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

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 43 (1952)

Heft: 1

Artikel: Beitrag zur Bestimmung des Eigehaltes von Eierteigwaren

Autor: Hadorn, H. / Jungkunz, R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-982635

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: 13.07.2025

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

MITTEILUNGEN

AUS DEM GEBIETE DER

LEBENSMITTELUNTERSUCHUNG UND HYGIENE

VERÖFFENTLICHT VOM EIDG. GESUNDHEITSAMT IN BERN

Offizielles Organ der Schweiz. Gesellschaft für analytische und angewandte Chemie

TRAVAUX DE CHIMIE ALIMENTAIRE ET D'HYGIÈNE

PUBLIÉS PAR LE SERVICE FÉDÉRAL DE L'HYGIÈNE PUBLIQUE À BERNE

Organe officiel de la Société suisse de chimie analytique et appliquée

ABONNEMENT:

Schweiz Fr. 17.— per Jahrgang (Ausland Fr. 22.—) Preis einzelner Hefte Fr. 3.— (Ausland Fr. 4.—)
Suisse fr. 17.— par année (étranger fr. 22.—) Prix des fascicules fr. 3.— (étranger fr. 4.—)

BAND 43 1952 HEFT 1

Beitrag zur Bestimmung des Eigehaltes von Eierteigwaren

Von *H. Hadorn* und *R. Jungkunz*

(Laboratorium VSK, Basel)

I. Einleitung

Für die Neubearbeitung des Schweizerischen Lebensmittelbuches [1]) soll unter anderem auch der Abschnitt «Teigwaren» neu überprüft und eventuell verbessert werden. Es war dies mit ein Grund, den gesamten Fragenkomplex aufzugreifen und einer allgemeinen Kritik zu unterziehen.

Über die Untersuchung von Eierteigwaren sind schon überaus zahlreiche Arbeiten erschienen. Aus der umfangreichen diesbezüglichen Literatur geht hervor, dass besonders die Bestimmung des genauen Eigehaltes bis heute noch nicht restlos befriedigend gelöst ist. Die vorgeschlagenen Untersuchungsmethoden sind zum Teil recht kompliziert und zeitraubend, die gefundenen Resultate aber nicht in allen Fällen zuverlässig.

In der Regel bestimmt man einen oder mehrere charakteristische Bestandteile des Eierinhaltes. Fett, Lecithin und Cholesterin sind typisch für Eidotter und können nach Abzug der entsprechenden Korrekturen für Griess oder Dunst zur Berechnung des Eigehaltes dienen.

Die Zuverlässigkeit gerade der ältesten und am häufigsten angewendeten Methoden, besonders der Bestimmung des Ätherextraktes und der Lecithinphosphorsäure, ist umstritten. In der Literatur findet man zahlreiche, sich widersprechende Angaben. Aus diesem Grunde drängte sich eine kritische Überprüfung dieser Methoden an einem möglichst umfangreichen Untersuchungsmaterial auf. Die Cholesterinbestimmung wurde von *Tilmans* [28]) und Mitarbeitern zur Untersuchung von Teigwaren empfohlen, aber unseres Wissens nur selten von anderen Autoren angewendet.

Eine interessante titrimetrische Schnellmethode zur Bestimmung des Eigehaltes stammt von *Strohecker* [34]) und ist von *Helberg* [33]) modifiziert und verbessert worden. Eine andere Schnellmethode, welche auf der Ausfällung der alkohollöslichen Phosphatide mit Eisen-Molybdat-Reagens beruht, hat *Nadi* [17]) ausgearbeitet. Über Erfahrungen, welche mit diesen Methoden gemacht worden sind, ist von anderer Seite unseres Wissens nie etwas veröffentlicht worden.

Die von *von Fellenberg* [36]) modifizierte, spezielle Methode zur Bestimmung der wasserlöslichen Eiweisstoffe kann zur Berechnung des in den Teigwaren enthaltenen Eiklars herangezogen werden. Aus den Ergebnissen von Ätherextrakt, Lecithinphosphorsäure und Cholesterin einerseits und dem der löslichen Proteine andererseits lässt sich feststellen, ob Eiklar und Eigelb im richtigen Verhältnis des Eierinhaltes verwendet worden sind. Nach Untersuchungen von *Philippe* und *Henzi* [16]) soll man aus gewissen Abweichungen dieser Werte sogar entscheiden können, ob die Teigware mit Frischei oder mit Trockenei hergestellt worden ist.

Wie bereits erwähnt, halten die Methoden des Lebensmittelbuches nicht jeder Kritik stand. Bei der Untersuchung und Beurteilung gleicher Teigwarenproben in verschiedenen Laboratorien sind öfters grosse Unterschiede festgestellt worden.

In der vorliegenden Arbeit soll versucht werden, die gebräuchlichsten Methoden an Modellversuchen und an zahlreichen selbst hergestellten Teigwaren, sowie an Handelsprodukten zu überprüfen und die gewonnenen Ergebnisse zu diskutieren.

Da man in der Literatur zuweilen widersprechende Angaben über die Zusammensetzung von Eiern und besonders von Eikonserven findet, haben wir Frischeier, Gefrierei und Trockeneipulver untersucht, um ein zuverlässiges Zahlenmaterial für die Berechnung des Eigehaltes von Teigwaren zu erhalten.

II. Fett und Lipoide

Seit ca. 40 Jahren wird die Ermittlung des Fettgehaltes in Griessen und Teigwaren nach den verschiedenen Auflagen des Lebensmittelbuches im Sinne *Arragons* [11]) durch kalte Extraktion mit Äther ausgeführt.

In der Literatur sind aber inzwischen eine ganze Reihe anderer Methoden erschienen, wobei es sich einerseits um direkte Extraktionsmethoden mit Äther, Petroläther oder mit gechlorten Kohlenwasserstoffen handelt. Andererseits wer-

den die sog. Säureaufschlussverfahren, die eine mehr oder weniger gründliche Lösung der Stärke voraussetzen, empfohlen. Das Handbuch [2]) nimmt mit folgenden Worten dazu Stellung:

«Eine Beurteilung der verschiedenen Verfahren nach der mit ihnen zu erzielenden Genauigkeit ist fast unmöglich, da sich die Aussagen der einzelnen Untersucher oft direkt widersprechen. Immerhin erscheint es verständlich, dass eines der Verfahren, die vor der Extraktion des Fettes erst die Stärke mit Salzsäure auflösen, grössere Aussicht bietet, dass man den *gesamten Fettgehalt* ermittelt, als dies bei manchen direkten Extraktionsverfahren der Fall ist.»

Schliesslich muss noch der Ausdruck «Fett» einer gewissen Abklärung unterzogen werden. Wie wir in einer früheren Studie [3]) über Fettbestimmungen in Eikonserven zeigen konnten, wird nach den verschiedenen Methoden nicht Fett im üblichen Sinne erhalten, sondern es liegen bei *eierhaltigen Produkten* kompliziert zusammengesetzte Gemische von Phosphatiden, Fetten, Fettsäuren und Unverseifbarem vor. Wir werden daher bei unserer Methode den gereinigten Alkohol-Benzol-Auszug als «Lipoidgehalt» bezeichnen. Bei den älteren Methoden behalten wir die Benennung bei, wie sie von den betreffenden Autoren angegeben worden sind, obgleich diese wie gesagt oft unzutreffend sind.

Zur Fettbestimmung in Teigwaren kommen nach unseren früher gemachten Erfahrungen die folgenden 3 Methoden in Frage:

1. die kalte Ätherextraktion nach Lebensmittelbuch (S. 130);
2. die Aufschlussmethode mit Salzsäure nach *Berntrop*, wie sie *von Fellenberg* speziell für Teigwaren ausgearbeitet hat;
3. die warme Extraktion mit Alkohol-Benzol.

Diese letztere Methode hat sich bei der Fettbestimmung in Eipulvern besonders gut bewährt, und es war daher naheliegend, sie auch bei den Eierteigwaren anzuwenden.

Tabelle 1

Übersicht über die in Teigwaren nach verschiedenen Methoden erhaltenen Ergebnisse

Bezeichnung der Teigware	Äther-extrakt nach Lebens-mittelbuch	Methode *von Fellen-berg*	Lipoid-Gehalt (Alkohol-Benzol-Extraktion)
	%	%	%
Wasserware, Supérieur	0,46	1,65	2,09
Wasserware, Tipo Napoli	0,36	1,28	1,61
Wasserware, selbst gemacht aus Mehl	0,23	1,04	1,32
Frischeierteigware des Handels 2jährig (3 Eier)	2,10	2,89	3,10
Frischeierteigware, selbst hergestellt (2 Eier)	1,39	2,03	2,73
Frischeierteigware, selbst hergestellt (4 Eier)	2,37	3,21	3,97
Frischeierteigware, selbst hergestellt (4 Eier) mit erhitztem Volleipulver	2,03	2,49	3,13

Besprechung der nach den 3 verschiedenen Extraktionsmethoden erhaltenen Ergebnisse

Wir haben in einigen Teigwaren (Wasser- und Eierware) die Fettbestimmung nach den 3 oben genannten Methoden durchgeführt und dabei die in Tabelle 1 aufgeführten Resultate gefunden.

Dieselben geben Anlass zu folgenden Bemerkungen:

1. Kalte Ätherextraktion nach Lebensmittelbuch

Diese Methode liefert durchwegs die niedrigsten Resultate, weil die Extraktion des Fettes nicht vollständig ist. Nach Untersuchungen von *Antener* und *Högl* [4]) an Mahlprodukten wird durch die Extraktion mit Äther nur das sog. «freie Fett» erfasst, während die an Eiweiss gebundenen Lipoide nicht abgespalten werden. Bei eigenen Untersuchungen an Eipulver haben wir [3]) gezeigt, dass bei der Ätherextraktion vom Lecithin nur ein Teil erfasst wird. Ein beträchtlicher Teil des Lecithins und anderer Lipoide bleibt im Extraktionsrückstand zurück und ist nur nach einem Aufschluss extrahierbar.

Es ist mehrfach beobachtet worden, dass die Lebensmittelbuchmethode bei Untersuchungen am gleichen Material in verschiedenen Laboratorien oft beträchtlich voneinander abweichende Werte liefert. *Von Fellenberg* [5]) gibt eine Serie derartiger Analysen bekannt, welche im Laboratorium des Eidg. Gesundheitsamtes und parallel dazu im Kantonalen Laboratorium Aarau ausgeführt worden sind. Diese Abweichungen machen bis 30 % aus. Ähnliche Ergebnisse sind auch bei anderen Paralleluntersuchungen, im Kantonalen Laboratorium Basel und in unserem Laboratorium, beobachtet worden. *Von Fellenberg* führt diese Unterschiede, welche die Resultate mit einer grossen Unsicherheit behaften, auf ungleiche Mahlung der Teigware zurück. *Braunsdorf* [6]) hat gezeigt, dass man, um reproduzierbare Werte zu erhalten, die Teigware staubfein mahlen und durch Sieb V (0,30 mm Maschenweite) absieben muss. Ferner spielt die Extraktionszeit eine gewisse Rolle. Zur «erschöpfenden» Extraktion mit Äther im Soxhletapparat sind nach *Braunsdorf* mindestens 12 Stunden erforderlich.

Es ist ohne weiteres verständlich, dass die kalte Extraktion, nach Lebensmittelbuch selbst bei feinst gemahlenem Material, keine quantitativen Ergebnisse liefern kann. Ein Vergleich mit unserer Alkohol-Benzol-Extraktion zeigt, dass nach der Lebensmittelbuchmethode nur 40—50 % der Lipoide erhalten werden. Der Gehalt an Ätherextrakt soll übrigens auch noch Veränderungen bei der Lagerung unterworfen sein. So haben *Röhrig, Ludwig* und *Haupt* [7]) bei der Lagerung von Teigwaren einen beträchtlichen Rückgang (bis 41 %) an Ätherextrakt beobachtet, *Popp* [8]) dagegen hat bei der Lagerung der Teigware eine geringe Zunahme des Ätherextraktes festgestellt. *Witte* [9]) fand in einem Fall eine geringe Zunahme, in 3 Fällen eine merkliche Abnahme des Ätherextraktes bei der Lagerung. Wenn diese Befunde vielleicht auch nicht genügend gesichert

sind, so zeigen sie doch die grosse Unsicherheit, welche der Bestimmung des Ätherextraktes anhaftet.

Bei der Untersuchung der selbst hergestellten Teigwaren (Tabelle 12) hat sich gezeigt, dass aus dem Ätherextrakt fast durchwegs etwas zu hohe Eigehalte gefunden werden, was auf die im Lebensmittelbuch angegebene Berechnung zurückzuführen ist.

Auch bei den Teigwaren des Handels (Tabelle 16) sind zahlreiche der aus dem Ätherextrakt berechneten Werte zu hoch ausgefallen. Alle jene Werte über 150 sind sicher unrichtig, da keines der untersuchten Muster mehr als 150 g Eierinhalt pro kg (3 Eier) enthielt. Aus dem Ätherextrakt wurden aber Werte bis 190 und mehr berechnet, womit die Unzuverlässigkeit dieser Methode erneut bestätigt wird.

2. *Aufschlussverfahren nach von Fellenberg mit n-HCl*

Bei dieser Methode wird zunächst die Stärke durch Kochen mit verdünnter Salzsäure abgebaut und nach Ansicht *von Fellenbergs* das Fett besser freigelegt. Im Filterrückstand wird dann das Fett mit Äther oder Petroläther extrahiert. Die Methode liefert daher höhere Werte als die direkte Extraktion mit Äther.

Bei Versuchen an Eigelbprodukten hat sich jedoch gezeigt, dass die Ausbeuteverhältnisse hinsichtlich der Zusammensetzung des isolierten Fettes wenig übersichtlich sind. Das Eierlecithin wird durch die Säurebehandlung teilweise in Fettsäuren, Glycerinphosphorsäure und Cholin gespalten. Das nach dieser Methode isolierte Fett enthält daher neben Glyceriden (Neutralfett) wechselnde Mengen unveränderten Lecithins und freier Fettsäuren. Das Eierfett wird jedoch durch den Aufschluss mit n-HCl nicht vollständig freigelegt. Ein beträchtlicher Teil bleibt trotzdem gebunden und wird bei der anschliessenden Extraktion mit

Tabelle 2

Ausbeute und Zusammensetzung des nach verschiedenen Methoden aus Trocken-Eigelb gewonnenen Fettes

	Methode *von Fellenberg* Aufschluss mit n-HCl	Extraktion mit Alkohol-Benzol
	%	%
«Fett» in der Trockensubstanz	59,7	69,0
Fettsäuren inkl. Unverseifbares	57,2	59,7
Lecithin P_2O_5 ber. als Palmito-oelo-lecithin	6,5	19,6
Lecithinausbeute	33	100
Freie Fettsäuren ber. als Ölsäure	8,5	3,8
Restfett im Extraktionsrückstand nach Aufschluss mit Schwefelsäure 1 : 1	2,9	0,01

Äther nicht erfasst. Dieser Anteil (Restfett) kann erst durch einen sehr energischen Aufschluss, z.B. mit 50 vol.%iger Schwefelsäure freigelegt werden. Das Beispiel in Tabelle 2 veranschaulicht diese Verhältnisse. Zum Vergleich sind auch die mittels der Alkohol-Benzol-Extraktion gefundenen Resultate angeführt.

