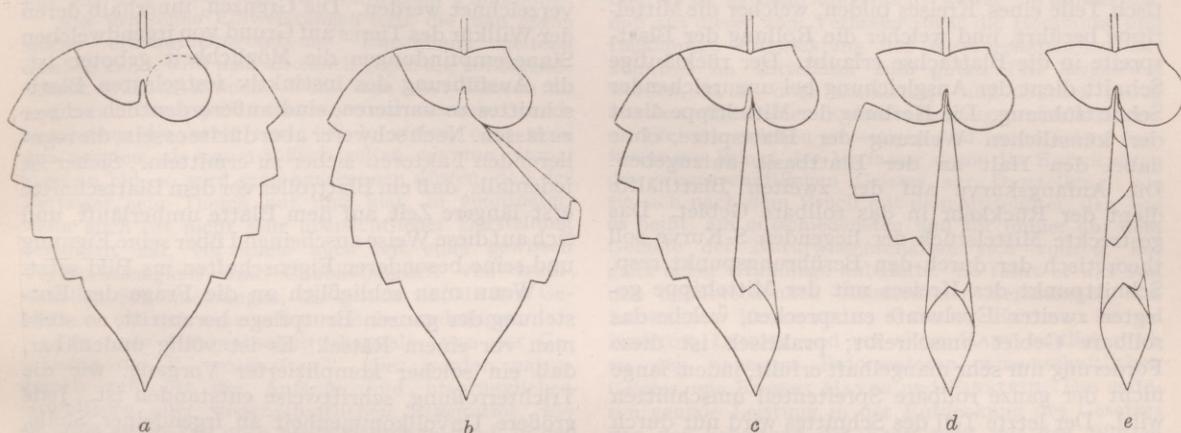


Fig. 3. Schema der Trichterrollung. *a* Birkenblatt mit Schnittkurve; *b* Anfang des Innentrichters; *c* vollendeter Innentrichter; *d* begonnener Außentrichter (erster Umgang aufgelegt); *e* vollendeter Außentrichter, Blattrolle fertig (die Blattspitze kann noch hochgeschlagen werden).

wird. Aus diesem Grunde bezeichnet man den aus der ersten Blatthälfte hergestellten Blattrollenabschnitt als Innentrichter, den um ihn herum aus der zweiten Blatthälfte gebildeten Abschnitt aber als Außentrichter.

Bei der Herstellung des Innentrichters war es zweckmäßig, daß die innere Kante des aufgerollten Blattabschnittes sich in einer steilen Spirale bewegte. Dadurch wurde eine Störung der Aufrollung, welche aus der Tatsache resultieren muß, daß die Blattfläche eine gewisse Dicke besitzt, auf ein Minimum herabgesetzt. Der Kreisschnitt bot die Lösung dieser Aufgabe.

Bei der Herstellung des Außentrichters gilt eine andere Bedingung. Jetzt darf die Trichterspitze sich nicht bei jeder Windung weiter erheben, sondern sie ist durch die Verbindung von Mittelrippe und ungerollter Spreite an der Basis der zum Innentrichter verwendeten Blatthälfte fest fixiert. Die andere Blatthälfte muß also in der Weise geschnitten werden, daß sie sich unter der S-Kurve aufrollen läßt.

Wenn irgendwo, so dürfte man also nur hier auf die Evolvententheorie ernstlichen Bezug nehmen, da sie nur hier tatsächlich von einer gewissen theoretischen Bedeutung ist. Darauf ist aber noch nicht hingewiesen worden.

Tatsächlich verläuft der Schnitt nun so, daß zunächst das größtenteils rückgängig gemacht wird, was durch das basalwärtige Entlangschneiden an oder in der Mittelrippe verloren wurde. Mehr oder weniger nahe neben der Mittelrippe wendet sich also der Schnitt blattspitzenwärts. Kurz ehe dabei der Abstand erreicht ist, in welchem der Kreis auf der ersten Blatthälfte sich am weitesten von der Blattbasis entfernt hat, wendet sich dann der Schnitt randwärts. Sein Verlauf wird aus praktischen Gründen nicht der theoretisch geforderten Evolvente entsprechen. Da das Blatt eine gewisse Dicke besitzt, muß auch diese bei der Aufrollung berücksichtigt werden. Aus diesem Grunde muß sich der Schnitt weiter von der Mittelrippe des Blattes wegwenden, wenn der Außentrichter in der Höhe des Innentrichters aufhören soll. In der

Regel liegt der Schnitt aber noch erheblich innerhalb dieser Grenzlinie für die Verwendbarkeit, so daß der Außentrichter in absteigender Turbospirale sich um den Innentrichter schlingt.

Von der theoretisch erwarteten Evolvente oder ihrer praktischen Abänderung würde der Blatttrand unter recht spitzem Winkel getroffen werden. Auch das ist in der Regel beim tatsächlich geführten Schnitte nicht der Fall, sondern kurz vor dem Erreichen des Blatttrandes wendet sich der Käfer direkt auf denselben zu, so daß oft eine der bisherigen Schnittkrümmung entgegengesetzte Krümmung entsteht.

Für den Blattschnitt des Trichterrollers ergeben sich also nacheinander die folgenden Bedingtheiten: Der erste Teil des steilen S-Schnittes ist als Anschnitt der Blattspreite zu deuten. Mittelstück und unterer Bogen des S-Schnittes sollen theoretisch Teile eines Kreises bilden, welcher die Mittelrippe berührt, und welcher die Rollung der Blattspreite in die Blattachse erlaubt. Der rückläufige Schnitt dient der Ausgleichung bei unzureichender Schnittführung. Die Kerbung der Mittelrippe dient der künstlichen Welkung der Blattspitze, ohne dabei den Halt an der Blattbasis aufzugeben. Die Anfangskurve auf der zweiten Blatthälfte dient der Rückkehr in das rollbare Gebiet. Das gestreckte Mittelstück der liegenden S-Kurve soll theoretisch der durch den Berührungspunkt resp. Schnittpunkt des Kreises mit der Mittelrippe gelegten zweiten Evolvente entsprechen, welche das rollbare Gebiet umschreibt; praktisch ist diese Forderung nur sehr mangelhaft erfüllt, indem lange nicht der ganze rollbare Spreitenteil umschnitten wird. Der letzte Teil des Schnittes wird nur durch das Bestreben, rasch aus der Blattspreite herauszukommen, bestimmt.

Diesen Bedingtheiten genügen im Anfang des Jahres die meisten Blattschnitte. Späterhin stellen sich immer mehr Fehlschnitte ein, welche wegen Unbrauchbarkeit aufgegeben werden müssen. Das braucht nicht auf senile Degeneration der schneidenden Käfer zurückgeführt zu werden, sondern es erklärt sich auf andere Weise. Mit der Zeit wird nämlich das Blattschneiden immer schwieriger, denn bei älteren Blättern stören die harten Rippen den Käfer nicht wenig in seiner Arbeit. Die jugend-

frischen Blätter lassen sich überdies naturgemäß viel leichter biegen und daher auch dann noch zu einem Trichter wickeln, wenn die Vorbedingungen dafür nur mangelhaft erfüllt waren. Ist die Blattspreite aber erst einmal steif geworden, so setzt sie dem Rollen starken Widerstand entgegen und wird nur gut gerollt, wenn die Schnitte wirklich zu reichend waren. Für diese Beurteilung spricht die Tatsache, daß die Blätter des Johannistriebes wieder fast stets fertig gerollt werden können.

Mit der Blattstarrheit scheint auch eine Differenz der Schnittführung in Beziehung zu stehen, nämlich die Größe des Kreisschnittes. An der Hand recht reichen Materials gewann ich den Eindruck, als ob bei zarten jungen Blättern der Kreisradius kleiner geschnitten wird, als bei härteren älteren Blättern, doch möge dies zunächst nur als eine Möglichkeit, keineswegs als erwiesene Tatsache verzeichnet werden. Die Grenzen, innerhalb deren der Willkür des Tieres auf Grund von irgendwelchen Sinnesempfindungen die Möglichkeit geboten ist, die Ausführung des instinktiv festgelegten Blattschnittes zu variieren, sind außerordentlich schwer zu fassen. Noch schwerer aber dürfte es sein, die regulierenden Faktoren sicher zu ermitteln. Sicher ist jedenfalls, daß ein Blattroller vor dem Blattschnitte erst längere Zeit auf dem Blatte umherläuft, und sich auf diese Weise anscheinend über seine Eignung und seine besonderen Eigenschaften ins Bild setzt.

Wenn man schließlich an die Frage der Entstehung der ganzen Brutpflege herantritt, so steht man vor einem Rätsel. Es ist völlig undenkbar, daß ein solcher komplizierter Vorgang, wie die Trichterrollung, schrittweise entstanden ist. Jede größere Unvollkommenheit an irgendeiner Stelle, würde den ganzen Lauf der Dinge unmöglich machen. Hier stehen wir also wieder vor der Notwendigkeit der Annahme, daß solche große Komplexe der biologischen Handlungsweise mit einem Schlage in Erscheinung getreten sein müssen. Wie eine morphologische Mutante in voller Vollendung plötzlich zur Beobachtung gelangt, so muß das auch für biologische Mutanten gelten. Der Unterschied ist nur der, daß bei biologischen Mutationen es fast noch schwerer ist, den Vorgang zu verstehen, und es noch aussichtsloser erscheint, ihn exakt aufzuklären.

## Besprechungen.

NEEFF, F., *Der Geist der Wissenschaft*. Wissen und Wirken. Einzelschriften zu den Grundfragen des Erkennens und Schaffens. Herausgeber E. UNGERER. 17. u. 18. Band. Karlsruhe i. B.: G. Braun 1925. 131 S. 8°. Preis 2 Goldmark.

In welchem Sinne hier vom Geiste der Wissenschaft die Rede ist, auf welche Grundvoraussetzungen die Darlegungen vorliegender Schrift zurückgehen, das wird in der Kürze ausgesprochen von dem Heidelberger Philosophen WINDELBAND. „Keine frühere Zeit“, schreibt dieser (und auch der Verfasser zitiert seine Worte), „hat so viele Männer der Wissenschaft gesehen, die, anfangs mit den Aufgaben ihrer besonderen Dis-

ziplin beschäftigt, mehr und mehr sich zu den allgemeinen Fragen gedrängt fühlten und von sich selbst Rechenschaft über ihre eigene wissenschaftliche Tätigkeit verlangten. Mathematiker und Physiker, Physiologen und Biologen, Historiker und Psychologen haben diesen Prozeß durchgemacht. Ein wachsendes Bedürfnis nach philosophischer Vereinheitlichung führte die Forscher zusammen, und je weniger es ein metaphysisches System gab, in dessen Anschauungen man sich sachlich hätte zusammenfinden können, um so mehr begegnete man sich in den Überlegungen über das Wesen menschlicher Erkenntnis.“

Solcherart nun ist auch die vorliegende Schrift

erkenntnistheoretisch eingestellt, in dem Sinne also, daß auch sie einmal ihren Gegenstand, die Erkenntnis, eng begrenzt — welche Begrenzung besonders durch das Beiwort „wissenschaftlich“ bezeichnet wird — und sodann alle Reflexionen und Untersuchungen darüber isoliert anstellt, fern vor allem von den allgemein philosophischen und metaphysischen Voraussetzungen, mit denen sie innerlich verknüpft sind. Nur scheinbar steht dabei diese isolierte Erkenntnistheorie doch jedenfalls mit einem philosophischen System wenigstens in fester, ja engster Verbindung, nämlich mit dem Kantischen. Denn in Wahrheit handelt es sich dabei nur um eine einseitige, von gewissen Zeitströmungen geförderte Interpretation der Kantischen Philosophie; und nicht weil man der letzteren und ihren Prinzipien anhängt, stimmt man auch der dadurch gegebenen Erkenntnistheorie zu, sondern, umgekehrt, weil man das Wesen der letzteren nur in bestimmter Art auffaßt, richtet sich die Aufmerksamkeit auch auf die übereinstimmenden Momente, und nur auf diese, innerhalb der Kantischen Philosophie.

Alle kritischen Einwendungen nun, die man gegen solche erkenntnistheoretische Einstellung geltend machen kann, wird man also auch gegen die vorliegende Schrift erheben können. Sieht man aber hiervon ab und nimmt man jene erkenntnistheoretischen Grundannahmen, die heute noch bei so vielen, oder wohl den meisten, als unumstößlich gelten, als nun einmal gegeben hin, so wird man anerkennen dürfen, daß der Verfasser sein Thema gut und klar, in geordneter, wenn auch oft nicht sehr übersichtlicher Darstellung behandelt hat, vor allem auch mit einer gewissen Vorurteilslosigkeit und Unabhängigkeit von traditionellen Schulmeinungen, die gerade auf diesem Gebiete so oft sich einmischen und hervordrängen.

