

Besprechungen.

Neuere Arbeiten über Enzyme.

Sammelreferat von F. Czapek.

Das treffliche Buch von Vernon¹⁾ über intracellulare Enzyme, auf welches die Botaniker besonders hingewiesen werden mögen, obwohl es das pflanzenphysiologische Literaturmaterial leider nicht genügend ausnützt, möge den Anlaß bilden, die wichtige Lehre von den Endo-Enzymen an die Spitze dieses Referates zu stellen. Auf botanischem Gebiete hat 1901 zuerst O. Loew für die Katalase, 1907 O. Schoeder für die Tyrosinase aus Lohblüte darauf hingewiesen, daß diese Enzyme auf keine Weise in Lösung zu bringen sind. Im verflossenen Jahre hat nun Vinson²⁾ auf ein weiteres Vorkommnis dieser Art aufmerksam gemacht. Dies ist die Invertase aus unreifen Datteln. In Vinsons Arbeit finden sich die verschiedenen Möglichkeiten, die man sich konstruieren kann, um zu erklären, warum das Gewebe grüner Datteln Rohrzucker invertiert, ohne daß man daraus ein lösliches Enzympräparat gewinnen kann, in vorzüglicher Weise diskutiert. Es wird zunächst gezeigt, daß kein triftiger Grund besteht, die invertierende Wirkung des unreifen Dattelfleisches, die bis in die kleinsten Details mit der Wirkung der aus reifen Datteln leicht zu extrahierenden löslichen Invertase übereinstimmt, etwa auf eine direkte Aktivität des lebenden Protoplasmas zu beziehen. Durch die interessante Feststellung, daß die Tanninverbindung der Invertase in Glycerin löslich ist, war es dem Verf. möglich, zu zeigen, daß in den unreifen Datteln keine unlösliche Tanninverbindung des invertierenden Enzyms vorliegt. Ferner war daran zu denken, daß in den unreifen Datteln ein Pro-Enzym vorkommen könnte, welches späterhin lösliche Invertase liefert. Aber auch dies

ließ sich experimentell unwahrscheinlich machen. Schließlich war zu überlegen, ob nicht eine Impermeabilität der Zellwände in der unreifen Dattelpulpa für das invertierende Enzym die Ursache der beobachteten Erscheinung sei, zumal ja Pantanelli vor nicht langer Zeit gezeigt hat, daß mit Ausnahme der Invertase von Hefe und *Mucor* alle anderen Pilzenzyme aus der lebenden Zelle nicht auszutreten vermögen. Doch ließ sich durch Preßsaftgewinnung nach der Buchnerschen Methode aus unreifen Datteln kein lösliches invertierendes Enzym darstellen. So bleibt kaum etwas anderes übrig, als anzunehmen, daß in unreifen Datteln eine unlösliche Invertase vorkommt.

Es steht zu vermuten, daß wir im Laufe der Zeit die Überzeugung gewinnen werden, daß unlösliche Enzyme in Pflanzenzellen weit verbreitet sind. Vernons Zusammenstellung zeigt, wie weitgehend die Produktion unlöslicher Enzyme, die sich von der lebenden Zelle nicht trennen lassen, in tierischen Organen bereits bekannt geworden ist.