Die Methode *von Fellenberg* liefert nach unsern Erfahrungen bei Teigwaren reproduzierbare Resultate. Nachdem sich aber gezeigt hatte, dass in Eigelbpulver durch den HCl-Aufschluss nicht das gesamte Fett freigelegt wird, musste geprüft werden, ob bei Teigwaren die Verhältnisse ähnlich liegen.

Eine selbst hergestellte Eierteigware wurde nach *von Fellenberg* mit 100 cm^3 n-HCl aufgeschlossen, das Unlösliche abfiltriert und im Extraktionsapparat nach *Pritzker* und *Jungkunz*[42]) erschöpfend mit Äther extrahiert. Der Extraktionsrückstand wurde hierauf weiter mit Alkohol-Benzol extrahiert, wodurch noch weiteres «Fett» isoliert werden konnte, wie nachstehendes Beispiel zeigt.

Selbst hergestellte 4-Eier-Teigware	1. Bestimmung	2. Bestimmung
Methode *von Fellenberg*	2,46 %	2,52 %
Extraktionsrückstand weiter mit Alkohol-Benzol extrahiert	0,67 %	0,64 %

Die Methode *von Fellenberg* erfasst somit nicht die gesamten Lipoide der Eierteigwaren. Wir haben sie aus diesem Grunde bei unseren weiteren Untersuchungen nicht mehr verwendet, sondern durch die einfachere und bessere Alkohol-Benzol-Extraktion ersetzt.

3. Lipoidgehalt (Alkohol-Benzol-Extraktion)

In unserer früher erwähnten Arbeit [3]) haben wir festgestellt, dass sich zur Isolierung der gesamten Lipoide von Trockeneiprodukten die warme Extraktion mit Alkohol-Benzol am besten eignet. Man erhält dabei in quantitativer Ausbeute die reinen, unveränderten Lipoide, bestehend aus Glyceriden, Fettsäuren, Lecithin und Unverseifbarem. Es war nun naheliegend, diese Methode auch zur Lipoidbestimmung von Eierteigwaren heranzuziehen. Besonders vorteilhaft erschien uns der Umstand, dass mit einer Einwaage Gesamtlipoide, Fettsäuren, Cholesterin und Lecithin-P_2O_5 bestimmt werden können. Im Verlauf der ersten Versuche zeigte es sich, dass im Gegensatz zu den Trockeneiprodukten das verwendete Lösungsmittelgemisch, aus gleichen Teilen 95 %igem Alkohol und Benzol, neben Lipoiden auch noch geringe Mengen anderer, ätherunlöslicher Verbindungen aus Teigwarenpulver mit extrahierte. Durch eine einfache Ätherreinigung lassen sich aber diese Nichtfettstoffe leicht entfernen.

Weiter war nun noch zu prüfen, ob bei der Extraktion der Teigwaren mit Alkohol-Benzol die Lipoide tatsächlich quantitativ erfasst werden. Um dies abzuklären, wurden je 10 g verschiedener Eierteigwaren nach der im Abschnitt «Methodik» beschriebenen Vorschrift während 2 Stunden extrahiert. Dann wurde

das Kölbchen ausgewechselt und das gleiche Material nochmals 2 Stunden mit frischem Lösungsmittelgemisch extrahiert. Aus den Resultaten in Tabelle 3 geht hervor, dass nach weitern 2 Stunden nur noch eine unbedeutende Zunahme von 0,03—0,05 % des Lipoidextraktes stattfindet. Anschliessend wurde der Extraktionsrückstand nach *von Fellenberg* mit n-HCl aufgeschlossen und extrahiert, um die restlichen Lipoide ebenfalls zu erfassen. Dabei ergaben sich bei der Extraktion mit Äther noch Restfettmengen im Betrage von 0,16 — 0,31 %. Schliesslich wurde die aufgeschlossene und erschöpfend mit Äther extrahierte Masse mit Alkohol-Benzol extrahiert, wobei ebenfalls noch geringe Mengen (0,17—0,25 %) Restfett erhalten worden sind. Nach dieser Extraktion enthält der Rückstand praktisch kein «Fett» mehr, was durch einen Aufschluss mit H_2SO_4 (1:1) und anschliessende Extraktion mit Äther bewiesen wurde.

Wie aus diesen Versuchen ersehen werden kann, ist es unmöglich, die gesamten Lipoide quantitativ in einer Operation aus Teigwaren zu isolieren. Man muss die Alkohol-Benzol-Extraktion mit einem Säureaufschlussverfahren kombinieren, wodurch die Methode zeitraubend wird. Wir haben uns bei unseren weitern Untersuchungen jedoch mit der viel einfacheren, direkten Alkohol-Benzol-Extraktion begnügt. Man erhält auf diese Weise gut reproduzierbare Resultate, und die aus dem Ei herrührenden Lipoide werden in guter Ausbeute erhalten. Das im Extraktionsrückstand verbleibende «Restfett» stammt fast ausschliesslich

Tabelle 3

Bestimmung der Gesamtlipoide

Nr.		Wasserware	Selbst hergest. Teigware 2 Eier	Selbst hergest. Teigware 8 Eier	Eierteigware des Handels (Konservenei)	Alte Frischeierteigware des Handels
		%	%	%	%	%
1	2 Stunden mit Alkohol - Benzol extrahiert, Extrakt mit Äther gereinigt	1,89	2,52	5,65	3,33	3,04
2	Weitere 2 Stunden extrahiert, Extrakt mit Äther gereinigt	—	0,03	0,05	—	0,05
3	Aufschluss des Extraktionsrückstandes mit n-HCl, dann mit Äther extrahiert	0,31	0,31	0,23	0,28	0,16
4	Anschliessend mit Alkohol-Benzol extrahiert und den Extrakt mit Äther gereinigt	0,18	0,17	0,25	0,24	0,20
5	Extraktionsrückstand mit H_2SO_4 1 : 1 aufgeschlossen und mit Äther ausgeschüttelt	0,01	0,01	—	0,02	—
	Total «Restfett» (Summe 2—5)	**0,50**	**0,52**	**0,53**	**0,54**	**0,41**

aus dem Mehl oder Griess. Die Werte für das Restfett sind bei allen Teigwaren, gleichgültig ob es sich um Wasserware oder Einerteigwaren mit stark verschiedenem Eiergehalt handelt, ungefähr gleich gross (0,4—0,5 %) und können daher bei der Berechnung des Eigehaltes vernachlässigt werden.

Berechnung des Eigehaltes der Teigwaren aus dem Lipoidgehalt

Diese Berechnung haben wir nach der Mischungsregel vorgenommen. Dazu benötigt man den mittleren Lipoidgehalt der benutzten Rohmaterialien von Dunst, Griess oder Mehl einerseits und vom Ei-Inhalt andererseits. Da die entsprechenden Werte für unsere Alkohol-Benzol-Extraktion nicht der Literatur entnommen werden können, haben wir sie für zahlreiche Rohmaterialien bestimmt. In der Tabelle 4 sind die Lipoid- und Fettsäurengehalte von Eiern und Eikonserven zusammengestellt. Für unsere Berechnung benötigten wir nur die in den letzten beiden Spalten auf je 100 g frischen Eiergehalt umgerechneten Werte. Der betreffende Lipoidgehalt schwankt zwischen 11,9 und 13,0 % und beträgt im Mittel **12,7** % für frischen Eierinhalt oder 48,3 % in der Trockensubstanz.

Das argentinische Eipulver «Estrella» Nr. 7, welches sich durch seine leuchtend gelbe Farbe auszeichnete, besass nicht die normale Zusammensetzung von

Tabelle 4

Gesamtlipoid- und Fettsäurengehalt von Frischeiern und Eikonserven

Nr.	Bezeichnung	Trockensubstanz	In der Trockensubstanz		In 100 g frischem Eiergehalt	
			Gesamtlipoide	Fettsäuren	Gesamtlipoide	Fettsäuren
		%	%	%	g	g
1	Schaleneier, argentinisch (Mittel aus 6 Stück)	26,7	49,1	42,1	13,1	11,5
2	Schaleneier, französisch (Mittel aus 6 Stück)	25,35	47,8	41,1	12,4	10,4
3	Gefriervollei	28,5	49,6	42,7	13,0	10,2
4	Gefriervollei, polnisch	27,5	46,5	39,8	12,2	10,5
5	Volleipulver	95,6	49,4	42,5	13,0	11,2
6	Volleipulver L	95,95	49,3	42,3	13,0	11,1
7	Volleipulver, argent. Estrella	96,1	54,9	47,2	(14,4)	(12,4)
8	Volleipulver USA	94,7	49,6	42,2	13,0	11,1
9	Trockeneigelb, selbst gemacht	99,5	68,9	59,5	12,5	10,8
10	Trockeneigelb, chinesisches	96,2	65,3	56,4	11,9	10,3
11	Volleipulver USA	92,4	48,5	41,5	12,7	10,9
	Mittelwerte (ohne Nr. 7)	—	—	—	**12,7**	**10,8**

Trockenvollei. Der Dotteranteil war angereichert; bei der Berechnung der Mittelwerte haben wir daher dieses Präparat nicht berücksichtigt.

Die Lipoidgehalte der für die Teigwarenfabrikation in Frage kommenden Griesse oder Dunste betragen nach eigenen Untersuchungen:

für Spezialhartweizengriess im Mittel = 1,6 % Lipoide
für Spezialhartweizendunst im Mittel = 1,9 % Lipoide

Unter der Voraussetzung, dass die Wassergehalte von Griess und fertiger Teigware ungefähr gleich sind, was in der Praxis zutreffen dürfte, gilt zur Berechnung des Eigehaltes nach der Mischungsregel folgende Formel:

$$\text{g Trockenvollei pro kg Griess} = \frac{1000\ (F_t - F_g)}{(F_E - F_t)} \quad \text{(I)}$$

Es bedeuten:

F_t = Fettgehalt (Lipoidgehalt) der Teigware
F_g = Fettgehalt (Lipoidgehalt) des Griesses oder Dunstes = 1,6—1,9 %
F_E = Fettgehalt (Lipoidgehalt) der Eitrockensubstanz = 48,3 %.

Da die Resultate in der Regel nicht als Trockenei, sondern in g Frischeierinhalt pro kg Griess oder Dunst angegeben werden, rechnet man obiges Resultat mit dem Faktor 3,8 in Frischei um. (100 g Eierinhalt weisen im Mittel 26,3 g Trockensubstanz auf. 1 Teil Trockenvollei entspricht somit 3,8 Teilen Frischei.) Setzt man diese Werte in obige Formel I ein, so erhält man nachstehende Formel II, wie wir sie für unsere Berechnungen benützt haben.

$$\text{g Frischei pro kg Griess oder Dunst} = \frac{3800 \cdot (F_t - F_g)}{48{,}3 - F_t} \quad \text{(II)}$$

Bei Teigwaren aus Spezialhartweizengriess haben wir für F_g den Wert 1,6, bei solchen aus gewöhnlichem Hartweizendunst den Wert 1,9 eingesetzt. Bei Teigwaren mit unbekanntem Rohmaterial ist es angebracht, einen Mittelwert, z.B. 1,8 einzusetzen.

Bemerkungen über die Genauigkeit der Methode

Die Methode zur Bestimmung des Lipoidgehaltes in Teigwaren durch Extraktion mit Alkohol-Benzol liefert gut reproduzierbare Resultate. Grössere Abweichungen als ± 0,05 % werden nur ausnahmsweise beobachtet. Der Lipoidgehalt des Eierinhaltes ist nur relativ geringen natürlichen Schwankungen unterworfen (11,9—13,0 %), so dass sich aus dem Lipoidgehalt recht genaue Werte für den Eigehalt der Teigware berechnen lassen sollten. Dies ist auch der Fall, wenn man den Lipoidgehalt des verarbeiteten Griesses kennt. Leider ist aber der Lipoidgehalt der Griesse je nach Provenienz und Ausmahlungsgrad ziemlich grossen Schwankungen unterworfen. Bei den von uns untersuchten eifreien Teigwaren schwankt er zwischen 1,6 und 2,1 % und beträgt im Mittel ca. 1,85 %.

Abweichungen vom Mittelwert von ± 0,25 % wirken sich im Resultat ziemlich stark aus (± 21 g Eierinhalt pro kg Griess). Wenn man auch noch die Versuchsfehler von + 0,05 % einrechnet, kommt man auf mögliche Abweichungen des Resultates von ± 25 g Eierinhalt pro kg.

Eine weitere Unsicherheit der Methode beruht darin, dass die Lipoide nie quantitativ erfasst werden. Normalerweise beträgt das «Restfett» 0,4—0,5 %. Dieser Betrag kann aber beträchtlich höher sein bei Teigwaren, welche aus erhitztem Eipulver (Walzeneipulver) hergestellt, oder bei Teigwaren, welche unzweckmässig getrocknet worden sind. Man findet in diesen Fällen zu niedrige Lipoid- bzw. Eigehalte.

Der gleiche Mangel haftet aber auch den aus dem Ätherextrakt nach Lebensmittelbuch berechneten Werten an.

Die aus dem Lipoidgehalt berechneten Eigehalte haben nach unseren Erfahrungen mehr nur orientierenden Charakter und stützen die aus Cholesterin und löslichen Proteinen berechneten, zuverlässigeren Werte.

III. Lecithinphosphorsäure

Eigelb ist bekanntlich reich an Lecithin. *Juckenack* [10]) hat als erster schon vor 50 Jahren die Bestimmung der Lecithinphosphorsäure benutzt, um daraus den Eigehalt von Eierteigwaren zu berechnen. Später haben sich zahlreiche andere Autoren zum gleichen Zwecke mit der Bestimmung der Lecithinphosphorsäure befasst. Alle diese Methoden beruhen im Prinzip auf einer Extraktion des feingemahlenen Untersuchungsmaterials mit heissem Alkohol. Der alkoholische Auszug wird dann mineralisiert und die Phosphorsäure nach einer der bekannten Methoden bestimmt. Die Methode von *Arragon* [11]), welche aus dem Jahre 1906 stammt, ist in die verschiedenen Auflagen des Lebensmittelbuches aufgenommen worden, wobei einige kleinere Modifikationen angebracht worden sind. Die erhaltenen Resultate sind nicht immer ganz zufriedenstellend, was aus den nachstehenden Gründen leicht verständlich wird. Die Erfassung des gesamten Lecithins ist durch Extraktion der fein gemahlenen Teigwarenpulver mit Alkohol nicht quantitativ.

Bei Versuchen an Eigelb konnten wir [3]) zeigen, dass bei der warmen Extraktion mittels einer Mischung, bestehend aus gleichen Teilen Alkohol (95 %) und Benzol, wie sie *Rewald* [12]) und später *Grossfeld* [13]) angewendet haben, die höchsten Ausbeuten an Gesamtlipoid und Lecithin erhalten werden.

Da wir die genannte Extraktion mit Erfolg für die Bestimmung der Gesamtlipoide und des Cholesterins verwendet haben, war es naheliegend, im gleichen Auszug ebenfalls die Lecithinphosphorsäure zu bestimmen.

