

Gesellschaft. Es ist notwendig, in den rasch herauskommenden Berichten zu publizieren; in den Annalen zu erscheinen, ist eine Ehre.

Die Annalen, Zeitschrift der Klassiker, suchen die großen Linien des Fortschritts durch Auslese abgeschlossener Arbeiten aus allen Gebieten der Chemie

zu zeichnen. So bleiben sie der Kennzeichnung Volhard's treu: nach ihm „durf man kühnlich sagen, daß für ausführliche Mitteilung fertiger d. h. bis zu einem gewissen Grad experimentell abgeschlossener Arbeiten die Annalen noch heute als das führende Organ gelten“. Und so möge es in kommenden Jahren sein. [A. 11.]

## Wachstumsstoffe und biochemische Aktivatoren<sup>1)</sup>.

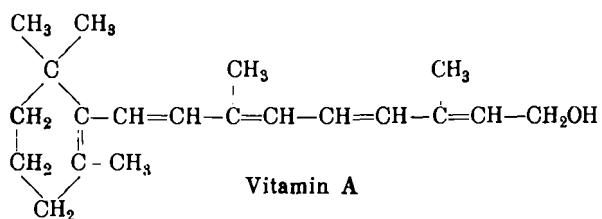
Von Prof. Dr. phil. et med. h. c. H. von Euler, Stockholm.

(Eingeg. 24. Januar 1932.)

Das Wachstum ist ein chemischer Erscheinungskomplex von größter Mannigfaltigkeit. Immer mehr physiologische Tatsachen werden bekannt, welche zeigen, daß Neubildung und Aufbau der Zellen und Gewebe aus den Komponenten vermittelt werden durch eine Reihe von unentbehrlichen Hilfsstoffen vom Charakter der Vitamine und Aktivatoren.

Über Wirkungsweise und Ort des Eingreifens der Wachstumsfaktoren ist noch wenig bekannt, hier liegen wichtige Aufgaben der Biochemie. Bemerkenswerte Fortschritte sind bereits gemacht worden in der chemischen Erforschung dieser Stoffe selbst, und der folgende Bericht betrifft einige Aktivatoren des Wachstums und des damit eng verknüpften Kohlenhydratabbaus.

Was die fettlöslichen Wachstumsvitamine betrifft, so sei nur daran erinnert, daß vor einigen Jahren das Carotin als der Ausgangsstoff für das Wachstumsvitamin A erkannt wurde, und daß nach neueren Ergebnissen<sup>1)</sup> wenigstens noch ein weiteres Carotinoid an der Entwicklung der tierischen Substanz beteiligt ist. Das aus dem Carotin entstehende Vitamin A konnte Karrer aus hochaktiven Fischleberextrakten isolieren und hat dessen chemische Eigenschaften vorläufig durch folgende Formel zum Ausdruck gebracht:



Unter den wasserlöslichen Stoffen ist in erster Linie die B-Gruppe zu erwähnen, welche jedenfalls aus drei Komponenten, wenn nicht noch mehr, besteht. In allerneuester Zeit sind an dem zuerst bekanntgewordenen Stoff dieser Gruppe, dem anti-neuritischen Vitamin B<sub>1</sub>, von Jansen und von Windaus entscheidende Fortschritte gemacht worden. Auch die beiden übrigen sind, durch englische Forscher, Chick, Peters, Reader, im wesentlichen charakterisiert. Für höhere Tiere scheinen ja alle drei B-Komponenten unentbehrlich zu sein.

### 1. Wasserlösliche Wachstumsfaktoren.

Es ist bald gefragt worden, ob die Gruppe B, die sich ja in der Hefe reichlich vorfindet, für Mikroorganismen und auch für höhere Pflanzen eine wesentliche physiologische Rolle in Zusammenhang mit dem Wachstum spielt. Darüber ist bisher noch nichts Sichereres bekanntgeworden, und es handelt sich in erster Linie

darum, die Beziehungen dieser Stoffe zu einem für Pflanzen als wichtig nachgewiesenen Faktor „Bios“ festzustellen. Unter den Namen Bios hat Wildiers 1901 einen Stoff beschrieben, ohne welchen Hefe sich auf synthetischem Nährboden nicht vermehren kann, also einen Wachstumsstoff für Hefe. Was diesen Faktor Bios betrifft, so sind auch in neuerer Zeit wieder mehrere Arbeiten über die Entwicklung der Hefe in synthetischer Nährösung erschienen<sup>2)</sup>; unter diesen ist die von Copping<sup>3)</sup> zu erwähnen, durch welche gezeigt wird, daß wilde Hefen einen viel geringeren Bedarf an Wachstumsstoff haben als Kulturhefen.