Ein zweiter Typus von Endo-Enzymen entspricht der *Monilia*-Invertase, welche, wie E. Fischer zuerst gezeigt hat und Buchner später mit Hilfe von vervollkommenen Methoden bestätigen konnte, aus der lebenden Zelle nicht austritt, und erst im Preßsaft aus den zerriebenen Zellen nachgewiesen werden kann. Die erwähnten Untersuchungen Pantanellis haben ergeben, daß die meisten Pilzenzyme aus intakten Zellen nicht austreten, sondern erst nach dem Absterben der Zellen in die Kulturflüssigkeit gelangen. Alle diese Enzyme wären also zu den Endo-Enzymen zu rechnen und sind nicht als Sekretions- oder Ekto-Enzyme zu betrachten. Natürlich mag es bei den durch Auspressen isolierbaren Endo-Enzymen alle möglichen Abstufungen von leichter und schwerer löslichen Enzymen geben. Darauf deuten die Erfahrungen an der Hefe-Maltase hin, welche zwar durch Zerreiben der Zellen mittels Glasstaub der Hefe entzogen werden kann, jedoch schwer löslich zu sein scheint. Hier dürften weitere Arbeiten mit der angedeuteten Fragestellung auf allen Gebieten eine reiche Ausbeute an interessanten Ergebnissen liefern. Die Tierphysiologie hat, wie man aus Vernons Lehrbuch ersieht, schon namhafte Fortschritte im Nachweise verschiedener Endo-Enzyme

erzielt. So enthalten die einzelnen Organe der Warmblüter in verschiedener Menge zwei proteolytische Enzyme, welche vom Pankreastrypsin und Magenpepsin sicher verschieden sind, ebenso ist Ereptase nach den Feststellungen Vernons selbst in allen Geweben und Organen in größerer oder geringerer Menge verbreitet. Andere Endo-Enzyme wirken auf Nucleinsäuren und deren Spaltungsprodukte aus der Gruppe der Purinbasen hydrolytisch ein. Aus der Gruppe der glykolytischen Enzyme, zu denen auch die Zymase der Hefe und der höheren Pflanzen zu rechnen ist, sind animalische Endo-Enzyme gleichfalls bekannt, ebenso schließlich aus der Gruppe der Oxydasen.

Die gegenwärtig bevorzugte Auffassung, daß für jede enzymatische Wirkung, solange nicht zwingende Beweise für das Gegenteil vorliegen, ein besonderes Enzym in der lebenden Zelle anzunehmen, hat kürzlich in Größ³⁾ einen Gegner gefunden, welcher auf Grund kapillaranalytischer Versuche annimmt, daß die »Peroxydiastase«, wie er das komplexe Enzym des Gerstenendosperms nennt, sowohl zellwandlösende, als stärkeverzuckernde Eigenschaften hat, als auch für die peroxydasischen Wirkungen verantwortlich zu machen ist. Vorläufig kann ich mich noch nicht dazu entschließen, die von Größ gezogenen Folgerungen für die allgemeine Chemie der Enzyme an Stelle der gegenwärtigen Anschauungen zu setzen.

Von Interesse sind die Versuche von Michaelis⁴⁾ über die elektrische Überführung oder Kataphorese von Enzymen. Es ergab sich, daß das Hefe-Invertin immer zur Anode wandert, daher als Säure anzusehen ist. Ebenso wandert auch Magenpepsin anodisch, selbst in stark saurer Lösung. Hingegen hat beim Trypsin die Acidität resp. Alkalescenz der Lösung einen entscheidenden Einfluß auf die Wanderungsrichtung; dieses Enzym verhält sich somit amphoter.

Mit den Fragen nach der synthetischen Wirkung von Enzymen, welche für die Pflanzenphysiologie so fundamentales Interesse haben, beschäftigen sich relativ wenige Arbeiten der letzten Zeit. Bekanntlich hat Pantanelli, dessen Untersuchungen von Kohl⁵⁾ bestätigt worden sind, nachgewiesen, daß bei Schimmelpilzen die Invertierung von Rohrzucker durch Invertase keine reversible Reaktion in physiologischem Sinne ist.