Der erste Hauptabschnitt handelt „von der Geschichte der Wissenschaften.“ Hier werden naturgemäß zunächst die Anfänge und ursprünglichen Grundlagen aller wissenschaftlichen Erkenntnis, wie sie, zum guten Teil noch heute richtunggebend, in der griechischen Philosophie hervortraten, ziemlich eingehend dargelegt. Im großen und ganzen wird man der hier gegebenen Darstellung als objektiver Würdigung zustimmen können, wenn auch im einzelnen wiederholt mancherlei Bedenken sich regen. So kann es z. B. zum mindesten leicht zu Mißverständnissen Anlaß geben, wenn die Lehre von PROTGORAS, wie sie deutlich schon in dem bekannten Satze hervortritt „der Mensch (nämlich jeder einzelne Mensch) ist das Maß der Dinge, der seienden, daß sie sind, der nichtseienden, daß sie nicht sind“ — wenn diese Lehre, die man allenfalls mit dem Worte Subjektivismus belegen könnte, als Relativismus bezeichnet wird. Der Verfasser bemerkt selbst, dieser Protagoreische Relativismus sei „nicht zu verwechseln mit den viel erörterten Gedanken der EINSTEINschen Relativitätstheorie, die gerade das Gegenteil, nämlich Unveränderlichkeit (Invarianz) der Beziehungen will“, während bei PROTGORAS der Erkennende eben nie zu bleibender Erkenntnis vordringen könne, sondern nur zu Augenblickseindrücken, die ihm die Sinne gewähren. Auf der anderen Seite läßt der Verfasser z. B. hinsichtlich der objektiven Würdigung gerade einer so großen Erscheinung wie des Aristoteles mancherlei vermissen. So ist es gewiß berechtigt, sich, wie es der Verfasser tut, gegen die Verkehrtheiten einer gewissen Teleologie zu wenden, gegen die Verführung des Denkens durch die „Zweckursache“, die dann leicht die Kausalerkenntnis ganz in den Hintergrund drängt, kurz gegen das, was Kant als „die faule Teleologie“ bezeichnet; aber es ist unberechtigt, mit

dieser letzteren die Aristotelische Lehre zu identifizieren und so aus dem hier gegebenen Verhältnis der teleologischen zur bloß ursächlichen Erklärung den Nachweis zu führen, „wie die Aristotelische Metaphysik einer fruchtbaren Naturforschung hinderlich den Weg verlegte.“ Und ebenso verkehrt ist es, wenn der Verfasser weiterhin erklärt: „Einen zweiten Hauptgrund für die Hemmung in der Entfaltung besonders der Naturwissenschaften durch die aristotelische Philosophie erblicken wir darin, daß sie trotz starker Betonung des Empirischen in einen spekulativen Begriffsrealismus verfiel und reale Zusammenhänge aus bloßen Begriffen ableiten wollte.“ „Wenn es als allgemeiner Zug des Dogmatismus angesehen werden muß, daß er Begriffe und Wirklichkeiten verwechselt, und wenn hierin der natürliche naive Verstand mit dem dogmatischen übereinstimmt, so trifft beides auf die aristotelische Begriffslehre zu.“ Es liegt in solchen Äußerungen ein völliges Verkennen des Wesens und der Grundelemente der aristotelischen Philosophie, und so ist es denn auch nicht weiter verwunderlich, daß aus dieser vom Verfasser sogar die Hemmung und rückläufige Entwicklung der wissenschaftlichen Erkenntnis im Mittelalter zum guten Teil hergeleitet werden, da sie doch hinreichend und deutlich genug aus den allgemeinen Kulturbedingungen sich erklären.

Frei von solchen einseitigen und irrtümlichen Auffassungen bringt der Verfasser dann die Entwicklung des wissenschaftlichen Geistes zur Darstellung, wie sie sich nach dem Bruch mit dem Mittelalter, der, wie es heißt, am entschiedensten und für immer auf dem Gebiete der Naturwissenschaften sich vollzog, auf ganz neuer Grundlage anbahnte. So führt er uns von den bahnbrechenden Meistern der Renaissance, wie LEONARDO, KOPERNIKUS, GALILEI, KEPLER, bis zu NEWTON, LEIBNIZ und vor allem KANT, endlich noch zu den neuesten Reformatoren wissenschaftlichen Geistes, wie ROBERT MAYER und EINSTEIN. Des ersten geniale Leistung in der Entdeckung des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft wird mit den Worten von ALOIS RIEHL charakterisiert: „Der Begriff der Größenübereinstimmung zwischen Ursache und Wirkung, der Konstanz der Größe der Ursache in der Wirkung ist die neue Anschauung von der Kausalität, welche alles, was der früheren Auffassung dieses Begriffs an Hypothetischem, Unbekanntem und Anthropomorphem anhaftete, endgültig beseitigt hat. Sie hat die beiden Grundsätze der Beharrlichkeit und der Verursachung der Veränderungen in ein Prinzip verschmolzen; es ist der größte Fortschritt der allgemeinen Wissenschaftslehre seit der Kritik der reinen Vernunft.“ Und das Neue des wissenschaftlichen Geistes, wie es in der Relativitätstheorie hervortritt, wird u. a. charakterisiert mit den Worten ERNST CASSIRERS: „Die Naturgesetze bedürfen, um aussprechbar zu sein, zwar immer irgendeines bestimmten Bezugssystems, aber ihr Sinn und Wert ist von der Individualität dieses Systems unabhängig und bleibt mit sich selbst identisch, welche Wandlungen dasselbe auch erfahren mag. Erst mit diesem Ergebnis stehen wir im eigentlichen Mittelpunkt der allgemeinen Relativitätstheorie. Jetzt erkennen wir, wo ihre wahrhaft letzten Konstanten, wo die Angelpunkte liegen, um die sie die Erscheinungen dreht. Sie sind nicht in besonderen gegebenen Dingen zu suchen, die als bevorzugte Bezugssysteme aus allen übrigen herausgehoben sind — wie die Sonne für KOPERNIKUS, der Fixsternhimmel für GALILEI und NEWTON noch solche Systeme waren. Wahrhaft invariant sind niemals irgendwelche Dinge, sondern immer nur gewisse Grundbeziehungen und funk-

tionale Abhängigkeiten, die wir in der symbolischen Sprache unserer Mathematik und Physik in bestimmten Gleichungen festhalten.“

Der zweite Hauptteil der Schrift handelt „Von der Struktur der Wissenschaften“. Hier werden im wesentlichen drei Hauptmethoden wissenschaftlicher Bearbeitung der Wirklichkeit unterschieden: die Bildung von *Gesetzen*, von *Geschichten*, von *Ganzen*. Es sind, wie der Verfasser dazu bemerkt, „*Methoden*, nicht Wissenschaften, nicht Wirklichkeiten. Das heißt, die genannten Methoden dienen der wissenschaftlichen Forschung nebeneinander als berechnete Forschungsweisen, um das Ziel möglichst vielseitiger Erfassung der Wirklichkeit zu erreichen.“

Am einfachsten und deutlichsten tritt hierbei das zutage, was der Verfasser als die Methode der Bildung von Gesetzen bezeichnet, wie sie vor allem in der Naturforschung im weitesten Umfange geübt wird. Dabei verdient es aber hervorgehoben zu werden, daß der Verfasser auf der einen Seite sich entschieden gegen die Festlegung und Verabsolutierung der mathematisch-exakten Wissenschaft zur Wissenschaft überhaupt wendet, auf der anderen Seite auch nachdrücklich Wert und Bedeutung des Subjektiven betont und nach verschiedenen Richtungen hin zur Darstellung bringt. Im Gegensatz zu all jenen, die, allzusehr in das Objektive versenkt, nur in diesem Sinne die mathematisch-experimentell-exakte Gesetzmäßigkeit begreifen, betont der Verfasser, „daß jeder Wahrnehmungsinhalt seinen inneren Halt erst durch einen Griff des Bewußtseins bekommt... Erst durch die Einheit des Ichgedankens werden die Wahrnehmungen aneinander gebunden, so daß sie festgestellt, festgesetzt werden können. In dem Akt der Zusammenfassung fesselt ein und dasselbe identische Ich die Wahrnehmungen aneinander und beharrt zwischen ihnen als ihre Einheit... Aus dieser Selbstgewißheit des unveränderlichen Ichgedankens überhaupt heraus ist alles Streben nach der Bildung von Gesetzen zu verstehen.“ Und demgemäß wird dann auch neben dem Rationalen ebenso das Irrationale selbst innerhalb der exaktesten Naturerkenntnis betont und anerkannt, wie nach seiner Bedeutung und seinem methodisch-wissenschaftlichen Werte in verschiedenen Richtungen zu würdigen gesucht.

Weniger einwandfrei als diese Darlegung der Methode der Bildung von Gesetzen ist die in engerem Rahmen gehaltene der Bildung von *Geschichten*, wie der Verfasser sie nicht ganz unmißverständlich bezeichnet. Zwar betont er auch hier ganz mit Recht gegenüber den einseitigen Vertretern mathematischer Exaktheit: „Es erscheint uns ein vergebliches Streben, die Geschichte als Wissenschaft zu charakterisieren, wenn von vornherein die Wissenschaft nur in mathematischer und gesetzmäßiger Formulierung der Beobachtungen anerkannt wird... Wird aber Wissenschaft nicht mit Gesetzeswissenschaft gleichgesetzt, wird sie, wie wir es tun, als organisches Werkgefüge in ihrer Vielseitigkeit und Gegenseitigkeit im Sinne sich ergänzender theoretischer Bearbeitungen des Wirklichen verstanden, so steht nichts im Wege, die Eigenart der geschichtlichen Methodik der Eigenart gesetzlicher Methodik gegenüberzustellen.“ Aber diese Gegenüberstellung erfolgt dann im Sinne einer viel zu starken und schroffen generellen Verschiedenheit, wenn z. B. gesagt wird: „Die geschichtliche Forschung will nicht feststellen, daß, wenn das eine geschieht, dann das andere notwendig und immer geschehen muß. Sie will gerade diese Zeitlosigkeit nicht, sondern sie will die Zeitlichkeit aufdecken. Sie will nicht das Generelle, sondern das

Individuelle, Besondere. Historie fragt nicht, was *müßte* folgen, wenn diese oder jene Bedingung erfüllt würde, sondern sie berichtet schlicht, was *ist* erfolgt zu jener besonderen Zeit, an jenem besonderen Ort, als damals diese eigenartige Lage bestand...“ Daß es sich hier nur um eine ganz unzulängliche, weil einseitig begrenzte und beschränkte Auffassung vom Wesen der Geschichte handelt, selbst dann handelt, wenn man sie nur im engeren Sinne als politische und Kulturgeschichte begreift (aber daneben gibt es doch z. B. auch eine Geschichte der Wissenschaft, der Erkenntnis, auch eine Geschichte der Natur), das hätte sich dem Verfasser u. a. schon aus den tiefen Gedanken ergeben können, mit denen HEGEL, der größte aller Philosophen der Geschichte, deren Wesen und ihre Methodik erleuchtet hat. Aber bei der Stellungnahme des Verfassers ist es erklärlich, daß er im Gegenteil schon am Schluß des ersten Hauptabschnittes dem freilich vielfach verbreiteten Vorurteil Raum gibt, als habe gerade HEGEL durch philosophische Abstraktionen das pulsierende Leben in der Geschichte und die historischen Mächte vergewaltigt. Der Verfasser beruft sich dabei u. a. besonders auf LEOP. VON RANKE, der sagt, daß nach dieser Ansicht HEGELS und seiner Schule bloß die Idee ein selbständiges Leben haben würde, alle Menschen aber alsdann bloße Schatten oder Schemen wären, welche sich mit der Idee erfüllten. Allein es handelt sich dabei eben um ein bloßes Mißverstehen, welches auch durch die Autorität RANKES, dessen Bedeutung ja übrigens auch auf dem Gebiete der Geschichtsforschung und Geschichtsschreibung, nicht der historischen Methodologie liegt, der sich im übrigen nur dem verbreiteten Anti-Hegelschen Vorurteil seiner Zeit angeschlossen hatte, in keiner Weise gehoben oder auch nur gemildert wird.

Indem der Verfasser schließlich auch von der Methode der Bildung von *Ganzen* handelt, so versteht er unter letzteren jene organische Einheit, welche einerseits Gegenstand der biologischen Forschung, andererseits der Kulturforschung ist, je nachdem das organische Ganze ein triebhaftes, aus bloßen Naturkräften gebildetes, oder ein vom menschlichen Bewußtsein geschaffenes und getragenes Gebilde ist. Das methodologische Verfahren der Ganzheitsforschung ist von dem der Gesetzesforschung durchaus verschieden. Während z. B. der Physiologe sein Hauptinteresse auf gesetzmäßige Beziehungen im Organismus richtet, betrachtet der Ökologe, der Biologe im engeren Sinne, die Ganzheitsbeziehungen des Organismus; und während der Gesetzesforscher von dem einzigen Gesichtspunkte geleitet wird, zahlenmäßige Beziehungen zwischen Ursache und Wirkung festzusetzen, deren Größenübereinstimmung in Gleichungen auszudrücken, sucht der Ökologe das Zusammenstimmen der Organe und ihrer Leistungen in einem zweckvollen Ganzen aufzudecken; und wenn nun auch schon der Gesetzesforscher in der Identität seines Ichbewußtseins den Grund zum identifizierenden Erkennen in der Beziehung von Ursache und Wirkung antrifft, so finden wir erst recht auch für die Erkenntnis vom Ganzen in uns selbst die Voraussetzung in unserem Ichbewußtsein, sofern es als eine letzte Gegebenheit Ganzheitscharakter besitzt.

