

6 h bei 6 bis 7° auf. Dabei bildet sich ein Gallertpfropfen von etwa 10 mm Höhe in den Röhrchen, welche mit dem Pfropfen vorsichtig aus dem erstarrten Gel herausgezogen werden.

Ein zweites größeres Becherglas b, das mit einem Deckel versehen ist, der in der Mitte ein Loch für das Thermometer, konzentrisch darum sechs Löcher für die mit Gelatine oder Leim präparierten Röhrchen und seitlich ein Loch für den Rührdraht besitzt, wird mit Wasser bis nahezu an den oberen Rand gefüllt.

Man hängt nun je drei der mit derselben Gelatine präparierten Glasröhren, wie aus Abb. 5 zu ersehen ist, in die sechs Löcher des Deckels des Gefäßes b und erwärmt langsam unter Rühren derart, daß für eine Temperatursteigerung von 1° genau 1 Minute nötig ist. Wenn die Gallerter schmilzt, wird sie in den Röhrchen durch den Wasserdurchdringung in die Höhe gehoben und die Temperatur in diesem Moment abgelesen. Versuche, das Wasser im Gefäß b durch eine organische Flüssigkeit ( $CCl_4$ ) zu ersetzen, ergaben, daß Wasser gleichmäßige und besser feststellbare Werte liefert.

Auch die einfache Tropfpunktsbestimmung im „Tropfpunktsbestimmer nach Ubbelohde“<sup>13)</sup> unter Anwendung 15%iger Gele, die vorher 2 Stunden bei 0° aufbewahrt wurden, hat sich als anwendbar erwiesen.

VII. Glutinbestimmung auf Grund der Gelatinierungsgeschwindigkeit. „Erstarrungszeitzahlen.“ Diese neuartige Methode<sup>14)</sup> ist Gegenstand eingehender Prüfung eines großen Kreises von Bearbeitern im Schoße des Leimprüfungsausschusses des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik, Berlin, gewesen<sup>15)</sup>. Man mißt dabei die Gelatinierungsgeschwindigkeit der auf pH 7–7,5 gebrachten Gelatine- bzw. Leimlösung, die man so weit verdünnt, daß die Erstarrung zwischen 20 und 30 Minuten bei 15° eintritt. Als Gelatinierungspunkt wird der Moment betrachtet, bei welchem die in Reagensgläsern be-

<sup>13)</sup> Erhältlich bei den Vereinigten Fabriken für Laboratoriumsbedarf, Berlin N 65, Scharnhorststraße 22.

<sup>14)</sup> Lenk, Collegium 1926, 572. Der Vorschlag, die nach dieser Methode gewonnenen Werte „Erstarrungszeitzahlen“ zu nennen, stammt von Prof. J. Eggert.

<sup>15)</sup> Zwanglose Mitteilungen des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik 1929 I. c.

findlichen Gallerter beim Umstülpen der Gläser keine Durchbiegung des Meniskus mehr zeigen. Man berechnet alsdann die „Erstarrungszeitzahl“ in Prozenten aus der Formel  $g = -0,55x + 1,8$ , wobei x den Logarithmus der Minutenzahl bedeutet. Aus der angewandten Verdünnung der Lösung des Präparates, bei welcher die Erstarrungszeit gemessen wurde, läßt sich alsdann die „Glutinkonzentration“ als Qualitätsmaß errechnen. Diese ohne besondere Apparatur durchführbare neue Methode besitzt ohne Zweifel einen gewissen Wert.

VIII. Fugenfestigkeitsprüfung. Es ist sattsam bekannt, daß die Prüfung der Festigkeit der Leimfuge, welche eigentlich das unmittelbare Maß für die Qualität des Leimes vorstellt, großen objektiven Schwierigkeiten begegnet. Die größte dürfte wohl diejenige sein, daß die Leimkraft auch weitgehend von dem zu verleimenden Material und nicht nur von der Qualität des Leimes abhängig ist. Als die zuverlässigste Methode kann derzeit die Rudeloffsche Methode<sup>16)</sup> bezeichnet werden, bei welcher nach einer genauen Vorschrift Rotbuchenklötzte bestimmter Abmessungen verleimt und durch eine Kraft, die senkrecht zur Fuge angreift, zerrissen werden.