Die Pilzinvertase wird dazu verwendet die Saccharose zu spalten, sie bildet aber im Stoffwechsel des Pilzes aus Traubenzucker und Fruktose keine Saccharose, wenigstens nicht unter den bis jetzt geprüften Versuchsbedingungen. Hingegen verfügen die Schimmelpilze über ein von der Invertase verschiedenes Enzym, welches auf Traubenzucker und Fruktose unter Bildung von Revertose einwirkt, eines von A. Cr. Hill zuerst angegebenen Disaccharides. Natürlich ist diese unerwartete Komplikation des Sachverhaltes im Zuckerstoffwechsel der Pilze nicht im Widerspruch mit der sonst mehrfach sichergestellten reversiblen Natur von Enzymreaktionen im allgemeinen, wenn es auch spezielle synthetisch wirkende Enzyme in weiterer Verbreitung gäbe. Für das fettspaltende Enzym der Darmschleimhaut hat A. Hamsik⁶⁾ kürzlich in einer guten Arbeit wieder nachgewiesen, daß beim Enzym von Schwein, Schaf und Pferd sicher Bildung von Triolein aus dessen Konstituenten beobachtet werden kann, während beim Enzym von Hund und Rind kein positives Resultat gewonnen werden konnte.

Bei den enzymatischen Synthesen ist die Frage der Synthese optisch-aktiver Substanzen aus optisch inaktivem Material, oder der »assymetrischen Synthesen«, wie sie E. Fischer genannt hat, von speziellem Interesse. Chemisch ist die Frage nach der Existenz solcher assymetrischer Synthesen durch E. Fischer selbst wohl bereits gelöst worden. Rosenthaler⁷⁾ hat vor nicht langer Zeit eine interessante hierhergehörige Enzymreaktion beschrieben, nämlich die Bildung von d-Benzaldehydcyanhydrin aus den optisch inaktiven Komponenten Benzaldehyd und Blausäure, durch Mandelemulsin. Im lebenden Organismus spielen solche Prozesse eine große Rolle, da optisch aktive Zucker- und Aminosäuren weitverbreitete Baustoffe sind. Eine Reihe weiterer erwähnenswerter Enzymarbeiten beschäftigt sich mit dem Spezialstudium einzelner Enzyme und Enzymgruppen.

Was zunächst die fermentative Proteolyse anbelangt, so hat W. Bialosuknia⁸⁾ sich mit den eiweißlösenden Enzymen in ruhenden und gekeimten Samen befaßt. Im Gegensatz zu früheren Arbeiten, die allerdings die Möglichkeit einer ungleichen Wirkung auf verschiedene Eiweißstoffe wenig oder

gar nicht beachteten fand Bialosuknia, daß bei den untersuchten Objekten Pflanzeneiweiß in saurer und neutraler Lösung sehr gut hydrolysiert wurde, Fibrinflocken hingegen nur in leicht alkalischer Lösung, Eieralbumin aber überhaupt nicht angegriffen wurde. Labenzym wurde als sehr verbreitetes Samenenzym konstatiert. Die Arbeit von Kudo⁹⁾ ist geeignet die etwas schwankenden Angaben über die Hemmung tryptischer Enzyme durch Säuren oder stärkere Alkalien auf festeren Boden zu stellen. Das Pankreatin Marke «Rhenania» wirkt nach dieser Untersuchung in neutraler Lösung am besten. Säuren hemmen die Wirkung durch Zerstörung des Enzyms, wobei aber kein Parallelismus zur elektrolytischen Dissoziation der Säuren gefunden wurde.

