

10. 1. 1928

Postverlagsort Leipzig

Bücher  
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 I (SEITE 1—16)

6. JANUAR 1928

16. JAHRGANG

### INHALT:

Beiträge zur Theorie der Kohleentstehung. Von FRIEDRICH BERGIUS, Heidelberg. (Mit 3 Figuren) . . . . . I	PAWLOWSKY, E. N., Gifttiere und ihre Giftig- keit. (Ref.: J. Strohl, Zürich) . . . . . 13
BESPRECHUNGEN:	MARKGRAF, F., An den Grenzen des Mittelmeer- gebietes. Pflanzengeographie von Mittel- albanien. (Ref.: W. Wangerin, Danzig- Langfuhr) . . . . . 13
FISCHER, ALBERT, Gewebezüchtung. (Ref.: Bernh. Fischer-Wasels, Frankfurt a. M.) . . . . . II	ASTRONOMISCHE MITTEILUNGEN: Mars . . . . . 15

# ZEISS

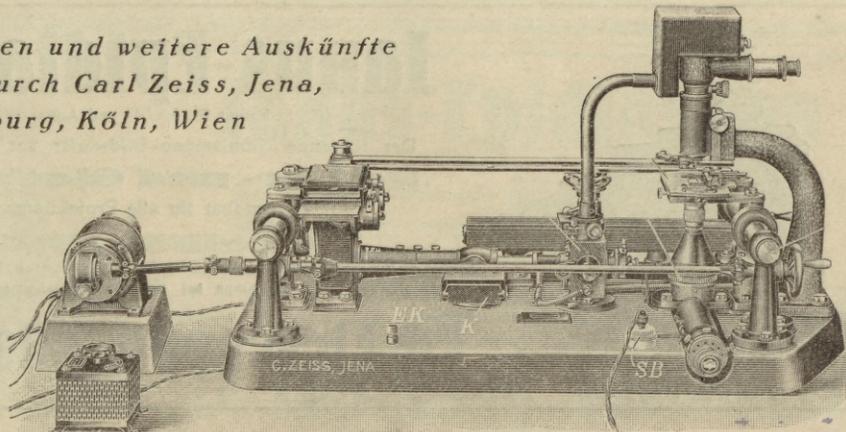
## Lichtelektrisches Mikrophotometer

für jede **Übersetzung** 1:1 bis 1:300

Registrierdauer 6 Minuten

Verwendung bei **Tageslicht**

*Druckschriften und weitere Auskünfte  
kostenfrei durch Carl Zeiss, Jena,  
Berlin, Hamburg, Köln, Wien*



## 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:  $\frac{1}{2}$  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.

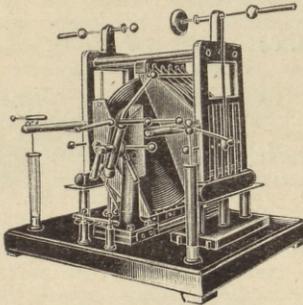
Klischee-Rücksendungen erfolgen zu Lasten des Inserenten.

Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 23/24  
Fernspr.: Amt Kurfürst 6050-53 u. 6326-28 sowie Amt Nollendorf 755-757

### D.R.P. **Wommelsdorfsche** *Neu!* **Kondensatormaschinen**

Neue Type. Leistung wie 10 bis 30 Influenzmaschinen gleicher Größe. Betriebssicher. Idealer Laboratoriumsgenerator für Gleichstrom von 100—250000 Volt, Röntgen, Braunsche Röhre, Hochfrequenz.

**Influenz-  
maschinen**  
Berliner Elektros-Ges.  
m. b. H.  
Berlin-Schöneberg 15  
Mühlenstraße 10



Verlag von Julius Springer in Wien I

Soeben erschien:

## DIE SAPONINE

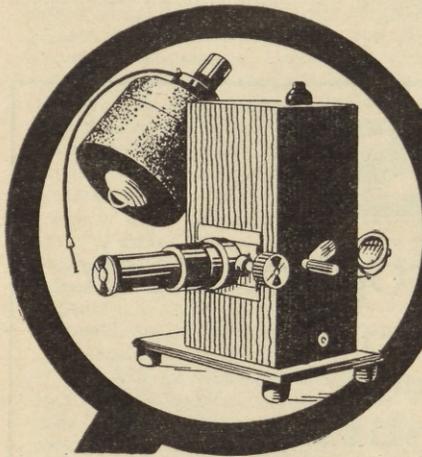
Von

**LUDWIG KOFLER**

Dr. med. et phil. et Mag. pharm., a. o. Professor für Pharmakognosie und Vorstand des Pharmakognostischen Instituts der Universität Innsbruck

Mit 7 Abbildungen und 19 Tabellen im Text  
278 Seiten. 1927

RM 18.80; gebunden RM 20.—



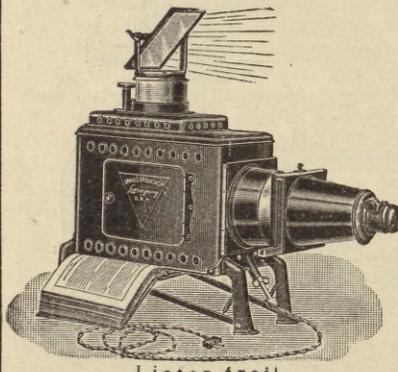
## Strahlenmessinstrument

für sichtbare- und Ultraviolet-Strahlen auf dem Prinzip der lichtelektrischen Zelle  
**Physikalische Demonstrations-Apparate**  
für Schulen und Laboratorien \* Prospekte kostenlos.

**Dr. Stöhrer & Sohn**

INHABER: Dr. FRITZ KOHL

**LEIPZIG NG1, Brüderstr. 3**



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

## Beiträge zur Theorie der Kohleentstehung<sup>1</sup>.

VON FRIEDRICH BERGIUS, Heidelberg.

Eine Reihe früherer Arbeiten über die Entstehung der Kohle<sup>2</sup>, die von denselben Gedankengängen ausgehen wie die im folgenden dargelegten Untersuchungen, sind die Grundlagen für die Auffindung der Reaktion zwischen Kohle und Wasserstoff gewesen, welche heute unter dem Namen „Kohleverflüssigung“ in weiteren Kreisen bekannt geworden ist. Diese Untersuchungen, die heute in ein neues Stadium getreten sind, sind wieder aufgenommen worden, nicht nur um den Kohlebildungsprozeß näher kennenzulernen, sondern wesentlich auch um der chemischen Aufklärung über die Struktur derjenigen Verbindungen näherzukommen, die die natürliche Kohle bilden und gleichzeitig neue Grundlagen für die Aufklärung über die bei der Kohlehydrierung auftretende Reaktion zu schaffen.

Schon in den Jahren 1911 bis 1913 sind in meinem Laboratorium mit Unterstützung meiner Mitarbeiter H. SPECHT und J. BILLWILLER Untersuchungen angestellt worden, um den geologischen Vorgang der Kohlebildung zu wiederholen. Die Entstehung der Kohle aus pflanzlicher Substanz bedeutet, chemisch gesprochen, den Zerfallsprozeß der durch die Sonnenenergie aufgebauten Stoffe von der Klasse der Kohlehydrate bzw. der den Kohlehydraten nahestehenden Ligninsubstanz, wobei von vornherein nicht gesagt werden kann, in welchem Maße die einzelnen dieser Stoffe quantitativ für die Kohlebildung maßgebend sind und wieweit es sich bei der Kohlebildung um einen unter Energieentwicklung vor sich gehenden Prozeß, d. h. um eine thermodynamisch freiwillig verlaufende Reaktion bei außerordentlich niedriger Reaktionsgeschwindigkeit und niedriger Temperatur handelt. Ich ging damals von der Grundvorstellung aus, daß Cellulose, Kohlehydrate oder auch das Lignin, wenn genügend Zeiträume zur Verfügung stehen, eine Reaktion durchmachen müssen, welche unter Kohlestoffanreicherung zu dem Mineral Kohle führt.

Betrachtet wird hier natürlich nur diejenige Umwandlung organischer Substanz in Kohle, die unter Luftabschluß stattfindet und unter Ausschluß bakterieller Zersetzung, nämlich Ausschluß der Vermoderung, Verwesung und Fäulnis. Nach den POTONIÉschen An-

schauungen kommt für die Bildung der natürlichen Humuskohlen, also den weitaus größten Teil der mineralischen Kohlenlager, nur die Vertorfung in Frage, nämlich die Kohlebildung im Moor bzw. die Kohlebildung in solchen Waldgebieten, die durch Überflutung vor dem Einfluß der Atmosphärien geschützt waren.

Die Frage für uns war: Kann man eine chemische Reaktion fassen und laboratoriumsmäßig nachbilden, welche diesen geologischen Vorbedingungen Rechnung trägt? Wenn es möglich ist, mit einer auf diese Weise definierten Reaktion zu einem Produkt zu kommen, welches dem chemischen Charakter der natürlichen Kohlesubstanz entspricht oder wenigstens äußerst nahesteht, so dürfte wohl anzunehmen sein, daß die POTONIÉsche Anschauung über die Kohlebildung im Moor bzw. in überfluteten Gebieten richtig ist, ganz besonders, wenn dann die genauere Untersuchung der chemischen Natur die Identität der künstlichen Kohle mit der natürlichen ergibt. Die Aufgabe der Laboratoriumsversuche bestand darin, einen Prozeß, der bei den Temperaturen der Moore Millionen von Jahren zu seiner Abwicklung benötigt, durch ein geeignetes Mittel so zu beschleunigen, daß er in Zeiten durchgeführt werden kann, die im Laboratorium abgewartet werden können. Daß eine Temperatursteigerung hierfür der nächstliegende Weg ist, war natürlich nicht neu, und er ist schon von verschiedenen Forschern begangen worden, so insbesondere von STEIN, CAGNIARD DE LATOUR, KLASON, HEIDENSTAM, NORLIN, WISLICENUS, die sich bemüht haben, den Holzverkohlungsprozeß bei möglichst kontrollierbaren Temperaturen durchzuführen. Aber diese Versuche, ähnlich wie frühere, ergaben, daß die entstandene Kohle mit der natürlichen nicht ganz identisch war. Sie hat sich besonders durch einen zu geringen Wasserstoffgehalt von ihr unterschieden, was auch erklärlich ist, wenn man beachtet, daß der Zerfall der Kohlehydratsubstanz unter außerordentlich hoher Wärmeentwicklung verläuft, so daß es sehr schwierig ist, eine Überhitzung der einzelnen Teile zu vermeiden.

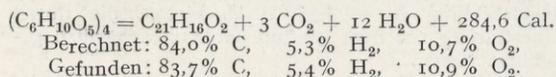
Die Methode, die wir damals anwandten, konnte eine lokale Überhitzung selbst im kleinsten Zerfallsteil mit Sicherheit ausschließen. Wir erhitzen die Substanz in Gegenwart von Flüssigkeit (Wasser) und mußten deshalb zur Verhinderung der Verdampfung die Arbeiten in druckfesten Gefäßen durchführen, da erst bei Temperaturen von über 300° der Prozeß mit genügender Geschwindigkeit zu Ende verläuft. Die Anordnung war ähnlich wie die später beschriebene, auf die ich wieder zurückkommen werde. Es wurde damals festgestellt, daß aus der Cellulose, die hauptsächlich als Ausgangsmaterial gewählt wurde, Kohlensäure und Wasser austritt und ein fester Körper zurückbleibt. Die Untersuchung der Zeitabhängigkeit und der Temperaturabhängigkeit der Reaktion ergab, daß die Menge der austretenden Gase sich

<sup>1</sup> Nach einem Vortrage vor der Chemischen Gesellschaft in Stockholm am 22. Februar 1927. Der Raum des Vortrages erlaubte nur über die wesentlichen Versuchsergebnisse zu berichten. Eine ausführliche Veröffentlichung der Einzelresultate an anderer Stelle ist für später vorgesehen.

<sup>2</sup> „Die Anwendung von hohen Drucken bei chemischen und chemisch-technischen Vorgängen“, Zeitschr. f. Elektrochem. 1912; „Die Anthrazitbildung“, Zeitschrift f. Elektrochem. 1913; „Die Anwendung hoher Drucke bei chemischen Vorgängen und eine Nachbildung des Entstehungsprozesses der Steinkohle“, Wilhelm Knapp 1913.

nach gewisser Zeit nicht mehr verändert und daß auch die Elementarzusammensetzung des festen Körpers fast ganz konstant bleibt, daß es sich also um eine Reaktion handelt, die nach einer gewissen Zeit bis zu Ende verläuft.

Auf dem Wege bis zu diesem Endstadium konnten wir natürlich die verschiedenartigsten Kohlestoff-Wasserstoff-Sauerstoff-Kombinationen herausfinden, teils löslicher, teils unlöslicher Art. Man konnte aber schon im Jahre 1913 den Endzustand fixieren und in erster Annäherung eine Formulierung für die Vorgänge probieren mit etwa den folgenden Resultaten:



Die Versuche wurden mit denselben Mitarbeitern noch einige Zeit fortgesetzt, die Resultate aber nicht mehr veröffentlicht.

Ich möchte an dieser Stelle wichtige, damals

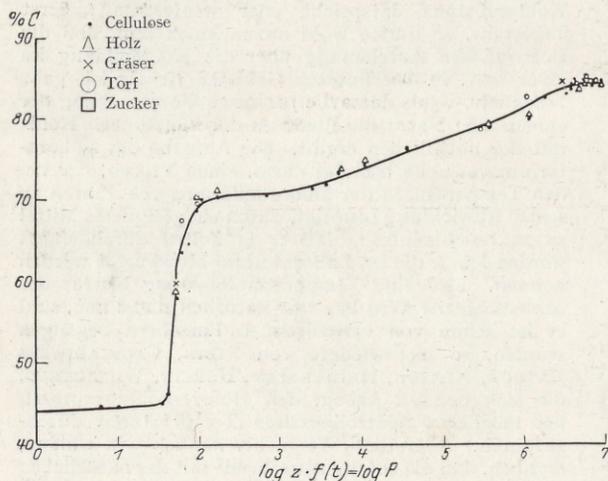


Fig. 1. Abhängigkeit des Kohlenstoffgehalts von Zeit und Temperatur.

nicht publizierte Daten anführen, die den Verlauf der Inkohlungsreaktion bei verschiedenen Stoffen: Cellulose, Holz, Torf, Zucker und Gras, in einem Temperaturgebiet zwischen 170 und 340° und in Versuchszeiten, die zwischen 1 und 230 Stunden schwanken, wobei auf exakteste Temperaturregelung der größte Wert gelegt wurde, zeigen. Aus den Versuchsdaten errechnet sich beim Vergleich von Versuchen verschiedener Temperatur und verschiedener Dauer ziemlich exakt ein Temperaturkoeffizient dieser Reaktion, der einer Verdoppelung der Reaktionsgeschwindigkeit bei je 10° Temperatursteigerung entspricht. Aus den vielen beobachteten Daten sind in der beigegebenen Tabelle 1 einige zusammengestellt. Man erkennt, daß schon bei 310° die Reaktion in 229 Stunden zu derselben Kohlenstoffanreicherung geführt hat wie bei 340° in etwa 24 Stunden, und daß eine weitere Verlängerung der Reaktionsdauer bei 340° eine über die Experimentalfehler hinaus-

Tabelle 1. Abhängigkeit des Inkohlungsgrades der Cellulose von Temperatur und Zeit.

