

# HOPPE-SEYLER'S ZEITSCHRIFT

für

# PHYSIOLOGISCHE CHEMIE

unter Mitwirkung von

E. ABDERHALDEN-Halle, SVANTE ARRHENIUS-Stockholm, G. v. BUNGE-Basel, A. ELLINGER-Frankfurt a. M., G. EMBDEN-Frankfurt a. M., H. EULER-Stockholm, †EMIL FISCHER-Berlin, H. FISCHER-Wien, R. GOTTLIEB-Heidelberg, W. v. GULEWITSCH-Moskau, O. HAMMARSTEN-Upsala, S. G. HEDIN-Upsala, V. HENRIQUES-Kopenhagen, G. HOPPE-SEYLER, Kiel, O. KESTNER-Hamburg, F. KNOOP-Freiburg i. Br., L. KREHL-Heidelberg, Wm. KÜSTER-Stuttgart, CARL TH. MÖRNER-Upsala, F. v. MÜLLER-München, J. P. PAWLOW-St. Petersburg, C. A. PEKELHARING-Utrecht, F. PREGL-Graz, W. E. RINGER-Utrecht, E. SALKOWSKI-Berlin, M. SIEGFRIED-Leipzig, S. P. L. SÖRENSEN-Kopenhagen, H. STEUDEL-Berlin, H. THIERFELDER-Tübingen, H. WIELAND-München, R. WILLSTÄTTER-München, A. WINDAUS-Göttingen, E. WINTERSTEIN-Zürich,  
R. v. ZEYNER-Prag

herausgegeben von

**A. KOSSEL,**

Professor der Physiologie in Heidelberg.

---

**Einhundertundsiebenter Band:**

**Viertes und fünftes Heft.**

(Ausgegeben am 1. September 1919.)

---

Mit 12 Abbildungen im Text.

---

**BERLIN und LEIPZIG 1919**

**VEREINIGUNG WISSENSCHAFTLICHER VERLEGER**  
**WALTER DE GRUYTER & Co.**

vormals G. J. Göschen'sche Verlagsbuchhandlung — J. Guttentag, Verlagsbuchhandlung — Georg Reimer — Karl J. Trübner — Veit & Comp.

**EINHUNDERTUNDSIEBENTER BAND  
VIERTES UND FÜNFTES HEFT.**

<b>Inhalt.</b>	<b>Seite</b>
<b>Fritsch, R.</b> Versuche zur Darstellung von Phosphatiden aus gefärbten Pflanzenorganen . . . . .	165
<b>Fischer, Emil.</b> Einfluß der Struktur der $\beta$ -Glukoside auf die Wirkung des Emulsins . . . . .	176
<b>Mörner, Carl Th.</b> Welchen Anteil haben Tyrosin und Tryptophan an dem Farbeffekt bei den beiden Phasen der Xanthoproteinsäurereaktion? . . . . .	203
<b>Lockemann, Georg.</b> Ein Meßhahntrichter für die Säuregemischveraschung nach Neumann. Mit 1 Abbildung im Text . .	211
<b>Waentig, P. und W. Gierisch.</b> Über Zelluloseverdauung in vitro zum Zwecke der Feststellung der Verdaulichkeit zellulosehaltiger Futtermittel . . . . .	213
<b>Waentig, P.</b> Nochmals die tierische Rohfaserverdauung . . .	225
<b>Joel, A.</b> Über den Einfluß der Temperatur auf den Sauerstoffverbrauch wechselwarmer Tiere. (Ein Beitrag zur vergleichenden Physiologie der Atmung.) Mit 11 Figuren im Text . . .	231
<b>Stepp, Wilhelm.</b> Über das Vorkommen von Glukuronsäuren im menschlichen Blute. Vorläufige Mitteilung . . . . .	264

---

Für die nächsten Hefte sind Arbeiten eingegangen von:

Hans v. Euler und Olof Svanberg, E. Fischer, Hans v. Euler und Ingvar Laurin, Else Hirschberg und Hans Winterstein (3),  
Else Hirschberg, R. Feulgen, O. Gerngroß, Th. Gaßmann,  
H. Steudel und E. Peiser.

