

23. 7. 1927 Bucherer

Postverlagsort Leipzig

Buchere  
Elbing

# 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 29 (SEITE 585—608)

22. JULI 1927

FÜNFZEHNTER JAHRGANG

## INHALT:

Probleme und Methoden der Enzymforschung. Von RICHARD WILLSTÄTTER, München . . . . .	585	NOWACK, ERNST, Der nordalbanische Erzbezirk. (Ref.: J. L. Wilser, Freiburg i. Br.) . . . . .	603
Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure 1927. (Mit 3 Figuren) . . . . .	596	FREYBERG, B. v., Die tertiären Landoberflächen in Thüringen. (Ref.: Hans Becker, Leipzig) . . . . .	603
BESPRECHUNGEN:		WURM, ADOLF, Geologie von Bayern. Nordbayern, Fichtelgebirge und Frankenwald. Erster Teil. (Ref.: Hans Becker, Leipzig) . . . . .	604
MICHEL, HERMANN, Die künstlichen Edelsteine, eine zusammenfassende Darstellung ihrer Erzeugung, ihrer Unterscheidung von den natürlichen Steinen und ihrer Stellung im Handel. (Ref.: A. Johnsen, Berlin) . . . . .	599	GESELLSCHAFT FÜR ERDKUNDE ZU BERLIN. Reise durch Sahara und Sudan zum Roten Meere . . . . .	604
ROSENBUSCH, H., Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien. (Ref.: W. Eitel, Berlin-Dahlem) . . . . .	600	BOTANISCHE MITTEILUNGEN. Rotfärbung grüner Blätter. Das Verhalten der Pflanzenzelle gegen Salze. Ammoniak, Nitrate und Nitrite als Stickstoffquellen für höhere Pflanzen. Über einige hochgelegene Moore Vorarlbergs und ihre Stellung in der regionalen Waldgeschichte Mitteleuropas. Die Chemotaxis von <i>Polytoma uvella</i> . Artkreuzungen von Brandpilzen . . . . .	605
BUBNOFF, S. von, Deutschlands Steinkohlenfelder. (Ref.: R. Michael, Berlin) . . . . .	601		
WEIGELT, JOHANNES, Angewandte Geologie und Paläontologie der Flachsegesteine und das Erzlager von Salzgitter. (Ref.: H. Becker, Leipzig) . . . . .	602		

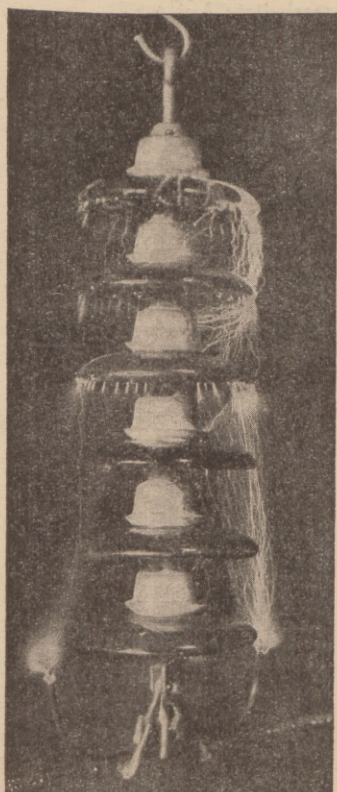


Abb. 60/5. Hängeisolator, Kappen- und Bolzentype, Regenüberschlag.

Aus:

## Hochspannungstechnik

Von

**Dr.-Ing. Arnold Roth**

Technischer Direktor der Ateliers de Constructions Electriques de Dôle in Villeurbanne (Rhône), früher Leiter der Apparaten- und Transformatoren-Versuchsabteilung von Brown, Boveri & Cie. in Baden

★

Mit 437 Abbildungen im Text und auf 3 Tafeln  
sowie 75 Tabellen. VIII, 534 Seiten. 1927

Gebunden RM 31.50

VERLAG VON JULIUS SPRINGER  
IN BERLIN W 9



## DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen wöchentlich und können im In- und Auslande durch jede Sortimentsbuchhandlung, jede Postanstalt oder den unterzeichneten Verlag bezogen werden. Preis vierteljährlich für das In- und Ausland RM 9.—. Hierzu tritt bei direkter Zustellung durch den Verlag das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Einzelheft RM 1.— zuzüglich Porto.

Manuskripte, Bücher usw. an

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

Preis der Inland-Anzeigen:  $\frac{1}{4}$  Seite RM 150.—; Millimeter-Zeile RM 0.35. Zahlbar zum amtlichen Berliner Dollarkurs am Tage des Zahlungseinganges. Für Vorzugsseiten besondere Vereinbarung. — Bei Wiederholungen Nachlaß.

Auslands-Anzeigenpreise 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.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

### Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensäure

Sieben Abhandlungen  
aus dem Chemischen Laboratorium der Akademie der Wissenschaften in München  
von **Richard Willstätter** und **Arthur Stoll**

Mit 16 Textfiguren und einer Tafel. VIII, 448 Seiten. 1918. RM 20.—

### Chemie der Enzyme

Von Professor Dr. Hans von Euler in Stockholm

#### I. TEIL: Allgemeine Chemie der Enzyme

Dritte, nach schwedischen Vorlesungen vollständig umgearbeitete Auflage  
XII, 422 Seiten. Mit 50 Textabbildungen und einer Tafel. 1925. RM 25.50; gebunden RM 28.50

#### II. TEIL: Spezielle Chemie der Enzyme

1. Abschnitt: Die hydrolysierenden Enzyme der Ester, Kohlenhydrate und Glukoside  
X, 314 Seiten. Mit 44 Textabbildungen. 1922. RM 12.—
2. Abschnitt: Die hydrolysierenden Enzyme der Nucleinsäuren, Amide, Peptide und Proteine  
Bearbeitet von Hans von Euler und Karl Myrbäck  
Zweite und dritte, nach schwedischen Vorlesungen vollständig umgearbeitete Auflage  
XII, 310 Seiten. Mit 47 Textabbildungen. 1927. RM 24.—  
(Verlag von J. F. Bergmann in München)

### Untersuchungen über Kohlenhydrate und Fermente

Von Emil Fischer †

- (Emil Fischer, Gesammelte Werke, herausgegeben von M. Bergmann)  
I: (1884—1908) VIII, 912 Seiten. 1909. Unveränderter Neudruck 1925. RM 57.—; gebunden RM 60.—  
II: (1908—1919) IX, 534 Seiten. 1922. RM 19.—; gebunden RM 22.—

#### Praktikum der physiologischen Chemie

Erster Teil:

### Fermentmethoden

Von Peter Rona

Mit 73 Textabbildungen. XII, 332 Seiten. 1926. RM 15.—



## Probleme und Methoden der Enzymforschung.

FARADAY-Vorlesung,

gehalten vor der Chemical Society in London im Hörsaal der Royal Institution am 18. Mai 1927.

Von RICHARD WILLSTÄTTER, München.

Fast sechzig Jahre sind seit FARADAYS Tod verfloßen. Daß ich heute vor der Chemical Society zum Gedächtnis FARADAYS an dieser geweihten Stätte seines eigenen Wirkens sprechen darf, ist für mich eine große Auszeichnung. Auch empfinde ich es dankbar als eine besondere Ehre, mich der Reihe von Gelehrten aus den verschiedenen Ländern zuzugesellen, die — es sind bisher zwölf Male — zur Erinnerung an FARADAY gesprochen haben. In diesen Gedächtnis-Vorlesungen spiegelt sich die Geschichte der Wissenschaft, die nach einem Worte von GOETHE einer großen Fuge gleicht, worin die Stimmen der Völker nach und nach zum Vorschein kommen. Mit der Ehrfurcht vor dem Genius, dem wir heute huldigen, vereinigt sich meine bewundernde Erinnerung an so viele große Naturforscher Ihres Landes. Die Anwesenheit hochgeschätzter Kollegen in diesem Saale macht mir die Stunde feierlich. Aber über die lebendige Gegenwart hinaus dringen meine Gedanken verehrend zu Ihren Unsterblichen.

Meine Vorgänger haben zumeist aus dem Lebenswerk FARADAYS einzelne Kapitel ausgewählt, um daran anknüpfend eigene experimentelle Beiträge oder theoretische Entwicklungen auf physikalischen oder chemischen Gebieten vorzutragen. Das Werk FARADAYS ist unerschöpflich und es scheint auf lange Zeit hinaus unerschöpflich an tiefen Anregungen zu sein. Da keiner meiner Vorgänger angeknüpft hat an die Versuche von FARADAY, „Über das Vermögen der Metalle und anderer starren Körper, Gase miteinander zu verbinden“, so möchte ich diese grundlegende Untersuchung aus der Frühzeit der Katalyse zum Ausgang nehmen, um über organische Katalysatoren zu sprechen. Jene Untersuchung ist im Jahre 1833 ausgeführt, also zu derselben Zeit, in der auch E. MITSCHERLICHS Arbeit über die Bildung von Äther aus Alkohol durch Berührung mit Schwefelsäure entstand. FARADAY und MITSCHERLICH erkannten die Häufigkeit solcher Reaktionen. MITSCHERLICH nannte sie Reaktionen durch Kontakt und verglich mit der Ätherbildung den Zerfall von Hydroperoxyd, die geistige Gärung der Zuckerarten, die Essigbildung aus Weingeist, die Zersetzung des Harnstoffes. „Für sich erleiden diese Substanzen keine Veränderung, aber durch den Zusatz einer sehr geringen Menge Ferment, welches dabei die Kontaksubstanz ist, und bei einer bestimmten Temperatur, findet diese sogleich statt.“ Diese Arbeiten besprach BERZELIUS in seinem

15. Jahresbericht über die Fortschritte der physikalischen Wissenschaften. Indem er eine Anzahl schon bekannter Fälle von anorganischen und organischen Kontaktwirkungen zusammenstellte, ordnete er sie zum ersten Male unter den Begriff der „Katalyse“. Wenn er in der katalytischen Kraft „eine ebensowohl der anorganischen als der organischen Natur angehörige neue Kraft zur Hervorrufung chemischer Tätigkeit“ erblickte, so war es keineswegs seine Meinung, „sie für ein von den elektrochemischen Beziehungen der Materie unabhängiges Vermögen zu erklären“.

Schon gelegentlich der frühesten Beobachtungen über Katalyse wurden den anorganischen Kontaktstoffen die natürlichen Fermente an die Seite gestellt. Und als W. OSTWALD um die Wende des Jahrhunderts durch seine Definition der Katalyse die Forschung neu belebte, da wurde durch seine Anregung zu kinetischen Messungen die Enzymforschung mit den Methoden der physikalischen Chemie befruchtet. Die Parallele zwischen den Enzymen und künstlichen anorganischen Katalysatoren hat besonders G. BREDIG durch seine Modellversuche mit anorganischen Fermenten gefördert, die vielfache und weitgehende Übereinstimmung ergaben. Umgekehrt versprechen uns Beobachtungen über das Verhalten und das Wesen der Enzyme auch neue Erkenntnisse in der allgemeinen Lehre von der Katalyse. Meine eigenen Experimente und die meiner Schüler, von denen ich heute sprechen darf, sind Beobachtungen über das Adsorptionsverhalten und einige andere Eigenschaften der Enzyme, besonders ihre Spezifität. Mit dem großen Vorbild FARADAYS vor meinen Augen wage ich es, so bescheidene Beiträge anzuführen, ermutigt durch das tiefe Interesse, das FARADAY in der angeführten Abhandlung für die Art und Weise der Beziehungen zwischen Katalysator und Substrat bekundete. Die Erwartung erscheint nicht ungerechtfertigt, daß einige neue Erfahrungen an Enzymen, die auf nahe Beziehungen zwischen den Erscheinungen der affinitätsbedingten Adsorption und der katalytischen Wirkung hindeuten, allgemeiner zur Kenntnis der selektiv wirkenden chemischen Adsorption und der Katalysatorspezifität beitragen werden. Die Enzyme sind in ihrer strengen Spezifität, zugleich auch in ihrem großen Leistungsvermögen bei engem Reaktionsbereich, den altbekanntesten anorganischen Kontaktstoffen überlegen. Die moderne Entwicklung der Katalyse in der chemischen Industrie hat die Aufgabe in den Vordergrund gestellt, die



anorganischen Katalysatoren nach dem Vorbild der Enzyme zu verbessern, selektiver und zugleich wirksamer zu machen. Auch die Aktivierung der Enzyme wird mit großem Erfolge nachgeahmt. Eben diese Erscheinungen der Aktivierung wie auch der Vergiftung, die für quantitative Messungen geeignet sind, haben in letzter Zeit z. B. in den Arbeiten von C. N. HINSHELWOOD, W. G. PALMER, F. H. CONSTABLE, H. S. TAYLOR bemerkenswerte Aufschlüsse über das Wesen der Katalysatoren geliefert.

FARADAY untersuchte das Beispiel der Wirkung von Platin auf Wasserstoff-Sauerstoffgemische. Er lehnte den Gedanken ab, daß der Kontaktkörper eine chemische Verbindung eingehe. Es dürfte aber nicht mit Recht geschehen, daß seine Erklärung des Vorganges oft als eine rein physikalische zitiert wird. FARADAY sprach von einer, „manchen Körpern in hohem Grade eigenen, und wahrscheinlich ihnen allen angehörigen Anziehungskraft, durch welche sie zu einer mehr oder weniger innigen Annäherung (association) gebracht werden, ohne zugleich eine chemische Verbindung einzugehen . . ., und welche, wenn ihr gleichzeitig mehrere Körper unterworfen werden, unter günstigen Umständen . . . die Verbindung dieser Körper herbeiführen kann. Ich selbst bin bereit . . . sowohl in bezug auf die Aggregationsanziehung als auf die chemische Verwandtschaft anzunehmen, daß die Wirkungssphäre der Teilchen sich über die mit ihnen in unmittelbarer und augenscheinlicher Berührung stehenden hinaus erstreckt und in manchen Fällen Effekte bewirke, die sich zu bedeutender Wichtigkeit erheben können“. Die Auffassung von FARADAY setzt die Katalyse in Beziehung zur Adsorption. Zahlreiche Adsorptionserscheinungen beruhen, wie sich heute an eindeutigen Beispielen zeigen läßt, auf chemischer Affinität und zwar auf Residualaffinität der Moleküle. Die Erklärung der Adsorption auf Grund von Capillarität versagt an den Erscheinungen selektiver Adsorption, wie die Beobachtungen über das auswählende Verhalten der Adsorbentien gegen Enzyme erweisen.

Das Verhalten von Wasserstoff und Sauerstoff gegen Platin ist seit jener grundlegenden Untersuchung von FARADAY immer ein bedeutendes Problem geblieben. Platin ist, wie ich vor einigen Jahren gemeinsam mit E. WALDSCHMIDT-LEITZ feststellte, nur während ständiger Gegenwart von Sauerstoff imstande, Wasserstoff katalytisch zu übertragen. Über diese Rolle des Sauerstoffes bei der Hydrierungskatalyse bestehen verschiedene Ansichten. Während nach M. BODENSTEIN der Sauerstoff lediglich für die Reinigung, also *Entgiftung* der Platinoberfläche von Bedeutung sein soll, entwickelte R. KUHN die Auffassung, der Sauerstoff *vergifte* gewissermaßen das Platin, an dessen Oberfläche ohne seine Mitwirkung nur rekombinierte Wasserstoffmoleküle dem Substrat begegnen würden. Nach dieser Auffassung

wäre der Sauerstoffgehalt für die Verschiedenheit der Rekombinationsstadien des Wasserstoffes an der Platinoberfläche verantwortlich. Es ist aber wohl zu berücksichtigen, daß sogar die Reaktionswege der Hydrierung z. B. von Naphthalin (nach R. WILLSTÄTTER und F. SEITZ) je nach dem Grade der Sauerstoffbeladung des Platins verschieden sind. Ich halte es danach für wahrscheinlicher, daß die Affinitätsfelder des Platins durch die Aufnahme von Sauerstoff so abgeändert werden, daß dadurch ein neuer Kontaktstoff von spezifischer Art für die Hydrierung entsteht. Und zwar werden bei geringerer oder größerer Beladung mit Sauerstoff besondere Affinitäts-eigentümlichkeiten ausgebildet. Das sauerstoffbeladene Platin ist zu den Mischkatalysatoren zu zählen und ist mit den Enzym-Aktivator-Komplexen zu vergleichen. Die Beobachtungen scheinen mir dafür zu sprechen, daß je nach der Natur der Kontaktsubstanz das Naphthalin bei dieser Hydrierung auf verschiedenartige Weise aktiviert und zur Reaktion gebracht wird. Daß überhaupt eine Beziehung zwischen dem Kontaktkörper und dem Naphthalin existiert, dürfte aus dem Auftreten von nur *cis*-Dekahydronaphthalin bei der Hydrierung mit Platin, dagegen von hauptsächlich *trans*-Verbindung bei der Hydrierung mit Nickel hervorgehen.

BERZELIUS verzichtete darauf, die Vorgänge der Katalyse zu erklären und er betonte in seinen Auseinandersetzungen mit LIEBIG, wie gefährlich es wäre, unvollständig verstandene Erscheinungen durch hypothetische Annahmen zu erklären. Noch heute wird diese Zurückhaltung oft gerühmt. Aber die Unterdrückung der Erklärung hat auch das Interesse für die Erscheinungen eingeschränkt. Es gibt nicht eine einzige Methode der Naturforschung, die als die richtige zu bezeichnen wäre, die etwa BERZELIUS eigen gewesen wäre und LIEBIG gefehlt hätte. Je nach der geistigen Art und dem Temperament des Forschers, je nach der Zweckdienlichkeit für die Anregung und Ordnung neuer Beobachtungen schwankt der Wert der Hypothese. Oft ist die hypothetische Erklärung unvollständig erkannter Erscheinungen ein notwendiges Mittel für den Fortschritt in der Naturforschung.

Ein unvollkommener Erklärungsversuch von LIEBIG dürfte sich in der Hypothese von C. NÄGELI (1879) fortentwickelt haben, der die Fermentreaktionen auf die „Übertragung von Bewegungs-zuständen“, nämlich von „Schwingungen der Atome und namentlich der Atomgruppen“ auf die Substrate erklärt. Seine Anschauung scheint mir von J. BÖESEKEN verbessert und in der modernen Anschauungsform weiterentwickelt zu werden, die statt von Schwingungen der Atome von Elektronenbahnen spricht.

W. OSTWALDS Definition (1894), welche die stagnierende Forschung aufweckte, lautet: „Katalyse ist die Beschleunigung eines langsam verlaufenden chemischen Vorganges durch die Gegenwart eines fremden Stoffes.“ OSTWALD hält den Satz, daß der Katalysator nur die Reaktionsgeschwindigkeit



keit verändere, für den Schlüssel zur wissenschaftlichen Bewältigung des Gebietes der Katalytischen Erscheinungen. Und nach seinen eigenen Worten soll von den neuen Gesichtspunkten für die Untersuchung der Katalyse der fundamentalste sein, daß ein Katalysator oder ein Enzym keine Reaktion bewirken könne, die nicht schon ohne seine Mitwirkung ebenfalls stattfindet. Dieser Gesichtspunkt ist, obwohl manche Forscher (J. J. THOMSON, H. E. ARMSTRONG) ihm nicht beipflichten, beherrschend geblieben. Aber der Satz, der einmal aus thermodynamischen Erwägungen abgeleitet war, sollte nicht wie ein Dogma festgehalten werden. Er scheint mir heute bedeutungslos und hemmend, ja unrichtig zu sein. Wie ein Dogma hindert er uns, für die Erscheinungen der Katalyse ohne Zwischenverbindungen, für die Reaktionsauslösung ohne Energiezufuhr neue Vorstellungen zu entwickeln.

Der Katalysator kann entweder durch *Anlagerung* oder durch *Annäherung* an das Substrat wirken. Er kann, natürlich ohne Energiezufuhr, eine Konstitutionsänderung des Substratmoleküls bewirken, durch die dessen Reagieren erst herbeigeführt wird. Dabei braucht nicht einzutreten und wird im allgemeinen nicht eintreten eine Umlagerung des Moleküls in eine existenzfähige neue Verbindung, ein Isomeres, derart wie man es heute bei der Wirkung des Insulins von F. G. BANTING und C. H. BEST auf Glucose annimmt, nämlich Übergang der gewöhnlichen Glucose in die sog.  $\gamma$ -Glucose mit geänderter Oxybrücke. Im allgemeinen braucht der Katalysator nur eine Formänderung des Moleküls zu bewirken, wie sie, der exakten Interpretation vorausgehend, zuerst F. RASCHIG (1906) intuitiv angenommen hat. F. HABER (1922) nennt die heterogene Katalyse der Gasreaktionen einen Vorgang, „dessen erste Phase anscheinend eine elektrodynamische Verzerrung der Moleküle durch die Atomfelder an der Grenze der festen Kontaksubstanz gegen den Gasraum... darstellt“. Auch M. BODENSTEIN legt Deformation der Moleküle der Erklärung für die Wasserstoffaktivierung des Platins zugrunde.

Die neuen Anschauungen über den Bau der Atome und Moleküle erlauben die Annahme der Deformation der Moleküle etwas näher zu kennzeichnen als Deformation ihrer Elektronenbahnen. Freier von der hypothetischen Formulierung der diskreten Energieniveaus läßt sich die Wirkung des Katalysators auf ein Substrat bei der Anlagerung oder Annäherung im Sinne von E. SCHRÖDINGERS Wellenmechanik so auffassen, daß die kontinuierlichen Verteilungen der elektrischen Ladungen des Katalysators und des Substrates sich gegenseitig beeinflussen. Indem die Ladungsfelder sich überlagern, ergibt sich dieselbe Wirkung, wie wenn weitere Verdichtungsstellen der Ladung vorhanden wären.

Dem unermeßlichen Tatsachengebiet der Katalyse gehören Fälle von so verschiedener Art an, daß es ein unfruchtbares Bemühen ist, mit einer einzigen Erklärungsweise alle Erscheinungen zu

erfassen. Die OSTWALDSche Schule hat für die Zwischenreaktionskatalyse in wichtigen Beispielen Beweise erbracht. Diese Erklärung knüpft an A. DE LA RIVES Annahme (1846) einer Platinsauerstoffverbindung an und an die viel weiter zurückliegende Untersuchung von N. CLÉMENT und CH. B. DÉSORMES über die Wirkung der Stickstoffoxyde auf die schweflige Säure. Sie ist für homogene Systeme so fruchtbar geworden, daß E. ABEL aussprach: „nicht Stoffe, nur Reaktionen katalysieren“. Es ist eine Schwäche der Auffassung von J. BÖESEKEN, wenn diese Art der katalytischen Wirkung in Abrede gestellt wird. Wenn viele katalytische Erscheinungen ohne stöchiometrisch gebildete Zwischenprodukte zu erklären sind und wenn dafür eine Theorie der Affinitätsbeeinflussung ohne intermediäre beständige Verbindungen Nutzen bietet, so darf doch eine solche Theorie nicht allgemeine Geltung beanspruchen. In der Enzymchemie gibt es keine Theorie, die so fruchtbar und befriedigend wäre wie die Annahme von Zwischenverbindungen aus Katalysator und Substrat, also die spezifisch chemische Auffassung des Primärvorganges der Enzymreaktion im Gegensatz zur physikalischen, nämlich zur Annahme eines kolloidchemischen Adsorptionsvorganges im Sinne von W. M. BAYLISS, G. S. HEDIN, J. M. NELSON.