Der dritte und letzte Hauptabschnitt der Schrift endlich handelt „von dem Wert der wissenschaftlichen Methoden für die Erkenntnis“. Der Verfasser betont gleich am Eingange, es sei nicht seine Absicht, mit seiner Dreiteilung (Gesetze, Geschichten und Ganze) eine Beschränkung der Methodik vorzunehmen. „Es kommt uns vielmehr darauf an, gegenüber monistischen

Übergriffen und Beschränktheiten auf die Mannigfaltigkeit und den Reichtum geistiger Arbeitsweisen hinzuweisen, die nur in drei typischen Hauptrichtungen aufgezeigt werden sollen.“ Auch hier betont er nachdrücklich das subjektive Moment und erweist aus denen gegenüber, die allzu einseitig im Sinne mathematischer Exaktheit vorgehen wollen, auf das Wort MAX PLANCKS, das Ziel sei „die vollständige Loslösung des physikalischen Weltbildes von der Individualität des bildenden Geistes . . . nicht aber von dem bildenden Geist überhaupt — denn das wäre ein widersinniges Beginnen“. Indessen fehlt es auch jetzt nicht an Einseitigkeiten, die man gerade bei der im allgemeinen unbefangenen Einstellung der Schrift gern vermieden gesehen hätte. So heißt es z. B.: „Andererseits aber besteht die Gefahr, daß schrankenloses „synthetisches“ Schauenwollen, wie es unklaren phantastischen Köpfen besonders auch in unserer Zeit vorschwebt, die metho-

dische Sicherheit und Folgerichtigkeit verläßt und auf Abwege gerät, auf denen am Ende gerade keine Synthese des Wahrgenommenen erreicht wird, sondern vielmehr ein Durcheinander und vielerlei Verwechslungen entstehen, die fruchtbares Vorwärtsschreiten zu klaren Ergebnissen der Forschung hindern, ja geradezu unmöglich machen.“ Anscheinend denkt der Verfasser hier an das geistige Schauen, die Intuition. Aber man hätte wünschen mögen, daß er auch und gerade mit dieser erkenntnistheoretisch so bedeutungsvollen Frage, statt ihr nur ein paar beiläufig abweisende Bemerkungen zu widmen, sich etwas eingehender auseinandergesetzt hätte. Daß dies nicht geschehen, ist vielleicht der Hauptmangel der Schrift, die im übrigen ja, wie schon gesagt, mancherlei Gutes bringt und nach verschiedenen Richtungen hin wertvolle Anregungen zu bieten vermag.

M. KRONENBERG, Berlin.

## Zuschriften und vorläufige Mitteilungen.

### Zur Theorie des Sehens.

In einem kürzlich in dieser Zeitschr. (H. 4, S. 66. 1925) erschienenen Artikel hat Herr S. HECHT eine Theorie des Sehens entwickelt. In dieser nimmt der Verfasser an, daß der Prozeß des Sehens aus zwei Reaktionen besteht, aus der reinen photochemischen Reaktion, welche die Zersetzung des Sehpurpurs hervorruft, und aus der dunklen Reaktion, welche zur Restitution des Purpurs führt. Die erste Reaktion ist wie jede photochemische Reaktion monomolekular.

Diese Theorie über den Mechanismus des Sehens ist nicht neu. Ihre erste mathematische Entwicklung aus den oben genannten Hypothesen habe ich in Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 154, 459. 1913 veröffentlicht. Später habe ich darüber kurz in den Naturwissenschaften (H. 52, S. 1123. 1922) und dann auch in französischen und amerikanischen Zeitschriften berichtet<sup>1)</sup>.

Im Jahre 1918 hat Herr PÜTTER<sup>2)</sup> eine identische Erklärung des Sehens gegeben.

Was die dunkle Reaktion der Restitution des Purpurs betrifft, so habe ich für die mathematische Entwicklung der Theorie angenommen, daß diese Reaktion eine solche erster Ordnung ist; diese Annahme war vollkommen natürlich, da zu dieser Zeit kein Grund vorhanden war, eine andere Ordnung zu wählen. Die Hypothese, daß die Reaktion eine solche erster Ordnung ist, war die einfachste. Und die Übereinstimmung zwischen dieser Hypothese und dem Experiment ist, wie ich nachgewiesen habe, eine sehr gute.

Herr PÜTTER hat sich in seiner Arbeit ebenfalls auf den Boden dieser Hypothese gestellt.

Herr HECHT behauptet, daß die Restitution des Purpurs eine Reaktion zweiter Ordnung bildet, und daß die monomolekulare Reaktion dem Experiment vollkommen widerspricht. Herr HECHT vergleicht zum Beweise seiner Behauptung eine Kurve für eine monomolekulare Reaktion mit einer solchen für eine bimolekulare Reaktion und zeigt, daß diese beiden Kurven vollkommen verschieden verlaufen und nur die bimolekulare Kurve mit den experimentellen Daten der fovealen Adaptation übereinstimmt. Diese Anschauung des Herrn HECHT halte ich für irrtümlich. Zur Stütze dieser meiner Anschauung muß ich hier

kurz die Resultate angeben, welche die beiden Hypothesen für den Schwellenwert der Empfindung geben.

Die Hypothese, welche ich in meinen Arbeiten entwickelt habe<sup>1)</sup>, führt zu folgender Formel:

$$J = \frac{A}{B - C e^{-\alpha t}} \dots \dots \dots (I)$$

A, B, C sind die Konstanten, J ist die Intensität des Lichtes beim Schwellenwert der Empfindung.

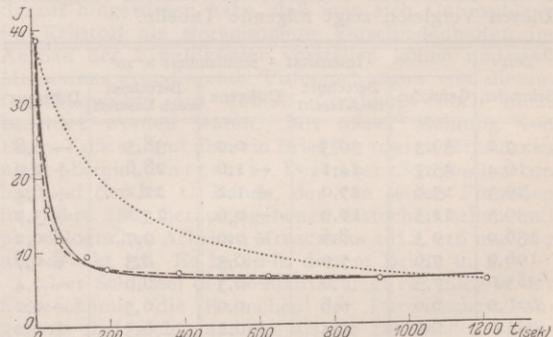
Wie man aus der Kurve des Herrn HECHT errechnen kann, hat er folgende spezielle Kurve angenommen:

$$J = \frac{100}{32,5 - 30 e^{-0,0009 t}} \quad (J \text{ nach HECHT})$$

Wir können aber für die monomolekulare Reaktion auch andere Konstanten wählen und Formel (I) folgendermaßen schreiben:

$$J = \frac{100}{15,5 - 13,5 \cdot e^{0,0009 t}} \quad (J \text{ nach LASAREFF})$$

In diesem Falle bekommen wir eine Kurve, welche mit der bimolekularen Hechtschen innerhalb der Beobachtungsfehler zusammenfällt, wie es aus der beistehenden Figur zu erkennen ist.



Verlauf der Restitutionsreaktion des Sehpurpurs.  
 ..... monomolekular nach HECHT.  
 ————— monomolekular nach LASAREFF.  
 - - - - - bimolekular nach HECHT.

<sup>1)</sup> P. LASAREFF, Journ. de chim. phys. 21, 231. 1924; P. LASAREFF, Science 59, 369. 1924.

<sup>2)</sup> A. PÜTTER, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 171, 201. 1918.

<sup>1)</sup> P. LASAREFF, Ionentheorie der Reizung. Abhandlungen und Monographien aus dem Gebiete der Biologie und Medizin H. 3, S. 18. Bern und Leipzig 1923.

Wir sehen somit zweierlei:

1. Unsere Behauptung, daß man aus dem Experiment nicht folgern kann, ob die Reaktion der Restitution des Purpurs einen monomolekularen oder bimolekularen Verlauf zeigt, ist vollkommen berechtigt.

2. Herr HECHT hat nur eine spezielle Kurve genommen, welche sehr weit von den experimentellen Daten entfernt verläuft.

Aus dem Gesagten können wir schließen,

1. daß der Mechanismus des Sehens, welchen Herr HECHT annimmt, schon vorher von mir und später von Herrn PÜTTER bewiesen ist;

2. daß die Annahme des monomolekularen Charakters der Regenerierungsreaktion des Sehpurpurs ebenso berechtigt ist wie die des bimolekularen Charakters.

Um diese Frage nach der Ordnung der Regenerierungsreaktion entscheiden zu können, muß man entweder die Experimente auf längere Adaptationszeiten ausdehnen oder die Adaptationsmessungen mit viel größerer Genauigkeit ausführen.

In einer speziellen Abhandlung, welche im Journ. f. Psychol. u. Neurol. erscheinen wird, werde ich zeigen, daß die Annahme einer monomolekularen oder einer bimolekularen Reaktion nur eine erste Annäherung an die Wirklichkeit geben kann und daß in Wirklichkeit die Reaktion aus vielen Reaktionen der gleichen Ordnung zusammengesetzt ist.

Moskau, März 1925.

P. LASAREFF.

\* \* \*

Von den zwei Punkten, die Herr LASAREFF aufführt, braucht uns hier nur einer zu beschäftigen, nämlich die Kinetik der Dunkeladaptation, da seine Diskussion den anderen Punkt automatisch einschließt. Meine ursprüngliche Kritik besagt, daß die Daten der Dunkeladaptation durch die Kinetik einer monomolekularen chemischen Reaktion, wie es Herrn LASAREFFS Gleichung annimmt, nicht exakt genug ausgedrückt werden. Dem hält Herr LASAREFF entgegen, daß seine Gleichung meine Daten der Dunkeladaptation der Fovea ausdrücke unter der Voraussetzung, daß man den drei Konstanten bestimmte Werte gebe. Die einfachste Antwort darauf ergibt sich, wenn man die experimentell gewonnenen Werte<sup>1)</sup> erstens mit den für die Bedingungen der bimolekularen Reaktion und zweitens mit den durch Herrn LASAREFFS Formel<sup>2)</sup> berechneten vergleicht. Diesen Vergleich zeigt folgende Tabelle.

Zeit Sekunden	Intensität - millilambert × 10 <sup>4</sup>				
	Gefunden	Berechnet nach Hecht	Differenz	Berechnet nach Lasareff	Differenz
7,1	39,3	39,3	0,0	38,5	- 0,8
16,4	25,7	24,1	- 1,6	28,6	+ 2,9
29,3	15,8	17,0	+ 1,2	22,2	+ 6,4
59,5	11,5	10,9	- 0,6	15,2	+ 3,7
136,0	9,5	8,6	- 0,9	9,7	+ 0,2
196,0	7,6	7,9	+ 0,3	8,3	+ 0,7
385,0	7,3	7,0	- 0,3	6,9	- 0,4
626,0	6,6	6,6	0,0	6,5	- 0,1
925,0	6,3	6,4	+ 0,1	6,5	+ 0,2
1217,0	5,5	6,3	+ 0,8	6,5	+ 1,0
Summe der Differenzen:			5,8		16,4

<sup>1)</sup> S. HECHT, Journ. gen. physiol. 4, 113. 1921.

<sup>2)</sup> Herrn LASAREFFS Gleichung ist offenbar wesentlich falsch angegeben. Erstens muß  $\alpha$  negativ sein. Zweitens ist es klar, daß  $\alpha = 0,003$  auf die Basis 10, und nicht  $e$  bezogen ist. Sonst gibt seine Gleichung keine vernünftigen Werte.

Einige andere Werte, die ich für diese Konstanten versucht habe, ergaben keine besseren Resultate. Es wird durch diesen Vergleich klar, daß eine monomolekulare Reaktion, wie sie Herrn LASAREFFS Gleichung zugrunde liegt, die Dunkeladaptation der Zapfen nicht so gut ausdrückt wie eine einfache bimolekulare Reaktion, besonders während der ersten 120 Sekunden, innerhalb deren der Vorgang fast vollständig ist. Außerdem ist der Wert von  $J$ , nach Herrn LASAREFFS Gleichung berechnet, bei 0 Sekunden  $50,0 \times 10^{-4}$  ml, während die Experimente<sup>1)</sup> zeigen, daß noch bei 2 Sekunden die Schwellenintensität  $140 \times 10^{-4}$  ml und daß bei  $t = 0$ , sie am wenigsten 2mal so groß ist.

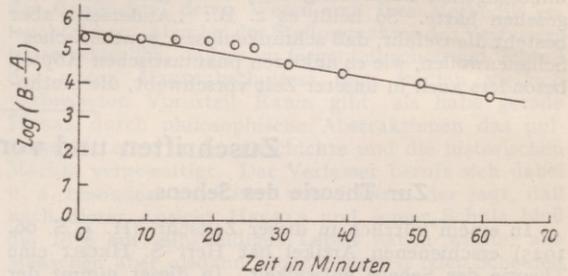


Fig. 1.

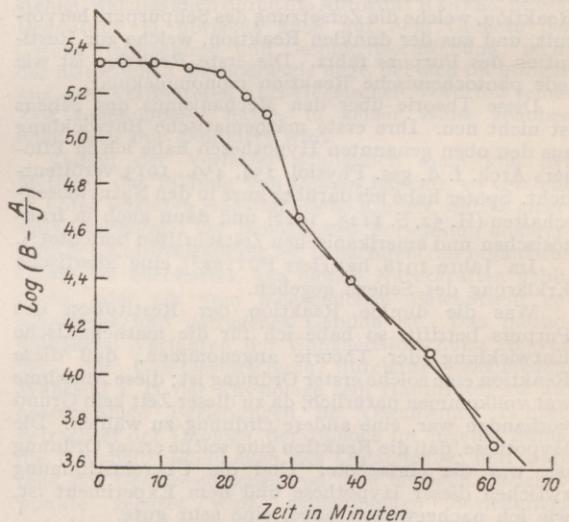


Fig. 2.