Tatsächlich ergab sich nun, daß in der Bewertung von 15 verschiedenen Leimen, die in der Arbeit des wiederholt erwähnten Leimprüfungsausschusses in verschiedenen Laboratorien auf Viscosität, Gallertfestigkeit, Schmelzpunkt und „Erstarrungszeitzahlen“ geprüft wurden, eine lückenlose Übereinstimmung herrschte; die Graduierung einiger dieser Leime nach der Fugenfestigkeit zeigte hingegen gewisse Abweichungen von dem allgemeinen Ergebnis. Es handelte sich dabei vor allem um einen Knochenleim, der in Anbetracht der Wichtigkeit dieses Befundes wiederholt vom Staatlichen Materialprüfungsamt in Berlin-Dahlem geprüft wurde. Wenn es sich bei diesem Fall auch um eine seltene Anomalie zu handeln scheint, so zeigt er doch die Grenzen dessen an, was die „Kurzprüfverfahren“ für die Bewertung der Bindekraft der Leime leisten können.

[A. 115.]

<sup>16)</sup> M. Rudeloff, Mitt. a. d. Staatl. Materialprüfungsamt 36, 2 [1918]; 37, 33 [1919].

## Über die Verwendung der Abbeschen Zahl zur refraktometrischen Konstitutionsermittlung flüssiger organischer Verbindungen.

Von Dr. W. BIelenberg.

Chemische Abteilung des Braunkohlenforschungsinstitutes der Bergakademie Freiberg i. Sa.

(Eingeg. 29. April 1929.)

Die Spektrochemie organischer Verbindungen bedient sich in der Hauptsache

1. der Molekularrefraktion  $\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{\text{Mol.-Gew.}}{\text{Dichte}}$
2. der Molekulardispersion  $\left( \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} - \frac{n_1^2 - 1}{n_1^2 + 2} \right) \cdot \frac{\text{Mol.-Gew.}}{\text{Dichte}}$   
oder
3. des molekularen Brechungskoeffizienten  $\text{Mol.-Gew.} \cdot n_D^{20}$ .

Diese Ausdrücke enthalten sämtlich das Molekulargewicht, dessen Größe also entweder bekannt sein oder ermittelt werden muß. Wenn auch diese Bestimmung keine sonderlichen Schwierigkeiten bereitet, so erfordert sie immerhin einen fühlbaren Zeitaufwand. Für die schnelle Orientierung, z. B. bei der Untersuchung flüssiger Brennstoffe, würde eine Formel, welche die Kenntnis des Molekulargewichts nicht voraussetzt, den Vorzug

verdienen, wofür sie in ähnlichem Maße wie die genannten einen Einblick in die Konstitution gestattet.

Darmois<sup>1)</sup> hat nun

4. die spezifische Dispersion  $\frac{n - n'}{\text{Dichte}}$

vorgeschlagen, die in erster Linie von ihm für die Untersuchung von Erdölfraktionen vom  $Kp. < 150^\circ$  vorgesehen ist. Sie hat nach seinen Angaben für die einzelnen homologen Reihen verschiedene, aber jeweils nahezu konstante Größe und beträgt für

gesättigte aliphatische K-W-Stoffe . . .	$156 \cdot 10^{-4}$
gesättigte cyclische K-W-Stoffe . . . .	$154 \cdot 10^{-4}$
ungeättigte aliphatische K-W-Stoffe	
mit 1 Doppelbindung . . . . .	$190 \cdot 10^{-4}$
mit 2 Doppelbindungen . . . . .	$225 \cdot 10^{-4}$
aromatische K-W-Stoffe . . . . .	$300 \cdot 10^{-4}$

<sup>1)</sup> Compt. rend. Acad. Sciences 171, 952 [1920].

Die von ihm verwendeten Brechungsindices sind die für  $H_\gamma$  und  $H_\alpha$ . Nähero Angaben über die Auswertung dieser Konstanten für die Untersuchung flüssiger Brennstoffe sind von Darmois meines Wissens jedoch nicht gemacht worden. Die von ihm untersuchten Kohlenwasserstoffe sind nicht genannt; Fälle mit konjugierter Doppelbindung sind von ihm offenbar nicht berücksichtigt; ebenso fehlen die ungesättigten cyclischen Kohlenwasserstoffe.