Nachdem Wehnelt und Haberlandt auf die Existenz von Wachstumsstoffen in höheren Pflanzen geschlossen hatten, gelang es Went<sup>4)</sup>, aus abgeschnittenen Coleoptilspitzen von Hafer einen solchen Wachstumsfaktor zu extrahieren. Er ließ die abgeschnittenen Coleoptilspitzen auf kleinen Agarblöcken stehen und zeigte, daß diese nach kurzer Zeit den Wachstumsstoff enthalten.

Dann hat Nielsen<sup>5)</sup> einen speziellen in gewissen Pilzen, besonders in Rhizopus suinus gefundenen Wachstumsstoff beschrieben, den er Rhizopin nennt, und welcher durch folgende Eigenschaften gekennzeichnet ist: Löslich in Wasser, Äther, Alkohol und Aceton. Kann durch Oxydation zerstört werden, ist aber thermostabil. Ein gereinigtes Präparat war in Mengen von  $1/100 \gamma$  wirksam. Das Rhizopin kommt, wie Nielsen<sup>6)</sup> fand, ebenfalls in der Hefe vor.

Setzten wir zu einer synthetischen Nährösung (Zucker, Ammoniumsalze und Salzmischung), welche an sich das Wachstum der Hefe nicht ermöglicht, Wasser, in welchem Coleoptilspitzen gelegen hatten, so fanden wir<sup>6)</sup> starkes Hefewachstum, entsprechend dem von Nielsen beobachteten Coleoptilwachstum.

Alles scheint dafür zu sprechen, daß dieser Wachstumsfaktor bzw. das Rhizopin dem „Bios“ von Wildiers sehr nahe steht. Da das „Rhizopin“ auch die Gärung der lebenden Hefe fördert, so dürfte Nielsen<sup>6)</sup> Präparat aus Rhizopus suinus auch Z-Faktor enthalten haben, außerdem Hormone.

Um die Nomenklatur auf diesem Gebiet und besonders die gerade jetzt sehr lebhafte Diskussion über wasserlösliche Wachstumsfaktoren zu vereinfachen, haben Euler und Philipson den Vorschlag gemacht, sämtliche — tierische und pflanzliche — wasserlösliche Wachstumsfaktoren mit

<sup>1)</sup> Vgl. Tanner, Chem. Rev. 1, 397 [1925].

<sup>2)</sup> Copping, Biochemical Journ. 23, 1050 [1929].

<sup>3)</sup> Went, Rec. trav. bot. Néerl. 25, 1 [1929].

<sup>4)</sup> Nielsen, Planta 6 [1928]; Jahrb. wiss. Bot. 73, 125 [1930].

<sup>5)</sup> Nielsen, Ztbl. Bakter., Parasitenk. II, Abt. 82, 69 [1930].

<sup>6)</sup> Euler u. Philipson, Biochem. Ztschr. 244 [1932].

<sup>7)</sup> Nielsen, Ztbl. Bakter., Parasitenk. II. Abt. 82, 69 [1930].

<sup>1)</sup> Auszug aus einem in der Kaiser Wilhelm-Gesellschaft, Harnackhaus, Berlin-Dahlem, am 10. Dezember 1931 gehaltenen Vortrag.

<sup>2)</sup> Euler, Karrer u. Rydberg, Helv. chim. Acta 14, 1428 [1928]. Euler u. Klussmann, Sv. Vet. Akad. Arkiv f. Kemi 10 B, Nr. 20.

dem Buchstaben B zu bezeichnen. Die Bezeichnungen der wasserlöslichen Wachstumsvitamine, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> usw., bleiben dadurch vollkommen ungeändert.