---

Hoppe-Seyler's Zeitschrift für physiologische Chemie erscheint in Bänden von 6 Heften. Preis des Bandes 25 Mark.

Kurze Notizen oder Bemerkungen zu anderen Arbeiten werden in der Regel am Schluß des Heftes und außerhalb der Reihenfolge des Eingangsdatums mitgeteilt. — Bereits in anderen Zeitschriften veröffentlichte Arbeiten, sowie Referate über bereits publizierte Arbeiten werden nicht aufgenommen.

Das Honorar beträgt für den Druckbogen 40 Mark. Von jeder Arbeit werden dem Verfasser 75 Separat-Abdrücke gratis geliefert.

In bezug auf die Rechtschreibung der Fachausdrücke sind bis auf weiteres die Publikationen der Deutschen chemischen Gesellschaft maßgebend. In zweifelhaften Fällen wird der etymologische und internationale Standpunkt vor dem phonetischen bevorzugt.

# Versuche zur Darstellung von Phosphatiden aus gefärbten Pflanzenorganen.

Von

**R. Fritsch.**

(Aus dem agrikulturchemischen Laboratorium der Eidgenössischen technischen Hochschule in Zürich.)

(Der Redaktion zugegangen am 4. Juli 1919.)

Seinerzeit hat Hoppe-Seyler<sup>1)</sup> aus frischem Gras, welches zuvor mit Äther extrahiert worden war, durch Auskochen mit absolutem Alkohol und Reinigen des nach dem Verdunsten des Alkohols verbliebenen Rückstandes mit Wasser eine Substanz erhalten, die er mit dem Namen Chlorophyllan bezeichnet. Das Chlorophyllan scheidet sich nach den Angaben Hoppe-Seylers<sup>2)</sup> in „kugeligen Körnern und Krusten aus, die unter dem Mikroskop keine amorphe Substanz zwischen den Kristallen entdecken lassen“. Das Chlorophyllan bildet sichelförmige, der Palmitinsäure ähnliche Kristalle. Sie enthielt 5,68% N und 1,38% P, wie auch 0,34% Mg.

Auf Grund dieser Versuchsergebnisse stellte Hoppe-Seyler die Hypothese auf, daß das Chlorophyll ein Lecithin sei. Diese vorsichtig geäußerte Hypothese wird bis 1909 von J. Stoklasa<sup>3)4)</sup> heftig verfochten, der im Chlorophyll Phosphor und Kalium findet, und zwar noch mehr Phosphor als im Lecithin.

<sup>1)</sup> Diese Zeitschr. Bd. 3, S. 339.

<sup>2)</sup> Diese Zeitschr. Bd. 3, S. 346.

<sup>3)</sup> Siehe Sitzungsberichte der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften 1896. — J. Stoklasa, Über die physiologische Bedeutung des Lecithins in der Pflanze.

<sup>4)</sup> Ber. d. deutschen botan. Ges. Bd. 26, S. 69 (1907); Ber. d. deutschen botan. Ges. Bd. 27, S. 10 (1909); Mitt. d. Kalisyndikates Bd. IV S. 73 und 85 (1908).

In seinem monumentalen Werk „Untersuchungen über Chlorophyll“ sagt Willstätter<sup>1)</sup> folgendes:

„Die erhaltenen Präparate waren nicht etwa unreines Chlorophyll, sondern sie waren überhaupt kein Chlorophyll mehr. Der Farbstoff hatte durch die Pflanzensäuren des Extraktes und das Erwärmen in alkoholischer Lösung gelitten, von Beimengungen war er nicht frei. Daher konnte die Analyse einen Phosphorgehalt von 1,4% ergeben und zu der Vermutung führen, Chlorophyll zähle zu den Lecithinen.“

Näheres über die Literatur der Phosphatide siehe: „Historische Entwicklung unserer Kenntnisse über die Phosphatide“ von O. Hiestand<sup>2)</sup>; G. Trier<sup>3)</sup>; F. Fleischmann<sup>4)</sup>; E. B. Forbes and M. Helen Keith<sup>5)</sup>.

