

**Zeitschrift:** Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

**Herausgeber:** Bundesamt für Gesundheit

**Band:** 38 (1947)

**Heft:** 2-3

**Artikel:** Studien über die Phosphatide in Weizenkeimen

**Autor:** Antener, Ilse / Högl, Otto

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-983029>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 27.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Studien über die Phosphatide in Weizenkeimen

Von *Ilse Antener* und *Otto Högl*, Bern  
(Aus dem Laboratorium des Eidg. Gesundheitsamtes)

## *I. Zielsetzung und Literaturübersicht*

In einer früheren Arbeit<sup>1)</sup> wurde erwähnt, dass wir bei der Fettextraktion nach *Terrier* in Weizenkeimen neben Phosphatiden Zucker vorfanden (zirka 4—5 % als Glucose). Diese Arbeit bezieht nun, die Verhältnisse in qualitativer und quantitativer Hinsicht zu untersuchen und eine gewisse Abklärung in Bezug auf die Bindung Phosphatid-Zucker zu erreichen.

Dass bei der Isolierung der Phosphatide aus Fetten den ersteren vielfach eine gewisse Menge Zucker anhaftet, ist schon häufig festgestellt worden.

Die meisten Forscher sahen nun diesen Zucker als eine ziemlich unangenehme, am Phosphatid fest haftende Verunreinigung an, die in irgend einer Art entfernt werden musste, wenn das Phosphatid rein vorliegen sollte.

Wir beschritten den umgekehrten Weg. Da durch Vorversuche wahrscheinlich geworden war, dass der fest am Phosphatid des Weizenkeims haftende Zucker nicht beliebig mit dem sonst vorhandenen Zucker ausgetauscht werden kann, sondern eine Sonderstellung einnimmt, indem er anscheinend ziemlich gut mit dem Phosphatid verknüpft ist, suchten wir den ganzen Komplex möglichst wenig zu schädigen und womöglich in reiner Form zu isolieren. Wir möchten hier überhaupt die Frage aufwerfen, ob nicht in gewissen Phosphatiden der Zucker als integrierender Bestandteil zu betrachten ist. In der vorliegenden Arbeit soll versucht werden, einen Beitrag zur Beantwortung dieser Frage zu leisten.

*Winterstein*<sup>2)</sup> und seine Mitarbeiter, deren Arbeiten von der Isolierung und den Eigenschaften der pflanzlichen Phosphatide handeln, stellten bei einem aus *Triticum vulgare* isolierten Phosphatid einen Zuckergehalt von über 16 % fest (als Glucose gerechnet). Der Zucker wurde nach dessen Abspaltung und Hydrolyse mit 5 % Schwefel- oder Salzsäure bestimmt. Auch *Rewald*<sup>3)</sup> beschreibt kohlenhydrathaltige Phosphatide, welche trotz des relativ hohen Zuckergehaltes sich klar in Äther oder Chloroform lösen. Ferner stellt er bei Sojabohnen-Lecithin fest, dass die Kohlehydrate aus Di- oder Polysacchariden bestehen müssen. *Rewald* sah, im Gegensatz zu *Winterstein*, diese Kohlehydrate wie die meisten andern Forscher, als Verunreinigungen an und suchte nach Methoden zur Darstellung von kohlehydratfreien Phosphatiden. Die Trennung des Zuckers vom Phosphatid gelang ihm durch eine 48 Stunden lang dauernde Emulgierung in Wasser.

## II. Der phosphor- und stickstoffhaltige Anteil

Im ersten Teil unserer Arbeit haben wir auf Grund der in der Literatur angegebenen Zusammensetzung der Weizenkeimphosphatide ein Molekulargewicht von 779,6 für die Hydratform des Phosphatides errechnet, wobei der Faktor zur Berechnung der Prozente Phosphatide aus dem  $P_2O_5$ -Gehalt 10,98 beträgt. Unter Anwendung dieses Faktors haben wir bei einer gereinigten Phosphatid-Fraktion aus dem  $P_2O_5$ -Gehalt 99,2 % Phosphatid erhalten (1), was die Anwesenheit von Lecithinen, evtl. unter Beimischung von Kephalinen, sicherstellt.

In einer andern Phosphatid-Fraktion haben wir neben dem Phosphor auch den Stickstoffgehalt bestimmt und folgende Werte gefunden:

Tabelle 1

Untersucher	% P	% N	% Zucker
Eigene Versuche	1,98	1,0	43,30
Diemayr & Bleyer <sup>4)</sup>	3,25	1,58	2,35
Channon & Forster <sup>5)</sup>	2,65	1,06	—

Wie die Tabelle zeigt, stimmt das Verhältnis P : N weitgehend mit dem in der Literatur, bei vom Zucker fast vollständig befreiten Weizenkeimphosphatiden, überein.

Charakteristisch für die Weizenkeimphosphatide ist das Vorhandensein von freien Phosphatidsäuren in Form ihrer Magnesiumsalze. Solche Phosphatidsäuren befanden sich ebenfalls in den von uns hergestellten Phosphatid-Fraktionen, denn eine Prüfung auf Magnesium fiel positiv aus. Im Weizenkeimphosphatid wurden sie schon früher von *Barton Wright* <sup>6)</sup>, *Channon* und *Forster* <sup>5)</sup> und *Diemayr* und *Bleyer* <sup>4)</sup> nachgewiesen.

## III. Der Zuckeranteil

Bevor einige Klarheit über Bindung und Anwesenheit des Zuckers herrschte, war uns, wie in der ersten Arbeit (Seite 219) erwähnt wurde, ein Geruch nach karamelisierten Kohlehydraten bei dem nach *Terrier* extrahierten Öl aus Weizenkeimen aufgefallen. Eine Prüfung auf reduzierende zuckerartige Verbindungen erschien daher zweckmäßig.

Bei Behandlung des vorher im Petroläther klar gelösten Rückstandes mit wässriger Säure wurde zunächst nur wenig reduzierende Substanz herausgelöst. Wesentlich besser gelang die Isolierung nach Einwirkung der Säure in alkoholischer Lösung.

Experimentell wurde wie folgt vorgegangen:

2 g des nach der Methode *Terrier* extrahierten Öles (in Petroläther klar löslich, durch Asbest und Natriumsulfat filtriert) wurden mit 15 cm<sup>3</sup> 15 % Schwefelsäure und 15 cm<sup>3</sup> Alkohol 96 % versetzt und 30 Minuten auf dem Wasserbad am Rückflusskühler erhitzt. Nach dem Entfernen des Alkohols wurde die Lösung abgekühlt, neutralisiert, filtriert und mit Fehling'scher Lösung gekocht, wobei starke Reduktion derselben eintrat.