Die auf Pflanzen wirksamen Wachstumsfaktoren werden durch den Zusatzbuchstaben P, also unter der Bezeichnung BP zusammengefaßt, und als Index für dieselben soll bis auf weiteres das Material angegeben werden, an welchem der betreffende Wachstumsstoff als wirksam geprüft worden ist, also z. B. BP<sub>Hefe</sub>.

#### Wachstumsfaktoren.

Tier: Carotin; Vit. A, Vit. B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, Y.

Pflanze: BP. (B [?] und Carotinoide [?]).

Gärungsfaktoren für leb. Hefe: Z<sub>1</sub> und Z<sub>2</sub>.

Nach Lucas<sup>10)</sup> läßt sich der Faktor „Bios“ in zwei Komponenten aufteilen, und zu einem analogen Ergebnis ist auch Kerr<sup>11)</sup> gekommen, so daß man diesen Autoren zufolge mit 2 BP-Faktoren zu rechnen hätte<sup>12)</sup>. In dieser Hinsicht möchte ich nicht unterlassen, folgendes zu betonen: Daß die sogenannten Wachstumsfaktoren das Wachstum als Gesamtorgang katalysieren, ist eine zwar naheliegende, aber unbewiesene Hypothese. Jedenfalls bleibt eingehend zu untersuchen, ob die Extrakte, durch welche die BP-Wirkung ausgeübt wird, nicht eine größere Menge von Stoffen enthalten, welche die Synthesen von pflanzlichen Körperbestandteilen günstig beeinflussen und dadurch Umsatz und Aufbau fördern. Unter diesen vielen BP-Bestandteilen kann natürlich der eine oder andere überwiegend lebenswichtig sein, so daß die übrigen verhältnismäßig schwerer erkennbar sind. Beim Gärungsfaktor Z dürfte die Zahl der Komponenten schon wesentlich geringer sein, wenn auch die Möglichkeit besteht, daß Z-Lösungen und BP-Lösungen die eine oder andere Komponente gemeinsam besitzen.

Am Zuwachs der höheren Tiere, welcher bekanntlich in erster Linie durch das fettlösliche Vitamin A bestimmt wird, sind außerdem noch Hormone beteiligt, und zwar ist bis jetzt Tyroxin hier näher geprüft worden, und die Sexualhormone sind in den Kreis der Untersuchung gezogen. Wie die Wirkung dieser Sexualhormone mit derjenigen des Carotins und besonders des Xanthophylls und Zeaxanthins verknüpft ist, ist Gegenstand des Studiums in meinem Institut. Es würde zu weit führen, hier auf die bis jetzt gewonnenen Resultate näher einzugehen.

#### 2. Die Faktoren Z.

Den Wachstumsfaktoren am nächsten scheinen die Gärungsfaktoren für lebende Hefe zu stehen, welche die Bezeichnung „Aktivatoren Z“ erhalten haben<sup>14)</sup>. Sie sind von den Wachstumsfaktoren BP dadurch deutlich unterschieden, daß sie die Gärungsgeschwindigkeit steigern, ohne daß die Zellzahl vermehrt wird. Ihre Wirksamkeit wird an frischer Brennerei-Oberhefe gemessen, während sie am besten aus Brauerei-Unterhefe gewonnen werden. An Weinhefen wurden die Z-Faktoren kürzlich von Briscoe und Genevois<sup>15)</sup> nachgewiesen; sie fanden Z im Traubensaft. (Auch tierische Gewebe und Flüssigkeiten, wie z. B. Leber und Urin, bilden ein gutes Ausgangsmaterial für die Bereitung von Z-reichen Lösungen.)

<sup>10)</sup> Lucas, Journ. physical Chem. 28, 1180 [1924].

<sup>11)</sup> Kerr, Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 25, 344 [1928].

<sup>12)</sup> Siehe hierzu auch die Arbeiten von B. Suzuki u. Mitarb., Proc. Imp. Acad. Tokyo, 1930/31. — Ferner Williams u. Bradway, Journ. Amer. chem. Soc. 53, 783 [1931].

<sup>14)</sup> Euler u. Swartz, Ztschr. physiol. Chem. 140, 146 [1924]. Euler u. Myrbäck, ebenda 141, 297 [1924].