Zeit in Stunden	Temperatur	log P	% C	% H <sub>2</sub>
0	0°	0	44,42	6,22
5	173°	0,8	44,98	6,25
1,7	210°	1,45	58,41	5,99
3	210°	1,68	64,16	5,15
8	210°	2,36	70,26	5,05
18	225°	2,94	70,99	7,46
46	225°	3,34	71,88	4,61
70	225°	3,53	72,40	4,40
20	260°	4,01	75,50	4,89
4	333°	5,53	78,64	4,59
12	333°	6,01	80,38	4,85
24	333°	6,31	82,36	4,68
229	310°	6,57	84,71	4,60
48	340°	6,81	84,90	4,73
72	340°	6,98	84,83	4,84
117	333°	7,00	84,90	4,80

gehende Kohlenstoffsteigerung nicht mehr bringt.

Um einen klareren Überblick über den Gang der Inkohlung auf Grund dieser Versuche zu geben, ist in Fig. 1 das Resultat der wichtigsten Versuche zusammengetragen. Die Abhängigkeit des Kohlenstoffgehaltes von dem Zeit-Temperatur-Einfluß ist dadurch einigermaßen übersichtlich zum Ausdruck gebracht worden, daß unter Annahme des Temperaturkoeffizienten 2, der, wie vorhin erwähnt, gefunden worden war, der Wert P berechnet wurde. Dieser ergibt sich, wenn man die Temperaturwerte den Potenzen von 2 entsprechend einsetzt und die so erhaltenen Werte mit den angewandten Versuchszeiten multipliziert. Es entstehen dann Größen für P, welche bei Annahme von 170° als Anfangspunkt zwischen 0 und 10 Millionen liegen. Zwecks klarerer Darstellung in der Kurve wurden die Logarithmen dieser Zahlen angewandt und die gefundenen Werte in die Abszisse der Kurve eingetragen, während die Ordinate den Prozentgehalt Kohlenstoff des Inkohlungsproduktes darstellt. Es entsteht dann eine S-förmige Kurve. Bis zu 20 Stunden und etwa 170° ist das Ansteigen des Kohlenstoffgehaltes kaum bemerkbar. Es tritt dann außerordentlich schnell eine Zunahme ein. Dieser Wendepunkt führt das Produkt in das Gebiet der Huminsäuren. Bei etwa 70% Kohlenstoffgehalt ist ein weiterer, sehr merkbarer Knick der Kurve zu verzeichnen, also scheinbar ein Haltepunkt in der Umwandlung. Wir befinden uns hier in dem Gebiet der Braunkohlen. Von da an steigt der Kohlenstoffgehalt außerordentlich langsam an. Die Zeit-Temperatur-Abhängigkeit gilt im ersten Teil nur für die beschriebene Versuchsanordnung, also für flüssiges Wasser unter Druck. Wendet man statt dessen z. B. Öl als Wärmeübertragungsmittel an, so ist die Cellulose anfangs stabiler, der für die Bildung

der Endkohle erforderliche Zeitraum ist aber derselbe wie bei den Versuchen mit Wasser. Hier muß aber bedacht werden, daß die ersten Umwandlungsphasen in der Natur sich zweifellos bei niedrigeren Temperaturen abgespielt haben als die späteren Phasen, denn die Torf- und die Braunkohlenlager liegen näher an der Erdoberfläche als die Steinkohlenlager, und einige hundert Meter Tiefe bedeuten eine nicht ganz unwesentliche Erhöhung der Bildungstemperatur.

Ich kann nicht sagen, wie weit der Temperaturgradient sich in geologischen Epochen verringert hat; immerhin dürften derartige Unterschiede keine bedeutsame Änderung der Temperaturverhältnisse hervorgerufen haben. Bemerkenswert ist, daß die Endkohleanalysen aus den verschiedensten Rohmaterialien sich bei den damaligen Versuchen als gleich erwiesen haben. Cellulose, Holz, Torf, Zucker und Gras führten alle zu demselben Ergebnis, wenn nur Zeit und Temperatur gleichmäßig gewählt waren. Es zeigte sich, daß die Endkohle ungefähr der Formel  $C_{10}H_{10}O$  entsprach, und daß in dieser Verbindung ein Teil des Wasserstoffes labil war.

An dieser Stelle möchte ich bemerken, daß diese Beobachtungen zusammen mit einem Versuch über die strukturelle Bedeutung dieser Reaktion uns kurze Zeit darauf zum Versuch der Kohleverflüssigung führte<sup>1</sup>. Die Arbeiten über die Kohleverflüssigung haben uns dann jahrelang so stark in Anspruch genommen, daß die an sich so sehr verlockende Aufgabe der Klärung der Kohlebildungsreaktion auf diesem Wege, der uns damals noch längst nicht ausgeschöpft schien, liegen bleiben mußte. Und das war auch der Grund dafür, daß wichtige Versuche nicht mehr publiziert wurden. Immerhin war man damals schon zu der Feststellung gekommen, daß die mit der auf diese Weise hergestellten künstlichen Endkohle durchgeführten Hydrierungsversuche ganz ähnliche Resultate brachten wie die später mit natürlicher Kohle angestellten Versuche. Die künstliche Kohle entsprach also in einer wesentlichen Reaktion der natürlichen.

Die Endkohle war in ihrem Wasserstoffgehalt der natürlichen Kohle außerordentlich nahe, viel näher als die künstlichen Kohlen, die früher durch direkte Erhitzung hergestellt worden waren, und die zweifellos eine Selbsterhitzung und danach einen Zersetzungsprozeß durchgemacht hatten. Es ist wohl bekannt, daß schon bei  $350^\circ$  eine Kohle Destillationsprodukte gibt, also einen destruktiven Zersetzungsprozeß erleidet. Es muß natürlich darauf geachtet werden, daß die wirkliche Temperatur eines Systems während einer exothermen Reaktion, die nicht in Gegenwart von Wärmeverteilungsmitteln vorgenommen wird, viel höher sein kann als die zufällig gemessene.

Die erwähnten Arbeiten aus den Jahren 1910 bis 1913 hatten ursprünglich kein anderes Ziel als die Verfolgung der natürlichen Inkohlungsreaktion durch

Laboratoriumsexperimente, und sie waren basiert auf einer speziellen Laboratoriumsmethodik unter Ausnutzung der Erfahrungen, die in meinem Laboratorium seinerzeit über Hochdruckversuche gesammelt worden waren. Wir hatten damals noch nicht gehofft, einen wirklichen Aufschluß über die Konstitution der Kohle zu erhalten. Immerhin hatten die Bemühungen, Quantitatives über die bei der Inkohlung entstehenden Stoffe aussagen zu können, mir einen gewissen, wenn auch nur sehr vagen, Anhalt darüber gegeben, daß die natürliche Kohle wahrscheinlich aus einer relativ geringen Zahl verschiedener Körper bestehen müßte, und ich hatte mir eine Hypothese gebildet, welchen Körperklassen wohl etwa diese Stoffe angehören könnten. Vorsichtigerweise sind diese Überlegungen nicht publiziert worden, da sie nicht genügend experimentelle Stütze hatten<sup>1</sup>. Sie haben aber als Arbeitshypothese uns einen ganz vorzüglichen Dienst geleistet, indem, aufbauend auf diese Überlegung, die Hydrierung der Kohle versucht wurde und die Verflüssigung auf diese Weise gelungen ist.

Die langjährige Beschäftigung mit der Hydrierung gab Anhaltspunkte dafür, daß die Hydrierung selbst vielleicht einmal ein gutes Mittel sein würde, um der Konstitution dieser Körperklassen näherzukommen.

Im Januar 1926 gewann ich Herrn PAUL ERASMUS als Mitarbeiter für eine neue, in erster Linie rein wissenschaftliche Aufgabe. Es handelt sich bei der Wiederaufnahme der Arbeiten um das Folgende:

1. Frühere Versuche zu bestätigen.
2. Die Vorstufen des Kohlebildungsprozesses, nämlich den Übergang von frischer pflanzlicher Substanz in Huminsäuren, zu studieren.
3. Festzustellen, welche Bestandteile pflanzlicher Substanz für die Kohlebildung in Frage kommen; ob die Cellulose oder das Lignin der natürlichen Kohle ähnliche Produkte liefern, oder ob beide in ähnlicher Weise reagieren, was mir schon deshalb wahrscheinlich schien, weil bei früheren Versuchen Holz und Cellulose dieselben Inkohlungsprodukte geliefert hatten.

<sup>1</sup> In der einzigen ausführlicheren Publikation über unsere Arbeiten über die Kohlebildung aus den Jahren 1911 bis 1913 sind eine Reihe von Wärmerechnungen gemacht worden, die, wie wohl aus der ganzen Anlage dieser Arbeit einleuchtend ist, genereller Natur und dafür aufgestellt waren, zu zeigen, daß die Cellulose ein instabiler Körper ist. Daß diese Auffassung damals durchaus nicht Allgemeingut gewesen ist, dürfte vielleicht denjenigen, die sich in derselben Zeit mit der Cellulosechemie befaßt haben, nicht unbekannt sein. Ich habe eine allgemein-energetische Betrachtung angestellt unter Anwendung des NERNSTschen Theorems, ohne damit etwa sagen zu wollen, daß ich hier einen genauen Stabilitätswert angeben wollte. Ich war mir damals vollkommen klar, daß eine exakte Ausrechnung nach dem NERNSTschen Theorem nicht in Frage komme, was ich auch durch den Satz angedeutet habe: „Eine Stabilitätsbetrachtung mit Hilfe des NERNSTschen Theorems macht diese Vermutung zur Gewißheit.“ Ich habe also nur eine Stabilitätsbetrachtung geben wollen und nicht eine Stabilitätsberechnung. Ebensovienig ist es wesentlich, ob die angenommenen Heizwertformeln und Verbrennungswärmeinheiten vollkommen korrekt sind. Nach neueren Formeln läßt sich hier natürlich genauer und sicherer rechnen.

<sup>1</sup> D. R. P. Nr. 301231 v. 9. 8. 1913.

4. Darüber hinaus zu versuchen, ob und in welcher Weise die bei der Inkohlung der verschiedenen Ausgangsmaterialien gewonnenen Produkte sich chemisch fassen lassen, ob sie Reaktionen oder Lösungsvorgängen oder physikalischen Bestimmungen zugänglich sind.

5. Klarzustellen, ob die auf künstlichem Wege erzeugten Inkohlungsprodukte sich in den natürlichen Kaustobiolithen wiederfinden und in welchen Mengen, um daraus am Ende den Schluß ziehen zu können, wieweit die an den reinen und künstlich hergestellten Produkten gewonnenen chemischen Erfahrungen übertragbar sind auf die natürlichen Kohlen.

Diese letzte Feststellung würde geeignet sein, besondere Bedeutung zu gewinnen für die Klärung und Förderung der Erfahrungen und Erkenntnisse über die rationelle Hydrierung der Kohle und dürfte unter Umständen auch bedeutsam werden für andere Probleme der Kohle- und Holzchemie.

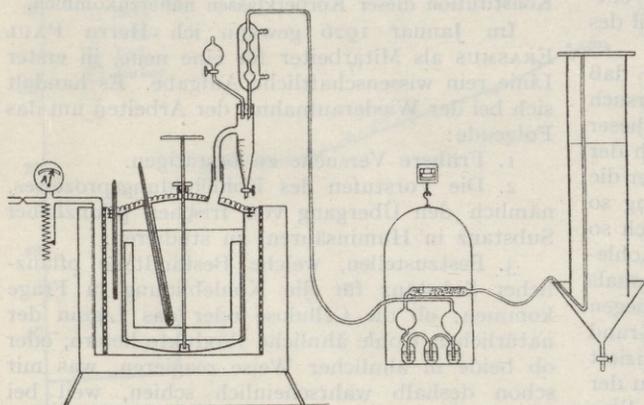
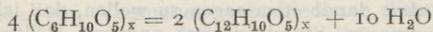


Fig. 2. Inkohlung der Cellulose unter Öl.

#### Umwandlung von Cellulose in Huminsäure.

Dieser erste Teil der Inkohlungsreaktion, der in der Natur bei der Torfbildung stattfindet, braucht, wie aus der früher gezeigten Kurve hervorgeht, nur relativ kurze Zeit. Im Laboratoriumsversuch kann man deshalb für seine Durchführung mit ziemlich niedrigen Temperaturen auskommen. In wenigen Stunden kann bei Temperaturen um etwa 250° ein Prozeß praktisch zu Ende geführt werden, welcher nach der Formel



den Kohlenstoff der Cellulose von 44,5% auf 62,5% steigert. Für diese bei relativ niedrigen Temperaturen durchgeführten Versuche war es nicht notwendig, die Inkohlungsreaktion, wie früher, in druckfesten Gefäßen anzustellen, sondern es wurde eine vereinfachte Methode durch Erhitzen im Ölbad angewandt. Die Apparatur ist in Fig. 2 dargestellt.

In einem elektrischen Widerstandsofen steht das eiserne Reaktionsgefäß von etwa 2 l Inhalt. Zum

besseren Wärmeübergang ist der Zwischenraum mit Metalldrehspänen ausgefüllt. Die Temperatur läßt sich so gut regulieren, daß sie nur um einige Grade schwankt. Die mittlere Versuchstemperatur wurde immer durch Auswägen (= Integrieren) der Zeit-Temperaturkurve genau bestimmt. Am Reaktionsgefäß sind ein mit Öl gefüllter Thermometerstutzen, ein Rührwerk und ein Abzugsrohr angebracht.

Es wird gefüllt mit chemisch reiner Watte von genau bekanntem Feuchtigkeitsgehalt und einem geeigneten Mineralöl zwecks besseren Wärmeübergangs und Temperaturlausgleichs. Es wird stets eine kleine Menge Benzol zugefügt. Auf dem Abzugsstutzen ist ein Apparat zur Wasserbestimmung nach MARCUSON angebracht, über diesem ein Kühler, und von dort führt eine Gasleitung zu einem (auf einer Wage beweglich stehenden) Kohlensäureabsorptionsapparat, und von diesem gehen etwaige Restgase in einen Gasometer. Während des Versuches wird darauf geachtet, daß das Benzol dauernd lebhaft siedet. Es kann zu diesem Zweck während des Versuches auch neues Benzol zugegeben werden. Ebenso kann auch ein Überschuß jederzeit leicht entfernt werden. Es dient als Transportmittel für das gebildete Wasser, das auf diese Weise dauernd genau als Funktion der Zeit und der Temperatur gemessen werden kann. Vor Beginn des eigentlichen Versuches wurde auch auf diese Weise immer bei 180–200° die Feuchtigkeit der angewandten Watte entfernt, nachdem vorher festgestellt worden war, daß bei dieser Temperatur in der hierfür in Frage kommenden Zeit keine merkliche Inkohlung eintritt. Die entstehende Kohlensäure wird mit Hilfe eines schwachen, vom Gasometer angesaugten Luftstromes in geeigneter Weise in ein Absorptionsgefäß transportiert und zur Wägung gebracht.