Die Kohlenhydrat-Enzyme liefern fortgesetzt ein dankbares Arbeitsgebiet wegen der leichten Zugänglichkeit der Präparate und der Mannigfaltigkeit der Konstitution der spaltbaren Zuckerarten. An der Invertase unternahm es Hudson¹⁰⁾ neuerdings wieder das Geschwindigkeitsgesetz der Rohrzuckerhydrolyse zu studieren. Es ergab sich, daß bei Gegenwart von etwas Natronlauge die Reaktion streng dem Gesetze der Reaktionen erster Ordnung folgt. Hudson macht geltend, daß man bisher versäumte, die Mutarotation zu berücksichtigen, ein Fehler, welcher bei der Säureinversion nicht in Betracht kommt, weil die Säuren die Mutarotation sehr stark beschleunigen. Armstrong und Glover¹¹⁾ machen darauf aufmerksam, daß Rohrzucker von Invertase viel leichter angegriffen wird als Raffinose. Die Raffinosespaltung verläuft 5 mal langsamer als die Rohrzuckerinversion. Die Säurehydrolyse der Raffinose verläuft unter sonst gleichen Bedingungen mit $\frac{4}{5}$ der Inversionsgeschwindigkeit bei Saccharose. Eines der interessantesten Enzyme ist das Mandelenzym, welches man früher als ein einziges Enzym, Emulsin, angesehen hat. Armstrong hat sich um die Kenntnis des Mandelenzyms große Verdienste erworben und dargetan, daß im Amygdalusenzym eine Laktase vorhanden sein muß. Nach Armstrong und Horton¹²⁾ ist nun diese Laktase von der Kefirlaktase verschieden. Letztere wird durch Gegenwart von Traubenzucker nicht gehemmt, wohl aber durch Galaktose, während die Mandellaktase durch Traubenzucker gehemmt

wird, also nach Armstrongs Nomenklatur eine »Glukolaktase« ist. Die Autoren weisen ferner nach, daß bei der Amygdalinspaltung durch Mandelenzym das Fischersche Mandelsäurenitrilglukosid als Zwischenprodukt entsteht. Die Mandel enthält, soweit man jetzt weiß, drei verschiedene Enzyme: 1. Glukolaktase, 2. Amygdalase, 3. β -Glukase oder Emulsin. Bei 0 Grad extrahiert, geben Mandeln viel Glukolaktase. Durch Erhitzen wird die Glukolaktase früher zerstört als die beiden anderen Enzyme. Bialosuknia macht in ihrer zitierten Arbeit darauf aufmerksam, daß bei der Wirkung diastasehaltiger Samenpulver auf Stärkekleister bei nicht zu verdünnter Lösung nach dem Eintritte des Stadiums der Amylodextrinreaktion vorübergehend wieder ein Stadium der Jodbläuung zu beobachten ist. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß hierbei eine Rückverwandlung von Amylodextrin in jodbläuendes Kohlehydrat im Spiele ist.

Die größte Literatur knüpft sich an die Oxydasen, welche heute noch immer das an Zweifeln reichste Gebiet der Enzymologie darstellen. Dony-Hénault und Mlle. J. van Duuren¹³⁾ haben mit Recht hervorgehoben, daß man bei der Prüfung auf Oxydasen nicht Stoffe als Testobjekte wählen sollte, welche in den betreffenden Geweben niemals vorkommen. Selbst eine der grundlegenden Arbeiten auf dem Gebiete der Oxydasenlehre, jene von Schmiedeberg über die Oxydation von Salicylaldehyd in der überlebenden Leber scheint nach den kritischen Nachuntersuchungen der genannten Autoren keineswegs einwandfrei zu sein. Alsberg¹⁴⁾ befaßt sich mit der Kritik einer besonders häufig verwendeten Oxydasenreaktion, der Bläuung von Guajakonsäure; er macht darauf aufmerksam, daß die Chloride der verschiedensten Metalle zu groben Irrtümern Anlaß geben können, und daß man daher diese Salze, sowie auch Hämoglobin und Hämocyanin auszuschalten hat, ehe man der Guajakreaktion eine strikte Beweiskraft für die Gegenwart von Oxydasen zuschreiben darf. Selbstverständlich halten alle jene anorganischen Katalysatoren, welche sowie die Oxydationsenzyme in stande sind als O-überträger aus Wasserstoffperoxyd auf Phenole, deren Derivate und auf Amine wirken, die Aufmerksamkeit wach. E. de Stoecklin¹⁵⁾ studierte die betreffenden Eigenschaften des Eisentannates. Martinand¹⁶⁾ macht darauf