Diese bewies natürlich noch nicht die Anwesenheit von Zucker. Man konnte an folgende störende Substanzen denken:

- a) Nicht zuckerähnliche reduzierende Substanzen im Unverseifbaren.
- b) Flüchtige Verbindungen, wie z. B. Aldehyde (Bildung eventuell aus Alkohol).

Die Prüfung des Unverseifbaren mit *Fehling'scher* Lösung fiel absolut negativ aus. Um festzustellen, ob ein flüchtiger Aldehyd die Reduktion verursache, wurde die auf obige Art hergestellte Lösung mit Wasserdampf destilliert. Im Destillat war die Prüfung mit *Fehling'scher* Lösung negativ, im Rückstand jedoch stark positiv.

Im weiteren wurde ein zuckerfreies Öl in analoger Weise mit Säure und Alkohol behandelt. Die Prüfung mit *Fehling'scher* Lösung fiel negativ aus.

Aus obigen Versuchen kann also gefolgert werden, dass die reduzierende Substanz kein flüchtiger Aldehyd ist, sich nicht bei der Behandlung des Öles mit Säure und Alkohol bildet und sich nicht im Unverseifbaren befindet.

Die Prüfung auf reduzierende Substanzen blieb im Öl nach *Soxhlet* (Trichloräthylen und Petroläther) bei den Ölen der Kaltextraktion und des Salzsäureaufschlusses absolut negativ. Die reduzierende Substanz fand sich demnach nur in dem nach der Methode *Terrier* extrahierten Öl.

#### *A. Qualitativer Zuckernachweis*

Es erschien damit als gesichert, dass eine Substanz mit zuckerähnlichen Eigenschaften, nicht flüchtig, in Wasser leicht löslich, vom verseifbaren Teil des Fettes abgespalten wurde.

##### *a) Farbreaktionen*

Die für Hexosen spezifischen Farbreaktionen mit  $\alpha$ -Naphtol und konzentrierter Schwefelsäure (Molisch) und Resorcin-Salzsäure fielen beide positiv aus, ebenso die Reduktion von Selendioxyd zu rotem Selen in der Ausführungsform, welche für Fructose spezifisch ist. Die letztere Reaktion deutet auf die Anwesenheit von Fructose, während die beiden Farbreaktionen (Molisch Resorcin-Salzsäure) die Anwesenheit von Hexosen beweisen, weil die Reaktion auf der Bildung von Oxymethylfurfurol aus dem Zucker beruht, wobei es sich um eine Aldose oder Ketose handeln kann.

### b) Gärprobe

Da die Hefegärung für Hexosen charakteristisch ist, haben wir die für die Farbreaktionen hergestellte neutrale Zuckerlösung mit Hefe und wenig Phosphat versetzt und in ein Gärrohrchen eingefüllt. Schon nach kurzer Zeit trat eine deutliche Kohlendioxydentwicklung ein, welche immer stärker wurde, während das Kontrollrohrchen mit Hefe und Phosphat allein, keine Kohlendioxydentwicklung zeigte.

### c) Hydrolyse ohne Säure

Die obigen Reaktionen lassen demnach eine gärfähige Hexose vermuten. Die Frage blieb jedoch offen, ob diese eventuell aus einem Di- oder Trisaccharid entstanden war. Bei der Abspaltung des Zuckers mit Schwefelsäure würden solche Zuckerarten natürlich hydrolysiert. Wir haben deshalb den Zucker in neutralem Medium mit Wasser unter Zusatz von Alkohol aus dem Öl abgespalten. Die Prüfung der auf diese Weise erhaltenen wässrigen Zuckerlösung reduzierte *Fehling'sche* Lösung nicht. Damit ist gezeigt, dass der Zucker zunächst keine freien reduzierenden Gruppen aufweist.

Experimentell arbeiteten wir wie folgt: 1,2 g neutralisiertes Öl wurden mit je 10 cm<sup>3</sup> Alkohol und Wasser versetzt und 30 Minuten lang auf dem Wasserbad am Rückflusskühler erhitzt. Die sich bildende Emulsion trennte sich nach Stehenlassen über Nacht, worauf die wässrig-alkoholische Schicht mit *Fehling'scher* Lösung geprüft wurde.

### d) Verhalten nach Inversion

Der oben erwähnte Versuch lässt das Vorhandensein eines nichtreduzierenden Di- oder Trisaccharids vermuten. Aus diesem Grunde haben wir die im Versuch c) hergestellte wässrige Zuckerlösung invertiert und nach deren Neutralisation mit *Fehling'scher* Lösung gekocht, wobei eine starke Reduktion derselben eintrat. Mit diesem Verhalten ist das Vorhandensein eines nichtreduzierenden Disaccharids (z. B. Saccharose) oder eines Trisaccharids bewiesen.

## B. Prüfung auf die Zuckerart

Die qualitative Zuckerprüfung lässt folgende Schlüsse zu: Bei der Hydrolyse entstehen reduzierende Zucker, deren Farb- und Reduktionsreaktionen (Molisch, Resorcin-Salzsäure<sup>7</sup>), Selendioxyd,<sup>7</sup> *Fehling'sche* Lösung) auf Hexosen deuten. Da der Zucker vor der Hydrolyse keine reduzierenden Eigenschaften zeigte, musste es sich um ein Di- oder Trisaccharid handeln.

In der Literatur wird der Zuckergehalt im Weizenkeimling zu 15—18 % angegeben, wovon mehr als 4/5 aus Saccharose bestehen sollen. Es war deshalb naheliegend, bei unseren Untersuchungen an Saccharose zu denken, dies umso mehr, als nichtreduzierende Di- oder Trisaccharide in der Natur nicht zahlreich vorkommen.

## 1. Bereitung der Osazone

Wir haben uns zuerst mit der Darstellung des Osazones beschäftigt, indem wir uns bewusst waren, damit nur die Spaltstücke zu identifizieren. Vorversuche ergaben Niederschläge, die mikroskopisch betrachtet die für Osazone typischen Kristallformen zeigten.

Eine grössere Menge Weizenkeime (400 g) wurde nun zunächst mit Petroläther erschöpfend extrahiert und hierauf nach der Methode *Terrier* (mit Alkohol und Petroläther) behandelt. Das nach der Isolierung vollkommen klare Öl wurde in üblicher Weise mit wässrig-alkoholischer Schwefelsäure behandelt und die resultierende Zuckerlösung n/Abelin<sup>7</sup>) mit Phenylhydrazin-chlorhydrat in Essigsäure und Natriumacetat geprüft. Der entstandene Niederschlag wurde sechsmal aus Alkohol umkristallisiert. Der Schmelzpunkt der Osazone betrug 208°, der Mischschmelzpunkt mit Osazon aus invertierter Saccharose 209, während reines Glucosazon bei 210° schmolz.

