Zeitschrift

für

Untersuchung der Nahrungs- und Genussmittel, sowie der Gebrauchsgegenstände.

Jahrgang 1899.

December.

Heft 12.

Beiträge zur Kenntniss der Zusammensetzung des Hühnereies.

Von

Dr. Adolf Juckenack.

Mittheilung aus der kgl. Untersuchungsanstalt für Nahrungs- und Genussmittel
in München.

Seit geraumer Zeit mit dem qualitativen Nachweise und der quantitativen Bestimmung von Eisubstanz in Lebensmitteln beschäftigt, machte ich die Erfahrung, dass die Angaben über die procentige Zusammensetzung des Hühnereies, welche wir in den gebräuchlichsten, unseren Zwecken dienenden Handbüchern finden, sich zum Theil widersprechen, ja zum Theil unbrauchbar sind.

Ohne meine Arbeiten bisher auf sämtliche Bestandtheile ausgedehnt zu haben, sehe ich mich trotzdem veranlasst, die vorläufig erhaltenen Ergebnisse zu veröffentlichen, da sie für meine gleichfalls dem Druck übergebenen Arbeiten „Ueber den Nachweis und die quantitative Bestimmung von Eiern in Mehlfabrikaten“ von Wichtigkeit sind.

Ich wende mich zunächst der Zusammensetzung des Eidotters zu.

Die ältesten eingehenderen Arbeiten über das Eidotter wurden bekanntlich von Gobley¹⁾ ausgeführt und schliessen sich diesen verschiedene spätere Veröffentlichungen an, deren Gesamtergebniss wir gewöhnlich, soweit es sich um die Zusammensetzung des Dotters handelt, wie folgt in den Handbüchern angegeben finden:

	a) J. König, Chem. d. Nahr- u. Genussmittel, III. Aufl. 1893, 2, 204, nach Gobley und Anderen	b) Loebisch, Realencyklo- pädie d. ges. Pharm. 3. Bd.
Wasser	51,8 %	51,8 %
Vitellin	15,8 %	15,8 %
Nuklein	1,5 %	1,5 %
Palmitin, Stearin und Olein	20,3 %	23,2 %
Cholesterin	0,4 %	0,4 %
Glycerinphosphorsäure	1,2 %	—
Lecithin	7,2 %	8,4 %
Cerebrin	0,3 %	—
Farbstoffe	0,5 %	0,5 %
Salze (Calcium- und Magnesiumphosphat)	1,0 %	1,0 %

¹⁾ Journ. Pharm. Chim. 1847, 9.

Die Angaben beider genannten Handbücher stimmen demnach im Allgemeinen fast genau überein, nur liegt ein sehr wesentlicher Unterschied in dem verschiedenen angegebenen Gehalt des Eidotters an Glycerinphosphorsäure bzw. an Verbindungen derselben. Während nämlich bei König 1,2% Glycerinphosphorsäure und 7,2% Lecithin aufgeführt werden, finden wir bei Loebisch die Summe vorgenannter Werthe, also $1,2 + 7,2 = 8,4\%$ als Lecithin angegeben. Welchen Einfluss diese beiden differirenden Werthangaben auf die Berechnung des Gesamtposphorsäuregehaltes im Eigelb haben müssen, lässt sich leicht daraus erkennen, dass beispielsweise die Glycerinphosphorsäure $C_3H_5 \left\{ \begin{smallmatrix} OH_2 \\ O \cdot P \end{smallmatrix} O_3 H_2 \right.$ (Mol.-Gewicht = 172) 41,28% P_2O_5 enthält, während sich für das Distearyllecithin $C_3H_5 \left\{ \begin{smallmatrix} (OC_{18}H_{35}O)_2 \\ OP < O \cdot OC_5H_{13} \end{smallmatrix} \right.$ NOH (Mol.-Gewicht = 807) nur 8,798% P_2O_5 berechnen.