aufmerksam, daß Eisenchlorid unter Umständen seine oxydativen Eigenschaften ebenso durch Erhitzen einbüßt, wie die Oxydationsenzyme. Bialosuknia (l. c.) untersuchte die Gegenwart von Oxydasen im verdünnten Glyzerinextrakt verschiedener Samen. Die oxydatische Wirkung war nicht überall gleich, am stärksten bei Weizen. Die Bakterienkatalase war Gegenstand der Untersuchung von A. Jorus¹⁷⁾; die Katalase tritt hier als Ekto- oder als Endoenzym auf, sehr allgemein, doch in ungleicher Quantität. Mit der Peroxydase mit Weizenkleie befassen sich G. Bertrand und M. Rozenband¹⁸⁾ und finden, daß deren Wirkung durch Säure paralyisiert werden kann.

Ein schwieriges Gebiet betrifft die Frage nach den reduzierenden Enzymen oder Reduktasen. Wertvolle kritische Beiträge hat A. Heffter¹⁹⁾ geliefert. Die reduzierende Wirkung von Organextrakten auf Nitrate muß nach diesem Forscher nicht unbedingt enzymatischer Natur sein, ebensowenig wie die Schwefelwasserstoffbildung aus Schwefelblumen, wie Heffter schon früher dargetan hat. J. Größ²⁰⁾, der sonst kritisch vorzugehen bemüht ist, hat leider die fragliche Reduktase der Hefe, welche aus zugesetzten Schwefelblumen Schwefelwasserstoff erzeugt, mit der Katalase vermengt. Übrigens muß die Schwefelreduktion, die Rey Pailhade auf sein »Philothion« bezogen hat, nicht durch ein reduzierendes Enzym bedingt sein.

Mehrere Forscher befaßten sich neuerdings wieder mit der Tyrosinase.

Lehmann und Sano²¹⁾ haben bei Bakterien die Verbreitung tyrosinschwärzender Enzyme geprüft. Hierbei ergab sich, daß *Actinomyces* das schwarzbraune Pigment auch auf tyrosinfreiem Nährboden bildet. Es scheint demnach hier Tyrosin gebildet und dann weiter oxydiert zu werden. Die *Actinomyces*-Tyrosinase geht weder in den Glyzerinextrakt, noch in den Wasserextrakt des Pilzes über. Die genannten Autoren berichten auch über Tyrosinase bei höheren Pflanzen. Kleie enthält viel Tyrosinase, das Mehl aber keine. Chloroform hemmt die Tyrosinasewirkung nicht, während Cyankalium die Wirkung beträchtlich stört. Eine größere Arbeit von W. Staub²²⁾ beschäftigt sich sehr ausführlich mit der Tyrosinase aus dem Wasserextrakt von *Russula*-Fruchtkörpern und der Tyrosinase

aus der Rinde von Kartoffelknollen, Durch kolorimetrischen Vergleich mit einer Standardlösung aus künstlichen Farbstoffen suchte der genannte Autor das Wirkungsgesetz der Tyrosinase festzustellen. Innerhalb der von dem Verf. eingehaltenen Grenzen war die Wirkung proportional der Enzymkonzentration. Staubs Tyrosinasepräparate hatten keine Wirkung auf Phenylalanin, erzeugten aber mit Tyrosinanhydrid und Glyzyltyrosinanhydrid braune Färbungen. Auch auf die drei isomeren Kresole wirkte das Enzym ein, interessanterweise am stärksten auf das Parakresol. Doch entstand auch da kein so tief gefärbtes Produkt wie aus Tyrosin. Färbungen wurden weiter erhalten mit Phenol, Hydrochinon und mit Pyrogallol, nicht aber mit Resorcin. Witte-Pepton gab eine Braunfärbung wegen der Gegenwart von Tyrosinspuren in dem angewendeten Präparate. Auch wurde mit Hilfe der Tyrosinase die Bildung von Tyrosin bei verschiedenen fermentativen Eiweißhydrolysen sichergestellt. Von Interesse ist Staubs Angabe über die Verzögerung der Tyrosinasewirkung durch Leucin und Glykokoll, während Alanin und Phenylalanin die Reaktion eher beschleunigten.