Die Methode liefert etwas höhere Werte als diejenige des Lebensmittelbuches, wie nachstehende Zahlen zeigen:

	Selbst hergestellte Teigware (1 Ei pro kg Mehl)	(4 Eier pro kg Mehl)
Lecithin-P_2O_5 nach Lebensmittelbuch	21,0 mg%	57,0 mg%
	21,6 mg%	56,2 mg%
Durch Alkohol-Benzol-Extraktion	26,0 mg%	67,9 mg%
	24,0 mg%	66,8 mg%

Zur Berechnung des Eigehaltes von Teigwaren aus dem Lecithinphosphorsäuregehalt benötigen wir möglichst zuverlässige Mittelwerte desselben für diverse Griesse, Schaleneier und Volleipulver. Wir haben daher diese Werte nach der im Kapitel «Methodik» angegebenen Alkohol-Benzol-Extraktion für die genannten Rohmaterialien bestimmt.

Tabelle 5

Lecithin-P_2O_5-Gehalt von Griessen und Wasserware

1	Hartweizendunst 69—70 % Ausmahlung	27,3 mg%
2	Hartweizendunst 69—70 % Ausmahlung	22,0 »
3	Hartweizenspezialgriess 52—53 % Ausmahlung	22,0 »
4	Hartweizenspezialgriess 52—53 % Ausmahlung	24,2 »
5	Wasserware, selbst hergestellt aus Weissmehl	12,5 »
6	Spaghetti aus Hartweizendunst	13,6 »
7	Hörnli aus Hartweizendunst	16,0 »
8	Hörnli aus Hartweizendunst	14,3 »
9	Spaghetti aus Hartweizendunst	16,7 »
10	Spaghetti aus Hartweizenspezialgriess	15,2 »
11	Spaghetti aus Hartweizenspezialgriess	13,8 »

a) Lecithinphosphorsäuregehalt von Griess und Wasserware

Der Gehalt an Lecithinphosphorsäure in den fein gemahlenen Rohmaterialien (Griess, Dunst) schwankt zwischen 22 und 27 mg% (Tabelle 5). In der fertig verarbeiteten Wasserteigware ist der Lecithinphosphorsäuregehalt geringer (13—17 mg%). Daraus muss geschlossen werden, dass bei der Fabrikation der eifreien Teigware (Wasserware) bereits ein merklicher Lecithinrückgang stattfindet.

b) Lecithinphosphorsäuregehalt von Eiern und Eikonserven

Wie schon erwähnt, benötigten wir zur Berechnung des Eigehaltes von Teigwaren einen möglichst zuverlässigen Mittelwert für den Lecithinphosphorsäuregehalt normaler Eiprodukte. In der Tabelle 6 sind in der letzten Kolonne alle Werte auf 100 g Frischeierinhalt angegeben. Bei den Frischeiern und den Gefriereiprodukten ergeben sich dieselben aus den Analysen. Bei den Eipulvern

dagegen mussten sie auf Grund von Mittelwerten für Dotter- und Eiklartrockensubstanz, welche der Literatur *) entnommen wurden, umgerechnet werden.

Trockensubstanz von Eiinhalt	=	26,3 %
Trockensubstanz von Dotter	=	51,4 %
Trockensubstanz von Eiklar	=	13,6 %
Vom Eiinhalt beträgt der Dotter	=	35,4 %
Vom Eiinhalt beträgt das Eiklar	=	64,6 %
100 g Frischeiinhalt enthalten somit	=	18,2 g Trockeneigelb.

Tabelle 6

Lecithinphosphorsäuregehalt von Eiern und Eikonserven

Nr.		Trockensubstanz des Präparates	Lecithin-P_2O_5 in der Trockensubstanz	Lecithin-P_2O_5 ber. auf 100 g Frischei-Inhalt
		%	%	%
1	Schaleneier, argentinisch (Mittel aus 6 Eiern)	26,7	1,28	0,342
2	Schaleneier, französisch (Mittel aus 6 Eiern)	25,4	1,33 1,34 1,30	0,335
3	Gefriervollei, polnisch	27,5	1,28 1,30	0,356
4	Gefriervollei	26,5	1,31	0,347
5	Gefriervollei	28,5	1,34 1,34	(0,382)
6	Volleipulver	95,6	1,29 1,31	0,342
7	Volleipulver	96,0	1,29	0,340
8	Volleipulver Estrella	96,1	1,46	(0,384)
9	Volleipulver USA	94,7	1,36 1,38	0,360
10	Trockeneigelb, selbst hergestellt	99,5	1,79	0,326
11	Trockeneigelb, chinesisch	96,2	1,73	0,315
	Mittelwert (ohne Nr. 5 und 8)		1,29	0,340

Der Lecithinphosphorsäuregehalt der verschiedenen Handelspräparate ist ziemlichen Schwankungen unterworfen. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass Volleipulver und Gefrierei des Handels nicht immer eine normale Zusammensetzung in Bezug auf das Verhältnis von Eigelb zu Eiklar besitzen. Sehr oft überwiegt darin der Dotteranteil, worauf schon *Viollier* [15]) sowie *Philippe* und *Henzi* [16]) hingewiesen haben. Beim Eipulver Estrella, welches eine intensive gelbe Farbe besass, wie es von den Teigwarenfabrikanten besonders geschätzt wird, war dies der Fall. Der Fettgehalt und der Lecithinphosphorsäuregehalt sind deutlich erhöht. Auch das Gefrierei Nr. 5 scheint etwas mehr als den normalen Dotteranteil zu enthalten, was aus den hohen Gehalten an Trockensubstanz und der Lecithinphosphorsäure zu schliessen ist.

*) Zur Berechnung dienten folgende Mittelwerte aus dem Handbuch der Eierkunde [14]) Seite 78/84:

Unsere Werte stimmen im allgemeinen gut mit den Angaben der Literatur überein. Im Handbuch der Eierkunde (S. 127) wird als Mittel aus 39 Proben für frischen Eidotter ein Lecithinphosphorsäuregehalt von 0,932 % angegeben. Der Eidotteranteil beträgt durchschnittlich 35,4 % des Eierinhaltes. Frischer Eierinhalt enthält demnach im Mittel (0,932 · 0,354 % = 0,330 % Lecithinphosphorsäure, was durch unsere Resultate bestätigt wird. *Philippe* und *Henzi*[16]) fanden dagegen im Gesamteierinhalt bedeutend niedrigere Werte, 0,268 bis 0,293 %, im Mittel von 6 Proben 0,280 %, was vermutlich auf die nicht ganz vollständige Extraktion des Lecithins nach der Lebensmittelbuchmethode zurückzuführen ist.

Berechnung des Eigehaltes der Teigwaren aus dem Gehalt an Lecithinphosphorsäure

Für die Berechnung des Eigehaltes aus der Lecithinphosphorsäure gilt nach Lebensmittelbuch die folgende, von *Philippe* und *Henzi* übernommene Regel:

Der Gehalt an Lecithinphosphorsäure beträgt bei Wasserware 14—17 mg% und erhöht sich durch Zugabe von je 50 g ganzem Eierinhalt (entspr. 1 Ei) auf 1 kg Griess um *12 mg%*. Demnach würde der Lecithinphosphorsäuregehalt des Eierinhaltes 0,24 % betragen. Nach unseren Befunden stimmt der Lecithinphosphorsäuregehalt der Wasserware mit obigen Werten überein. Denjenigen des Eierinhaltes dagegen finden wir bedeutend höher, im Mittel beträgt er 0,347 %. Die Formel (2) des Lebensmittelbuches S. 137 lautet, nachdem sie gekürzt worden ist:

$$\text{g Eigehalt pro kg Griess} = \frac{(\text{mg\% Lecithin-}P_2O_5 - 15)}{0{,}24}$$

Unter der Voraussetzung, dass die Wassergehalte von Griess und fertiger Teigware gleich sind, was in der Praxis ungefähr zutrifft, gilt zur Berechnung des Eigehaltes nach der Mischungsregel folgende Formel:

$$\text{g Trockenvollei pro kg Griess} = \frac{1000\ (L_2 - L_1)}{(L_3 - L_2)}$$

Es bedeuten:

L_1 = Lecithinphosphorsäuregehalt des Griesses (für Weissmehl = 12,5 mg%)
L_2 = Lecithinphosphorsäuregehalt der Teigware in mg%
L_3 = Lecithinphosphorsäuregehalt der Eitrockensubstanz (im Mittel = 1290 mg%)

Da die Resultate in der Regel nicht als Trockenei, sondern in g Frischeierinhalt pro kg Griess oder Dunst angegeben werden, rechnet man obiges Resultat mit dem Faktor 3,8 in Frischei um. Setzt man die von uns gefundenen Mittelwerte für den Lecithinphosphorsäuregehalt des Eierinhaltes (1290 mg% in der Trockensubstanz und des von uns verwendeten Weissmehls = 12,5 mg%) in obige Formel ein, so erhält man nachstehende «theoretische Formel»:

$$\text{Eigehalt pro kg Mehl} = \frac{3800\ (L_2 - 12{,}5)}{(1290 - L_2)}$$

Dieselbe liefert aber, wie im nächsten Abschnitt gezeigt wird, durchwegs zu niedrige Resultate, weil der Lecithin-P_2O_5-Rückgang bei der Fabrikation nicht berücksichtigt worden ist.

Bestimmung der Lecithinphosphorsäure in selbst hergestellten Teigwaren

Um die Brauchbarkeit unserer Methode und die Berechnung nach den 2 Formeln zu überprüfen, haben wir die Lecithinphosphorsäure in verschiedenen selbst hergestellten Teigwaren mit bekanntem Eigehalt ermittelt. Die gefundenen Werte sind in der nachstehenden Tabelle 7 aufgeführt.

Tabelle 7

Nr.	Teigwaren selbst hergestellt aus Weissmehl	Eigehalt g pro kg Mehl	Lecithin-P_2O_5 gefunden mg %	g Eierinhalt p. kg Griess berechnet nach		Lec. P_2O_5 abzüglich Mehl-phosphatide	Erhöhung des Lec P_2O_5-Gehaltes durch je 100 g Eierinhalt
				LB $\frac{Lec.P_2O_5-12,5}{0,24}$	theoretischer Formel		
211	ohne Ei (Wasserware)	—	12,5	—	—	—	—
212	mit Trockenvollei	50	25,0	52	39	12,5	25,0
213	mit Trockenvollei	100	36,0	98	72	23,5	23,5
214	mit Trockenvollei	150	52,8	168	124	40,3	26,9
215	mit Trockenvollei	200	65,2	220	163	52,7	26,4
226	mit Schalenei	100	30,0	73	53	17,5	17,5
227	mit Schalenei	200	60,1	198	147	47,6	23,8
618	mit Gefrierei	400	126,8	477	373	114,3	28,6
						Mittel	24,5

Die nach der theoretischen Formel berechneten Eigehalte sind durchwegs viel zu niedrig, während die empirische Formel des Lebensmittelbuches annähernd richtige Werte liefert. Man findet somit auch nach der Extraktion mit Alkohol-Benzol in der Teigware nicht mehr die gesamte Lecithinmenge, welche mit den Eiern hineingearbeitet worden ist. Es findet vermutlich schon während der Fabrikation ein beträchtlicher Lecithinphosphorsäurerückgang statt, indem ein Teil des Eierlecithins in der Teigware chemisch oder adsorptiv gebunden wird, so dass es nicht mehr extrahiert werden kann.

In der letzten Spalte der Tabelle 7 ist aus den tatsächlich gefundenen Werten die Erhöhung des Lecithin-P_2O_5-Gehaltes durch je 100 g Eierinhalt berechnet worden. Man sieht daraus, dass in unseren selbst hergestellten Mustern der Lecithin-P_2O_5-Gehalt durch je 100 g Eierinhalt nur um 17,5—28,6 mg% erhöht wird. Der Mittelwert beträgt 24,5 mg% und stimmt gut mit dem vom Lebens-

mittelbuch vorgeschlagenen Wert von 24 mg% überein. Immerhin zeigen die grossen Schwankungen an, dass eine nicht genau kontrollierbare Beeinflussung der Lecithinphosphorsäure (Lecithinrückgang) stattgefunden hat.

Schnellmethode von Nadi

Nadi [17]) beschreibt ein interessantes Schnellverfahren zur Ermittelung der Eierzahl in Teigwaren. Die Methode ist eine Fällungsmethode, welche auf der Ausfällung des Eidotterphosphatides aus dem alkoholischen Teigwarenextrakt als Eisenmolybdän-Komplex-Verbindung beruht. Der Niederschlag wird auszentrifugiert, und das Sedimentationsvolumen gibt ein Mass für den Eigehalt der Teigware. *Nadi* hat gezeigt, dass die nach *Juckenack-Arragon* bestimmte Lecithinphosphorsäure und das abgelesene Volumen des Eisenmolybdänniederschlages in einem konstanten Verhältnis zueinander stehen.

Da wir der Bestimmung der Lecithin-P_2O_5 keine grosse Bedeutung beimessen, weil sie gelegentlich zu ganz unrichtigen und viel zu niedrigen Werten führen kann, haben wir davon abgesehen, die Methode experimentell nachzuprüfen. Insbesondere der unkontrollierbare Lecithinrückgang bei der Lagerung der Teigwaren, über welchen im nächsten Abschnitt die Rede ist, wirkt sich ungünstig aus.

Über die Ursachen des Lecithinrückganges bei Teigwaren

Es ist seit langem bekannt, dass Eierteigwaren während der Lagerung eine gewisse Veränderung erleiden, wobei der Gehalt an Lecithinphosphorsäure zurückgeht. *Jäckle* [18]) hat zuerst hierauf aufmerksam gemacht. Er stellte Verluste an Lecithinphosphorsäure bis zu 60 % fest. Diese Tatsache des Lecithinphosphorsäurerückganges ist von zahlreichen anderen Autoren [19]) bestätigt worden. *Philippe* und *Henzi* [16]) haben den Lecithinrückgang systematisch verfolgt, und zwar bei sachgemässer Lagerung der Eierteigwaren in der Fabrik, indem sie den Lecithin-P_2O_5-Gehalt jeden Monat kontrollierten. Bereits nach einem Monat war ein Rückgang bemerkbar. Derselbe betrug schliesslich in einem Muster nach 6 Monaten Lagerung 44 %, im andern nach 11 Monaten 35 %.

Ein typisches Beispiel für den Lecithinrückgang stellt die von uns untersuchte 2 Jahre alte «Frischeierteigware» Nr. 28 in Tabelle 16 dar, welche mit 150 g Frischei pro kg Spezialhartweizengriess hergestellt worden war.

Der Gehalt an Eierinhalt berechnet sich aus

löslichem Protein	=	145
Gesamtlipoiden	=	126
Cholesterin	=	128
Lecithinphosphorsäure nach der Formel des Lebensmittelbuches	=	43

Während die aus Gesamtlipoid, Cholesterin und löslichem Protein berechneten Eigehalte befriedigend für eine 3-Eier-Teigware übereinstimmen, findet man aus dem Lecithinphosphorsäuregehalt einen viel zu niedrigeren Wert. Dieses Beispiel, sowie die überaus zahlreichen Angaben der Literatur zeigen, dass aus der Lecithinphosphorsäure nicht in allen Fällen zuverlässige Werte für den Eiergehalt der Teigwaren erhalten werden können. Der Rückgang an Lecithinphosphorsäure beginnt, wie *Philippe* und *Henzi* gezeigt haben, oft schon nach kurzer Lagerung. Bei der Fabrikation unserer eigenen selbst hergestellten Teigwaren wurde wahrscheinlich schon bei der unsachgemässen Trocknung *) ein Teil des Lecithins gespalten oder chemisch verändert, so dass es bei der Bestimmung nicht mehr erfasst werden konnte.