Sehen wir uns nun ferner in der Litteratur nach Angaben über den Gehalt des Eiinhaltes, sowohl des gesammten, als auch seiner Bestandtheile, des Eiweisses und Eigelbes, an Gesamtposphorsäure um, so finden wir fast ausschliesslich Werthe, die sich auf den Phosphorsäuregehalt der Mineralbestandtheile beziehen. Da sich nun auch bei der näheren Betrachtung und bei dem Vergleich dieser Werthe Unterschiede ergeben, wie ich unten näher ausführen werde, so erschien eine Klärung dieser Frage sowie auch eine Nachkontrolle der Litteraturangaben für noch andere Bestandtheile des Hühnereies dringend nothwendig, zumal, wenn die Werthe zur Bestimmung von Eisubstanz in Lebensmitteln Verwendung finden sollten.

Die Veranlassung zu dieser Arbeit gab demnach das Bestreben, zuverlässige Methoden zum Nachweis und zur quantitativen Bestimmung von Eisubstanz in erster Linie in Mehlfabrikaten auszuarbeiten, da, wie ich unten näher ausführen werde, vor allem die diesem Zwecke bisher dienende Methode von Bein¹⁾ auf unrichtigen Voraussetzungen aufgebaut ist.

Mein Gedanke war, zu diesem Zwecke u. a. die verschiedenen im Eigelb vorhandenen Phosphorsäuren sowie ferner das Cholesterin und eventl. die Eiweissstoffe heranzuziehen.

Betrachten wir zunächst die im Eiinhalt enthaltenen Phosphorsäuren näher, so kommen folgende Formen derselben in Betracht: 1. Lecithinphosphorsäure, 2. Glycerinphosphorsäure (als Spaltungsprodukt des Lecithins), 3. Nukleïnphosphorsäuren, 4. Anorganisch gebundene Phosphorsäure. Berechnen wir jetzt aus den in obiger Tabelle angegebenen Mengen dieser Phosphorsäureverbindungen den Gehalt des Eidotters an Gesamtposphorsäure, so finden wir:

	a)	b)
Lecithin	7,2% = 0,633% P_2O_5	8,4% = 0,739% P_2O_5
Glycerinphosphorsäure	1,2% = 0,496% -	-
Calcium- und Magnesiumphosphat	1,0% = 0,630% -	1,0% = 0,630% -
Nukleïne	1,5% = 0,086% -	1,5% = 0,086% -
Demnach Gesamtposphorsäure	1,845%	1,455%

Aus diesen Litteraturangaben ergibt sich also schon eine Differenz von 0,39% entsprechend 21,13% Differenz der Gesamtposphorsäure. Demnach müssen

¹⁾ Ber. deutsch. chem. Ges. 1890, 23, 421.

bereits die Angaben mindestens eines der genannten Handbücher auf unrichtigen Ergebnissen der einschlägigen Autoren beruhen.

Versuchen wir jetzt ferner die Gesamtmphosphorsäure des Eiinhaltes aus den in König's Handbuch mitgetheilten Phosphorsäure-Werthen für die Mineralbestandtheile, und zwar sowohl des gesammten Eiinhaltes als auch dessen Theile des Eigelbes und des Eiweisses zu berechnen, so erhalten wir folgendes Ergebniss:

I. Eigelb. Dasselbe enthält nach König 1,01 % Mineralbestandtheile und in letzteren 65,46 % Phosphorsäure. Demnach würden auf das Eigelb, falls alle Phosphorsäure beim Veraschen in die Mineralbestandtheile überginge, 0,661 % Gesamtmphosphorsäure treffen. Da nun dieser Werth ganz bedeutend von den beiden oben berechneten Werthen (1,845 % und 1,455 %) abweicht, so muss hier augenscheinlich beim Veraschen des Eigelbes ein Theil der Phosphorsäure reducirt werden und demnach verloren gehen.

II. Eiweiss. Dieses enthält nach König 0,61 % Mineralbestandtheile und in diesen 4,41 % Phosphorsäure. Demnach treffen auf das Eiweiss 0,027 % Gesamtmphosphorsäure.