Schmelzpunkt und Eigenschaften des dargestellten Osazones liessen folgende Schlüsse zu: Die bei der Hydrolyse aus dem Di- oder Trisaccharid entstehenden Hexosen sind Glucose oder Fructose oder ein Gemisch beider.

## 2. Polarimetrische Prüfung

Da ein typisches Derivat der Saccharose schwer zugänglich ist und namentlich die Acetylierung mit diesen kleinen zur Verfügung stehenden Substanzmengen nicht sehr aussichtsvoll erschien, haben wir in den folgenden Versuchen das optische Drehvermögen der Zuckerlösung bestimmt. Lag tatsächlich Saccharose vor, so musste die Drehung vor der Hydrolyse einen positiven, nach der Hydrolyse jedoch einen negativen Wert ergeben, da ja, wie bekannt ist, in den Spaltstücken Fructose stärker nach links dreht als Glucose nach rechts.

Da eine genügende Anreicherung für eine polarimetrische Bestimmung nicht ohne weiteres gelang, wurde für einige Versuche (1—3) ein anderer Weg beschritten. Als Grundlage hiezu benützten wir die Eigenschaft der Saccharose, mit Alkalien, besonders Calciumoxyd, wasserlösliche Saccharate zu bilden. Wir gingen dabei wie folgt vor:

Nach dem Lösen des nach *Terrier* erhaltenen Restöles in Petroläther schüttelten wir diese Lösung mit Calciumoxyd im Scheidetrichter. Nach dem Abdampfen des Petroläthers behandelten wir den Rückstand, dem wir noch einmal Calciumoxyd zuführten, im Mörser mit Wasser (Calciummono- und Disaccharat sind beide wasserlöslich, das schwerer lösliche Trisaccharat bildet sich erst beim Erhitzen). Nach dem Filtrieren entfernten wir das Calcium durch Einleiten von Kohlendioxyd. Das sich bildende Calciumbicarbonat wurde durch Kochen in Calciumcarbonat übergeführt, die Lösung vom Calciumcarbonat durch Filtrieren getrennt, im Vakuum eingedampft und in einen 20 cm<sup>3</sup> Messkolben eingefüllt. Wegen der Mutarotationserscheinung wurde die Lösung während der erforderlichen Zeit stehen gelassen, bevor sie polarimetriert wurde. Nach der

Ablesung wurde die Lösung invertiert und die Drehung erneut bestimmt. In einem vierten Versuch haben wir eine wie bei der Osazondarstellung ausgeführte Abspaltung des Zuckers mit 5 % Schwefelsäure vorgenommen, die Lösung zu ihrer Reinigung mit Bleiessig versetzt und die Entfernung des letzteren mit Natriumphosphat bewirkt. Nach dem Eindampfen im Vakuum wurde die Lösung in analoger Weise wie früher polarimetriert. Wir wollten damit kontrollieren, ob evtl. andere Zuckerarten zugegen seien. Hier war jedoch nur noch die Drehung nach Inversion bestimmbar.

Die bei den vier Versuchen erhaltenen Werte sind in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt:

*Tabelle 2*

Versuch	vor Hydrolyse	Drehwert	nach	Zucker als Saccharose	
		Hydrolyse		vor Hydrolyse	nach
1.	+ 0,30 °		— 0,10 ° *) (— 0,09 °)	2,2 mg	2,4 mg
2.	+ 0,65 °		— 0,20 ° *) (— 0,196 °)	4,8 mg	4,6 mg
3.	+ 0,40 °		— 0,14 ° *) (— 0,12 °)	3,0 mg	3,2 mg
4.	—		— 0,15 °	—	3,5 mg

Die Werte in ( ) sind errechnet aus dem ersten Drehwert als Saccharose.

\*) Nach der Hydrolyse ist die Hälfte des angegebenen Winkels abgelesen worden, da die Lösung nach der Inversion um die Hälfte verdünnt wurde.

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, zeigt der Drehwinkel vor der Hydrolyse einen positiven, nach derselben jedoch einen negativen Wert. Diese Inversion ist für Saccharose spezifisch, womit die Anwesenheit derselben sichergestellt ist.

### *3. Jodometrische Bestimmung des Glucose-Fructose-Verhältnisses*

Die oben beschriebene Isolierung des Zuckers über das schwerlösliche Calciumsalz und die darauffolgende Messung des Drehwinkels vor und nach der Hydrolyse beweist die Anwesenheit von Saccharose. Wäre jedoch neben dieser noch ein Zucker vorhanden, welcher keine schwerlösliche Calciumverbindung bildet, so würde dieser mit der oben beschriebenen Methode nicht erfasst. Wir haben deshalb als letzten Versuch, um die alleinige Anwesenheit von Saccharose sicherzustellen, die Bestimmung der Glucose neben Fructose gewählt. Die Bestimmung von Aldosen in Gegenwart von Ketosen beruht auf der Eigenschaft der ersteren, sich mit Jod in alkalischer Lösung zu den entsprechenden Carbon-

säuren zu oxydieren, während Ketosen nicht angegriffen werden<sup>8</sup>). Das Ergebnis dieser Bestimmung zeigt, dass Fructose und Glucose im Verhältnis 1 : 1 vorhanden sind, was die Anwesenheit von Saccharose beweist. (Siehe Tabelle 3 und 4.) Experimentell gingen wir folgendermassen vor:

Die Zuckerlösung stellten wir nach der bei der Polarimetrie beschriebenen Weise her (Versuch 4), nur haben wir die dreifache Menge Keime extrahiert. Wir versetzten die Zuckerlösung mit den nötigen Mengen 0,1 n Jodlösung und 0,1 n Natronlauge. Nach 3 Minuten langem Stehenlassen haben wir die Lösung angesäuert und den Jodüberschuss mit Thiosulfat unter Anwendung von Stärke als Indikator zurücktitriert. Bei der Titration von Glucose in Invertzucker ist nach *Kolthoff* 1 % vom erhaltenen Resultat in Abzug zu bringen wegen des Einflusses der Fructose. Diese wird zu einem sehr kleinen Teil in schwach alkalischer Lösung in Glucose oder Mannose umgewandelt, was natürlich einen Mehrverbrauch von Jod zur Folge hat. Den Geamtzuckergehalt haben wir in einem ersten Versuch polarimetrisch ermittelt, in einem zweiten und dritten Versuch jedoch gravimetrisch nach der Methode des Lebensmittelbuches. Die Resultate sind in den Tabellen 3 und 4 zusammengestellt:

*Tabelle 3*

Polarimetrische Resultate		
Drehwert	Errechneter Invertzuckergehalt mg pro ccm	Errechneter Saccharosegehalt mg pro ccm
— 0,18°	8,9	8,45

Jodometrische Resultate		
Bestimmter Glucosegehalt mg pro ccm	Errechneter Invertzuckergehalt mg pro ccm	Errechneter Saccharosegehalt mg pro ccm
4,41	8,82	8,40

*Tabelle 4*

Gravimetrische Resultate		Jodometrische Resultate		
mg Invertzucker in 10 ccm Lösung	mg Saccharose in 10 ccm Lösung	mg Glucose in 10 ccm Lösung	mg Invertzucker in 10 ccm Lösung	mg Saccharose in 10 ccm Lösung
87,35	82,85	42,92	85,84	81,55
80,90	76,80	39,80	79,60	75,62

Wie aus den beiden Tabellen hervorgeht, sind Glucose und Fructose ziemlich genau im Verhältnis 1 : 1 vorhanden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass es gelungen ist, mit der Oszondarstellung, der Polarimetrie und der Bestimmung des Verhältnisses Glucose : Fructose den mit dem Phosphatid ins Terrieröl gelangenden Zucker als Saccharose zu identifizieren.

#### IV. Versuche über Bindungsart und Bindungsstärke von Phosphatid und Zucker

Hinsichtlich der Bindungsart bestehen die beiden folgenden Möglichkeiten:

##### 1. Bindung durch Hauptvalenzen

Der Zucker kann in einer relativ festen Bindung als Bestandteil des gleichen Moleküls an das Phosphatid gebunden sein. In diesem Falle müsste ein mehr oder weniger konstantes Verhältnis zwischen Zucker und Phosphatid erreicht werden können.

2. Die Verknüpfung ist adsorptiver Art, wobei die Kräfte, welche die Bindung vermitteln, schwächer sind, wie z. B. Wasserstoffbrücken und freie Elektronenpaare. Hier sollte bei nichtverändertem Phosphatid nach der Trennung des Zuckers von diesem neuerlich eine Anlagerung möglich sein. Das Verhältnis Zucker zu Phosphor könnte hier jedoch in weiten Grenzen schwanken.

Zur Abklärung der oben angeführten Möglichkeiten sind wir folgendermassen vorgegangen:

##### A. Verhältnis Zucker-Phosphatid

###### a) Bestimmungen des Zuckers und Phosphors in dem nach Terrier in normaler Art isolierten Öl.

Der Zucker wurde in analoger Weise wie bei den qualitativen Versuchen abgespalten und gravimetrisch nach der Methode des Lebensmittelbuches bestimmt. Die erhaltenen Werte sind in Tabelle 5 zusammengestellt.

Tabelle 5

Keime	Ausbeute an Öl %	Zucker in Öl (als Glucose berechnet) %
I	12,41	4,35
	12,60	4,56
	12,38	4,37
II	12,95	4,91
	12,83	4,66
	12,96	4,10

Der Zuckergehalt ist relativ konstant. Es war nun zu prüfen, wie sich eine Variation der Extraktionsbedingungen auf den Zuckergehalt, und, da dieser vermutlich mit dem Phosphatid zusammenhing, den Phosphorgehalt gestalten würde.

In einer neuen Versuchsreihe wurde daher neben dem Zucker auch vergleichsweise der Phosphorgehalt des Öles bestimmt. Desgleichen haben wir die Dauer der Alkoholbehandlung verlängert, indem wir die Keime dreimal 6 Min. mit Alkohol erhitzen. Die auf diese Weise erhaltenen Ergebnisse finden sich in Tabelle 6 zusammengestellt.

*Tabelle 6*

Ölausbeute	Zucker als Glucose	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> im Öl	Dauer der Alkoholbehandlung
0%	0%	0%	
12,92	4,45	0,809	2 mal 6 Minuten
13,06	5,38	0,913	3 mal 6 Minuten
13,29	5,81	0,871	3 mal 6 Minuten

Aus der Tabelle 6 ersehen wir, dass bei einem dreimaligen Erhitzen sowohl der Zucker- als auch der Phosphorgehalt zunimmt, das heisst es werden bei einem dreimaligen Erhitzen mehr Phosphatide freigelegt, denen eine gewisse Zuckermenge anhaftet. Dieser Versuch macht es wahrscheinlich, dass der Zucker an die Phosphatide geknüpft ist.

*b) Zucker- und Phosphorgehalt des Öles nach erschöpfender Extraktion mit Petroläther.*

In unserer ersten Arbeit<sup>1)</sup> haben wir festgestellt, dass die Ölausbeute bei dem *Terrier*-Verfahren gegenüber der Kaltextraktion um zirka 2 % erhöht ist. In diesem Öl ist auch der P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Gehalt wesentlich höher als in dem mit Petroläther erhaltenen Soxhletöl. Wenn nun die oben erwähnte Vermutung, dass der Zucker am Phosphatid hafte, richtig war, so musste in diesem Restöl sowohl der Phosphor- wie auch der Zuckergehalt ansteigen. Auf Grund dieser Überlegung versuchten wir nun, dieses Restöl, welches die Extraktion nach *Soxhlet* nicht freilegt, für sich zu erfassen, indem wir die im *Soxhlet* mit Petroläther extrahierten Keime einer Behandlung nach *Terrier* unterwarfen.

Nur bei sehr schonender Behandlung (Vakuum oder Hochvakuum) gelingt es, diese Fraktion vollständig klar in Petroläther löslich zu erhalten. Trübungen weisen jeweilen darauf hin, dass Zersetzung stattgefunden haben.

Die nachstehende Tabelle 7 zeigt die erhaltenen Werte:

Tabelle 7

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Gehalt	Phosphatide (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> x 10.98)	Zucker als Saccharose
0/0	0/0	0/0
2,95	32,3	20,80
2,01	22,5	19,13
3,45	37,9	23,70

Wir sehen, dass Zucker- und Phosphorgehalt wieder parallel ansteigen. Rechnen wir diesen Phosphorpentoxdyd gehalt mit dem in der ersten Arbeit abgeleiteten Faktor (10,98) auf Phosphatide um, so ergibt sich, dass dieses Restöl 22—38 % zuckerfreie Phosphatide enthält.