Über die Ursachen des Lecithinrückganges bei der Lagerung der Teigwaren gehen die Meinungen auseinander. Früher wurde allgemein angenommen, dass es sich dabei um eine chemische oder biochemische Veränderung des Lecithins handle.

Juckenack [20]) ist der Meinung, dass es bei dem Lecithinrückgang in Eiernudeln zu einer Aufspaltung des Lecithins in Cholin, freie Fettsäuren und Glycerinphosphorsäure komme. Die Glycerinphosphorsäure ist nach *Löbisch* [21]) in Äther und Alkohol unlöslich, woraus sich der Lecithinrückgang ohne weiteres erklären würde.

Nockmann [22]) hat gezeigt, dass grosse Veränderungen der Lecithinphosphorsäure erst unter dem Einfluss von Wärme und Feuchtigkeit in Erscheinung treten. Dieser Befund könnte auf eine biologische Veränderung hindeuten.

Cohn [23]) dagegen vermutete, dass der analytisch beobachtete Rückgang die Folge einer physikalisch-chemischen Zustandsänderung des Lecithinkomplexes ist.

Gegen die Theorie der rein chemischen Veränderung des Lecithins sprechen auch die Versuche von *Lepère* [24]). Bei seinen Untersuchungen über den Säuregrad der Ätherextrakte von Eierteigwaren konnte er die eigentlich zu erwartende Beziehung zwischen Lecithinrückgang und Menge der auftretenden freien Fettsäure nicht beobachten. Diesen Befund konnten wir durch eigene Versuche bestätigen.

Wir bestimmten die Lecithinphosphorsäure und den Alkohol-Benzol-Extrakt, sowie dessen Säuregrad, einmal in einer trockenen Mischung von 100 g Weissmehl und 0,55 g Trockenvollei, ein andermal in einer aus diesen Bestandteilen (im gleichen Verhältnis) hergestellten Teigware. Dabei fanden wir:

	Freie Fettsäuren, berechnet als Ölsäure in 100 g Substanz
Mehl-Eipulver-Mischung	0,28
Frisch hergestellte Teigware	0,27

*) Einige der selbst hergestellten Teigwaren wurden im Trockenschrank bei 50° getrocknet, statt nur bei Zimmertemperatur, wie es richtiger gewesen wäre.

Obschon in der Teigware ein beträchtlicher Lecithinrückgang (12 %) gegenüber der trockenen Mischung festgestellt werden konnte, enthalten beide Proben die gleiche Menge freier Fettsäuren. Es hat somit keine Spaltung von Lecithin in Fettsäure und Glycerinphosphorsäure stattgefunden.

Diemair, Mayr und *Täufel* [25]) haben in neuerer Zeit anhand von Modellversuchen mit Lecithin, löslicher Stärke, Weizenstärke, Dextrin und Gelatine gezeigt, dass der Lecithinrückgang sehr wahrscheinlich auf kolloidchemische Veränderungen zurückzuführen ist. Daran sind sowohl die Kohlenhydrate als auch die Eiweisstoffe beteiligt. Das Fett spielt dabei keine Rolle, es dürfte eher die Lösung des Lecithins allgemein begünstigen.

Wie bereits angedeutet, erfolgt gelegentlich schon bei der Fabrikation der Eierteigwaren ein beträchtlicher Lecithinrückgang.

Kürzlich hat *Popp* [26]) berichtet, dass er mit der Lecithin-P_2O_5-Methode ebenfalls unbefriedigende, viel zu niedrige Werte gefunden hat. Er ist der Ansicht, dass die Methode den heutigen Fabrikationsverhältnissen nicht mehr angepasst ist. *Popp* schreibt wörtlich:

«Wie ist aber die geringe Brauchbarkeit der Lecithinmethode zu erklären? Die Methode ist entstanden, als der Teig allgemein noch durch Walzen schwach gepresst und geschnitten wurde, während man später zu den Pressen überging. Die heutigen Schneckenpressen arbeiten mit einem Druck von 100 bis 180 Atü und machen es nötig, direkt nach dem Passieren der Matrizen die geformten Teigwaren durch Luftzufuhr abzukühlen, um Erwärmung und damit Säuerung zu vermeiden. Meines Erachtens ist es dieser hohe Druck, der die Alkohollöslichkeit des Lecithins beeinflusst und zu ungleichmässigen, teilweise zu niedrigen Werten führt.»

Brohm [27]) hat die Befunde von *Popp* bestätigt. In Eierteigwaren mit 3,5 g Eigelb pro kg Mehl waren aus den Analysen der Ausgangsstoffe im Fertigprodukt 80,1 mg% Lecithin-P_2O_5 zu erwarten. Tatsächlich gefunden wurden Werte, die zwischen 44,1 und 56,6 mg% schwankten. Da die betr. Teigwaren mit einer modernen Formpresse fabriziert worden sind, kann auch hier die von *Popp* gebrachte Erklärung gelten, dass es dieser hohe Druck ist, der die Alkohollöslichkeit des Lecithins beeinflusst und zu ungleichmässigen, teilweise zu niedrigen Werten führt.

Wie bereits erwähnt, kann auch unsachgemässe Trocknung, besonders zu starke Erwärmung die Alkohollöslichkeit des Lecithins vermindern, was auch *Diemair* und Mitarbeiter [25]) anhand von Versuchen gezeigt haben.

Aus allen diesen Feststellungen muss der Schluss gezogen werden, dass die Bestimmung der Lecithinphosphorsäure und die daraus abgeleitete Berechnung des Eigehaltes nur orientierenden Charakter haben kann. Nach unserer Ansicht lohnt es sich nicht, die recht umständliche Bestimmung der Lecithinphosphorsäure beizubehalten, um so mehr, als wir heute über andere, zuverlässigere Methoden zur Berechnung des Eigehaltes verfügen.

IV. Cholesterin

Eidotter ist bekanntlich reich an Cholesterin. Da nach *Tillmans, Riffart* und *Kühn* [28]) im Gegensatz zur Lecithin-P_2O_5 ein Rückgang des Cholesterins auch bei langer Lagerung der Teigwaren nicht beobachtet wurde, ist der aus dem Cholesterin berechnete Eigehalt zuverlässiger.

Zur Bestimmung geringer Mengen Cholesterin, wie sie in dem aus Teigwaren isolierten Fett vorliegen, stehen uns drei empfindliche und brauchbare Methoden zur Verfügung:

1. das von *Riffart* und *Keller* [29]) modifizierte titrimetrische Mikroverfahren von *Tillmans, Riffart* und *Kühn* [28]), welches auf der Oxydation des Cholesterin-Digitonids mit Chrom-Schwefelsäure beruht;
2. die kolorimetrische Methode von *Riffart* und *Keller*. Sie beruht auf der von *Liebermann* und *Burchard* zuerst mitgeteilten Farbreaktion des Cholesterins mit konz. Schwefelsäure und Essigsäureanhydrid. Diese einfachere Methode haben wir mit Erfolg für die Bestimmung des Eigehaltes von Nährmitteln [30]) herangezogen.
3. Für Einzelbestimmung eignet sich auch die gravimetrische Digitonidmethode in der von uns publizierten [31]) Modifikation.

Riffart und *Keller* benützen zur Cholesterinbestimmung den Ätherextrakt, welchen sie durch sechsstündiges Extrahieren der feingemahlenen Teigware im Soxhletapparat erhalten haben. Wir haben das Cholesterin in den nach unserer Methode isolierten Gesamtfettsäuren, welche auch das Unverseifbare enthalten,

Tabelle 8

Vergleichende Cholesterinbestimmungen

Nr.	Muster	Äther-Extrakt	Fettsäuren aus dem Alkohol-Benzol-Extrakt	Cholesteringehalt im Äther-Extrakt	Cholesteringehalt in den Fettsäuren	
		%	%	mg %	mg %	
1	Spaghetti, Wasserware aus gew. Dunst	0,88	1,45	29	41	42
2	Spaghetti, Wasserware aus Spezialgriess	0,65	1,20	24	31	
3	Selbst hergestellt aus Eipulver (1½ Eier)	1,28	1,55	64	61	62
4	Selbst hergestellt aus Eipulver (2 Eier)	1,45	1,96	77	75	76
5	Selbst hergestellt aus Eipulver (3 Eier)	2,10	2,53	109	111	114
6	Selbst hergestellt aus Gefrierei (8 Eier)	4,48	4,67	217	215	
7	Selbst hergestellt aus Schaleneigelb + Trockeneiweiss	1,94	2,28	97	89	93
8	Eierteigwaren des Handels	2,36	2,82	98	104	105

bestimmt. Man findet auf diese Weise bei Eierware praktisch die gleichen Werte wie im Ätherextrakt, bei Wasserware dagegen höhere, wie aus Tabelle 8 hervorgeht.

Der Vorteil unserer Methode besteht darin, dass Gesamtfettsäuren, Cholesterin und Lecithin-P_2O_5 in einer Einwaage im gleichen Alkohol-Benzol-Auszug bestimmt werden können.

Berechnung des Eigehaltes

Für die Berechnung des Eigehaltes aus dem Cholesterin muss berücksichtigt werden, dass auch in Mehl und Griess geringe Mengen Sterine enthalten sind, welche mitbestimmt werden. Nach *Riffart* und *Keller* enthalten Weizenmehle 12—18 mg% Phytosterin, Hartgriesse 24—25 mg% Phytosterin.

Nach unserer Methode (Alkohol-Benzol-Extraktion) haben wir im Hartweizengriess etwas höhere Werte gefunden, was mit der intensiveren Extraktion zusammenhängen mag. Wir fanden in

Weissmehl	21	mg% Phytosterin
Spezialhartweizengriess	27—31	mg% Phytosterin
Hartweizendunst	37—40	mg% Phytosterin

Bei der Berechnung des Eigehaltes haben wir die von uns ermittelten Werte in die Formel eingesetzt.

Ferner benötigt man zur Berechnung des Eigehaltes aus dem Cholesterin einen geeigneten Mittelwert für den Cholesteringehalt des Eierinhaltes, bzw. des Eidotters. Zuverlässige Werte stammen von *Tillmans* und Mitarbeitern, sowie von *Riffart* und *Keller*. Die genannten Autoren berechnen ihre Resultate auf je 16 g Eigelb, was einem mittleren Eidotter entspricht. Nach der Schweiz. Lebensmittelverordnung versteht man unter Inhalt eines Eies 50 g Eierinhalt von Schalen- oder Gefriereiern. In der Tabelle 9 haben wir daher die obigen Literaturangaben auf je 100 g Eierinhalt umgerechnet *), wie wir sie für die in der Schweiz üblichen Berechnungen benötigen.

Die Tabelle ist durch eigene, zum Teil bereits früher publizierter [30])[3]), zum Teil neuer Analysen ergänzt worden. Unsere Werte stimmen fast durchwegs gut mit den erwähnten Literaturangaben überein. Die Analysenresultate früherer Autoren, welche im Handbuch der Eierkunde (S. 144) ebenfalls aufgeführt werden, sind nicht sehr zuverlässig, da sie zum Teil mit mangelhaften Methoden ermittelt worden sind. Sie sollen aus diesem Grunde hier nicht berücksichtigt werden.

Der Cholesteringehalt vom frischen Eierinhalt schwankt zwischen 450 und 626 mg% und beträgt im Mittel aus den 24 Mustern 541 mg% oder 2,06 % in der Eitrockensubstanz. Für die Berechnung des Eigehaltes von Teigwaren be-

*) Zur Umrechnung auf frischen Eierinhalt dienten die in Kapitel «Lecithinphosphorsäure» angegebenen Mittelwerte für den Eierinhalt.

Tabelle 9

Cholesteringehalte von Frischeiern und von Eikonserven

Nr.	Bezeichnung	Gewicht des Eidotters	Cholesteringehalt in 1 Eidotter	Cholesteringehalt bezogen auf 16 g Eidotter	Cholesteringehalt bezogen auf 100 g Eierinhalt
		g	mg	mg	mg
	A. Nach der Literatur				
	Tillmans, Riffart und Kühn				
1	Kalkei	16,46	238	232	514
2	Kalkei	19,80	350	283	626
3	Kalkei	21,20	296	230	509
4	Kalkei	18,59	245	211	467
5	Frischei	16,80	244	232	514
6	Frischer Eidotter, Mittel von 3 Eiern	14,33	249	278	615
7	Frischer Eidotter, Mittel von 3 Eiern	20,33	258	203	450
8	Trockeneigelbpulver (8 g = 16 g Eigelb)	8 g = 16 g	240	240	531
	Mittelwert			**239**	**530**
	Riffart und Keller				
9	Eigelbpulver (8 g = 16 g Eigelb)		240	240	531
10	Frischer Eidotter, Mittel von 8 Eiern	16,21	249	246	454
11	Frischer Eidotter, Mittel von 3 Eiern	18,34	267	233	516
	Mittelwert			**240**	**532**
	B. Eigene Werte		Cholest.-Gehalt in % der Trockensubstanz		bezogen auf 100 g Eierinhalt mg
12	Volleipulver, selbst hergestellt Mittel aus 6 franz. Schaleneiern	—	2,04	—	537
13	Volleipulver, selbst hergestellt Mittel aus 6 argent. Schaleneiern	—	2,09	—	538
14	Gefriervollei, polnisch	—	2,03	—	534
15	Gefriervollei	—	2,09	—	550
16	Volleipulver USA	—	2,13	—	560
17	Volleipulver V	—	2,09	—	550
18	Volleipulver L	—	2,08	—	547
19	Volleipulver USA	—	2,15	—	565
20	Volleipulver USA	—	2,29	—	602
21	Volleipulver USA	—	2,04	—	537
22	Volleipulver USA	—	2,13	—	560
23	Trockeneigelb, selbst hergestellt Mittel aus 6 argent. Schaleneiern	—	3,17	—	578
24	Trockeneigelb, chinesisch	—	2,84	—	500
	Mittelwert aus 24 Mustern				**541**
	Mittlere Abweichung $\varepsilon = \pm \sqrt{\frac{S}{n-1}}$				± 40

nutzten *Tillmans* und Mitarbeiter aus Gründen einer vorsichtigen Beurteilung den niedrigsten von ihnen festgestellten Cholesteringehalt für Eidotter. Zweckmässiger wird die Berechnung unserer Meinung nach, wenn man einen Mittelwert einsetzt, wobei man sich aber über die Streuung der Resultate infolge der natürlichen Schwankungen der Cholesteringehalte Rechenschaft geben muss.