Die Theorie ist daher für die Zapfen unbrauchbar. Kann man sie vielleicht für die Stäbchen brauchen? Herr LASAREFF sagt oben, daß die Übereinstimmung zwischen seiner Theorie und dem Experiment „eine sehr gute“ ist. Benutzen wir jetzt die bekannten Daten NAGELS, die Herr LASAREFF<sup>1)</sup> selbst braucht, um die Wahrheit seiner Theorie zu beweisen. Wie er gezeigt hat, kann seine Gleichung auf die Form einer geraden Linie gebracht werden:

$$\log \left( B - \frac{A}{J} \right) = -\alpha t + \log C.$$

Um zu zeigen, daß seine Theorie wirklich die Daten

<sup>1)</sup> P. LASAREFF, Arch. f. d. ges. Physiol. 155, 310. 1914.

ausdrückt, gibt er die Figur 1, die, was die Verhältnisse anlangt, hier genau wiedergegeben ist.

Man bemerkt in dieser Figur, daß der Abstand der extremsten Punkte auf der Abszisse 8mal so groß ist wie auf der Ordinate. Um zu sehen, welche Beziehungen *wirklich* zwischen  $\log\left(B - \frac{A}{J}\right)$  und  $t$  bestehen, wurden die Punkte in ein Koordinatensystem gebracht, dessen Ordinaten und Abszissen besser vergleichbar sind (s. Fig. 2).

Es ist augenscheinlich, daß keine einzige gerade Linie gezogen werden kann, die alle Punkte einschließt. Die Linie, die von Herrn LASAREFF gezogen wurde, schließt nur die Punkte nach 30 Minuten Adaptation ein, *wenn der Vorgang, wie es von Fig. 3 klar ist, schon fast vorüber ist*. Die Genauigkeit, mit welcher eine bimolekulare Gleichung die Daten wiedergibt, kann man beurteilen nach den vielen Experimenten, die sich in meinen früheren Arbeiten<sup>1)</sup> finden, wie auch nach der folgenden Figur, die dieselben Daten NAGELS benutzt.

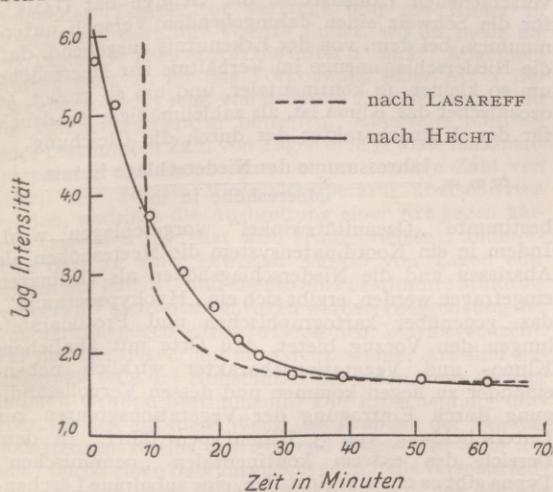


Fig. 3.

Die Schlußfolgerungen sind klar. Herrn LASAREFFS Theorie, obwohl sie mathematisch findig ist und wahrscheinlich viel Wahres enthält, ist nicht imstande, die experimentellen Werte der Dunkeladaptation auszudrücken; gewiß nicht so gut wie eine einfache bimolekulare Reaktion<sup>2)</sup>.

Boston (U. S. A.), Juni 1925. SELIG HECHT.

### Der Schmelzpunkt des Hafniumoxydes.

Herr Prof. G. VON HEVESY übersandte dem Unterzeichneten für Schmelzpunktsbestimmungen reines Zirkonoxyd ( $ZrO_2$ ) sowie zwei Proben von Hafniumoxyd ( $HfO_2$ ), dem 7,0 bzw. 48,9 Gewichtsprozent Zirkonoxyd beigemischt waren. Die Messungen wurden unter freundlicher Hilfe von Frl. Dr. LAX in den Räumen der Studiengesellschaft für elektrische Beleuchtung (Osramkonzern) ausgeführt, wo ein bis  $3000^\circ C$  verwendbarer Wolframrohrföfen (Zeitschr. f. techn. Phys. 10,

<sup>1)</sup> S. HECHT, Journ. gen. physiol. 2, 499. 1920.

<sup>2)</sup> Ich möchte hier einen kleinen Fehler, der sich in meiner Arbeit findet, verbessern. Im Abschnitt X, muß es statt  $\frac{I}{\log I}$ ,  $\log \frac{I}{I}$  heißen.

473. 1924) zur Verfügung stand. Zur Temperaturmessung diente das in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt gebaute und geeichte Farbglaspyrometer für kleine Objekte (Zeitschr. f. Phys. 32, 799. 1925). Bei jeder Schmelze kam etwa 0,1 g Material in Gestalt eines kleinen Zylinders zur Verwendung, der auf einem Wolframschiffchen liegend in die Mitte des 10 cm langen Heizrohrs geschoben wurde. In der Stickstoff-Wasserstoffatmosphäre des Ofens und in Gegenwart des leicht oxydierbaren Wolframs fand während des Schmelzens eine teilweise Reduzierung des Zirkon- und Hafniumoxyds statt. Hierbei nahm das noch kurz vor dem Schmelzpunkt fast weiße Material eine dunkle metallisch glänzende Färbung an.

Da die Oxydstücke deutlich sichtbar sein mußten, um den Augenblick ihres Schmelzens feststellen zu können, so durften sie nicht innerhalb eines vollständig schwarzen Körpers angeordnet werden. Aus diesem Grund blieb das Wolframrohr des Ofens an beiden Enden offen, so daß das glühende Oxyd vor einem dunklen Hintergrund erschien. Dennoch sind die beobachteten „schwarzen“ Temperaturen praktisch gleich den wahren Temperaturen, da sich zeigte, daß ein kleines in dem Schmelzmaterial angebrachtes Bohrloch, das als schwarzer Körper strahlte, sich in der Helligkeit nicht von der freien Oberfläche des Oxyds unterschied.

Für die Schmelztemperaturen ergaben sich folgende Zahlen:

$ZrO_2$ (rein)	$2960 \pm 20^\circ$ abs. (7 Schmelzen)
$0,51 HfO_2 + 0,49 ZrO_2$	$3026 \pm 20^\circ$ „ (2 Schmelzen)
$0,93 HfO_2 + 0,07 ZrO_2$	$3072 \pm 20^\circ$ „ (3 Schmelzen)

Hiernach steigt die Schmelztemperatur etwa proportional mit dem Gehalt an  $HfO_2$ . Durch Extrapolation erhält man als Schmelztemperatur für

$$HfO_2 \text{ (rein)} \quad 3085 \pm 25^\circ \text{ abs.}$$

Berlin-Charlottenburg, den 28. Juni 1925.

Physikalisch-Technische Reichsanstalt.

F. HENNING.

### Bemerkungen über einige Vererbungslehren.

In seinem Aufsatz in Heft 24, S. 528 dieser Zeitschrift äußert Herr FICK die Meinung, daß er wohl als erster darauf hingewiesen habe, daß man sich Unterschiede im Erbstoff als stereoisomere Verschiedenheiten im Aufbau der Eiweißkörper vorstellen könne und daß MIESCHERS grundlegende Untersuchungen von diesem Gesichtspunkte aus damals überhaupt noch nicht beachtet worden wären. Mit dieser Meinung von Herrn FICK stimmt aber ein Brief FRIEDRICH MIESCHERS nicht überein, den er am 17. Dezember 1892 geschrieben hat und der im 1. Bande, der von seinen Freunden im Jahre 1897 herausgegebenen histochemischen und physiologischen Arbeiten MIESCHERS auf S. 116 und 117 abgedruckt ist. Es heißt in diesem Briefe u. a.:

„Der Schlüssel der Sexualität liegt für mich in der Stereochemie, die ‚Keimchen‘ der Darwinschen Pangenesis sind nichts anderes als die zahlreichen asymmetrischen Kohlenstoffatome in den organisierten Substanzen... Bei den enormen Molekülen der Eiweißkörper... erlauben die vielen asymmetrischen Kohlenstoffatome eine so kolossale Menge von Stereoisomeren, daß aller Reichtum und alle Mannigfaltigkeit erblicher Übertragungen ebenso gut darin ihren Ausdruck finden können als die Worte und Begriffe aller Sprachen in den 24–30 Buchstaben des Alphabets. Es ist deshalb überhaupt überflüssig, aus der Ei-

oder Spermazelle oder der Zelle überhaupt eine Vorratskammer zahlloser chemischer Stoffe zu machen, deren jeder der Träger einer besonderen erblichen Eigenschaft sein soll (DE VRIES Pangenesis). Protoplasma und Kern, das muß ich aus meinen Untersuchungen annehmen, bestehen nicht aus zahllosen chemischen Stoffen, sondern aus ganz wenigen chemischen Individuen von allerdings vielleicht sehr komplizierten chemischen Bau.“

Mannheim, den 16. Juni 1925.

Laboratorium der städt. Krankenanstalten.

E. J. LESSER.

### Über die Deformation des Raumgitters bei kaltbearbeiteten Metallen.

Wenn man kaltgezogene Metallfäden nach der

Methode von DEBIJE und SCHERRER untersucht und dabei eine Kamera mit großem Auflösungsvermögen verwendet, findet man die Interferenzlinien verbreitert. Bei Wolfram ist diese Verbreiterung so stark, daß das  $K_{\alpha}$ -Dublet wie eine einzige diffuse Linie erscheint. Nach Erhitzen auf  $900^{\circ}$  C während 10 Minuten zeigt der Faden wieder scharfe Interferenzlinien. Diese Verbreiterung der Linien deutet auf eine Veränderung der Gitterkonstante von ungefähr  $2\%$ . Bei den weichen Metallen wie Blei und Kupfer konnte eine Verbreiterung nicht wahrgenommen werden, dagegen gelang dies beim Eisen und sehr deutlich auch beim Platin.

Eindhoven, den 30. Juni 1925.

Phys. Laboratorium der  
N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken.

A. E. VAN ARKEL.

## Pflanzengeographische Mitteilungen.

Der Zusammenhang zwischen Klima und Grenzen der Pflanzenareale. Schon seit Beginn der pflanzengeographischen Forschung hat man sich bemüht, für die engen Beziehungen, die zwischen Klima und Pflanzenverbreitung bestehen, auch einen zahlenmäßigen Ausdruck zu finden. Die Zeit liegt noch nicht allzu weit zurück, wo man sich die Lösung dieser Frage ziemlich einfach dachte und sich berechtigt glaubte, aus dem Komplex der zahlreichen, das Pflanzenleben beeinflussenden Faktoren einen einzelnen als den allein für einen bestimmten Grenzverlauf maßgebenden ansehen zu dürfen, und bei der dem Blick sich ohne weiteres als vielfach überragend sich aufdrängenden Bedeutung der Wärme für die Verteilung der Pflanzendecke auf der Erdoberfläche war man besonders geneigt, in bestimmten, aus den Angaben der meteorologischen Stationen entnommenen Werten das bestimmende Moment zu erblicken und, neben der Berechnung der sog. Wärmesummen, vor allem auf den Vergleich der Pflanzengrenzen mit dem Verlauf von Isothermen entscheidendes Gewicht zu legen. Seither hat dann allerdings die vertiefte Entwicklung, die die Pflanzengeographie in physiologischer Hinsicht nahm, zu der Erkenntnis geführt, daß einerseits die meteorologischen Mittelwerte durchaus nicht das tatsächliche Pflanzenklima am natürlichen Standort widerspiegeln und daß andererseits das ganze Problem infolge des innigen, eng miteinander verflochtenen Zusammenwirkens der zahlreichen Faktoren unendlich viel komplizierter ist. So ist man auf der einen Seite vielfach zu einem mehr oder weniger bestimmt ausgesprochenen Verzicht auf die Erreichung des der älteren Erforschung der „Vegetationslinien“ vorschwebenden Zieles gekommen; so hat insbesondere BROCKMANN-JEROSCH unter Bezugnahme auf die Baumgrenze die Abhängigkeit der Erscheinungen von dem durchschnittlichen Gesamtcharakter des Klimas betont und ausgeführt, daß hier von zahlenmäßigen Regeln, wenn überhaupt, doch nur in sehr bescheidenem Umfange die Rede sein kann. Auf der anderen Seite fehlt es aber auch in der neueren Literatur nicht an Versuchen, durch eine den pflanzengeographischen Bedürfnissen Rechnung tragende Vervollständigung der meteorologischen Messungen und durch Verbesserung der Rechenmethoden doch noch zu einer festeren klimatologischen Umgrenzung der Pflanzenareale zu gelangen, wobei die Waldbäume entsprechend ihrer besonderen Eignung zur Charakterisierung regional-klimatischer Lebensräume zumeist in erster Linie herangezogen werden. In Ansehung der

verschiedenen Höhenstufen der Gebirge hat GAMS<sup>1)</sup> für die Schweiz einen dahingehenden Versuch unternommen, bei dem, von der Erkenntnis ausgehend, daß die Niederschlagsmenge im Verhältnis zur Meereshöhe um so kleiner, je kontinentaler, und um so größer, je ozeanischer das Klima ist, als zahlenmäßiger Ausdruck für den Klimacharakter der durch die Gleichung

$$tg \omega = \frac{\text{Jahressumme der Niederschläge in mm}}{\text{Meereshöhe in m}}$$

bestimmte „Ozeanitätswinkel“ vorgeschlagen wird. Indem in ein Koordinatensystem die Meereshöhen als Abszissen und die Niederschlagshöhen als Ordinaten eingetragen werden, ergibt sich ein „Hyoehypogramm“, das gegenüber kartographischen und Profilardstellungen den Vorzug bietet, daß Orte mit ähnlichem Klima- und Vegetationscharakter wirklich nebeneinander zu liegen kommen und dessen Vervollständigung durch Eintragung der Vegetationsgrenzen zur Unterscheidung von 3 Klimatypen führt. In dem Bereich des extrem kontinentalen „penninischen“ Typus gibt es nur 2 Waldstufen, eine subalpine Lärchen-Arvenstufe und darunter eine Föhrenstufe; dem gemäßigten „helvetischen“ Typus entspricht in den wärmsten Gegenden (z. B. in der nordalpinen Föhnzone) ein Eichenmischwald als unterste Stufe, darüber folgt die Buchenstufe, die sehr breite, vielfach bis zur heutigen Waldgrenze gehende Fichtenstufe und endlich die subalpine Alpenrosen- bzw. Krummholzstufe; in dem am vollkommensten am Alpenfuß entwickelten „insubrischen“ Typus schließlich fehlen die Nadelwälder vielfach ganz, indem die auf die Eichenstufe folgende Buchenstufe bis zur Waldgrenze geht. Die Extreme für die Schweiz bilden Grächen mit einer Ozeanität von nur  $18^{\circ}$  und andererseits Brissago mit einer Ozeanität von  $83^{\circ} 55'$ . Das Verfahren, das den Vorzug besitzt, sich auf von zahlreichen Stationen vorliegende brauchbare Zahlen stützen zu können, eignet sich nur für kleinere Gebiete, weil bei größeren durch den Einfluß der Breitenlage eine Verschiebung der relativen Höhen eintritt. Dagegen hat ENQUIST<sup>2)</sup> eine

<sup>1)</sup> H. GAMS, Die Waldklimata der Schweizer Alpen, ihre Darstellung und Geschichte. Verhandl. d. Naturforsch.-Ges. Basel 35, 262–276. 1923.