III. Gesamteinhalt. a) Nach König besteht der Eiinhalt bei einem Durchschnittsgewichte des Hühnereies von 53 g im Mittel aus 16,0 Eigelb und 31 g Eiweiss. Berechnet man unter Zugrundelegung dieser Zahlen mit Hilfe der vorstehend unter I und II ermittelten Phosphorsäurewerthe den Gesamtmphosphorsäuregehalt des Eiinhaltes, so würden auf ein Ei im Mittel 0,114 g Phosphorsäure, das ist 0,243 % Gesamtmphosphorsäure, treffen.

b) Nach König liefert nun ferner der Gesamteinhalt für sich verascht 1,12 % Mineralbestandtheile und in diesen wurden 37,62 % Phosphorsäure ermittelt. Aus diesen Aschephosphorsäurezahlen berechnet sich nun andererseits für den Inhalt eines Durchschnittseies von 53 g im Ganzen 0,197 g Phosphorsäure, das sind 0,420 % Gesamtmphosphorsäure.

c) Bei der Berechnung der Gesamtmphosphorsäure aus dem Gehalt des Eigelbes an den verschiedenen phosphorsäurehaltigen Verbindungen (Lecithin etc.) hatten wir für das Eigelb einen Gesamtmphosphorsäuregehalt von 1,845 % ermittelt. Unter Zugrundelegung dieses Werthes und des unter II angegebenen Phosphorsäuregehaltes des Eiweisses von 0,027 % würden auf den Inhalt eines Durchschnittseies von 53 g im Ganzen 0,303 g Phosphorsäure treffen, sich also für den Gesamteinhalt 0,645 % Gesamtmphosphorsäure ergeben.

Es stehen sich also jetzt, kurz zusammengefasst, folgende Gesamtmphosphorsäurewerthe gegenüber:

A. Im Eigelb:

aus Tab. a)	aus Tab. b)	aus No. I
1,845 %	1,455 %	0,661 %

B. Im Gesamteinhalt:

aus IIIa)	aus IIIb)	aus IIIc)
0,243 %	0,420 %	0,645 %

Aus diesen Differenzen erhellt wieder die Wichtigkeit der Klärung dieser Frage für die Untersuchung der einschlägigen eihaltigen Lebensmittel.

Es wurden von mir in Folge dessen zunächst die Gesamtmphosphorsäuremengen im Eiweiss, Eigelb und Gesamteinhalt, und zwarsowohl nach dem gewöhnlichen Veraschen als auch nach dem Veraschen mit Soda und Salpeter bestimmt.

Das Veraschen mit Soda und Salpeter geschah in der Weise, dass eine hinreichende Menge dieser Stoffe in Wasser gelöst und mit der Eimasse innig gemischt wurde. Nach dem Eintrocknen wurde alsdann vorsichtig verascht. Bei der Vorbereitung einer grösseren Anzahl derartiger Versuche wurden die Angaben König's, dass das durchschnittliche Gewicht des Hühnereies ca. 53,0 g beträgt und sich aus rund 6,0 g Schalen, 31,0 g Eiweiss und 16,0 g Eigelb zusammensetzt, bestätigt gefunden.

Die Phosphorsäurebestimmungen hatten folgende Ergebnisse:

I. Eigelb. Zur Anwendung gelangte bei jeder Bestimmung ein Eigelb. Beim Veraschen mit Zusatz von Soda und Salpeter wurden im Mittel 1,279 % Gesamtposphorsäure aus elf Bestimmungen ermittelt und schwankten die Ergebnisse zwischen 1,254 und 1,294 %. Trotzdem absichtlich bei den Untersuchungen die Grösse des verwendeten Eies bzw. des aus diesem gewonnenen Eidotters sehr verschieden gewählt wurde, ist, wie die Zahlen beweisen, der Gesamtposphorsäuregehalt ziemlich konstant. Die Trennung des Eiweisses vom Eigelb geschah mit Rücksicht auf den Zweck dieser Arbeit in der in der Praxis üblichen Weise, indem die Eischale mit einem Messer halbt und das Eigelb wiederholt von einer Schalenhälfte in die andere gegeben wurde.