<sup>15)</sup> Briscoe u. Genevois, Compt. rend. Soc. Biologie 107, 865 [1931].

Die Z-Aktivatoren sind ausgezeichnet durch ihre hohe Temperatur-Stabilität: ihre Lösungen können sowohl in stark saurer Lösung ( $\text{pH} > 1$ ) wie auch in alkalischer Lösung ( $\text{pH} < 12$ ) längere Zeit auf 100° erhitzt werden ohne erhebliche Verminderung der Aktivität. Längere Autolyse in Gegenwart von Toluol, welche die Co-Zymase zerstört, ist auf die Z-Faktoren ohne Einfluß. Beide Z-Komponenten sind durch Collodiummembranen dialysierbar und sind auch in starkem Alkohol ziemlich leicht löslich.

Frühzeitig<sup>16)</sup> wurde vermutet, daß eine Z-Komponente zum Inosit in Beziehung steht; bindende Beweise haben sich indessen noch nicht dafür beibringen lassen.

Durch Behandlung von Z-Lösungen mit Bleiacetat konnte dieser Gärungsfaktor in zwei Komponenten zerlegt werden<sup>17)</sup>, von denen

Z<sub>1</sub> durch  $\text{Fe(OH)}_3$  fällbar ist, während die Komponente Z<sub>2</sub> im Filtrat verbleibt.

Durch welchen besonderen Effekt die Z-Aktivatoren die Gärung der Hefe beschleunigen oder an welcher Teilreaktion sie mitwirken, ist noch unbekannt. Es lag nahe, anzunehmen, daß sie die Gärung auf Kosten der Atmung hervorbreten lassen; dies ist aber nicht der Fall, wie aus bemerkenswerten Versuchen von Meyerhof und Iwasaki<sup>18)</sup> hervorgeht, welche den Z-Effekt bestätigten konnten.

Die Faktoren Z sind — dies ist ein wesentliches Kennzeichen — nur gegen lebende Hefe wirksam, getrocknete Hefe, auch solche mit unveränderter Gärkraft, wird durch den Z-Komplex nicht beeinflußt.

#### 3. Die Co-Zymase.

Dadurch unterscheidet sich derselbe von dem wichtigsten Aktivator der Hefe, dem von Harden 1905 gefundenen Coenzym der alkoholischen Gärung, kurz Cozymase genannt.

Die von der Hefezelle abgetrennten Gärungsenzyme sind wirkungslos, wenn sie nicht durch die temperaturbeständige Cozymase ergänzt werden. Es war eine wichtige Entdeckung von Meyerhof, daß ein solcher Stoff auch im Muskel vorkommt. Unter den übrigen Organen und Zellen, in welchen Cozymase reichlich enthalten ist, möchte ich besonders die roten Blutkörperchen hervorheben. Hier scheint der Nachweis, daß gerade in Vogelblut, dessen Atmungsintensität ja bekanntlich sehr hoch ist, der Cozymasegehalt einen besonders hohen Wert annimmt, von Bedeutung<sup>19)</sup>.

Es ist nun kaum ein Zweifel, daß die Cozymase der Tiere mit derjenigen der Pflanzen identisch ist. Sie hat sich als der allgemeine unentbehrliche Aktivator des biologischen Kohlenhydratabbaues bei Atmung und Gärung erwiesen. Man kann eine Lösung dieses Aktivators leicht aus Hefe gewinnen, indem man Hefe trocknet und unter gewissen Vorsichtsmaßregeln das Trockenpräparat auswäsch. Die so ausgewaschene Hefe, die Apozymase, ist dann erst nach Zusatz der Co-Zymase wieder gärungswirksam.

Die Kenntnis der chemischen Natur dieses Aktivators ist eine Voraussetzung für das chemische Verständ-

<sup>16)</sup> Euler u. Johansson, Svensk Kem. Tidskr. 40, 209 [1928]. Euler u. Brunius, Sv. Brygg. Förl. Månadsbl. 43 [1928].

<sup>17)</sup> Philipson, Ztschr. physiol. Chem. 193, 15 u. 181 [1930]. Euler u. Philipson, ebenda 198, 1 [1931].