Hiestand hat in unserem Laboratorium zuerst versucht aus grünen Pflanzenorganen Lecithine darzustellen, aber sämtliche erhaltenen Präparate waren sehr phosphorarm und schlossen Kohlenhydratkomplexe ein.

Stoklasa<sup>6)</sup> hat aus 75 kg frischem Spinat eine schwarzgrüne gefärbte Substanz erhalten, welche 2,91% P, 1,12% Stickstoff besaß. Dieses Präparat gab bei der Spaltung Glycerinphosphorsäure und Cholin.

Mit Rücksicht auf die physiologische Bedeutung der Phosphatide darf man wohl behaupten, daß alle assimilierenden Pflanzenorgane Phosphatide enthalten.

Hiestand fand z. B. in Roßkastanienblättern einen Gehalt von 0,96% Lecithin, berechnet auf die im Alkohol und Ätherextrakt enthaltene Phosphorsäuremenge.

Stoklasa<sup>7)</sup> gibt eine Reihe von Zahlen über den Phos-

<sup>1)</sup> Untersuchungen über Chlorophyll. Verlag J. Springer, Berlin 1913.

<sup>2)</sup> Inaugural-Dissertation der Universität Zürich 1906.

<sup>3)</sup> Diese Zeitschr. Bd. 86, Heft 1.

<sup>4)</sup> Die landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen Bd. 76, Heft I und II (1912).

<sup>5)</sup> Ohio Agrikultural Experimental Station. Technical Series Bulletin No. 5. — A Review of the Literature of Phosphorus Compounds in Animal Metabolism.

<sup>6)</sup> Ber. d. deutschen botan. Ges. Bd. 26, S. 70 (1907).

<sup>7)</sup> Ebenda Bd. 26, S. 76 (1907).

phorgehalt des alkoholischen und Benzolextraktes verschiedener Blätter zu verschiedenen Jahreszeiten an und findet eine Abnahme dieses Lecithinphosphors im Herbst und beim Vergilben der Blätter.

Pflanzenart:	P in % des Trockengewichtes der Extrakte:
Spinatblätter	1,24
Weizenblätter	0,34
Roggenblätter	0,36
Trockenes Gras	0,73

Versuche von J. Stoklasa<sup>1)</sup> mit Waldahorn (*Acer Pseudoplatanus*) gaben folgende Resultate:

Monat der Beobachtung:	P in % des Trockengewichtes der Extrakte:
Am 20. Mai	0,959
Am 15. Juni	1,097
Am 8. Juli	1,355
Am 20. August	0,609
Am 11. September	0,270
Am 16. Oktober	0,059

Da nähere Angaben fehlen, läßt sich aus diesen Daten der Gehalt der grünen Blätter an Phosphatiden nicht berechnen.

Bevor wir zur Darstellung der Phosphatide schritten, mußte zunächst festgestellt werden, welche organischen Lösungsmittel, wie Aceton, Äther, Ligroin etc., phosphorhaltige organische Verbindungen aus gefärbten Pflanzen herauslösen; einige quantitative Bestimmungen wurden ausgeführt.

Über die diesbezüglichen Versuche ist folgendes anzugeben:

Die Blätter wurden von den Stengeln vollständig befreit und bei 25° in einem Luftzug so weit getrocknet, daß sie sich leicht pulverisieren ließen. Sie wurden dann im Trockenschrank bei 45—50° getrocknet, so daß sie nur noch einen Gehalt von 4% Feuchtigkeit besaßen; dann wurden sie auf einer Mühle „staubfein“ gemahlen, dieses Pulver wurde in einigen Fällen im Soxhlet mit Äther, bzw. Petroläther, Aceton extrahiert, bis die Flüssigkeit nahezu farblos abfloß.

<sup>1)</sup> Ber. d. deutschen botan. Ges. Bd. 26, S. 74 (1907).

Das extrahierte Pulver wurde im Exsikkator über Schwefelsäure und dann im Trockenschrank nochmals getrocknet und mit absolutem oder käuflichem denaturierten Alkohol verschieden lange auf dem Wasserbade am Rückflußkühler gekocht, hierauf wurde der Alkohol abfiltriert und 3—4 mal mit neuem Alkohol versetzt und dieselbe Manipulation wiederholt.