Wir arbeiteten wie folgt: Aus 200 g mit Petroläther im Soxhletapparat extrahierten Keimen wurden die letzten Reste Petroläther im Vakuum bei Zimmertemperatur entfernt. Darauf folgte eine Behandlung der Keime (in Mengen zu 40 g) mit Alkohol unter zweimaligem 6 Minuten langem Erhitzen. Nach dem Abkühlen und Filtrieren wurde der Alkohol im Vakuum abgedampft und der Rückstand im Hochvakuum bei 40° von den letzten Alkoholresten befreit (der Alkohol wurde ebenfalls portionenweise abgedampft — höchstens 80 cm<sup>3</sup> —, wobei für die neue Portion jedesmal ein neuer Kolben verwendet wurde). Als dann verrieb man den vom Alkohol befreiten Rückstand im Mörser mit Sand und Natriumsulfat und zog ihn mit Petroläther aus. Die Keime wurden ebenfalls mit Petroläther ausgezogen, dieser in gleicher Weise wie der Alkohol abgedampft und der Rückstand nach der Hochvakuumtrocknung ebenfalls mit Sand und Natriumsulfat verrieben und mit Petroläther ausgezogen. Die beiden Petrolätherauszüge wurden zusammengegeben und durch Asbest, Watte und Natriumsulfat filtriert.

c) Zuckergehalt der mit Aceton gefällten Phosphatide

Bei der Anreicherung der Phosphatide durch Acetonfällung aus dem Restöl gelang es, Phosphor und Zuckergehalt noch weiter anzureichern.

Aus der Tabelle 8 sind die erhaltenen Werte ersichtlich.

Tabelle 8

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Gehalt	Phosphatide (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> x 10.98)	Zucker als Saccharose
0/0	0/0	0/0
1) 4,10	45,0	36,98
2) 4,30	47,2	32,81
3) 4,46	49,0	43,30

Rechnet man nun den P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Gehalt des Versuches 3 von 4,46 % mit Hilfe des Faktors 10,98 in Phosphatide um, so erhält man 49,0 % Phosphatide. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass dem Phosphatid noch 43,30 % Saccharose anhafteten, erhalten wir 92,3 %. Es ist bemerkenswert, dass ein Komplex, der zu 49,0 % aus Lecithin und 43,30 % aus Zucker besteht, noch klar in Petroläther löslich ist. Der Grund dafür, dass nicht 100 % erhalten wurden, kann auf dem Gehalt an Phosphatidsäuren (in Form von Magnesiumsalzen) oder ähnlichen Umständen beruhen. Um diese Phosphatide genau zu charakterisieren, müsste also noch der Magnesiumgehalt bestimmt werden, wodurch es möglich würde, den Anteil der Phosphatidsäuren zu berechnen. Eine qualitative Prüfung auf Magnesium fiel positiv aus.

Experimentell wurde wie folgt vorgegangen: Das nach Abschnitt b) erhaltene Restöl wurde in Petroläther gelöst und unter guter Eiskühlung tropfenweise mit dem vierfachen Volumen Aceton versetzt. Nach dem Abzentrifugieren des Niederschlages wurde dieser zweimal mit Aceton ausgewaschen und sodann erneut zentrifugiert. Die auf diese Weise erhaltene Phosphatidfraktion wurde im Hochvakuum auf konstantes Gewicht getrocknet.

Diese Versuche lassen es als unzweifelhaft erscheinen, dass ein Zusammenhang zwischen Zucker und Phosphatid besteht. Bei einer Acetonfällung lässt sich eine Substanz erhalten, die fast nur Zucker und Phosphatid enthält, und die dennoch klar in Petroläther löslich ist.

In Bezug auf das Verhältnis Zucker-Phosphor orientiert Tabelle 9.

*Tabelle 9*

Auszüge	% P	% Saccharose	P : Saccharose (Mole)
Öl nach Terrier	0,358	4,36	1 : 1,10
	0,404	5,24	1 : 1,18
	0,386	5,70	1 : 1,34
Olrest	1,29	20,86	1 : 1,46
	0,878	19,13	1 : 1,98
	1,51	23,70	1 : 1,43
Mit Aceton gefällte Phosphatide	1,81	36,98	1 : 1,85
	1,90	32,81	1 : 1,57
	1,89	43,30	1 : 2,08

#### *B. Ausschütteln des nach Terrier gewonnenen Öles in Petroläther mit Wasser.*

Würde eine lockere Bindung des Zuckers an das Phosphatid vorliegen, so sollte es möglich sein, den Zucker durch Ausschütteln der Petrolätherlösung mit

Wasser vom Phosphatid abzutrennen und ihn in die wässrige Phase überzuführen. Bei Bindung durch Hauptvalenzen müsste eine schwerere Spaltbarkeit angenommen werden.

Um diese Frage abklären zu können, sind wir wie folgt vorgegangen:

Aus 120 g Keimen wurden nach der Methode *Terrier* 15 g Öl erhalten. Das Öl war nach dem Aufnehmen in Petroläther schwach trüb. Diese Lösung wurde im Scheidetrichter mit Wasser ausgeschüttelt. Dabei musste auf sehr sorgfältiges Schütteln geachtet werden, um die Bildung einer Emulsion zu verhüten, welche nur durch Alkohol- oder Elektrolytzusatz (Aluminiumsulfat) wieder entfernt werden könnte. Diese Zusätze, vor allem Alkohol, wollten wir vermeiden, weil sich dabei andere Löslichkeitsverhältnisse ergeben hätten. Nach dem Ausschütteln wurde die wässrige Phase vom Petroläther abgetrennt, wenn nötig filtriert und nach der Hydrolyse auf Zucker geprüft. Die erhaltenen Resultate sind in Tabelle 10 zusammengestellt.

*Tabelle 10*

Dauer der Ausschüttung	Fehling'sche Probe nach Hydrolyse
10 Minuten	positiv
5 Minuten	negativ
5 Minuten	negativ
5 Minuten	negativ

Nach dem Abdampfen des Petroläthers wurde im Rückstand in gewöhnlicher Weise der Zucker abgespalten. Nach der Hydrolyse war die Prüfung mit *Fehling'scher* Lösung stark positiv.

Derselbe Versuch wurde in quantitativer Weise noch einmal wiederholt. Es ergaben sich dabei folgende Werte:

*Tabelle 11*

Behandlungsart	% Glucose	Aussehen der Petrolätherlösung
Ausschütteln der Petrolätherlösung mit Wasser	0,7	trüb
Ausschütteln der Petrolätherlösung mit Wasser	0,1	klar
Abdampfen des Petroläthers und darauffolgende Säurehydrolyse	4,21	klar

Diese beiden Versuche zeigen deutlich, dass der grösste Teil des Zuckers vom Phosphatid durch kurzes Ausschütteln mit Wasser nicht abgespalten wird, was eine lockere Bindung Zucker-Phosphatid sehr in Frage stellt. Die 0,7 %, welche beim Ausschütteln in die wässrige Phase übergingen, sind wohl bei der Extraktion durch Zersetzung entstanden. Sie scheinen die Trübung des Petroläthers zu bedingen.