<sup>2)</sup> F. ENQUIST, Sambandet mellan klimat och växtgränser. (Der Zusammenhang zwischen Klima und Pflanzengrenzen.) Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. 46, 202–213. 1924.

Methode ausgearbeitet, welche, auf die Temperaturverhältnisse allein sich gründend, die Grenzen der Horizontalverbreitung in ihren Beziehungen zum Klima schärfer zu erfassen sucht. E. berechnet aus dem Beobachtungsmaterial zahlreicher Stationen in Mittel- und Nordeuropa die Frequenz, mit der die verschiedenen Temperaturgrade vorkommen und konstruiert für die täglichen Maxima und Minima „Dauerkurven“ mit der Zahl derjenigen Tage pro Jahr, an denen die betreffenden Extreme überschritten werden, als Abszissen und den Gradzahlen als Ordinaten; die so für Stationen von verschiedener geographischer Lage erhaltenen Kurven lassen die Klimatypen auch in ihren feineren Abstufungen deutlich hervortreten. Durch Vergleich solcher Kurvenpaare für Stationen, die teils innerhalb, teils außerhalb des Verbreitungsbereiches bestimmter Baumarten bzw. an deren Verbreitungsgrenze gelegen sind, findet E. z. B., daß die Rotbuche in Europa dort ihre Nordostgrenze erreicht, wo weniger als 217 Tage Maxima über 7° haben, während die Stechpalme 345 Tage mit einer 0° übersteigenden Temperatur verlangt und die Kiefer in Westeuropa dort ihre Grenze findet, wo an mehr als 275 Tagen die Temperatur nie unter 0° sinkt. Allgemein müssen nach E. für das Vorkommen jeder Art 4 Bedingungen erfüllt sein, von denen je 2 die Maximal- und die Minimaltemperatur betreffen. Einerseits muß an einer bestimmten Zahl von Tagen eine gewisse Maximaltemperatur und ebenso an einer bestimmten Zahl von Tagen eine gewisse Minimaltemperatur überschritten werden, wodurch die Ausbreitung einer Art gegen kältere Gegenden begrenzt wird (Kältengrenzen); andererseits darf an einer gewissen Anzahl von Tagen eine bestimmte Höchst- und ebenso eine bestimmte Mindesttemperatur nicht überschritten werden (Begrenzung der Ausbreitung gegen wärmere Gegenden, Wärmegrenzen). Für den Gesamtverlauf der Grenzen einer Art sind naturgemäß teils die Konstanten der einen, teils die der anderen Gruppe bestimmend. Die Entscheidung darüber, ob sich auf diese Weise das Problem der Vegetationsgrenzen restlos befriedigend lösen läßt oder ob nicht durch einen teils ausgleichenden, teils verschärfenden Einfluß der Niederschlagsmengen und durch edaphische Verhältnisse stärkere Modifikationen herbeigeführt werden können, als E. einzuräumen geneigt ist, muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben; auf jeden Fall bedeutet aber die Enquistsche Methode, die übrigens ebenso wie die von GAMS auch interessante Ausblicke auf florengeschichtliche und paläoklimatische Fragen zuläßt, einen wesentlichen Fortschritt zur Bestimmung der thermischen Vegetationskonstanten.

Die Genesis der Alpenflora. Das im Jahre 1910 bereits von L. DIELS in einer gedankenreichen Arbeit behandelte Thema hat neuerdings BRAUN-BLANQUET (Verhandl. d. Naturforsch.-Ges. Basel 35, 243—261, 1923), unter stärkerer Heranziehung auch florenentwicklungsgeschichtlicher Gesichtspunkte erörtert. Er betont besonders den starken Anteil, den die tertiäre Mediterranflora an dem Zustandekommen der Alpenflora gehabt hat; die alpinen Vertreter einer großen Zahl von Gattungen entstammen mediterranen Verwandtschaftskreisen, wobei es sich zum Teil um alpine Formen handelt, die sich von Parallelarten der Tiefländer abgespalten haben, zum Teil aber auch um uralte Sippen der mediterranen Gebirge, denen Anknüpfungspunkte in der heutigen Ebenenflora fehlen. Auch zahlreiche paläogene Endemismen von relikartigem Charakter sind mediterranen Stammes; sie haben ihre Hauptzentren im südwestlichen und südöstlichen

Alpenflügel als den Gebieten, die am wenigsten von den Eiszeiten in Mitleidenschaft gezogen worden sind, während die progressiven, polymorphen Formenkreise (z. B. *Hieracium*, *Alchemilla*, *Euphrasia* usw.) angehörigen neogenen Endemismen sich gerade in den zur Eiszeit stark vergletscherten Gebieten auffällig anhäufen. Während die Alpenkette nur eine einzige, ihr ausschließlich eigene endemische Gattung (die südwestalpine Komposite *Berardia*) besitzt, sind die viel niedrigeren und weniger ausgedehnten, aber älteren Flankengebirge der Balkanhalbinsel und der Pyrenäen an Gattungsendemismen reicher und besitzen daneben noch eine sehr beträchtliche Zahl von endemischen Arten, so daß die Zentralalpen im Spättertiär viel eher der empfangende, die angrenzenden südeuropäischen Gebirge aber der gebende Teil gewesen sein dürften; viele Verbreitungsverhältnisse lassen sich am besten durch die auch von geologischer Seite bestätigte Annahme einer jungtertiären Gebirgsverbindung zwischen den Erhebungen dies- und jenseits des Mittelmeeres verstehen. Zu dem tertiären Grundstock der Alpenflora haben ferner in erheblichem Maße auch Elemente eurasiatischen Stammes, die nach Osten weisen (z. B. die Alpenrosen, Primeln, Enziane, Soldanellen usw.) beigetragen; dabei ist es bemerkenswert, daß von den endemischen Gattungen des mitteleuropäischen Gebirgssystems, die auch in den Alpen vorkommen,  $\frac{4}{5}$  mediterranen und nur  $\frac{1}{5}$  asiatischen Ursprunges sind, da sich hieraus wenigstens ein gewisser Anhaltspunkt zur Beurteilung des Stärkeverhältnisses beider Hauptgruppen der Alpenflora ergibt. Die Eiszeit brachte eine Bereicherung durch das nordische Florenelement; die eiszeitliche Flora im unvergletscherten Teil Mitteleuropas hatte sicher vorwiegend einen nordisch-alpinen Charakter, und ein Überdauern der meisten Tertiärpflanzen in den Zentralalpen war sicher ausgeschlossen; dagegen deutet Verf. die Tatsache, daß die an seltenen nordischen und alpinen Arten reichen Gebiete mit den zentralalpinen Trockengebieten zusammenfallen, im Sinne der Möglichkeit eines Überdauerns an bevorzugten Stellen des Alpeninnern. Bald nach der letzten Vergletscherung ist noch unter der Herrschaft eines kontinentalen Klimas die sarmatische Flora eingewandert, die neben Arten der süd-russischen auch solche der subarktischen Steppen umfaßt und deren Vertreter den trockenen Zentralalpentälern des Föhrenbezirkes ihren Stempel aufdrücken; ihr Areal wurde durch die nachfolgende postglaziale Waldausbreitung stark eingeschränkt und ihre Einwanderungswege verwischt, doch spricht auch die geringe Zahl von morphologisch überdies nur schwach spezialisierten Endemismen sarmatischen Stammes für eine verhältnismäßig junge Einwanderung. Noch später ist das atlantische Florenelement eingewandert, das, im Gegensatz zu den mittelfranzösischen Gebirgen und zu den Pyrenäen, in den Alpen nur sehr schwach vertreten ist, während es südlich und nördlich der Alpen weiter gegen Osten vordringt; die Gründe seines Fehlens in den Alpen sind nicht bloß klimatischer, sondern (ganz besonders bezüglich der feuchten Nordalpen) auch florengeschichtlicher, mit der weiten Entfernung der atlantischen Refugien und der nach der Eiszeit anfangs durch das kalte und kontinentale Klima, später durch die Waldbedeckung erschwerten Wanderung zusammenhängender Natur.

Die Theorien über die Entstehung der Hochgebirgspflanzen behandelt K. STREITZ (Botan. Arch. 8, 405 bis 449, 1924) in einer historisch-kritischen Studie, die zwar auch die florenentwicklungsgeschichtlichen und

systematisch-phylogenetischen Gesichtspunkte kurz berührt, das Hauptgewicht jedoch auf die Frage nach dem Entstehungsvorgang legt. Dabei werden unter Ausschluß der regionsvagen Arten, deren alpine Varianten mit ihren in der Ebene lebenden Stammformen alle nicht zu den Anpassungsfaktoren in kausaler Beziehung stehenden Merkmale teilen, nur die erblich fixierten Arten der alpinen Regionen als die Charakterformen der Hochgebirge aufgefaßt und es wird betont, daß der alpine Typus nicht bloß eine Verkümmierungsform der Ebenenpflanze darstellt, sondern auch eigene positive Züge aufzuweisen hat und daß in diesen teils Organisations-, teils Anpassungsmerkmale zu erblicken sind. Die einschlägigen Ansichten der verschiedenen Autoren, die das Wesen und die Ursache der in Frage stehenden Umformungen zu erkennen suchten, lassen sich ungeachtet ihrer individuellen Verschiedenheit in zwei große Gruppen einordnen, die durch die Namen DARWIN und LAMARCKS gekennzeichnet sind. Als Vertreter der ersteren werden KERNER, der von einem Vergleich der unterschiedlichen Merkmale vikariierender Arten der verschiedenen Regionen, NÄGELI und DODEL-PORT, die sich in der Hauptsache mit allgemeineren Vergleichen der blütenbiologischen Eigentümlichkeiten der verschiedenen Floren in bezug auf ihre Kreuzungsvermittler begnügten, und H. MÜLLER angeführt, der diese Methode mit Hilfe der blütenbiologischen Statistik exakter zu gestalten suchte; von den wesentlichen Merkmalen der Alpenpflanzen kommen dabei besonders die Farbenintensität ihrer Blüten, sowie deren Duft und Honigabsonderung eingehend zur Besprechung. Die kritische Würdigung ergibt, abgesehen von den bekannten allgemeinen Einwendungen gegen das Selektionsprinzip, daß im vorliegenden Fall die darwinistischen Anschauungen zuneigenden Forscher ihre Auffassungen lediglich mit den Hilfsmitteln der vergleichenden Morphologie auf deduktivem Wege begründen und schon deshalb nicht zu befriedigen vermögen, wozu außerdem auch noch eine Anzahl von tatsächlichen Beanstandungen der den Schlußfolgerungen zugrunde liegenden Prämissen hinzukommt. Eher könnte man geneigt sein, lamarckistischen Anschauungen, die vor allem von BONNIER in seinen klassischen Untersuchungen über den Einfluß des Alpenklimas auf den pflanzlichen Organismus vertreten worden sind, einen größeren Wahrscheinlichkeitsgrad beizumessen; indessen kann, so lange die Vererbung erworbener Eigenschaften nicht einwandfrei experimentell bewiesen ist, auch das Prinzip der direkten Anpassung nur bedingt für die Entstehung der erblich fixierten Hochgebirgsarten anerkannt werden. Übrigens bliebe, selbst wenn die Entstehung der ökologischen Merkmale kausal erklärt werden könnte, immer noch die Speziesbildung selbst als morphologisches Problem unbekannt. So ergibt sich also auch in diesem speziellen, scheinbar relativ einfach liegenden und deshalb auch oft mit besonderer Vorliebe im Sinn bestimmter deszendenztheoretischer Anschauungen interpretierten Falle die Erkenntnis, wie weit wir von einer wirklichen Lösung des Artbildungsproblems noch entfernt sind. Übrigens weist Verf. auch noch darauf hin, daß das Wesen der alpinen Formbildung nicht sowohl in einem Neuerwerb der alpinen Charaktere zu suchen ist, als vielmehr in einer Modifizierung ursprünglich schon vorhandener Merkmale oder in der Umstellung eines bereits vorhandenen zweckmäßigen Mechanismus (Ökologismus) derart, daß die erbliche Fixierung eines alpinen Merkmals in der Aufgabe einer ursprünglich vorhandenen Reaktionsfähigkeit auf die Faktoren der Ebene besteht.