Nach J. BÖESEKEN soll ein Katalysator eine sehr rasch verlaufende Veränderung („Dislocation“) der spezifischen Bindungen bewirken, die er aktiviert. Ohne daß er eine wirkliche Verbindung eingeht, überträgt danach der Katalysator durch „temporäre, sehr wenig beständige Addition an die spezifischen Bindungen der Moleküle“ („Action orientatrice“) die Eigentümlichkeiten seines „offenen Systems“ durch Induktion auf das geschlossene System des Substrates („Action dislocante“). Zur Erklärung wird die Vorstellung herangezogen, daß der Katalysator die Elektronenbahnen des Substrates verändere. Im Sinne der Anschauung von N. BOHR würde diese Deformation einer Elektronenbahn nur unter der Wirkung einer Kraft eintreten, also eine Änderung der Energie des Elektrons bedingen. Die Annahme der energetischen Änderung ließe sich wohl im Falle der Überlagerung zweier kontinuierlicher Ladungsfelder vermeiden. Dabei würde keine Änderung der Energieniveaus, der Ladungsverteilungen erfolgen.

Eine der allgemeinsten Fragen auf dem Gebiete der Katalyse betrifft die chemische Natur der Katalysatoren. Es ist noch zu wenig beachtet worden, aber die schon erwähnte Beobachtung über die Platinkatalyse der Hydrierung konnte darauf aufmerksam machen, daß die Kenntnis der chemischen Zusammensetzung auch einfacher organischer Katalysatoren noch sehr unvollkommen ist. Es gibt unspezifische katalytische Wirkungen wie bei den Hydrolysen, die durch Säuren und Alkalien katalysiert werden. Die verschiedenen Proteine und die Zwischenprodukte ihres Abbaues, ferner die hochmolekularen und



die nur aus wenigen Monosemolekülen zusammengesetzten Kohlenhydrate, die Fette und andere Ester lassen sich unter der katalytischen Wirkung des Wasserstoffions hydrolysieren. Die Wirkung dieses Katalysators ist nicht spezifisch. Der Bedarf an auswählenden und stärker wirksamen anorganischen Katalysatoren hat namentlich in den Arbeiten von A. MITTASCH und seinem Laboratorium in der Badischen Anilin- und Soda-Fabrik in den letzten 17 Jahren zu den praktisch höchst wichtigen und in theoretischer Beziehung beachtenswerten Erfolgen der Reaktionslenkung durch Mischkatalysatoren geführt.

Es ist ein grundlegendes Ergebnis von A. MITTASCH, daß „das Eisen durch zahlreiche Beimischungen metallischer oder oxydischer Art in seiner katalytischen Wirkung in bezug auf Stärke und Dauerhaftigkeit verbessert wird“. Bei der katalytischen Oxydation des Ammoniaks liefert nach A. MITTASCH Eisenoxyd mit Zusatz von Wismutoxyd ebenso gute Resultate wie ein guter Platinkontakt. Ein anderes Beispiel von vielen: reines Zinkoxyd wirkt auf ein reines Kohlenoxyd-Wasserstoffgemisch unter Druck in der Richtung der Methanolbildung. Wird eine kleine Menge Eisen zugefügt, so wird die Reaktion in die Richtung der Kohlenwasserstoffbildung abgelenkt. In den Arbeiten von A. B. LAMB, W. C. BRAY und J. C. W. FRAZER haben sich für die Oxydation von Kohlenoxyd mit Luft bei gewöhnlicher Temperatur bestimmte Gemische von Schwermetalloxyden z. B. von Mangan, Kupfer, Kobalt und Silber (Hopcalit) bewährt. Für diese Mischkatalysatoren gibt es ausgezeichnete Parallelen bei den Enzymen. Trypsin und Trypsin-Kinase, ähnlich Papain und Papain-Cyanwasserstoff sind Katalysatoren nicht nur von verschiedenem Leistungsvermögen, sondern von verschiedener Spezifität.

Es genügt nicht anzunehmen, daß durch die Beimischungen zu den einfachen Katalysatoren allein die Häufigkeit der aus den Gittern heraustretenden, katalytisch wirksamen Atome vermehrt werde. Dies ist der Effekt wohl nur eines kleinen Teiles von Zusatzstoffen, der Trägersubstanzen. Die Zweistoff- und Mehrstoffkatalysatoren sind vielmehr durch so deutliche spezifische Wirkungen, Reaktionslenkungen, ausgezeichnet, daß den Gemischen die Eigenschaften neuer Stoffe zugeschrieben werden müssen. In der Chemie galt bisher allgemein, daß in den *Verbindungen* die chemischen Eigenschaften der Komponenten aufgehen, daß sie in den *Gemischen* erhalten bleiben. Dieser Satz ist unzulänglich geworden, seitdem für die Beobachtung und Messung chemischer Affinitäten feinere chemische Mittel, als früher bekannt waren, in den katalytischen Reaktionen verfügbar geworden sind. Die Erfahrungen am sauerstoffhaltigen Platin, ferner an den aktivierten Katalysatoren oder Mischkatalysatoren von A. MITTASCH und anderen und an den aktivierten Enzymen machen mir den Satz überzeugend: *Gemische*

*können die Natur neuer chemischer Verbindungen haben.* Die Verbindungsähnlichkeit von Gemischen ist so zu erklären, daß die elektrostatischen und elektromagnetischen Kraftfelder der einzelnen Komponenten einer innigen Mischung sich gegenseitig beeinflussen können und müssen. Dadurch entstehen neuartige Affinitätsfelder. Dieselben Bilder wie für die Wirkung des Katalysators auf sein Substrat, sei es von Deformationen der Elektronenbahnen, sei es von Überlagerung der Ladungsfelder, mögen zur Erklärung herangezogen werden. So wird es verständlich, daß durch Vermischen von zwei, drei und zahlreicheren Komponenten homogenen Verbindungen vergleichbare individuelle Katalysatoren von enzymähnlicher Spezifität und Aktivität hervorgebracht werden, während die verhältnismäßig einfach beschaffenen Affinitätsfelder der Elementaratome dafür nicht hinreichen. Die engsten Spezifitätsbereiche kommen zu und sind eigentümlich den von den lebenden Zellen hervorgebrachten hochmolekularen organischen Katalysatoren. Zwischen den anorganischen Katalysatoren und den hinsichtlich ihrer chemischen Konstitution noch rätselhaften Enzymen scheint eine tiefe Kluft zu bestehen. In Wirklichkeit ist sie bereits durch enzymartig wirkende genau definierte organische Verbindungen überbrückt.

Zu den organischen Katalysatoren ist das Chlorophyll zu rechnen. Ich habe es vermieden, es als ein Enzym zu bezeichnen, weil damit nur ein Schlagwort ohne Nutzen ausgesprochen worden wäre. Jetzt ist es aber nützlich geworden, Bindeglieder zwischen chemisch genau definierten Verbindungen und den Enzymen zu kennen. Kolloides Chlorophyll addiert in dissoziierbarer Weise Kohlen säure. Für die Photosynthese habe ich gemeinsam mit A. STOLL die Erklärung gegeben, daß die absorbierte Strahlung eine molekulare Umlagerung der Kohlensäure bewirke. Eine isomere, peroxydische Form derselben zerfällt dann in Sauerstoff und hydratisierten Kohlenstoff.

Auch Oxyhämoglobin hat Enzymnatur. Vor kurzem habe ich gemeinsam mit A. POLLINGER nachgewiesen, daß die Oxyhämoglobine der verschiedenen Tierarten vollkommen wie Peroxydase von ungleichem quantitativem Leistungsvermögen wirken. Unter gleichen Bedingungen lieferte 1 mg Oxyhämoglobin aus Pferdeblut 0,152 mg, aus Rinderblut 0,114 mg, aus Schweineblut 0,093 mg Purpurogallin bei der Oxydation von Pyrogallol. Die Oxyhämoglobine entsprechen freilich ziemlich geringwertigen peroxydatischen Enzymen, sie sind etwa 10 000 bis 30 000mal schwächer als unsere besten Präparate von pflanzlicher Peroxydase. Die Aktivitätsunterschiede der einzelnen Hämoglobine führen wir darauf zurück, daß dieselbe spezifisch wirkende Gruppe, die prosthetische, in ihrer Wirkung durch die Assoziation mit den Globinmolekülen beeinflusst wird, die bei den verschiedenen Blutarten in der Konstitution differieren. Die peroxydatische Wirkung der mit den verschiedenen Globinkomplexen verbundenen eisen-



haltigen Farbstoffgruppe unterliegt daher Abstufungen, indem das an die individuellen Oxyhämoglobine adsorbierte oder addierte Hydroperoxyd in wechselndem Maße aktiviert wird. Es gibt also Unterschiede in der Konstitution des kolloiden Trägers der aktiven Gruppe, welche Unterschiede im Reaktionsvermögen der wirksamen Gruppe zur Folge haben. Dies ist ein Beispiel dafür, daß die als Artspezifität bezeichnete Differenzierung der Enzyme durch Unterschiede im kolloiden Komplex bedingt sein kann.

Die Abhängigkeit der katalytischen Wirksamkeit von der chemischen Konstitution haben vor kurzem im Münchener Laboratorium R. KUHN und L. BRANN in quantitativen Versuchen mit dem Blutfarbstoff weiter verfolgt und zwar an Beispielen enzymähnlicher Katalysatoren mit genau bekannten Unterschieden der chemischen Konstitution. Wird Hämoglobin zum Hämin abgebaut, so wird die Peroxydasewirkung geschwächt und in der neuen Form von organisch gebundenem Eisen tritt vorher fehlende beträchtliche Katalasewirkung auf. Hämin als Katalase verhält sich nach einer brieflichen Mitteilung des Herrn R. KUHN unter den besten Bedingungen zum kolloiden Platin von G. BREDIG wie 1 : 1,5, zu den mit Adsorptionsverfahren gereinigten besten Präparaten von Leberkatalase nach S. HENNICHS wie 1 : 1000. Bei dem um zwei Atome Wasserstoff reicherem Mesohämin ist die  $p_H$ -Abhängigkeit der peroxydatischen Wirkung beträchtlich verschoben (optimal 6,5 anstatt 5) und die Katalasewirkung fehlt. Also die katalytische Wirkung wechselt stark, ohne daß der Eisengehalt wechselt und ohne daß Unterschiede in der Dispersität dafür verantwortlich gemacht werden können.

Differenzen der kolloiden Verteilung erlauben keine Erklärung für so auswählende und spezifische Affinitäten wie es diejenigen der Enzyme sind. Es schien noch vor wenigen Jahren zweifelhaft, ob den enzymatischen Wirkungen nur eigentümliche Dispersitätsverhältnisse bekannter, beliebiger Stoffe zugrunde liegen oder bestimmte organische Verbindungen von unbekannter Konstitution. Unsere Ansichten über diese Grundfrage sind besonders durch folgende drei Erfahrungen geklärt worden:

1. In einigen Fällen war die Enzymwirkung auf Grund der chemischen Analyse bekannten organischen Stoffen oder Stofftypen zugeschrieben worden. Allein es waren Enzyme in sehr unreinem Zustand, die für die Analyse gedient hatten; es waren Präparate, die wenige Prozente oder nur Bruchteile eines Prozentes von Enzymen im heute erreichten Reinheitsgraden enthielten. Nach A. FODOR sollte die Saccharase der Hefe stofflich identisch sein mit einem Kohlehydrat, dem Hefegummi; aber das Enzym ist ohne Änderung seiner Aktivität vom Hefegummi gänzlich befreit worden. Häufiger und mit mehr Grund sind Beziehungen zwischen Enzymen und Eiweißkörpern angenommen worden. E. FISCHER hat zum Beispiel in

seiner FARADAY-Vorlesung aus den bisherigen Beobachtungen mit einem gewissen Grade von Wahrscheinlichkeit den Schluß gezogen, daß die Enzyme „aus den Proteinen entstehen und daß manche von ihnen proteinartigen Charakter besitzen“. Es ist aber in einer Anzahl verschiedenartiger Beispiele gelungen, Enzyme so weit zu reinigen, daß die Proteinreaktionen vollständig verschwinden (Lipase, Peroxydase, Saccharase).

2. Einfache anorganische Kolloide, deren Eigentümlichkeiten man ebenfalls auf die Dispersität zurückführen zu können glaubte, verdanken nach den letzten Untersuchungen von H. KRAUT und mir ihre spezifischen Eigenschaften der individuellen chemischen Struktur ihrer Moleküle. Die Gele der Tonerde, des Eisenoxyds, der Zinnsäure u. a. bestehen nicht etwa aus den Metalloxyden mit wechselnden Mengen von adsorbiertem Wasser, sondern es gibt zahlreiche Metallhydroxyde mit Abstufungen im Gehalt von chemisch gebundenem Wasser.

3. Auf dem Wege von der lebenden Zelle bis zu den reineren Präparaten sind die Enzyme durchgreifenden Änderungen ihrer Dispersität unterworfen worden, beim Übergang von der Zelle in Lösungen, Adsorbate und neue Lösungen; Enzymgemische ließen sich in ihre Komponenten auflösen. Dabei ist die enzymatische Wirkung in manchen Beispielen annähernd quantitativ erhalten geblieben.

Die Auffassung der Enzyme als eigentümliche organische Verbindungen führt zu der Aufgabe, die Enzyme in reinem Zustand zu isolieren. Diese Aufgabe, die enzymatischen Konzentrationen zu steigern, ist so weit gefördert worden, daß die Beschreibung der Enzyme sich verbessern läßt. Es kann nämlich jetzt unterschieden werden zwischen Eigenschaften der Enzyme selbst und Einflüssen ihrer Begleitstoffe und zwar teils solcher, die mit den Enzymen natürliche, physiologische Komplexe bilden, teils solcher, die sich bei der Isolierung aus den Zellen willkürlich mit ihnen vergesellschaften. Für die Steigerung der enzymatischen Reinheitsgrade, die in den natürlichen Vorkommen sehr gering sind, ist es ein unbedingtes Erfordernis, jeden Schritt der Isolierung und Reinigung so gut wie möglich durch quantitative Bestimmung der Mengen und der Konzentrationen der Enzyme zu messen. Die Literatur der einfachen anorganischen Kontaksubstanz scheint an ähnlichen Erfahrungen noch arm zu sein. Wenn z. B. ein Metallkatalysator durch Reduktion seines Oxyds gewonnen wird, so pflegt man sich damit zu begnügen, einen unbekanntem kleinen Bruchteil der Atome des Krystallverbandes in den für die Katalyse brauchbaren Zustand überzuführen, nämlich in den Zustand hoher Energie, geringster Ab sättigung durch die anderen Atome des Krystallgitters. Das Verhältnis zwischen den katalytisch aktiven Atomen und der Gesamtzahl der Metallatome hat am Beispiel des Eisenkatalysators



J. A. ALMQUIST im vorigen Jahre in Versuchen über Vergiftung durch Sauerstoff bestimmt. Die Darstellung eines anorganischen Katalysators soll anstreben, die Leistung seiner Gewichtseinheit möglichst zu steigern. Die Isolierung eines Enzyms zielt darauf hin, die Masse von Substanz, die für eine gewisse Leistung unter bestimmten Bedingungen erforderlich ist, möglichst zu vermindern.

Die leicht veränderlichen und leicht löslichen Enzyme müssen ohne die Hilfe üblicher chemischer Mittel wie Überführung in Salze und andere Derivate von einem sehr großen Vielfachen von Begleitstoffen, mit denen sie zum Teil adsorptiv verkettet sind, von Proteinen, Kohlehydraten, Salzen u. a. getrennt werden. Die allgemeine Methode, die in den Untersuchungen der letzten Jahre entwickelt wurde, ist die Anwendung von Vorgängen der Adsorption an sog. oberflächenaktive Stoffe wie Tonerde, Kaolin, Bleiphosphat, Tristearin u. a. Die Adsorption wird so auswählend gestaltet, daß die Enzyme nicht nur von beigemischten Fremdstoffen weitgehend befreit werden, sondern daß manche auch von den Hilfsstoffen, Aktivatoren, mit denen sie zu Komplexen vereinigt sind, getrennt werden.

Die Anwendung von Adsorptionsverfahren für die Reinigung von Enzymen hat eine weit zurückreichende Geschichte. Es scheint aber wenig bekannt gewesen zu sein und als unsicher oder unwahrscheinlich gegolten zu haben, daß die Enzyme aus den Adsorbaten wieder entbunden, eluiert werden können. Die kleinen Beträge wirkender Affinität, durch die die Enzyme in den Adsorbaten gebunden sind, lassen sich im allgemeinen mit sehr gelinden chemischen Mitteln aufheben, z. B. durch sehr verdünnte Alkalien oder Alkaliphosphate. Dabei wird allerdings öfters beobachtet, z. B. bei Lipase, daß die Elution eines Enzyms, die sich bei den ersten Adsorptionsvorgängen sehr leicht und mit guter Ausbeute vollzieht, beim Fortschreiten der Reinigung schwieriger wird und geringere Ausbeuten liefert und daß schließlich die Mittel fehlen, um die Adsorbate noch zu zerlegen. Bei geringeren Reinheitsgraden werden gewöhnlich von den Adsorbentien gewisse mit den Enzymen adsorptiv verankerte Begleitstoffe gebunden, welche ebenso wie die Adsorption auch die Elution zu vermitteln imstande sind oder sogar allein ermöglichen (Koadsorbentien und Koeluentien).

Die älteste Angabe über Enzymadsorption, die mir bekannt wurde, ist die Isolierung des Pepsins nach A. VOGEL jr. (München 1842). Pepsin wurde zusammen mit Eiweißstoffen durch Bleiacetat gefällt und ging beim Umwandeln des Niederschlags mit Schwefelwasserstoff wieder in Lösung. Ferner zählt zu den ältesten derartigen Angaben die Untersuchung von E. BRÜCKE (1861), der Pepsin „mechanisch an kleine feste Körper“ wie Calciumphosphat, Schwefel oder Cholesterin zu binden und aus den Adsorbaten wieder frei zu legen vermochte. Schon damals, nämlich im darauffolgenden Jahre strebten in KÜHNES Laboratorium A. DANILEWSKY

und J. COHNHEIM an, Enzyme, nämlich die Komponenten des pankreatischen Gemisches, durch Adsorptionsverfahren voneinander zu trennen. Einer derartigen Differenzierung ist viel später S. G. HEDIN begegnet, der an zwei in der Milz vorkommenden Proteasen unterschiedliches Verhalten bei der Adsorption durch Kieselgur beobachtet hat.

Die fast in Vergessenheit geratene Adsorptionsmethode ist vor 20 Jahren durch eine Untersuchung von L. MICHAELIS und M. EHRENREICH wieder belebt worden. Bei Anwendung von solchen Adsorbentien, die unter allen Bedingungen entschieden elektropositive oder elektronegative Ladung tragen, schien die entgegengesetzte entweder basische oder saure Natur der Enzyme für ihre Adsorption entscheidend zu sein. So glaubte man Saccharase als eine Säure, Trypsin als amphoter zu erkennen. Es zeigt sich aber, daß diese Befunde nicht für die Enzyme selbst gelten, sondern für beliebige Aggregate mit Fremdstoffen, wie sie sich gerade in den unreinen Lösungen finden. Saccharase, die von elektronegativem Kaolin nicht adsorbiert werden sollte, läßt sich durch Kaolin leicht adsorbieren entweder nach wenigen Schritten der Reinigung oder auch unmittelbar aus besser dargestellten Autolysaten der Hefe. In vielen Fällen tritt das wahre Adsorptionsverhalten eines Enzyms erst im Laufe der Reinigung klar zutage. Zum Beispiel läßt sich die pankreatische Amylase in rohem Zustand durch Tonerde unter bestimmten Bedingungen adsorbieren. Aber in dem Maße, als es gelingt, das Enzym mit Hilfe von Voradsorptionen (d. i. Entfernung eines Anteils durch fraktionierte Adsorption) zu reinigen, ändert sich sein Verhalten, so daß es dann durch Tonerdegele von ausgezeichnetem Adsorptionsvermögen unter keinen Umständen mehr in wahrnehmbarem Maße adsorbiert wird. Das Adsorptionsverhalten der Enzyme ist durch chemische Eigentümlichkeiten bestimmt, die sich nicht vorhersehen lassen. Während sich die Amylase der Adsorption entzieht, gibt es bei der Peroxydase den Fall, daß ein Enzym zwar nicht aus wässriger Lösung aber aus alkoholhaltiger adsorbiert werden kann. Die Acidität der Lösung pflegt auf die Adsorption Einfluß zu haben. Papain wird aus saurer Lösung sehr schlecht, aus neutraler besser, aus schwach alkalischer noch besser adsorbiert und auch viel mehr aus alkoholhaltiger Lösung; durch schwache Säure wird es eluiert. Die Erfahrungen zeigen, daß diese Adsorptionsvorgänge gar nicht bedingt sind durch die Capillarität der Stoffe, deren Oberfläche stark entwickelt ist. Es sind auch keineswegs so einfache, grobe Unterschiede wie die saure und basische Natur der Enzyme und der Adsorbentien für die Erscheinungen der Adsorption bestimmend. Unter den verschiedenen Aluminiumhydroxyden ist die Metaverbindung ( $AlO_2H$ ), die weder mit konzentrierter Salzsäure noch mit Natronlauge merklich reagiert, durch die feinst auswählende Adsorptionswirkung ausgezeichnet.



Der Erfolg der präparativen Anwendung hängt davon ab, daß es gelingt, die Adsorption genügend auswählend zu gestalten. Je geringer die erforderliche Menge Adsorbens, desto höher wird im allgemeinen der Reinheitsgrad im Adsorbate sein. Es war daher nötig, die Adsorption mit quantitativen Messungen zu verfolgen, indem man die Zahl der Enzymeinheiten bestimmte, die von 1 g eines Adsorbens aufgenommen werden (Adsorptionswert). Nachdem in unserer ersten Arbeit über Saccharase durch Verbesserung der Autolysate von Hefe, durch Darstellung geeigneter Sorten von Tonerde, durch Wahl zweckmäßiger Bedingungen für die Adsorption schon ein Adsorptionswert von 0,15 der Tonerde für Saccharase erreicht worden war, ist es gelungen, diesen Wert weiter zu steigern durch proteolytischen Abbau von Begleitstoffen des Enzyms, durch Anwendung geeigneter Verdünnung und Acidität, durch Wiederholung und Fraktionierung. Der Adsorptionswert stieg noch auf mehr als das 1200fache, nämlich über 200. Das Enzym aus 14 kg frischer Bierhefe wurde also von 1 g Aluminiumoxyd adsorbiert, das Adsorbat hatte das Gewicht von 2,5 g.