### C. Behandlung der Keime vor der Extraktion

#### 1. Durch Erhöhung der Temperatur.

Um den Einfluss der Temperatur auf die Bindung Zucker-Phosphatid zu prüfen, erwärmten wir zwei Keimproben im Trockenschrank während einer Stunde auf 110°. Im Öl, nach der *Terrier*-Methode dargestellt, konnte folgender Zucker- und Phosphorgehalt ermittelt werden:

Tabelle 12

Ausbeute	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Glucose
0/0	0/0	0/0
9,99	1,03	4,29
9,85	1,01	3,32

Nach diesen beiden Versuchen scheint die Temperatur bis 110° keinen deutlichen Einfluss auf die Bindung Zucker-Phosphatid zu haben. Eine höhere Temperatur als 110° zu wählen, ist wegen der Karamolisierung des Zuckers, der Veränderung des Öles und des Eiweisses nicht zweckmässig.

#### 2. Durch Wasser.

In einer weiteren Versuchsreihe haben wir die Keime vor der *Terrier*-Extraktion mit Wasser behandelt, um den freien Zucker zu entfernen. Andererseits war zu untersuchen, ob dabei auch der am Phosphatid haftende Zucker wasserlöslich wird. Die erhaltenen Resultate sind in Tabelle 13 zusammengestellt.

Tabelle 13

Art der Wasserbehandlung	Öl-Ausbeute (Terrier)	Zucker als Glucose	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Gehalt
1. 5 Min. langes Stehen-lassen bei 50°	7,84	2,28	—
2. 2 maliges 15 Min. langes Stehen bei 20°	8,56	2,17	0,434
3. 2 maliges 15 Min. langes Stehen bei 15°	8,37	1,55	0,402
4. 15 Min. Wasserbad	8,81	2,53	0,515

Wie uns die Tabelle 13 zeigt, ist die Zucker- jedoch auch die Phosphatidmenge nach der Wasserbehandlung deutlich erniedrigt, immerhin noch keineswegs vollständig verschwunden. Eigenartig ist es, dass die stärkste Behandlung (15 Minuten bei zirka 100°) die geringsten Verluste an Zucker mit sich bringt, während die Behandlung bei 15° die Zuckermenge stark herabsetzt. Es könnten hier fermentative Vorgänge wirksam werden, wobei die höhere Temperatur durch Schädigung der Fermente, eine geringere Loslösung des Zuckers mit sich brächte.

Hinsichtlich der Öl ausbeute ist zu bemerken, dass wir hier auf ähnliche Schwierigkeiten stiessen wie bei der im ersten Teil beschriebenen Salzsäurebehandlung<sup>1)</sup>. Die Verhältnisse blieben unübersichtlich.

#### D. Bestimmung der Säurezahl vor und nach Abspaltung des Zuckers

Der Zucker könnte evtl. an die noch freie OH-Gruppe des Phosphatides esterartig gebunden sein. Wäre dies der Fall, so müsste die Säurezahl nach der Abspaltung des Zuckers durch Wasser, zunehmen. Bei unseren Versuchen war jedoch keine Zunahme der Säurezahl nach der Abspaltung des Zuckers festzustellen. Dieses Verhalten schliesst eine Esterbindung aus. Experimentell sind wir dabei wie folgt vorgegangen:

Nach der Petrolätherextraktion von 70-g-Keimen, wurden diese nach der Methode *Terrier* behandelt, wobei 0,0893 g Restöl erhältlich war. Nach dem Lösen in 50 cm<sup>3</sup> eines Gemisches Alkohol/Methylalkohol 1:1 wurden 25 cm<sup>3</sup> mit 25 cm<sup>3</sup> Wasser versetzt und eine halbe Stunde am Rückflusskühler auf dem Wasserbad erhitzt. Nach dem Abkühlen erfolgte die Titration mit alkoholischer Kalilauge. Als Kontrolle dienten die restlichen 25 cm<sup>3</sup> Lösung, welche kurz vor der Titration in gleicher Weise mit 25 cm<sup>3</sup> Wasser versetzt wurden. Wir erhielten folgende Resultate:

Vor der Hydrolyse	Nach der Hydrolyse
0,56 cm <sup>3</sup> 0,1 n KOH	0,52 cm <sup>3</sup> 0,1 n KOH

Experimentell ergibt sich demnach keine Zunahme, sondern eine ganz geringe Abnahme der Säuremenge nach der Hydrolyse, während bei Annahme einer esterartigen Bindung des Zuckers die zur Neutralisation nötigen cm<sup>3</sup> 0,1 n KOH auf zirka 0,9 cm<sup>3</sup> hätten ansteigen müssen.

#### *E. Künstlich hergestellte Zucker-Phosphatid-Komplexe*

Es lag nun nahe zu prüfen, ob der Spaltung des Komplexes Phosphatid-Zucker auch eine Bildung gegenüberstehe, das heisst ob der Vorgang reversibel sei.

Zu diesem Zwecke wurde zunächst die Petrolätherlösung eines Pflanzenlecithins mit fein gepulvertem Rohrzucker zirka eine halbe Stunde am Rückflusskühler auf dem Wasserbad erhitzt. Die klare Petrolätherlösung haben wir hierauf mit Wasser ausgeschüttelt und dieses vom Petroläther getrennt. Sowohl das Schüttelwasser als auch die Petrolätherlösung wurden hierauf einer Säurehydrolyse unterworfen. Der Petroläther enthielt keine Spur von Zucker mehr, während das Wasser eine deutliche Reduktion der *Fehling'schen* Lösung zeigte. Da eine blosse Suspension des Zuckers in Petroläther kaum angenommen werden kann, würde dieser Versuch darauf schliessen lassen, dass sich eine gewisse Menge eines Zucker-Lecithin-Komplexes gebildet hatte, welcher jedoch schon durch kurzes Schütteln mit Wasser den Zucker wieder an das Wasser abgab. Der Komplex scheint demnach wesentlich labiler zu sein, als die natürlich vorhandenen.

*Winterstein*<sup>2)</sup> und seine Mitarbeiter haben Eierlecithin mit Hexosen und Disacchariden auf dem Wasserbad erhitzt, wobei sie das Reaktionsprodukt in Alkohol, Äther oder Benzol lösten. Wie bei unseren Versuchen, wurde bei den von ihnen dargestellten Komplexen der Zucker anscheinend viel leichter abgespalten als in dem von uns isolierten Komplex. (Mit kurzem Aufkochen mit verdünnter Mineralsäure.)