Eine kritische Studie von Bach²³⁾ hatte das Ziel vor Augen, die Stellung der Tyrosinase zu den anderen Oxydasen, sowie deren komplexe Natur zu untersuchen. Es ergab sich, daß Tyrosinase von den Peroxydasen und den anderen Oxydasen sicher völlig verschieden ist. Gonnermanns Ansicht, wonach die Wirkung der Tyrosinase wesentlich eine hydrolytische ist, ließ sich durch die experimentellen Befunde von Bach nicht stützen.

Die Oxydasen führen uns auf das schwierige Gebiet der Atmungsenzyme hinüber, welche infolge der Arbeiten aus dem Palladinschen Laboratorium in neuester Zeit ein besonderes Interesse erregt haben. Kostytschew²⁴⁾ hat in einer gut durchdachten Arbeit kritisch-experimentell die Bedeutung der Zymase und der Alkoholbildung für die normale Pflanzenatmung nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse darzustellen gesucht. Er stellte fest, daß die Alkoholbildung in keimenden Erbsensamen ausbleibt, wenn man die Samenschalen entfernt hat. Es scheint somit, als ob die Alkoholgärung hier nicht

von der Sauerstoffversorgung völlig unabhängig wäre. Zuge-setzter Alkohol wurde von den Keimlingen nur langsam konsumiert, und es hat nicht den Anschein, als ob der Alkohol in der normalen Atmung glatt und rasch verbraucht würde. Weicht man Weizenkeime in Zym-in-Glukose ein, so produzieren dieselben nach Kostytschew viel mehr Kohlensäure als normal. Es ließ sich nicht genau eruieren, welche Stoffe hierbei stimulie-rend tätig sind, wenn sich auch feststellen ließ, daß phosphor-haltige Fraktionen aus dem Zym-in-Glukosegemisch die Atmung etwas steigerten. Im ganzen hat der Verf. den Eindruck, als ob die von Godlewski aufgestellte Atmungshypothese der Wahrheit am besten entsprechen würde, wonach in der normalen Atmung gewisse noch unbekannte Produkte der Zymasegärung angegriffen werden, und es normal bis zur Alkoholbildung gar nicht kommt. J. Grüß²⁵⁾ will an der Hand einer kapillar-analytischen Versuchstechnik, die er als »Chromogramm-methode« beschreibt, zeigen, daß bei der Alkoholgärung durch Hefe ein reduzierendes Enzym, die aus Schwefel Schwefelwasserstoff bildende »Hydrogenase« mitbeteiligt ist. Ich halte seine Dis-kussion nicht für klar genug, um ein endgültiges Urteil über diese Ansicht zu gestatten.

Schließlich sei auf eine Mitteilung von A. J. Nabokich²⁶⁾ hingewiesen, welche sich mit der Kohlensäure-Ausscheidung aus getöteten Pflanzenorganen im Vakuum befaßt. Enzymatische und bakterielle Wirkungen sollen angeblich hierbei vollkommen ausgeschlossen sein. Es mögen nach dem genannten Autor im anaeroben Stoffwechsel Produkte gebildet werden, welche nach dem Tode der Pflanze unter Kohlensäurebildung zerfallen. Die mitgeteilten Versuche erstrecken sich aber nicht auf die chemische Seite der Frage.

1) H. M. Vernon, *Intracellular Enzymes*. London, J. Murray, 1908.

2) A. E. Vinson, *Journal American Chemical Soc.* 30, Nr. 6, June 1908.

3) J. Grüß, *Berichte Deutsch. Botan. Ges.* 1908, p. 620.

4) L. Michaelis, *Biochem. Zeitschr.* Bd. 16, p. 81, 1909.

5) F. G. Kohl, *Beihefte z. Botan. Centralbl.* Bd. 23, Abt. 1, p. 64b. ferner E. Pantanelli, *Ber. Deutsch. Botan. Ges.* 1908, p. 494.