Unter der Voraussetzung, dass die Wassergehalte des verarbeiteten Griesses oder Dunstes und der fertigen Teigware gleich sind, was in der Praxis ungefähr zutrifft, gilt zur Berechnung des Eigehaltes folgende Formel I der Mischungsregel:

$$\text{g Trockenvollei pro kg Griess oder Dunst} = \frac{1000 \cdot (St_2 - St_1)}{(St_3 - St_2)} \quad \text{(I)}$$

Es bedeuten:

St_1 = Steringehalt des Griesses (im Mittel = 35 mg%)
St_2 = Steringehalt der Teigware
St_3 = Steringehalt der Eitrockensubstanz (im Mittel 2,06 % = 2060 mg%)

Da die Resultate in der Regel nicht als Trockenei, sondern in g Frischeierinhalt pro kg Griess oder Dunst angegeben werden, rechnet man obiges Resultat mit dem Faktor 3,8 in Frischei um (100 g Eierinhalt weisen im Mittel 26,3 g Trockensubstanz auf. 1 Teil Trockenvollei entspricht somit 3,8 Teilen Frischei). Setzt man diese Werte in obige Formel I ein, so erhält man nachstehende Formel II:

$$\text{g Eierinhalt pro kg Griess oder Dunst} = \frac{3800 \cdot (St_2 - St_1)}{2060 - St_2} \quad \text{(II)}$$

Der in die Formel eingesetzte Wert für den Cholesteringehalt von Trockenei (St_3 = 2060 mg%) ist das arithmetische Mittel aus 25 untersuchten Mustern (vgl. Tabelle 9). Wesentlich für die Beurteilung der gefundenen Analysenwerte hinsichtlich der Eigehaltsberechnung ist nun die Streuung der Werte, d.h. die Abweichung vom Mittelwert. Die mittlere Abweichung ist in der Tabelle 9 nach der Methode der kleinsten Quadrate nach der Gleichung

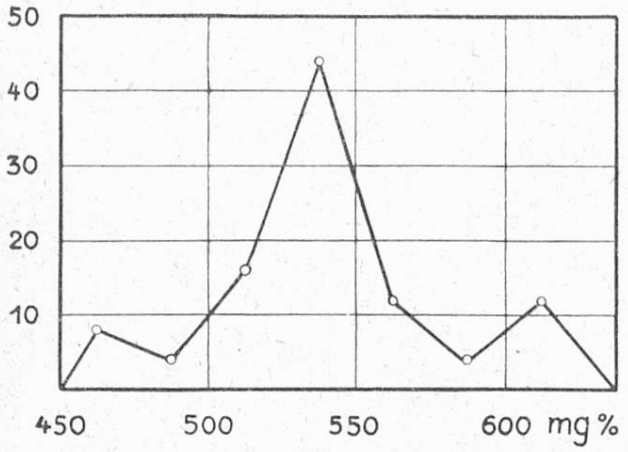
$$\varepsilon = \pm \sqrt{\frac{S}{n-1}}$$

berechnet worden. Darin bedeuten S die Summe der Quadrate der Abweichungen und n die Anzahl der Proben. Man findet auf diese Weise folgende Werte:

	Cholesterin in 100 g frischem Eierinhalt	Cholesterin in Trockenvollei
Mittelwert	541 mg%	2060 mg%
Mittlere Abweichung	± 40	± 150

Prüft man die Häufigkeit der gefundenen Werte nach den Richtlinien der Grosszahlforschung [32]), so ergibt sich für den Cholesteringehalt eine Verteilung nach Tabelle 10 und der Kurve in Figur 1.

Für eine zuverlässige statistische Auswertung ist allerdings die Anzahl der Proben etwas zu gering.



Figur 1

Tabelle 10

Wert von Cholesteringehalt mg %	Anzahl der Werte	entsprechend % der Gesamtzahl
< 450	0	—
451—475	2	8
476—500	1	4
501—525	4	16
526—550	11	44
551—575	3	12
576—600	1	4
601—625	3	12
	25	100

Wie sich der mittlere Fehler des Mittelwertes auf den berechneten Eigehalt der Teigware auswirkt, zeigt am besten ein Zahlenbeispiel.

In der Eierteigware Nr. 18 (Tabelle 16) wurde ein Cholesteringehalt (St_2) von 110 mg% gefunden. Nach der Formel (II) der Mischungsrechnung findet man:

$$\text{g Eierinhalt pro kg Griess oder Dunst} = \frac{3800\ (St_2 - St_1)}{(2060 \pm 150) - St_2}$$

$$= \frac{3800\ (110 - 35)}{(2060 \pm 150) - 110}$$

Mittelwert = **146**
Oberer Grenzwert = 158
Unterer Grenzwert = 131

Der mittlere Fehler des Resultates beträgt somit +12 bzw. —15 g Eierinhalt pro kg Griess.

Wenn man berücksichtigt, dass auch der Steringehalt der Griesse oder Dunste gewissen Schwankungen unterworfen ist, kommt man auf eine noch etwas grössere Fehlerbreite des Resultates.

In der Praxis kann man zur Berechnung des Eigehaltes von Teigwaren des Handels folgende einfache Näherungsformel benützen, welche genügend genaue Werte liefert:

$$\text{g Eierinhalt pro kg Griess oder Dunst} = (\text{mg\% Cholesterin} - 35) \cdot 2$$

In unserem Zahlenbeispiel ergibt sich folgende Rechnung:

$$\text{Eiergehalt} = (110 - 35) \cdot 2 = 150 \text{ g/kg}$$

Nach der Mischungsrechnung (Formel II) = 146.

Die in den Tabellen 11 und 12 angegebenen Resultate für die selbst hergestellten Eierteigwaren sind nach der aus der Mischungsregel abgeleiteten Formel II berechnet worden, wobei wir für den Steringehalt des verwendeten Mehles St_1 den experimentell festgestellten Wert 21 mg% eingesetzt haben. Bei den Teigwaren des Handels, wo der Steringehalt der Griesse oder des Dunstes im Mittel 35 mg% ausmacht, haben wir durchwegs die Näherungsformel benützt.

Tabelle 11

Modellversuche mit selbst hergestellten Teigwaren

Nr.	Teigwaren, selbst hergestellt aus Weissmehl	Cholesterin gefunden mg %	g Eierinhalt pro kg Mehl gefunden $\frac{3800\,(St_2 - 21)}{2060 - St_2}$	Eierinhalt zugesetzt g pro kg
1	ohne Ei	21	0	0
2	mit Trockenvollei	43,5	43	50
3	mit Trockenvollei	72	98	100
4	mit Trockenvollei	113	180	150
5	mit Trockenvollei	138	231	200
6	mit Gefrierei	216	402	400
7	mit Schalenei	71	96	100
8	mit Schalenei	94	141	150
9	mit Schalenei	119	192	200
10	mit Schaleneigelb + Trockeneiweiss	93	139	150
11	mit Trockeneigelb + Trockeneiweiss	61,5	77	75

V. Titrationszahl nach Helberg

Helberg [33]) hat eine titrimetrische Schnellmethode ausgearbeitet zur annähernden Ermittelung des Eigehaltes von Teigwaren. Es handelt sich dabei um eine modifizierte Form des Titrationsverfahrens von *Strohecker-Heuser* [34]). Nach diesem letzteren Verfahren werden 5,0 g feingemahlene Teigwaren mit 50 cm³ einer 0,1m-alkoholischen Lösung von Sulfosalicylsäure versetzt und unter häufigem Schütteln stehen gelassen. Nach 30 Minuten wird filtriert und ein aliquoter Teil des Filtrates (20 cm³) mit 0,1-NaOH zurücktitriert, wobei der Endpunkt

Nr.	Hergestellt aus Weissmehl und	g Eier-inhalt pro kg Mehl	Äther-extrakt nach LB	Gesamt-Lipoide (Alkohol-Benzol-Extrakt)	Gesamt-Fettsäuren	Cholesterin	Lecithin
			%	%	%	mg %	mg %
	Eipulver USA						
1	Wasserware (ohne Ei)		0,23	1,32	0,96	21	12,5
2	1 Ei	50	0,90	1,90	1,49	43,5	25,0
3	2 Eier	100	1,36	2,50	1,98	72	36,0
4	3 Eier	150	2,00	3,27	2,58	113	52,8
5	4 Eier	200	—	3,56	2,87	138	65,2
	Schaleneiern						
6	2 Eier	100	1,40	2,73	2,12	71	30,0
7	4 Eier	200	2,36	3,97	3,08	119	60,1
8	3 Eier	150	1,83	3,19	—	94	45,0
9	3 Eier 1/2 Schaleneigelb 1/2 krist. Eiweiss	150	1,70	2,87	2,28	93	43,0
	Gefrierei						
10	8 Eier	400	3,95	5,96	4,78	216	126,8

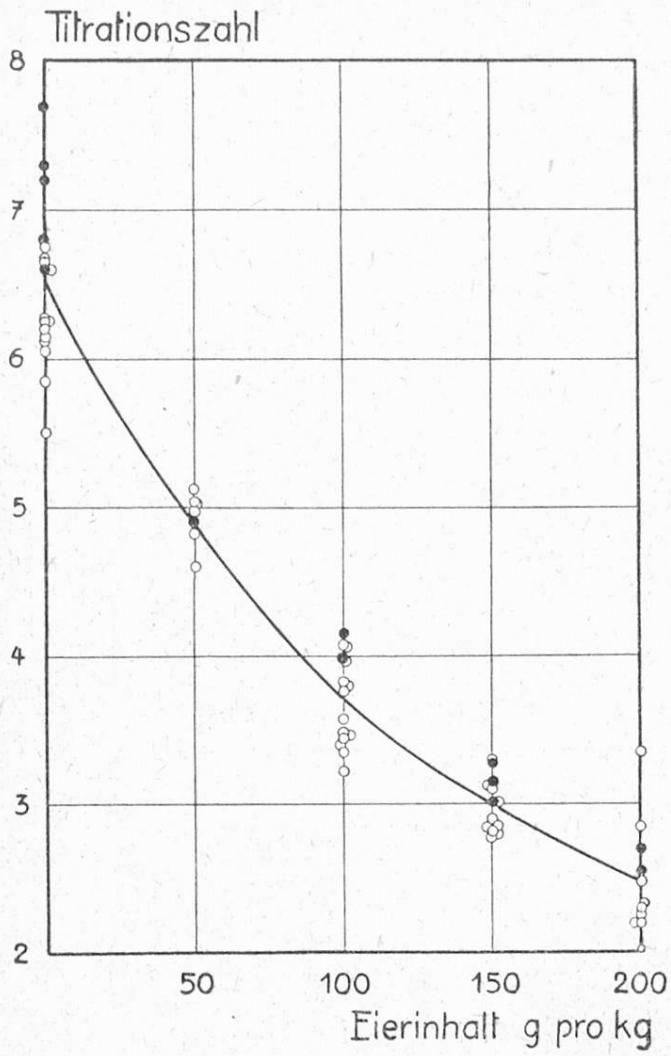
der Titration allein durch das Auftreten einer ganz schwachen Opaleszenz angezeigt wird. Wasserwaren zeigen einen Verbrauch von 2,8 bis 3,8 cm³ 0,1n-NaOH. Eierteigwaren verbrauchen bedeutend weniger Lauge bei der Titration. Nach *Strohecker-Heuser* soll das Verfahren auf einer Absorption der Sulfosalicylsäure durch die Teigware beruhen, und dieselbe soll mit steigendem Eigehalt zunehmen. *Helberg* konnte dann zeigen, dass man genau die gleichen Titrationswerte enthält, wenn man das Teigwarenpulver statt mit alkoholischer Sulfosalicylsäurelösung mit 96 %igem Alkohol behandelt und das erhaltene Filtrat anstatt mit 0,1n-NaOH mit Wasser bis zur bleibenden schwachen Opaleszenz titriert. Charakteristisch für den Trübungspunkt ist lediglich das Verhältnis von Alkohol zu Wasser. Dieses Verhältnis ist für jede Teigware charakteristisch und

Lösliche Proteine	Titrationszahl nach *Helberg*	g Eierinhalt pro kg Mehl berechnet aus					
		Ätherextrakt nach LB $(F - 0{,}2) \cdot 100$	Gesamt-Lipoiden $\frac{3800 \cdot F_1 - F_g}{48{,}3 - F_1}$	Cholesterin $\frac{3800\ (St_2 - St_1)}{2060 - St_2}$	Lecithin P_5O_5 $\frac{Lec.\ P_2O_2 - 12{,}5}{0{,}24}$	löslichem Protein ber. nach *v. Fellenberg*	Titrationszahl nach *Helberg* Tab. 17
%	cm³						
0,08	8,80	0	0	**0**	0	**0**	0
0,316	5,04	70	49	**43**	52	**37**	48
0,541	4,11	116	100	**98**	98	**76**	82
0,726	2,98	178	166	**180**	168	**110**	152
0,957	2,70	—	192	**231**	219	**148**	176
0,673	3,97	120	119	**96**	73	**99**	86
1,308	2,54	216	229	**192**	198	**209**	193
1,01	3,15	163	159	**141**	136	**157**	138
0,880	3,30	150	132	**139**	127	**135**	126
1,90	1,72	375	419	**402**	477	**312**	—

bleibt konstant, gleichgültig ob neben Alkohol und Wasser noch Sulfosalicylsäure, Tannin oder Natronlauge zugegen sind. Als Ursache der Trübung ist nach *Helberg* das in der Teigware anwesende Fett anzusehen.

Die *Helberg*'sche Modifikation beruht somit auf folgendem Prinzip:

Durch die Behandlung der gemahlenen Teigwaren mit 96 %igem Alkohol werden Fette und Lecithin teilweise gelöst. Bei der Titration des Filtrates mit Wasser wird die alkoholische Fettlösung verdünnt, und zwar so weit, bis sich Spuren von Fett ausscheiden (Trübungspunkt). Je mehr Eigelb eine Teigware enthält, um so mehr Fett wird gelöst, wodurch der Trübungspunkt früher eintritt und die Titrationszahl somit niedriger ausfällt. Das Eiklar ist praktisch ohne Einfluss auf die Titrationszahl.



Figur 2

Die *Helberg*'sche Titrationszahl ist bei Parallelbestimmungen recht genau reproduzierbar, sie schwankt aber bei gleichwertigen Eierteigwaren innerhalb ziemlich weiter Grenzen. Wie schon *Helberg* gezeigt hat, steigt sie mit dem Alter der Teigwaren merklich an. Die Schwankungsbreite der Titrationszahlen geht einigermassen aus der graphischen Darstellung in Fig. 2 hervor. Es sind hier ausschliesslich Teigwaren von bekanntem Eigehalt aufgeführt, welche speziell für Versuchszwecke hergestellt worden sind. Die meisten Werte (bez. o) sind der Arbeit von *Helberg* entnommen, wobei nur die Titrationszahlen der lufttrockenen, nicht aber der wasserfreien Teigwaren aufgenommen worden sind, da die letzteren noch grössere Abweichungen zeigen. Die Werte für die in unserem Laboratorium selbst hergestellten Teigwaren (siehe Tab. 12) sind ebenfalls eingetragen (bez. •).

Über die Schankungen und die Mittelwerte der Titrationszahlen von Eierteigwaren mit steigendem Eigehalt gibt Tabelle 13 Aufschluss.

Tabelle 13

Eigehalt der Teigware		Schwankungen der Titrationszahl	Mittelwerte nach Figur 2	Mittelwerte nach *Helberg*
Anzahl Eier	g Eierinhalt pro kg			
Wasserware	—	5,49 — 8,80	6,5	6,3
Eierteigware				
1	50	4,61 — 5,12	4,9	4,7
2	100	3,22 — 4,15	3,7	3,5
3	150	2,78 — 3,30	3,0	2,8
4	200	2,01 — 3,34	2,5	2,2

Aus der graphischen Darstellung und der Tabelle 13 mit den Grenzwerten geht deutlich hervor, dass die Methode ungenau ist, da sich die gefundenen Titrationszahlen für Teigwaren, welche um einen ganzen Eierinhalt voneinander abweichen, gelegentlich überschneiden.