Die Bilanz der Versuche entspricht der oben angegebenen Formel. Die Summe der entstandenen und wiedergefundenen Produkte weicht im Durchschnitt nur um 1½% von den Ausgangsstoffen ab. Die Temperaturabhängigkeit dieser Reaktion ergibt sich aus der folgenden Tabelle:

#### Wasserabspaltung aus Cellulose als Temperaturfunktion. (Zeit in Minuten.)

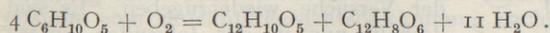
Wasser in % der nach der Formel erwarteten Menge	Temperatur						
	292°		282°		269°		249°
	gef.	ber.	gef.	ber.	gef.	gef.	ber.
20	10	11	20	23	55	130	127
40	21	22	49	48	112	255	259
60	33	33	68	72	170	390	392
80	52	53	108	114	270	—	622
100	84	82	170	168	420	—	970

In dieser Tabelle sind, unter Zugrundelegung der experimentell bei 269° gefundenen Werte, diejenigen Zeiten berechnet worden, die bei anderen Temperaturen zu erwarten sind, wenn der Temperaturkoeffizient 2 ist. Messung und Berechnung stehen in befriedigender Übereinstimmung. Wenn man die ersten Werte, die natürlich infolge der geringen Zeiten etwas unzuverlässig sind, ausschaltet, ergibt sich der Temperaturkoeffizient  $2 \pm 0,05$ . Bei tieferen Temperaturen scheint der Temperaturkoeffizient kleiner zu sein. Der Wasseraustritt aus

der Cellulose gemäß dieser Reaktion erfolgt kontinuierlich, und es scheint auf diesem Wege keinen Haltepunkt zu geben und demnach wohl auch kein Zwischenkörper zu entstehen. Der Endkörper  $C_{12}H_{10}O_5$  wurde bei den verschiedenen Temperaturen gleichmäßig gefunden, wenn die Reaktion nach Austritt von 10 Molekülen Wasser abgebrochen wurde. Ließ man die Reaktion länger laufen, so begann die Kohlensäureentwicklung merkbar zu werden ohne daß weitere Wassermengen abgespalten wurden.

Dieses Inkohlungsprodukt, das 62% Kohlenstoff enthält, ist, solange es von Sauerstoff abgeschlossen ist, nicht alkalilöslich. Sobald ihm aber Gelegenheit gegeben wird, bei der Behandlung mit Alkali Sauerstoff aufzunehmen, wird es braun und vollkommen in Alkali löslich. Die Menge des aufgenommenen Sauerstoffes konnte dadurch bestimmt werden, daß in sehr verdünnter schwefelsaurer Bichromatlösung bei Zimmertemperatur vorsichtig oxydiert wurde. Bei dieser Oxydation werden mit großer Geschwindigkeit 2 Atome Sauerstoff an den Körper  $C_{12}H_{10}O_5$  angelagert. Die weitere Oxydation schließlich, die zur Verbrennung führt, tritt zwar ein, aber mit einer sehr viel kleineren Geschwindigkeit, so daß der Effekt der Anlagerung der ersten beiden Sauerstoffatome absolut deutlich erkennbar ist.

Dieses Oxydationsprodukt ist etwa zur Hälfte in Alkohol löslich. Durch Bestimmung der Elementarzusammensetzung des löslichen und des unlöslichen Anteils kommt man zu der folgenden Formulierung dieses Inkohlungsvorganges einschließlich der Sauerstoffbindung:



Es liegt also, wenn man die ODÉNSche Nomenklatur annimmt, ein Gemisch der Moorhuminsäure  $C_{12}H_8O_6$  und der Hymatomelansäure  $C_{12}H_{10}O_5$  vor. Die Elementaranalyse stimmt zu der berechneten Formel durchaus befriedigend. Wenn die Inkohlungsreaktion nicht vollständig durchgeführt ist, wenn also nicht das gesamte Wasser ausgetreten ist, so findet man nach der Oxydation in der Substanz noch fast unveränderte Cellulose, nämlich Verbindungen, die zwischen 46 und 48% Kohlenstoff enthalten. Der Wasserstoffgehalt dieses Materials ist durch die Oxydation etwas zurückgegangen.

Dieser erste Teil der Untersuchungen ergibt also, daß durch Inkohlung von Cellulose unter Austritt einer genau definierbaren Wassermenge und Eintritt einer chemisch genau definierbaren Sauerstoffmenge ein Gemisch derjenigen Huminsäuren entsteht, die verschiedene Forscher als die Komponenten des natürlichen Torfes bezeichnet haben. Unsere eigenen Untersuchungen am Torf haben uns zu denselben Ergebnissen geführt. Es scheint uns hierdurch nachgewiesen zu sein, daß die im natürlichen Torf vorgefundenen Bestandteile im Laboratorium aus Cellulose herstellbar sind.

Die DONATHSche Reaktion mit Salpetersäure, die

häufig als Beweis dafür angeführt worden ist, daß die Huminsäuren Ligninderivate sind, läßt sich mit den von uns aus Cellulose hergestellten Huminsäuren ebenso gut durchführen wie mit Moorhuminsäuren. Die Huminsäuren, unsere künstlichen sowohl wie die natürlichen, können durch Hydratation in reduzierende Substanzen vom Charakter oxydierter Kohlehydrate umgewandelt werden, was wir, ebenso wie vor kurzer Zeit MARCUSSON, durch die Glucuronsäurereaktion mit Naphtoresorcin feststellen konnten und auch durch Elementaranalyse nachgewiesen haben.

Huminsäuren können also sowohl aus Kohlehydraten durch Inkohlung unter Sauerstoffeinwirkung hergestellt, wie andererseits fast quantitativ in oxydierte Kohlehydrate wieder zurückverwandelt werden. Es scheint deshalb nicht mehr notwendig zu sein, das Lignin für die Bildung der Huminsäuren verantwortlich zu machen. Diese experimentelle Feststellung scheint uns wichtig, weil der Gehalt an wirklichem Lignin in den Torfbildnern recht zweifelhaft ist, denn der unverzuckerbare Anteil der torfbildenden Moose enthält wenig oder gar kein eigentliches Lignin. Außerdem scheint es mir unwahrscheinlich, daß ein so großer Anteil der organischen Substanz, wie ihn die Cellulose im Torfbildner darstellt, restlos aus dem Boden verschwinden und sich in Wasser und Gase zersetzen soll, zumal die Bakterientätigkeit im Torfmoor nicht die lebhafteste ist.

Die in diesem ersten Teil der Untersuchungen verfolgte Umwandlung des einen Teiles der pflanzlichen Substanz, der Cellulose, in Huminsäure, betrachten wir als den ersten Teilprozeß auf dem Wege der Kohlebildung aus pflanzlichen Stoffen und bemerken noch einmal besonders, daß diese Reaktion als eine Umwandlung der Cellulose unter Wasseraustritt, verbunden mit einer Oxydation, anzusehen ist.

#### *Umwandlung von Cellulose, Lignin und anderen pflanzlichen Stoffen in Kohle.*

Wie vorhin schon erwähnt, ist der Körper  $C_{12}H_{10}O_5$  längerer Erhitzung bei höheren Temperaturen gegenüber nicht beständig, sondern er beginnt Kohlensäure abzuspalten, was im Sinne unserer alten Versuche über die Kohlebildung ja auch selbstverständlich ist. Die Versuche im Ölbad wurden so eingerichtet, daß die Kohlensäurebildung noch kaum bemerkbar war.

Um nun den Weiterverlauf der Reaktion exakt studieren zu können, gingen wir zurück auf die früher benützte Methode der Erhitzung der Substanz in Gegenwart von Wasser<sup>1</sup> unter Druck, weil das früher angewandte Wärmeverteilungsmittel Öl bei den nun in Frage kommenden Temperaturen nicht mehr beständig ist, während die Methode der Erhitzung mit Wasser die Anwendung von Temperaturen bis zum kritischen Punkt des Wassers erlaubt. Die Einrichtungen wurden so gewählt, daß gleichzeitig mehrere Versuche bei gesicherter Temperaturkonstanz durchgeführt werden konnten in einem Apparat, der, ähnlich wie der schon

<sup>1</sup> Als Cellulosematerial diente reines Filtrierpapier; das als Wärmeüberträger benützte Wasser wurde nicht besonders destilliert.

vor Jahren angewandte, mit einer sehr exakten, automatischen Temperaturregelung versehen war. Die Reaktion findet in Stahlbomben statt, in welche Einsätze aus Silber eingebracht werden können. Diese Stahlbomben werden in einem elektrisch beheizten Aluminiumblock erwärmt und auf konstanter Temperatur gehalten. Mit dieser Methode ist es möglich, Stunden und Tage hindurch die Temperatur bei  $340^\circ$  auf etwa  $1^\circ$  konstant zu halten (Fig. 3). Die früher festgestellte Zwischenstufe (Huminsäurebildung) der Inkohlung interessierte uns für die neuen Versuche nicht mehr, sondern wir wollten den Endzustand der Inkohlung studieren, welcher bei  $340^\circ$ , wie auch aus den früheren Tabellen ersichtlich ist, in etwa 24 Stunden zu erreichen ist.

Tabelle 2 zeigt die Analysen der Kohlen, die aus verschiedenen Stoffen mit dieser Arbeitsmethode erzielt wurden.

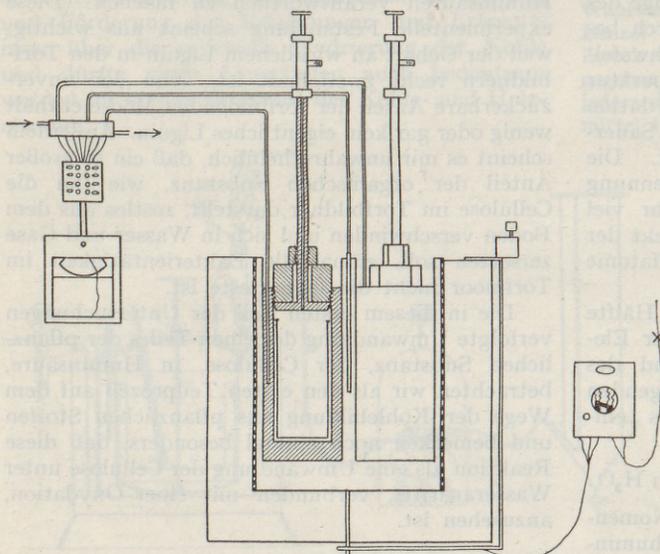


Fig. 3. Inkohlung der Cellulose in Druckbomben.

Tabelle 2. Zusammenstellung einiger Endkohlen.

I. Versuche 1910 bis 1913.

Ausgangsmaterial	t	Zeit in Stunden	% C	% H <sub>2</sub>
Cellulose . . . . .	$340^\circ$	24,5	84,7	4,59
Cellulose . . . . .	$340^\circ$	21,0	84,7	4,49
Cellulose . . . . .	$340^\circ$	72,0	84,8	4,84
Cellulose . . . . .	$340^\circ$	48,0	84,9	4,73
Holz . . . . .	$340^\circ$	24,5	84,8	4,63
Holz . . . . .	$340^\circ$	21,0	84,4	5,00
Gras . . . . .	$340^\circ$	24,5	84,8	4,72
Zucker . . . . .	$340^\circ$	24,5	84,9	4,65
Torf . . . . .	$340^\circ$	24,5	84,6	4,65
Torf . . . . .	$340^\circ$	21,0	85,2	4,49

2. Neue Versuche 1926.

Cellulose . . . . .	$340^\circ$	19,0	83,4	5,36
Cellulose . . . . .	$340^\circ$	42,0	84,2	4,87
Cellulose . . . . .	$340^\circ$	42,0	84,3	4,80
Lignin . . . . .	$340^\circ$	30,0	83,1	5,63
Eichenholz . . . . .	$340^\circ$	19,0	84,5	5,00
Waldmoos . . . . .	$340^\circ$	19,0	83,1	6,05
Schachtelhalm . . . . .	$340^\circ$	19,0	83,9	5,08

Die Versuche aus den Jahren 1911 und 1913 und die Versuche des letzten Jahres, die natürlich mit verschiedenen, konstruktiv ähnlich hergestellten, aber anderen Apparaten angestellt worden sind, variieren fast gar nicht. Ein kleiner Unterschied im Wasserstoffgehalt der Kohlen erklärt sich aus der verschiedenen Füllung der Bomben, worauf später zurückgekommen wird. Das Wesentliche bei den neuen Versuchen war die quantitative Feststellung der gewonnenen Produkte. Sehr genau (mit 1 %) läßt sich die entstehende Kohlensäure feststellen, während natürlich die Bestimmung des aus der Cellulose austretenden Wassers unsicher ist, da die Reaktion in Gegenwart einer bedeutsamen Wassermenge durchgeführt werden muß. Man hat deshalb die Wasserbestimmung vorläufig fallen lassen. Das Wesentliche ist die Bestimmung und Definition des festen Inkohlungsproduktes selbst. Neben dem festen Inkohlungsprodukt entsteht ein gewisser Teil eines wasserlöslichen Inkohlungsproduktes, dessen Menge mit steigender Reaktionszeit zunimmt. Dieser Körper entspricht in seiner chemischen Zusammensetzung dem unlöslichen Körper mit dem Unterschied, daß er hydratisiert ist. Außerdem entsteht ein gewisses, in einem ganz bestimmten Verhältnis zur Zusammensetzung des festen Körpers stehendes Quantum Wasserstoff und kleine Mengen von Essigsäure, Ameisensäure, Aceton und Methan.

Es ist hier nicht möglich, die umfangreichen, zahlenmäßigen Ergebnisse der Versuche wiederzugeben. Es sind deshalb nur in der folgenden kurzen Tabelle die Kohlenstoffbilanzen einiger typischer Versuche zusammengestellt, und zwar bei Versuchsdauern von 20, 44 und 68 Stunden.

Die Tabelle gibt an, wieviel Prozent des im Ausgangsmaterial enthaltenen Kohlenstoffes in den verschiedenen Reaktionsprodukten sich wiederfindet.

	20 Std.	44 Std.	68 Std.	bei $340^\circ$
Feste unlösliche Endkohle . . . . .	62,7%	60,5%	59,6%	—
Löslicher Anteil der Endkohle . . . . .	14,0%	14,0%	17,0%	—
Kohlensäure . . . . .	15,0%	17,7%	17,0%	—
Gase . . . . .	4,2%	5,0%	4,5%	—
Summe:	95,9%	97,2%	98,1%	—

Der aus dieser Tabelle und durch die Elementaranalyse der Endkohle sich ergebende Reaktionsverlauf läßt sich, unter Vernachlässigung der kleinen Mengen gebildeter Essigsäure, Ameisensäure und Methan, etwa folgendermaßen formulieren:

$$4 (\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5) = 10 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{CO}_2 + \text{C}_{20}\text{H}_{16}\text{O}_2 + 2 \text{H}_2.$$

Zu dieser Formulierung ist zu bemerken, daß der

Wasserstoffgehalt in den Endkohlen etwas schwankend ist, daß aber der in der Endkohle enthaltene und der in Gasform im Reaktionsraum wiedergefundene Wasserstoff in annähernder Übereinstimmung mit der Wasserstoffmenge steht, welche in der angewandten Cellulose enthalten ist. Die gefundenen Werte für die Elementaranalyse der Endkohlen bewegen sich in solchen Grenzen, daß die Endkohlen immer als eine Mischung von zwei Körpern,  $C_{20}H_{12}O_2$  und  $C_{20}H_{20}O_2$ , aufgefaßt werden können. Auf diesen Punkt werden wir später noch zurückkommen. Es muß gleichzeitig hier festgestellt werden, daß in der Endkohle  $C_{20}H_{16}O_2$  ein gewisser Teil des Wasserstoffes labil ist.