Einen genaueren Einblick in den Verlauf der Adsorption ermöglicht die Adsorptionsisotherme nach H. FREUNDLICH, die das Verhältnis der Enzymmengen im Adsorbate und in der Restlösung ausdrückt. Da es sich in den zu untersuchenden Fällen nicht um homogene Stoffe, sondern um komplizierte Gemische handelt, sind die adsorbierten Mengen in hohem Maße von den Anfangskonzentrationen abhängig. Bei Saccharase führte die Anwendung sehr verdünnter Lösungen eine große Verbesserung der selektiven Wirkung und des präparativen Ergebnisses herbei. Die Adsorptionskurven zeigen auch, in welchem Sinne in jedem Falle Fraktionierungen vorzunehmen sind, ob durch Abtrennung eines ersten oder der letzten Anteile der Reinheitsgrad verbessert wird. So wurden die Fraktionierungen gemäß quantitativen Studien von H. KRAUT über das Adsorptionsverhalten von Gemischen geleitet. Das Ziel war, normale Adsorptionsisothermen zu erreichen, wie sie homogene Stoffe ergeben. Dieses Verhalten ist bei gewissen Enzympräparaten (Saccharase) verwirklicht worden. Dann erlaubt natürlich dasselbe Verfahren der Adsorption keine weiteren Verbesserungen mehr. Es zeigte sich aber, daß die erhaltenen Präparate von Einheitlichkeit weit entfernt waren. Die beobachteten Adsorptionskurven sind nicht diejenigen der Enzyme selbst, sondern die von enzymhaltigen Stoffaggregaten. Die Adsorptionsmethode erreicht eine Grenze ihrer Leistungsfähigkeit bei gewissen Aggregaten, worin die Enzyme und die mit ihnen am nächsten verwandten Substanzen adsorptiv fest zusammenhängen mit Begleitstoffen verschiedener Art.

Der Nachweis, daß die Einheitlichkeit der konstant adsorbierten Enzyme nur eine scheinbare ist, ergibt sich aus qualitativen und quantitativen chemischen Analysen. Wenn irgendein Be-

standteil, sei es durch Farbreaktionen oder durch Fällung, nachgewiesen werden kann, so muß er sich entweder anreichern oder ganz beseitigen lassen. Meine erste Untersuchung (gemeinsam mit A. STOLL) über pflanzliche Peroxydase hatte zu Präparaten geführt, worin Zuckergruppen einen erheblichen Bestandteil ausmachten. Sie wiesen einen beträchtlichen Gehalt von Eisen (0,5 %) auf, der mit der peroxydatischen Wirkung annähernd proportional zu gehen schien. Von diesem Zustand ausgehend ließ sich aber der Reinheitsgrad durch Adsorptionsmethoden auf etwa das Fünffache steigern; dabei wurden die Kohlehydratbestandteile abgetrennt, und der Gehalt an Eisen sank auf  $\frac{1}{7}$  (0,06 %). Für die Konstitution dieses Oxydationsfermentes ist also das Eisen belanglos. Im erreichten hohen Reinheitsgrade trat eine zuvor nicht erkennbare Eigenschaft des Enzyms an den Tag: es ist farbig, porphyrinähnlich rötlich-braun.

Für die Saccharase schien Phosphor ein wesentlicher Bestandteil zu sein, seine Menge betrug 0,16–0,19 % schon bei Saccharasewerten von 0,1–0,15. Die Fraktionierung wurde nun bei Adsorptionen mit Bleifällungen so geleitet, daß man das Enzym aus den phosphorärmsten Fraktionen isolierte. Während der Saccharasewert auf 2–5 stieg, sank der Phosphorgehalt auf 0,02 und sogar auf 0,006 %. Die Änderung des Quotienten Phosphor : Aktivität zeigt die Bedeutungslosigkeit dieses Bestandteiles.

Für die Abtrennung der Proteine von den Enzymen gibt es keine allgemeine Methode. Es sollte indessen genügen, daß ein gewisses Enzym in einzelnen Beispielen ohne Änderung seiner Wirksamkeit quantitativ von eiweißartigen Begleitstoffen befreit worden ist, um für dieses Enzym ihre Entbehrlichkeit, ihre Nichtzugehörigkeit nachzuweisen. Allein Beobachtungen an Präparaten, denen Proteine hartnäckig anhaften, drohen immer von neuem zu der Schlußfolgerung Anlaß zu geben, daß die Enzyme dennoch proteinartig seien. Viele der methodischen Fragen sind an der Saccharase der Hefe gefördert worden. Die Hefeautolysate und die daraus bereiteten Enzympräparate gaben immer stark die MILLONreaktion der Tyrosinpeptide, etwa so wie Hühnereiweiß. Aber die für diese Reaktion verantwortlichen Proteinspaltungsprodukte vergesellschafteten sich mit dem Enzym erst im Laufe des proteolytischen Abbaues, dem das Hefeplasma nach der Zerstörung der Zelle anheimfällt. Es bedurfte daher nur einer vorsichtigen Autolyse der Hefe bei neutraler Reaktion und der Isolierung des Enzyms unter Vermeidung proteolytischer Vorgänge, um Saccharase vom Träger der MILLONprobe gänzlich zu befreien. Dagegen sind die so schonend gewonnenen Enzympräparate durch einen auffälligen Gehalt an Tryptophan ausgezeichnet, den H. v. EULER und K. JOSEPHSON darin entdeckt und dem sie für die Zusammensetzung und die Funktion der Saccharase eine wesentliche Bedeutung zugeschrieben haben.



Es ist in der Tat nicht in systematischer Weise, aber doch in einzelnen Fällen geglückt, Saccharase durch Adsorptionsverfahren vom Tryptophan vollständig zu befreien, wie auch meine reinsten Präparate dieses Enzyms nur noch  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{8}$  der früher gefundenen Tryptophangehalte aufweisen (Saccharasewerte 8,4, 11,9 und 9,7 mit 0,12, 0,16 und 0,18 mg Tryptophan auf 1 Einheit). Aber schon das rohe Material, das Autolysat der Hefe, läßt sich so gewinnen, daß es allein nach Dialyse viel weniger von dieser Aminosäure enthält als für das reine Enzym charakteristisch sein sollte. Die Menge des Tryptophans, die auf 1 Saccharaseeinheit trifft, beträgt nämlich bei gewöhnlicher Hefe 150 mg und in den früher üblichen Autolysaten 70 mg. Durch Steigerung der Enzymgehalte der Hefe selbst und durch Verbesserungen der Autolyse wurde nun die Menge Tryptophan, die in lang dialysiertem Autolysat auf 1 Einheit trifft, auf 0,23 mg herabgedrückt. Die Saccharase ließ sich also von den verschiedensten chemisch erkennbaren hochmolekularen Stoffen, wie Kohlehydraten, Phosphorverbindungen und Proteinsubstanzen, ganz oder fast ganz befreien, ohne Verlust an Aktivität, sogar ohne Einbuße an Beständigkeit.

Die Saccharase wird durch die Adsorptionsverfahren 3000—4000fach konzentrierter als in getrockneter Brauereihefe. Die enzymatische Konzentration der reinsten Präparate entspricht Saccharasewerten von 11—12, hervorgehend aus üblichen Hefeautolysaten vom Saccharasewert =  $\frac{1}{150}$ . Als derartige Grade erreicht waren, schien es aussichtsvoll, den Reinheitsgrad des Ausgangsmaterials, nämlich der Hefe selbst und ihrer Auflösungen, zu steigern und zu prüfen, ob eine weitere Steigerung der enzymatischen Konzentration dadurch erreicht werden könnte. Die Hefe läßt sich enzymreicher machen. H. v. EULER sowie J. MEISENHEIMER hatten durch langdauernde intensive Gärung den Saccharasegehalt der Hefe schon beträchtlich zu steigern vermocht. Diese älteren Ergebnisse ließen sich durch Gärführung bei niedrigster Zuckerkonzentration schon in kurzer Dauer weit übertreffen, so daß sich die Saccharase auf das 15- bis 20fache vermehrt, während andere Enzyme wie Maltase, Trypsin und die Enzyme des Zymasekomplexes nur geringen oder keinen Zuwachs erfahren. Die Bedeutung dieses Verfahrens besteht also darin, daß das Verhältnis der Saccharase zu anderer enzymatischer Substanz, wovon sie nicht oder doch am schwersten abzutrennen ist, wesentlich zugunsten der Saccharase verschoben wird.

Auch die Auflösung des Enzyms war Verbesserungen zugänglich. Die Vorgänge, die beim Übergang eines Enzyms aus der Pilzzelle in wässrige Lösung stattfinden, mußten genauer klar gelegt werden. Die Zelle beginnt erst nach ihrer Abtötung Enzym an Wasser abzugeben. Die Freilegung eines zuckerspaltenden Enzyms ist selbst ein enzymatischer Vorgang, und zwar ein bestimmter Teilvorgang des gesamten enzymatischen Proto-

plasmaabbaues. Die Freilegung der Saccharase und der Maltase sind daher möglichst zu trennen von dem Gesamtvorgang der Hefeautolyse. Es gelang, diese beiden Enzyme quantitativ in einem Tage in wässrige Lösung überzuführen mit nicht mehr als  $\frac{1}{10}$ , sogar nur  $\frac{1}{20}$  der Hefemasse. Die rohen Lösungen entsprechen schon Saccharasewerten von etwa 1, die dialysierten von etwa 2,5, während vor einigen Jahren die reinsten Präparate ungefähr dem Werte 0,3 entsprachen. Die möglichst vorsichtig gewonnenen Autolysate liefern nun mittels der Adsorptionsmethode das Enzym sehr bequem, aber nicht reiner als die 100—375 mal unreineren früheren Autolysate. Die enzymatischen Konzentrationen sind eher etwas niedriger, die Stabilität des Enzyms aber größer. Es sind dies eben die schonend isolierten natürlichen Enzymkomplexe. Bei energischer Autolyse und bei nachfolgenden proteolytischen Vorgängen werden diese Komplexe an Masse geringer und büßen an Beständigkeit ein. Ein Enzym ist wohl aus einer spezifischen aktiven Gruppe und einem kolloiden Träger bestehend zu denken. Mit diesem verknüpfen sich andere hochmolekulare Substanzen in wechselnder Weise. Der kolloide Träger scheint einigermaßen variabel, aber für die Beständigkeit der aktiven Gruppe nicht entbehrlich zu sein.

Auf dem ganzen Wege der Enzymisolierung hat die Adsorptionsmethode bisher nur dafür gedient, ein Enzym von den ihm nicht näher verwandten und zugehörigen Stoffen zu trennen. Seine hartnäckigsten Begleiter blieben immer die in den kolloiden und chemischen Eigenschaften dem Enzym näher verwandten Stoffe, z. B. die durch das Fehlen der aktiven spezifischen Gruppe sich von ihm unterscheidenden Umwandlungsprodukte. In dieser Hinsicht bedeutet uns ein Verfahren der fraktionierten Adsorption einen Fortschritt, nämlich der Adsorption an einem in der Enzymlösung selbst in sehr kleinen Anteilen erzeugten Niederschlag, z. B. von Bleiphosphat. Durch die teilweise Bildung einer solchen adsorptiv wirksamen Fällung sind die bisher höchsten enzymatischen Reinheitsgrade erzielt worden. Auch ist es so zum ersten Male möglich gewesen, durch Fraktionierung ein Enzym vom Produkte seiner Inaktivierung zu trennen, wenn beim Stehen oder Erwärmen einer Lösung ein Verlust an Aktivität erfolgt war. Die leichter adsorbierbaren Anteile enthalten die inaktive, die schwerer adsorbierbaren die aktive Fraktion des Enzyms.

Die wichtigste und die theoretisch bemerkenswerteste Aufgabe stellen der Adsorptionsmethode: 1. die Komplexe der Enzyme mit ihren Aktivatoren und ihren Hemmungskörpern; 2. die natürlichen Gemische der Enzyme.

Das pankreatische Enzymgemisch von Lipase, Trypsin und Amylase war das erste Beispiel der Trennung von Enzymen durch Adsorption. Lipase ist am leichtesten adsorbierbar; sie läßt sich durch Tonerde dem Gemisch entziehen und aus dem Ad-



sorbate mit schwach alkalischem Phosphat eluieren. In der Restlösung bleiben Amylase und Trypsin zurück. Dieses Verhalten ist allerdings von der Anwendung bestimmter Sorten von Tonerde, nämlich  $\gamma$ , abhängig. Mit einer gewissen anderen Sorte ( $\beta$ ) würde auch Trypsin glatt adsorbiert. Die pankreatische Amylase ist am wenigsten adsorbierbar, in reinerem Zustand mit den üblichen Mitteln fast gar nicht. Für die noch unreinen Lösungen eignet sich Kaolin, um Trypsin vollständig zu adsorbieren und Amylase zurückzulassen. Diese Untersuchung hat E. WALDSCHMIDT-LEITZ in meinem Laboratorium fortgesetzt. Dabei ist ihm die vollständige Auflösung des proteolytischen Systems der Pankreasdrüse und des Darmes gelungen. Das Trypsin sollte nach eingehenden Untersuchungen von W. M. BAYLISS und E. H. STARLING von der Drüse in der Form einer inaktiven Vorstufe „Trypsinogen“ abgesondert und von einem begleitenden zweiten Enzym, der Enterokinase, in Trypsin selbst verwandelt werden. Die Enterokinase ist indessen kein Enzym, sondern ein spezifischer Aktivator des Trypsins. Man kann diese Kinase durch Adsorption mit Tonerde vom Trypsin trennen, sogar nachdem seine Aktivierung erfolgt ist. Was für Trypsinogen gehalten wurde, ist ein fertiges Enzym, das ohne seine Kinase schon spezifisch wirksam ist, und zwar auf Peptone, Histone und gewisse Protamine. Durch seine Aktivierung mit der Enterokinase wird die Wirkung erhöht und überdies auf schwerer angreifbare Substrate wie Fibrin, Gelatine, Casein u. a. ausgedehnt. Trypsin und Trypsin-Enterokinase erweisen sich als zwei einander ergänzende, in ihrer Spezifität verschiedene Proteasen. Das beste Verfahren für die Trennung von Trypsin und Enterokinase nach E. WALDSCHMIDT-LEITZ und K. LINDERSTRÖM-LANG beruht auf der Adsorption des Aktivators an einen in der Lösung entstehenden Niederschlag von Casein; das Trypsin bleibt dabei quantitativ zurück. Da Trypsin, frei von Aktivator, und andererseits Enterokinase rein zugänglich sind, so lassen sich Enzym und Kinase verschiedener Tiere miteinander vergleichen und kombinieren. Dabei wird nach E. WALDSCHMIDT-LEITZ das Trypsin einer Tierart von den Kinasen verschiedener Tiere in ganz ungleichem Maße aktiviert, z. B. das Trypsin des Schweines viel stärker als von der zugehörigen Kinase durch diejenige der Katze.

Von der Kinase abgesehen besteht die pankreatische Protease aus zwei Komponenten. Die zweite ist das von O. COHNHEIM in der Schleimhaut des Darmes entdeckte Erepsin. Von diesen beiden proteolytischen Enzymen ist nach E. WALDSCHMIDT-LEITZ nur das ereptische leicht adsorbierbar durch Tonerde ( $\gamma$ ). Durch mehrere Wiederholungen der Adsorption wird die Trennung vollständig. In derselben Weise können wir durch Tonerdeadsorption auch zwei Proteasen der Hefe trennen, aber in diesem Falle ist umgekehrt die tryptische Komponente die leichter adsorbierbare. Erst dadurch, daß die in Gemischen vorkommenden

Enzyme homögen dargestellt werden können, ist es möglich, ihre Spezifität zu bestimmen. Das Erepsin wirkt nicht, was bisher zweifelhaft war, auf höhere Proteine, sondern es vermag ausschließlich einfachere Peptide zu spalten. Die homogenen proteolytischen Enzyme stellen die geeignetsten Hilfsmittel dar zur fraktionierten enzymatischen Hydrolyse, um die einzelnen Abbaustufen der Proteine analytisch zu bestimmen und präparativ zu isolieren.

Während das zuerst angeführte Beispiel die in ihrer Spezifität und in ihren Eigenschaften weit differierenden drei Pankreasenzyme betraf, erstreckt sich in den zuletzt angeführten Fällen die Methode auf gleichartige, einander nahestehende Enzyme, bei denen nur geringe Unterschiede im Adsorptionsverhalten zu erwarten waren. Die Adsorption kann also genügend auswählend gestaltet werden, um die auf nahe verwandte Substrate wirkenden Enzyme voneinander zu trennen. Diese noch keineswegs präzise zu beschreibende Eigenschaft ist auch die einzige, mit der das rohrzucker- und malzzuckerspaltende Enzym sich voneinander trennen lassen. Das Verhältnis der Adsorptionswirkungen verschiedener Tonerdegrade für die Lösungen eines bestimmten Enzyms, z. B. Saccharase gilt nicht ebenso für ein anderes Enzym, sondern es ist bei Maltase ein ganz anderes. Es gibt daher Sorten von Tonerde ( $\beta$  und Metahydroxyd), die Maltase verhältnismäßig reichlich, aber Saccharase nur spärlich aus den Hefeautolysaten zu adsorbieren vermögen. Dabei entstehen schon in einmaligem Prozesse Adsorbate und daraus mit sekundärem Alkaliphosphat wieder Lösungen von enzymatisch homogener Maltase, während zugleich die Lösungen der Saccharase mit geringem Verlust ganz von ihrem Gehalt an Maltase befreit werden. Diese auswählende Adsorption läßt sich durch ein Verfahren auswählender Elution aus den Adsorbaten ergänzen. Man kann mit Tonerde  $\gamma$  Saccharase + Maltase adsorbieren. Durch schwach alkalisches oder neutrales Phosphat werden aus den Adsorbaten beide Enzyme freigelegt, aber von primärem Phosphat fast allein die Saccharase, und zwar vollständig. Der größte Teil der Maltase bleibt einheitlich zurück und kann dann mit sekundärem Phosphat isoliert werden.

Die Adsorptionen von Enzymen und ihren Aktivatoren an die verschiedenen Adsorbentien sind Wirkungen von qualitativ differierenden Affinitäten einzelner, mitunter schon bestimmbarer Atomgruppen, sie sind ähnlich zu verstehen wie die Wirkung eines Enzyms auf sein Substrat. Das für die Trennung ausgenutzte ungleiche Verhalten z. B. von Saccharase und Maltase glaube ich zurückführen zu dürfen auf Unterschiede in ihrer chemischen Konstitution, und zwar in derjenigen ihrer spezifischen aktiven Gruppen.

In manchen Fällen finden sich Anhaltspunkte dafür, welche Atomgruppen eines Enzyms für seine Bindung an ein Adsorbens verantwortlich sind. Es gibt Adsorbate von Saccharase an Tonerde, die unter gewissen Bedingungen Rohrzucker



ebenso schnell spalten wie die darin enthaltene Saccharase in freier Lösung. Hingegen ist in den Adsorbaten von pankreatischer Lipase an Tristearin oder Cholesterin die enzymatische Wirkung zum größten Teile aufgehoben. Dies deutet auf eine Beteiligung der spezifisch wirksamen Gruppe am Adsorptionsvorgang hin. Die Lipase läßt sich aus den nahezu inaktiven Adsorbaten wieder in aktivem Zustand freilegen. Nach neuen Beobachtungen von E. WALDSCHMIDT-LEITZ und K. LINDERSTRÖM-LANG ist die Enterokinase im Tonerdeadsorbat inaktiv, ihre trypsinbindende Gruppe ist besetzt. Hingegen sind die Tonerdeadsorbate von Trypsin sowie von Trypsin-Kinase voll aktiv.

Die feinsten Abstufungen im Adsorptionsvermögen sind bedingt durch die eigentümliche chemische Differenzierung der angewandten Gele, namentlich von Tonerde, und durch ihre Darstellung in einheitlichem Zustand. Die Annahme war bis in die letzte Zeit herrschend, daß die aus den Salzen gefällten Gele von Tonerde nur aus Aluminiumoxyd mit adsorbiertem Wasser bestehen und daß bei ihrem Altern eine Verminderung der Dispersität und Hand in Hand damit Abnahme ihres Adsorptionsvermögens erfolge. Es zeigt sich aber, daß beim Altern einer Tonerdefällung das Adsorptionsvermögen für Saccharase, statt abzunehmen, zunimmt. Es sind nicht Dispersitätsänderungen, sondern es sind Änderungen der chemischen Konstitution, die beim Altern der Gele erfolgen. Unter bestimmten Bedingungen läßt sich als das erste Aluminiumhydroxyd ( $\alpha$ ) ein unbeständiges Gel von der Formel  $\text{Al}(\text{OH})_3$  isolieren. Es geht schon in einigen Stunden in eine zweite Modifikation ( $\beta$ ) über und dann in sehr langer Dauer in ein stabiles drittes Gel ( $\gamma$ ), dessen Zusammensetzung ebenfalls der Formel  $\text{Al}(\text{OH})_3$  entspricht. Beim Erhitzen mit Ammoniak auf  $250^\circ$  entsteht ein weiteres, gleichfalls gelatinöses Aluminiumhydroxyd, dessen Molekül wasserärmer ist; es entspricht der Formel  $\text{AlO}_2\text{H}$ . Die chemischen Unterschiede dieser kolloiden Niederschläge sind sehr groß, aber es existiert keine einfache Beziehung zwischen ihren basischen und sauren Eigenschaften und ihrem Adsorptionsvermögen. Die anorganische Chemie wird ein großes Feld der Strukturforchung in den gelatinösen Hydroxyden finden.

Ein Ergebnis, das man der Anwendung der Adsorptionsmethode verdankt, ist die Kenntnis der mit ihrer Hilfe isolierten Enzyme in höheren Reinheitsgraden. Die meisten Eigenschaften, die den Enzymen zugeschrieben worden waren, sind vom Reinheitsgrad abhängig, sind durch Begleitstoffe vorgetäuscht, gefälscht oder wenigstens beeinflusst. Zum Teil sind es ganz fremde Stoffe, durch den zufälligen Gang der Isolierung mit dem Enzym assoziierte, die auf das Verhalten Einfluß haben, teils sind es Begleitstoffe von physiologischer Bedeutung, solche, die im natürlichen Vorkommen mit dem Enzym zusammenwirken. Die Einflüsse der Begleitstoffe erstrecken sich auf die

Haltbarkeit der Enzyme, auf die Temperatur ihrer Zerstörung, auf die Temperatur ihrer optimalen Wirkung, auf ihr Verhalten bei der Adsorption, auf ihr Verhalten gegen Aktivatoren, Hemmungskörper und Gifte, sogar auf die Abhängigkeiten der Reaktionsgeschwindigkeit von der Wasserstoffionenkonzentration der Lösung und von der Substratkonzentration.

Für die Kontrolle der Enzymmengen in den präparativen Arbeiten, aber auch für die Kenntnis von der Spezifität der Enzyme ist es von weitreichender Bedeutung, daß die Mengenvergleichen der Enzympräparate verschiedenen Ursprungs und verschiedenen Reinheitsgrades auf Grund der Reaktionskonstante nicht zuverlässig zu sein brauchen. Die Beziehungen zwischen den relativen Enzymmengen und den zugehörigen Geschwindigkeiten können bei einem Enzym von Präparat zu Präparat verschieden sein. Und wenn auch diese Beziehung konstant ist, so ist es doch ungewiß, ob gleichen Geschwindigkeiten gleiche absolute Enzymmengen in verschiedenen Lösungen entsprechen. In dieser Hinsicht kann man einige Aufschlüsse finden in den Abhängigkeiten der Reaktionsgeschwindigkeit von den Versuchsbedingungen. Dank den grundlegenden Untersuchungen von S. P. L. SÖRENSEN und von L. MICHAELIS und P. RONA wird die Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von der Acidität der Enzymlösung erkannt und berücksichtigt. Die Messung wird zumeist bei  $p_{\text{H}}$ -Optimum ausgeführt. Man vergleicht prozentisch gleiche Bruchteile der in bezug auf  $p_{\text{H}}$  maximalen Geschwindigkeiten. Aber bei Übereinstimmung in der Abhängigkeit von der Acidität kann nach den Untersuchungen, die R. KUHN in meinem Laboratorium ausgeführt hat, die Abhängigkeit qualitativ gleichartig wirkender Enzympräparate von der Konzentration des Substrates stark differieren. Bei gleichen Substratkonzentrationen können wechselnde, willkürliche Bruchteile der maximalen Reaktionsgeschwindigkeit gefunden werden. Die Ursache dieser wechselnden  $p_{\text{S}}$ -Abhängigkeit können Hemmungskörper des Enzyms sein, Begleitstoffe, welche die spezifisch wirkende aktive Gruppe des Enzyms binden. Die für unendlich große Substratkonzentration extrapolierten Reaktionsgeschwindigkeiten geben dann ein wahres Maß der Enzymmengen, darum schlagen wir sog. reduzierte Maßeinheiten vor, z. B. für Saccharase verschiedener Herkunft. Der Vergleich der Spaltungsgeschwindigkeiten bei übereinstimmenden Konzentrationen der Enzym-Substratverbindung hat es ermöglicht, die Spezifität der zucker- und glukosidspaltenden Enzyme genauer zu erkennen. So ist ermittelt worden, daß die Hydrolyse von Rohrzucker und Raffinose auf dasselbe Enzym Saccharase (nach R. KUHN), die Hydrolyse der Maltose und der verschiedenen  $\alpha$ -Glucoside auf dieselbe Maltase, die Hydrolyse der verschiedenen  $\beta$ -Glucoside auf dieselbe  $\beta$ -Glucosidase das Emulsins zurückzuführen ist.