<sup>18)</sup> Meyerhof u. Iwasaki, Biochem. Ztschr. 226, 16 [1930].

<sup>19)</sup> Euler u. Nilsson, Ztschr. physiol. Chem. 162, 63 [1926].

nis des Verlaufs des Kohlenhydratstoffwechsels, und vermutlich gleichzeitig anderer Stoffwechselvorgänge, an deren Regulierung er beteiligt ist.

Eine gewisse Schwierigkeit bei dieser Untersuchung liegt in der Beschaffung des Materials: aus 100 kg Hefe ist 1 g Co-Zymase gewinnbar. Des weiteren erschwert die außerordentlich große Wasserlöslichkeit dieses Stoffes und seiner Salze die Kristallisationen. Immerhin ist es gelungen, besonders durch die vieljährigen Arbeiten meines Kollegen Myrback, die Zugehörigkeit der Cozymase zu den Nucleotiden mit Sicherheit festzustellen; Cozymase enthält Adenin, einen einfachen Zucker und Phosphorsäure in molekularen Verhältnissen.

Aus der Cozymase wurde ein kristallisierendes Strychninsalz dargestellt, ferner ein Bariumsalz, aus dem nach mehrfacher Umfällung die Cozymase mit fast unveränderter Wirksamkeit zurückgewonnen werden konnte. Deswegen halten wir es für sehr unwahrscheinlich, daß unser Nucleotid seine Wirksamkeit etwa einer ihm anhaftenden Verunreinigung verdankt, und wir sprechen es also — mit den stets gemachten Vorbehalten — als eine Adenosyl-Phosphorsäure an<sup>20</sup>).

Behandelt man eine sehr hoch gereinigte Cozymase, deren Aktivität diejenige des Ausgangsmaterials um etwa das Tausendfache übertrifft, mit salpetriger Säure, so kann man dadurch die Aminogruppe des Adeninrestes unserer Substanz durch Hydroxyl ersetzen, der Adeninrest geht in den Hypoxanthinrest über. Das Bariumsalz des Reaktionsproduktes stimmt nun nicht nur seiner elementaren Zusammensetzung und seinem Kristallwassergehalt, sondern auch seiner Kristallform nach mit Bariumsalz der Inosinsäure überein.

Hier muß nun erwähnt werden, daß Embden in der tierischen Muskel eine Adenylsäure (Adenin-ribosephosphorsäure) von der gleichen Zusammensetzung aufgefunden hat, welche in tierischen Geweben eine wichtige Rolle spielt, indem sie — mit anderen Substanzen — die Tätigkeit der Muskeln regelt.

Während nun alle Versuche dahin übereinstimmen, daß die Muskel-Adenylsäure von Embden weder Gärung noch Glykolyse aktivieren kann, liegen die Verhältnisse hinsichtlich der Adenosintriphosphorsäure Lohmanns nicht so einfach. Wie im Meyerhofschen Institut festgestellt worden ist, vermag die Adenosintriphosphorsäure den normalen Kohlenhydratabbau im Muskel zu aktivieren, verhält sich also in dieser Hinsicht wie die Cozymase.

Andererseits hat sich in zwei voneinander gänzlich unabhängigen Untersuchungen (von K. Myrback<sup>21</sup>) und R. Nilsson<sup>22</sup>) herausgestellt, daß die Adenosintriphosphorsäure auf Hefe jedenfalls eine sehr viel kleinere Wirkung ausübt als die Cozymase, und im Anschluß daran, daß die verschiedenen Präparate von Adenosintriphosphorsäure hinsichtlich ihrer Aktivität stark wechselten, und daß ein Präparat von hochgereinigter Adenosintriphosphorsäure ohne jede Aktivität gefunden wurde.

Will man diese Befunde mit den neuesten Ergebnissen von Meyerhof in Übereinstimmung bringen, so bleibt nichts anderes übrig, als trotz vieler Bedenken sich der von Lohmann<sup>23</sup>) geäußerten Meinung anzuschließen, daß die Aktivierung des Kohlenhydratabbaues im Muskel in anderer Weise erfolgt als derjenige in der Hefe und damit wohl in den pflanzlichen Zellen überhaupt.