Die Phosphorsäurebestimmung in den durch direktes Veraschen (also ohne Soda und Salpeter) erhaltenen Mineralbestandtheilen ergab im Mittel aus drei Analysen, die wie ersichtlich, für den Zweck vollständig genügen, 0,673 % Phosphorsäure.

Aus diesen Zahlen geht hervor, dass beim direkten Veraschen des Eidotters fast die Hälfte der Gesamtposphorsäure reducirt wird und daher für die Bestimmung verloren geht und zwar aus dem Grunde, weil sie keine zur Bindung genügende Menge Basen vorfindet. Denn wie schon König in seinem mehrfach erwähnten Werke angiebt, beträgt der Aschengehalt des Eigelbes etwa 1,01 % und hierin sind 65,46 % Phosphorsäure enthalten. Es bleiben demnach nach Abzug von Chlor und Kieselsäure nur 31,98 % der Asche für Kalk, Magnesia, Kali, Natron und Eisenoxyd = 0,3198 g für 100 g Eigelb übrig, welche zur Bindung des wirklichen Phosphorsäuregehaltes des Eidotters von 1,279 % nicht ausreichen. Es erhellt dies ferner aus folgender Ueberlegung: Für 100 g der Mineralbestandtheile des Eidotters fand König: 9,29 g Kali, 5,87 g Natron, 13,04 g Kalk, 2,13 g Magnesia und 1,65 g Eisenoxyd. Wollen wir hieraus nur die Metaphosphate (also Kalkphosphat etc.) bilden, so würden wir hierzu 72,50 g Phosphorsäure gebrauchen; nun sind aber in den Mineralbestandtheilen noch 1,85 % Chlor und 0,86 % Kieselsäure vorhanden. Ziehen wir daher noch die diesen Säuren äquivalenten Phosphorsäuremengen von 72,50 g ab, so ergeben sich 66,76 % Phosphorsäure, während, wie oben angegeben ist, durch direkte Analyse 66,63 % ermittelt wurden. Würde jedoch in der Asche die Gesamtposphorsäure des Eigelbes zurückgeblieben sein, so müssten auf vorgenannte 31,98 g Metalloxyde statt 66,76 g Phosphorsäure 127,90 g treffen. Wie die Rechnung lehrt, ist diese Bindung der Phos-

phorsäure unmöglich. Es muss demnach beim Veraschen alle Phosphorsäure verloren gehen, welche mehr vorhanden ist, als zur Bildung von Metaphosphaten Verwendung finden kann.

Dass die reducirende Kraft der Kohle erst in zweiter Linie den Verlust an Phosphorsäure bedingt und überhaupt nur dann in Frage kommt, wenn die erste Bedingung, die Anwesenheit einer genügenden Menge Basen, nicht erfüllt ist, erhellt auch daraus, dass man genau dieselbe Menge Gesamtposphorsäure, welche beim Veraschen mit Salpeter erhalten wird, auch beim Veraschen ohne Salpeter unter alleinigem Zusatz von Soda erhält, indem man das Eigelb vor dem Trocknen mit einer Sodalösung gut mischt. Aus denselben Gründen ist auch z. B. bei den Phosphorsäurebestimmungen im Wein ein Zusatz von Salpeter beim Veraschen nicht erforderlich. Einen weiteren Beweis für diese Angaben siehe unten.

II. Eiweiss. Die Phosphorsäurebestimmungen im Eiweiss ergaben im Mittel von sechs Bestimmungen 0,031 %, und zwar war es hier gleichgiltig, ob das Eiweiss direkt oder mit Zusatz von Soda und Salpeter zum Zwecke der Phosphorsäurebestimmung verascht wurde. Nach König enthält das Eiweiss 0,61 % Mineralbestandtheile und in diesen 4,41 % Phosphorsäure; es berechnen sich hieraus für das Eiweiss 0,027 % Phosphorsäure, welche mit dem von mir ermittelten Werthe gut übereinstimmen. A. Stutzer¹⁾ fand ferner gleichfalls im Eiweiss 0,035 % Phosphorsäure.