#### *Chemische Untersuchung des unlöslichen, festen Körpers.*

Die chemische Untersuchung der Endkohle ergab überraschende Resultate. Schon eine gewöhnliche Extraktion mit einer Benzol-Alkohollösung ermöglichte, die Substanz aufzuteilen in einen löslichen Körper von der Elementarzusammensetzung  $C_{20}H_{20}O_2$ , dessen Anteil am Gesamtgewicht bis zu 70% betrug, während der Rest aus einem zweiten, unlöslichen, wasserstoffärmeren Körper von der Formel  $C_{20}H_{12}O_2$  bestand. Dem löslichen Körper  $C_{20}H_{20}O_2$  geben wir zunächst, bevor die Aufklärung seiner Konstitution es ermöglicht, den exakten, systematischen Namen dafür festzulegen, die Bezeichnung  $\alpha$ -Kohle, während wir den unlöslichen Körper  $C_{20}H_{12}O_2$  als  $\beta$ -Kohle bezeichnen wollen. Die Endkohle ist also eine Mischung von  $\alpha$ -Kohle und  $\beta$ -Kohle. Die  $\alpha$ -Kohle erlaubte eine Molekulargewichtsbestimmung nach der Gefrierpunktmethode in Naphthalin. Im Mittel zweier Bestimmungen wurde ein Molekulargewicht von 300 festgestellt. Theoretisch würde die Formel  $C_{20}H_{20}O_2$  einem Molekulargewicht von 292 entsprechen. Mit Rücksicht darauf, daß der Körper nicht rein ist, dürfte die Übereinstimmung zwischen berechnetem und gefundenem Werte befriedigend sein. Man wird annehmen können, daß die  $\alpha$ -Kohle der Formel  $C_{20}H_{20}O_2$  entspricht.

Durch diese Untersuchung ist nunmehr ein Körper in seiner Bruttoformel und in seinem Molekulargewicht festgelegt, welcher einen großen Bestandteil der künstlichen Kohle ausmacht. Spätere Untersuchungen an natürlichen Kohlen haben uns gezeigt, daß jüngere Steinkohlen etwa zur Hälfte aus diesem oder einem diesem Körper außerordentlich ähnlichen bestehen. Die nähere chemische Untersuchung dieser Verbindung ergibt, daß der in ihm enthaltene Sauerstoff vollständig als Carbonylsauerstoff vorliegt, was zuerst durch die Phenylhydrazinmethode festgestellt werden konnte. Aber schon BAEYER hat bei ähnlichen Körpern festgestellt, daß diese Methode nicht immer befriedigende Resultate gibt. Deshalb wurde die Bisulfitmethode angewandt, mit der praktisch 100% des Sauerstoffes als Ketonsauerstoff nachgewiesen wurde. Die weitere Untersuchung dieses

Körpers ist im Gange, und es ist zu hoffen, daß seine Konstitution bald aufgeklärt sein wird. Der Körper ist bei Zimmertemperatur fest und bei etwa 100° flüssig. Ein exakter Schmelzpunkt kann bis jetzt noch nicht angegeben werden; wahrscheinlich ist der Körper noch nicht vollständig rein.

Während die in Alkohol lösliche  $\alpha$ -Kohle auch in Natronlauge, besonders unter Druck, leicht löslich ist, löst sich der Körper  $(C_{10}H_6O)_x$ , die  $\beta$ -Kohle, weder in Alkohol noch in Lauge; die Untersuchung der Bindungsart des Sauerstoffes ergab, daß die Hälfte des in ihr enthaltenen Sauerstoffes als Carbonylsauerstoff reagiert. Schließt man die Endkohle mit Lauge unter Druck auf, so bleibt der Körper  $C_{10}H_6O$  vollkommen unverändert, während die  $\alpha$ -Kohle in der Weise verändert wird, daß der Carbonylsauerstoff zum allergrößten Teil in Phenolsauerstoff sich verwandelt, eine nicht fernliegende Umlagerungserscheinung, die BAEYER schon 1886 beim Phloroglucin festgestellt hat.

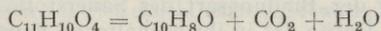
Es war nun außerordentlich wichtig, festzustellen, ob diese in der künstlichen Kohle gefundenen Stoffe auch in der natürlichen Kohle zu finden sind. Zu dieser Untersuchung mußte man Kohlen wählen, die zwar schon ziemlich vollständig inkohlt sind, die aber durch Druckveränderung und Anthrazitierung nicht schon weitere Veränderungen erlitten haben. Geeignet schien uns zu diesem Zweck eine junge Kohle aus Chile und eine junge Kohle aus dem Ruhrgebiet. Die Chilekohle, die noch nicht vollkommen fertig inkohlt war und nur 75% Kohlenstoff enthielt, wurde mit Benzolalkohol unter Druck aufgeschlossen; die organische Substanz wurde durch diesen Prozeß fast genau zur Hälfte zur Lösung gebracht, die andere Hälfte blieb ungelöst. Der lösliche Körper zeigte ein Molekulargewicht, das etwa doppelt so groß ist wie das Molekulargewicht der  $\alpha$ -Kohle. Seine Elementaranalyse zeigte einen etwas höheren Gehalt an Wasserstoff. Seine Reaktionen entsprechen der  $\alpha$ -Kohle. Der Sauerstoff ist als Carbonylsauerstoff enthalten, und die Phenol-Ketonumlagerung konnte ohne weiteres nachgewiesen werden. Die Unterschiede in der Elementaranalyse und das doppelte Molekulargewicht mögen dadurch begründet sein, daß der Stoff noch nicht vollständig inkohlt ist. Weitere Versuche an diesen Produkten sind im Gange. Es dürfte aber schon jetzt anzunehmen sein, daß der Grundkörper der Chilekohle in sehr naher Beziehung zur  $\alpha$ -Kohle steht.

Bemerkt werden muß, daß der Aufschluß natürlicher Kohlen im gewöhnlichen Extraktionsapparat nicht möglich ist. Es ist stets ein Aufschließen unter Druck bei erhöhter Temperatur erforderlich.

#### *Inkohlung von Lignin und anderen pflanzlichen Stoffen.*

Um das Modell der künstlichen Kohlebildung noch weiter auszubauen, wurde die Inkohlung des

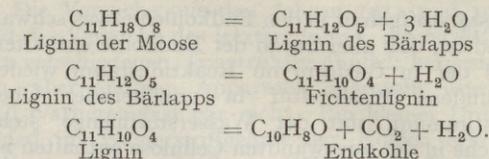
Lignins untersucht. Als Ausgangsmaterial diene Fichtenlignin, welches nach der WILLSTÄTTER-Methode durch konzentrierte Salzsäure gewonnen war. Es enthielt 64,5 % Kohlenstoff, 4,52 % Wasserstoff und 31,0 % Sauerstoff, entsprechend einer Elementarzusammensetzung von  $(C_{11}H_{10}O_4)_x$ . Dieses Material spaltete bei der Umwandlung in Endkohle Kohlensäure ab, und zwar ein  $CO_2$  auf ein  $C_{11}H_{10}O_4$ . Lösliche Stoffe konnten im Inkohlungswasser nur in ganz geringer Menge nachgewiesen werden. Bei Annahme der Formel



entsprach die gefundene feste Substanz mit einer Genauigkeit von 2 % der berechneten Menge. Die Elementaranalyse dieses festen Körpers stimmte durchaus befriedigend auf die Formel  $C_{10}H_8O$ .

Die Behandlung dieses Körpers mit Benzolalkohol führte zur Aufteilung in fast genau 50 %  $C_{20}H_{20}O_2$  und 50 %  $(C_{10}H_8O)_x$ . Die Untersuchung auf Carbonylsauerstoff ergab dieselben Resultate wie bei der Celluloseendkohle. Lignin liefert also bei der Inkohlung, ebenso wie Cellulose, die  $\alpha$ -Kohle und die  $\beta$ -Kohle mit dem Unterschiede nur, daß die Mengen der beiden Stoffe in der Ligninendkohle etwa gleich sind, während bei der Celluloseendkohle die wasserstoffreichere  $\alpha$ -Kohle vorwiegt. Auch beim Aufschluß mit Lauge ergab die aus Lignin hergestellte Endkohle die analogen Resultate wie die aus Cellulose hergestellte Endkohle. Dementsprechend konnte auch festgestellt werden, daß die beim Laugenaufschluß entstehenden Phenole, und zwar sowohl die wasserlöslichen wie die wasserunlöslichen, bei Lignin- und bei Celluloseendkohlen dieselben sind.

Die Frage tritt nun auf, wie es kommt, daß Lignin und Cellulose so außerordentlich ähnliche Inkohlungsprodukte liefern. Um diesem Problem, das vielleicht auch geeignet ist, Licht auf die Konstitution des Lignins zu werfen, näherzukommen, wurden gewisse Vorstufen des Lignins studiert, nämlich diejenigen Bestandteile niederer Pflanzen, welche bei der Verzuckerung mit Säuren nicht löslich sind. Es wurden die nicht verzuckerbaren Anteile der Moose und Schachtelhalme untersucht. Die Elementarzusammensetzung der sog. Lignine der Moose wurde mit  $(C_{11}H_{18}O_8)_x$  festgestellt, und aus diesen Stoffen wurde durch Inkohlung unter Wasserabspaltung genau dieselbe Endkohle  $C_{10}H_8O$  gewonnen, welche bei der Inkohlung des Fichtenlignins entsteht, und diese Endkohle ließ sich in derselben Weise in  $\alpha$ -Kohle und  $\beta$ -Kohle zerlegen wie die Endkohlen des Fichtenlignins und der Cellulose. Das Bärlapp-lignin ergab die Elementarzusammensetzung  $C_{11}H_{12}O_5$ . Bei der Inkohlung entstanden dieselben Endkohlen wie beim Mooslignin und Fichtenlignin. Man konnte sich den Übergang der nicht verzuckerbaren Anteile der niederer Pflanzen in das Lignin und schließlich in die Endkohle dann etwa folgendermaßen vorstellen:



Bis hierhin gehen die experimentellen Daten. Es dürfte vielleicht erlaubt sein, an dieser Stelle eine Arbeitshypothese aufzustellen, die dieses Ergebnis in Zusammenhang bringt mit einer Überlegung über die Entstehung des Lignins in den Pflanzen. Die Arbeitshypothese ist die folgende:

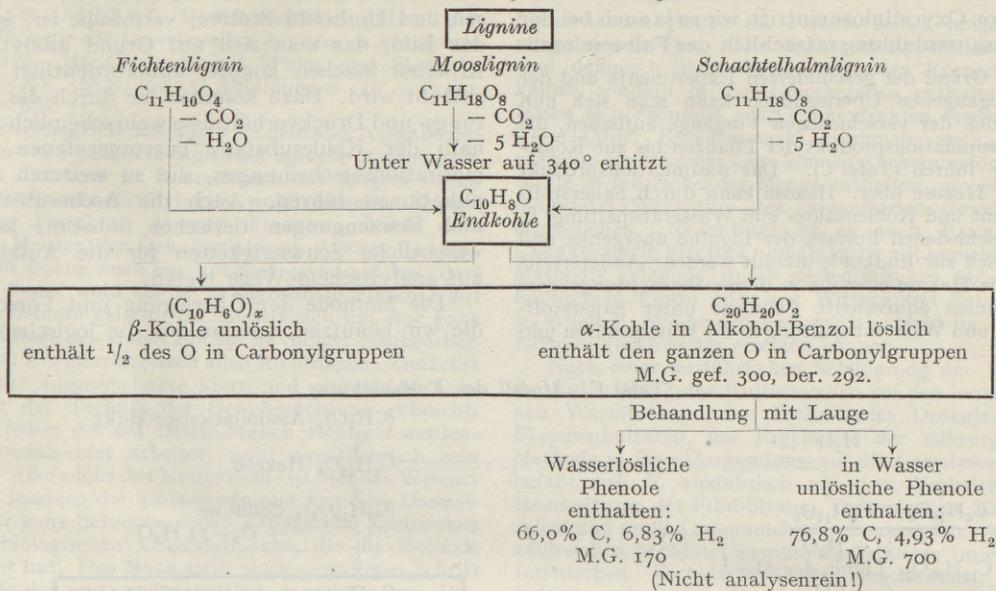
Nimmt man an, daß die Hexose der Pflanzensäfte durch geeignete Enzyme einen Sauerstoff aufnimmt, sich also in einen der Glucuronsäure nahestehenden Körper, in Oxyzucker, verwandelt, und daß dieser Oxyzucker unter Austritt eines weiteren Wassermoleküls sich mit einer unveränderten Hexose verbindet, so liegt es nicht allzu fern, die Bildung eines Stoffes  $C_{12}H_{20}O_{11}$  anzunehmen, also die Bildung eines ester- oder glucosidartigen Stoffes, wie ihn ERICH SCHMIDT in den Algen annimmt. Dieser Stoff würde durch Abspalten von ein Kohlensäure und ein Wasser in das Lignin der Moose  $C_{11}H_{18}O_8$  übergehen können. Man würde von der Hexose durch Sauerstoffaufnahme und Verbindung mit einer weiteren Hexose zu einem Glucosid kommen, das den Grundstoff des Lignins darstellt. Dieses Glucosid würde unter Kohlensäure- und Wasser-austritt sich immer mehr dem Lignin annähern, und das echte Lignin  $C_{11}H_{10}O_4$  würde unter Austritt von einer Kohlensäure und einem Wasser schließlich in die Endkohle  $C_{10}H_8O$  übergehen, in praktisch dieselbe Endkohle, welche aus der Cellulose gewonnen werden kann. Um es noch einmal zu sagen: Experimentell nachgewiesen ist der Übergang vom Lignin der Moose bis zur Kohle einerseits und von der Cellulose bis zur Kohle andererseits. Hierbei ist nachgewiesen, daß die entstehenden Stoffe identisch sind und daß einer der beiden entstehenden Stoffe ein löslicher Körper mit bestimmtem Molekulargewicht ist, während der andere Stoff, die andere Hälfte des Produktes, ein unlöslicher Körper ist, von dem man bisher nur über die Art des in ihm enthaltenen Sauerstoffes etwas aussagen kann.

Der lösliche Stoff, die  $\alpha$ -Kohle, wird wohl derjenige sein, der zuerst einer weiteren Konstitutionsbestimmung zugänglich sein wird, wofür schon eine Reihe von Angriffspunkten vorliegen. Über den unlöslichen Körper kann man bisher aussagen, daß er sich durch Wasserstoffanlagerung in üblicher Weise fassen und behandeln läßt wie die Kohle bei ihrer Hydrierung. Hydrierung bei niedrigeren Temperaturen, wie sie bei der Kohlehydrierung üblich sind, führte bisher dazu, daß etwa 60 % dieses Stoffes benzollöslich geworden sind. Zu bemerken ist noch, daß die Inkohlung von Holz zu genau denselben Stoffen führte wie die Inkohlung von Cellulose und Lignin für sich.