Ich habe nun versucht, auf ähnlichem Wege zu dem oben skizzierten Ziel zu kommen. Das Abbesche Refraktometer gestattet bekanntlich in einfacher und schneller Weise die Bestimmung von  $n_D$  und  $n_F - n_C$ . Die daraus abzuleitende

$$5. \text{ Abbesche Zahl } v = \frac{n_D - 1}{n_F - n_C}$$

empfiehlt Löwe<sup>2)</sup> einer näheren Berücksichtigung; er spricht die Vermutung aus, daß sie für die Kennzeichnung von Erdölen wertvoll werden könnte. Dies schließt er offenbar aus den Angaben verschiedener Beobachter, wonach die bei Nichtbenutzung des Kompensators auftretenden Farbsäume bei den einzelnen Ölen verschiedene Breite aufweisen, d. h. also, daß die Öle verschiedene große Dispersion besitzen.

Da eine solche von Löwe vermutete Verschiedenheit in der Dispersion naturgemäß auf der verschiedenen chemischen Zusammensetzung der einzelnen Erdölsorten beruhen müßte, so erschien es mir zweckmäßig, die in Frage kommenden homologen Reihen darauf zu prüfen, ob überhaupt ein verwertbarer Parallelismus zwischen chemischer Natur einer Substanz und der Größe der zugehörigen Abbeschen Zahl besteht. Das ist nun tatsächlich in weitem Umfange der Fall. Ich habe an Hand der in den Tabellen von Landolt-Börnstein niedergelegten refraktometrischen Angaben die Abbesche Zahl für eine größere Reihe organischer Flüssigkeiten berechnet. Dabei hat sich ergeben, daß diese Zahl für die einzelnen homologen Reihen eine verschiedene, aber jeweils in verhältnismäßig engen Grenzen konstante Größe hat. In der nachfolgenden Tabelle habe ich summarisch einige der erhaltenen Resultate aufgeführt.

Tabelle 1.

Substanz	Anzahl und C-Zahl d. r. unters. Verbind.	v	$n_F - n_C$ *	$n_D$
Mehrkernige aromat.				
K-W-Stoffe . . . . .	5   C <sub>10</sub>	20	2800—3200	1,58—1,62
Styrole u. dergl. . . . .	9   C <sub>8</sub> —C <sub>12</sub>	24—31	1600—2400	1,51—1,55
Benzolhomologe . . . . .	15   C <sub>6</sub> —C <sub>10</sub>	30—35	1400—1700	1,49—1,50
Cycl. Diene (Konjug.) .	4   C <sub>6</sub> —C <sub>10</sub>	30—32	1500—1600	1,47—1,48
Cycl. Diene (Konjug. gestört) . . . . .	2   C <sub>10</sub>	35—38	1300	1,47
Aliph. Diene (Konjug.)	5   C <sub>4</sub> —C <sub>7</sub>	28—32	1400—1700	1,42—1,45
A'iph. Diene . . . . .	1   C <sub>5</sub>	41	1000	1,4
Cycl. Diene . . . . .	1   C <sub>10</sub>	42	1100	1,47
Olefine . . . . .	18   C <sub>5</sub> —C <sub>16</sub>	44—52	900	1,37—1,45
Cycloolefine . . . . .	4   C <sub>6</sub> —C <sub>10</sub>	47—49	900—1000	1,45—1,47
Acetylene . . . . .	2   C <sub>2</sub> —C <sub>3</sub>	40—50	900	1,40—1,42
Aliph. Amine . . . . .	6   C <sub>2</sub> —C <sub>8</sub>	48—54	700—1000	1,38—1,40
Aliph. Ketone . . . . .	7   C <sub>4</sub> —C <sub>8</sub>	51—57	700—800	1,37—1,42
Aliph. Aldehyde . . . . .	6   C <sub>2</sub> —C <sub>8</sub>	54—55	600—750	1,33—1,42
Aliph. Carbonsäuren .	8   C <sub>2</sub> —C <sub>5</sub>	56—57	700—800	1,37—1,42
Aliph. Alkohole . . . . .	18   C <sub>2</sub> —C <sub>8</sub>	56—58	600—750	1,36—1,43
Aliph. K-W-Stoffe . . . . .	15   C <sub>5</sub> —C <sub>12</sub>	57—58	600—700	1,36—1,42
Aliph. Ester . . . . .	15   C <sub>3</sub> —C <sub>10</sub>	57—59	600—700	1,36—1,41
Cycloparaffine . . . . .	3   C <sub>5</sub> —C <sub>7</sub>	57	700—750	1,41—1,43

\*)  $(n_F - n_C) \cdot 10^{+5}$ .