Die vereinigten Alkoholextrakte wurden vom Alkohol durch Destillation befreit, in syrupösem Zustand in eine Platinschale gebracht und mit Salpetersoda verbrannt; der Phosphor wurde nach der Ammonmolybdatmethode bestimmt.

Aus folgenden Versuchen geht hervor, daß die durch Extraktion mit denaturiertem Alkohol gewonnenen Präparate relativ phosphorarm sind.

250 g Brennesseln 4mal mit denaturiertem Alkohol ausgekocht.

Die ersten drei Extrakte enthielten:

0,9768 g Extrakt gab 0,0480 g  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$  = 0,136% Phosphor  
= 3,4% Lecithin.

Der vierte Extrakt:

0,548 g Extrakt gab 0,0022 g  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$  = 0,011% Phosphor  
= 0,275% Lecithin.

Es genügt somit eine 4malige Extraktion mit Alkohol, um die Phosphosphatide herauszulösen.

200 g lufttrockene Brennesseln wurden mit 500 cm<sup>3</sup> Aceton in der Kälte stehen gelassen, hierauf wurde abgesaugt und gut mit Aceton nachgewaschen.

1,229 g Acetonextrakt gab 0,0040 g  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$  = 0,09% Phosphor  
= 2,25% Lecithin.

Sogar der mit Aceton gewonnene Extrakt enthält organische Phosphorverbindungen.

Der verbliebene Rückstand wurde darauf 2 mal mit Alkohol ausgekocht.

1,1304 g Alkoholextrakt gab 0,0064 g  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$  = 0,157% Phosphor  
= 3,925% Lecithin.

170 g im Trockenschrank bei 50° getrocknete Brennesseln

wurden mit Ligroin überschichtet und über Nacht kalt stehen gelassen.

1,0194 g Ligroinextrakt gab 0,0212 g  $Mg_2P_2O_7$  = 0,578% Phosphor  
= 14,45% Lecithin.

0,4830 g Ligroinextrakt gab 0,0096 g  $Mg_2P_2O_7$  = 0,576% Phosphor  
= 14,45% Lecithin.

Ligroin extrahiert somit aus Brennesseln beträchtliche Mengen von Phosphatiden.

200 g an der Luft getrockneter Spinat wurde 3mal mit Aceton je  $\frac{1}{2}$  Stunde am Rückflußkühler am Wasserbad erwärmt.

0,9540 g Acetonextrakt gab 0,0006 g  $Mg_2P_2O_7$  = 0,017% Phosphor  
= 0,425% Lecithin.

Der vom Aceton befreite Spinat wurde nun mit Alkohol ausgekocht und der alkoholische Extrakt zur Trockne eingedampft. Das trockene Präparat wurde nun in einem Zylinder mit Äther und Wasser geschüttelt und die ätherische Lösung mit Natriumsulfat getrocknet.

Es resultierten 0,57 g dieses in Äther löslichen Präparates.

0,2544 g ätherlösliches Präparat gab 0,0018 g  $Mg_2P_2O_7$  = 0,204% Phosphor.

Man erhält somit nach den üblichen Methoden zur Darstellung der Phosphatide ein sehr phosphorarmes Präparat.

Nachstehende Zahlen geben die Phosphor- bzw. Lecithinmengen an, welche durch Extraktion der vollständig trockenen Blätter mit absolutem Alkohol erhalten wurden.

10 g getrocknete Brennesseln, 3mal  $\frac{1}{2}$  Stunde mit je 50 cm<sup>3</sup> absolutem Alkohol extrahiert, gaben:

0,0072 g  $Mg_2P_2O_7$  = 0,02% Phosphor = 0,5% Lecithin.

Ein vierter Extrakt gab nach dem Verbrennen mit Salpeter keine Fällung mit Ammonmolybdat.

10 g Spinat, auf gleiche Weise wie die Brennesseln behandelt, gaben:

0,003 g  $Mg_2P_2O_7$  = 0,0083% Phosphor = 0,2075% Lecithin.

10 g Luzerne-Heu, geerntet am 18. Mai 1918, gaben:

0,0028 g  $Mg_2P_2O_7$  = 0,0077% Phosphor = 0,19% Lecithin.