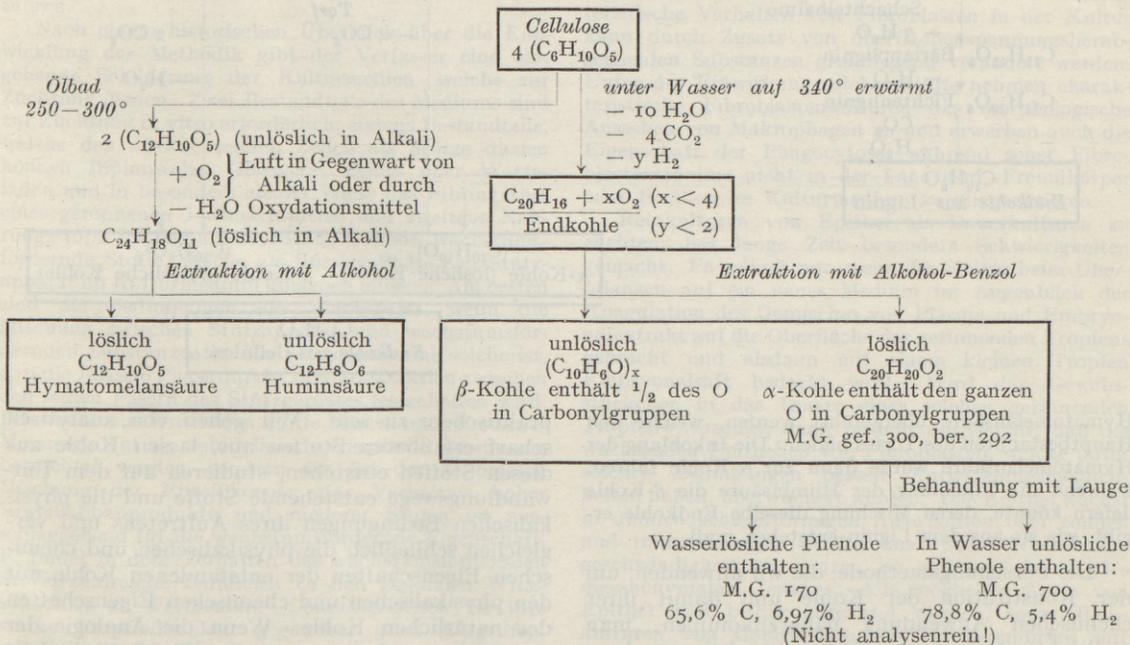
Die in Tafel A gegebene Zusammenstellung der Lignininkohlungsversuche gibt dieses Ergebnis noch einmal wieder.

In Tafel B sind die Inkohlungsversuche an Cellulose zusammengestellt, und zwar links die Versuche bei tiefen Temperaturen im Ölbad, wo der Übergang in Huminsäuren unter Inkohlung und Sauerstoffanlagerung erfolgt. Auf der rechten Seite ist die Inkohlung der Cellulose bei höheren Temperaturen unter Luftabschluß zur Endkohle

Tafel A. Zusammenstellung der Inkohlungsversuche.



Tafel B. Zusammenstellung der Inkohlungsversuche.



aufgezeichnet. Es entsteht hierbei α-Kohle und β-Kohle bis zum Verhältnis 70:30, während beim Lignin α-Kohle und β-Kohle im Verhältnis von 50:50 entstehen. Der Grund dafür ist einleuchtend, wenn man unsere Hypothese über das Lignin akzeptiert. Lignin entsteht aus zwei Hexosen unter Hinzutritt von einem Molekül Sauerstoff. Folglich ist beim Inkohlungsprozess auf je zwei Hexosengruppen ein Molekül Sauerstoff verfügbar, um Wasserstoff in Form von Wasser zu entfernen.

Es muß also eine etwas wasserstoffärmere Kohle aus dem Lignin entstehen wie aus der Cellulose, wenn die Cellulose unter völligem Luftabschluß inkohlt wird. In der Natur ist es natürlich durchaus möglich, daß auch aus dem Cellulosebestandteil der Pflanzen eine Endkohle entsteht, die ebenso viel oder nur wenig mehr α-Kohle enthält oder, mit anderen Worten, Wasserstoff enthält wie die Endkohle aus dem Lignin, denn es ist durchaus denkbar, daß in die oberen Schichten des Torf-

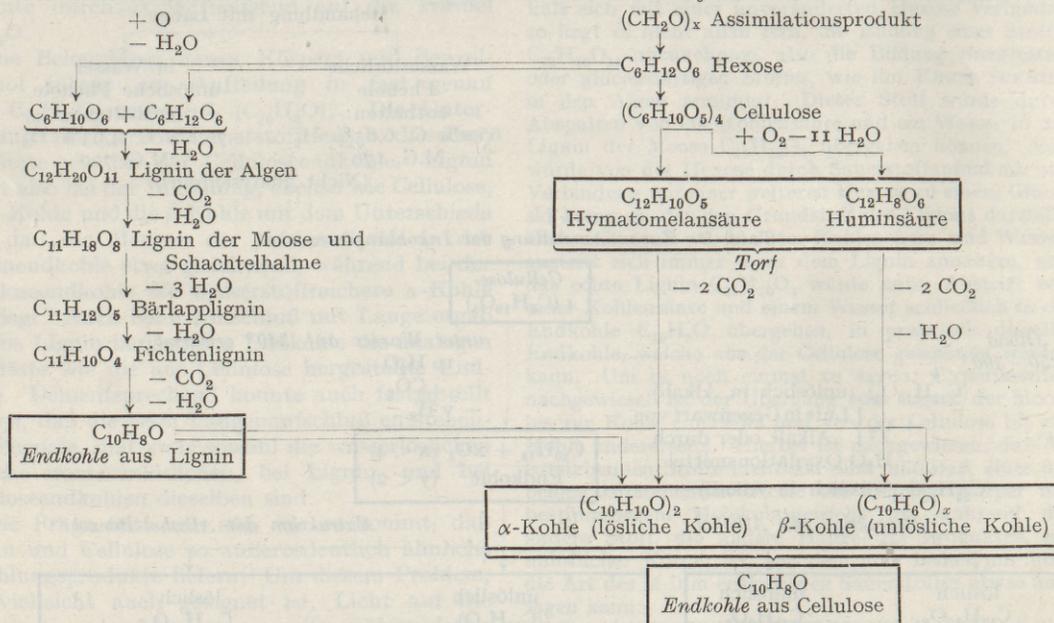
moors die erforderliche Sauerstoffmenge unter Bildung von Oxycellulose eintritt, wie es ja auch bei der Huminsäurenbildung tatsächlich der Fall sein muß.

Auf Grund der geschilderten Experimente und der vorangegangenen Überlegungen kann man sich nun ein Modell der verschiedenen Vorgänge aufbauen, die vom Assimilationsprodukt der Pflanzen bis zur Kohlebildung führen (Tafel C). Das Assimilationsprodukt geht in Hexose über. Hexose kann durch Sauerstoffaufnahme und Kohlensäure- und Wasserabspaltung in die verschiedenen Formen der Lignine übergehen und schließlich zur Endkohle inkohlt werden. Andererseits kann die Hexose oder die in dieser Betrachtungsweise vollkommen äquivalente Cellulose unter Sauerstoffeintritt und Wasserabspaltung in die Huminsäuren und

Zellinhaltsstoffen, aus Eiweiß und Fett, aus Wachsen und ähnlichen Stoffen, vermischt ist, so daß das Bild, das man sich auf Grund analytischer Arbeiten machen konnte, außerordentlich leicht getrübt wird. Dazu kommen die durch die Lagerungs- und Druckverhältnisse wahrscheinlich innerhalb der Kohlesubstanz hervorgerufenen Polymerisationserscheinungen, die zu weiteren Komplikationen führen. Auch die Aschesubstanzen und Beimengungen tierischer Substanz können wesentliche Schwierigkeiten für die Aufklärung auf analytischem Wege bieten.

Die Methode der Überlegung und Forschung, die wir benutzen, scheint uns die logischere und

Tafel C. Modell der Kohlenbildung.



Hymatomelansäure übergeführt werden, welche den Hauptbestandteil des Torfes bilden. Die Inkohlung der Hymatomelansäure würde dann zur  $\alpha$ -Kohle führen, während die Inkohlung der Huminsäure die  $\beta$ -Kohle liefern könnte, deren Mischung dieselbe Endkohle ergibt, wie sie aus dem Lignin entstehen muß.

Die Forschungsmethode, die wir anwenden, um der Konstitution der Kohle und damit ihrer chemischen Anwendung näherzukommen, mag vielleicht etwas ungewöhnlich erscheinen; denn wir untersuchen in erster Linie nicht den Naturstoff selbst mit analytischen oder anderen organisch-chemischen Methoden, um auf diese Weise zur Aufklärung seiner Bestandteile zu kommen. Uns scheint dieser direkte und übliche Weg bei der Kohle außerordentlich schwierig zu sein, weil die Kohle in den verschiedenen Stadien der Inkohlung mit anderen Substanzen, die nicht aus den Grundstoffen der Pflanzen entstanden sind, sondern aus

praktischere zu sein. Wir gehen von analytisch scharf erfaßbaren Stoffen aus, lassen Kohle aus diesen Stoffen entstehen, studieren auf dem Umwandlungswege entstehende Stoffe und die physikalischen Bedingungen ihres Auftretens und vergleichen schließlich die physikalischen und chemischen Eigenschaften der entstandenen Kohle mit den physikalischen und chemischen Eigenschaften der natürlichen Kohle. Wenn die Analogie der künstlichen und der natürlichen Kohle festgestellt ist, können dann die Erfahrungen, die wir an den künstlichen Kohlen leichter haben gewinnen können, auf die natürlichen Kohlen übertragen werden, und je tiefer unsere Kenntnis der künstlichen Kohlen und die Beherrschung ihres Herstellungsweges dringt, desto näher kommen wir der Kenntnis der natürlichen Kohlen und der Aufklärung der chemischen Verbindungen, aus denen diese Kohlen aufgebaut sind.

## Besprechungen.

FISCHER, ALBERT, **Gewebezüchtung.** Handbuch der Biologie der Gewebezellen in vitro. 2. vermehrte Auflage. München: Rudolf Müller und Steinicke 1927. XV, 508 S. und 151 Abbildungen. 16 × 25 cm. Preis RM 37.50.

Das vorliegende Buch ist eine deutsche Ausgabe des gleichen vor 2 Jahren in englischer Sprache erschienenen Buches des auch in Deutschland seit langem durch seine ausgezeichneten Arbeiten wohlbekanntesten Kopenhagener Forschers ALBERT FISCHER. Nach dem großen Meister der Gewebezüchtung ALEXIS CARREL, der dem Buche auch ein Vorwort gewidmet hat, darf der Verfasser wohl als der erfolgreichste Forscher auf diesem Gebiete gelten. Es handelt sich um eine ganz neue Auflage des ersten Buches in völliger Neubearbeitung und Erweiterung nach allen Richtungen. Zunächst wird eine ausgezeichnete klare und eingehende Darstellung der Technik der Gewebezüchtung gebracht, die für jeden, der auf diesem täglich wichtiger werdendem Spezialgebiet arbeitet, wohl unentbehrlich sein dürfte. Aber nicht das Methodische ist hier das Wesentlichste, sondern die umfassende und kritische Darstellung der ganz hervorragenden Erfolge und zahlreichen neuen biologischen Fragestellungen, die die Methode gebracht hat. Das Buch stellt einen gewaltigen Schritt vorwärts dar und wird wesentlich dazu beitragen, Biologie und Pathologie, ja die ganze Zellenlehre selbst, immer energischer zur experimentellen Methode zu führen.

Nach einem historischen Überblick über die Entwicklung der Methodik gibt der Verfasser eine eingehende Schilderung der Kulturmedien, welche zur Züchtung dienen. Zwei Bestandteile des Mediums sind zur Züchtung in vitro erforderlich, erstens Bestandteile, welche den auswachsenden Zellen als Stütze dienen können (Spinnwebe, Glaswolle, Seide- oder Wattedäden und in besonders idealer Weise das Fibringerüst eines geronnenen Plasmatropfens) und zweitens Nahrungsstoffe für das auswachsende Gewebe, wachstumsfördernde Stoffe, welche als flüssige Phase den Stützapparat im Kulturmedium umgeben müssen. Am besten sind die Bedingungen des Wachstums, wenn die Mischung zwischen Stützapparat und wachstumsfördernden Substanzen im Kulturmedium eine solche ist, daß die flüssige Phase durch Capillarattraktion zwischen den feinen Fasern des Stützgerüsts festgehalten wird. Die wachstumsfördernden Stoffe können nach FISCHERS Meinung nicht als wohldefinierte chemische Substanzen betrachtet werden, sondern die Art der kolloidalen Mischung der Eiweißkörper, das Verhältnis hoher Eiweißabbauprodukte und niederer Stufen ist ausschlaggebend für die wachstumsfördernde Eigenschaft. F. findet in dem Verhalten der wachstumsfördernden Stoffe zahlreiche Parallelen zu den Befunden WILLSTÄTTERS an Fermenten. Charakteristisch ist ihre starke Empfindlichkeit gegenüber allen Eingriffen, welche kolloidale Lösungen zu verändern in der Lage sind, sie sind temperaturempfindlich, werden bei 37° nach einer Reihe von Stunden abgeschwächt, bei 56° in einer Stunde zerstört. Schütteln und Filtrieren im Berkefeldfilter bewirken eine erhebliche Abschwächung. Beim Aufbewahren, selbst in der Kälte, sind sie nicht unverändert haltbar, sondern verlieren ihre Wirkung nach einiger Zeit. Bei der Trennung der Albumin- und Globulinfraktion gehen die wachstumsfördernden Substanzen mit in die Globulinfraktion.

Solche wachstumsfördernden Stoffe finden sich in erster Linie im Embryonalextrakt, dagegen nicht in

hinreichender Menge im Plasma selbst junger und neugeborener Tiere. Die wachstumsfördernden Stoffe sind demnach nicht Bestandteile der Körperflüssigkeiten, sondern in den Gewebezellen enthalten. Sie lassen sich ebenfalls aus Organextrakten erwachsener Tiere (Milz, Knochenmark) gewinnen, auch Leberextrakte erwachsener Tiere können wachstumsfördernde Stoffe in hinreichender Menge enthalten, um ein fortdauerndes Wachstum des explantierten Gewebes zu ermöglichen. Neuerdings ist es auch BAKER und CARREL, sowie FISCHER und DEMUTH mit verschiedener Methodik gelungen, durch proteolytischen Abbau von käuflichem Fibrin oder aus Wittepepton Substanzen zu erhalten, welche den Embryonalextrakt im Kulturmedium gleichwertig ersetzen können.

Nach einer ausführlichen Schilderung der Technik der Zubereitung der Kulturmedien bei den verschiedenen Warmblütern, der Technik der Deckglas- und Flaschenkulturen, der Ergebnisse der mikurgischen Methode in ihrer Anwendung auf die Gewebskulturen, befaßt sich F. ausführlich mit dem Verhalten von Reinkulturen der Fibroblasten, Epithelzellen, Knorpelzellen und großen mononucleären Leukocyten. Aus den zahlreichen hochinteressanten Einzelheiten im charakteristischen Verhalten dieser verschiedenen Reinkulturen sei nur einzelnes herausgehoben, so der Nachweis der fundamentalen Bedeutung der Umweltfaktoren für die Morphologie der Zelle: Das charakteristische Verhalten von Fibroblasten in der Kultur kann durch Zusatz von oberflächenspannungsherabsetzenden Substanzen grundlegend verändert werden. Unter der Einwirkung solcher Stoffe nehmen charakteristische Fibroblastenkulturen das morphologische Aussehen von Makrophagen an und erwerben auch die Eigenschaft der Phagocytose, während sonst Fibroblastenstämme nicht in der Lage sind, Fremdkörper oder Bacillen im Kulturmedium zu phagocytieren.