III. Gesamteinhalt. Zur Ausführung der Phosphorsäurebestimmung wurde der Inhalt je eines Eies a) mit Zusatz von Soda und Salpeter und b) ohne jeglichen fremden Zusatz verascht. Die Ergebnisse sind für a) 0,439 % Phosphorsäure, für b) 0,447 % Phosphorsäure, also im Mittel 0,443 % Phosphorsäure. In Anbetracht dessen, dass das Verhältniss von Eiweiss zu Eigelb in den einzelnen Eiern gewissen Schwankungen unterworfen ist, stimmen die Ergebnisse gut überein und lehren vor allem, dass hier also ebenfalls wie bei der Bestimmung der Phosphorsäure im Eiweiss ein Zusatz von Soda und Salpeter überflüssig ist, zum Unterschiede von der Bestimmung der Phosphorsäure im Eigelb allein. König giebt für den Gesamteinhalt 1,12 % Mineralbestandtheile und in diesen 37,62 % Phosphorsäure an. Hieraus berechnen sich für den Eiinhalt 0,421 % Phosphorsäure. Auch dieser Werth stimmt gut mit dem von mir ermittelten überein; dies ist auch ein Beweis dafür, dass keine Phosphorsäure beim direkten Veraschen verloren ging. Stellen wir jetzt betreffs der Frage der Möglichkeit eines Phosphorsäureverlustes beim direkten Veraschen des gesamten Eiinhaltes in analoger Weise die Ueberlegungen an, wie wir es oben unter Abschnitt I. Eigelb gethan haben, so ergibt sich Folgendes: Nach König besteht die Asche des Gesamteinhaltes aus: 17,37 % Kali, 22,87 % Natron, 10,91 % Kalk, 1,14 % Magnesia, 0,39 % Eisenoxyd, 37,62 % Phosphorsäure, 0,32 % Schwefelsäure, 0,31 % Kieselsäure und 8,98 % Chlor. Ziehen wir jetzt von

¹⁾ Nach König's Chemie der Nahr.- und Genussmittel. III. Aufl. 1893, 1, 249.

den 22,87 % Natron die dem Chlor, der Schwefelsäure und Kieselsäure entsprechende Menge Base ab, so verbleiben für die Phosphorsäure noch 14,46 % Natron und die übrigen Basen. Diese Gesamtbasen sind äquivalent 40,21 % Natron. Da nun 40,21 g Natron im Stande sind, 92,09 g Phosphorsäure als Metaphosphat bzw. 46,04 g Phosphorsäure als Pyrophosphat zu binden und da ferner in der Asche des Eiinhaltes auf die 40,21 g Natron entsprechende Menge Basen nur 37,62 g Phosphorsäure kommen, so ist ersichtlich, warum hier beim direkten Veraschen kein Phosphorsäureverlust eintreten kann. Dasselbe gilt für den Phosphorsäuregehalt der Asche des Eiweisses.

Aus diesen drei Phosphorsäurebestimmungen dürfte aufs neue die oben — unter I. Eigelb — aufgestellte Erklärung für den Verlust von Phosphorsäure Bestätigung finden: denn wenn Phosphorsäure durch Kohle leicht reducirt würde, müsste dies am ersten bei der Zerstörung der organischen Verbindung der Phosphorsäure, des Lecithins, stattfinden, was aber, wie oben mehrfach nachgewiesen ist, nicht der Fall ist, solange anorganische Basen nur in hinreichender Menge vorhanden sind, um Metaphosphat zu bilden. Die Metaphosphate unterscheiden sich bekanntlich von den Orthophosphaten wesentlich in ihrem Verhalten gegen Reduktionsmittel dadurch, dass sie beim Erhitzen mit Kohle bei Rothgluth nicht verändert werden.