Die Vegetation der alpinen Stufe der Rocky Mountains in Colorado behandelt TH. HOLM in einer Arbeit (Mem. Nat. Acad. Sci. 19, Nr. 3, 1923), die vor allem dadurch von erheblich größerem als nur die spezielle pflanzengeographische Kenntnis des engeren Gebietes betreffenden Interesse ist, daß Verf. im Anschluß an eine tabellarische Übersicht über die Gesamtverbreitung der in Betracht kommenden Arten und ihre Zugehörigkeit zu den verschiedenen Florenelementen in einem besonderen Kapitel auch die Fragen ausführlich erörtert, die sich auf das ursprüngliche Entstehungs- und Verbreitungszentrum der wichtigeren Gattungen und Arten beziehen, wobei naturgemäß die Beziehungen zwischen den Verbreitungsverhältnissen und der systematischen Verwandtschaft der Formenkreise in den Vordergrund der Betrachtung gerückt werden. Abgesehen von der Bedeutung, die das Problem als solches besitzt, bietet es auch dadurch viele Berührungspunkte zu den entsprechenden auf die europäische Hochgebirgsflora bezüglichen Fragen, daß es infolge der mannigfaltigen gemeinsamen Beziehungen zu der arktisch-zirkumpolaren Flora so wie zu derjenigen der asiatischen Hochgebirge sich zum nicht geringen Teil um die gleichen oder doch verwandtschaftlich einander nahestehende Formenkreise handelt. Mit aller Bestimmtheit vertritt HOLM auch in diesem Zusammenhange (vgl. hierzu auch den Bericht in dieser Zeitschrift 12, 930—931, 1924) die Überzeugung von der Zuverlässigkeit und Richtigkeit des schon von SCHOUW 1816 geprägten Satzes „Eadem momenta cosmica easdem plantas diversis in locis produxisse“, und es ist jedenfalls nicht zu bestreiten, daß in gewissen besonders frappanten Fällen (z. B. der neuerdings erbrachte Nachweis des Vorkommens des bisher nur aus den mitteleuropäischen Hochgebirgen bekannten *Papaver pyrenaicum* an einigen Standorten im nordamerikanischen Felsengebirge, ferner die Verbreitungsverhältnisse der Gattung *Sieversia* mit jeweils besondere Arten aufweisenden Zentren in der Arktis und den Gebirgen Nordamerikas, in den Alpen und im Himalaja und die ähnlichen des Verwandtschaftskreises der *Carex atrata*) jene Annahme vielleicht nicht minder plausibel erscheint als die Konstruktion einer ehemaligen, die ganzen Lücken überbrückenden, zusammenhängenden Verbreitung. Wenn man, was ja auch ohne die viel umstrittene, von den meisten Pflanzengeographen wohl gehegte Annahme einer Vererbung erworbener Eigenschaften in Anspruch zu nehmen, zulässig erscheint, von der Tatsache ausgeht, daß jedenfalls eine nicht geringe Zahl von Varietäten in Anpassung an bestimmte standörtliche Verhältnisse entstanden ist, und wenn man weiter erwägt, daß diese wenigstens teilweise wohl im Beginne der Entwicklung zu selbständigen Arten stehen und daß andererseits für sie eine streng monotope Entstehung und nachträgliche Ausbreitung von dem Ursprungszentrum aus sehr viel weniger Wahrscheinlichkeit für sich hat als die gleichzeitige und unabhängige Entstehung aus derselben Stammform an verschiedenen Punkten unter dem Einfluß gleichartiger Bedingungen, so verliert die Annahme einer auf konvergenter Entwicklung beruhenden polytopen Artentstehung wohl doch manches von dem Unwahrscheinlichen, das ihr auf den ersten Blick anzuhaften scheint. Einem ähnlichen Gedankengang hat übrigens auch HOLM in einer anderen kleineren, auch sonst manches Interessante bietenden Arbeit (in Americ. Midland Nat. 8, 41—48, 1922), die sich mit der Entstehung einer saisondimorphen Abart der amerikanischen Aracee *Arisaema triphyllum* beschäftigt, Ausdruck gegeben. Allerdings wird es, um nicht den sicheren Boden unter den Füßen zu verlieren, immer

geboten bleiben, von der Schouwischen Hypothese nur möglichst sparsam Gebrauch zu machen und sorgfältig zu prüfen, wie weit die notwendigen Voraussetzungen als erfüllt angesehen werden dürfen. Übrigens enthält die Arbeit von HOLM ferner noch ein lesenswertes Kapitel über die charakteristischsten morphologisch-ökologischen Merkmale der alpinen Spezies und eine größere Zahl von Tafeln, auf denen eine ansehnliche Zahl der behandelten Typen dargestellt ist.

Die pflanzengeographische Stellung der Insel Formosa, die bisher meist mit den Philippinen zu einer pflanzengeographischen Provinz vereinigt wurde, wird von MERRILL (in Englers Botan. Jahrb. 58, 599—604. 1923) einer eingehenden Prüfung unterzogen, nachdem durch die Arbeiten von HAYATA und anderen japanischen Forschern die Flora von Formosa hinlänglich genau bekannt geworden ist, um vergleichende Untersuchungen anstellen zu können. Es ergibt sich, daß gewisse Familien, die in Formosa einheimische Vertreter besitzen, auf den Philippinen entweder ganz fehlen (z. B. die Valerianaceen, Betulaceen, Diapensiaceen, Styracaceen, Dipsacaceen u. a. m.) oder doch auf Formosa bedeutend reicher vertreten sind als auf den Philippinen (z. B. Ranunculaceen, Berberidaceen, Cruciferae, Caryophyllaceen, Umbelliferae usw.). Umgekehrt gibt es aber auch eine Anzahl von meist charakteristisch-tropischen Gruppen (in erster Linie die als dominante Vertreter des Urwaldes über die ganzen Philippinen verbreiteten Dipterocarpaceen, ferner die Cunoniaceen, Nepenthaceen, Monimiaceen, Epakridaceen u. a. m.), von denen keine Vertreter auf Formosa bekannt sind; auch sind die Palmen, Anonaceen, Guttiferae, Sapotaceen, Melastomataceen usw. auf den Philippinen weit formenreicher entwickelt. Von 950 formosanischen Gattungen der Blütenpflanzen fehlen 225 auf den Philippinen, darunter besonders typische und charakteristische Vertreter der gemäßigten Zonen, während von ungefähr 1400 Gattungen, die auf den Philippinen einheimische Vertreter besitzen, 660 auf Formosa fehlen. Auch gibt es trotz der großen räumlichen Nähe keine einzige Gattung, die in ihrem Vorkommen auf die Philippinen und Formosa beschränkt wäre. Der Philippinenarchipel zeigt hauptsächlich eine malaiische Flora, deren Elemente teils von den Sundainseln im Südwesten, teils von Celebes, den Molukken und Neuguinea im Süden und Osten abzuleiten sind; keine der typischen Celebes-, Molukken- und Papuaformen aber ist bis Formosa vorgedrungen, und auch die auf den Philippinen ebenfalls relativ gut vertretenen australischen Elemente sind dort nur äußerst schwach repräsentiert. Offenbar hat also eine sehr frühzeitige und anhaltende geographische Trennung zwischen Formosa und Luzon bestanden, während Landverbindungen zwischen den Philippinen und den im Süden und Südosten gelegenen Inseln wahrscheinlich noch im Pliozän und Pleistozän vorhanden waren. Trotz der engen geographischen Nachbarschaft kann daher eine Vereinigung im Rahmen derselben pflanzengeographischen Provinz nicht in Frage kommen; vielmehr weisen die verwandtschaftlichen Beziehungen der Flora Formosas am meisten nach dem ostasiatischen Festlande, speziell nach dem das südöstliche China und Hainan umfassenden ostasiatisch-subtropischen Übergangsgebiet hin.

Beobachtungen zur Geographie und Standortökologie der Moose auf den Fjelden Nordskandinaviens enthält der Bericht von M. KOTILAINEN (Acta soc. pro Fauna et Flora Fennica 55, Nr. 1. 1924) über die Ergebnisse einer im Jahre 1920 von ihm nach dem nord-

westlichsten Gebiete von Enontekiö in Lappland (Gegend des Kilpisjärvi) unternommenen bryologischen Forschungsreise. Von den insgesamt 177 von ihm gefundenen Laubmoosarten machen die nach ihrer Verbreitung in Fennoskandinavien als alpine, alpinoboreale und boreale Gruppe bezeichneten Elemente annähernd die Hälfte aus; die überwiegende Mehrzahl der übrigen gehört dem ubiquistischen Element an (darunter 54 allgemein verbreitete, 25 seltene und 3 sehr seltene), während die meridionale und die maritime Gruppe nur mit 1 bzw. 2 Arten vertreten sind. Die den nördlichen Gruppen angehörigen Arten sind fast ganz auf die Regio alpina beschränkt, doch tritt auch von den Ubiquisten mehr als die Hälfte nur in dieser auf, was mit den Standortverhältnissen zusammenhängt. Im Gegensatz zu Mittelfinnland, wo die Felsmoose vornehmlich auf vom Walde beschatteten Felsenflächen auftreten, fehlt es nämlich in der Regio subalpina (Birkenzone) des Gebietes an genügend schattigen, für die Moose günstigen Felsenstandorten, woraus sich auch die geringe Zahl der Moosarten in dieser Region erklärt. Der fehlende Schatten kann durch reichliche Wasserzufuhr ersetzt werden, und so findet sich an den Fjeldabhängen dank den günstigen Feuchtigkeitsverhältnissen, die sie dem schmelzenden Schnee und auch den reichlichen Niederschlägen verdanken, auch eine reichere Moosvegetation. Besonders begünstigt sind die Stellen, wo sich die Horizontal- und Vertikalfläche der Felsenterrassen treffen und der Detritus in dem Maße dünner wird, daß die Phanerogamen nicht mehr erfolgreich mit den Moosen konkurrieren können; neben den günstigen Berieselungsverhältnissen spricht dabei wohl auch die günstige Nahrungszufuhr mit, die auf der kalkhaltigen, schieferigen Bergart der Fjelde des Gebietes beruht. Die nährstoffreiche Felsengrundlage, der mit der reißenden Strömung zusammenhängende reichliche Sauerstoffgehalt des Wassers der Bäche und das durch das Fehlen von Torfbildungen verursachte Fehlen von Humustoffen in demselben läßt an den Fjeldbächen eine reiche Moosvegetation entstehen; dagegen sind die Teile des Gebietes, die ungünstige Feuchtigkeitsverhältnisse aufweisen, sehr arm an Arten. Die Schneedecke ist für das Gedeihen der Moose nicht nur von unmittelbarer Bedeutung, sondern beeinflusst es auch noch indirekt, indem eine dünne Schneedecke vielen hochwüchsigen Phanerogamen nur unzureichenden Schutz gewährt und sie zwingt, den Standort den eigentlichen Fjeldpflanzen sowie Moosen und Flechten zu überlassen. Beachtenswert sind auch die Beobachtungen über Arten, die im Gebiet auf hinsichtlich der Feuchtigkeitsverhältnisse und Bodenbeschaffenheit ganz anders gearteten Standorten wachsen als anderwärts; sie lehren eindringlich, wie sorgfältig man die Forderungen, die eine Art an den Standort stellt, von ihrer Fähigkeit, bestimmte Verhältnisse zu ertragen, unterscheiden muß. Ausschlaggebend sind nicht nur die klimatischen und edaphischen Faktoren, sondern auch die Konkurrenzverhältnisse besitzen entscheidende Bedeutung; gerade viele Moose könnten in Ansehung der ersteren Faktoren auf viel ausgedehnteren Flächen vorkommen, als es tatsächlich der Fall ist, aber kräftigere Konkurrenten wie die Waldvegetation, eine geschlossene Phanerogamendecke u. dgl. verhindern dies. So gelangt Verf. zu dem Schluß, daß die echte Fjeldpflanze eine Art ist, die, wegen der klimatischen Verhältnisse (Baumgrenze) von stärkeren Konkurrenten befreit, auf den Fjelden einen optimalen oder wenigstens erträglichen Wohnort findet; im gleichen Verhältnis als biotisch schwächere Arten stehen auch die Felsenpflanzen der umgebenden Vegetation gegenüber, indem an ihren Standorten

edaphische Verhältnisse die Bildung einer sie sonst erstickenden lückenlosen Pflanzendecke verhindern; Felsen- und Fjeldgewächse reagieren also in bezug auf die Konkurrenz als eine einheitliche Gruppe gegenüber den stärkeren Konkurrenten, den Arten der Waldzone, während sie die gegenseitige Konkurrenz dabei aufrechterhalten. Das Konkurrenzverhältnis der Moose zu den Phanerogamen, die Zusammensetzung der Pflanzendecke nicht sowohl aus bestimmten Arten, als aus bestimmten Lebensformen als der wichtigste biotische Standortsfaktor bietet endlich auch die beste Grundlage für eine Klassifizierung der Moosstandorte des Gebietes, während jede Einteilung nach irgendeinem edaphischen Faktor unvermeidlich zu einer künstlichen wird.