Reinkulturen von Epithel als Dauerkulturen zu züchten, hat lange Zeit besondere Schwierigkeiten gemacht. Es gelingt nur, wenn die Kultur beim Überpflanzen auf ein neues Medium im Augenblick der Koagulation des Gemisches von Plasma und Embryonalextrakt auf die Oberfläche des gerinnenden Tropfens gebracht und alsdann mit einem kleinen Tropfen Embryonalsaft bedeckt wird. Wird das Gewebstückchen in das Innere eines solchen gerinnenden Tropfens versenkt, dann besteht die Gefahr, daß die wachsenden Epithelien von Fibroblasten, welche unter solchen Bedingungen bessere Entwicklungsmöglichkeiten haben, überwuchert werden. Das Epithel wächst in dünnen schleierförmigen Auswüchsen oder soliden und röhrenförmigen Zapfen aus. Seine Wachstumsgeschwindigkeit im ganzen ist geringer als die des mesenchymalen Gewebes. Alle möglichen Arten von Epithel sind bisher gezüchtet worden, sogar Reinkulturen von Gehirnzellen des Hühnerembryos mit charakteristischem Wachstum sind geglückt.

Wir kennen bis heute 2 Wege, um eine Reinkultur von Gewebszellen zu erhalten: Einige Arten von Gewebszellen können von Anfang an aus dem Organismus rein isoliert werden (z. B. Knorpelkulturen), andere nur durch die physiologische Elektivmethode: Diese besteht darin, daß manche Zellarten sich unter den Bedingungen der Kultur bzw. unter gewissen Giftwirkungen anders verhalten als die übrigen im explantierten Stück befindlichen Zellen. Diese überwuchern dann oder haben überhaupt unter den gegebenen Bedingungen allein die Fähigkeit auszuwachsen und sich

zu vermehren. Mit dieser Methode kann man z. B. aus embryonalem Herzgewebe Reinkulturen von Fibroblasten erhalten. Die Fibroblasten wachsen schnell und haben die Fähigkeit, dauernd am Leben zu bleiben, während die Muskelzellen nach einigen Wochen allmählich abgestorben sind. Ebenso kann man mit dieser Methode Reinkulturen von großen mononucleären Blutleukocyten erhalten, welche offenbar vom reticuloendothelialen Apparat abstammen (Phagocyten). Während die eosinophilen und neutrophilen polymorphkernigen Leukocyten nach einigen Tagen in der Kultur zerfallen und verschwinden, haben diese Bluthistiocyten die Fähigkeit, sich zu vermehren und Dauerkulturen zu bilden. Gelegentlich können sie sich nach CARREL auch zu Verbänden zusammenschließen, welche morphologisch und funktionell Reinkulturen von Fibroblasten entsprechen.

Es folgt ein großer Abschnitt über die Gewebezüchtung als *physiologische* Methode. Hier wird die wachstumsfördernde Fähigkeit lebender Leukocyten sichergestellt und auf einen Gehalt dieser Zellen an besonderen Stoffen, Trephonen (CARREL) zurückgeführt, welcher anderen Mesenchymzellen abgeht, aber deren Leben und Wachsen in der Kultur ermöglicht. Weiter werden dann die grundlegenden Unterschiede von Gewebezellen und Bakterien besprochen. Die Gewebezellen bedürfen zu ihrer Fortpflanzung und ihrem dauernden Weiterleben des Zusammenhanges mit anderen gleichartigen Zellindividuen. Eine Zelle kann nicht *in vitro* durch Teilung ein Gewebe hervorbringen, ähnlich wie ein Bakterium eine ganze Kultur erzeugen kann. In den Zellen der wachsenden Gewebe werden offenbar periodische stimulierende Impulse erzeugt, die sich von Zelle zu Zelle durch intracelluläre protoplasmatische Brücken fortpflanzen. So verläuft auch die Zellteilung in einer Kultur rhythmisch. Zu bestimmten Zeiten werden eine große Anzahl von Zellen in Teilung gefunden, zu anderen Zeiten besteht eine allgemeine Ruhe. Für die Reizleitung von Zelle zu Zelle durch protoplasmatische Brücken sprechen auch die Befunde FISCHERS an zwei Herzstückchen in derselben Kultur, welche zunächst in einem verschiedenen Rhythmus schlugen, aber den gleichen Schlagrhythmus annahmen, sobald protoplasmatische Verbindungen zwischen den Muskelzellen der beiden explantierten Stückchen nachweisbar waren.

Das Wachstum und die Proliferation von Gewebezellen hängen von zwei Faktoren ab: 1. von den in der pericellulären Flüssigkeit vorhandenen Nährstoffen (Trephonen und Hormonen), 2. von wachstumsfördernden Stoffen, die an das Cytoplasma der Zellen gebunden sind und von F. als *Desmone* bezeichnet werden. Diese intracellulären Wachstumstoffe sind für die verschiedenen Zellarten spezifisch. So können z. B. Epithelzellen nicht durch Desmone von Bindegewebszellen zum Wachstum angeregt werden. Ebenso sind sie artspezifisch. Bei einer Transplantation von Gewebe hängt die Einheilung des Transplantates davon ab, ob das überpflanzte Gewebe die Desmone des Wirtsorganismus ausnutzen kann. Nur die Zellen der bösartigen Geschwülste verhalten sich in diesem Punkte anders als alle übrigen Gewebezellen. Für sie gibt es nicht *zelltyp*-spezifische, sondern nur *tierart*-spezifische Desmone. Sie brauchen Desmone zu ihrem Wachstum ebenso wie andere Gewebe, aber mesenchymale Geschwulstzellen können die Desmone arteigenen Epithels zu ihrem Wachstum benutzen.

In einem weiteren großen Abschnitt über die *Morphologie der Explantate* werden das feinere cytologische Verhalten des Protoplasmas, des Kernes, der Mitochondrien, der Granula, der Vitalfärbung, des Pigmentes, die Entstehung mehrkerniger und Riesenzellen, die Vorgänge der Zellbewegung, der Phagocytose, der Differenzierung und Entdifferenzierung, die Veränderungen bei der Degeneration und beim Absterben, das Verhalten der Zellen der verschiedenen Gewebe und Organe usw. besprochen.

Es folgt ein großer Abschnitt über die zahlreichen Fragen der *Pathologie*, die bisher mit der Gewebezüchtung bearbeitet werden konnten. Eingehend geschildert werden die Gewebezüchtung als bakteriologische Methode, die Korrelation zwischen verschiedenen Bakterien und explantiertem Gewebe, zahlreiche Fragen der Immunitätslehre, der Gewebezellspezifität, der Cytotoxine u. a.

In einem großen letzten Kapitel kommt F. alsdann auf das Verhalten der Geschwulstzellen in der Kultur zu sprechen, auf ein Gebiet, auf dem ganz besonders viele und erfolgreiche Arbeiten des Verfassers vorliegen. So gelang es F. zuerst, die Technik für die Dauerzüchtung der Zellen bösartiger Geschwülste, insbesondere des Rousschen Hühnersarkoms auszuarbeiten. Die Schwierigkeit, Dauerkulturen von malignen Tumoren zu züchten, beruht lediglich auf einer besonderen typischen Eigenschaft der Geschwulstzelle, auf ihrer starken proteolytischen Fähigkeit. Dadurch wird das Kulturmedium schon nach wenigen Stunden verflüssigt und die Kultur schwimmt sehr bald in einem Flüssigkeitstropfen, in dem die Zellen sich nicht weiter vermehren können und allmählich zugrunde gehen. F. glückte die Weiterzüchtung dadurch, daß er dem Kulturmedium ein Stückchen toter oder lebender Muskulatur zusetzte, das rasch von den Tumorzellen ganz durchwachsen, „infiltriert“ wird. Durch diesen Kunstgriff war es sehr leicht möglich, Kulturen zu verpflanzen und zu vervielfältigen. Die Muskelstückchen, in welche die Tumorzellen eingedrungen waren, brauchten nur geteilt und in andere Medien verpflanzt zu werden. Die Tumorzellen unterscheiden sich von anderem Gewebe in der Kultur prinzipiell dadurch, daß es gelingt mit einer einzigen übertragenen Tumorzelle eine neue Kultur zu erzeugen. F. führt das auf die Fähigkeit der Tumorzellen zurück, in andere Zellen und Gewebe einzudringen und durch die so hergestellte protoplasmatische Verbindung die in anderen Zellen vorhandenen, zur Teilung notwendigen intracellulären Stoffe, die Desmone, zu benutzen. Nur bei anderen Tierarten kann auch die Tumorzelle die fremden Desmone nicht verwerten, so daß es aus diesem Grunde unmöglich ist, Tumorstämme auf eine andere Tierart zu übertragen.

Die Tumorzellen verlieren bei der Züchtung ihre Malignität nicht. Wenn die Kultur auch nach zahlreichen Passagen auf ein Tier übertragen wird, dann erzeugt sie einen Tumor mit Metastasen. So verhält sich nicht nur das Rous-Sarkom, sondern auch die verschiedenen gezüchteten Epithelialtumoren, wie z. B. die Mäusecarcinome. Zur Erzeugung eines Mäusecarcinoms genügt die Überimpfung einer Reinkultur der epithelialen Bestandteile des Carcinoms. Damit ist die Annahme von RHODA ERDMANN, daß ein Angehen der Tumorkultur beim Versuchstier nur durch gleichzeitige Übertragung von Stromazellen möglich sei, widerlegt.

Es folgen eingehende Darlegungen über die Zellen des Rous-Sarkoms und über die Erzeugung von Tumorzellen *in vitro* aus gezüchteten Gewebezellen. Die Eigenart des Stoffwechsels der Geschwulstzelle (WARBURG) brachte F. auf den Gedanken, durch erhöhten Sauerstoffdruck die Tumorzelle zu schädigen. Das

gelang sowohl in der Gewebeskultur wie am lebenden Tier. Besonders wichtig ist auch das Schlußkapitel über die Immunitätsverhältnisse der Geschwülste. Die Resistenz mancher Tiere gegen Überimpfung art-eigener Tumoren sowie die allgemeine Immunität gegen Tumoren einer anderen Tierart kann nicht auf dem Vorhandensein von Stoffen in den Körperflüssigkeiten beruhen, welche das Anwachsen des Tumors verhindern. Denn es gelingt Sarkomkulturen vom Huhn Monate lang im Plasma tumorresistenter Hühner oder Enten zu züchten, ohne daß die Kulturen ihre Virulenz einbüßen, trotzdem sie nicht zum Angehen bei den resistenten Tieren gebracht werden können.

Durch diese Ergebnisse der Gewebzüchtung ist heute schon unser wissenschaftlicher Blick erweitert, unsere Erkenntnis der Zelle, des Lebens, wesentlich vertieft. Die neue Methode gibt viele neue Ausblicke und ermöglicht zahlreiche neue Fragestellungen. Zu diesem Fortschritt wird das vorliegende *Standardwerk* von ALBERT FISCHER wesentlich beitragen.

BERNH. FISCHER-WASELS, Frankfurt a. M.

PAWLOWSKY, E. N., *Gifttiere und ihre Giftigkeit.*

Jena: Gustav Fischer 1927. XVI, 516 S. und 176 Abb.  
Preis geh. RM 27.—, geb. RM 29.—.

Mit diesem Werk, das auf die dankenswerte Veranlassung der Proff. FÜLLEBORN und E. MARTINI, Hamburg, hin in Deutschland zur Veröffentlichung gekommen ist, besitzt jetzt auch die deutsche Literatur ihr erstes illustriertes Gifttierbuch. Gegenüber dem entsprechenden zweibändigen französischen Werk von Mme PHISALIX, das 1922 erschien, ist das einbändige von PAWLOWSKY übersichtlicher und besser geeignet zur raschen Orientierung über gewisse wohl abgegrenzte Fragen wie z. B. das Schlangen- oder Skorpionsgiftproblem. Anders, weniger glücklich stellt es sich dar, wenn man sich über Fragen, deren Abgrenzung nicht so einfach ist, z. B. über die Giftigkeit von Fischen oder Muscheln orientieren möchte. In solchem Falle muß man an zwei, drei verschiedenen Orten des Buches suchen. Das hängt zusammen mit der von PAWLOWSKY gewollten Anordnung des Stoffes, die nach ökologischen Gesichtspunkten erfolgt ist, so daß z. B. Fische mit giftigen Stacheln, solche mit giftigen Geschlechtsorganen und solche, „die zufällig giftig befunden wurden“, an weit voneinander entfernten Stellen des Werkes besprochen sind. Das ist für die Orientierung entschieden störender als wenn, wie bei Mme PHISALIX, alles was bei einer Tiergruppe an Giftigkeitsphänomenen bekannt ist, beieinander steht. Gewiß sind in ein und derselben Tierklasse verschiedene Äußerungsweisen der Giftigkeit vorhanden, aber da einstweilen diese verschiedenen Typen noch nicht scharf und in wesentlicher Weise voneinander getrennt werden können, ist es eher wertvoll, das, was etwa über Fische mit giftigen Geschlechtsorganen und über solche „die zufällig giftig befunden wurden“, bekannt ist, möglichst nahe beisammen zu haben. Schon die an und für sich berechnete und interessante Trennung in kryptotoxische und phanerotoxische Tiere, wie sie TASCHENBERG in prägnanter Weise vorgenommen hatte, kann für Forschungszwecke als künstlich und störend empfunden werden. In wieviel stärkeren Maße muß dies der Fall sein, wenn, wie bei PAWLOWSKY, Tiere mit Giftdrüsen, mit Nesselkapseln oder mit Blutspritzmechanismen als eine Gruppe, deren Giftigkeit „mit den Besonderheiten des Körperbaues in Zusammenhang steht“, abgetrennt werden von den Canthariden, den giftigen *Tetrodon*-fischen, Muscheln und Würmern, deren Giftigkeit „mit der chemischen Beschaffenheit des Körpers in Zusammenhang sind“. Stellt sich da nicht, vom

Standpunkt desjenigen, der das Wesen der Giftigkeit eines Tieres zu erfassen sucht, ohne weiteres der Einwand ein, daß doch auch bei denjenigen Gifttieren, bei denen die giftigen Substanzen zu Drüsen (und diese wieder zu Verwundungsapparaten) in Beziehung treten, die Giftigkeit letzten Endes auf Besonderheiten der chemischen Körperbeschaffenheit und des Stoffwechsels beruht? Sicherlich bieten hier Gesichtspunkte, wie derjenige DERRIEN (der zwar von PAWLOWSKY nicht erwähnt wird) über die Rolle der als giftig zu betrachtenden Substanzen im eigenen Stoffwechselgetriebe eines Tieres, mehr Stützpunkte für eine weitere Entwicklung unserer Einsichten auf diesem Gebiete. DERRIEN sieht nämlich in der Bildung gewisser spezifisch giftig wirkender Substanzen bei Mollusken Stoffwechselforgänge, deren Sinn und Erfolg die Beseitigung andernfalls schädlicher Stoffwechselschlacken sei, etwa primitive Ansätze zur Sulphokonjugation, die bei höheren Tieren ja solcher Schlackenentfernung dient.