VI. Wasserlösliche Proteine

Wir suchten zunächst nach einer Schnellmethode, mit welcher die löslichen Eiproteine in einem wässerigen Auszug durch ein Eiweissfällungsmittel koaguliert und dann auszentrifugiert werden sollten. Dabei hätte dann das Sedimentationsvolumen ein Mass für den Eigehalt abgeben können. Eine derartige Methode, welche allerdings nicht ganz befriedigt, hatte schon *Schmid* [35]) ausgearbeitet.

Wir stellten Versuche mit folgenden Eiweissfällungsmitteln an:

Uranylacetat
Uranylacetat + Salzsäure
Pikrinsäure + Zitronensäure
Phosphorwolframsäure
10 %ige Salpetersäure (Methode *Schmid*)
Acetatpufferlösungen verschiedener pH-Werte (pH = 4,2—5,2)
Acetatpufferlösung + Sublimatlösung.

Die meisten Eiweissfällungsreagenzien bewährten sich deswegen nicht, weil auch eifreie Teigwaren allein beträchtliche Niederschläge ergaben, welche von den löslichen Getreideproteinen herrührten.

Erfolgversprechend schienen zunächst die Versuche mit Acetatpuffern zu sein. In schwach essigsauren Lösungen bei Gegenwart von viel Natriumacetat (pH = 4,2—5,2) wird aus dem wässerigen Auszug bei 80—90° bei eifreien Teigwaren nur eine Spur eines Sedimentes erhalten, während Eierteigwaren beträchtliche Niederschläge geben, welche den Eigehalten einigermassen proportional sind. Bei einzelnen Eierteigwaren des Handels flockten jedoch die Niederschläge aus unbekannten Gründen nicht gut aus, so dass die Fällungen nicht als quantitativ zu betrachten waren.

Auf die Wiedergabe dieser Versuche kann daher verzichtet werden.

Überprüfung und Vereinfachung der Methode von Fellenberg zur Bestimmung der löslichen Proteine

Das Prinzip dieser Methode [36]) ist folgendes:

Zunächst wird ein wässeriger Auszug der Teigware hergestellt. Zur Abtrennung der löslichen Getreideproteine wird die Lösung mit Magnesiumsulfat gesättigt, worauf die Getreideproteine ausflocken und abfiltriert werden. In

einem aliquoten Teil des Filtrates fällt man dann die löslichen Eiproteine mit Kupfersulfat in der Hitze, filtriert sie ab und bestimmt schliesslich darin den Stickstoffgehalt nach *Kjeldahl.*

Da die Arbeitsweise nach der *von Fellenberg*'schen Originalvorschrift ziemlich zeitraubend ist, wurde versucht, die Zeitdauer bei der Herstellung des wässerigen Auszuges abzukürzen. Ein halbstündiges Schütteln im Schüttelapparat, wie es *Schmid* [35]) vornimmt, oder längeres Stehen lassen der Mischung und wiederholtes Aufgiessen der Lösung auf das Filter, wie es *von Fellenberg* vorschreibt, ist nicht nötig. Nach *Osborne* [37]) lösen sich die Eiweisskörper aus gepulverten Materialien nahezu sofort.

Wir haben in einer Modifikation A den wässerigen Teigwarenauszug nicht filtriert, was meistens viel Zeit beansprucht (2—8 Stunden), sondern nach 5 Minuten langem Schütteln zentrifugiert. In einer weiteren Versuchsreihe (Modifikation B) wurde versucht, in der gleichen Operation auch noch die Ausfällung der Getreideproteine mit Magnesiumsulfat vorzunehmen, was allerdings zu nicht ganz befriedigenden Resultaten führte.

Nachstehende Zusammenstellung in Tabelle 14 gibt über die Versuche Auskunft, wobei wir unter folgenden Bedingungen arbeiteten:

1. *Originalvorschrift von Fellenberg.* Das Filtrieren des wässerigen Auszuges beanspruchte 4—6 Stunden.
2. *Modifikation A.* Die feingemahlene Teigware wurde mit der 5fachen Menge Wasser (8 g Teigware + 40 cm^3 Wasser) während 5 Minuten geschüttelt und abzentrifugiert. 25 cm^3 der überstehenden Lösung wurden mit 25 g $MgSO_4 + 7H_2O$ versetzt und weiter nach *von Fellenberg* verarbeitet.
3. *Modifikation B.* 5 g der gemahlenen Teigware wurden mit 25 cm^3 Wasser versetzt und 5 Minuten geschüttelt, dann 25 g $MgSO_4 + 7H_2O$ zugesetzt und 2 Minuten im Wasserbad von 30^0 erwärmt und gemischt. Hierauf wurde abzentrifugiert und in 25 cm^3 der überstehenden Lösung die löslichen Proteine mit $CuSO_4$ gefällt, wie in der Originalvorschrift von *von Fellenberg.*

Auffallend ist die Tatsache, dass man nach der Lebensmittelbuchmethode, bei welcher die Extraktion der Teigware mit Wasser mehrere Stunden dauert, durchwegs etwas niedrigere Werte erhält als nach der Modifikation A, wo das Ausziehen nur 5 Minuten beansprucht, die weitere Verarbeitung der Lösung aber genau gleich erfolgte wie nach *von Fellenberg.* Wir haben uns diesen recht unerwarteten Umstand folgendermassen erklärt: Bei der 3—8 stündigen Behandlung der Teigware mit Wasser (nach Lebensmittelbuch) wachsen in der Lösung Bakterien, welche die Eiproteine teilweise abbauen. Die Abbauprodukte, Peptone, Polypeptide, Aminosäuren, eventuell sogar Ammoniak werden bei der anschliesesnden Behandlung mit $CuSO_4$ nicht mehr gefällt und verursachen Eiweissverluste. Dieser bakterielle Abbau wird naturgemäss durch warme Witte-

Tabelle 14

Versuche zur Bestimmung der löslichen Proteine

(Berechnung nach *von Fellenberg*)

	Lösliche Proteine %			Eigehalt g pro kg		
	Original *v. Fellenberg*	Modif. A kurze Extraktionszeit	Modif. B gleichzeitige $MgSO_4$-Fällung	Original *v. Fellenberg*	Modif. A kurze Extraktionszeit	Modif. B gleichzeitige $MgSO_4$-Fällung
Wasserware aus Weissmehl selbst hergestellt	—	0,08	0,16	—	0	10
Wasserware aus gewöhnlichem Hartweizendunst	—	0,14	0,25	—	7	26
Wasserware aus Spezialhartweizengriess	—	0,11	0,22	—	2	21
Selbst hergestellte 2 Eier-Teigware	0,65 0,63	0,68	0,76	95 92	100	114
Selbst hergestellte 4 Eier-Teigware	1,25 1,22	1,33	1,41	199 194	213	227
Schnäggli Nr. 25	0,720	0,871 0,857	—	107	133 131	—
Schnäggli Nr. 34	0,775	0,830 0,857	—	117	126 131	—
Frischeier-Müscheli Nr. 23	0,767 0,767	0,807 0,775	—	115 115	122 117	—

rung und längere Versuchsdauer begünstigt. Auf diese Weise lassen sich auch die grossen Unterschiede erklären, welche gelegentlich in verschiedenen Laboratorien bei der Bestimmung der löslichen Proteine im gleichen Teigwarenmuster gefunden werden. Nach der modifzierten Methode A, bei welcher rascher gearbeitet wird, haben in unserem Laboratorium 3 Analytiker gut übereinstimmende Werte erhalten.

Die Modifikation B, welche eine weitere Abkürzung darstellt, liefert dagegen zu hohe Resultate. Das zeigt sich besonders deutlich bei den eifreien Teigwaren, wo durchwegs beinahe die doppelte Menge löslicher Proteine gefunden wurde als nach *von Fellenberg*. Die Anwesenheit des Magnesiumsulfates in der Aufschwemmung der Teigware bewirkt offenbar eine grössere Löslichkeit der Getreideproteine, was nicht erwünscht ist.

Im Verlaufe dieser Arbeit haben wir die löslichen Proteine durchwegs nach der Modifikation A bestimmt. Die genaue Arbeitsvorschrift wird im Abschnitt Methodik beschrieben.

Berechnung des Eigehaltes aus den löslichen Proteinen

Nach den Angaben von *von Fellenberg* berechnet man die löslichen Proteine wie folgt:

$$\% \text{ lösliche Proteine} = a \cdot 0{,}272$$
$$a = \text{Verbrauch an } 0{,}1\text{n-}H_2SO_4$$

Da eifreie Teigwaren in der Regel 0,1 % lösliche Proteine enthalten, subtrahiert man vom gefundenen Resultat 0,1 % und erhält so die Prozente löslicher Eiproteine.

Den Eigehalt der Teigware (in g pro kg) berechnet man nach *von Fellenberg* durch Multiplikation der Eiproteine mit dem Faktor 173.

Müller [38]) hat die *von Fellenberg*sche Methode überprüft und auf Grund von Analysen einiger selbst hergestellter Frischeierteigwaren die *von Fellenberg*schen Faktoren bestätigt. Wir haben ebenfalls 3 verschiedene Teigwaren mit frischen Schaleneiern hergestellt und nach den *von Fellenberg*schen Angaben nahezu die theoretischen Werte gefunden, womit die Richtigkeit dieser Berechnung bewiesen sein dürfte (vgl. Tabelle 15, Teigwarenmuster Nr. 1—4).

Im Lebensmittelbuch findet man jedoch einen anderen Umrechnungsfaktor, welcher von *Philippe* und *Henzi* [16]) stammt und etwas höhere Werte liefert. Die Begründung der beiden Autoren auf Seite 268 ihrer Arbeit ist folgende:

In der Praxis geht beim Aufschlagen der Eier ein beträchtlicher Teil des Eiklars verloren, weil die Schalen nicht so gründlich gereinigt werden wie im Haushalt, oder bei den erwähnten Laboratoriumsversuchen. Pro Ei werden durchschnittlich 2,06 g Eiklar mit den Schalen weggeworfen. Dieser Umstand muss bei der Berechnung berücksichtigt werden.

50 g Eierinhalt, wie er in der Praxis von den Teigwarenfabriken verwendet wird, erhöhen nach *Philippe* und *Henzi* den Gehalt an löslichen Proteinen um 0,261 %. Der neue Umrechnungsfaktor beträgt somit

$$\frac{50}{0{,}261} = 192 \text{ an Stelle des } \textit{von Fellenberg}\text{'schen Faktors von } 173.$$

Es ergibt sich demnach:

$$\text{Eigehalt pro kg Griess} = (\text{lösliche Proteine} - 0{,}1) \cdot 192$$

Bei unseren Analysen von zahlreichen Frischeierteigwaren des Handels, welche zum grössten Teil von bekannten Firmen stammten, hat es sich gezeigt, dass man tatsächlich mit dem höheren Faktor von *Philippe* und *Henzi*, wie er im Lebensmittelbuch IV angegeben wird, zutreffendere Resultate erhält als mit dem *von Fellenberg*schen. Auch war die Übereinstimmung zwischen dem aus dem Cholesteringehalt einerseits und dem aus den löslichen Proteinen andererseits berechneten Eigehalte bei den Frischeierteigwaren des Handels durchwegs befriedigend, so dass wir aus diesen Gründen den Faktor des Lebensmittelbuches beibehalten haben.

Tabelle 15

Berechnung des Eigehaltes von selbst hergestellten Teigwaren aus den löslichen Proteinen (LP)

Nr.	Hergestellt aus Weissmehl und	Lösliche Proteine (LP) %	Eierinhalt berechnet g pro kg		Eier-inhalt zu-gesetzt
			ber. nach *v. Fellenberg* (LP-0,10) 173	ber. nach *Philippe* und *Henzi* (LP-0,10) 192	
1	ohne Ei	0,08	0	0	0
2	mit Schalenei (2 Eier p. kg)	0,680 0,665	100 98	111 109	100
3	mit Schalenei (3 Eier p. kg)	1,01	157	175	150
4	mit Schalenei (4 Eier p. kg)	1,33 1,286	213 205	236 228	200
5	mit Volleipulver A (1 Ei p. kg)	0,272 0,316	30 37	34 42	50
6	mit Volleipulver A (2 Eier p. kg)	0,492 0,541	68 76	75 85	100
7	mit Volleipulver A (3 Eier p. kg)	0,726	110	120	150
8	mit Volleipulver A (4 Eier p. kg)	0,957	148	164	200
9	mit Volleipulver B (2 Eier p. kg)	0,511	71	79	100
10	mit Volleipulver B (3 Eier p. kg)	0,752	113	125	150
11	mit Volleipulver B (4 Eier p. kg)	0,945	146	162	200
12	mit Trockeneiweiss und Schalen-eigelb (3 Eier p. kg)	0,837 0,922	128 142	141 158	150
13	mit Trockeneiweiss und Trocken-eigelb (3 Eier p. kg)	0,903 0,930	139 144	154 159	150
14	mit Trockenvollei, welches vorher ca. 3 Stunden bei 103° getrock-net worden war (4 Eier p. kg)	0,724	108	120	200
15	mit Schalenei, aber die Teigware wurde vor der Analyse bei 103° getrocknet (2 Eier p. kg)	0,400	52	58	100
16	mit Schalenei, aber die Teigware wurde vor der Analyse bei 103° getrocknet (4 Eier p. kg)	0,811	123	137	200

VII. Ist eine Unterscheidung von Frischeierteigware und Konserveneierteigware auf Grund der üblichen Analysenresultate möglich?

Philippe und *Henzi* [16]) erwähnen, dass ihre Untersuchungen weitgehende Schlüsse darüber zulassen, ob eine Frischeier- oder Konserveneierteigware vorliegt. Sogar Mischungen von Frischei und Eipulver sollen sich in den daraus hergestellten Teigwaren erkennen lassen. Die genannten Autoren berechnen den Eigehalt der Teigwaren einerseits aus dem Ätherextrakt und der Lecithinphosphorsäure, andererseits aus dem löslichen Eiprotein. Fällt der aus dem Eiprotein berechnete Wert niedriger aus als der aus Ätherextrakt bzw. Lecithinphosphorsäure berechnete, so soll eine aus Konservenei hergestellte Teigware vorliegen. Dabei ist, wie die Verfasser erwähnen, noch zu berücksichtigen, dass bei Eipulvern der Dotteranteil gelegentlich angereichert ist, worauf schon *Viollier* hingewiesen hat. *Philippe* und *Henzi* schreiben in ihrer Arbeit auf Seite 284 wörtlich:

«In jedem Fall aber lässt sich eine unter ausschliesslicher oder teilweiser Verwendung von Trockenei hergestellte Teigware daran erkennen, dass bei ihr, auch wenn das Trockenei richtig zusammengesetzt war, ein niedrigerer Gehalt an Eiprotein und damit auch an Eisubstanz gefunden wird, als vor allem der Ätherextrakt und häufig auch die Lecithinphosphorsäure ihn anzeigen.»

Unseres Wissens sind diese Befunde noch von keiner anderen Seite überprüft worden. Dagegen hat uns ein Teigwarenfabrikant mitgeteilt, dass gelegentliche amtlicherseits erfolgte Beurteilungen im Widerspruch zu den wirklichen Verhältnissen standen. Es erschien uns daher wertvoll, im Zusammenhange mit unseren Teigwarenuntersuchungen diese Angelegenheit ebenfalls zu überprüfen.