Eine Übersicht über die kryptogamischen Pflanzengesellschaften an den Felswänden der Sächsischen Schweiz hat unlängst SCHADE (in Ber. d. Dtsch. Botan. Ges. 41, 49–59. 1924) gegeben, der bereits in einer früheren Arbeit eingehende standortsökologische Untersuchungen über das Gebiet mitgeteilt hatte. Er verwendet für die einzelnen Kleingesellschaften, die oft nur aus einer einzigen bestandbildenden Art bestehen oder neben dieser höchstens noch wenige und meist nicht stärker hervortretende Begleiter enthalten, den von DRUDE geprägten Terminus der „Elementarassoziation“; gerade für viele soziologische und synökologische Fragen vermag das Studium solcher ihrer Zusammensetzung nach relativ einfachen und hinsichtlich der ökologischen Bedingtheit klare und eindeutige Verhältnisse bietenden Gesellschaften wichtige Auf-

schlüsse zu bieten. Im ganzen unterscheidet Verf. 26 Elementarassoziationen, von denen 13 auf die bergfeuchten Felsen, 7 auf die überrieselten Felsen und 6 auf die trockenen Felsen entfallen. Unter den ersteren ist am eigenartigsten das von dem Lebermoos *Leptoscyphus Taylori* gebildete *Leptoscyphetum*, das in ausgedehnten, tiefen Rasen an den Felswänden vom Talboden aus 10–20 m und bisweilen darüber emporsteigt; von Algenassoziationen kommt im Bereiche der vorigen an etwas feuchteren Stellen ein *Mesotaenietum* und an sehr schattigen Felsen, besonders unter Überhängen und in Höhlungen ein *Pleurococcetum epilithicum* vor, während von Flechten *Biatora uliginosa* ausgedehnte Felsflächen besiedelt. An überrieselten Felsen fällt besonders das aus verschiedenen Diatomeenarten bestehende *Bacillarietum* auf; ferner gehören hierher u. a. Rieselstreifen von *Chromulina Rosanoffii*, von *Haplozia sphaerocarpa* und ein *Gloeocapsetum* in gallertigen bis knorpelig festen Häuten an nassen und glatten Felswänden. Unter den Elementarassoziationen der trockenen Felsen, die auf das Ertragen lang andauernder Trockenheit eingestellt sind, treten besonders Flechtengesellschaften hervor; am interessantesten jedoch ist das an völlig freiliegenden und äußerlich pflanzenleeren Steifelsen endolithisch auftretende *Pleurococcetum endolithicum*, das aus einer 1 mm dicken, 1–2 mm unter der Felsoberfläche vegetierenden Algenschicht besteht, die, wie auch flache, aber umfangreiche Narben erkennen lassen, bei der Verwitterung der Felswände eine nicht unbedeutende Rolle spielt.

W. WANGERIN, Danzig-Langfuhr.

## Mitteilungen aus dem Gebiet der physikalisch-chemischen Mineralogie und Petrologie.

Die Struktur der Eisen-Nickelmeteoriten. Die Tatsache, daß viele Meteoriten ähnlicher Zusammensetzung (vor allem Ni-Gehalt) ganz verschiedene Mengen Plessit im Gefüge zeigen, führt VOGEL (Zeitschr. f. anorg. Chemie 142, 193–228. 1925) darauf zurück, daß dieser nicht das Produkt einer

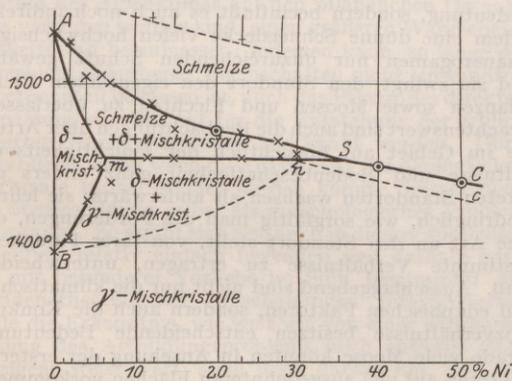
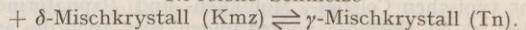


Fig. 1. Das  $\delta$ - $\gamma$ -Mischkristallgebiet im System Fe-Ni (nach VOGEL).

normal verlaufenden Zustandsänderung ist, sondern daß Störungen des Gleichgewichtszustandes die Ursache dieser speziellen Ausscheidungsform von Kamazit und Taenit seien. Die Kenntnis des Systems Fe-Ni ist unvollständig durch das Fehlen genauerer Daten über die  $\delta \rightleftharpoons \gamma$ -Umwandlung des Eisens in den Fe-Ni-Mischkristallen. Versuche VOGELS über diese letztere

ergaben, daß der an Ni (mit 6%) gesättigte  $\delta$ -Mischkristall bei 1455° im Gleichgewicht ist mit einer Ni-reicheren  $\gamma$ -Kristallart (ca. 30% Ni) und einer Schmelze, die noch mehr Ni enthält (Fig. 1). Der erstere  $\delta$ -Kristall entspricht dem Kamazit, der  $\gamma$ -Kristall dem Taenit, als Produkte der primären Kristallisation in der Mischungslücke zwischen 6 und 30% Ni-Gehalt; die so typische Umhüllung des Kamazits durch Taenit erklärt sich durch die Reaktion

Ni-reiche Schmelze



Die sekundäre Umwandlung der  $\delta$ -Kristalle in die  $\gamma$ -Kristalle erfolgt bei der Abkühlung im festen Zustande. Geschmolzenes Meteoriteneisen von Gibeon (D.-Südwestafrika) mit 7,3% Ni gliedert sich in die synthetischen Präparate durchaus ein.

Die Veränderlichkeit der Kamazit- und Taenit-Phase

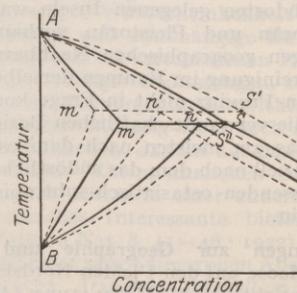


Fig. 2. Abhängigkeit der Kamazit-Taenit-Zusammensetzung von der Abkühlungsgeschwindigkeit.

in bezug auf den Ni-Gehalt beruht nach VOGEL auf der Bildung übersättigter Mischkristalle. Die Verhältnisse liegen dann ähnlich wie bei der Krystallisation im System Fe-C, dessen Gleichgewichtstemperaturen und Phasenzusammensetzungen von der Abkühlungsgeschwindigkeit abhängen, so daß bei rascher Abkühlung übersättigte Mischkristalle erhalten werden können. Mit steigender Krystallisationsgeschwindigkeit wird die Mischungslücke unter Zunahme des Ni-Gehalts der Grenzmischkristalle enger (Fig. 2), und schließlich ist ein Zustand maximaler Übersättigung denkbar, bei welchem diese zusammenfallen und Legierungen mit homogenem Gefüge resultieren. In der Tat zeigen rasch abgekühlte Schmelzen mit 15% Ni-Gehalt eine bei weitem geringere Menge der sekundär ausgeschiedenen Ni-reicheren Krystallart, als in einer langsam krystallisierten Legierung von gleichem Ni-Gehalt.

Die Entstehung des Plessits ist eine Folge der eigentümlichen Unterkühlbarkeit der Fe-Ni-Schmelzen im  $\delta$ -Gebiet, demgemäß eine instabile  $\gamma$ -Mischkristallart mit größerem spontanen Krystallisationsvermögen primär sich ausscheidet (Fig. 3). Besonders günstig ist im Diagramm des Systems Fe-Ni für diesen Umstand die Lage der instabilen Verlängerung der Liquiduskurve für die  $\gamma$ -Mischkristalle direkt unterhalb der der Ni-ärmeren stabilen  $\delta$ -Mischkristalle. Das Ergebnis einer rasch verlaufenden Krystallisation im  $\delta$ -Gebiet wird also auch im Falle einer  $\delta$ -Krystallisation neben der von  $\gamma$ -Krystallen ein feines Gefüge vom Charakter eines Eutektikums sein, wie man es im Plessit erkennt. In abnormen Fällen, wenn nur  $\gamma$ -Mischkristalle entstanden, bildet ein solches Meteorereisen ein ganz aus solchen bestehendes Aggregat, wahrscheinlich mit Ni-reicheren Randzonen.

Die Unterkühlung der Fe-Ni-Schmelzen wird noch durch Co-Beimengung sehr erheblich befördert (vgl.

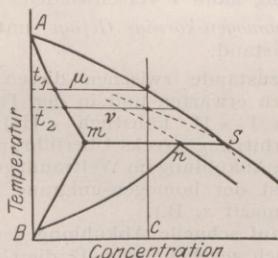


Fig. 3. Instabile  $\gamma$ -Mischkristall-Ausscheidung im  $\delta$ -Gebiet.

die Erfahrungen von GUERTLER und TAMMANN, Zeitschr. f. anorg. Chemie 45, 205. 1905). Auch ein geringer P-Gehalt vermindert das spontane Krystallisationsvermögen und begünstigt die Unterkühlungen. Vor allem aber begünstigt er auch die Ausbildung großer Individuen, wie diese im meteorischen Nickeisen bekannt sind.

Endlich ist auch die Berührung mit der glatten Oberfläche einer geschmolzenen Silikatmasse von sehr erheblichem Einfluß auf die Ausbildung großer Krystallindividuen. Schmilzt man Fe-Ni-Legierungen in einer Borsäure- oder PbO-Silikatmasse nieder, so bilden sich kugelige Reguli, die u. U. nur aus einem einzigen Dendriten bestehen.

Die mit HNO<sub>3</sub> geätzten Flächen der Fe-Ni-Schmelzen zeigten ausgezeichnete feine WIDMANNSTÄTTENSche Figuren, oft in vortrefflicher Weise als Oktaedrite er-

kennbar. Es handelt sich zunächst dabei um ausgesprochene dendritische Wachstumsformen als Ursache dieser Krystallisationsfiguren; u. U. ist auch gemischt hexaedritisch-oktaedritisches Wachstum erkennbar, ähnlich dem Meteorereisen von Goamus (D.-Südwestafrika) nach RINNE (N. Jahrb. f. Min. 1, 115. 1910). Der unvollständige Verlauf der oben eingangs besprochenen Schmelzerstarungsreaktion begünstigt des weiteren die Ausbildung von Umhüllungen des primären ( $\delta$ -)Strukturelements durch das sekundäre ( $\gamma$ ), wie wir sie im Taenit beobachten; ferner aber auch gilt dies für eine Zunahme des Ni-Gehaltes der Umhüllung über den im Gleichgewicht gesättigten  $\gamma$ -Mischkristall hinaus, wodurch der Taenit also seine schwankende Zusammensetzung erhält. Heterogen kann das Gefüge endlich auch noch werden durch die im festen Zustande so leicht unvollständig bleibende Auflösung der Ni-armen Mischkristalle ( $\delta$ ) in den Ni-reicheren ( $\gamma$ ). Die homogen erscheinenden Mischkristalle aus Schmelzen mit 0-6% Ni zeigen infolgedessen oft beim Ätzen mit sehr verd. HNO<sub>3</sub> bereits heterogene Beschaffenheit. Umhüllungsstrukturen von Taenit um Kamazit sind z. B. deutlich bei Legierungen mit 12-23% Ni. Oberhalb 20% Ni wird schon das anormale Krystallisationsverhalten sehr merklich, die Struktur infolgedessen sehr variabel.

Im Gebiete der Mischungslücke der  $\delta$ - $\gamma$ -Mischkristalle (s. oben) entstehen nun durch deren Konzentrationsaustausch typische Umwandlungsfiguren, die sofort an die bekannten WIDMANNSTÄTTENSchen Figuren erinnern. Die hellen Ni-reicheren Nadeln sind kristallographisch nach 3 zueinander senkrechten Richtungen orientiert. Eben dieselben Umwandlungsfiguren findet VOGEL im Tolucaeisen. Auch der Versuch erweist, daß die Umwandlungsfiguren dieser Art nicht, wie OSMOND-ROOZEBOOM (Rev. de Metall. 1904, S. 69) annimmt, eine Folge der  $\gamma$ - $\alpha$ -Umwandlung der Fe-Ni-Mischkristalle sein können, sondern allein der  $\delta$ - $\gamma$ -Umwandlung.

Diese Figuren sind unterhalb 1400° also instabil; dies deckt sich mit der bekannten Erfahrung, daß synthetisches oder meteorisches Ni-Eisen im Kamazit bei Wärmeeexposition Körnung annimmt. Diese Körnung ist sehr wahrscheinlich kein Rekrystallisationseffekt, erstreckt sich vielmehr in die ganze Tiefe der Proben, nicht etwa nur auf die Oberfläche des durch Schleifen kaltbearbeiteten Stückes. Immerhin konnte man an die von VOGEL (Zeitschr. f. anorg. Chemie 117, 271. 1921) untersuchten Deformationszwillinge (NEUMANNsche Linien) denken, etwa auch an innere Verziehungen der Strukturelemente (vgl. GUILLAUME 1924), welche Ursache von Rekrystallisationen werden könnten.