2) „Optische Messungen des Chemikers und des Mediziners“, S. 86, Verlag Steinkopff, Dresden 1925.

Man erkennt daraus, daß sich die einzelnen homologen Reihen zum Teil sehr erheblich voneinander unterscheiden. Da, wo dies nicht der Fall ist, bekommt man, eventuell durch die Mitbenutzung von  $n_D$  und  $n_F - n_C$ , hinsichtlich der Zugehörigkeit der betreffenden Flüssigkeit zu einer der Reihen ausreichende Klarheit. Inwieweit die Untersuchung von Mineralölen, also von Gemischen mit solchen Hilfsmitteln möglich sein wird, soll in weiteren Mitteilungen dargetan werden. Aus dem bisher bearbeiteten, relativ wenig umfangreichen Material sind natürlich Gesetzmäßigkeiten noch nicht herzuleiten. Ich möchte mich hier lediglich darauf beschränken, an einigen Beispielen zu zeigen, daß die Abbesche Zahl durchaus geeignet ist, feinere Konstitutionsunterschiede anzuzeigen, so daß sich die weitere Verfolgung etwa festzulegender Gesetzmäßigkeiten zweifellos verlorenen wird. Betrachten wir unter diesem Gesichtspunkte zunächst das Benzol und seine Hydrierungsprodukte.

Tabelle 2.

	v	$n_F - n_C$	$n_D$
1.	30,34	$1664 \cdot 10^{-5}$	1,50144/20°
2.	31,82	$1491 \cdot 10^{-5}$	1,47439/20°
3.	46,89	$949 \cdot 10^{-5}$	1,44507/22°
4.	56,62	$756 \cdot 10^{-5}$	1,42806/16,6°

Wie man sieht, prägt sich die Zahl der vorhandenen Doppelbindungen sehr deutlich aus. Ähnliches gilt für das Naphthalin und seine Hydrierungsprodukte; hier übt obendrein die Lage der Doppelbindung einen deutlich erkennbaren Einfluß aus.

Tabelle 3.

	v	$n_F - n_C$	$n_D$
1.	20,31	$2869 \cdot 10^{-5}$	1,58269/96,6°
2.	23,79	$2451 \cdot 10^{-5}$	1,58317/18,3°
3.	31,52	$1760 \cdot 10^{-5}$	1,55489/32,7°
4.	31,76/33,06	$1710 \cdot 10^{-5}$	1,54529/17,6°
5.	56,58	$849 \cdot 10^{-5}$	1,48035/18°

Bei 2 ist der  $\nu$ -Wert insofern interessant, als er in die Größenordnung des für Styrol (Tabelle 4) ermittelten Wertes fällt; die Lage der Doppelbindung in dem teilweise hydrierten Kern steht damit völlig in Einklang. Der  $\nu$ -Wert bei 3 läßt zwar einen Einfluß der noch vorhandenen Doppelbindung im hydrierten Kern kaum erkennen — seine Größe entspricht derjenigen der  $\nu$ -Werte für die Xylole —, ob aber nicht doch ein Einfluß dieser Doppelbindung vorhanden ist, wird sich erst an Hand einer genauen Nachprüfung des Brechungsindex entscheiden lassen. Eine solche Nachprüfung wird auch für die optischen Daten des Tetra-hydro-naphthalins wünschenswert sein, wenngleich die errechneten  $\nu$ -Werte sich hier durchaus in der zu erwartenden Größenordnung bewegen; die Tatsache, daß drei immerhin verschiedene Werte aus den vorhandenen Unterlagen erhalten wurden, macht jedenfalls eine Nachprüfung dieser Daten erforderlich. Der Wert für Dekahydro-naphthalin steht völlig mit der Cycloparaffinnatur des Körpers in Einklang; er bewegt sich in der gleichen Höhe wie die für die Paraffine und Cycloparaffine berechneten. Lediglich der Wert für  $n_D$  deutet darauf hin, daß es sich um eine andere als die beiden vorgenannten Reihen handeln muß.

Bei den Styrolen ist der optische Einfluß gestörter Konjugationen von v. Auwers und Eisenlohr<sup>3)</sup> an Hand der üblichen refraktometrischen Daten eingehend studiert worden, und die genannten Autoren haben dabei deutliche Gesetzmäßigkeiten auffinden können. Es interessierte mich nun, zu prüfen, ob die Abbesche Zahl hier mit analogem Erfolge zu verwenden ist. In

Tabelle 4.