Eigene Versuche

Wie bereits mehrfach erwähnt, haben wir uns einige Teigwarenmuster aus Mehl, Gefriervollei und Eipulver selbst hergestellt. Es wurde Mehl benutzt, weil sich dieses leichter verarbeiten lässt als Griess. Die Bestimmung der löslichen Proteine erfolgte nach *von Fellenberg* mit einer geringfügigen, von uns angebrachten Modifikation, wodurch die Versuchsdauer abgekürzt werden kann.

Die Berechnung des Eigehaltes wurde sowohl nach *von Fellenberg* als auch nach den Angaben von *Philippe* und *Henzi* vorgenommen. Die Resultate, welche in Tabelle 15 zusammengestellt sind, geben Anlass zu folgenden Bemerkungen.

a) Frischeierteigwaren

Bei der ersten Serie, bei der es sich durchwegs um Frischeierteigwaren handelt, finden wir nach der *von Fellenberg*'schen Berechnung nahezu die theoretischen Werte. Der Umrechnungsfaktor nach *von Fellenberg* konnte somit bei

Verwendung von Schaleneiern (ganzer Eierinhalt) bestätigt werden. Derjenige, wie er von *Philippe* und *Henzi* angegeben wird, ergibt etwas zu hohe Werte. Er trägt aber den Verhältnissen der Praxis Rechnung dort, wo geringe Mengen Eiklar beim Eieraufschlagen mit den Schalen verloren gehen.

b) Teigwaren aus Trockenvollei

Bei den Versuchen mit den aus normal zusammengesetzten Volleipulvern des Handels hergestellten Teigwaren (Nr. 5—11) fanden wir etwas zu niedrige Werte für das lösliche Protein, womit die Befunde von *Philippe* und *Henzi* zum Teil bestätigt werden. Wir haben jedoch nie derart grosse Verluste an löslichem Protein beobachtet wie die genannten Autoren, welche in zahlreichen, mit Eipulvern hergestellten Teigwaren nur etwa $^1/_5$ der zu erwartenden löslichen Proteine gefunden haben.

c) Teigwaren aus Trockeneiweiss

Aufschlussreich sind dagegen die Versuche Nr. 13 und 14. Zur Herstellung dieser Teigwaren ist chinesisches Trockeneiweiss und daneben in einem Fall frischer Eidotter, im andern Fall Trockeneigelb verwendet worden. Die Werte für den aus dem löslichen Protein berechneten Eigehalt stimmen befriedigend mit den wirklichen Gehalten überein. Je nach Umrechnungsfaktor werden 85—106 % der zugesetzten Menge gefunden. Durch sachgemässes Trocknen des Eierinhaltes werden somit die Eigenschaften der löslichen Proteine nicht derart verändert, dass sie auf die Analysenresultate von grossem Einfluss wären.

d) Rückgang der löslichen Proteine durch Wärmeeinfluss

Bedeutende Einbussen an löslichem Protein erhält man dagegen, wenn das Eipulver vor der Verarbeitung zur Teigware erhitzt, oder die fertige Teigware bei ca. 100° getrocknet wird. Wie die Versuche Nr. 14 bis 16 zeigen, findet man in beiden Fällen viel zu niedrige Werte, und zwar nur noch 52—62 % der zugesetzten Eiermenge. Vermutlich wird das Hühnereiweiss beim Erhitzen des Eipulvers oder der Teigware zum Teil denaturiert und in eine wasserunlösliche Form gebracht, ähnlich dem Koagulationsvorgang beim Sieden von Schaleneiern.

Bei den von uns untersuchten Eierteigwaren des Handels, welche mit Trockenei hergestellt worden waren (Tabelle 16) fanden wir, aus dem Eiprotein berechnet, zum Teil Werte, welche gut mit denjenigen aus Fett-, Cholesterin- und Lecithin-P_2O_5-Gehalt berechneten übereinstimmten. In andern Mustern dagegen fielen die aus dem löslichen Protein berechneten Gehalte etwas niedriger aus. Dieser Befund sollte nach *Philippe* und *Henzi* für die aus Trockeneipulvern hergestellten Teigwaren charakteristisch sein. Die Abweichungen von dem zu erwartenden Gehalt an löslichen Proteinen waren aber auch bei den Teigwaren des Handels nie so auffallend, wie sie *Philippe* und *Henzi* beobachtet hatten.

Der Grund dafür dürfte in den nach verschiedenen Verfahren gewonnenen Eipulvern liegen. Heutzutage werden in der Teigwarenindustrie ausschliesslich Eipulver verarbeitet, welche nach dem Sprühverfahren hergestellt sind. Es ist dies ein sehr schonendes Verfahren, bei welchem die Eiproteine in ihren Löslichkeitseigenschaften nicht stark verändert werden. *Philippe* und *Henzi* haben bei ihren Versuchen ausschliesslich mit Walzeneipulver gearbeitet, welches bei der Fabrikation bekanntlich stark erhitzt wird. Wie wir oben gezeigt haben, geht aber die Löslichkeit der Eiproteine beim Erhitzen des Eipulvers oder der Teigware stark zurück. Hieraus folgt der Schluss, dass der Nachweis von Trockenei in Eierteigwaren, basierend auf einer Abnahme der löslichen Eiproteine im Sinne von *Philippe* und *Henzi,* problematisch ist.

VIII. Besprechung der Untersuchungsergebnisse von Teigwaren des Handels

Nachdem die in den vorhergehenden Abschnitten besprochenen Untersuchungsmethoden an einigen selbst hergestellten Teigwaren überprüft worden sind (vgl. Tabelle 12), gingen wir daran, verschiedene Teigwaren des Handels zu untersuchen.

Die Analysen der in Tabelle 16 aufgeführten Muster erfolgten nach den im Abschnitt Methodik beschriebenen Vorschriften. Die angegebenen Gehaltszahlen stellen zum grössten Teil Mittelwerte aus Doppelbestimmungen dar.

I. Eifreie Teigwaren

Die eifreien Teigwaren (Wasserwaren) Nr. 1—6 bedürfen keiner besondern Erläuterungen. Man erkennt, dass schon in den Gehaltszahlen, besonders im Lipoidgehalt, beträchtliche Unterschiede auftreten, je nach den verwendeten Griessen. Griesse und Dunste unterscheiden sich hauptsächlich in ihrem Ausmahlungsgrade. Nach Angaben eines Lieferanten betrug der Ausmahlungsgrad beim Hartweizendunst 69—70 %, beim Spezialhartweizengriess 53—55 %. Die Phytosteringehalte sind, je nachdem, ob Griess oder Dunst verarbeitet worden ist, deutlich verschieden.

Zur Berechnung des Eigehaltes der Teigwaren aus den gefundenen Lipoidgehalten wurde in die Formel (II) die entsprechenden Werte eingesetzt, und zwar:

bei Teigwaren

aus Hartweizendunst:	Lipoidgehalt des Dunstes (Fg)	=	1,9 %
aus Hartweizenspezialgriess:	Lipoidgehalt des Griesses (Fg)	=	1,6 %

II. Eierteigwaren

Von den Eierteigwaren wurde zunächst in einer Serie IIa eine Anzahl Muster untersucht, welche von 5 verschiedenen Fabrikanten stammten, aber die alle aus Hartweizendunst und Trockenvollei hergestellt worden sind. Sämtliche Teigwaren sind in der ersten Hälfte des Jahres 1951 fabriziert worden, somit zu einer Zeit, als nur 100 g Eierinhalt oder 30 g Trockenvollei pro kg Dunst gesetzlich vorgeschrieben waren. Weil dann später die Anforderung auf 150 g Eierinhalt erhöht wurde, enthalten einzelne Muster, so z.B. Nr. 13 und 14 den erhöhten Eierinhalt von 150 g.

Die aus den verschiedenen Gehaltszahlen berechneten Eigehalte sind, wie in den früheren Kapiteln bereits mehrfach erwähnt wurde, nicht alle von gleicher Zuverlässigkeit. Am sichersten sind nach unseren Erfahrungen die aus dem Cholesteringehalt und den löslichen Proteinen berechneten Werte, welche in der Tabelle 16 fettgedruckt sind. Auch die aus den Lipoiden (Alkohol-Benzol-Extrakt) ermittelten Zahlen sind brauchbar. Ganz unzuverlässig sind dagegen die aus der Lecithinphosphorsäure berechneten Eigehalte, welche oft zu niedrig, gelegentlich aber auch viel zu hoch ausfallen, wie z.B. in Nr. 14. Die Ergebnisse aus Ätherextrakt und Titrationszahl können in der Regel orientierenden Charakter haben, aber sie liefern keine genauen Werte.

Bei den Teigwaren der Serie IIa fällt auf, dass die aus Cholesterin und Lipoiden berechneten Eigehalte fast durchwegs etwas höher sind, als die aus den löslichen Proteinen berechneten. Dieser Befund bestätigt unsere Versuche mit den selbst hergestellten Teigwaren auf der Basis von Trockeneipulver. Wie wir im Abschnitt «Lösliche Proteine» gezeigt haben, ist bei Eipulvern, welche nach dem Sprühverfahren hergestellt worden sind, ein gewisses Defizit an löslichem Protein vorhanden, doch ist dieser Rückgang nicht immer sehr ausgeprägt.

Es muss auch berücksichtigt werden, dass Eipulver oft nicht das normale Verhältnis von Eigelb und Eiklar aufweisen. Die Teigwarenfabrikanten bevorzugen eben Eipulver mit intensiv gelber Farbe, bei welchen gelegentlich der Dotteranteil vorherrscht.

Von den Teigwaren der Serie IIa können lediglich die beiden Muster Nr. 13 und 14 als 3-Eierteigwaren angesprochen werden. Die übrigen entsprechen den Anforderungen an 2-Eierware. Vorgeschrieben waren 30 g Trockenvollei pro kg Griess, was etwa 110—115 g Eierinhalt entspricht. Das Muster Nr. 10 enthält offensichtlich zu wenig Eierinhalt und ist zu beanstanden.

Bei den Frischeierteigwaren der Serie IIb darf aus dem Cholesteringehalt durchwegs auf 3-Eierteigware geschlossen werden, da die Abweichung vom Sollwert (150 g/kg) nirgends grösser als 15 ist, was innerhalb der Fehlergrenze liegt. Die Teigware Nr. 22, welche von einer uns unbekannten Fabrik stammt, dürfte als 3-Eierware zu beanstanden sein, da sowohl der aus den löslichen Proteinen als auch der aus den Gesamtlipoiden berechnete Wert (102 bzw. 112)

Nr.	Bezeichnung	Äther-extrakt nach LB	Gesamt-Lipoide (Alkohol-Benzol-Extrakt)	Gesamt-Fett-säuren
		%	%	%
	I. Eifreie Teigwaren			
1	Spaghetti aus Spezialgriess	0,34	1,61	1,23
2	Spaghetti aus Spezialgriess	0,30	1,60	1,20
3	Spaghetti aus gew. Hartweizendunst	0,46	2,09	1,57
4	Hörnli aus gew. Hartweizendunst	0,51	2,04	1,60
5	Hörnli aus gew. Hartweizendunst	—	1,94	1,55
6	Spaghetti aus gew. Hartweizendunst	0,54	1,85	1,43
	II. Eierteigwaren			
	a) aus Hartweizendunst und Trockenvollei			
7	Eierhörnli	1,78	3,20	2,73
8	Eierhörnli	—	3,18	2,66
9	Eierhörnli	1,67	3,05	2,52
10	Eierhörnli	1,43	2,95	2,45
11	Eierhörnli	2,09	3,37	2,82
12	Eierhörnli	2,04	3,36	2,83
13	Eierhörnli	2,32	3,33	2,85
14	Eiernudeln	2,14	3,70	2,94
15	Eierspaghetti	1,50	3,29	2,65
16	Eierspaghetti	1,76	3,09	2,56
17	Eierspaghetti	1,82	3,05	2,54
18	Eierspaghetti	1,85	3,52	2,79
	b) aus Hartweizendunst und Frischei			
19	Frischeierhörnli	2,04	3,18	2,65
20	Frischeiernudeln	2,45	3,83	3,13
21	Frischeier Hausmacher-Nudeln	2,36	3,71	2,84
22	Frischeiernudeln	1,95	3,23	2,59
23	Frischeiermüscheli	2,39	3,42	2,86
24	Frischeierspätzli	2,30	3,40	2,84
25	Schnäggli, 1/2 Schalen-, 1/2 Gefrierei	2,03	3,42	2,88
	c) aus Spezialhartweizengriess und Frischei			
26	Frischeier Bologneser	1,88	3,30	2,71
27	Frischeier Bologneser	2,06	3,60	2,82
28	Frischeierhörnli, alt (1948)	2,10	3,10	2,72
29	Frischeierspätzli	2,03	3,41	2,70
30	Frischeierspaghetti	1,69	3,07	2,45
31	Frischeiermüscheli	2,23	3,57	2,78
32	Frischeiernudeln	2,15	3,37	2,69
33	Frischeierhörnli	2,12	3,18	2,60
34	Schnäggli, 1/2 Schalen-, 1/2 Gefrierei	2,04	3,29	2,65

des Handels

Cholesterin	Lecithin P_2O_5	Lösliche Proteine	Titrationszahl nach *Helberg*	g Eierinhalt pro kg Griess berechnet aus					
				Ätherextrakt nach LB	Gesamt-Lipoiden $= \frac{3800\ (F_t - F_g)}{48{,}3 - F_t}$	Cholesterin $(St - 35) \cdot 2$	Lecithin P_2O_5 $\frac{Lec.P_2O_5 - 15}{0{,}24}$	löslichem Protein ber. nach *Philippe* Tab. 18	Titrationszahl nach *Helberg* ber. nach Tab. 17
mg %	mg %	%	cm³						
31	13,8	0,12	7,3	—	—	—	—	—	—
31	15,2	0,12	7,7	—	—	—	—	—	—
40	13,6	0,15	6,85	—	—	—	—	—	—
40	16,0	0,08	6,2	—	—	—	—	—	—
38	14,3	—	7,2	—	—	—	—	—	—
40	17,2	0,15	6,6	—	—	—	—	—	—
91	40,0	0,598	3,46	128	110	**112**	104	**96**	115
93	34,2	0,649	3,50	—	109	**106**	80	**95**	112
97	41,8	0,570	3,35	117	97	**122**	112	**90**	123
81	42,8	0,517	3,42	93	88	**92**	116	**80**	118
96	45,0	0,642	2,83	159	124	**122**	125	**104**	164
97	38,8	0,626	3,03	154	124	**124**	99	**99**	147
106	40,0	0,803	2,89	182	121	**142**	104	**135**	158
111	62,5	0,787	2,55	164	153	**152**	198	**132**	192
99	42,1	0,508	3,66	100	117	**128**	113	**79**	103
95	37,0	0,703	3,56	126	100	**120**	92	**116**	108
94	26,0	0,552	3,39	132	97	**118**	46	**87**	120
110	34,8	0,509	3,08	135	137	**150**	83	**78**	142
108	35,5	0,707	2,90	154	118	**146**	85	**119**	158
115	54,0	0,846	2,30	195	165	**160**	163	**143**	ca. 210
103	60,0	0,930	2,25	186	154	**136**	188	**159**	ca. 220
104	35,1	0,632	2,65	145	112	**135**	84	**102**	182
113	40,4	0,791	2,30	189	129	**157**	106	**133**	ca. 210
115	41,1	0,834	2,40	180	127	**160**	109	**141**	207
104	50,0	0,870	3,05	153	129	**138**	146	**148**	145
102	61,8	0,87	2,60	158	144	**134**	195	**148**	186
105	64,4	0,95	2,58	176	170	**140**	206	**163**	188
99	25,4	0,881	3,25	180	126	**128**	43	**145**	130
116	50,7	0,87	3,17	173	152	**162**	149	**148**	136
108	39,8	0,836	2,90	139	124	**140**	103	**141**	158
124	47,1	0,941	2,25	193	168	**172**	134	**161**	ca. 220
119	48,6	0,920	2,45	185	150	**168**	140	**157**	202
111	49,9	0,836	2,45	182	133	**153**	146	**141**	202
100	47,5	0,857	3,00	154	143	**130**	136	**145**	150

zu niedrig sind und eher für eine 2-Eierware sprechen. Auch aus dem Cholesterin ergibt sich ein ziemlich niedriger Wert.