<sup>20</sup>) Myrback u. Euler, Ztschr. physiol. Chem. 203, 143 [1931].

<sup>21</sup>) Euler u. Myrback, ebenda 199, 189 [1931].

<sup>22</sup>) Nilsson u. Euler, ebenda 204, 204 [1932].

<sup>23</sup>) Lohmann, Biochem. Ztschr. 237, 445 [1931].

Sichergestellt scheint es, daß die Cozymase in Tier und Pflanze in den Anfangsstadien des Zuckerabbaues in die mit der Phosphorylierung verbundene Oxydo-Reduktion eingreift, und damit scheinen auch neue interessante Versuche von Warburg<sup>24</sup>) in Übereinstimmung zu stehen.

#### 4. Magnesium und Co-Carboxylase.

Bis vor kurzem war man der Meinung, daß die von Cozymase befreite Hefe an gärungswirksamen Stoffen nur noch die Enzyme selbst enthalte. Demgegenüber sind wesentliche Fortschritte zu verzeichnen. Man weiß seit einigen Jahren, daß die Phosphatase, welche organische Phosphate spaltet, von Magnesium aktiviert wird, und damit hängt wohl ein neuer Befund von Lohmann zusammen, daß ohne Magnesium weder Glykolyse noch Gärung zustande kommt. In 1 g sog. Apozymase fanden wir 2,4 mg Magnesium, und etwa ebensoviel hat sich zur Reaktivierung des Restes als notwendig erwiesen.

Mit Cozymase und Magnesium ist aber die Zahl der zur Zuckerspaltung notwendigen Aktivatoren noch nicht erschöpft. Behandelt man die von Cozymase und Magnesium befreite Hefe mit sehr schwach alkalischem Phosphat (pH = 7,8), so gelingt es, unter gewissen Vorsichtsmaßregeln einen für die Gärung notwendigen weiteren Stoff auszuwaschen, ohne die Enzyme der Hefe zu zerstören. Setzt man der so behandelten Hefe die Waschflüssigkeit + Cozymase + Mg wieder zu, so wird die Gärfähigkeit wiederhergestellt. Das Waschwasser kann gekocht werden; was nach dem Abdampfen zurückbleibt, ist aber nicht glühbeständig, es enthält also, wie Auhagen<sup>25</sup>) fand, einen nicht enzymatischen organischen Aktivator, zunächst Cozymase II genannt.

Man kann vermuten, daß sich der Hefe, wie auch anderen Mikroorganismen noch weitere derartige Aktivatoren entziehen lassen. Für den von allen diesen befreiten Enzymkomplex wollen wir den Buchnerischen Namen Zymase reservieren, während die mit allen natürlichen Aktivatoren versehene Zymase Panzymase oder Holozymase und der nach Abscheidung der bekannten Aktivatoren übrige Rest Athiozymase heißen soll.

$$\begin{array}{l} \text{Holozymase} \\ \text{oder Panzymase} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} = \text{Zymase} + \text{Aktivatoren} \\ = \text{Apozymase} + \text{Cozymase} \\ = \text{Athiozymase} + \text{Co-Carboxylase} + \text{Mg} \\ \quad + \text{Cozymase.} \end{array} \right.$$

Nach einer wichtigen Entdeckung von Neuberg enthält die Hefe ein Enzym, welches die Brenztraubensäure in Acetaldehyd und CO<sub>2</sub> spaltet; dieses Enzym, die Carboxylase, spielt vermutlich eine wesentliche Rolle bei Gärungen. Auhagen hat nun gefunden, daß Athiozymase + Mg + Cozymase im Gegensatz zur Apozymase nicht mehr allein imstande ist, Brenztraubensäure zu vergären, wohl aber nach Zusatz des Hefenkochsaftes, welcher den neuen Aktivator enthält; seine vorläufige Bezeichnung wurde deshalb durch Co-Carboxylase ersetzt. Durch eine Reihe von Reinigungsverfahren hat Auhagen die Co-Carboxylase bereits auf den 150fachen Betrag anreichern können.