	$\nu$	$n_F - n_C$	$n_D$	$\Sigma_D$	$ \Sigma_I - \Sigma_a $
1.	22,84	$2402 \cdot 10^{-5}$	$1,54849/19,8^0$	+0,97	+ 41%
2.	23,49	$2343 \cdot 10^{-5}$	$1,54967/18,7^0$	+1,06	+ 45%
3.	25,88	$2066 \cdot 10^{-5}$	$1,53492/19,8^0$	+0,54	+ 29%
4.	27,23	$1965 \cdot 10^{-5}$	$1,53496/19,7^0$	+0,57	+ 30%
5.	27,46	$1920 \cdot 10^{-5}$	$1,52733/19,6^0$	+0,59	+ 30%
6.	30,38	$1708 \cdot 10^{-5}$	$1,51897/19,4^0$	+0,34	+ 21%
7.	31,55	$1638 \cdot 10^{-5}$	$1,51677/18,7^0$	+0,37	+ 19%
8.	31,76	$1619 \cdot 10^{-5}$	$1,51422/17,5^0$	+0,37	+ 18%

die beistehende Tabelle 4 sind, wie oben, die von mir errechneten Werte aufgenommen; ferner wurden zum Vergleich die von v. Auwers und Eisenlohr beobachteten Exaltationen eingetragen.

Vergegenwärtigt man sich, daß kleine  $\nu$ -Werte einer starken Dispersion entsprechen und umgekehrt, so erkennt man unschwer einen Parallelismus zwischen den von v. Auwers und Eisenlohr gefundenen Exaltationen und den von mir errechneten  $\nu$ -Werten für die aufgeführte Reihe. Es wird Aufgabe weiterer Untersuchungen sein, die Beeinflussung der Abbeschen Zahl durch Störungen konjugierter Doppelbindungen an verschiedenen Körperklassen zu studieren und zu versuchen, diesen Einfluß zahlenmäßig festzulegen.

Zum Schluß möchte ich noch kurz auf die für die hydrierten Chinoline von mir errechneten  $\nu$ -Werte eingehen. v. Auwers und Kraul<sup>4)</sup>, deren Daten ich zur Ermittlung dieser Werte verwendet habe, haben diese Körperklasse eingehend untersucht. Es sind hierbei an Stelle der sonst verwendeten Brechungsindizes für die D-Linie ( $589,3 \mu\mu$ ) diejenigen für die gelbe Heliumlinie ( $587,6 \mu\mu$ ) benutzt worden. In Anbetracht der Tatsache, daß die beiden Wellenlängen sehr nahe zusammenliegen, ist ein wesentlicher Unterschied im Brechungsindex nicht vorhanden, so daß auch eine merkliche Auswirkung auf die Größe von  $\nu$  nicht in Frage kommt.

Tabelle 5.

	$\nu$	$n_F - n_C$	$n_{He}$	$\Sigma_B - \Sigma_a$
1.	20,18	$3115 \cdot 10^{-5}$	$1,62832/17,4^0$	+ 50%
2.	25,07	$2362 \cdot 10^{-5}$	$1,59266/14,6^0$	+ 41%
3.	31,39	$1756 \cdot 10^{-5}$	$1,55136/10,80$	+ 18%
4.	50,54	$965 \cdot 10^{-5}$	$1,48775/17,0^0$	+ 5%
5.	24,96	$2295 \cdot 10^{-5}$	$1,57276/20^0*$	
6.	31,43	$1600 \cdot 10^{-5}$	$1,50293/16,70^0*$	
7 a.	48,79	$911 \cdot 10^{-5}$	$1,44452/18,90^0*$	
7 b.	50,15	$754 \cdot 10^{-5}$	$1,37830/17,60^0*$	

\*) Brechungsindizes für die D-Linie

\*) Ztschr. physikal. Chem. 116, 456 [1925].

Die in vorstehender Tabelle verzeichneten Werte sind außerordentlich interessant. Körper von der unter 2 aufgeführten Form sind gewissermaßen Anilin-, die unter 3 Pyridin- und die unter 4 Piperidin-Homologe (bzw. entsprechen letztere den aliphatischen Aminen). Ich habe Vertreter dieser Körpergruppen vergleichsweise unter 5-7b angefügt. Wenn nach v. Auwers und Kraul die beobachteten Exaltationen mit diesen Verhältnissen durchaus übereinstimmen, so ist das, wie man ohne weiteres erkennt, in gleichem Maße für die  $\nu$ -Werte der Fall. Es zeigt sich auch hier eine bemerkenswerte Brauchbarkeit der Abbeschen Zahl für die Kennzeichnung von chemischer Natur und Konstitution.