Es kann auch der Fall vorkommen, daß sich



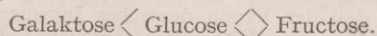
Begleitstoffe nicht an die aktive Gruppe, sondern an andere Stellen des Enzymmoleküls anlagern, an solche, die für die Bindung des Substrates nicht unmittelbar in Betracht kommen. In manchen solchen Fällen kann man die Einflüsse qualitativ und quantitativ wechselnder Begleitstoffe durch willkürliche Zusätze überwinden, nämlich durch ausgleichende Aktivierung oder ausgleichende Hemmung, so daß aus den Reaktionsgeschwindigkeiten mit genügender Genauigkeit auf die Enzymmengen geschlossen werden kann (Bestimmung der Lipasen).

Die  $p_{\text{H}}$ - und die  $p_{\text{s}}$ -Abhängigkeit eines Enzyms kann je nach seinem Reinheitsgrade wechseln. Ein Beispiel für Veränderlichkeit des  $p_{\text{H}}$ -Optimums bietet die Lipase des Magens. Im menschlichen Magen wirkt die Lipase im Gegensatz zur Pankreaslipase optimal im sauren Gebiet, nämlich bei  $p_{\text{H}} = 5-6$ , ebenso im Magen des Hundes. Die Aktivitäts- $p_{\text{H}}$ -Kurve und die Lage des Optimums ist für die Lipase einer Tierart in ungereinigtem Zustand konstant, aber dies ist keine Eigenschaft des Enzyms selbst. Reinigt man diese Lipase durch ein Adsorptionsverfahren mit Kaolin, so wird ein bei alkalischer Reaktion hemmender Begleitstoff, anscheinend auch ein bei saurer Reaktion aktivierender Stoff abgetrennt. Nunmehr hat die Magenlipase des Menschen ihr Wirkungsoptimum bei alkalischer Reaktion, nämlich bei  $p_{\text{H}} = 8$ .

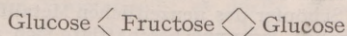
Die einzige Eigenschaft der Enzyme, die von ihrem wechselnden Reinheitsgrad unabhängig ist, soviel wir wissen, ist ihre qualitative Spezifität, ihre Eignung für einen in bezug auf Konstitution und Konfiguration bestimmten Reaktionsbereich. Diese Spezifität ist, wie die Geschichte der Proteasen zeigt, in gewissen Fällen unbestimmbar gewesen und unrichtig bestimmt worden, wo die Enzyme inhomogen auftreten, wie z. B. Erepsin zusammen mit Trypsin, und solange es nicht möglich war, sie in homogenem Zustand zu prüfen. Die strukturchemische Spezifität scheint bei den Carbohydrasen eine eng begrenzte, bei den Lipasen und Esterasen eine viel breitere zu sein. Die lipatischen Enzyme des Pankreas, der Leber, des Magens usw. eignen sich zur Hydrolyse hoher und niedriger Glyceride und hoher und niedriger Ester unwertiger Alkohole. Die bisher vorliegenden Beobachtungen haben die Annahme nicht nötig gemacht, daß diese Enzyme Gemische von eigentlichen Lipasen mit Esterasen seien. Es scheint vielmehr, als seien gute Esterasen, wie z. B. die der Leber zugleich schwach wirkende Lipasen und gewisse gute Lipasen, z. B. die des Pankreas zugleich Esterasen von geringer Wirksamkeit.

Die Bestimmung der strukturchemischen Spezifität deckt die am weitesten gehende Differenzierung bei den Carbohydrasen auf. Es ist möglich, sogar diejenige Atomgruppe des Substratmoleküls zu ermitteln, auf welche sich die enzymatische Wirkung richtet. Die Enzyme, die einen zusammengesetzten Zucker hydrolysieren, können ihn an ver-

schiedenen Stellen seines Moleküls angreifen. Diesen Gedanken, die Annahme verschieden konstituierter Reaktionszwischenprodukte bei enzymatischen Spaltungen des nämlichen Substrates, hat zuerst E. F. ARMSTRONG (1904) bei den Lactasen der bitteren Mandeln und der Kefirhefe verfolgt. Er fand, daß die erstere durch Galaktose nicht merklich, durch Glucose stark gehemmt werde, während die letztere ausschließlich dem Einfluß der Galaktose unterliege. In entscheidender Weise ergibt sich die Verschiedenheit der Angriffsstellen und Reaktionswege, deren sich die zuckerspaltenden Enzyme verschiedener Herkunft bei der Hydrolyse desselben zusammengesetzten Zuckers bedienen, an der Saccharase aus Untersuchungen von R. KUHN und H. MÜNCH (1923-1926). Es gibt rohrzuckerspaltende Enzyme, die mit der Glucosehälfte der Biose reagieren (Saccharase aus *Aspergillus Oryzae*: Glucosaccharase, hemmbar durch  $\alpha$ -Glucose), andererseits solche, bei denen ausschließlich die Fructosegruppe des Rohrzuckers als Angriffspunkt für das Enzym dient (Saccharase der üblichen Kulturhefen: Fructosaccharase, hemmbar durch Fructose). Diese scharfe Einteilung der verschiedenen Saccharasen, die in tierischen Organen, in Pilzen und in höheren Pflanzen verbreitet sind, in Gluco- und Fructosaccharasen, schien unsicher zu sein, als H. v. EULER und K. JOSEPHSON beobachteten, daß Saccharase aus Unterhefe von Stockholm auch durch  $\alpha$ -Glucose meßbare Reaktionsverzögerung erleidet. Aber es konnte bewiesen werden, daß die vielfach auftretenden Hemmungen durch  $\alpha$ -Glucose nichts mit der Beziehung der Saccharase zur Saccharose zu tun haben, daß die Saccharase der untersuchten Hefen keine Affinität zu  $\alpha$ -Glucose besitzt. Die untersuchten Hefesaccharasen spalten alle bekannten Glucoderivate des Rohrzuckers, in denen die für die Reaktion mit dem Enzym maßgebende Fructosegruppe unversehrt ist, z. B. Raffinose von der Formel:



Andererseits wird nach R. KUHN und G. E. v. GRUNDHERR Melezitose von der Formel:



von Hefe gar nicht angegriffen, dagegen von Takaenzym (Glucosaccharase) gespalten.

Ein besonderer Fall der strukturchemischen Spezifität ist die Konfigurationsspezifität. Sie scheint bei den lipatischen Enzymen weniger streng zu sein als bei den glucosidspaltenden Enzymen nach E. FISCHER. Die erste Kenntnis vom stereochemischen Auswählen einer Lipase verdankt man einer Untersuchung von H. D. DAKIN (1903-1905), der bei der Hydrolyse racemischer Ester der Mandelsäuregruppe durch Leberenzym quantitative Unterschiede, ungleiche Spaltungsgeschwindigkeiten der Antipoden feststellte. Durch eine solche Bevorzugung eines Antipoden lassen sich nun alle lipatischen Enzyme voneinander unterscheiden. Als ich mit einer Anzahl racemischer



Phenyllessigester verschiedene Esterasen verglich, nämlich pankreatische, gastrische, hepatische Lipase desselben Tieres und Takaenzym, erwiesen sich alle in ihrer auswählenden Wirkung differierend. In Anbetracht der engen Assoziation von Lipasen mit aktivierenden Begleitstoffen ist aber die Vermutung naheliegend, daß diese Spezifität mit dem Reinheitsgrade variiere. Daher eignet sich dieses Beispiel besonders, um die Frage zu prüfen, ob für die optische Spezifität Begleitstoffe verantwortlich sind, oder ob die Lipasen auch in reinerem Zustand ihre stereochemische Eigenart bewahren. In einer unveröffentlichten Untersuchung (gemeinsam mit E. BAMANN und J. WALDSCHMIDT-GRASER) gelang es, die Reinheitsgrade von Lipasen wesentlich zu steigern und die mit ihnen assoziierten Begleitstoffe, die auf ihre Reaktionsgeschwindigkeit Einfluß ausüben, abzutrennen. Die Magenlipase wurde auf das 800- bis 1000fache der anfänglichen enzymatischen Konzentration gebracht und dabei von mucinartigen Beimischungen gänzlich befreit. Die stereochemische Spezifität der lipatischen Enzyme ist aber in ihren wesentlich höheren Reinheitsgraden bis jetzt dem Sinne nach (qualitativ) unverändert gefunden worden, sie ist also wohl mit größerer Wahrscheinlichkeit als bisher den Enzymen selbst zuzuschreiben.

Unsere Vorstellungen über die Beziehungen zwischen den Enzymen oder anderen Katalysatoren und ihren Substraten, zwischen den Enzymen oder anderen Katalysatoren und ihren Aktivatoren und Hemmungskörpern, zwischen den Enzymen und den Adsorbentien beruhen auf der Annahme von Affinitätsanteilen, die nicht ebenso formuliert werden können wie die Affinitäten in den Konstitutionsformeln und Reaktionsgleichungen einfacherer organischer Verbindungen. Das weite Gebiet der Molekularaffinitäten ist noch nicht geeignet und nicht erschlossen für exakte Darstellung. Aber wir dürfen uns durch das Fehlen der strengen Formulierung nicht davon abhalten lassen, in dieses Gebiet von Molekularkräften einzudringen und Tatsachenmaterial über die Verbindungsfähigkeit der Moleküle zu sammeln. Bei der Unvollkommenheit unserer Erklärungen dürfen wir uns dabei auf die Anschauung von FARADAY stützen, der in seiner Abhandlung „Über die Erhaltung der Kraft“ (1858) ausführte: „Wenn wir bei solchen Bemühungen nur unvollkommen sehen, sollten wir uns doch bemühen, zu sehen, denn selbst ein undeutliches und verzerrtes Bild ist besser als keines. Lasset uns, wenn wir können, einen neuen Gegenstand *in irgend-einer Form* entdecken; die wahre Erscheinung und Natur wird leicht später entwickelt werden.“

## Hauptversammlung des Vereins deutscher Ingenieure 1927.

Die diesjährige Tagung des Vereins deutscher Ingenieure vom 28.—30. Mai in Mannheim und Heidelberg war nicht allein wegen der über 2200 betragenden Zahl von Teilnehmern, sondern auch wegen der Vielseitigkeit der in den Vorträgen behandelten technischen Fachgebiete so bemerkenswert, daß man sie ohne weiteres als die größte Veranstaltung dieses an Versammlungen und Kongressen gewiß nicht armen Jahres bezeichnen darf.

In der Hauptsitzung wurde vom Vorsitzenden des Vereins, Dr.-Ing. K. WENDT, Essen, bekanntgegeben, daß der Verein deutscher Ingenieure seine höchste Auszeichnung für wissenschaftliche Leistungen, die goldene GRASHOF-Denk Münze, in diesem Jahr an Prof. Dr.-Ing. HUGO JUNKERS, Dessau, den weltbekannten Schöpfer des neuzeitlichen Metallflugzeuges, verliehen habe. JUNKERS beschäftigte sich zuerst mit Forschungen auf dem Gebiete der Wärme, denen wir das noch heute nach ihm benannte Gas calorimeter zur Bestimmung der Heizwerte und den Gasbadeofen verdanken. In späteren Jahren erst wandte sich JUNKERS der Erforschung der Gesetze der Luftströmung zu; er erbaute mit eigenen Mitteln ein Laboratorium für Luftwiderstandsmessungen, bestimmte das Verhalten verschiedener Flügelquerschnitte im Luftstrom bei hoher Geschwindigkeit und gründete darauf die zuerst auch in Kreisen der Luftfahrtwissenschaft ungläubig aufgenommene Ansicht, das Flugzeug der Zukunft müsse zur Verminderung des Widerstandes einen einzigen Flügel von solcher Dicke erhalten, daß im Innern dieses Flügels Insassen und Vorräte untergebracht werden können. Heute hat sich diese Ansicht durchgesetzt; denn alle Pläne für den Übersee-Flugzeugverkehr setzen diesen Aufbau des Flugzeugs zur Verminderung des Luftwiderstandes voraus. Aus dem

angegebenen Aufbau des Flugzeuges ergab sich aus Gründen der Festigkeit von selbst die Notwendigkeit der Verwendung von Metall statt von Holz. Dieses Problem konnte JUNKERS zuerst nur mit Hilfe des Duralumins lösen, für das er ganz neue Verarbeitungsverfahren erfinden mußte. Heute ist die Zeit nicht mehr fern, wo man auch mit Stahl Flugzeugteile herstellen kann, die nicht schwerer als entsprechende Teile aus Leichtmetall werden.

Als erster Redner behandelte Prof. Dr.-Ing. G. HEIDEBROEK, Darmstadt, die Beziehungen zwischen *technischen Pionierleistungen und industriellem Fortschritt*. An das Zeitalter technischer Pionierleistungen eines DE LAVAL, PARSONS, KRUPP, SIEMENS, DIESEL usw., das hinter uns liegt, haben sich die Jahre der Einführung dieser Ideen in die Praxis angeschlossen, die die Arbeit des ausführenden im Gegensatz zu der des schöpfenden Ingenieurs in den Vordergrund gestellt haben. In dieser Zeit sind die Industriefirmen groß geworden, die manchmal unter Vernachlässigung eigener wirtschaftlicher Vorteile technischen Ideen zum Siege verholfen haben. Allein auch das Praktische, die reine Zahl der Produktion und des Gewinns, die namentlich in den Vereinigten Staaten von Amerika gelten und hochgezüchtet wurden, dürfen nicht zu sehr überschätzt werden, wenn sie den technischen Schöpfer, die große Persönlichkeit, nicht unterdrücken und Pionierleistungen, wie sie frühere Zeiten hervorbringen konnten, nicht verhindern sollen. Der Unterricht der Hochschulen wird sich daher in der nächsten Zeit auf diese Forderung einstellen und den Weg der Vereinfachung und der Konzentration gehen müssen, damit wieder technische Großleistungen möglich werden, die schließlich doch die eigentliche Grundlage des wirtschaftlichen Aufstiegs bleiben werden.



Min.-Rat Dr. KRUCKOW, Berlin, sprach sodann noch über *neuzeitliche technische Entwicklung in der Deutschen Reichspost*. Er zeigte, daß in allen Zweigen der Deutschen Reichspost, und zwar nicht nur den technischen, die Anwendung technischer Mittel als Ersatz für menschliche Kräfte erstaunliche Fortschritte gemacht hat, ob es sich nun um mechanische Fördermittel im Brief-, Päckerei- und Scheckverkehr handelt, wobei der Verwendung von Kraftwagen für den Bestelldienst auf dem Lande, die bei vollständigem Ausbau etwa 4000 Kraftwagen erfordert, die größte Bedeutung zukommt, oder ob man die Mechanisierung im Fernmeldewesen ins Auge faßt, die zur Zeit bei uns gerade im Gange ist und erstaunliche Ersparnisse an Betriebspersonal und an Kosten mit sich bringt. Im Bereich des Fernsprechamts Köln, das bis zum Jahr 1930 ganz auf selbsttätigen Betrieb umgestellt sein wird, rechnet man auf eine Abnahme der Angestelltenzahl von etwa 600 auf 100 und auf eine Verringerung der Gehälter von etwa 140 000 auf 50 000 M. monatlich bei der gleichen Zahl von Anschlüssen. Dazu kommen noch andere Vorteile des Selbstanschlußbetriebes, wie die Verminderung der auf einen Anschluß notwendigen Leitungslänge, wodurch an Baukosten gespart wird. Es erscheint verständlich, daß die genannten Neuerungen zunächst erhebliche Anlagekosten erfordern, die den Etat belasten und sich sogar in erhöhten Beförderungsgeldern der Post auswirken können, wie die neueste Vorlage der Regierung beweist. Allein der Erfolg der Verbesserungen in der Zukunft kann nicht ausbleiben, ganz abgesehen davon, daß die Bautätigkeit der Post natürlich der heimischen Industrie zugute kommt.

Von den zur Aussprache über Fortschritte besonderer Fachgebiete bestimmten *Fachsitzungen*, die in diesem Jahr den Zweigen Verbrennungsmotoren, Anstrichtechnik, Dampftechnik, Ausbildungswesen und Betriebstechnik gewidmet waren, war die Fachsitzung Verbrennungsmotoren ohne Frage eine der interessantesten. In dieser Sitzung, die, wie in früheren Jahren, wieder von Prof. Dr.-Ing. NÄGEL, Dresden, geleitet wurde, berichtete als erster Redner Prof. Dr.-Ing. R. STRIBECK, Stuttgart, über seine Temperaturmessungen im Zündraum eines neuen schnelllaufenden Dieselmotors, des *Luftspeichermotors* der Firma Robert Bosch A.-G.

Das besondere Kennzeichen dieser Motorbauart ist die aus Fig. 1 ersichtliche Ausbildung des Brennraumes derart, daß im Kolben eine Luftkammer *a* angeordnet ist. Diese steht über eine trichterförmige Öffnung *b*, deren engster Querschnitt im Kolben bei *d* liegt, mit dem Verdichtungsraum *c* des Zylinders in Verbindung, in den der flüssige Brennstoff eingespritzt wird. Die Versuche hatten den Zweck, den Verlauf der Temperaturen an verschiedenen Stellen des Brennraumes zu bestimmen. Daneben wurde auch der Verlauf der Druckunterschiede zwischen den Räumen *a* und *c* an dem laufenden Motor mittels einer Membran beobachtet, deren Durchbiegungen stroboskopisch aufgenommen wurden. Für die Messung des Temperaturverlaufs wurden Thermolemente mit Drähten von nur 0,04—0,05 mm Dicke benutzt, um die Fehler infolge der Trägheit der Drähte in der Wärmeaufnahme zu vermeiden. Die außerordentlich schwachen Thermostrome dieser Elemente wurden dann in einer nach der Art der Funkanlagen eingerichteten Verstärkeranlage mit 4 Röhren vergrößert und oszillographisch aufgenommen.

Die Ergebnisse der Messungen sind insofern neu, als festgestellt werden konnte, daß durch die be-

schrriebene Konstruktion des Verbrennungsraumes die größte Schwierigkeit, die man bisher beim schnelllaufenden Dieselmotor kannte, nämlich die richtige Vermischung des zerstäubten Brennstoffes mit der Luft, sozusagen automatisch gelöst wird, indem sich die Geschwindigkeit der Luftmischung um so mehr steigert, je mehr die Drehzahl des Motors zunimmt. Die Messungen wurden bis zu Drehzahlen von 800 in der Minute durchgeführt; bei höheren Umlaufgeschwindigkeiten rissen die Thermometerdrähte zu schnell durch. Die höchsten Temperaturen, die einwandfrei gemessen werden konnten, betragen 2100° C.

Die weiteren Schlüsse, die der Vortragende aus seinen Messungen zog, daß nämlich der untersuchte Acro-Motor, eine Erfindung des früheren Werkmeisters LANG der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, keine sog. Vorkammer-Dieselmachine sei, weil in der Kolbenkammer keine Verbrennung, sondern nur eine Aufspeicherung von kalter Luft stattfindet, blieben übrigens

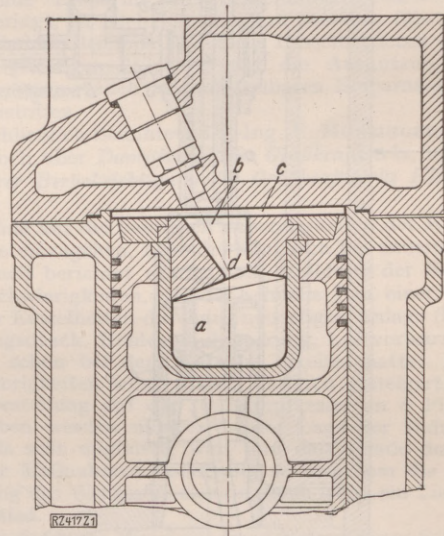


Fig. 1. Dreigliedriger Verdichtungsraum des Acro-Motors. a) Teilraum für die Verdichtung im Kolben; b) mittlerer Teilraum (Trichter); c) äußerer, veränderlicher Teilraum; d) Pforte zwischen a und b.

nicht ohne Widerspruch; es dürfte notwendig sein, die Messungen noch durch ähnlich ausgeführte Gasuntersuchungen zu ergänzen, um den Nachweis dafür zu erbringen, daß sich während des ganzen Arbeitsvorganges in der Kolbenkammer keine Verbrennungsgase bilden.