Erst nach Abschluss unserer Arbeiten stiessen wir auf einige ältere Publikationen (*Bing*<sup>9)</sup> und *Mayer*<sup>10)</sup>).

*Bing* ging dabei wie folgt vor: In alkoholischen Lösungen von Lecithin löste er verschiedene Mengen Glucose auf und dampfte den Alkohol im Vakuum bei 42° ab. Der erhaltene Rückstand zeigte sich vollständig klar ätherlöslich, namentlich dann, wenn im Verhältnis zur Glucosemenge viel Lecithin vorhanden war.

In ähnlicher Weise arbeitete *Mayer*. Er fügte zur alkoholischen Lösung des Lecithins die alkoholische Glucoselösung (welche geringe Mengen Wasser enthielt) und dampfte die Lösung auf dem Wasserbad ab. Der Rückstand war je nach den angewandten Mengen klar in Äther oder Benzol löslich, oder ein Teil der Glucose blieb ungelöst zurück. Die Verbindung zwischen Lecithin und Glu-

cose konnte durch Fällen mit absolutem Alkohol aus der klaren Äther- oder Benzollösung erhalten werden. Der Niederschlag war jedoch in einem Überschuss des Fällungsmittels zum Teil wieder löslich. *Mayer* konnte feststellen, dass der Niederschlag sowohl Lecithin, als auch Glucose enthielt. Auch die trockene Substanz war leicht spaltbar. In wasserhaltigem Äther gelöst, schied sich beim Stehen (1—2 Tage) ein Teil des Traubenzuckers ab.

Alle diese Versuche lassen erkennen, dass künstlich herstellbare Verbindungen existieren, dass sie aber anscheinend viel labiler sind als die aus Naturprodukten isolierten.

Wie erwähnt, bestand keine Möglichkeit mehr, diese Verhältnisse im Rahmen der vorliegenden Arbeit zu überprüfen. Es erscheint uns aber sehr wichtig, speziell in Bezug auf Bindungsart und -Stärke dieser künstlich hergestellten Verbindungen Klarheit zu schaffen. Wir behalten uns vor, später darauf zurückzukommen.

## V. Schlussfolgerungen

### A. Literatur

In der Literatur finden sich folgende Ansichten hinsichtlich der Bindungsart Zucker-Phosphatid:

1. *Winterstein*<sup>2)</sup> und seine Mitarbeiter kommen bei ihren Untersuchungen an pflanzlichen Phosphatiden zum Schluss, dass der Zucker mit dem Phosphatid eine eigentliche Verbindung bilde.

Zu diesem Ergebnis gelangen sie anhand der folgenden analytischen Tatsachen: Vorerst liess sich der Zucker erst bei längerem bzw. mehrmaligem Kochen mit Säure quantitativ abspalten. Ferner stellten sie fest, dass die künstlich hergestellten Verbindungen aus Lecithin und Kohlehydraten gegen Säuren viel weniger widerstandsfähig waren, als die natürlich vorkommenden. Durch öfteres Umlösen in absolutem Äther liess sich nur ein Teil der Kohlehydrate abtrennen. Auch konnte durch Ausschütteln der ätherischen Lösung mit Wasser nur ein Teil der Kohlehydrate abgespalten werden.

2. *Rewald*<sup>3)</sup> zieht aus seinen Untersuchungen den Schluss, dass Kohlehydrate nicht in chemischer Bindung an Phosphatiden haften, sondern den Phosphatiden beigemischt sind und von diesen in mechanischer Weise getrennt werden können. Er stellt folgendes fest: Aceton- und Essigester-Behandlung bewirken keine Trennung des Zuckers vom Phosphatid. Diese ist erst durch eine 48stündige Waserbehandlung möglich.

3. *B. Bleyer* und *W. Diemair*<sup>4)</sup> sind der Ansicht, dass Kohlehydrate nicht chemisch, sondern adsorptiv an Phosphatide gebunden sind. Sie stellten bei ihren Untersuchungen folgendes fest: Durch wiederholtes Waschen der ätherischen Phosphatidlösungen und durch mehrmaliges Umfällen der Phosphatide wird der Zucker weitgehend, aber nicht vollständig entfernt.

4. *W. Halden*<sup>11)</sup> bezeichnet die Bindung Kohlehydrat-Phosphatid als adsorptiv und schlägt zur Trennung des Zuckers vom Phosphatid eine Behandlung mit lauwarmem Wasser vor.

Wie wir aus der Literatur sehen, sind die Ansichten über die Bindungsart Phosphatid-Zucker widerspruchsvoll. In neuerer Zeit neigt man mehr zu der Annahme, es liege eine adsorptive Bindung vor.

### *B. Eigene Untersuchungen*

Unsere Untersuchungen gestatten folgende Feststellungen:

1. *Bezüglich Phosphatid*: wir verweisen auf Abschnitt 2, Seite 2. Die Gegenwart von Lecithinen gemischt mit einem geringen Anteil von Kephalin und Phosphatidsäuren kann als sichergestellt gelten.

2. *Bezüglich Zuckerart*: Es gelang mit der Darstellung des Osazones, der Bestimmung des Drehwinkels vor und nach der Hydrolyse und der Ermittlung des Glucose-Fructose-Verhältnisses die Anwesenheit von Saccharose sicherzustellen.

#### *3. Bezüglich Phosphatid-Zucker-Komplex*:

- a) Mit einer Anreicherung von Phosphor aus dem Öl geht bei geeigneter Versuchsanordnung eine solche von Zucker einher. Wir verweisen auf die Tabelle 9, Seite 16.
- b) Der Komplex Phosphatid-Zucker enthält auch noch Stickstoff. Cholin oder Colamin sind demnach noch vorhanden, wenn wir auch nicht mehr Gelegenheit hatten, diese Substanzen direkt nachzuweisen. Freie Phosphatidsäure ist als Magnesiumsalz vorhanden.
- c) Der Komplex Phosphatid-Zucker ist recht labil. Sobald die Isolierung etwas weniger sorgfältig vor sich geht, trübt sich die Äther- oder Petrolätherlösung, wobei der Zuckergehalt nach der Beseitigung der Trübung durch Filtration geringer wird. Trübe Lösungen geben an Wasser jeweils leicht Zucker ab.
- d) Klare Lösungen von Phosphatid in Petroläther geben bei mehrmaligem 5—10 Minuten langem Schütteln mit Wasser keinen Zucker an dieses ab. Erst die Hydrolyse (mit Wasser in der Wärme oder sehr lange Zeit oder mit Säure) setzt die Zuckerart frei.
- e) Die Hydrolyse bewirkt keine Zunahme des Säuregrades.
- f) Die Isolierung des Komplexes Phosphatid-Zucker gelingt nur bei der Behandlung der Weizenkeime mit Alkohol. Andere von uns geprüfte Extraktionsarten geben zwar gewisse, wenn auch meist geringere Phosphatidmengen, denen jedoch kein Zucker anhaftet.
- g) Unter bestimmten Bedingungen gelingt es, ähnliche Komplexe auch künstlich herzustellen. Es konnte jedoch nicht erwiesen werden, ob diese hinsicht-

lich Bindungsart und Bindungsstärke mit den natürlich vorkommenden übereinstimmen.