Wenn nun auch naturgemäß aus dem vorerst noch geringen, von mir bearbeiteten Material weittragende Schlüsse nicht gezogen werden dürfen, so will es doch nach den bisherigen Ergebnissen scheinen, als ob die Abbesche Zahl und ihre Beziehungen zur Konstitution

ein eingehenderes Studium verdienen und lohnend machen. Berücksichtigt man, daß die für die sonst üblichen refraktometrischen Daten notwendigen Bestimmungen von Molekulargewicht und Dichte erspart werden können, und daß die optische Untersuchung gegebenfalls mit dem handlichen Abbe-Refraktometer vorgenommen werden kann<sup>5)</sup>, so erhellt, daß, falls sich die bisher festgestellten Beziehungen zwischen Konstitution und Abbescher Zahl noch weiterhin bestätigen und ausbauen lassen, die  $\nu$ -Werte ein außerordentlich bequemes Mittel zur schnellen Orientierung bieten werden. Die Arbeiten werden deshalb von mir fortgesetzt unter besonderer Berücksichtigung der Untersuchung flüssiger Brennstoffe, und ich hoffe, in Kürze darüber weiter berichten zu können.

[A. 97.]

<sup>5)</sup> Nach einer persönlichen Mitteilung von Herrn Dr. Löwe, Jena, dürfte die dabei erreichbare Genauigkeit für  $\nu$  etwa 1-1½% betragen.

## VERSAMMLUNGSBERICHTE

### Internationaler Kongreß der forstlichen Versuchsstationen am 23. Juli 1929 in Stockholm.

Prof. Dr. Julius Stoklasa, Prag: „Neue Ansichten über die Humusbildung im Acker- und Waldboden.“

Die biochemischen Prozesse im Acker- und Waldboden werden von der Qualität und Quantität des Humus, von der Anzahl und Aktivität der Mikroben und von der Radioaktivität des Bodens beeinflußt. Als erster hat der geniale schwedische Chemiker Berzelius im Jahre 1828 darauf aufmerksam gemacht, daß durch die Erkenntnis des Chemismus des Humus sich uns ungeahnte Wege zur Erhöhung der Produktion neuer lebender Pflanzenmasse erschließen werden. Erst heute nach 100 Jahren beginnen wir die Entstehung des Humus und die komplizierten biochemischen Prozesse, die sich im Acker- und Waldboden abspielen, eingehender zu studieren.

Die Destruktion der Hemicellulose, Cellulose, Lignocellulose, der Ligninstoffe, Pentosane und Pektinstoffe wird durch die Tätigkeit der Mikroorganismen hervorgerufen, und die Humifikation dieser Stoffe findet in schwacher Anaerobiose in den tiefen Schichten der Acker- und Waldböden statt.

In Anaerobiose und sogar auch in sauren Böden sind es namentlich die Ascomyceten, Basidiomyceten und Fungi imperfecti, welche durch die Enzyme Cellulose, Cytase und Lignolase die Cellulosen, Lignocellulosen und Ligninstoffe energisch abbauen. Eine sehr intensive Destruktionskraft zeigen die Enzyme, welche sich im Verdauungsapparate der Larven und Raupen der Parasiten der Waldbäume befinden. Es sind dies besonders die Raupen und Larven nachstehender Arten: Von den Lepidopteren sind zu erwähnen: Die Lasiocampidae, Sphingidae, Lymantriidae, Geometrinae, Tortricinae, Cossidae, und von den Coleoptera sind die wichtigsten die Curculionidae und die Scolytidae. Die Raupen und Larven dieser Parasiten verwenden die Hemicellulose, Cellulose, Lignocellulose, Ligninstoffe usw. als Material zum Aufbau neuer lebender Substanz. Aus den Exkrementen dieser Larven und Raupen läßt sich eine große Menge aktiver Bakterien isolieren, welche einen energischen Abbau der Hemicellulose, Cellulose, Lignocellulose, Ligninstoffe, Pentosane und Pektinstoffe hervorrufen. Sehr wichtig ist, daß diese Bakterien speziell die Ligninstoffe hydrolysieren und abbauen. Diese Erscheinung ist äußerst interessant, denn wir sehen, daß die angeführten Parasiten, die einerseits gefährliche Schädlinge der Waldbestände sind, auf der anderen Seite der Waldkultur sehr wertvolle Dienste leisten, da die Enzyme, die sich im Verdauungskanal ihrer Raupen und Larven befinden, sowie die in den Exkrementen ihrer Raupen und Larven enthaltenen Mikroben die Abbauprozesse der Nadel- und Laubdecke hervorrufen und die Hauptproduzenten des Humus sind. Auch die Larven der im Ackerboden lebenden Coleoptera, und zwar von Agriotes lineatus, Melolontha vulgaris, Haltica oleracea, Zabrus