Schulze und Frankfurt<sup>1)</sup> fanden im jungen Gras 0,45% Lecithin.

20 g Eibe, 3mal mit absolutem Alkohol ausgezogen, gaben:

0,0104 g  $Mg_2P_2O_7$  = 0,014% Phosphor = 0,35% Lecithin.

15 g Rotkraut, 3mal mit absolutem Alkohol ausgezogen, gaben:

0,0016 g  $Mg_2P_2O_7$  = 0,003% Phosphor = 0,075% Lecithin.

2 g Safran gaben:

0,0036 g  $Mg_2P_2O_7$  = 0,05% Phosphor = 1,25% Lecithin.

Außerdem stellten wir Versuche mit einem schweizerischen Süßgrünfütter an, welches, nachdem es geschnitten und getrocknet, sich in tadellosem Zustand befand. Dieses wurde im Laboratorium bei ca. 40° im Trockenschrank getrocknet und aufbewahrt. Vor der 2maligen Extraktion mit absolutem Alkohol wurde es 3 Stunden bei 60° getrocknet.

20 g Süßgrünfütter:

0,0008 g  $Mg_2P_2O_7$  = Spuren von Phosphor.

Außerdem wurde bei manchen Objekten der Phosphorgehalt der Ätherextrakte in gleicher Weise ermittelt, z. B. Ricinusblätter:

1,5728 g Ätherextrakt gaben 0,0132 g  $Mg_2P_2O_7$  = 0,23% Phosphor = 5,75% Lecithin.

Im Hinblick auf die leichte Zersetzbarkeit der Phosphatide durch Säuren mußte man sich die Frage vorlegen, ob diese Verbindungen bei der Herstellung von Süßgrünfütter oder bei anderer Art der Konservierung von Gras zersetzt werden.

Wir benutzten für unsere Versuche ein Luzerne-Heu, welches in großen Steinguttöpfen, welche oben vergipst wurden, nachdem man sie mit Kohlensäure gefüllt, 2—3 Monate aufbewahrt wurde<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> E. Schulze und S. Frankfurt, Über den Lecithingehalt einiger vegetabilischen Substanzen, Landwirtschaftliche Versuchs-Stat. Bd. 43, S. 307—318.

<sup>2)</sup> Die Überlassung des Materials verdanken wir Herrn Prof. Dr. Wiegner und Herrn H. Bährensprung.



10 g Luzerne-Heu (Kohlensäure Silo) wurden gut getrocknet und 3mal mit absolutem Alkohol extrahiert:

Kein  $Mg_2P_2O_7$  -- kein Phosphor.

25 g Luzerne-Heu (Kohlensäure Silo II) wurden wie obiges Beispiel behandelt.

Der Extrakt war ebenfalls phosphorfrei.

Wir finden also, daß bei den in angegebener Weise konservierten Heusorten die Phosphatide vollständig oder nahezu vollständig zersetzt waren.

Diese Ergebnisse sind eine Bestätigung der Resultate von Fleischmann<sup>1)</sup>.

Aus obigen Zahlen geht hervor, daß die Menge der Phosphatide in grünen, oder anders gefärbten Pflanzen beträchtlichen Schwankungen unterliegt, aber doch in den meisten Fällen nur gering ist.

Nach Schulze<sup>2)</sup> enthalten die Samen von:

	Phosphatid als Lecithin in Rechnung gestellt:
Gelbe Lupine ( <i>Lupinus luteus</i> ) . . . . .	2,14
Blaue Lupine ( <i>Lupinus angustifolius</i> ) . . . . .	2,19
Gartenbohne ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) . . . . .	1,27
Schminkbohne ( <i>Phaseolus mulliflorus</i> ) . . . . .	0,90

Durch die verschiedenen Lösungsmittel, wie Ligroin, Aceton und Äther, werden aus getrockneten Blättern nicht unbeträchtliche Mengen phosphorhaltiger Substanz in Lösung gebracht, und da durch solche Lösungsmittel die Farbstoffe auch nach längerer Extraktion mit in Lösung gehen, so mußte man erwarten, daß die Herstellung reiner Phosphatide auf große Schwierigkeiten stoßen wird.