In Bezug auf die Verknüpfung können damit vorläufig folgende Schlüsse gezogen werden:

### *I. Bindung durch Hauptvalenzen*

1. Eine Esterbindung liegt vermutlich nicht vor (siehe Abschnitt e).
2. Eine Acetalbindung ist in Anbetracht der Zuckerart (Saccharose) nicht wahrscheinlich.
3. Dennoch kann eine Bindung durch Hauptvalenzen nicht einfach abgelehnt werden, da gewisse Tatsachen doch dafür sprechen. Vor allem ist es die deutliche Trennung zwischen freiem und gebundenem Zucker (siehe Abschnitt c und d).
4. Ein konstantes Verhältnis von Phosphatid zu Zucker konnte zwar bei der Anreicherung nicht erreicht werden. Auffällig erscheint es uns immerhin, dass bei der Reinigung keine Abnahme der Zuckerkomponente, sondern im Gegenteil eine Zunahme derselben festzustellen ist.

### *II. Adsorptive Bindungen*

- a) *Phosphatid-Zucker*: Für diese spricht vor allem, dass eine Esterbindung nicht vorzuliegen scheint. Es ist auch nicht leicht ersichtlich, in welcher Weise sonst eine Bindung durch Hauptvalenzen erfolgen könnte. Wichtig ist auch die Tatsache, dass gewisse Komplexe auch künstlich hergestellt werden können. Gerade hier dürfte es aber von Bedeutung sein, die Bindungsfestigkeit des künstlichen und natürlichen Komplexes zu vergleichen.
- b) *Phosphatid-Eiweiss*: Interessant ist die im ersten Teil der Arbeit festgestellte Tatsache, dass nur Alkohol fähig ist, den Phosphatid-Zucker-Komplex abzuspalten, während organische Lösungsmittel nur das reine Phosphatid abtrennen.

Es sei hier auf den Erklärungsversuch in unserer ersten Arbeit (Seite 220) verwiesen, in welchem angenommen wird, dass die polare Natur des Alkohols die Anlagerung dieses letzteren an das Eiweiss und damit eine Abtrennung des Phosphatid-Komplexes gestattet.

- III. Die Frage nach der Bindung des Phosphatides an Zucker und Eiweiss kann demnach noch nicht als beantwortet gelten. Es ist aber sicherlich in physiologischer Hinsicht von Bedeutung, dass die Phosphatide befähigt sind, mit sehr beträchtlichen Mengen von Zuckerarten lipoidlösliche Komplexe zu bilden. Im Sinne der Abklärung der Natur des gebundenen Zuckers und der Menge desselben hoffen wir einen Beitrag an diese interessante Frage geleistet zu haben.

## Zusammenfassung

Wie der Literatur entnommen werden kann, wurde schon häufig beobachtet, dass Phosphatide bei der Isolierung aus Naturprodukten beträchtliche Mengen von Zuckerarten enthalten und nur schwer davon zu trennen sind. Die Ansichten über die Verknüpfung der beiden Stoffklassen gehen weit auseinander. Die vorliegende Arbeit hat sich speziell mit den Phosphatiden der Weizenkeime befasst. Es gelang der Nachweis, dass der am Phosphatid zähe haftende Zucker mit Saccharose identisch ist. Obwohl die Isolierung eines in Petroläther klar löslichen Komplexes in einer Zusammensetzung von 43,3 % Saccharose und 49 % Phosphatid (demnach total 92,3 %) gelang, war es dennoch nicht möglich, die Bindungsart endgültig abzuklären. Die verschiedenen Möglichkeiten werden diskutiert, wobei wir uns vorbehalten, diesen Fragenkomplex weiter zu bearbeiten.

## Résumé

Ainsi qu'on peut le voir dans la littérature, on a déjà fait souvent l'observation que les phosphatides contiennent, après leur isolation à partir de produits naturels, des quantités appréciables de sucres de toutes sortes et qu'ils ne peuvent en être que difficilement séparés. Les opinions sur le genre de liaison de ces deux classes de substances divergent beaucoup. Dans ce travail-ci on s'est occupé tout spécialement des phosphatides de germes de blé. On a pu faire la preuve que le sucre si fortement lié au phosphatide est identique avec le saccharose. Tout en ayant pu isoler un complexe soluble dans l'éther de pétrole et présentant une composition de 43,3 % de saccharose et de 49 % de phosphatide (ce qui fait au total 92,3 %), il ne fut toutefois pas possible de déterminer définitivement le genre de liaison. Les différentes possibilités font l'objet d'une discussion et nous nous réservons de pousser plus à fond l'étude de cet ensemble de questions.

## Literatur

- 1) *Antener & Högl*: Vergleichende Untersuchungen über die Fettbestimmungsmethode im Mahlprodukt (Weizenkeimen) siehe *Mitt.* **38**, (1947).
- 2) *Winterstein*: *Zeitschr. physiol. Chemie* **40**, 101 (1903), **47**, 496 (1906), **54**, 288 (1908), **58**, 500 (1909).
- 3) *Rewald*: *Biochem. Z.* **211**, 199 (1929).
- 4) *Diemayr & Bleyer*: *Biochem Z.* **275**, 242 (1935)
- 5) *Channon & Forster*: *Biochem. Z.* **28**, 853 (1934).
- 6) *Wright*: *Cereal Chemistry* **15**, 723 (1938).
- 7) *Abelin*, Einführung in die experimentelle chemische Physiologie (Bern), Verlag von H. Francke, 1944).
- 8) *J.M. Kolthoff*: *Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel* **45**, 131—147 (1923).
- 9) *Bing*, *Archiv f. Physiol.* **9**, 336 (1896).
- 10) *Mayer*, *Biochem. Zeitschrift* **1**, 81 (1906).
- 11) *Halden*, *Fette und Seifen* **47**, 6—9 und 52—54 (1940).