Die eben gemachten Einwände dürfen uns jedoch nicht hindern, festzustellen, daß auch die von PAWLOWSKY gewählte Anordnung nach ökologischen Momenten an einzelnen Punkten interessante Ausblicke schafft. So gelangt er z. B. wie ARNDT dazu, eine Gruppe von Tieren (Cestoden, *Sacculina* usw.) zusammenzustellen, deren Giftigkeit aufgefaßt wird als mit dem Parasitismus in Zusammenhang stehend. Auch sonst ist das Werk reich an wertvollen Qualitäten, von denen vor allem das zum Teil an das PHISALIXsche Buch sich anlehende Illustrationsmaterial besonders erwähnt sei, sodann die weitgehend sorgfältige Berücksichtigung der Literatur, namentlich auch der russisch geschriebenen, worunter z. B. eine Anzahl bisher in West- und Zentraleuropa nicht gekannter Arbeiten über Fischgifte. Überhaupt muß betont werden, daß PAWLOWSKY, Professor der Zoologie und vergleichenden Anatomie an der Militärmedizinischen Akademie in Leningrad, weiteren Kreisen besonders bekannt durch seine gründlichen, morphologischen und embryologischen Arbeiten über Skorpione, in ganz besonderer Weise berufen war, eine solche Materialzusammenstellung zu bieten. Solche Zusammenstellungen werden den natürlichen Ausgangspunkt bilden für allseitige Neuuntersuchungen auf diesem Gebiete, auch seitens der Zoologen, nicht nur der Pharmakologen. Daß für die Zoologen ganz besonders interessante Fragen sich hier auftun, darauf deutet auch die am Schluß des Buches in Versform gebrachte Feststellung Prof. N. A. CHOLODKOVSKYS, die an die Existenz der vom Schierlingssaft sich ernährenden *Aphis anthrisci* anknüpft:

„Was Gift für Sokrates gewesen  
Ist für die Blattlaus Nahrung nur.“

Denn was für die giftigen Pflanzensäfte zutrifft, gilt auch für die Giftprodukte tierischer Herkunft: die Vergiftung ist das Resultat der gegenseitigen Wirkung von Bedingungen, welche sowohl im Gifttier als im vergifteten Individuum gegeben sind. Es heißt also, künftigt die Natur des Gifttieres ebenso gründlich zu durchforschen, wie die bisher hauptsächlich im Vordergrund gestandene Wirkungsweise des Giftes auf den betroffenen Organismus.

J. STROHL, Zürich.

MARKGRAF, F., *An den Grenzen des Mittelmeergebietes. Pflanzengeographie von Mittelalbanien.* Repertorium specierum novarum regni vegetabilis, herausgegeben von F. FEDDE. Beihefte, Band 45. Berlin-Dahlem 1927. 217 S., 21 Abbildungen im Text und auf 7 Tafeln und 1 Vegetationskarte. 16×24 cm. Preis RM 25.—.

Länger als irgendetwas anderer Teil Europas ist

Albanien bis in neuere Zeit botanisch eine terra incognita geblieben und hat bei der auch jetzt noch keineswegs zum Abschluß gelangten Erforschung seiner Flora im Laufe der letzten Jahrzehnte so manchen überraschenden und wichtigen Fund geliefert, von denen wohl keiner soviel Aufsehen erregt hat, wie seinerzeit die Entdeckung der *Forsythia europaea*, eines typischen Tertiärreliktes und Angehörigen einer sonst nur in Ostasien vertretenen Gattung, von wo auch die bekannten Ziersträucher herkommen. Auch die vom Verfasser der vorliegenden Schrift im Jahre 1924 nach dem botanisch noch fast gar nicht erschlossenen Mittelalbanien unternommene Forschungsreise hat, wie die als Anhang (S. 161—217) mitgeteilte Aufzählung der Sammelausbeute erkennen läßt, in floristischer Hinsicht reiche und bemerkenswerte Ergebnisse gezeitigt; wichtiger jedoch ist, daß Verfasser das Land nicht bloß mit dem Auge des Sammlers, sondern auch mit dem des geschulten Beobachters der Pflanzendecke geschaut hat und so im Besitze eines reichen Materials an Beobachtungstatsachen in der Lage ist, von den Grundzügen des pflanzengeographischen Wesens des Gebietes und des Charakters seiner Vegetation ein lebendiges und anschauliches Bild zu entwerfen. Das diese Darstellung beherrschende Leitmotiv ist dadurch gegeben, daß sich gerade in Mittelalbanien, der vom wasserreichen Shkumin durchströmten Landschaft etwa bis zum Flusse Mat im Norden und bis zum Tomorgebirge im Süden mit ihren zahlreichen sich hintereinander aufbauenden, dem dinarischen Faltenystem angehörigen Bergketten, der Wechsel der Pflanzenreiche am deutlichsten ausprägt und die Arealgrenzen von Arten und Formationen sich zusammendrängen: das Ineinandergreifen der nach Süden zu ausklingenden mitteleuropäischen Vegetation und derjenigen des Mittelmeergebietes, die Grenzlinie, welche der Ausbreitung der westmediterranen Flora ein Ziel setzt, und das Vordringen der Vorposten der vorderasiatischen Mediterranflora schaffen im Verein mit zahlreichen Relikten und Endemismen verwickelte Verhältnisse, in deren Analyse man den Ausführungen des Verfassers mit dauerndem Interesse folgt. Diese beginnen mit einer Abgrenzung der Höhenstufen, von denen Macchien-, Trockenwald-, Wolkenwald- und Mattenstufe unterschieden werden; für die Ausbildung subnivaler Pionierrasen sind die Berge nicht hoch genug und Felsfluren der Hochgebirge treten nur örtlich an Hängen auf, deren Steilheit eine geschlossene Pflanzendecke unmöglich macht, ohne daß sie indessen an eine bestimmte Höhenstufe gebunden wären. Die für die Vegetation wichtigste klimatische Grenze ist durch die untere Grenze der sommerlichen Wolkenbildungen gegeben; die darüber liegende Wolkenwaldstufe, die ebenso wie die Mattenstufe unter der Herrschaft des mitteleuropäischen Gebirgsklimas steht, wird von einem Laubwaldgürtel mit vorherrschender Rotbuche (auch die Edeltanne eingestreut, dagegen fehlt die Fichte) eingenommen; die Trockenwaldstufe (besonders Eichenwald von *Quercus Cerris* u. a., auf Serpentin Schwarzkiefernwald) stellt ein Übergangsgebiet dar, in dem der dürre Sommer auch in den heißesten Monaten durch gelegentliche Regenfälle gemildert wird und andererseits die winterlichen Temperaturminima tiefer liegen, als es den in der Macchienstufe vorherrschenden meist immer grünen echten Mittelmeergehölzen zuträglich ist. Sind so die Grundzüge der Vegetationsgliederung vorwiegend durch

die klimatischen Verhältnisse bedingt, wobei Verfasser die außerordentliche Schärfe der Grenzen besonders hervorhebt, so besitzt doch jede dieser verschiedenen Stufen noch eine Mehrzahl von Pflanzengesellschaften, für deren Ausbildung und Verteilung in der Hauptsache die Bodenverhältnisse bestimmend sind. Die Kennzeichnung dieser Assoziationen nach ihrer floristischen Zusammensetzung und ihrem ökologischen Charakter bildet den Inhalt des zweiten Hauptteiles; die Einzelmitteilung von mehr als 70 Aufnahmen besitzt dadurch besonderen Wert, daß derartige Aufzeichnungen für Albanien bisher gar nicht und auch für das Mittelmeergebiet nur in geringer Zahl existieren. Der dritte Hauptteil bringt dann eine Erörterung der Florenelemente, die folgendermaßen gegliedert werden: weit verbreitete Arten, oft mehr oder weniger Kosmopoliten (6%), gesamtmediterrane (15%) und nordmediterrane (11%) Arten, adriatische (3%) und illyrische (7%) Gruppe, europäische (26%) und alpin-karpathische (nur etwa 1%) Arten, ostmediterrane Gruppe (zusammengesetzt aus der asiatisch-griechischen, griechisch-süditalienischen und griechischen Untergruppe, zusammen etwa 8,5%), westmediterrane Arten (nur 2,5%), pontische (3%) und nordbalkanische (4,4%) Arten, endlich Typen mit ganz kleinem Areal (über 6%). Im Anschluß hieran werden auch der Verbreitung der Pflanzengesellschaften einige kürzere Ausführungen gewidmet, die ebenfalls zur Feststellung mancher bemerkenswerten und wichtigen geographischen Beziehungen führen. Der letzte Hauptteil endlich ist den die Florentwicklung betreffenden Fragen gewidmet, wobei, von der Grundtatsache des hohen Alters der Mediterranflora und der schon frühzeitig erfolgten Spaltung von ost- und westmediterranen Sippen ausgehend, zunächst die mutmaßliche Entstehungs- und Wanderungsgeschichte der oben genannten Artgruppen während der Tertiärzeit erörtert wird; insbesondere wird in diesem Zusammenhang auch die Frage nach der Land- und Wasserverteilung im Bereich des heutigen Adriatischen Meeres näher berührt und gezeigt, daß für die Arten, die Albanien mit dem heutigen Süditalien teilt, eine Ausbreitung noch in jener Zeit angenommen werden muß, als Italien noch in Inseln aufgelöst war, und daß für sie nicht die hypothetische Garganobrücke in Frage kommt, sondern eher ein Südweg im Bereich der heutigen Straße von Otranto, der im Tertiär vielleicht gangbar war; daneben gibt es noch eine Gruppe von mit Italien gemeinsamen Arten, die sich im Norden um das Adriatische Meer herum verfolgen lassen und für die auch noch mit einer späteren Ausbreitung zu rechnen ist. Weiter wird dann der Einfluß der Eiszeit auf die albanische Flora gewürdigt, der sich teils in mittelbaren Wirkungen, teils auch in der Neueinwanderung von mitteleuropäischen Gebirgspflanzen bemerkbar machte; in ersterer Hinsicht ist besonders wichtig, daß Albanien für zahlreiche anderwärts durch die Ungunst des Klimas verdrängte Arten eine Erhaltungsstätte bilden konnte. Nach der Eiszeit hat Albanien noch einen erheblichen Anteil an westmediterranen Arten erhalten, fast alles Tieflandsgewächse, die nicht weit in das Innere vorgedrungen sind; auch die pontischen Arten sind wahrscheinlich als postglaziale Einwanderer zu betrachten, da sie sich in großer Zahl ohne nordadriatische Lücke bis Italien verfolgen lassen.

W. WANGERIN, Danzig-Langfuhr.

## Astronomische Mitteilungen.

**Mars.** Die Marsforschung ist seit der Opposition des Jahres 1924 sehr aktiv geworden. Durch die Anwendung neuer Beobachtungsmethoden sind neue Tatsachen und damit neue Angriffspunkte gewonnen worden. Einen solchen neuen Weg zeigten die Versuche von WRIGHT, Mars im Lichte verschiedener Farben zu fotografieren<sup>1</sup>. Es hatte sich dabei herausgestellt, daß die durch die visuellen Beobachtungen bekannten Oberflächenmerkmale auf den roten Bildern sehr deutlich erscheinen, während sie auf den violetten Bildern gänzlich fehlen. Auf Grund der damaligen Erfahrungen hat WRIGHT im Jahre 1926 eine ausgedehntere und systematischer angelegte Beobachtungsreihe<sup>2</sup> durchgeführt. Die Aufnahmen wurden wieder mit dem Crossley-Reflektor der Lick-Sternwarte gemacht. Ein eingebautes Vergrößerungssystem brachte den Durchmesser des Planetenbildes bei der größten Annäherung auf 2,7 mm. In der neuen Reihe kamen 6 Farben zur Anwendung, deren effektive Wellenlängen ungefähr bei 3700, 4400, 5300, 5700, 6500, 7600 AE. liegen. In jeder Reihe von 6 Bildern bestätigt sich die frühere Erfahrung, daß die permanenten Merkmale im Ultrarot am deutlichsten sichtbar sind. Ihre Sichtbarkeit wird auf jeder Stufe geringer, bis auf den violetten und ultravioletten Bildern keine Spur mehr von ihnen zu sehen ist. Die violetten Bilder sind aber durchaus nicht gänzlich kontrastlos. Auf ihnen treten fast immer wolkenartige helle oder dunkle Merkmale auf, die jedoch im Gegensatz zu den permanenten roten Merkmalen entstehen und vergehen. Gerade in bezug auf diese impermanenten Merkmale (die fast immer violett, in seltenen Fällen aber auch gelb oder rot sind) haben die neuen Beobachtungen sehr viel ergeben. Die violetten Wolken bestehen immer nur kurze Zeit; es sind auch Fälle vorgekommen, wo mehrere Tage hintereinander über demselben Gebiet zu derselben Marszeit Wolkenbildung eintrat. Diese Beobachtungen bestätigen die neuerdings auch von den visuellen Beobachtern betonte Ansicht, daß die meteorologischen Veränderungen auf dem Mars eine große Rolle spielen. Zur Aufklärung dieser Fragen werden die Serienaufnahmen sehr geeignet sein, die von WRIGHT gemacht, aber noch nicht bearbeitet worden sind. Das Hauptproblem bildet aber immer die Tatsache, daß Mars anscheinend eine Atmosphäre besitzt, die für langwellige Strahlung durchlässiger ist als für kurzwellige, so daß wir im violetten Lichte nur die äußersten Atmosphärenschichten, im roten aber bis auf den Grund der Atmosphäre sehen können. Der Annahme einer Atmosphäre mit solchen optischen Eigenschaften stehen theoretische Bedenken entgegen. Es scheint aber, daß die bekannten Tatsachen durch diese Hypothese doch am besten zu erklären sind.

Aufnahmen des *Jupiter*, die in derselben Weise ausgeführt worden sind, zeigen ebenfalls Unterschiede zwischen den Bildern verschiedener Farbe. Doch ist sofort zu erkennen, daß die optischen Eigenschaften der Jupiteratmosphäre ganz anders sein müssen als die der Marsatmosphäre.