6) A. Hamsik, *Zeitschr. Physiolog. Chem.* Bd. 59, p. 1, 1909.

7) L. Rosenthaler, *Biochem. Zeitschr.* Bd. 14, p. 238, 1908.

- 8) W. W. Bialosuknia, Zeitschr. Physiolog. Chemie Bd. 58, p. 487, 1909.
- 9) T. Kudo, Biochem. Zeitschr. Bd. 15, p. 473, 1909.
- 10) C. S. Hudson, Journal American Chemical Soc. 30, p. 1160, 1908.
- 11) H. E. Armstrong und W. H. Glover, Proceed. Royal Soc. Vol. 80, p. 312, 1908.
- 12) H. E. Armstrong, E. F. Armstrong und E. Horton, Proceed. Royal Soc. Vol. 80, p. 321, 1908.
- 13) M. O. Dony-Hénault und Mlle. J. van Duuren, Bull. Acad. Belg. Cl. Scienc., 1907, p. 537.
- 14) C. L. Alsberg, Archiv experim. Pathologie, Schmiedeberg-Festschr. p. 39, 1908.
- 15) E. de Stoecklin, Comp. Rend. Tom. 147, p. 1489, 1908.
- 16) Martinand, Compt. Rend. Tom. 148, p. 182, 1909.
- 17) A. Jorus, Archiv Hygiene Bd. 67, p. 134, 1908.
- 18) G. Bertrand und M. Rozenband, Compt. Rend. Tom. 148, p. 297, 1909.
- 19) A. Heffter, Archiv experiment. Patholog., Schmiedeberg-Festschr. p. 253, 1908.
- 20) J. Grüß, Berichte Deutsch. Botan. Gesellsch. 1908, p. 627.
- 21) K. B. Lehmann und Sano, Archiv Hygiene Bd. 67, p. 99, 1908.
- 22) W. Staub, Nouvelles Recherch. sur la Tyrosinase, Genève 1908.
- 23) A. Bach, Berichte Deutsch. Chem. Gesellsch. 1909, p. 594.
- 24) S. Kostytschew, Biochem. Zeitschr. Bd. 15, p. 164, 1908.
- 25) J. Grüß, Berichte Deutsch. Botan. Gesellsch. 1908, p. 191.
- 26) A. J. Nabokich, Berichte Deutsch. Botan. Gesellsch. 1908, p. 324.

Voigt, A., Lehrbuch der Pflanzenkunde. Dritter Teil. Anfangsgründe der Pflanzengeographie.

Hannover u. Leipzig 1909. 8^o. 17 u. 371 S.

Von diesem Lehrbuch ist außer dem dritten, bisher nur der erste Teil (»Die höheren Pflanzen im allgemeinen« vergl. Bot. Ztg. II, 1906, 64, 284) erschienen; der zweite, in dem auf die Paragraphen des dritten verwiesen werden soll, folgt später. Die vorliegenden »Anfangsgründe der Pflanzengeographie« enthalten folgende Hauptabschnitte: 1. Die äußeren Kräfte in ihrem Einflusse auf das Pflanzenleben. 2. Die Pflanzen unter dem Einflusse der Feuchtigkeitsverhältnisse im besonderen. 3. Mitteleuropäische Wälder. 4. Offene Fluren Deutschlands und seiner Nachbarländer vom Tieflande bis zum Berglande. 5. Die Pflanzenwelt der Hochgebirge. 6. Kulturland, Unkräuter und Kulturpflanzen. Das Buch zeichnet sich durchweg durch sehr sorgfältige, klare und sachliche Schreibweise und große Reichhaltigkeit aus, ohne dabei in den Fehler kleinlicher Aufzählung zu fallen. Zu ausführlich für ein Schulbuch ist

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für Botanik](#)

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Czapek Friedrich

Artikel/Article: [Besprechungen. Neuere Arbeiten über Enzyme. Sammelreferat 411-420](#)