Es gelang uns aber, aus jungem Weizen (*Triticum sativum*) und Eibe (*Taxus baccata*) zwei Präparate darzustellen, bei denen der Phosphorgehalt den aus anderen Pflanzen darstellbaren Phosphatiden nahekommt.

<sup>1)</sup> loc. cit.

<sup>2)</sup> E. Schulze, Chemiker-Zeitung Nr. 81 (1908) Jahrgang XXXII, S. 983.

Die Phosphatiddarstellung aus Weizen gestaltete sich in folgender Weise:

Junger Weizen, vor Beginn der Blüte, wurde mit Stengeln, Blättern und Ähren an der Luft getrocknet, zerkleinert und mit Äther extrahiert. Der Rückstand wurde dann mit großen Mengen eines Gemisches von 95% igem Alkohol und ca. 10% Benzol gekocht.

Eine Bestimmung des Phosphors in einem aliquoten Teil der Lösung ergab 0,1130 Phosphor; daraus berechnet sich 0,22% Phosphatid.

Darstellung des Weizenpräparates:

Ein Teil des erhaltenen beschriebenen sirupösen Weizenextraktes wurde 10mal mit Äther und Wasser unter Hinzugabe von Kochsalz geschüttelt. Bei Zusatz von NaCl trennte sich die ätherische Schicht schnell. Die Behandlung mit Wasser wurde so lange fortgesetzt, bis der wäßrige Extrakt keine Zuckerreaktion mehr gab.

Nun wurde die ätherische Lösung mit  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  getrocknet und der Äther abdestilliert und der erhaltene Rückstand mit Aceton geschüttelt, wobei ein beträchtlicher Teil in Lösung geht, welchen wir als Acetonextrakt bezeichnen.

Es hinterblieb eine in Aceton unlösliche Masse, die sich teilweise in Alkohol löste  $\rightarrow$  Alkoholextrakt.

Der verbliebene Rückstand war in Äther löslich. Bei längerem Stehen dieses in Äther löslichen Präparates verliert dieses fast vollständig seine Löslichkeit in Äther.

Das in Alkohol lösliche Präparat gab nach Behandlung mit  $\text{H}_2\text{SO}_4$  eine die Fehlingsche Lösung reduzierende Flüssigkeit.

Der Ätherextrakt enthält Eisen.

Alle drei (Aceton-, Alkohol- und Äther-) Extrakte gaben Phosphor.

Der Alkoholextrakt lieferte ein schönes blondes Öl, welches nach und nach erstarrt.

Die Phosphorbestimmung des in Aceton löslichen Präparats ergab:

2,4004 g Acetonextrakt, 0,0230 g  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$  = 0,266% Phosphor.

Die Phosphorbestimmung des in Alkohol löslichen Präparates ergab:

1,0962 g Alkoholextrakt, 0,0704 g  $Mg_2P_2O_7$  = 1,78% Phosphor.

Die Phosphorbestimmung des in Äther löslichen Präparates ergab:

1,0176 g Ätherextrakt, 0,1098 g  $Mg_2P_2O_7$  = 2,99% Phosphor.

Die Eisenbestimmung des in Alkohol löslichen Präparates ergab:

1,0176 g Extrakt, 0,0608 g  $Fe_2O_3$  = 4,17% Eisen.

Dieses in Äther leicht lösliche Präparat, eine schwach grün gefärbte Masse, welche keine Kohlenhydrate mehr einschloß, wies einen Phosphorgehalt, demjenigen eines Phosphatids sich nähernd, auf.

Die Substanz gab beim Kochen mit  $H_2SO_4$  Fettsäuren und eine Lösung, die mit Phosphorwolframsäure eine Fällung erzeugte.

Aus *Taxus baccata* wurde in gleicher Weise ein Präparat erhalten.

Der Ätherextrakt von getrocknetem *Taxus* lieferte folgende Zahlen:

0,6224 g Ätherextrakt gaben 0,0076 g  $Mg_2P_2O_7$  = 3,41% Phosphor.

Das Präparat vom *Taxus* gab beim Kochen mit  $H_2SO_4$  Fettsäuren und eine Lösung, die mit Phosphorwolframsäure eine Fällung gab.