Auch die *Marskanäle* treten wieder in die Diskussion ein. Die Existenz eines Netzes von geradlinigen dunklen Streifen auf der Marsoberfläche ist seit der Entdeckung durch SCHIAPARELLI ein heftig umstrittener Punkt

geblieben. In der letzten Zeit hat die Anschauung sehr Raum gewonnen, daß die sog. Kanäle nicht reelle Gebilde auf der Marsoberfläche sind, sondern unter gewissen Umständen durch das Auge in das Bild eingefügt werden. Diesen Standpunkt vertritt auch GRAFF<sup>1</sup> nach seinen visuellen Beobachtungen am 60-cm-Refraktor der Hamburger Sternwarte (Bergedorf). Auf keiner der vielen Zeichnungen der Opposition 1924 treten „Kanäle“ auf (die Publikation enthält eine große Zahl der Zeichnungen in farbiger Wiedergabe). Da derselbe Beobachter 1901 und 1909 an kleineren Instrumenten Kanäle beobachtet hat<sup>1</sup>, so erscheint der Schluß berechtigt, daß ungenügende optische Mittel eine Hauptursache der umstrittenen Erscheinung sind. Diese Meinung wird sehr gestärkt durch eine von KÜHL<sup>2</sup> ausgearbeitete optische Theorie (Kontrasttheorie), in der das Entstehen geradliniger „Kontrastlinien“ plausibel erscheint, wenn unregelmäßig geformte Merkmale, die an der Grenze der Sichtbarkeit liegen, auf einer Fläche vorhanden sind. Jetzt tritt aber TRÜMLER<sup>3</sup> mit Beobachtungen an einem der größten Refraktoren, dem Lick-Refraktor mit einer Öffnung von 91 cm, hervor, die dieser Anschauung widersprechen. Die Grundlage bilden photographische Aufnahmen mit gelben und roten Filtern und entsprechend sensibilisierten Platten im normalen Fokus des Instrumentes (maximaler Durchmesser der Marscheibe 2,2 mm). Die photographische Methode hat im Vergleich mit der visuellen einen großen Vorteil. Dem Warten des visuellen Beobachters auf einen Moment guter Definition des Bildes steht allerdings bei der photographischen Methode die Notwendigkeit gegenüber, hintereinander eine große Zahl von Aufnahmen zu machen (bei TRÜMLER sind es 40–50). Während aber der visuelle Beobachter nur diesen einen kurzen Augenblick zur Verfügung hat, bleibt das in diesem Augenblick erhaltene photographische Bild erhalten und kann restlos ausgebeutet werden. Aus der Gesamtheit von 1700 Aufnahmen hat TRÜMLER 150 als verwendbar ausgewählt, und diese Aufnahmen bilden die Grundlage seiner Marskarte. Die Lage einer großen Zahl charakteristischer Punkte wurde durch Messungen festgelegt, und in dieses Netz wurden die auf den Platten sichtbaren Merkmale eingezeichnet. Zur weiteren Stützung dienten durch visuelle Beobachtungen erhaltene Zeichnungen. TRÜMLER betont, daß seine Karte keine Merkmale enthält, die nicht auf mehreren Aufnahmen sichtbar sind. Es ist außerordentlich interessant, die Karten von GRAFF und TRÜMLER zu vergleichen. Manche Unterschiede erklären sich dadurch, daß die Beobachtung einer Marsgegend infolge der Längendifferenz der beiden Beobachter nicht gleichzeitig erfolgen konnte. Einen krassen Gegensatz zur GRAFFSchen Karte bildet aber das „Netzwerk“ TRÜMLERS. Wohl treten einige der breiteren „Kanäle“ bei GRAFF als noch breitere Streifen auf, das detailreiche Netz der feineren „Kanäle“ (die nach TRÜMLERS Beschreibung keine glatten geometrischen Gebilde sind) fehlt aber bei GRAFF gänzlich.

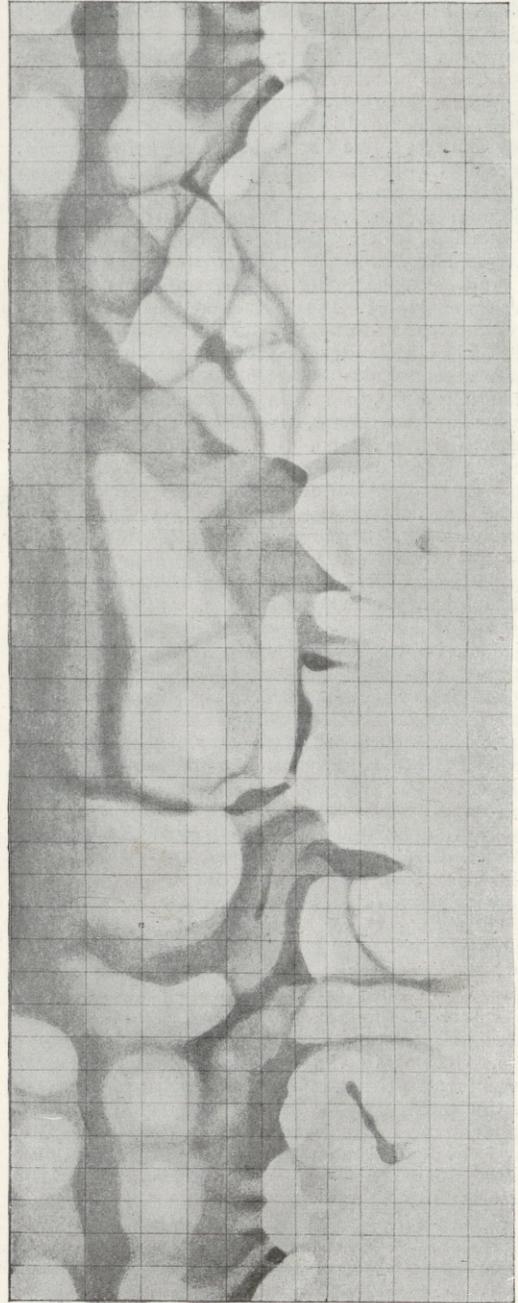
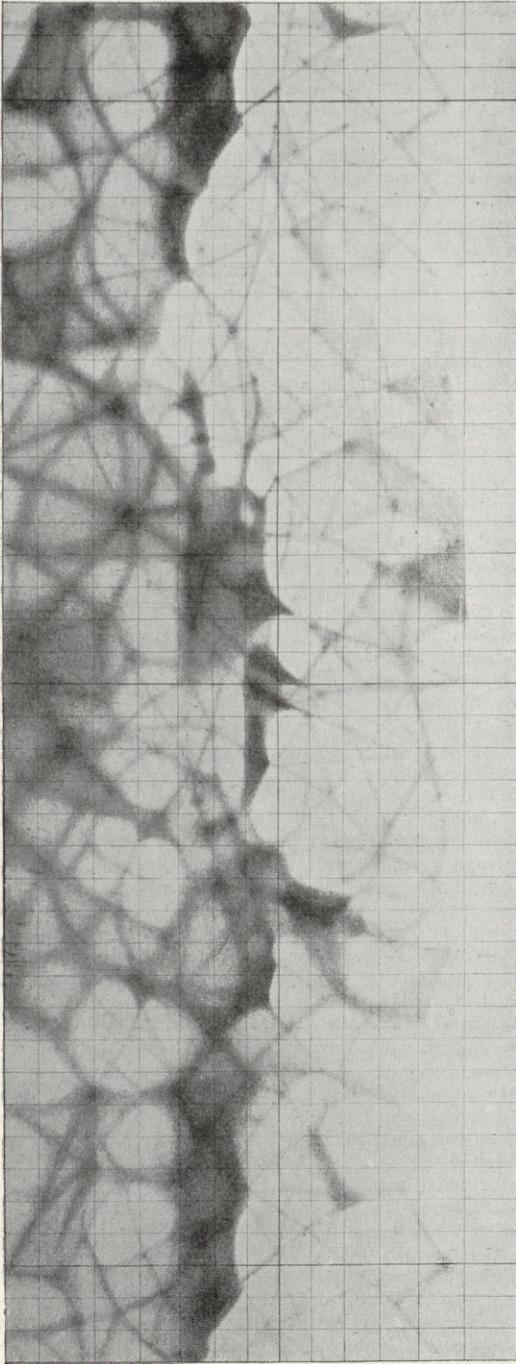
<sup>1</sup> GRAFF, Beobachtungen und Zeichnungen des Planeten Mars 1924. *Astronomische Abhandlungen der Hamburger Sternwarte in Bergedorf* 2, Nr. 7. 1926.

<sup>2</sup> KÜHL, Einzelheiten der Marsoberfläche im Lichte der Kontrasttheorie. *Vierteljahrsschr. d. Astronom. Ges.* 59, 196. 1924.

<sup>3</sup> TRÜMLER, Observations of Mars at the opposition of 1924. *Lick Observatory Bulletin* 13, 19. 1927.

<sup>1</sup> Die Naturwissenschaften 14, 16. 1926.

<sup>2</sup> WRIGHT, Photographs of Mars and Jupiter taken by light of different colors during 1926. *Lick Observatory Bulletin* 13, 50. 1927.



Marskarten des Jahres 1924. Oben: Karte von TRÜMPLER. Unten: Karte von GRAFF.

Die TRÜMPLERSche Arbeit enthält auch einen Versuch, den Durchmesser der *festen* Marsoberfläche zu bestimmen. Die bekannten permanenten Merkmale sind zweifellos Teile der festen Oberfläche. Die Messung der elliptischen Bahnen, die sie durch die Rotation

beschreiben, ergibt den Durchmesser der festen Oberfläche. Es stellt sich heraus, daß ultrarote Aufnahmen ungefähr die feste Oberfläche abbilden. Bei roten und gelben Aufnahmen erscheint bereits eine Atmosphäre von 55 bzw. 84 km Höhe.

KR.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

*Soeben erschienen:*

# Der innere Aufbau der Sterne

Von

**A. S. Eddington**

M. A., LL. D., D. Sc., F. R. S.

Plumian Professor für Astronomie an der Universität Cambridge

Nach Ergänzung der englischen Ausgabe durch Prof. A. S. Eddington  
ins Deutsche übertragen von

**Dr. E. von der Pahlen**

Astrophysikalisches Observatorium Potsdam

Mit 5 Abbildungen. VIII, 514 Seiten. 1928. RM 28.—; gebunden RM 30.—

*Inhaltsverzeichnis:*

Überblick über das Problem. — Thermodynamik der Strahlung. — Quantentheorie. — Polytrope Gaskugeln. — Strahlungsgleichgewicht. — Lösung der Gleichungen. — Die Massen-Helligkeitsbeziehung. — Veränderliche Sterne. — Der Koeffizient der Opazität. — Ionisation, Diffusion, Rotation. — Die Quelle der Sternenenergie. — Die äußeren Teile eines Sternes. — Diffuse Materie im Raume. — Physikalische und astronomische Konstanten. — Literaturverzeichnis. — Sachverzeichnis.

*R. Emden, München, schreibt in Nr. 38 der „Naturwissenschaften“  
über die englische Ausgabe des Buches:*

„It would be hard to say whether the star or the electron is the hero of our epic.“ Mit diesen wenigen Worten der Vorrede kennzeichnet Eddington trefflich den Grundton seines Werkes und zugleich die Grundlage, auf welcher sich die neuere Astrophysik aufbaut. — Dies erläuternd, seien die folgenden Bemerkungen dem neuen Buche als aufrichtiges Willkommen dargebracht. Denn der gewaltige, mannigfach verzweigte Stoff ist hier nach Form und Inhalt mit so vollkommener Beherrschung und sagen wir, Lokalkenntnis dargestellt, wie sie nur dem Wegmacher in neu aufgeschlossenem Gebiete zur Verfügung stehen, nicht aber demjenigen, der auf bereits gebahnter Straße dahinzieht. Dies zeigt sich namentlich, wenn die Darstellung in Gebiete führt, wo die Frage auftaucht: Wie weiter? Dabei werden, wie auch in den Werken von H. Poincaré vielfach üblich, bekannte Ausgangspunkte der theoretischen Physik nicht einfach übernommen, sondern, ich greife nur als Beispiele heraus die Behandlung der Strahlung, die Gesetze von Planck und Wien (E. Kap. II), die Quantentheorie (E. Kap. III), die Ionisations- und Anregungszustände mit ihren verschiedenen Gewichten (E. Kap. X), auf selbständige Art neu entwickelt. Forscher und Lehrer werden hier vielfach Gedanken und Entwicklungen antreffen, die sie ihrem eisernen Gedächtnisbestande einverleiben werden, und auch der Feinschmecker wird reichlich auf seine Rechnung kommen.

**Sternhaufen.** Ihr Bau, ihre Stellung zum Sternsystem und ihre Bedeutung für die Kosmogonie. Von **P. ten Bruggencate.** Mit 36 Abbildungen und 4 Tafeln. VII, 158 Seiten. 1927. RM 15.—; gebunden RM 16.50  
(Band VII der Naturwissenschaftlichen Monographien und Lehrbücher, herausgegeben von der Schriftleitung der „Naturwissenschaften“.)

**Tabelle der Hauptlinien der Linienspektren aller Elemente nach Wellenlänge geordnet.** Von **H. Kayser,** Geheimer Regierungsrat, Professor der Physik an der Universität Bonn. VIII, 198 Seiten. 1926. Gebunden RM 24.—

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

# Fortschritte in der anorganisch-chemischen Industrie

dargestellt an Hand der Deutschen Reichspatente

Herausgegeben von

**Adolf Bräuer und J. D'Ans**

In Kürze erscheint:

Dritter Band: 1924—1927

Erste Abteilung

Bearbeitet mit Unterstützung von

**Josef Reitstötter**

und unter Mitwirkung von anderen Fachgenossen

Mit zahlreichen Textfiguren / III, 300 Seiten / 1928 / Etwa RM 30.—

(Die Abnahme der 1. Abteilung verpflichtet zum Kauf des ganzen Bandes)

Früher erschienen:

Erster Band. (1877—1917.) In drei Teilen.

Erster Teil. Mit zahlreichen Abbildungen. VIII, 1184 Seiten. 1921. RM 90.—

Zweiter Teil. Mit zahlreichen Abbildungen. IV, 1443 Seiten. 1922. RM 108.—

Dritter Teil. Mit zahlreichen Abbildungen. IV, 1285 Seiten. 1923. RM 100.—

Zweiter Band. (1918—1923.) In zwei Teilen.

Erster Teil. Bearbeitet mit Unterstützung von Josef Reitstötter und unter Mitwirkung von W. Bertelsmann, J. Billiter, H. Pauling, F. Pollitzer, B. Waeser. IV, 1196 Seiten. 1925. RM 96.—

Zweiter Teil. Bearbeitet mit Unterstützung von Josef Reitstötter und unter Mitwirkung von W. Bertelsmann, J. Billiter, F. Jost, B. Waeser. IV, 935 Seiten. 1926. RM 86.—

## Lunge-Berl Chemisch-technische Untersuchungsmethoden

Unter Mitwirkung zahlreicher Fachleute herausgegeben von

Ing.-Chem. Prof. Dr. **Ernst Berl**, Darmstadt

Siebente, vollständig umgearbeitete und vermehrte Auflage

In 4 Bänden

Erster Band: Mit 291 in den Text gedruckten Figuren, einem Bildnis und 85 Tafeln. XXXII, 1100 Seiten. 1921. Gebunden RM 36.—

Zweiter Band: Mit 313 in den Text gedruckten Figuren und 19 Tafeln. XLIV, 1412 Seiten. 1922. Gebunden RM 48.—

Dritter Band: Mit 235 in den Text gedruckten Figuren und 23 Tafeln als Anhang. XXXI, 1362 Seiten. 1923. Gebunden RM 44.—

Vierter Band: Mit 125 in den Text gedruckten Figuren. XXV, 1139 Seiten. 1924. Gebunden RM 40.—

Hierzu eine Beilage von S. Fischer Verlag, Berlin W 57, und zwei Beilagen vom Verlag Julius Springer in Berlin W 9

Verlag von Julius Springer, Berlin W 9 / Verantwortl. f. d. Anzeigenteil R. Sperling, Berlin-Schöneberg / Druck der Spamerschen Buchdruckerei, Leipzig