Über einen zweiten schnelllaufenden Dieselmotor nach der Bauart von DORNER, der von der Georgsmarienhütte bei Osnabrück gebaut wird, berichtete Prof. Dr.-Ing. K. NEUMANN, Hannover, in einer Arbeit, die eine Ergänzung seiner früheren *Untersuchungen am Dieselmotor* bildet. Das Wesentliche der Arbeitsweise dieses Motors ergibt sich aus Fig. 2, die einen Schnitt durch den Zylinder mit Brennstoffdüse und Brennstoffpumpe darstellt. Die Brennstoffpumpe hat zwei hintereinandergeschaltete Druckventile *v*. Statt eines Saugventils ist ein Schlitzkanal *s* vorhanden, durch den der Brennstoff in den Pumpenzylinder eintritt, sobald der Pumpenkolben den Schlitz freigibt. Der Pumpenkolben *p* ist am unteren Ende mit einem federbelasteten Führungskolben *e* versehen, in dem die stelzenartige



Schubstange  $l$  gelagert ist. Ein Daumen  $n$  auf der Steuerwelle des Motors betätigt mittels der Rolle  $r_1$  den bei  $o$  drehbaren Nockenhebel  $h$ , von dem die Bewegung durch die Rolle  $r_2$  auf die Schubstange und damit auf den Kolben der Brennstoffpumpe übertragen

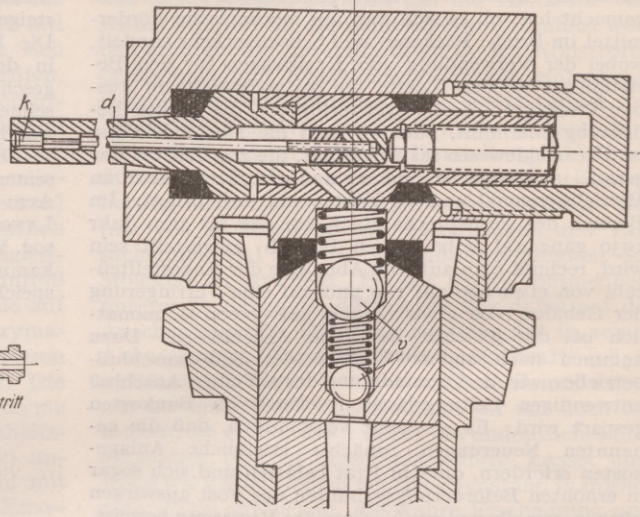
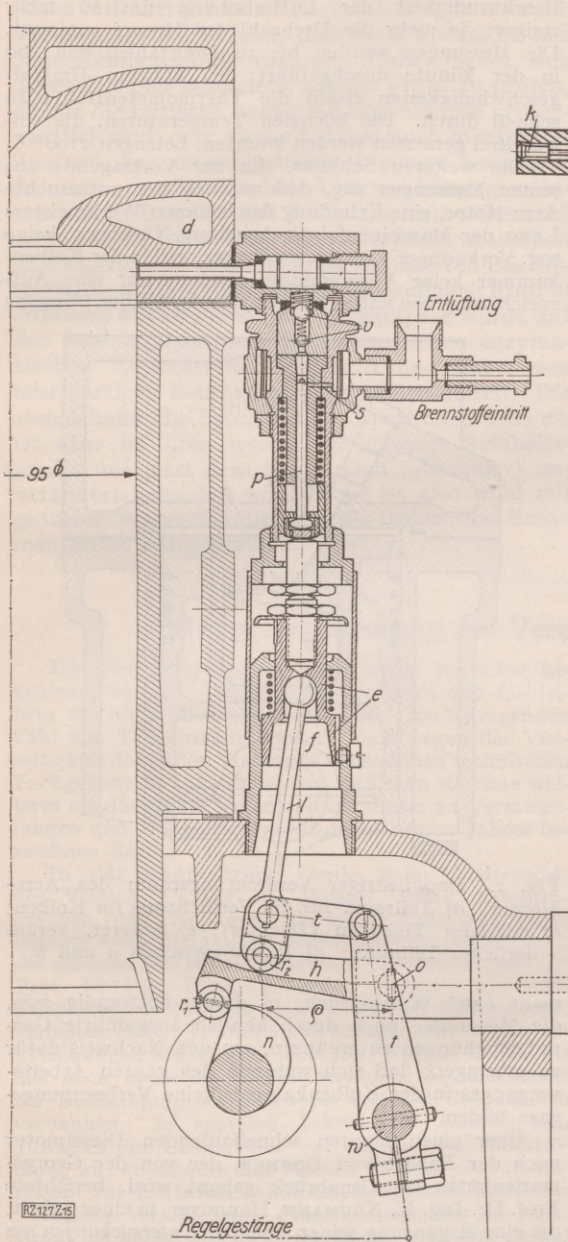


Fig. 2 und 3. Brennstoffpumpe und Brennstoffdüse.  
 $v$  Druckventile;  $s$  Schlitzkanal;  $p$  Pumpenkolben;  
 $e$  Führungskolben;  $l$  Schubstange;  $n$  Brennstoffnocken;  
 $r_1$  Rolle;  $o$  Drehpunkt;  $h$  Nockenhebel;  $r_2$  Rolle;  
 $w$  Reglerwelle;  $t$  Lenker;  $o$  Halbmesser;  $d$  Düsenhals;  
 $k$  Nadelkopf.

brennungszeiten schnelllaufender Motoren immer genügend groß ist, daß also die mit leichtverdampfenden Brennstoffen betriebenen Vergasermotoren den Dieselmotoren in dieser Beziehung in keiner Weise überlegen sind. Danach hätte auch das Bestreben, sehr hohe Leistungen aus einem Motor mit bestimmtem Zylinderinhalt herauszuholen, mit anderen Worten der Flugmotor nach dem Dieselverfahren, durchaus nicht eine Grenze in der Brenngeschwindigkeit, sondern höchstens darin, daß man oberhalb einer bestimmten höchsten Drehzahl die Mischluft in den Zylinder künstlich einblasen müßte, um ausreichende Mischung mit dem Brennstoff zu erreichen.

Von den beiden weiteren Vorträgen behandelte der von Prof. P. LANGER, Aachen, Vorschläge über *Wertungsverfahren für Verbrennungsmaschinen* verschiedener Art, die darauf hinauslaufen, als einheitliche Vergleichsgrundlage die nach dem Orroschen Verfahren arbeitende Verbrennungsmaschine zu wählen, obgleich oder vielleicht gerade weil sie praktisch niemals verwirklicht werden kann. Danach sprach Dr.-Ing. L. RICHTER, Wien, über *Probleme der Zündermotoren* für flüssige Brennstoffe, wobei er die große Zahl noch un bearbeiteter wissenschaftlicher Fragen im Gebiete der Automobilmotoren behandelte.

Nicht minder interessant und nicht weniger stark besucht war die Fachsitzung für *Dampftechnik*, die unter dem Vorsitz von Prof. EBERLE, Darmstadt, tagte. Der Vorsitzende selbst leitete die Sitzung nach einer Ansprache an die Erschienenen mit einem Vortrage über *Kupplung von Kraft- und Heizbetrieben* ein, indem er, an frühere theoretische Ausführungen anknüpfend, mehrere praktische Beispiele anführte, bei denen sich

wird. Verstellt man den Lenker  $t$ , was von der Welle  $w$  aus selbsttätig durch den Regulator erfolgen kann, so verschiebt sich die auf einer gekrümmten Bahn geführte Schubstange  $l$  derart, daß der Hub des Pumpenkolbens  $p$  verändert wird. Der größte Ausschlag der Schubstange entspricht hierbei auch der größten Fördermenge der Pumpe.

Die Untersuchungen des Vortragenden an diesem



diese Kupplung mit gutem wirtschaftlichen Erfolg verwirklichen ließ. Im wesentlichen handelt es sich dabei immer um Fabrikbetriebe, die, wie Textilwerke, Papierfabriken, Lederfabriken usw., große Mengen von Dampf zum Kochen brauchen, während ihr Kraftbedarf verhältnismäßig klein ist. Anstatt den Kochdampf mit niedrigem Druck zu erzeugen, geradeso hoch, daß man damit den eigenen Kraftbedarf decken kann, wie es bisher zumeist geschehen ist, geht das neuere Bestreben dahin, mit Dampf von hohem Druck zu arbeiten und die Energie des Dampfes zunächst so weit in Kraft umzusetzen, als der Heizbetrieb gestattet. Diese Energie kann dann als *Überschussenergie* an Überlandnetze abgegeben werden und dazu beitragen, die Kohlenkosten der Fabrik zu vermindern.

Der Vortragende führte Fälle an, in denen es durch solche Maßnahmen möglich gewesen ist, jährlich 200 000 M. zu sparen, die vorher für den Bezug von Fremdstrom ausgegeben wurden. Sehr zu empfehlen sind auch Warmwasserspeicher für solche Betriebe, die ohnedies viel warmes Wasser brauchen; diese Speicher können mit Dampf aufgeheizt werden, wenn die Fabrik nicht die volle verfügbare Heizdampfmenge braucht, und dienen dazu, die Kessel mit hochoberhitztem Wasser zu speisen und dadurch deren Verdampfleistung zu steigern, wenn vorübergehend viel Dampf notwendig ist.

An den Vortrag, der das zur Zeit aktuellste Thema der Dampftechnik berührte, schloß sich eine lebhaft ausgeprägte. Dr.-Ing. MARGUERRE, Mannheim, erörterte die wirtschaftliche Stellung des Hochdruckdampfbetriebes bei Elektrizitätswerken. Da die erhöhten Kesselkosten im Rahmen der gesamten Baukosten eines Kraftwerkes nur eine unwesentliche Rolle spielen, habe sich das Kraftwerk Mannheim in diesen Tagen dazu entschlossen, Versuche mit einer Anlage für 100 Atmosphären Anfangsdruck zu machen.

Der zweite Vortrag von Prof. Dr. THUM, Darmstadt, behandelte die *Baustoffe für Dampfturbinen*, ein Thema, das namentlich wegen der in diesem Herbst bevorstehenden großen Werkstoff-Tagung des Vereins deutscher Ingenieure Beachtung fand. Besonders eingehend wurde hierbei der Einfluß der steigenden Temperaturen auf die Anforderungen an die Festigkeit des Stahles behandelt. Die Abnahme der Festigkeit des Stahles bei Temperaturen über 300° hat gezwungen, sich nach besonderen Stahlsorten umzusehen, die sich bei höherer Temperatur günstiger verhalten. Bei gegossenen Teilen hat sich die hohe Betriebstemperatur in einer Erscheinung geäußert, die man als Wachsen bezeichnet. Es ist aber gelungen, in dem sog. Perlitguß einen Baustoff zu finden, der diesen Mangel vermeidet. In der Aussprache wurde noch auf die Bedeutung der Schmierölpflege für die Betriebssicherheit der Dampfturbinen hingewiesen.

Obering. STEIN, Berlin, behandelte sodann die Frage der *selbsttätigen Regelung im Dampfkesselbetriebe*.

Die selbsttätigen Regler für Dampfkesselanlagen, die in den amerikanischen Großkraftwerken schon fast unentbehrlich geworden sind, haben die Aufgabe, die Zufuhr von Brennstoff, Verbrennungsluft und zu verdampfendem Wasser zu den Dampfkesseln in der Weise einzustellen, daß die Anlage auch bei wechselnder Dampfentnahme gleichmäßig arbeitet, also das Sinken des Druckes bei zu starker Entnahme und das Abblasen der Sicherheitsventile bei zu geringer Entnahme vermieden werden. Durch Verwendung von Membranventilen ist der mit den *Askania*-Werken zusammen arbeitenden *Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft*, Berlin, gelungen, einfache Regelanlagen auszuarbeiten, die auch für unsere wesentlich kleineren Kessel nicht zu teuer werden. Die Anlagen sind bereits in mehreren Werken erprobt worden und haben sich sehr gut bewährt, so daß sie wohl auch in dem neuen Kraftwerk Klingenberg der Stadt Berlin Anwendung finden dürften. Daß die Einführung solcher Regler eine bedeutende Ersparnis an Aufsichtsmannschaften mit sich bringt, ist leicht einzusehen. Daneben führt aber die erhöhte Gleichmäßigkeit des Kesselbetriebes wegen ihrer günstigen Wirkung auf die Ausnutzung der Kohlenwärme auch zu unmittelbaren Ersparnissen an Brennstoffen.

Schließlich berichtete Dr.-Ing. F. MÜNZINGER, Berlin, noch über *Dampfkessel für Großkraftwerke, mit besonderer Berücksichtigung des Großkraftwerks Klingenberg*.

Ohne auf die baulichen Besonderheiten der Kesselanlage einzugehen, über die hier noch bei anderer Gelegenheit berichtet werden soll, schilderte der Redner die Schwierigkeiten, die der schnelle Bau einer in so vielen Einzelheiten durchaus neuartigen Anlage (hoher Anfangsdruck, Kohlenstaubfeuerung, Luftvorwärmung usw.) schon bei dem Entwurf bereitet hatte. Diese Schwierigkeiten wurden noch dadurch gesteigert, daß die Bestellung auf die 16 Dampfkessel an 8 Firmen vergeben werden mußte, da die Lage der Industrie damals sehr ungünstig war, und daß gerade deshalb wieder Maßnahmen notwendig wurden, um die Ausführung des Werkes zu sichern, auch wenn ein Lieferer ausschied.

Als das beste Mittel zur Bewältigung dieser Schwierigkeiten habe sich die *Vereinheitlichung der Bauarten* erwiesen; diese wurde trotz der Vielzahl der Hersteller so weit durchgeführt, daß nicht nur ein gerade fertig werdender Kessel an eine beliebige Stelle im Kesselhaus eingebaut werden konnte, sondern daß die Lieferer untereinander auch Einzelteile der Kessel austauschen konnten, z. B. Trommeln, Siederohre usw., wodurch sie eine größere Unabhängigkeit von den Hüttenwerken erlangten. In warmen Worten gedachte schließlich der Redner des großen Wagemutes der Berliner Elektrizitätswerke, der diesen Bau erst ermöglicht hatte, sowie des geistvollen Schöpfers der Anlage, zu dessen bleibendem Ruhm das Werk seinen Namen erhalten habe.

H.

## Besprechungen.

MICHEL, HERMANN, *Die künstlichen Edelsteine, eine zusammenfassende Darstellung ihrer Erzeugung, ihrer Unterscheidung von den natürlichen Steinen und ihrer Stellung im Handel*. Zweite, wesentlich erweiterte Aufl. Leipzig: Wilh. Diebener G. m. b. H. 1926. VIII, 477 S., 180 Textabb. u. 2 Farbentafeln. 18 × 25 cm. Preis geb. RM 25.—.

Die erste Auflage von 1914 umfaßte nur 109 Seiten,

also weniger als ein Viertel der jetzigen. Das Kapitel über *Mineralsynthese* ist weiter ausgebaut, ebenso das über die *Methoden zur Untersuchung* und Unterscheidung natürlicher und künstlicher Edelsteine, wobei besonders die Bestimmung der optischen Eigenschaften (Brechungsexponenten, Doppelbrechung, Interferenzfarben, Auslöschungslagen, Dispersion, Pleochroismus), sowie *Lumineszenz* und *Verfärbung* unter dem



Einfluß von Wärmezufuhr, von ultravioletten Strahlen, Röntgen-, Kathoden-, Radium- und Becquerel-Strahlen ziemlich eingehend behandelt sind. Auch die mikroskopischen Verfahren und ihre bisherigen Ergebnisse werden beschrieben, wobei auch der *Einschlüsse in natürlichen und synthetischen Steinen* und der Verschiedenheit gedacht wird, die zwischen den Einschlüssen verschiedener Fundorte besteht. Interessant ist auch der Bericht über die Resultate der *spektralanalytischen* Prüfungen, die LIESEGANG und WILD an Rubinen, Saphiren, Smaragden, Aquamarinen, Amethysten und Topasen anstellten. Ferner ist die im Jahre 1925 von M. SEEBACH veröffentlichte Idee dargelegt, durch Ätzen von synthetischem Korund mittels Kaliumbisulfat regelmäßige, symmetrische Lösungskörper zu erzeugen und diese für Schmuckzwecke zu verwenden. Bemerkenswert ist die Angabe, daß nach dem Zeugnis der Edelsteinschleifer synthetische Korunde beim Schleifen viel leichter und häufiger zerspringen als natürliche. Hierbei möchte Ref. die wenig bekannte Tatsache erwähnen, daß die bis über haselnußgroßen, sehr homogenen, hellblauen oder nelkenbraunen Zirkone, die sich vor einigen Jahren in den alten Saphirgruben der siamesischen Provinz Tschantabun fanden und, brillantartig geschliffen, infolge ihrer dem Diamanten ähnlichen Dispersion, ein prächtiges Feuer entwickeln trotz ihrer großen „Härte“ (Ritzfestigkeit Nr. 8 der Mohsschen Skala), schon bei geringem Stoß sehr leicht an Kanten oder Ecken verletzt werden; übrigens sollen auch Diamanten (Ritzfestigkeit Nr. 10) gar nicht so unempfindlich gegen Stoß sein als meist angenommen wird.

Unter den *Fälschungen* werden solche von Türkis und Cordierit erwähnt, sowie die *irreführenden Bezeichnungen* „synthetischer Aquamarin“ für hellblauen synthetischen Spinell, „synthetischer Smaragd“, „synthetischer Turmalin“ (grün oder rosa), „synthetischer Topas, Hyazinth, Alexandrit und Kunzit“ für entsprechend gefärbte synthetische Korunde.

Daß H. MICHEL den *Perlen*, obwohl sie nicht eigentlich zu den Mineralien gerechnet werden, sondern ein tierisches Produkt sind, ein besonderes Kapitel widmet, das in der ersten Auflage noch fehlte, ist leicht verständlich, denn erstens hat sich Verf. in letzter Zeit praktisch und publizistisch viel mit Perlen beschäftigt, zweitens machen die „japanischen Kulturperlen“ oder „Mikimoto-Perlen“ seit einigen Jahren viel von sich reden; die Aufregung über diese Zuchtperlen ist auf dem Pariser Perlenmarkt und in Juwelierkreisen nicht gering und erinnert an die Beunruhigung, die vor dem Weltkriege durch die synthetischen Rubine und Saphire veranlaßt wurde, sowie an die dauernde Besorgnis derselben Kreise angesichts der Möglichkeit, daß das HAUTEFUELLESche Verfahren von 1888, das winzige Smaragde künstlich darzustellen gestattet, in Zukunft zur Synthese großer, im Schmucksteinhandel verwertbarer Smaragde führen könnte. Was nun jene Kulturperlen betrifft, so wird ihre Bildung von dem Japaner MIKIMOTO seit über 10 Jahren dadurch veranlaßt, daß er gedrechselte Perlmutterkügelchen mit Ektodermzellen eines Perlmuscheltieres umhüllt und dieses Präparat in das Parenchymgewebe eines zweiten Perlmuscheltieres einführt, wo es sich zu einer Perle auswächst. Neuerdings soll MIKIMOTO statt der Perlmutterkügelchen kleine echte Perlen („Zufallsperlen“) benutzen, die sich dann ebenfalls zu einer Kulturperle vergrößern. In den letzten Jahren sind verschiedene Verfahren zur Unterscheidung von zufälligen und von gezüchteten Perlen angegeben worden. Wenn und solange die Unterscheidung gelingt, wird sich der Perlen-

markt wieder ebenso beruhigen wie seinerzeit der Handel mit natürlichen Rubinen und Saphiren. Die *synthetischen Edelsteine* teilt H. MICHEL in solche, die infolge ihrer Größe zu Schmuckzwecken geeignet sind (a) und solche, die infolge ihrer Kleinheit sich nicht eignen (b); unter (a) werden angeführt: Korund (Saphir, Rubin, Padparadschah) und Spinelle. Die Synthese von Rubin und Saphir, die jetzt von verschiedenen deutschen und ausländischen Firmen betrieben wird, rührt bekanntlich von dem Franzosen A. VERNEUIL her, der sie von 1891—1904 entwickelte. Unter (b) sind angeführt: Diamant, Quarz, Achat, Opal, Zirkon, Chrysoberyll (speziell Alexandrit), Beryll (insonderheit Smaragd und Aquamarin), Fenakit, Euklas, Spodumen und Topas. Ein besonders für Edelsteinhändler, Juweliere und Liebhaber lehrreiches und anregendes Buch!  
A. JOHNSEN, Berlin.

ROSENBUSCH, H., *Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien*. Band I, zweite Hälfte (spezieller Teil). 5. erweiterte Auflage von O. MÜGGE. 2. Lieferung. Stuttgart: Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung 1926. VI, 277 S., Taf. X—XX und 102 Textfiguren. Preis brosch. RM 27.50.

Die vorliegende zweite Lieferung der Neubearbeitung des speziellen Teils unseres klassischen und grundlegenden Buches über die Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien trägt die gleichen Charakterzüge wie die vorhergehende Lieferung (s. die Besprechung in Heft 30 vom 23. VII. dieses Jahres). Referent möchte aber besonders hervorheben die sehr begrüßenswerte Erweiterung des in der 4. Auflage gegebenen Materials auch auf die Mineralien der Salzlagertstätten. Es ist sehr erfreulich, wie der Herausgeber dieser neuen Auflage es verstanden hat, Mineralien wie Carnallit, Bittersalz, Gips, Kieserit und andere ganz in gleicher Weise ausführlich zu charakterisieren, wie die altgewohnten Silikatminerale und die Accessorien der Eruptivgesteine. Die absolute Zuverlässigkeit der Literaturangaben und der gegebenen numerischen Werte braucht nicht mehr besonders unterstrichen zu werden. Es ist gewiß bemerkenswert, wie sorgfältig auch in den so schwierigen Abschnitten über die monoklinen Pyroxene und Amphibole die Zusammenstellung der Literaturangaben erfolgt ist und wie übersichtlich das Ganze angeordnet wurde. Wir dürfen nach dieser meisterhaften Darstellung auch bestimmt erwarten, daß in der letzten Lieferung die Feldspate in entsprechender Weise tiefgründig behandelt werden.  
W. EITEL, Berlin-Dahlem.

ROSENBUSCH, H., *Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine*. Bd. I, 2. Hälfte: Die petrographisch wichtigen Mineralien. 5. erweiterte Auflage von O. MUEGGE. 3. Lieferung. Stuttgart: Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung 1927. I bis XVI, S. 555—814, mit Tafel XXI—XXXV, 17 Tabellenbeilagen und 83 Textfiguren. 17 × 25 cm. Preis geh. RM 33.—.

Die Schlußlieferung des grundlegenden Werkes bringt die Beschreibung der monoklinen Mineralien der Gruppe der Glimmer, Chlorite, Sprödglimmer, des Epidots, Titanits, der Zeolithe und endlich der Kali- und Kalibaryt-Feldspäte. Darauf folgen die triklinen Mineralien, unter denen der Mikroclin und die Kalknatronfeldspäte naturgemäß den Hauptanteil ausmachen. Über die allgemeine Charakteristik der Darstellung des Stoffes ist wiederholt ausführlich berichtet. Vor allem aber sei die musterhafte und klare Behandlung des schwierigsten Gebietes der mikroskopischen Physio-



graphie hervorgehoben, nämlich der triklinen Feldspate. Auf diesen wichtigen Teil des ganzen Werkes durfte man in der Tat die größten Erwartungen setzen. Sämtliche Methoden der Bestimmung der Zusammensetzung der Plagioklase aus ihrer optischen Charakteristik sind kritisch gewürdigt und für die mikroskopische Praxis gekennzeichnet. Die Literaturübersicht ist vollständig, und eine große Zahl von Illustrationen und beigegebenen Tafeln erhöht die Brauchbarkeit. Die schon in der 4. Auflage enthaltenen stereographischen Projektionen der optischen Charakteristik typischer Plagioklase sind etwas kleiner und in Schwarzdruck wiedergegeben, was der Deutlichkeit indessen keinen Abbruch tut. Neuartig ist die technische Gestaltung der Tabellen; diese sind in lithographischem Druck nach Handschrift ausgeführt. Diese Darstellungsart hat den Vorzug, daß eine größere Zahl von Bestimmungscharakteren als in der 4. Auflage angeführt werden konnte. Es wird dabei für jedes Mineral folgendes angegeben: Krystallsystem, chemische Zusammensetzung, Form, Habitus, Zwillingbildung, Aggregation, Kohäsionseigenschaften, Härte, Dichte, Optische Orientierung, Brechungsindices und Doppelbrechung, Winkel und Dispersion der optischen Achsen, Farbe und Pleochroismus, besonders charakteristisches chemisches Verhalten, Kennzeichen ähnlicher Mineralien, charakteristische Begleitmineralien und Vorkommen. Gerade die zuletzt genannten Merkmale waren früher nur schwer zu übersehen, und besonders bei selteneren Mineralien mußte man oft aus dem Text mühsam das Erforderliche zusammensuchen. Im Verein mit der übersichtlichen Gliederung des Textes der neuen Auflage ist die vorliegende Gestaltung der Bestimmungstabellen eine überaus handliche und nützliche.