Erst beim Erhitzen in Retorten zur Weissglühhitze, welche jedoch für unsere Verhältnisse beim Veraschen nicht in Frage kommen, werden Metaphosphate bekanntlich theilweise durch Kohle reducirt nach der Gleichung:

Kurz zusammengefasst ergeben sich demnach aus obigen drei Abschnitten für den Eiinhalt bzw. seine Bestandtheile folgende Gesamtposphorsäurewerthe:

I. Für das Eigelb:	1,279 %	Phosphorsäure
II. Für das Eiweiss:	0,031 %	-
III. Für das ganze Ei:		
a) durch direkte Bestimmung	0,443 %	-
b) aus I und II berechnet	0,455 %	-
IV. Für ein Durchschnittsei (aus 16 g Eigelb und 31 g Eiweiss berechnet).	0,214 g	-

In welcher Form liegen nun diese oben ermittelten Mengen Gesamtposphorsäure im Eigelb, welches wegen seines hohen Phosphorsäuregehaltes in erster Linie vom Eiinhalt in Frage kommt, vor?

Für den Zweck vorliegender Arbeit ist es vor allem wichtig, nachdem wir die Gesamtposphorsäurewerthe kennen, auch die Werthe für Lecithinphosphorsäure sicher zu ermitteln, um uns dieselben für die quantitative Analyse der Teigwaren nutzbar zu machen.

Diese Lecithinphosphorsäure kann nun zunächst in zwei Formen, dem Lecithin und dem Spaltungsprodukt desselben, der Glycerinphosphorsäure, vorliegen. Welches der Lecithine (Distearyl- oder Palmitinstearyl- oder Oleinpalmitin-Lecithin) im Eidotter allein oder vorwiegend vorkommt, ist meines Wissens noch nicht mit Sicherheit festgestellt. Die vorwiegende Anwesenheit des Oleinpalmitin-Lecithins dürfte die meiste Wahrscheinlichkeit für sich haben, zumal auch im Fett des Eidotters der Stearingehalt zurücktritt. Nach Liebermann besteht dieses Fett aus 40 % Oelsäure, 38,04 % Palmitinsäure und 15,21 % Stearinsäure. Spätere Versuche dürften diese Frage entscheiden.

Die Lecithine kennzeichnen sich bekanntlich dadurch, dass sie weiche, knetbare, in Aether und Alkohol lösliche, in Wasser unlösliche Körper von eingangs dieser Arbeit erwähneter Konstitution sind, welche jedoch mit den Nukleinen die Eigenschaft gemein haben, sich Eiweissstoffen anzulagern und so die sogenannten Lecithalbumine zu bilden. So findet sich im Eigelb ein Theil des Lecithins mit dem Vitellin zusammengelagert. Dieses Lecithalbumin spaltet sich beim Erwärmen mit Alkohol auf 50–60°, indem das Vitellin koagulirt und das Lecithin in Lösung geht. Da nun andererseits diese Lecithineiweissverbindung an Aether kein Lecithin abgibt, so sind auch alle Lecithin- bzw. Lecithinphosphorsäurebestimmungen in der Nahrungsmittelchemie, welche auf einer Bestimmung der Phosphorsäure im Aetherextrakt beruhen, unrichtig.

Im Eigelb soll ferner noch nach Gobley die Glycerinphosphorsäure, das Zersetzungsprodukt des Lecithins, auftreten, auf die ich unten noch zurückkommen werde. Jedenfalls sei hier darauf hingewiesen, dass Glycerinphosphorsäure und deren im Eidotter vorhandene Verbindungen in Aether und Alkohol unlöslich sind¹⁾, so dass bei vorerwähnten Auszügen nur Lecithin in Lösung erhalten wird.