Es gelingt also unter Umständen bei Anwendung großer Mengen von grünen Pflanzenorganen Präparate herzustellen, welche einen dem Lecithin nahestehenden Phosphorgehalt aufweisen. Die Präparate sind aber alle dunkel gefärbt.

Die Darstellung dieser Präparate ist allerdings mit erheblichen Schwierigkeiten verknüpft und erfordert große Mengen von Äther. Es gelingt auch nicht durch wiederholtes Auflösen in Alkohol und Äther mit Aceton, diese Präparate von den anhaftenden Farbstoffen zu befreien.

Für Ermittlung der Konstituenten dieser Phosphatide war die Menge nicht ausreichend.

Da trotz Aufwand einer großen Menge Ausgangsmaterial die Ausbeute an diesen Phosphatiden nur gering war, sehen wir von einer weiteren Untersuchung ab.

In dem bereits erwähnten Buche von E. B. Forbes and M. Helen Keith findet sich die Angabe, daß Blätter 40% ihres Gesamtphosphors als Lecithin enthalten. Die Verfasser beziehen sich hierbei auf zwei Arbeiten von J. Stoklasa<sup>1)</sup>.

Allem Anschein nach haben die genannten Autoren die Angabe von Stoklasa mißverstanden.

Wir haben aber der Sicherheit halber Blätter von zwei Laubbäumen, gemeine Esche (*Fraxinus excelsior*) und Berg-Ahorn (*Acer Pseudoplatanus*), auf ihren Gesamtphosphor- und Lecithingehalt untersucht.

Blätter genannter Pflanzen wurden einige Tage nach dem Entfalten der Knospen bei 70° getrocknet, fein zermahlen, über Schwefelsäure im Exsikkator aufbewahrt und öfters mit absolutem Alkohol extrahiert, um den in Alkohol löslichen Phosphorgehalt zu bestimmen.

Wir fanden folgende Zahlen:

Blätter der Esche:

Gesamtphosphor:

1,0000 g Substanz, 0,0166 g  $Mg_2P_2O_7$  = 0,462% Phosphor.

10 g Esche, 0,0058 g  $Mg_2P_2O_7$  = 0,016% Phosphor = 0,4% Lecithin.

Blätter vom Ahorn:

Gesamtphosphor:

1,0000 g Substanz, 0,0188 g  $Mg_2P_2O_7$  = 0,523% Phosphor,

10 g Ahorn, 0,0092 g  $Mg_2P_2O_7$  = 0,025% Phosphor = 0,625% Lecithin.

Daraus ergibt sich, daß die in Alkohol lösliche Phosphormenge beim Ahorn 4,78%, bei der Esche 3,46% der Gesamtphosphormenge ausmacht.

In welcher Form der andere Anteil des Phosphors in den grünen Blättern vorliegt, konnten wir bis jetzt noch nicht feststellen.

Beim Behandeln der getrockneten grünen Blätter mit verdünntem HCl gehen kleine Mengen von Phosphorsäure in

<sup>1)</sup> Ber. der deutsch. chem. Gesellschaft Bd. 29, S. 2761—2771.

Lösung; die Darstellung von Inosit-phosphorsaurem Calcium war nicht gelungen.

### Zusammenfassung der Ergebnisse.

Die von uns untersuchten chlorophyll- und farbstoffhaltigen Pflanzenorgane enthalten nur kleine Mengen von Phosphatiden, nur ein ganz geringer Teil des Gesamtphosphors entfällt auf Phosphatide, bei jungen Ahornblättern 4,78%, bei jungen Eschenblättern 3,46%.

Aus grünen assimilierenden Organen konnte kein inosit-phosphorsaures Calcium isoliert werden.

Die Darstellung von Phosphatiden mit einem der Theorie entsprechenden Phosphorgehalt ist außerordentlich mühsam und es gelingt nur bei Anwendung großer Mengen von Ausgangsmaterial, solche Präparate herzustellen, die aber stets Zersetzungsprodukte der Farbstoffe enthielten und daher dunkel gefärbt sind.

Beim Aufbewahren von Gras in Silos werden die Phosphatide bis auf einen minimalen Rest gespalten.

---