Es zeigte sich bald, daß die über Blei- und Ba-Salze gereinigten Lösungen von Co-Carboxylase nicht imstande waren, die Gärkraft von Athiozymase wiederherzustellen. Die CO<sub>2</sub>-Entwicklung aus Glucose-Lösung blieb vollständig aus, wenn nicht außerdem für die Gegenwart von Acetaldehyd gesorgt wurde. Acetaldehyd kann

<sup>24</sup>) Warburg u. Christian, Biochem. Ztschr. 242, 206 [1931].

<sup>25</sup>) Auhagen, Naturwiss. 19, 916 [1931]. Ztschr. physiol. Chem. 204, 149 [1932].

auch durch Brenztraubensäure ersetzt werden; deswegen kann die Vergärung der Brenztraubensäure durch die Athiozymase + Co-Carboxylase auch bei anfänglicher Abwesenheit von Acetaldehyd beginnen; durch Zugabe einer für die Glucosevergärung optimalen Aldehydmenge wird die carboxylatische Spaltung sogar etwas gehemmt.

Zu den großen Substanzgruppen, welche in Wachstum und Entwicklung eingreifen, gehören zweifellos auch die durch die klassischen Arbeiten von Willstätter und Hans Fischer so weitgehend bekanntgewordenen Porphyrine, die nicht nur dem Chlorophyll und dem Blutfarbstoff zugrunde liegen, sondern auch in Katalase, Peroxydase, Cytochrom und in Warburgs „sauerstoffübertragendes Ferment der Atmung“ eingehen. —

### 5. Probleme.

Schon diese unvollständige Darstellung zeigt, wie zahlreiche Aktivatoren — außer den Vitaminen — direkt am Wachstum beteiligt sind oder helfen, die zum Wachstum notwendige Energie als Aktivatoren der Atmung und Gärung zu liefern.

Die Frage liegt nahe, in welches Stadium der Entwicklung pflanzlicher und tierischer Individuen die Wachstumsfaktoren zuerst eingreifen. Eine Antwort allgemeinerer Art läßt sich hierauf gegenwärtig nicht geben, aber es ist nicht ohne Interesse, daß Stoffe dieser Art in Organen, welche vorzugsweise die Träger der Entwicklung sind, reichlich vertreten sind, und ich will in dieser Hinsicht nur auf zwei neuere Ergebnisse hinweisen, nämlich auf die Beteiligung der in allen Eiern

vorkommenden Carotinoide der Xanthophyllgruppe [ihr Vorkommen in Vogeleiern ist durch Willstätter und Escher<sup>26)</sup> sowie neuerdings durch Kuhn<sup>27)</sup> nachgewiesen und studiert worden] an der Entwicklung höherer Tiere<sup>28)</sup> und ferner auf die Tatsache, daß Samen (Cotyledonen und Schalen) von Gräsern in den ersten Keimungstagen reich an Wachstumsfaktoren und an Co-Enzym sind, und Xanthophyll enthalten<sup>29)</sup>, während Chlorophyll und dessen unmittelbare Vorgänger (Protochlorophyll u. a.) noch nicht auftreten.

Die Mikrochemie lehrt uns, immer kleinere Stoffmengen zu erkennen, und dadurch lassen sich manche entwicklungschemischen Probleme bereits mit einiger Aussicht auf Erfolg angreifen. So ist die Hoffnung vorhanden, daß das Studium der Entstehung der Vitamine und Aktivatoren eine Brücke zu schlagen hilft zwischen der Chemie und denjenigen biologischen Wissenschaften, die am unmittelbarsten unser menschliches Interesse in Anspruch nehmen, nämlich die Erblichkeitsforschung und die Lehre von der Entwicklung lebender Einheiten.

[A. 7.]

<sup>26)</sup> Willstätter u. Escher, Ztschr. physiol. Chem. 76, 214 [1911].

<sup>27)</sup> Kuhn u. Smakula, ebenda 197, 161 [1931].

<sup>28)</sup> Euler, Karrer u. Rydberg, Helv. chim. Acta 14, 1428 [1931].

<sup>29)</sup> Euler, Burström u. Hellström, Svensk Kem. Tidskr. 44, 23 [1932]. Über den Wachstumsfaktor der Reiskleie siehe auch B. Suzuki, Matsusita u. Asaki, Proceed. Imp. Acad., Tokyo 6 [1930]. Auch hier wie bei unseren Versuchen zeigen sich die nahen Beziehungen zwischen B und BP.