Als weitere phosphorsäurehaltige Verbindungen kommen für das Eigelb noch die Nukleine, welche nach den eingangs der Arbeit erwähnten Autoren in Mengen von ca. 1,5 % im Eidotter vorhanden sind, in Betracht. Diese Nukleine sind chemische Verbindungen von Proteiden mit Phosphorsäure, welche im Eigelb ebenfalls in Verbindung mit Vitellin auftreten und dort nach Bunge eisenhaltig und zwar der einzige eisenhaltige Bestandtheil des Eigelbes sind. In Folge dessen nennt Bunge sie Hämatogen, weil aus ihnen sich das Hämoglobin des jungen Vogels bildet. Diese Nukleine sind unlöslich in Wasser und in Alkohol und liefern bei der Spaltung neben verändertem Eiweiss lediglich Phosphorsäure.

Der Rest der im Eidotter vorhandenen Gesamtposphorsäure könnte, abgesehen von Glycerinphosphorsäure, noch unter Umständen als unlösliches Calciumphosphat vorliegen, da nach Liebermann im Eigelb keine gelösten Phosphate vorhanden sind.

Für den vorgenannten Zweck dieser Arbeit ist es zunächst lediglich von Interesse, den Gesamtlecithingehalt des Eigelbes genau zu erfahren, weil die

¹⁾ Löhisch, Real-Encyclopädie der gesamten Pharmacie 6, 256.

diesbezüglichen bisherigen Angaben sehr von einander abweichen. Es wurde daher in folgender Weise bei der Untersuchung verfahren.]

Die Dottermasse von drei mittelgrossen frischen Hühnereiern wurde in einen Kolben von 500 ccm Inhalt gegeben, reichlich mit reiner entfetteter Watte gemischt, um eine möglichst grosse Oberflächenvertheilung zu erzielen, und mit reinem Chlorcalcium versetzt, um das Wasser aus dem Eigelb und den Extraktionsmitteln nach Möglichkeit zu binden. Hierauf wurde in folgender Weise verfahren:

a) Das Eigelb wurde wiederholt mit Aether bei Zimmertemperatur während mehrerer Tage ausgezogen. Von den vereinigten Aetherauszügen wurde der Aether abdestillirt und im Rückstand die Phosphorsäure nach dem Verseifen mit alkoholischer Kalilauge bestimmt. Die Verseifung hatte den Zweck, die Phosphorsäure des Lecithins vor dem Veraschen an Alkali zu binden.

Die Phosphorsäurebestimmung ergab 0,478 % Phosphorsäure.

b) Der Rückstand des Eigelbes nach der Aetherextraktion wurde wiederholt mit Alkohol ausgekocht. In den eingeengten Alkoholextrakten wurde darauf ebenfalls in vorbeschriebener Weise die Phosphorsäure bestimmt.

Es ergaben sich 0,345 % Phosphorsäure.

c) Endlich wurde die Phosphorsäure in dem nach den unter a) und b) verbleibenden Rückstand des Eidotters bestimmt. Auf diese Weise wurden 0,456 % Phosphorsäure erhalten.

Die unter a) und b) ermittelten Phosphorsäuremengen treffen demnach auf Lecithin und zwar die unter a) auf freies Lecithin und die unter b) auf Lecithinalbumine.

Es sind demnach im Eigelb vorhanden 0,823 % Gesamtlecithinphosphorsäure und von dieser nur 58,1 % in Aether lösliche. Berechnet man aus diesen Zahlen den Lecithingehalt, so ergeben sich für das Eigelb 9,35 % Distearyllecithin = 9,03 % Palmitinstearyllecithin = 9,0 % Oleinpalmitinlecithin, von denen wieder 41,9 % also rund 42 % an Vitellin gebunden sind.

Wie oben angegeben, wurden in dem in Aether und Alkohol unlöslichen Theile des Eidotters 0,456 % Phosphorsäure ermittelt. Diese können herrühren von a) Nukleïnphosphorsäuren, b) Glycerinphosphaten, c) anorganischen Phosphaten.