Nach Abschluß dieses praktisch besonders wichtigen Teiles des großen Werkes darf die Fachwelt den verehrten Herrn Herausgeber beglückwünschen zu seiner ausgezeichneten Leistung, die auf lange Zeit die Grundlage jeder Forschungsarbeit auf mikroskopisch-petrographischem Gebiete sein wird. Zugleich möchte Referent auch den aufrichtigsten Dank ihm darbringen für die große und unermüdete Mühewaltung, welche die Gestaltung eines so riesigen Materials mit sich bringt; die deutsche Petrographie verdankt dem Herrn Herausgeber ihr bestes Handbuch.

Auch dem bewährten Verlage gebührt ein besonderer Dank für die Ausstattung des Buches; die mikrophotographischen Aufnahmen sind mit einer seltenen Präzision wiedergegeben, und in ihnen liegt ein sehr wertvolles Material enthalten. W. EITEL, Berlin-Dahlem.

BUBNOFF, S. von, **Deutschlands Steinkohlenfelder.** Ein Überblick für Geologen, Bergleute und Wirtschaftler. Unter Mitwirkung von Fr. FRECH und A. DANNENBERG, P. KESSLER und P. KUKUK. Stuttgart: E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung 1926. VIII, 251 S., 10 Tafeln, 27 Figuren und 1 Tabelle. 19 × 27 cm. Preis RM 26.50.

Das vorliegende Werk knüpft an das im gleichen Verlag vor 15 Jahren herausgegebene Buch von F. FRECH, **Deutschlands Steinkohlenfelder und Steinkohlenvorräte**, an, hat aber sonst mit dieser älteren Arbeit nur noch Form und Zielsetzung gemeinsam. Vor allem hat BUBNOFF jetzt bei fast völliger Umgestaltung des früher Gebrachten ein vollständiges, zuverlässiges und brauchbares Material in klarer, knapper Darstellung geliefert. In der richtigen Erkenntnis, daß auch der kleinste Überblick über ein Kohlengebiet am richtigsten von dem mit der Gegend am besten vertrauten Kenner geschrieben wird, hat er für Westfalen, Aachen und Saarbrücken die Herren KUKUK, DANNEN-

BERG und KESSLER zur Mitarbeit herangezogen. Die ihm selbst bekannten schlesischen und mitteldeutschen Steinkohlenegebiete sind der ersten vielfach unzulänglichen und unrichtigen Darstellung gegenüber völlig neu und durchaus zutreffend behandelt.

Nun erfüllt das Werk in der BUBNOFFSchen Form seinen Zweck und wird zu einem bequemen und zuverlässigen Handbuch für den Geologen, Bergmann und Wirtschaftspolitiker.

Das einleitende Kapitel ist rein geologisch und behandelt den Zusammenhang der Steinkohle in ihrer Abhängigkeit vom Gebirgsbau und Boden. Das Klima der Kohlenbildung war sehr feucht, nicht tropisch und im wesentlichen gleichmäßig; da nur Gebirgshänge die großen Niederschläge erhalten und die zur Entstehung fruchtbaren Bodens nötigen Bestandteile (Kali, Phosphorsäure und Kalke) vom Gebirge herabgeführt werden, ergibt sich der Zusammenhang der Verteilung der Kohlenfelder und der Gebirgsfaltung in Mitteleuropa. Die Faltung beeinflusst die Entwicklung und die Mächtigkeit der die Kohle begleitenden Gesteine; die Steinkohlen bildeten sich in den Niederungen zwischen Meer und Gebirge oder in den Senken des Gebirgsinneren. Das Problem der Kohlenbildung ist heute im wesentlichen als eine Frage der Pflanzenernährung aufzufassen; die Gebirgsbildung macht der Pflanzenwelt die für ihre Ernährung notwendigen Mineralstoffe des Erdinneren zugänglich. Von den verschiedenen Typen der Bildung und Ablagerung der Steinkohlenflöze kommen für Deutschland in Betracht:

1. *Die Westfälische Entwicklung*, an Ort und Stelle in ausgedehnten Küstengebieten gebildete Flöze (Aachen, Westfalen, Oberschlesien).

2. *Die Saarbrücker Entwicklung*, a) geringe, durch Zusammenschwemmung gebildete Flöze in Becken, die vom Meere nie berührt wurden (deutsche Mittelgebirge, Harz, Thüringer Wald, Königreich Sachsen, Fichtelgebirge, Schwarzwald, Vogesen).

b) größere, an Ort und Stelle in Tälern und Seebecken der alten Hochgebirge entstandene Flöze (Saarbrücken, Niederschlesien).

Während bei 1 die Kohlenbildung durch eine allgemeine Trockenlegung aufhört, wird sie bei 2 durch Zuschüttung, zum Teil unter Mitwirkung vulkanischer Vorgänge, abgeschnitten.

Die Bildung der Kohlenflöze in den einzelnen Gebieten ist recht verschieden. Neben Saarbrücken und Waldenburg kommt für den Weltmarkt nur der Typus 1 in Frage.

In den schlesischen Kohlenrevieren findet sich eine überreiche Flözführung in einer unteren Stufe, die im westlichen Deutschland flözlos ist. Das oberschlesische Steinkohlenrevier, welches von BUBNOFF an erster Stelle behandelt wird, erfährt auf Grund der neuesten, von dem Verf. kritisch gewürdigten Literatur eine erschöpfende, in jeder Beziehung sachliche Darstellung, die alle Einzelheiten berücksichtigt.

In gleicher Weise ist auch das Niederschlesische Steinkohlenbecken von BUBNOFF selbst vollkommen neu bearbeitet worden, namentlich auch in bezug auf seine etwas verwickelten Aufbauverhältnisse. Im Anschluß an die schlesischen Reviere werden dann noch die kleineren mitteldeutschen Steinkohlenfelder am südlichen Harzrand und dem Erzgebirge behandelt, deren Entwicklung Anklänge an Niederschlesien zeigt. Es sind dies die Becken von Zwickau und Lugau, das Kohlenbecken von Wettin und Löbejün und kleinere Kohlenbecken des Unterrotliegenden von Ilfeld und Meisdorf-Opperode am Harz. Ebenso werden dann noch die kleineren Steinkohlenbecken in Süddeutsch-



land von BUBNOFF selbst beschrieben, die innerhalb der Gebirgskerne des Schwarzwaldes und der Vogesen auftreten.

Das Niederrheinisch-Westfälische Steinkohlenbecken ist von Bergassessor Dr. KUKUK neu bearbeitet worden. Der Aufbau ist charakterisiert durch die großen Mulden, die Wettiner, Essener, Emscher und die Lippe-Mulde, welche durch 4 schmale Hauptsattel, den Stockumer, Wattenscheider, Gelsenkirchener und Gladbecker Sattel voneinander getrennt sind. Die größte Mächtigkeit des flözführenden Oberkarbons beträgt 3000 m. Dazu kommen noch die gesamten Schichten des Osnabrücker Steinkohlengebirges. Die im einzelnen unterscheidbaren Gruppen der Gasflammkohle, Gaskohle, Fettkohle, Magerkohle werden nach ihren Lagerungsverhältnissen behandelt und durch Profile erörtert, ebenso wie der tektonische Aufbau des Karbons. Auch das Deckgebirge wird selbstverständlich namentlich in seinen Beziehungen zum Steinkohlengebirge gewürdigt.

Das linksniederrheinische Kohlenrevier hat durch KUKUK eine neue Bearbeitung erfahren, insbesondere seine großen Bruchbildungen und Sprünge, die von Westfalen aus auch auf dem linken Rheinufer die Horste von Brügge, Geldern und Krefeld sowie den Rheintalgraben begrenzen und für die Umgrenzung der Schollen maßgebend sind. In dem neuen linksrheinischen Steinkohlengebiet ist durch den Nachweis der Leitflöze die Westfälische Einteilung bis ins einzelne wiederzuerkennen.

Die Bearbeitung des Aachener Kohlenreviers ist von DANNENBERG erneut durchgeführt worden. Zusammensetzung und Aufbau der Indemulde (Eschweiler Mulde) und Wurmmulde werden ausführlich dargestellt. Das Kohlenbecken an der Saar und in Lothringen hat eine neue Bearbeitung durch KESSLER erfahren, die sich im einzelnen in der äußeren Form derjenigen der übrigen Gebiete anschließt. Die Schichtenfolge konnte jetzt in weitgehender Weise gegliedert werden. Die mittleren Saarbrücker Schichten entsprechen der Flammkohlengruppe, die unteren der Fettkohlengruppe; die Anordnung der Flöze zu bestimmten Zügen wird in Tabellenform gegeben. Die auffälligste tektonische Erscheinung ist der durch mehrere Spezialsättel quer gegliederte Pfälzisch-Saarbrückisch-Lothringische Sattel. Anhangsweise werden auch die Steinkohlen der Kreidezeit bei Bückeberg durch BUBNOFF erwähnt, der dann noch über den Bau der deutschen Steinkohlenfelder im allgemeinen Erörterungen anstellt, die sich namentlich auch auf die Wiedergabe der zuerst von FRECH behandelten Vorratsberechnung und über die Zukunft der Steinkohle in Deutschland erstrecken. VON BUBNOFF betrachtet dann ausführlich die interessanten Ergebnisse der Kohlenstatistik Deutschlands in den neuesten Jahren, die besonders auch die Auswirkungen des Krieges berücksichtigt. Der Kohleninhalt des oberschlesischen Steinkohlenreviers hat sich ganz erheblich reduziert, die Fläche beträgt rund 560 qkm gegen 2800. Der bei Deutschland gebliebene Vorrat wird auf 30 Milliarden Tonnen gerechnet, ein Betrag, der entschieden noch viel zu hoch gegriffen ist. Der niederschlesischen Vorratsschätzung werden im wesentlichen die alten Zahlen zugrundegelegt, ebenso stützen sich die Angaben für das westfälische Revier im wesentlichen auf die bekannten Zahlen von KUKUK.

Allgemeine Betrachtungen, Vergleiche der deutschen Steinkohlenvorräte mit denen anderer Länder bringen den Abschluß des BUBNOFFSchen Buches. Das Zeitalter der Steinkohlen eilt noch lange nicht seinem

Ende zu, wenn auch die Belastung der Kohlenlager in den wichtigsten Industrieländern eine immer größere wird. Die Ziffern für die Kohlegewinnung in den wichtigsten Ländern werden nochmals übersichtlich zusammengestellt und im allgemeinen nachgewiesen, daß Deutschland gegenwärtig nur noch über 56,5% seiner früheren Vorräte und über 68% seiner früheren Förderung verfügt. Es werden auch schließlich die Einflüsse geschildert, die durch die Ruhrbesetzung auf unsere Kohlenwirtschaft eingewirkt haben, insbesondere auch hervorgehoben, daß die durch den Verlust Oberschlesiens in die deutsche Kohlenwirtschaft geschlagene Bresche nicht von Westfalen aus geschlossen werden kann, und daß die neue Grenzföhrung die an sich schon so überaus ungünstige geographische Lage Oberschlesiens so weit verschlechtert hat, daß diese hoffnungsvollste Reserve fast gänzlich vom Weltmarkt ausgeschlossen ist.

R. MICHAEL, Berlin.

WEIGELT, JOHANNES, *Angewandte Geologie und Paläontologie der Flachseegeesteine und das Erzlager von Salzgitter*. Fortschritte der Geologie und Paläontologie, Heft 4. Berlin: Gebrüder Borntraeger 1923. 128 S., 74 Abbildungen auf 14 Tafeln. 17 × 26 cm. Preis RM 6,75.

Lebhaft erinnere ich mich noch des tiefen Eindrucks, den auf einer gemeinsamen Tagung der geologischen Institute von Halle, Jena und Leipzig der Bericht des Verfassers über seine erfolgreichen Untersuchungen im Salzgitterer Erzlager auf uns jüngere Geologen machte. Der Erfolg der auf Grund seiner Voraussagen niedergebrachten Bohrung auf Eisenerze, die inmitten zahlreicher Fehlbohrungen die reichste und beste Stelle des neokomen Erzlagers traf, ist eines der besten Beispiele dafür, wie auf Grund sorgfältiger paläogeographischer Überlegungen die Sedimentationsverhältnisse längst vergangener Zeiten wieder erkannt werden können.

Eine große Rolle spielt dabei die „angewandte Paläontologie“, die auch im vorliegenden Werk den breitesten Raum einnimmt. Die Wohnbereiche der Tiere in der Flachsee, die Form ihrer Einbettung nach dem Tode, die wiederholte Umschwemmung und Aufbereitung bereits eingebetteter Schalen, sie wurden vom Verf. an Ost- und Nordsee eingehend studiert. Beispiele aus früheren Erdperioden dienen als Vergleich. Es ist nicht möglich, hier auch nur andeutungsweise wiederzugeben, wie durch die Wellen am Ufer die Schalen sortiert und aufgehäuft werden, wie Meeresströmungen die Ablagerungsverhältnisse beeinflussen, wie Tierreste weit aus dem Wohnbereich des lebenden Tieres verschleppt werden, wie aber auch deren Ablagerung Gesetzen gehorcht.

Im Gegensatz zur stratigraphischen oder systematischen Betrachtung werden nicht besonders gute Leitfossilien oder neue Arten in erster Linie berücksichtigt, sondern die gemeinsten Formen, die massenhaft die Schichtflächen bedecken, oder die durch besondere Verhältnisse, etwa Trockenlegung während der Ebbe, bedingte Kümmerformen; sie geben uns durch die Art ihres Auftretens Hinweise auf Flußmündungen, Meeresströmungen, nahe Uferlinien oder Tiefen, tiefe Gräben im Wattenmeer usw.

Der Verf. bringt ein reiches Material zu diesen Fragen: über Faunenverteilung unter besonderen Verhältnissen, das Verhalten gewisser Schalenformen (z. B. Unterschied zwischen gewölbter und weniger gewölbter Klappe bei Muscheln) und vieles andere mehr. Eine eingehende Darstellung erfahren auch die Strömungsverhältnisse, die Sortierung der Korngrößen, die Böschungswinkel u. ä.; ferner die durch die Lebens-



tätigkeit von Organismen bedingten Veränderungen in den Sedimenten am Meeresboden und andererseits die Rückwirkung der Lebensweise auf den Körperbau der Organismen.

Die gleichen Gesetze der Ablagerung und Aufbereitung, die sich für die Schalen von Muscheln und anderen Tieren ableiten ließen, sind auch maßgebend gewesen für die Entstehung der Trümmererzlagerstätte von Salzgitter, an der Nordwestecke des Harzes. Nur handelt es sich hier um das Sortieren und Anreichern von Eisenerzen. Die vom Verf. ausgeführten genauen Untersuchungen der Ablagerungsverhältnisse zur Neozzeit haben den Aufbau und die Erzverteilung der genannten Lagerstätte erst richtig erkennen lassen. Zeigt sich darin die große Bedeutung derartiger Untersuchungen für die Praxis, so haben andere Arbeiten des Verf. auch auf rein wissenschaftliche Fragen mit Hilfe dieser Methode wertvolle Antworten gegeben.

Wenn man bei einem so verdienstvollen und anregungsreichen Buche einen kleinen Wunsch äußern darf, so ist es das Bedauern, daß die Schilderung der Verhältnisse bei Salzgitter nicht durch Kartenskizzen unterstützt wird. Umso zahlreicher sind dafür die Abbildungen und Skizzen zu den Fragen der angewandten Paläontologie. HANS BECKER, Leipzig.

NOWACK, ERNST, *Der nordalbanische Erzbezirk*. Abhandlungen zur praktischen Geologie und Bergwirtschaftslehre. Hrsg. von GEORG BERG. Bd. 5. Halle (Saale): Wilhelm Knapp 1926. 32 S., 7 Photi, 3 Textskizzen und 2 Karten. 16 × 24 cm. Preis RM 4.30.

Verfasser gibt auf Grund eigener Reisen eine Übersicht über die Erzvorkommen im Flußgebiet des Drin und Fani in Nordalbanien, östlich Skutari, im Mittel 50 km von der Küste entfernt. Geologisch ist das Gebiet früher von FRECH, VETTERS, v. NOPSKA u. a. bearbeitet worden. Letzterer unterscheidet innerhalb des zentralen nordalbanischen Eruptivgebietes (geologische „Mirdita“) zwei Altersfolgen von Eruptivgesteinen: eine triasische (Diabase, Porphyre, Melaphyre usw.) und eine jurasische (Gabbro, Diorit, Serpentin usw.). Die triasischen Eruptiva kommen in engster Verknüpfung mit Schichtgesteinen, Kalken und Schiefen vor und bilden vorwiegend Decken, während die jurasischen mächtige zusammenhängende Stöcke darstellen. Die ganze mächtige nordalbanische Eruptivmasse liegt als Überschiebungsscholle auf dem Gebirgslande zwischen unterem Drin und nordalbanischen Alpen. Sie ist von NOPSKA als „Cukali“ bezeichnet worden. Es handelt sich um eine gewaltige Fernüberschiebung mit Zertrümmerungserscheinungen „von ungeheurem Ausmaß“ an der Schubfläche. An diese Zerrüttungszone und an die übrigen tektonischen Linien sind Erzvorkommen Nordalbanien gebunden, ausgehend von den erwähnten Eruptivgesteinen. Die praktisch bedeutungsvollsten Lagerstätten sind aber die postvulkanischen Erzausscheidungen, vornehmlich die reiche Durchdringung des Gesteins mit Schwefelkies auf engmaschigen Kluffnetzen. Auch echte Erzgänge kommen vor. Die metasomatischen Hämatite und die sulfidischen Arsenerze haben geringe Bedeutung, ebenso die sedimentären oolithischen bromhaltigen Brauneisenerze, die auf der alten Landoberfläche des Serpentin an der Basis der transgredierenden Kreide vorkommen. Letztere lagert sich als Gosau gegen Osten über die Eruptiva.

Von den Lagerstätten werden nach Lage, Entstehung und Wert nacheinander behandelt die Schwefelkiese der Mirdita, die sulfidischen Kupfererzvorkommen der Landschaft Dukagjin, dann die Eisenerze derselben

Landschaften und vom Mollatal, ferner die Chromeisenvorkommen in Kruma und Luma und schließlich die Arsenerzlagerstätte von Komana bei Puka.

Es zeigt sich, daß nach dem heutigen Stand der Kenntnis der nordalbanischen Lagerstätten für eine nahe Zukunft wirtschaftlich von Bedeutung nur die Schwefelkieslagerstätten der Mirdita und evtl. das Kupfervorkommen von Kabash (in der Landschaft Dukagjin) sind. Von den übrigen Vorkommen wäre wohl noch das eine und andere näherer Untersuchung wert, wenn die Verkehrsverhältnisse besser ausgebaut sind. Die sichtbaren Schwefelkiesvorräte der Mirdita würden allein schon den Ausbau einer Verkehrsanlage rechtfertigen, abgesehen davon, daß sie auch für Waldverwertung ausgenützt werden könnte.

J. L. WILSER, Freiburg i. Br.  
FREYBERG, B. v., *Die tertiären Landoberflächen in Thüringen*. Fortschritte der Geologie und Palaeontologie, Heft 6. Berlin: Gebrüder Borntraeger 1923. 78 S., 1 Tafel u. 19 Textfiguren. 17 × 26 cm. Preis RM 4.50.

Der Verf. wurde durch Untersuchungen im östlichsten Thüringen, in der Gegend zwischen Naumburg und Gera, zur Erkenntnis geführt, daß die in der Landschaft von Thüringen so auffällige Verebnungsfläche über die alttertiären Ablagerungen hinweggreift und nicht, wie PHILIPPI gemeint hatte, zu der Auflagerungsfläche dieser eocän-oligocänen Ablagerungen gehört. Die „präoligocäne“, oder wie wir nach den neueren stratigraphischen Erfahrungen sagen müssen, prätertiäre Landoberfläche ist also nur soweit erhalten, als sie noch von den Ablagerungen der Braunkohlenstufe bedeckt ist. Alles andere sind jüngere Oberflächenformen.

Die alte, vortertiäre Landoberfläche war tiefgründig verwittert, wie die Beschaffenheit der tertiären Ablagerungen zeigt. Da die Braunkohlen schon auf Umschwemmungsprodukten solcher kaolinisierter Gesteine liegen, können sie nicht die Ursache der Kaolinisierung sein. Diese beginnt vielmehr schon früher und dauert das ganze Tertiär hindurch an.

Diese Ergebnisse sind ein wertvoller Gewinn der vorliegenden Studie v. FREYBERGS. Ebenso wichtig ist die Erkenntnis, daß große Teile der heutigen Landoberfläche jungtertiären Ursprungs sind. Aber hier wird wohl noch weitere Forschung einsetzen müssen. Durch die Angaben, die der viel zu früh verstorbene WALTHER PENCK in seiner nach der vorliegenden Untersuchung veröffentlichten „Morphologischen Analyse“ (Stuttgart 1924) macht, sind wir auf das Vorhandensein sehr viel älterer Formenelemente hingewiesen worden, deren Reste von jüngeren Flächen umgeben und allmählich aufgezehrt werden. Es ist nun sehr fraglich, ob in Thüringen wirklich alle derartigen älteren Formenelemente verschwunden sind, und andererseits versprechen die von v. FREYBERG errungenen Erkenntnisse uns neues Material zur Datierung der in Sachsen und im Fichtelgebirge von WALTHER PENCK erkannten alten, nach seiner Meinung bis weit ins Mesozoikum zurückreichenden, Landoberflächen.

Es wäre zu begrüßen, wenn die vorliegende Arbeit außer den in ihr gebotenen wichtigen neuen Beobachtungen und Einsichten auch die Anregungen zu weiteren Untersuchungen im angedeuteten Sinne geben würde. Von großem Wert wird dabei sein, wenn auf die Beziehungen zwischen Abtragung und Sedimentation — auf die korrelierten Sedimente (WALTHER PENCK) — ebenso sorgfältig geachtet wird, wie es der Verf. in erfolgreichster Weise bei seinen Arbeiten getan hat.

HANS BECKER, Leipzig.



WURM, ADOLF, **Geologie von Bayern. Nordbayern, Fichtelgebirge und Frankenwald.** Erster Teil. Aus: Handbuch der Geologie und Bodenschätze Deutschlands, herausgeg. v. E. KRENKEL. Berlin: Gebr. Borntraeger 1925. XIV, 373 S., 8 Tafeln, 109 Textabbildungen, 17 × 26 cm. Preis RM 25,50.

Es mag ein Wagnis sein, über ein Gebiet eine zusammenfassende Darstellung zu geben, wo die Arbeiten im vollen Flusse sind. Wir müssen es dem Verf. danken, daß er es unternommen und uns dadurch einen Ersatz für die längst vergriffene und z. T. auch überholte Darstellung GÜMBELS gegeben hat. Das Fichtelgebirge und sein nördliches Vorland hat jetzt wieder ein geologisches Handbuch, nach dem der interessierte Besucher wie der mitarbeitende Forscher gleich gerne und beide mit Befriedigung greifen können. Der Verf., der das Gebiet aus langjähriger Kartierungsarbeit kennt, hat es verstanden, Lokalbeschreibung, die das Aufsuchen und Kennenlernen der wichtigsten Punkte gestattet, und weitblickende Einordnung der nordbayerischen Geschehnisse in die allgemeine Erdentwicklung aufs glücklichste zu verbinden. Die neuesten Fragestellungen und Betrachtungsweisen sind alle berücksichtigt und, soweit möglich, beantwortet worden.