## Studien zur Holzkonservierung. II.

Von Prof. Dr. CARL G. SCHWALBE, Eberswalde.

Holzforschungsinstitut der Forstlichen Hochschule Eberswalde.

(Eingeg. 17. November 1931.)

Über Holzkonservierung wurde im Jahre 1927 berichtet<sup>1)</sup>). Das seinerzeit erwähnte Drucktränkverfahren für „grünes“, waldfeuchtes Holz ist inzwischen weiterentwickelt worden, und einige damit gewonnene Ergebnisse sollen hier mitgeteilt werden.

Das Drucktränkverfahren ist eine Weiterentwicklung des alten Boucherie-Verfahrens, bei welchem die grünen Stämme von der Stammbasis aus in die Hirnfläche hinein mit Lösungen von Kupfervitriol imprägniert wurden. Die Imprägnierung geschieht unter dem Druck von 1 at, den man durch Aufstellung des Vorrats-

vornehmen und sie so vor dem Pilzfraß bewahren. Bei den in ihrem Ergebnis nachstehend beschriebenen Versuchen wurde Kohlensäuredruck angewendet, als Tränkflüssigkeit diente 1%ige Fluornatriumlösung. Fast unmittelbar nach Beginn der Druckpressung tropft an dem der Eintrittsstelle entgegengesetzten Ende des Stamms der Holzsaft heraus. Je nach der Länge des Stamms ist in 12 bis 24 h die Durchtränkung vollendet mit einem Aufwand von 7 bis 10 l Tränkflüssigkeit je laufenden Meter Stammlänge.

Die durchtränkten Stämme sind unmittelbar nach der Tränkung, aber auch nach einer Lagerdauer von drei Jahren mit folgenden Ergebnissen untersucht worden:

**Die Zusammensetzung der Abtropfflüssigkeiten:** Bei der Durchtränkung wird der Holzsaft aus den Gefäßbahnen herausgetrieben und allmählich durch Fluornatriumlösung ersetzt. Bei mittlerer Stammlänge von 5 bis 10 m müssen durchschnittlich 20 bis 30 l Holzsaft abtropfen, bevor Fluornatrium in den Abtropfflüssigkeiten nachweisbar wird. Die Menge des Fluornatriums steigert sich mit der Menge der eingepreßten Flüssigkeit, bis sie bei großen Flüssigkeitsmengen, z. B. 80 l auf einen 5-m-Stamm oder 200 l auf einen 9-m-Stamm, die hohe Fluornatriumkonzentration von 0,9 und 0,7% in der Abtropfflüssigkeit erreicht. Diese enthält außer Fluornatrium von Anfang an kleine Mengen von organischer Substanz, welche den Höchstbetrag von 0,44% nicht übersteigt. Der Mineralstoffgehalt des Holzsaftes ist auch nur sehr gering, wie das aus der Zahlenstafel hervorgeht; er übersteigt 0,14% nicht. Normalerweise ist der Gehalt selten höher als

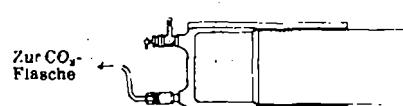


Abb. 1.

gefäßes für die Kupfervitriollösung in der Höhe von 12 m über dem Erdboden erhalten kann. Bei der jetzigen Ausführungsform wird die Tränkflüssigkeit aus einem tragbaren Druckgefäß durch Preßluft oder Kohlensäuredruck in den Stamm getrieben. Die Verbindung zwischen Druckgefäß und Stamm wird durch eine Verschlußkappe bewirkt, welche in Metall und Gummi konstruiert ist und einen Arbeitsdruck von 2 bis 4 at gestattet (Abb. 1). Wählt man zum Einpressen der Tränkflüssigkeit die Kohlensäure, so kann man bei der guten Transportfähigkeit der mit flüssiger Kohlensäure gefüllten Stahlflaschen selbst im unwegsamen Walddickicht die Tränkung frisch geschlagener, noch in voller Rinde befindlicher Stämme

<sup>1)</sup> Ztschr. angew. Chem. 40, 105—110 [1927].