Unter Zugrundelegung des in der Litteratur gewöhnlich angegebenen Gehaltes des Eidotters an Nukleinen (Hämatogen) von rund 1,5 %, und des von Bunge angegebenen Gehaltes des Hämatogens an Phosphor von 5,19 % würden von obigen 0,456 % Phosphorsäure für die Nukleine 0,178 % Phosphorsäure in Abzug zu bringen sein. Der Rest von 0,278 % müsste nun, da nach Liebermann im Eigelb keine gelösten Phosphate vorkommen, entweder auf unlösliche Calciumphosphate oder auf Glycerinphosphorsäure treffen. Im letzteren Falle würden im Eigelb etwa 1,13 % Glycerinphosphorsäure enthalten sein. Diese Zahl würde alsdann gut mit dem von Gobley bereits angegebenen Werthe von 1,2 % übereinstimmen. Spätere Untersuchungen dürften diese Fragen noch endgiltig klären.

Kurz zusammengestellt wurden demnach im Eidotter an Phosphorsäuren bezw. den diesen entsprechenden Verbindungen gefunden:

Gesamtposphorsäure in 100 g Eigelb

1,279 g.

Davon sind:

In siedendem Alkohol löslich		In siedendem Alkohol unlöslich	
0,823 g = 9,35 % Distearyllecithin.		0,456 g.	
Hiervon waren:		Hiervon treffen:	
direkt aus dem Dotter	nach der Aether-	auf Nukleine	auf unlösliche Phos-
in Aether löslich	extraktion in Alkohol löslich	0,178 g.	phate oder auf Glycerin-
0,478 g	0,345 g		phosphorsäure bezw.
= 5,42 g freies	= 3,93 g an Vitellin		deren Verbindungen
Distearyllecithin.	gebund. Distearyllecithin.		0,278 g.

Der Cholesteringehalt des Eigelbes. In der Litteratur finden wir den Cholesteringehalt des Eigelbes nach Gobley zu 0,438 % und nach Parke zu 1,75 % angegeben. Da diese Angaben sehr stark von einander abweichen und ich andererseits den Cholesteringehalt des Eigelbes für die Untersuchung der eihaltigen Mehlfabrikate der Nahrungsmittelchemie nutzbar zu machen beabsichtigte, habe ich denselben in folgender Weise bestimmt:

Die Dotter von drei Eiern wurden in einem Kolben mit reiner Watte zwecks feinerer Vertheilung gemischt und wiederholt mit Alkohol längere Zeit ausgekocht, bis der Alkohol vollständig farblos und der Dotterrückstand rein weiss war. Nach dem Verdunsten des Alkohols wurde der Rückstand mit alkoholischer Natronlauge vollständig verseift und die Seife nach dem Durchmischen mit einer reichlichen Menge Watte eingedampft, getrocknet und im Soxhlet'schen Extraktionsapparate vollständig mit Aether erschöpft. Nachdem die auf diese Weise nach dem Verdunsten des Aethers erhaltenen unverseifbaren Bestandtheile nochmals erneut mit alkoholischer Alkalilauge gekocht waren, wurde die wässrige Seifenlösung mit Aether vollständig ausgeschüttelt. Der mit Hilfe von Chlorcalcium gut getrocknete und filtrirte Aether hinterliess nach dem Verdunsten das Cholesterin, welches durch wiederholtes Umkrystallisiren in den charakteristischen Formen rein erhalten wurde.

Die Ausbeute an Cholesterin betrug 0,91 % der angewandten Substanz = 1,92 % der Trockensubstanz.

Zum Schluss erlaube ich mir noch auf einen Druckfehler in König's „Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genussmittel“ hinzuweisen. Es steht hier nämlich im Band II S. 202 an einer Stelle der Wassergehalt des Eigelbes statt zu 50,82 % zu 5,82 % angegeben. Trotzdem sich der richtige Werth an anderen Stellen genannten Werkes wiederholt befindet und trotzdem der Druckfehler aus dem ganzen Zusammenhange sehr leicht ersichtlich ist, hat er sich doch in Arbeiten von Nahrungsmittelchemikern und Physiologen eingeschlichen. So giebt z. B. R. Neumeister in seinem Lehrbuch der physiologischen Chemie unter Hinweis auf vorgenanntes Werk König's den Wassergehalt des Eigelbes zu „kaum 6 %“ an.