Dem Fichtelgebirge mit seinen großen Granitstöcken und den dazwischen übriggebliebenen Resten einer krystallinen Aufwölbung ist ein gewaltig zusammengeschupptes Gebiet paläozoischer Gesteine vorgelagert, in dem als Fremdkörper das große Gneisgebiet von Münchberg liegt. Ein Fremdkörper ist es nicht nur dadurch, daß seine Gesteine schon lange vor der variskischen Gebirgsbildung, also auch viel früher als das Krystallin des Fichtelgebirges, ihren metamorphen Charakter erhalten haben, es also älter ist wie die umgebenden paläozoischen Sedimente; ein Fremdkörper ist es auch durch seine eigentümlichen Lagerungsverhältnisse. Von allen Seiten schießen die paläozoischen Gesteine unter den Gneis ein, und nach

sorgfältiger Prüfung aller Möglichkeiten bleibt nur eine Erklärungsweise: Die Münchberger Gneismasse ist der von der Erosion verschonte Rest einer gewaltigen Schubmasse, die vom Süden her über das Fichtelgebirge hinweg auf das Frankenwälder Palaeozoicum aufgeschoben wurde und hier den komplizierten Schuppenbau verursachte. Aber nicht nur die krystallinen Gesteine von Münchberg sind — wie schon F. E. SUSS 1913 erkannt hatte — ortsfremd, auch die unmittelbar unterlagernden paläozoischen Schichten sind ganz abweichend von den übrigen gleichaltrigen Gesteinen des Vogtlands und Thüringens entwickelt. Diese, im Nachtrag des Buches erst mit voller Schärfe ausgesprochene Tatsache ist eine äußerst wertvolle, noch unveröffentlicht gewesene Erkenntnis des Verf. Der Ref. muß gestehen, daß sie für ihn eine wahre Erlösung bedeutete und daß auch manche sächsische Gebiete dadurch ganz anders verständlich werden. Diese fremdartige, viel mehr an die böhmische Entwicklung erinnernde Ausbildung des Palaeozoicums ist ebenfalls auf das normale Palaeozoicum aufgeschoben, und ihre Herkunft hängt aufs innigste mit der jetzt auf ihr liegenden Gneismasse zusammen.

Dieses interessante Gebiet behandelt also der vorliegende 1. Teil der Geologie Nordbayerns. Er gibt erst einen Überblick über die krystallinen Gesteine und die einzelnen Formationen, immer mit eingehenden Einzelbeschreibungen und mit Ausblicken auf das übrige Europa. Im tektonischen Abschnitt werden außer der die Hauptzüge gestaltenden variskischen Gebirgsbildung auch frühere Faltungsperioden, soweit sie sich heute schon erkennen lassen, und die späteren Bodenbewegungen, namentlich der junge Randbruch gegen das fränkische Mesozoicum, behandelt. Ein morphologischer Abschnitt und ausführliche Angaben über die nutzbaren Stoffe beschließen die Darstellung. Alle Teile sind reichlich mit Karten, Profilen und vortrefflichen, zum guten Teil vom Verf. aufgenommenen Bildern ausgestattet. HANS BECKER, Leipzig.

### Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

Am 7. Mai 1927 berichtete Oberleutnant GÖSTA MOBERG (Wexio, Schweden) über seine **Reise durch Sahara und Sudan zum Roten Meere** unter Vorführung von Lichtbildern.

Der Vortragende hat 4 Monate im südtunesischen Matmata-Gebirge zugebracht, wo er sich namentlich dem Studium der dortigen Höhlenbewohner widmete. Weitere 4 Monate hielt er sich bei den Tuareg des Hoggar-Massivs im Zentrum der Sahara auf, vollendete deren Durchquerung nach Süden, konnte aber nicht, wie er beabsichtigt hatte, auf einer östlicher gelegenen Route nach Norden zurückkehren, da Räuberbanden die Gegend nördlich des Tschad-See unsicher machten. So mußte er sich zu dem Weg nach Osten entschließen, den er mit großer Energie bis nach Ägypten verfolgte, wo er nach 13 Monaten zum ersten Male wieder mit der zivilisierten Welt in Verbindung trat. Von den 16 000 km seines Reiseweges legte er 11 000 km auf Kamelen, 5000 zu Pferde zurück. 67 Kisten mit ethnographischen Sammlungen, 37 lebende Tiere und zahlreiches anderes wissenschaftliches Material waren das greifbare Ergebnis der Reise.

Die Sahara-Wüste kommt an Größe fast Europa gleich. Sie wird im Norden von Arabern und Berbern bewohnt, welche ihre Rassenreinheit nicht bewahrten, sondern vielfach mit Negern vermischt sind, während im Süden die Tuaregs dominieren. Die Volksdichte ist sehr verschieden. Einzelne Oasen sind ziemlich stark

bevölkert, dagegen ist der ganze Westen fast menschenleer. Schon im Altertum ist die Sahara stellenweise durchquert worden. Die Karthager sind bis Mursuk gekommen, die Römer bis Timbuktu. Der Vortragende vertritt die Ansicht, daß die vielfach gefundenen Reste alter Kulturen und vertrockneter Bäume auf ein feuchteres Klima vergangener Zeiten hindeuten und die Wüste gegenwärtig in weiterer Ausdehnung begriffen sei. Eine frühere Meeresbedeckung ist wahrscheinlich; der Tschad-See muß als Rest eines prähistorischen Binnenmeeres aufgefaßt werden. Sehr merkwürdig ist das Vorkommen von lebenden Schnecken und Fischen in artesischen Brunnen. Hier hat offenbar eine Anpassung ehemals an der Oberfläche lebender Tiere an das Leben im Grundwasser stattgefunden. Die täglichen Temperaturschwankungen in der Sahara sind recht groß. In der Sonne stieg die Temperatur bis 75°, während im Winter öfter Nachtfrost eintritt. Regenfälle sind zwar selten, doch kommen gelegentlich nicht nur Sprühregen, sondern sogar richtige Wolkenbrüche vor. Die Lebewelt ist kümmerlich. Von den Schlangen verdienen Erwähnung die Hornvipere und die bis zu 2 m lange Brillenschlange, von Säugetieren Löwe, Leopard und der Gepard, ein Raubtier, das eine Mittelstellung zwischen Katze und Hund einnimmt; Kopf und Schwanz sind katzenartig, die hohen Beine aber gleichen denen des Hundes.

Matmata ist eine 5000 Einwohner beherbergende



Troglodytenstadt, von der nur einige Moscheen von weitem sichtbar sind. Die Wohnungen bestehen größtenteils aus unterirdischen Höhlen in den Felsen. Dem Vortragenden bot sich Gelegenheit, von hier aus mittels Automobils eine Durchquerung des östlichen Dünengürtels bis nach Ghadamis in Tripolitanien, nahe der tunesischen Grenze, zumachen.

Die französische Sahara ist in Militär-Territorien eingeteilt, die eine verhältnismäßig sichere Brücke zwischen den Besatzungen des Nordens und des Südens darstellen. Im übrigen aber hat das Banditenunwesen freien Spielraum. In Tripolitanien ist es den Italienern noch nicht gelungen, die Oasen von Fessan und Kufra zu besetzen, und in Rio de Oro reicht die Macht der Spanier nicht über einen schmalen Streifen an der Küste des Atlantischen Ozeans hinaus. Die französische Kolonialgeschichte weist zahlreiche Kämpfe mit den räuberischen Saharabewohnern auf, wie z. B. die Niedermetzlung der Expedition FLATTERS durch die Tuareg. Der von den Franzosen eifrig betriebene Automobilverkehr durch die Sahara ist nur auf bestimmten Strecken und nicht zu allen Jahreszeiten möglich. Auf dem Wege der ersten CITOËN-Expedition (Naturwissenschaften 13, Nr. 23, S. 510—512. 1925) fand der Vortragende so zahlreiche Reste von Maschinenteilen und anderen Überbleibseln, daß stellenweise der Eindruck eines Autofriedhofs aufkam. Auch die Durchquerung mit Flugzeugen hat ihre Gefahren, wie die Katastrophe beweist, welcher General LAPERRINE zum Opfer fiel. Für technisch möglich aber hält der Vortragende eine

Eisenbahn durch die Sahara. Die militärische Wichtigkeit einer solchen dürfte die Aufwendungen rechtfertigen, welche übrigens die Baukosten von vier modernen Schlachtschiffen nicht übersteigen würden. Da man mit Sandstürmen bis zur Dauer einer Woche rechnen muß, so ist einstweilen das Kamel immer noch das sicherste Verkehrsmittel durch die Wüste mit ihren bis zu 200 m hohen Dünen. Bei seinen Durchquerungen der Sahara in meridionaler Richtung hatte der Vortragende nur zwei Männer bei sich, während für den Zug nach Osten eine Karawane von 60 Negern erforderlich war.

Ausführlich wurden die Tuareg geschildert, welche unter der Herrschaft eines Sultans das Hoggar-Massiv bewohnen. Der Stamm umfaßt etwa 5000 Menschen und gliedert sich in drei soziale Schichten: Adel, Vasallen und Sklaven, die meist Schwarze sind. Die Marabuts, eine Art Priester, bilden eine Kaste für sich. Körperliche Arbeit ist bei der herrschenden Klasse verpönt, und industrielle Fertigkeiten werden nicht ausgeübt. Die Tuareg-Frauen nehmen in der mohamedanischen Welt eine Sonderstellung ein, denn sie gehen unverschleiert, während die Männer ein nur die Augen freilassendes Gesichtstuch, das Litham, tragen. Es gilt für einen Mann als unanständig, vor einer Frau sein Gesicht zu zeigen. In Hoggar gibt es keine Moschee. Das Hoggar-Massiv, das bis zu 3000 m aufragt, und dessen kahle Felsen von rot-violetter Färbung sind, ist offenbar vulkanischen Ursprungs, denn der Vortragende fand viele erloschene Vulkane. O. B.

### Botanische Mitteilungen.

Die nicht selten eintretende Rottfärbung grüner Blätter und mancher Blütenteile durch Umwandlung grüner Chloroplasten in Chromoplasten wird von älteren Autoren lediglich auf ein Schwinden des Chlorophylls und Vorherrschen der gelbroten Blattfarbstoffe zurückgeführt. Das ist nach einer neueren Arbeit von TH. LIPPMAN (Das Rhodoxanthin, seine Eigenschaften, Bildungsbedingungen und seine Funktion in der Pflanze. Schriften, herausgeg. von der Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Tartu, XXIV, 1925), nur bei herbstlich vergilbenden Blättern der Fall. Bei der Rötung tritt vielmehr ein neuer Farbstoff mit abweichenden Eigenschaften auf, der als Rhodoxanthin bezeichnet wird. Am eingehendsten ist seine Bildungsweise und Eigenart bei *Reseda odorata* studiert worden, wo er nach Behandlung mit Zuckerlösung regelmäßig in ziemlich großen Mengen auftritt. Sowohl durch Ausschütteln mit verschiedenen Lösungsmitteln (Methode von WILLSTÄTTER) als auch mit der chromatographischen Methode (von TSWETT), läßt sich der Farbstoff isolieren. Er zeigt in reiner Lösung vier Absorptionsbanden. Das Rhodoxanthin ist ein Carotinoid, das anscheinend sauerstoffreicher ist als Xanthophyll und mit diesem manche Eigenschaften gemeinsam hat. (Die von MONTEVERDE und LUBIMENKO früher ausgesprochene Vermutung, es handele sich um ein Isomer von Xanthophyll, ist irrig.) Bei der Rötung nimmt zunächst die Chlorophyllmenge sowie die Xanthophyllkonzentration ab, während das Rhodoxanthin neben dem in gleicher Konzentration bleibenden Carotin erscheint. Das Rhodoxanthin wird aber nach Ansicht des Verf. nicht etwa aus den verschwindenden Farbstoffen gebildet, es soll sich vielmehr höchstwahrscheinlich um ganz unabhängige — wenn auch gleichzeitig verlaufende — Vorgänge handeln. Das vorliegende Zahlenmaterial dürfte aber zur Entscheidung dieser Frage noch nicht ausreichend sein.

Die Fähigkeit zur Rhodoxanthinbildung ist anscheinend ziemlich verbreitet; der Farbstoff ist zum Teil schon von früheren Untersuchern noch bei *Equisetum*, *Selaginella*, *Taxus*, *Juniperus*, *Chamaecyparis*, *Thuja*, *Cryptomeria*, *Potamogeton*, *Aloe*, *Haworthia*, *Gasteria*, *Bulbine* und *Eremurus* festgestellt worden. Auffällig ist, daß die vegetativen Rhodoxanthin oder ähnliche „Hämatocarotinoide“ führenden Pflanzenteile frei von Anthocyan sind. Dagegen sind die Verteilung und die Bildungsbedingungen der Carotinoide mit denen für das Auftreten der Anthocyane so ähnlich, daß hieraus auf eine gleiche Funktion beider im Organismus geschlossen wird. In beiden Fällen wird die Farbstoffbildung durch Kälte, Trockenheit, intensive Belichtung, Verletzungen, vor allem aber durch Anhäufung von Zucker (Kultur auf Lösungen von Saccharose, Glucose, Fructose — weniger durch Lactose, Galaktose, Mannose —), in der Zelle oder durch Stoffanhäufung nach Ringelung befördert. Nitrate wirken in beiden Fällen hemmend. — Über die Funktion lassen sich vorläufig noch keine sicheren Aussagen machen; immerhin werden eine Reihe von Tatsachen angeführt, die für eine optische Schutzwirkung zu sprechen scheinen. Vor allem wird darauf hingewiesen, daß Chlorophyllbildung und auch die Tätigkeit der Enzyme im roten (von beiden Farbstoffgruppen durchgelassenen) Licht am besten vor sich geht, während das absorbierte kurzwellige Licht bei höherer Intensität schädlich wirken kann; bei hoher Lichtintensität erfolgt aber gerade die Rötung. Für die Schutzwirkung wird auch das Auftreten an jungen, in der Entwicklung begriffenen oder besonders empfindlichen Organen oder während aufgezungener Ruheperioden (Kälte, Trockenheit) angeführt. Auch wenn man eine solche Schutzwirkung annimmt, erscheint es jedoch fraglich, ob es sich dabei um den Hauptzweck dieser Stoffe handelt. Besonders zweifelhaft ist das im Fall der Anthocyane, für die



nach den Untersuchungen von NOACK Beziehungen zur Assimilation bestehen. Die Gleichheit der Bildungsbedingungen verlockt geradezu, auch bei der Rhodoxanthinbildung nach solchen unmittelbaren Zusammenhängen mit der Assimilation zu fahnden. Es ist doch durchaus denkbar, daß die Rotfärbung des (auch im Dunkeln, wenn auch in geringerer Menge) entstehenden Carotinoids eine — allerdings ökologisch vorteilhafte — Nebenerscheinung darstellt.

Das Verhalten der Pflanzenzelle gegen Salze wird von KÄHO in den Ergebn. d. Biol. (1. Band) an Hand fremder und eigener Versuche zusammenfassend in sehr klarer lesenswerter Form behandelt. Es wird gezeigt, wie man von der rein empirischen Erfahrung aus, daß reine Salzlösungen — speziell der Alkalimetalle — im Gegensatz zu bestimmten Salzgemischen Wachstum und Gesundheit der Zellen schädigen, zu einem kausalen Verständnis der beobachteten verwickelten Erscheinungen kommen kann. Schon die Zellwand jugendlicher Zellen kann geschädigt werden, und es zeigt sich, daß die quellungsfördernden bzw. quellungshemmenden Eigenschaften der Salze hierbei eine hervorragende Rolle spielen. Bei erwachsenen Zellen läßt die Zellwand dagegen wie ein Filter die Salze durch, die dann direkt an der Plasmagrenze zur Wirkung kommen. Hier ist nun die Wirkung um so größer, je höher die Permeabilität für die gelösten Stoffe ist (d. h. je rascher sie in das Plasma eindringen und sich hier anhäufen können). Dieses Eindringen ist auch ein durch physikalisch-chemische Gesetzmäßigkeiten beherrschter Prozeß; die Größe der Permeabilität wird durch die quellende oder koagulierende Wirkung der Salze bestimmt. Dabei zeigt sich, daß Anionen und Kationen sich verschieden verhalten und sich in ihrer Wirkung summieren. Während die Kationen nach der Reihenfolge  $K < Na < Li < Mg < Ba < Ca$  entquellend wirken (und dadurch das Eindringen verzögern), wirken die Anionen quellend und damit permeabilitätssteigernd mit verschiedener Stärke: Citrat,  $SO_4 < Tartrat < Cl < NO_3 < Br < J$ . Calciumcitrat dringt deshalb am langsamsten ein und ist am unschädlichsten, KJ muß am giftigsten sein. Die eben genannten Ionenreihen lassen sich bei einer ganzen Anzahl von Lebenserscheinungen wiederfinden, so z. B. bei der Quellung von Samen, bei der Kultur höherer Pflanzen in reinen Salzlösungen, bei der Beeinflussung der Leuchtkraft von Leuchtbakterien, bei der Plasmaströmung, beim Chemotropismus und bei den Schlafbewegungen der Pflanzen. Die Giftigkeit von Salzgemischen ist von den gleichen Gesetzmäßigkeiten beherrscht, insbesondere können die entquellend wirkenden Salze infolge der Herabsetzung der Permeabilität auch das Eindringen von Alkalisalzen verzögern und so deren Giftwirkung mehr oder weniger mindern. Diese „antagonistische Wirkung“ ist bei dem am Ende der Kationenreihe stehenden Calcium am größten, so daß bereits geringe Mengen von Calciumsalzen ausreichen, um quellend wirkende Salze zu entgiften. Verdrängungserscheinungen infolge verschiedener starker Adsorption an der Plasmaoberfläche — an die man ebenfalls denken könnte — spielen wenigstens bei der Aufnahme von Neutralsalzen keine ausschlaggebende Rolle. Auf die praktische Bedeutung der Kenntnis dieser Zusammenhänge weist schließlich eine Bemerkung über scheinbar „katalytische“ oder stimulierende Wirkung geringer Salpetergaben in Bodenkulturen hin. In der Bodenlösung dominiert oft die entquellende Wirkung der Kalksalze, die die Permeabilität auch für andere Nährsalze herabdrückt. Wenn dann geringe Salpetergaben hohe Ertragssteigerungen bewirken, kann dies

zum Teil auf ihre quellungsfördernde, permeabilitätssteigernde Wirkung bezogen werden. Da ferner für das Gedeihen der Pflanzen eine ziemlich geringe Permeabilität bestehen muß, ist der Kalkgehalt der verschiedenen Nährlösungen hauptsächlich zur „Balancierung“ der Permeabilitätsverhältnisse erforderlich, weniger als Nährstoff von Bedeutung.

Im gleichen Bande (Ergebn. d. Biol. 1, 407—446) berichtet D. N. PRIANISCHNIKOW zusammenfassend über Ammoniak, Nitrate und Nitrite als Stickstoffquellen für höhere Pflanzen, ein Problem, an dem in neuerer Zeit PRIANISCHNIKOW selbst und andere russische Forscher mit Erfolg weitergearbeitet haben. Wenn man höhere Pflanzen in Wasserkulturen ohne besondere Vorsichtsmaßregeln anzieht, so beobachtet man regelmäßig, daß nitratthaltige Nährlösungen bessere Erfolge geben als solche, in denen Ammoniaksalze als Stickstoffquelle geboten werden. Diese Erfahrungen haben zu der verbreiteten Meinung geführt, Nitrate könnten von den meisten Pflanzen am besten aufgenommen und verarbeitet werden. Das ist nun irrig. Gibt man zu einer gewöhnlichen Nährlösung etwa Ammoniumsulfat, so beobachtet man in kurzer Zeit allerdings eine Schädigung, aber auch eine intensive Ansäuerung der Lösung. Das Ammon ist aufgenommen worden, das Anion dagegen in der Lösung zurückgeblieben; die entstehende Säuerung ist nun die eigentliche Ursache des Mißerfolges. Man erzielt denn auch bessere Erfolge, wenn man die Lösung zur Neutralisation von vornherein Calciumcarbonat zusetzt. Dann ist zwar die Lösung anfangs stark alkalisch und eben auch nicht gerade günstig, bietet aber nach einiger Zeit (besonders wenn man viele Pflanzen in ein Kulturgefäß bringt) doch ebensogute oder günstigere Bedingungen als nitratthaltige Lösungen. Noch besser werden die Ergebnisse, wenn man nicht neutralisierte Lösungen verwendet und in kurzen Zeitabständen — also noch vor dem Erreichen hemmender Säureungsgrade — wechselt. Die Säurebildung geht ziemlich rasch vonstatten und bereits in 2 Tagen wird gewöhnlich die maximale Wasserstoffionenkonzentration erreicht. Es muß also mindestens täglich gewechselt werden. Dann aber ergeben sich auch günstigere Zahlen als für Nitratkulturen, bei denen ja keine Säuerung, sondern eine geringere Alkalisierung eintritt. Besonders deutlich tritt die Ammoniakbevorzugung zutage, wenn in der Nährlösung Ammoniumnitrat geboten wird. Hier kann man z. B. beobachten, daß gut entwickelte Pflanzen (z. B. Hafer und Erbsen) schon nach 2 Stunden die Reaktion der Lösung nach der saueren Seite hin verschoben, daß also  $NH_4^+$  rascher aufgenommen wird als  $NO_3^-$ . Die Schädigung bei Ammoniumgabe muß schließlich auch dann gering werden, wenn man Salze ganz schwacher Säuren verwendet. Tatsächlich lieferten Versuche mit Ammoniumbicarbonat nach Durchleitung von Kohlensäure bessere Ergebnisse als Versuche mit Ammoniumchlorid und solche mit Zusatz von Calciumcarbonat wenigstens nicht schlechtere Resultate als Nährlösungen mit Calciumnitrat. Diese Versuche scheinen in Widerspruch mit den landwirtschaftlichen Erfahrungen zu stehen, nach denen Nitratböden bei weitem fruchtbarer sind als ammonhaltige. Das beruht jedoch auf sekundären Erscheinungen. Die Nitratbildung im Boden ist an gute Durchlüftung und Gegenwart von Basen (Kalk) gebunden, Bedingungen, die auch den höheren Pflanzen zusagen. Ammonbildung findet sich dagegen in schlecht durchlüfteten oder saueren Böden, die an sich keine guten Wachstumsbedingungen bieten. Auch Ammoniakdüngung in guten Böden wird nicht immer zu guten Ergebnissen



führen, da hier der im Experiment mögliche Ausgleich der Wasserstoffionenkonzentration nicht ohne weiteres erreicht werden kann. Bei Nitratrüdung bestehen diese Schwierigkeiten nicht in dem Maße. Theoretisch sind die Ergebnisse aber von großer Tragweite für die Frage, wie die aufgenommenen Nitrate im Pflanzenkörper verwandt werden. Sie werden vor der Verwendung zweifellos reduziert; das Auftreten von Nitrit und Ammoniak in der Pflanze ist ja auch schon bekannt. Bei Innehaltung bestimmter Konzentrationsgrenzen können Pflanzen auch mit salpetrigsauren Salzen als Stickstoffquelle ernährt werden. Aus der Gesamtheit der Versuche wird geschlossen, daß der Aufbau aller stickstoffhaltigen Verbindungen in der Pflanze von Ammoniak ausgeht, etwa in der Richtung Ammoniak—Asparagin—Aminosäuren—Eiweißstoffe, während der Abbau rückwärts über dieselben Zwischenstufen erfolgt. Das Ammoniak wird entweder wie bei den vorstehend erwähnten Versuchen direkt aufgenommen oder entsteht in der Pflanze aus dem durch Reduktion der Nitrate gebildeten Nitrit. Wie das geschieht, ist freilich noch unklar. Am wahrscheinlichsten ist noch die intermediäre Bildung von Hydroxylamin.