Bei längerem Erhitzen der Ni-ärmeren Fe-Ni-Legierungen mit Umwandlungsfiguren werden diese größer, und es tritt schließlich die bekannte Homogenisierung ein. Ni-reiche Legierungen (z. B. 28% Ni) aber benötigen sehr viel längere Zeit dazu. Die Geschwindigkeit der Homogenisierung nimmt also mit steigendem Ni-Gehalt sehr stark ab. Die gleichen Vorgänge gelten auch für natürliche Meteorereisen (z. B. Toluca). Die Geschwindigkeit der Homogenisierung hängt dabei sehr von der gröberen oder feineren Ausbildung des Taenits ab; wenn sie an Stellen mit feinen Taenitlamellen (im Plessit) schon weit fortgeschritten ist und der Taenit in der Hauptsache schon verschwunden ist, fängt sie an Stellen gröberer Struktur unter Ausbildung von Umwandlungsfiguren im Taenit z. B. erst an. So erklärt sich auch z. B. die schnelle Homogenisierung des Damaraeisens (cf. FRÄNKEL und TAMMANN) gegenüber der langsameren von Toluca

und El Inca (RINNE-BOEKE). Auch erweisen sich Ni-reichere Taenite (in Toluca mit  $> 34\%$  Ni) als resistenter als die Ni-ärmeren. Das Nickel hat geradezu die Eigenschaft, Reaktionen im festen Zustande zu hemmen, welche mit Konzentrationsänderungen verbunden sind (z. B. auch die Perlit-Umwandlung im System Fe-C).

Da die Eigenschaften der Legierungen von ihrem Krystallstrukturzustand abhängen, sind sie je nach Art der Erhaltung des gewöhnlichen instabilen, heterogenen Zustandes gegenüber dem wirklich stabilen, homogenen verschieden. Das Leitvermögen der Fe-Ni-

schaften, nach GUILLAUME desgleichen nach der chemischen Widerstandsfähigkeit.

Die Ergebnisse der wichtigen Arbeit bestätigen die experimentellen Beobachtungen von C. BENEDICKS (1910) sowie die von D. und H. HANSON (Engineer. news-record 110, 620. 1920), welche erfolglos einen Nachweis für die OSMONDSche Entmischungstheorie der meteoritischen Struktur erbringen wollten. VOGEL ist es gelungen, zu zeigen, daß zwischen meteoritischen und synthetischen Fe-Ni-Legierungen kein wesentlicher Unterschied besteht. Nach einer Zusammenfassung seiner Resultate mit Rücksicht auf die Meteoritenstrukturen geht VOGEL auf die Frage ein, ob die WIDMANNSTÄTTENSchen Figuren Krystallisations- oder Umwandlungsfiguren im oben dargelegten Sinne seien. Sie sind zweifellos Krystallisationsfiguren in den Fällen, daß der Taenit als Hülle um Kamazit auftritt; die Umwandlungsfiguren kann man dann außerdem (so bei Tolucaisen) innerhalb der Strukturelemente der Krystallisationsfiguren wahrnehmen. Immerhin ist es denkbar, daß auch wirkliche WIDMANNSTÄTTENSche Figuren als Umwandlungsfiguren vorkommen; der Erhitzungsversuch hat alsdann zu entscheiden.

Auf Grund der Prinzipien der Gleichgewichtslehre gibt VOGEL folgende Einteilung\* der Eisenmeteoriten nach ihrem Aufbau:

Aus flüssigem Ni-Fe entsteht:

I. Das Krystallisationsgefüge (mit Krystallisationsfiguren), gekennzeichnet durch die Umhüllung des Kamazits durch Taenit, Vorkommen von Plessit.

II. Das  $\delta$ - $\gamma$ -Umwandlungsgefüge (mit Umwandlungsfiguren), gekennzeichnet durch orientierte Ni-reichere Lamellen oder Nadeln im Kamazit und Fe-reicherer im Taenit.

Anfangs besteht I neben II, mit fortschreitender Gefügewandlung kann I verschwinden.

III. Das homogen-körnige Gefüge, unterhalb  $1400^\circ$  der stabile Zustand.

Übergangszustände zwischen diesen Typen sind mannigfaltig zu erwarten und in der Tat beobachtet (z. B. Toluca I  $\rightarrow$  II, künstlich  $\rightarrow$  III). Gleich der künstlichen Erhitzung zwecks Überführung in III kann auch langsame Abkühlung im Weltraum gewirkt haben; Endzustand ist der homogen-unigrane Zustand (mit massigem Kamazit z. B.).

Hinweise auf schnelle Abkühlung der Meteoriten sind mannigfach gegeben; so z. B. die Gestalt, die oft an Bruchstücke dünnwandiger Hohlkugeln mit großer Oberfläche erinnert. Oder die unvollständige Trennung der Silicate von dem Ni-Eisen infolge geringen Schwerfeldes (cf. GOLDSCHMIDT, Naturwissenschaften 10, 918. 1922). Oft fehlte es den Silicat- und Troiliteinschlüssen an der Zeit, Tropfenform anzunehmen; auch die Häufigkeit der Silicatgläser spricht dafür. Konvektionsströme waren in den schnell sich abkühlenden Massen im schwachen Schwerfeld sehr geringfügig, daher das dendritische Wachstum in den WIDMANNSTÄTTENSchen Figuren, sowie die Ausbildung des Plessits. Bei großen Massen könnte auch die Zunahme der Viskosität infolge der Druckvermehrung wesentlich das dendritische Wachstum mitbestimmen.

W. EITEL.

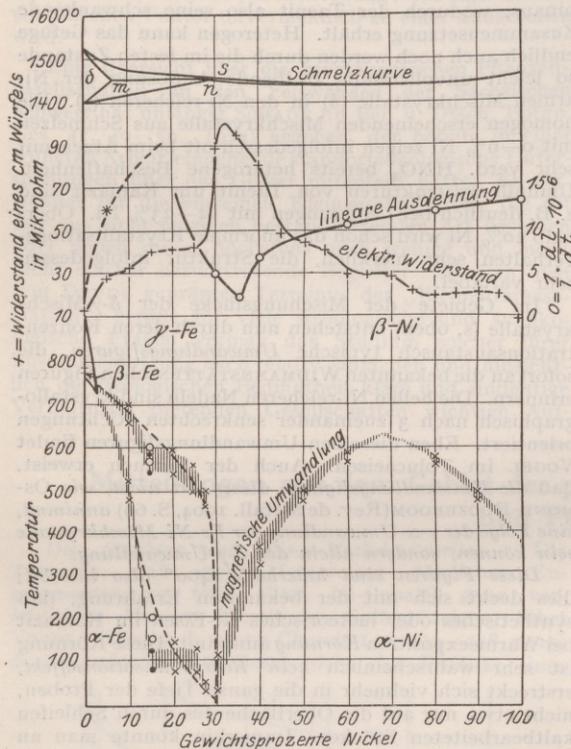


Fig. 4. Zusammenhang der physikalischen Eigenschaften der Fe-Ni-Mischkristalle mit der Zusammensetzung. Man brachte das Anomale des Leitvermögens ins Gebiet von 0–30% Ni.

Legierungen zwischen 0–30% Ni ist z. B. abnorm infolge der schon von BENEDICKS (Kolloid-Zeitschr. 7, 290. 1910) vorausgesagten Heterogenität im submikroskopisch-dispersen Zustande (Fig. 4). So erklären sich auch die starken Verzögerungen im gleichen Gebiete bei der magnetischen Umwandlung (RUERSCHÜTZ, Metall. 7, 415. 1910), desgleichen der thermischen Längsdilatation, die bei 30–36% Ni ein Minimum zeigen. Nach RUDELLOFF ist die Konzentration von 30% Ni auch eine Grenze zweier Gruppen von Ni-Fe-Legierungen nach ihren Festigkeitseigen-

# DIE VOLKSERNÄHRUNG

Veröffentlichungen aus dem Tätigkeitsbereiche des  
**Reichsministeriums für Ernährung und Landwirtschaft**

Herausgegeben unter Mitwirkung des  
**Reichsausschusses für Ernährungsforschung**

1. Heft: **Das Brot.** Von Professor Dr. med. et phil. **R. O. Neumann**, Geh. Medizinalrat, Direktor des Hygienischen Instituts der Universität Bonn. 114 Seiten. 1922. 1.40 Goldmark
2. Heft: **Nahrungsstoffe mit besonderen Wirkungen** unter besonderer Berücksichtigung der Bedeutung bisher noch unbekannter Nahrungsstoffe für die Volksernährung. Von Professor Dr. med. et phil. h. c. **Emil Abderhalden**, Geheimer Medizinalrat, Direktor des Physiologischen Instituts der Universität Halle a. S. 26 Seiten. 1922. 0.30 Goldmark
3. Heft: **Öle und Fette in der Ernährung.** Von Prof. Dr.-Ing. Dr. phil. **A. Heiduschka**, Direktor des Laboratoriums für Lebensmittel- und Gärungschemie der Technischen Hochschule Dresden. 34 Seiten. 1923. 0.60 Goldmark
4. Heft: **Unsere Lebensmittel vom Standpunkt der Vitaminforschung.** Wird voraussichtlich die weitere Erforschung der physiologischen Bedeutung der Vitamine die bisherige Herstellung, Zubereitung und Beurteilung der Lebensmittel wesentlich beeinflussen? Von Professor Dr. phil. **A. Juckenack**, Geheimer Regierungsrat, Ministerialrat im Preußischen Ministerium für Volkswohlfahrt, Direktor der Staatlichen Nahrungsmittel-Untersuchungsanstalt Berlin, Hon.-Professor an der Technischen Hochschule Berlin. 50 Seiten. 0.80 Goldmark
5. Heft: **Die Verwertung des Roggens in ernährungsphysiologischer und landwirtschaftlicher Hinsicht.** Nach Versuchen von Professor **C. Thomas**-Leipzig, Professor **A. Scheunert**-Leipzig, **Klein**-Berlin und **Steuber**-Berlin, Professor **Honcamp**-Rostock und **Pfaff**-Rostock und dem Berichterstatter mitgeteilt von Professor **Max Rubner**. Mit einer Abbildung. 55 Seiten. Erscheint im Juli 1925
6. Heft: **Was haben wir bei unserer Ernährung im Haushalt zu beachten?** Von Professor Dr. **A. Juckenack**, Geheimer Regierungsrat, Ministerialrat im Preußischen Ministerium für Volkswohlfahrt, Direktor der Staatlichen Nahrungsmittel-Untersuchungsanstalt Berlin, Hon.-Professor an der Technischen Hochschule Berlin. Vierte, unveränderte Auflage. 16.—20. Tausend. 105 Seiten. 1924. 1.50 Goldmark

In Vorbereitung befinden sich:

**Zucker und andere Süßstoffe.** Von Dr. phil. et med. **Theodor Paul**, ord. Professor an der Universität München, Geh. Regierungsrat und Obermedizinalrat, Direktor der Deutschen Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie.

**Das Verderben und die Zerstörung der Lebensmittel durch pflanzliche und tierische Schädlinge.** Von Professor Dr. med. et phil. **R. O. Neumann**, Geheimer Medizinalrat, Hamburg.

**Der Verlust an Lebensmitteln im Haushalt und in der Küche.** Von Professor Dr. med. et phil. **R. O. Neumann**, Geheimer Medizinalrat, Hamburg.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

Soeben erschien:

# Lehrbuch der Pflanzenphysiologie

auf physikalisch-chemischer Grundlage

Von

**Dr. W. Lepeschkin**

früher o. ö. Professor der Pflanzenphysiologie an der Universität Kasan,  
jetzt Professor in Prag

303 Seiten mit 141 Textabbildungen

15 Goldmark; gebunden 16.50 Goldmark

★

## VORWORT

In dem vorliegenden Lehrbuch wollte ich in knapper Form ein möglichst vollständiges und klares Bild der Pflanzenphysiologie geben, die sich meiner Meinung nach nur an der Hand von Physik und Chemie weiterentwickeln kann. Aus diesem Grunde hielt ich es für notwendig, alle Lebenserscheinungen von einem physikalisch-chemischen Standpunkt aus zu betrachten. Es wäre auch zu wenig anregend, wollte man sich nur darauf beschränken, die beobachteten Erscheinungen des Pflanzenlebens zu beschreiben, ohne zu versuchen, sie mit den gesetzmäßigen Vorgängen in der unbelebten Welt in Zusammenhang zu bringen.

Es kam mir nicht darauf an, möglichst viele Tatsachen mitzuteilen und eine vollkommene Übersicht über die vorhandene Literatur zu geben. Vielmehr handelte es sich um eine streng systematische Anordnung des gut bekannten Materials unter Anführung der hervorragendsten Arbeiten auf diesem Gebiete.

Die Anmerkungen sollen dem in der organischen und physikalischen Chemie weniger durchgebildeten Leser helfen, ein selbständiges Urteil über die angeführten Tatsachen zu gewinnen. In wichtigen Fällen sind die physikalisch-chemischen Grundlagen der physiologischen Erscheinungen im Haupttext erwähnt worden.

★

## AUS DEM INHALT:

E inleitung: Grundbegriffe der Physiologie.

Erster Teil: Physiologie des Stoffwechsels der Pflanze. A. Allgemeine Charakteristik, physikalische und chemische Grundlage der Stoffwechsellerscheinungen. B. Beschreibung und Erklärung der Stoffwechsellerscheinungen der Pflanze. I. Wasser in der Pflanze. II. Mineralstoffe der Pflanzen. III. Organische Stoffe der Pflanze. IV. Atmungsprozesse der Pflanze.

Zweiter Teil: Wachstumserscheinungen der Pflanze. A. Allgemeine physikalische und chemische Grundlagen der Wachstumserscheinungen. B. Beschreibung und Erklärung der Wachstumserscheinungen.

Dritter Teil: A. Allgemeine physikalische und chemische Grundlage der Bewegungserscheinungen. B. Beschreibung und Erklärung der Bewegungserscheinungen der Pflanzen. Sachverzeichnis.