Clairv., enthalten im Verdauungskanal Enzyme und in den Exkrementen Bakterien, welche die Lignocellulose und die Ligninstoffe hydrolysieren und abbauen, was für die biochemischen Vorgänge im Ackerboden von hoher Bedeutung ist. Der Abbau der Hemicellulose, Cellulose, Lignocellulose, Ligninstoffe, Pentosane und Pektinstoffe geht nur dann in vollem Maße vor sich, wenn Stickstoff in Form von Ammoniak und Salpetersäure, weiter Phosphor, Schwefel, Jod, Kalium, Magnesium, Eisen, Aluminium in leicht assimilierbaren Verbindungen im Acker- und Waldboden vorhanden sind. Beim Abbau der Hemicellulose, Cellulose, Lignocellulose, Ligninstoffe usw. findet stets die Bildung neuer lebender Mikrobenmasse statt. Mit dem Aufbau neuer lebender Mikrobenmasse hängen die Hydrolyse und der Abbau der Cellulosen, Lignocellulosen und Ligninstoffe zusammen. Diese liefern den Mikroben das Material für die Stoffwechsel- und Atmungsprozesse, und zwar für die normale und intramolekulare Atmung, und weiter dienen sie den Mikroorganismen zum Aufbau neuer lebender Moleküle. Der Organismus der Mikroben enthält in der Trockensubstanz 49,2 bis 51,8% Kohlenstoff. Diesen Kohlenstoff nehmen die Mikroorganismen aus den Produkten der Hydrolyse und des Abbaues der Cellulosen, Lignocellulosen und Ligninstoffe auf und benutzen ihn zur Synthese neuer lebender Substanz.

Durch die Enzyme der Mikroben werden Hydratationsprozesse hervorgerufen. Die Produkte der Hydrolyse werden weiter abgebaut, und zwar bildet sich zuerst Milchsäure, aus der Milchsäure entsteht Alkohol, aus diesem durch weitere Oxydation Acetaldehyd, dann Essigsäure, Methan, aus Methan Ameisensäure, die in Kohlendioxyd und Wasser zerfällt. Bei allen diesen durch die Peroxydasen, Oxydasen und Katalasen der Mikroben hervorgerufenen Oxydationsprozessen bilden sich Kohlendioxyd und Wasserstoff. Das Kohlendioxyd wird ausgeatmet, und der Wasserstoff reduziert in schwacher Anaerobiose die Abbauprodukte, wobei Kohlenstoff in elementarer Form ausgeschieden wird. Durch Einwirkung des Wasserstoffes findet in schwacher Anaerobiose ein Humifikationsprozeß statt. Vortr. hat ausdrücklich hervorgehoben, daß die reine Cellulose in den obersten Schichten des Acker- und Waldbodens fast vollständig mineralisiert wird, und daß aus der reinen Cellulose in den obersten Schichten wenig Humus gebildet wird. Die Humusbildung findet größtenteils aus Lignocellulose und Ligninen statt, welche wir als das eigentliche Hauptmaterial für die Humusbildung ansehen müssen. Wie aus den ganzen biochemischen Prozessen, welche sich im Acker- und Waldboden abspielen, hervorgeht, ist der Humus eigentlich ein Nebenprodukt der Atmung der Mikroben.

Durch synthetische Prozesse bildet sich aus den abgebauten Pentosen, Hexosen und Polysacchariden und aus Stickstoff in Form von Ammoniak, Phosphor in Form von Phosphorsäure, Kalium in Form von Kalisalzen und Eisen in Form von Ferro- und Ferrisalzen neues lebendes Mycoplasma der ganzen Reihe von Mikroben. Diese Zellsubstanz der Mikroben verbindet sich mit den Abbauprodukten der Hemicellulose, Cellulose, Ligno-