P. METZNER.

Über einige hochgelegene Moore Vorarlbergs und ihre Stellung in der regionalen Waldgeschichte Mitteleuropas. Die Moore Vorarlbergs haben schon vor anderthalb Jahrzehnten eine vortreffliche Bearbeitung durch H. SCHREIBER erfahren. Es lagen diese Untersuchungen vor der Zeit, in der die pollenanalytische Forschung in den Mittelpunkt der Betrachtung gerückt ist, indessen verdient hervorgehoben zu werden, daß gerade SCHREIBER einer von denen war, die mit den neuen Vorstellungen über den Postglazialen Klimaphasenwechsel mit den Weg gebahnt haben. Es bildet nun eine schönere Ergänzung, daß FIRBAS die Moore Vorarlbergs nach den neuesten Untersuchungsmethoden behandelt hat (Zeitschr. f. Botanik 18. 1926). Bei einer Reihe von hochgelegenen Mooren zwischen 1700 und 2200 m wurden gestaffelte Torfproben von der Basis bis zur Spitze des Profils entnommen und pollenanalytisch untersucht. Es ergab sich folgende Sukzession: 1. Kiefernperiode mit 90% Kiefer und außerdem nur Birke und Weide. Es handelt sich also um lauter Gehölze, die wenig Wärme bedürfen. Nach der Beschaffenheit des Pollens kommen nicht nur die Wald- und die Bergkiefer, sondern auch die Arve (*Pinus cembra*) in Frage. 2. Kiefern-Haselperiode. Die Alleinherrschaft der Kiefer wird schrittweise durch das Hintertreten der Hasel abgelöst, die sich in dem Moor am Riedboden bei Dalaas (1870 m) bis zu 50% Pollenvertretung emporarbeitet. Aus der Tatsache, daß dieses Moor ca. 400—500 m über der heutigen Haselgrenze liegt, muß auf ein entsprechendes Temperaturplus geschlossen werden. Mit der Hasel erreicht gleichzeitig der Eichenmischwald (Eiche, Ulme und Linde) seine maximale Vertretung. Auch dieser greift über sein gegenwärtiges Gebirgsareal beträchtlich hinauf. Mit dem Eichenmischwald erscheinen auch Erle und Fichte auf dem Feld. 3. Fichtenzeit. Die Domäne der Kiefer und Hasel wird dann durch eine solche der Fichte abgelöst, die schrittweise die höchste Pollenvertretung erklimmt. Entsprechend sinken Kiefer, Hasel und Eichenmischwald. Als letzte Nachzügler melden sich Tanne und Buche, die indessen in den Pollenspektren fast nirgends eine nennenswerte Bedeutung erlangen. Hinsichtlich der zeitlichen Einreihung der ermittelten Waldperioden nimmt FIRBAS an, daß die Kiefern-Haselperiode der borealen, die Fichtenperiode der atlantischen Phase des BLYTT-SERNANDERSCHEN post-

glazialen Schemas entspricht. Danach wäre die vorausgehende reine Kiefernperiode in die präboreale Epoche zu reihen. Etwa mit dem Ende des atlantischen Abschnittes ist nach FIRBAS die Torfbildung zum Abschluß gelangt. Sie gehört also, von dem Kiefernauftakt abgesehen, dem warmen Abschnitt des Postglazials an. Das schließt FIRBAS aus der Tatsache, daß gegenwärtig in solchen Höhenlagen infolge der Ungunst des Klimas keine Torfbildung stattfindet. Schon das allein deutet auf ein Temperaturplus, nicht nur während der Kiefern-Hasel-, sondern auch während der Fichtenzeit, denn auch die damalige Fichtengrenze muß nach den pollenanalytischen Befunden ein im Vergleich zur Gegenwart höheres Niveau eingenommen haben. Vergleicht man die hier gefundene Sukzession mit der in Westdeutschland (Schwarzwald, Bodensee), so ergibt sich eine vollkommene Übereinstimmung in den ersten Entwicklungsschritten, d. h. in der Aufeinanderfolge von Kiefer, Hasel und Eichenmischwald. Dagegen eilt dort die Fichte in der Entwicklung der Buche und der Tanne nicht voraus, und diese beiden Bäume gelangen sogar durchweg vor der Fichte zu einer dominierenden Stellung. Es gibt sich hier eine Gesetzmäßigkeit zu erkennen, auf die schon STARK hingewiesen hat, und die sich darin äußert, daß das Fichtenmaximum um so früher erscheint, je weiter man von Westen nach Osten vordringt. Die Fichte muß also im wesentlichen von Osten her ihre Herrschaft erobert haben. Da nun, besonders nach den prähistorischen Befunden in Frankreich, nicht anzunehmen ist, daß der Fichte während der letzten Eiszeit Refugiumsorte im Westen gefehlt haben, so möchte FIRBAS vermuten, daß es die Wandermöglichkeiten gewesen sind, die die Fichte gegenüber der Tanne und der Buche ins Hintertreffen gedrängt haben, und er denkt dabei in erster Linie an die Temperatur, welche die mehr kälteliebende Fichte nötigte, bei ihrem Vordringen von Westen in der Wärmeperiode möglichst die höheren Gebirgslagen, also die Alpenkette einzuhalten, von wo aus sie dann erst in einer späteren Phase, nämlich bei dem Temperaturniedergang in den letzten Abschnitten des Postglazials, Vorstöße in die Ebene gemacht hat.

Die Chemotaxis von *Polytoma uvella*. Einen recht wertvollen Beitrag zu unserer Kenntnis von den chemotaktischen Reaktionen niederer Organismen liefert eine Studie von E. G. PRINGSHEIM und F. MAINZ, die sich auf den Flagellaten *Polytoma uvella* erstreckt (Planta, I. 1926). Eine sehr große Fülle der verschiedenartigsten organischen Verbindungen wurde auf ihre chemotaktische Reizwirkung hin untersucht, und zwar in recht zahlreichen Fällen mit positivem Erfolg. Die wirksamen Reizstoffe gehören den verschiedensten chemischen Gruppen an: organische Säuren, Ester, Alkohole, Aldehyde und Kohlenwasserstoffe, sowohl solche der aliphatischen, wie auch solche der aromatischen Reihe. Auffällig ist, daß eine chemotaktische Anlockung nur von einbasischen Säuren ausgeht. Im einzelnen ergaben sich folgende Beobachtungstatsachen: 1. Der chemotaktische Erfolg ist unabhängig von dem Dissoziationsgrad der dargebotenen Substanzen; 2. Innerhalb einer homologen Reihe erreicht die Reizschwelle ihren Tiefpunkt bei den Gliedern mit 4 Kohlenstoffatomen; diese Gesetzmäßigkeit ergab sich in gleicher Weise bei gesättigten und ungesättigten Fettsäuren, Oxyssäuren, aliphatischen Alkoholen, Äthylestern, Aldehyden und Methylketonen. 3. Die Verzweigung der Kohlenstoffkette ist ohne Bedeutung für die Lage der Schwellenwerte; einen Beleg dafür liefern die Serien mit Buttersäuren, Oxybuttersäuren und Butylalko-



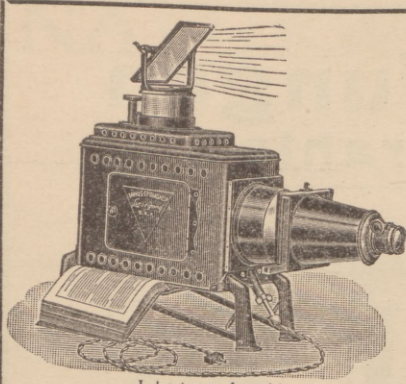
holen. 4. Sowohl mehrbasische Säuren, wie auch mehrwertige Alkohole, mithin also auch Zuckerarten, sind wirkungslos. 5. Durch die Substitution des H-Ions durch OH, Cl oder NH<sub>2</sub> wird die Schwelle emporgerückt. 6. Optisch isomere Verbindungen liefern dieselben Schwellenwerte. 7. Zwischen der ernährungsphysiologischen Bedeutung einer Verbindung und ihrem chemotaktischen Wirkungsgrad besteht keine engere Beziehung. Während alle bisher genannten Reizstoffe positive Chemotaxis, also ein Hinwandern nach der Diffusionsquelle bewirken, verursachen H- und OH-Ionen negative Reaktionen. Nach dem allgemeinen Reaktionsbild das vor allem in der gegenseitigen Abstumpfung seinen Ausdruck findet, lassen sich bislang mindestens 8 verschiedene Sensibilitäten unterscheiden, die in folgende Kategorien zerfallen: 1. Sauerstoff, 2. Säuren, 3. Alkalien, 4. Aliphatische Verbindungen, 5. Aromatische Verbindungen, 6. Ammonsalze, 7. Calciumsalze und 8. Thiosulfat. Speziell innerhalb der organischen Stoffe werden sich vielleicht weiterhin noch mehr Unterspaltungen ergeben. Schließlich sei noch auf zwei wichtige Feststellungen hingewiesen. Entsprechend der Gültigkeit des WEBERSchen Gesetzes werden die Schwellenwerte erhöht, wenn man das Chemotaktikum einseitig einwirken läßt auf Kulturen, in denen sich diffus der Reizstoff in niedriger Konzentration befindet; es ist dies die bekannte Erscheinung der Abstumpfung. Diese Abstumpfung bleibt nun einige Zeit erhalten, wenn man die Organismen aus der betreffenden Lösung in Wasser bringt. Das sind Beziehungen, wie sie sich auch für die Phototaxis ergeben haben. Das ist das eine. Weiterhin verdient dann hervorgehoben zu werden, daß die von den Verfassern für bestimmte Reizstoffe ermittelten Schwellen die niedersten sind, die bis jetzt überhaupt auf dem Gebiete der Chemotaxis nachgewiesen wurden. So ist Buttersäure noch bei einer Konzentration von 0,000 000 1 Mol, Ölsäure sogar bei einer solchen von 0,000 000 001 Mol wirksam. Dafür bietet auch der menschliche Geschmackssinn keinerlei Analogien, für den Geruchssinn werden zwar noch niedrigere Werte verzeichnet, indessen ist hier zu bedenken, daß diese Daten sich auf die Verdünnung in der Luft beziehen und daß es in den Schleimhäuten zweifellos zu einer Anreicherung des Geruchsstoffes kommt, so daß auch hier in Wirklichkeit die Schwellen wohl höher liegen.

**Artkreuzungen von Brandpilzen.** Es ist die auffällige Tatsache zu verzeichnen, daß erfolgreiche Artkreuzungen bei Pilzen bislang noch nicht bekannt geworden sind. Je und je wieder ist über geglückte Kombinationen berichtet worden, aber die Bastarde gingen fast nie über gewisse Anfänge hinaus und es ist kein Fall bekannt, wo eine einwandfreie F.-Generation bis zum Endpunkte ihrer Entwicklung durchgeführt worden ist. Anschließend an seine ausgedehnten Untersuchungen über die Brandpilze (Ustilagineen) geht KNIEP nun auch dieser Frage nach (Zeitschr. f. Pilzkunde 5. 1926). Zum Verständnis seiner Ergebnisse ist eine kurze Orientierung über den Lebenslauf eines solchen Brandpilzes notwendig. Bei dem durch den Antherenbrand (*Ustilago violacea*) charakterisierten Typus spielen sich die Vorgänge in folgender Weise ab: Die Sporeneimung führt zur Bildung eines sogen. Promycels, eine vierzellige Hyphenbildung, die an jeder Zelle eine Spore — hier Sporidie genannt — abgliedert. Die Sporidien können sich durch hefeartige Sprossungen ins Ungeheure vermehren. Ihre normale Weiter-

entwicklung erfolgt bloß dann, wenn zwei Sporidien, und zwar nur solche, die nicht von derselben Ausgangssporidie stammen, miteinander kopulieren. Es entsteht dann eine zweikernige Zelle, und aus dieser Zelle geht, da die Kerne nicht miteinander verschmelzen, durch fortgesetzte konjugierte Teilungen ein zweikerniges Mycel hervor, das in der Wirtspflanze lebt und in den letzten Stadien seiner Entwicklung zweikernige Sporen produziert. Erst in der Spore erfolgt die Kernverschmelzung und anschließend daran beim Auskeimen die Reduktionsteilung, so daß die Zellen des Promycels die haploide Chromosomenzahl in ihren Kernen aufweisen. Es ist dies bei den normalen Brandpilzen der einzige haploide Abschnitt der Entwicklung, wobei freilich die diploide Phase nicht durch das Vorhandensein von diploiden Kernen, sondern durch gepaarte haploide Kerne gekennzeichnet ist. Die Zellen des Promycels dagegen weisen nur je einen solchen Kern auf. Diese Kerne sind aber nicht gleichartig, vielmehr geschlechtlich differenziert in ein A- und B-Geschlecht — so muß man sich hier ausdrücken, da keinerlei morphologische Differenzen zu verzeichnen sind —, und zwar erfolgt diese Aufteilung bei der Reduktion zu gleichen Teilen, so daß von den vier Sporidien zwei dem einen, zwei dem anderen Typus angehören. Darauf beruht es, daß die von einer einzigen Sporidie abstammenden sekundären Sporidien nicht miteinander verschmelzen können, sondern nur mit solchen, die geschlechtlich polar sind. Dem hier gegebenen Schema schließen sich, wie KNIEP auf Grund eigener und fremder Untersuchungen dartut, eine Menge anderer Ustilagineen an. Auf diesen Vorgängen beruht es nun, daß solche Brandpilze den geeigneten Ausgangspunkt für Artkreuzungen darstellen. Man muß nur Sporidien fremder Artzugehörigkeit die Möglichkeit geben, miteinander zu kopulieren. Das hat nun KNIEP auch in sehr weitgehendem Maße mit einer recht großen Artenauswahl getan, und er ist fast durchweg zu günstigem Ergebnis gelangt. Daß es sich wirklich um Bastarde handelt, ist mit Sicherheit vielfach schon daran erkennbar, daß die Sporidien eine sehr charakteristische spezifische Gestalt aufweisen und sich z. T. auch hinsichtlich ihres Zellinhaltes unterscheiden. Eine recht interessante Beobachtung, die KNIEP bei seinen Experimenten machte, ist die, daß vielfach nicht nur zwei, sondern bis über ein Dutzend Sporidien miteinander kopulieren. Auf diesem Wege ist es möglich, drei- und mehrfache Bastarde mit einem Schläge herzustellen. KNIEP führt zahlreiche solche Fälle an; es sei hier nur die Kombination: *U. Tragopogonis* + *U. utriculosa* + *U. Cardui* für dreifache, und *U. Tragopogonis* + *U. utriculosa* + *U. anomala* + *U. Cardui* für vierfache Kombination genannt. Die Mitteilungen KNIEPS beschränken sich freilich bloß auf die ersten Entwicklungsphasen, ein Umstand, der bei der Schwierigkeit der Aufzucht dieser Parasiten ohne weiteres begreiflich ist. Hier bleibt noch viel Arbeit für die Zukunft zu tun. Gerade mit Rücksicht auf die Möglichkeit mehrfacher Bastardierung erheben sich die mannigfaltigsten Fragestellungen nicht nur hinsichtlich der morphologischen Ausgestaltung — diese Fragen treten sogar deshalb zurück, weil es sich vielfach nur um physiologische Arten handelt, die morphologisch nur wenig verschieden sind —, sondern vor allem hinsichtlich der Virulenz der Bastarde den verschiedenen Wirten gegenüber, die von den Ausgangsformen befallen werden.

P. STARK.





Listen frei!

# Janus-Epidiaskop

(D. R. Patent Nr. 366044 und Ausland-Patente)

Der führende Glühlampen-Bildwerfer zur Projektion von  
**Papier- und Glasbildern**

Verwendbar für alle Projektionsarten!

**Qualitäts-Optik**

höchster Korrektion und Lichtstärke für Entfernungen bis zu 10 Meter! Auch als „Tra-Janus“ mit 2. Lampe bei um 80% gesteigerter Bildhelligkeit lieferbar!

## Ed. Liesegang, Düsseldorf

Postfach 124

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

**Höchstdruckdampf.** Eine Untersuchung über die wirtschaftlichen und technischen Aussichten der Erzeugung und Verwertung von Dampf sehr hoher Spannung in Großbetrieben. Von Dr.-Ing. Friedrich Münzinger. Zweite, unveränderte Auflage. Mit 120 Textabbildungen. XII, 140 Seiten. 1926. RM 7.20; gebunden RM 8.70

**Amerikanische und deutsche Großdampfkessel.** Eine Untersuchung über den Stand und die neueren Bestrebungen des amerikanischen und deutschen Großdampfkesselwesens und über die Speicherung von Arbeit mittels heißen Wassers. Von Dr.-Ing. Friedrich Münzinger. Mit 181 Textabbildungen. VI, 178 Seiten. 1923. RM 6.—

**Die Dampfkessel nebst ihren Zubehöerteilen und Hilfseinrichtungen.** Ein Hand- und Lehrbuch zum praktischen Gebrauch für Ingenieure, Kesselbesitzer und Studierende. Von Reg.-Baumeister Prof. R. Spalckhaver, Altona a. E., und Ing. Fr. Schneiders, M.-Gladbach (Rhd.). Zweite, verbesserte Auflage. Unter Mitarbeit von Dipl.-Ing. A. Rüster, Oberingenieur und stellvertretender Direktor des Bayerischen Revisions-Vereins. Mit 810 Abbildungen im Text. VIII, 481 Seiten. 1924. Gebunden RM 40.50

**Regelung und Ausgleich in Dampfanlagen.** Einfluß von Belastungsschwankungen auf Dampfverbraucher und Kesselanlage sowie Wirkungsweise und theoretische Grundlagen der Regelvorrichtungen von Dampfnetzen, Feuerungen und Wärmespeichern. Von Th. Stein. Mit 240 Textabbildungen. VIII, 390 Seiten. 1926. Gebunden RM 30.—

**Kraft- und Wärmewirtschaft in der Industrie.** I. Band. Von Dr.-Ing. Ernst Reutlinger, Vorstand der Ingenieurgesellschaft für Wärmewirtschaft A.-G., Köln, unter Mitwirkung von Oberbaurat Ing. M. Gerbel, beh. aut. Zivilingenieur für Maschinenbau und Elektrotechnik, Wien. Gleichzeitig dritte, vollständig erneuerte und erweiterte Auflage von Urbahn-Reutlinger, Ermittlung der billigsten Betriebskraft für Fabriken. Mit 109 Textabbildungen und 53 Zahlentafeln. VI, 264 Seiten. 1927. Gebunden RM 16.50

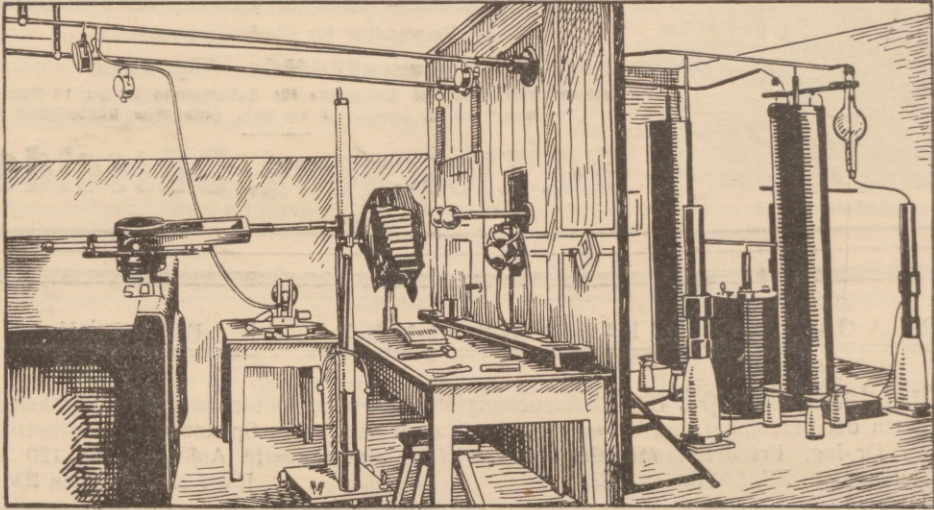
**Öl- und Gasmaschinen.** (Ortfeste und Schiffsmaschinen.) Ein Handbuch für Konstrukteure, ein Lehrbuch für Studierende von Prof. H. Dubbel, Ingenieur. Mit 519 Textabbildungen. VI, 446 Seiten. 1926. Gebunden RM 37.50

**Schnellaufende Verbrennungsmaschinen.** Von Harry R. Ricardo. B. A. A. M. J. C. E. M. J. A. E. Übersetzt und bearbeitet von Dr. A. Werner und Dipl.-Ing. P. Friedmann. Mit 280 Textabbildungen. VIII, 374 Seiten. 1926. Gebunden RM 30.—

**Der Bau des Dieselmotors.** Von Prof. Kamillo Körner, Prag. Zweite, wesentlich vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 744 Abbildungen im Text und auf 8 Tafeln. VI, 531 Seiten. 1927. Gebunden RM 73.50



# Material-Prüfungen durch Röntgenstrahlen



Eresco-Großeinrichtung in einem technischen Betriebe

**Rich. Seifert & Co., Hamburg 13**  
Spezialfabrik für Röntgenapparate

## BIOLOGICAL REVIEWS AND BIOLOGICAL PROCEEDINGS OF THE CAMBRIDGE PHILOSOPHICAL SOCIETY

Edited by H. MUNRO FOX

**Biological Reviews** embodies critical summaries of recent work in special branches of biological science, addressed to biological readers. Articles are printed in English, French, German, or Italian.

Vol. II, No. 3. June 1927. 12s 6d net.

### CONTENTS

#### Reviews

The Comparative Genetics of Colour in Rodents and Carnivora. By J. B. S. HALDANE.

The Vertical Distribution of Plankton in the Sea. By F. S. RUSSELL, D. S. C., B. A.

On Some Fundamental Laws of Ovarian Dynamics. By ALEXANDER LIPSCHÜTZ, M. D.

#### Summary of Lecture

Some Problems in the Evolution of the Echinoidea. By HERBERT L. HAWKINS, D. Sc., F. G. S.

**CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS**  
Fetter Lane, London E. C. 4

Von allen Arbeiten, die in den nachstehenden Zeitschriften erscheinen, werden kurze Auszüge durch das

### Wistar Institute Bibliographic Service

im voraus veröffentlicht:

Journal of Morphology and Physiology  
The Journal of Comparative Neurology  
The American Journal of Anatomy  
The Anatomical Record  
The Journal of Experimental Zoology  
American Anatomical Memoirs  
American Journal of Physical Anthropology  
Folia Anatomica Japonica (Tokio, Japan)  
Biological Bulletin  
The Journal of Parasitology  
Stain Technology  
Australian Journal of Experimental Biology  
and Medical Science (Adelaide, South Australia)

Durch-

### The Wistar Institute Bibliographic Service

sparen Sie Zeit beim Verfolgen der laufenden zoologischen Forschung. Keine Veröffentlichung entgeht Ihnen, wenn Sie sich abonnieren auf

Advance Abstract Sheets . . \$ 3.00 pro Jahr

Erscheint in Abständen von wenigen Tagen

Bibliographic Service Cards . \$ 5.00 pro Jahr

Mit vollständigen biographischen Angaben

## THE WISTAR INSTITUTE

Thirty-sixth Street and Woodland Avenue  
PHILADELPHIA U. S. A.