Die Frischeierteigwaren der Serie II c stammen durchwegs von Firmen, welche uns gut bekannt sind und die einen Eigehalt von 150 g pro kg Spezialhartweizengriess garantieren. Die aus Cholesterin, löslichen Proteinen und Lipoiden berechneten Werte stimmen untereinander fast immer gut überein. Eine Ausnahme macht die zur Zeit der Untersuchung 2 Jahre alte Frischeierteigware Nr. 28. Aus den löslichen Proteinen findet man noch beinahe den theoretischen Wert, während der Lipoidgehalt etwas zurückgegangen ist. Auffallend gross ist bei dieser Teigware der Lecithinrückgang (nur noch 1/3 des ursprünglichen Gehaltes). Bei den Mustern 26 und 27 dagegen findet man aus dem Lecithinphosphorsäuregehalt auffallenderweise viel zu hohe Werte, während die übrigen Gehaltszahlen gut für 3-Eierteigwaren stimmen.

IX. Einflüsse, welche sich auf die Analysenresultate von Teigwaren ungünstig auswirken können

Im Verlaufe unserer Untersuchungen sind wir auf verschiedene Momente aufmerksam geworden, welche die Analysenergebnisse erheblich beeinflussen können. Im folgenden sollen die Hauptpunkte kurz aufgezählt werden.

1. Die Teigwaren müssen in feingemahlenem Zustande vorliegen (durch Sieb V abgesiebt), da sonst Fett und Lecithin unvollständig extrahiert werden.
2. Das Teigwarenpulver darf vor den Bestimmungen der einzelnen Bestandteile nicht im Trockenschrank vorgetrocknet werden, weil Proteine und Lecithinphosphorsäure dadurch teilweise denaturiert werden und sich später nicht mehr vollständig herauslösen lassen.
3. Die Trocknung der Teigwaren darf nicht bei erhöhter Temperatur (über 50°) erfolgen, weil sonst ebenfalls eine Denaturierung von Proteinen und Phosphatiden zu befürchten ist.
4. Auch mechanische Einflüsse, vor allem das Formen der Teigwaren in modernen Strangpressen (Erwärmung der Teigwarenmasse) sollen nach *Popp* [26]) einen Lecithinrückgang verursachen.
5. Bei den zur Fabrikation von Eierteigwaren benutzten Trockeneipulvern soll der Wassergehalt kontrolliert und berücksichtigt werden. Eipulver sind stark hygroskopisch, und ihr Wassergehalt kann sowohl nach Untersuchungen von *von Fellenberg* [39]) als auch nach *Pritzker* [40]) in kurzer Zeit auf 9—10 % ansteigen. Bei der Verarbeitung von 40 g eines feuchten Eipulvers (10 % Wasser) pro kg Griess oder Dunst könnten z.B. in der fertigen Teigware nur ca. 135 g, statt 150 g Eierinhalt gefunden werden.
6. Trockeneipulver und Gefrierei müssen normal zusammengesetzt sein, d.h. Eiweiss- und Eigelb-Anteil müssen im richtigen Verhältnis vorliegen.

X. Methodik

Vorbereitung des Untersuchungsmaterials. Die Teigwaren werden vor der Untersuchung in einer Kugelmühle fein gemahlen und dann durch Sieb V (27 Maschen auf 1 cm Länge, Drahtstärke 0,15 mm) durchgesiebt.

Ätherextrakt
(modifizierte Lebensmittelbuch-Vorschrift)

In einem Zentrifugenglas mit eingeschliffenem Stopfen versetzt man 8 g der gemahlenen Teigware mit 40,0 cm³ Äther und schüttelt während 2 Stunden von Zeit zu Zeit (alle Viertelstunden) kräftig durch. Hierauf wird in einer Gerberzentrifuge während 10 Minuten zentrifugiert und die klare überstehende Ätherlösung in einen 50-cm³-Messzylinder abgegossen und das Volumen der Flüssigkeit (= v cm³) notiert. Der Äther wird hierauf aus einem gewogenen Kölbchen abdestilliert, der Rückstand bei 103° getrocknet und gewogen.

$$\% \text{ Ätherextrakt} = \frac{a \cdot 1000}{2 \cdot v}$$

a = g Auswaage
v = cm³ der abdestillierten ätherischen Lösung

$$\text{g Eierinhalt pro kg Griess oder Dunst} = (\% \text{ Ätherextrakt} - 0{,}4) \cdot 100$$

Bemerkungen: Die Extraktionsbedingungen sind analog denjenigen der Lebensmittelbuchmethode, die modifizierte Vorschrift führt aber viel schneller und mit weniger Material zum Ziel. Man erhält in allen Fällen eine klare Lösung und gut reproduzierbare Resultate für den Ätherextrakt. Die Berechnung des Eigehaltes aus dem Ätherextrakt dagegen ist jedoch nicht sehr zuverlässig. In der Regel werden etwas zu hohe Werte gefunden. Die Abweichungen vom wirklichen Gehalt können 30—40 g Eierinhalt pro kg Griess ausmachen.

Gesamtlipoide, Fettsäuren, Cholesterin, Lecithinphosphorsäure

Prinzip: Gesamtlipoide, Fettsäuren, Cholesterin und Lecithinphosphorsäure werden in einer Einwaage bestimmt.

10 g gemahlene Teigwaren werden in der Wärme mit einer Mischung von Alkohol-Benzol extrahiert. Dieser Auszug enthält die Gesamtlipoide, bestehend aus Glyceriden, Fettsäuren, Lecithin, Cholesterin und sterinfreiem Unverseifbarem, sowie geringe Verunreinigungen. Zur Reinigung wird der Alkohol-Benzol-Auszug in Äther gelöst und filtriert. Die so gereinigten *Gesamtlipoide*

werden gewogen und dann mit alkoholischer Kalilauge verseift und nach Vertreiben des Alkohols und Ansäuern die *Fettsäuren* mit Äther ausgeschüttelt. In den Fettsäuren, welche auch das Unverseifbare enthalten, wird anschliessend der Steringehalt entweder kolorimetrisch oder gravimetrisch bestimmt. Die ausgeätherte, essigsaure, wässerige Lösung dient zur Bestimmung der *Lecithinphosphorsäure*. Sie wird eingedampft, verascht und die Phosphorsäure als Ammoniumphosphormolybdat nach *von Fellenberg* gefällt.

1. Gesamtlipoide

Reagenzien: Als Extraktionsmittel dient eine Mischung, bestehend aus gleichen Raumteilen Benzol und 95 vol.%igem Alkohol.

Ausführung. In ein Faltenfilter von 15 cm Durchmesser bringt man 10 g der gemahlenen Teigware und extrahiert im Apparat nach *Pritzker* und *Jungkunz*, wie früher [3]) beschrieben, indem man das Faltenfilter 1 Stunde in die siedende Extraktionsflüssigkeit eintauchen lässt und später dasselbe eine weitere Stunde im oberen Teil des Extraktionsapparates extrahiert. Das Lösungsmittel wird dann aus einem siedenden Wasserbad abdestilliert und der Rückstand kurze Zeit getrocknet. Zur Entfernung der nicht ätherlöslichen Verunreinigungen wird er in ca. 20 cm³ trockenem Äther gelöst und die Lösung durch ein Allihnröhrchen filtriert, wobei Kölbchen und Filter mehrmals mit Äther auszuwaschen sind. Die Filtrate werden in einem gewogenen Kölbchen vereinigt und der Äther abdestilliert. Man trocknet den Rückstand bei 103°, lässt das Kölbchen im Exsikkator erkalten, da die Lipoide etwas hygroskopisch sind und wägt die Gesamtlipoide.

Berechnung: Eigehalt pro kg Griess $= \dfrac{3800\ (F_t - F_g)}{48{,}3 - F_t}$

F_t = Lipoidgehalt der Teigware in %
F_g = Lipoidgehalt des Griesses (für Hartweizendunst = 1,9 %)
(für Hartweizenspezialgriess = 1,6 %)

Bei Teigwaren aus unbekannten Mahlprodukten setzt man für F_g den Mittelwert 1,8 % in die Formel ein.

Bemerkung: Der Lipoidgehalt der Griesse variiert je nach Provenienz und Ausmahlungsgrad ziemlich stark (1,6—2,1 %), wodurch die aus dem Lipoidgehalt berechneten Werte unsicher werden.

2. Fettsäuren

Zur Verseifung der Gesamtlipoide gibt man ca. 10 cm³ 0,5 n-alkoholische Kalilauge ins Kölbchen und kocht während 30 Minuten am Rückflusskühler. Hierauf wird der Alkohol abdestilliert, die Seife in ca. 20 cm³ heissem Wasser gelöst und quantitativ mit 10 — 20 cm³ Wasser in einen 100 cm³ fassenden

Scheidetrichter übergeführt. Dann wird mit 1 cm³ Eisessig *) angesäuert und nach dem Abkühlen mit 40—50 cm³ Äther kräftig ausgeschüttelt. Sobald Schichtentrennung eingetreten ist, lässt man das Sauerwasser in ein 100-cm³-Erlenmeyerkölbchen ab und giesst den Äther durch die obere Öffnung in ein trockenes 100-cm³-Erlenmeyerkölbchen. Hernach wird das Sauerwasser ein zweites Mal mit 40 cm³ Äther ausgeschüttelt und für die Bestimmung der Lecithinphosphorsäure aufbewahrt, nachdem der Scheidetrichter gut nachgespült worden ist.

Die vereinigten Ätherauszüge lässt man ca. 30 Minuten im Erlenmeyerkölbchen stehen, wobei mitgerissene Wassertröpfchen sich an der Kolbenwand festsetzen. Dann wird in ein gewogenes Kölbchen abgegossen, nachgespült, der Äther abdestilliert und der Rückstand unter öfterem Durchblasen von Luft zur Vertreibung der Essigsäure bei 103° getrocknet. Man wägt die Fettsäuren und verwendet sie später zur Cholesterinbestimmung.

3. Cholesterin

a) gravimetrisch nach Hadorn und Jungkunz [31])

Reagens: Frisch bereitete 1%ige Lösung von Digitonin in warmem 80 vol.%igem Alkohol (auf 1 mg Cholesterin sind mindestens 0,5 cm³, höchstens 1 cm³ Digitoninlösung anzuwenden).

Man löst die Fettsäuren in 5 cm³ Aceton und gibt 5—10 cm³ der Digitoninlösung zu. Hierauf dampft man bei schräg gestelltem Kölbchen auf einem kochenden Wasserbad nahezu zur Trockne ein. Dann wird der Rückstand mit 50 cm³ heissem Wasser aufgenommen, der Niederschlag mit einem Glasstab gut aufgerührt, zum Sieden erhitzt und 2—3 Minuten bei dieser Temperatur unter Umrühren gehalten, um das überschüssige Digitonin zu lösen. Alsdann lässt man auf ca. 60° abkühlen, versetzt mit 25 cm³ Aceton (techn.) und erwärmt nochmals kurze Zeit bis zum beginnenden Sieden. Dadurch wird der kolloidale Zustand etwas behoben und das Filtrieren erleichtert. Man filtriert sodann unter schwachem Saugen durch einen mit Asbest beschickten, gewogenen Goochtiegel den grössten Teil des heissen, trüben Gemisches ab. Wenn ca. 40 cm³ abfiltriert sind, gibt man weitere 20—30 cm³ Aceton ins Kölbchen hinzu und mischt gut durch; dabei lösen sich die Lipoide weitgehend, und die Filtration geht leicht vonstatten. Hernach wird mit 8 cm³ Aceton nachgespült, dann schliesslich portionenweise mit je 5 cm³ Äther, 5 cm³ Chloroform und 8 cm³ Äther ausgewaschen, wobei man zunächst vor jeder Waschung das Saugen unterbricht. Dabei ist zu beachten, dass eventuelle Fettreste, welche sich

---

*) Zum Ansäuern darf keine Mineralsäure verwendet werden, weil sonst beim anschliessenden Trocknen der Fettsäuren schon Spuren von Mineralsäure genügen, um Cholesterin zu zersetzen.

am Tiegelrand angesetzt haben, ebenfalls gelöst werden. Der aussen sorgfältig abgewischte Tiegel wird schliesslich im Trockenschrank bei 100—105° bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und dann die Digitonide gewogen.

Durch Multiplikation des Digitonids mit 0,243 erhält man die vorhandene Sterinmenge (Cholesterin oder Phytosterin).

b) kolorimetrisch

Prinzip: Das Fett oder die Fettsäuren werden in Essigester gelöst. Ein aliquoter Teil dieser Lösung wird zur Farbreaktion mit Essigsäureanhydrid, Essigester und Schwefelsäure verwendet.

Reagenzien: Essigester, rein
Essigsäureanhydrid pro Analyse
konz. Schwefelsäure 96 %ig pro Analyse

Die aus 10 g Teigwaren isolierten Gesamtfettsäuren werden in Essigester gelöst, durch ein Allihnröhrchen filtriert, in ein 25-cm³-Messkölbchen übergeführt und bei 20° C mit Essigester zur Marke aufgefüllt. Von dieser Stammlösung verwendet man je 1 cm³ zur kolorimetrischen Cholesterinbestimmung genau nach der Vorschrift von *Riffart* und *Keller* (S. 114).

Hauptversuch

In einem mit Glasstopfen versehenen Zylinder mischt*) man 9 cm³ Essigester, 4 cm³ Essigsäureanhydrid, 0,8 cm³ konz. Schwefelsäure und kühlt die Reagenslösung durch Einstellen in ein Wasserbad von 20°. Nach genau 10 Minuten gibt man 1 cm³ Stammlösung zu, mischt gut durch und stellt den Zylinder wieder in das Wasserbad.

Blindversuch

Gleichzeitig werden in einem zweiten Zylinder 13 cm³ Essigester und 0,8 cm³ konz. Schwefelsäure gemischt und im Wasserbad von 20° gekühlt. Nach 10 Minuten gibt man ebenfalls 1 cm³ Stammlösung zu, mischt und stellt wieder in das Wasserbad.

Bei geringem Cholesteringehalt (der Stammlösung) werden 2 cm³, eventuell noch mehr Stammlösung zugesetzt. Dafür wird jedoch zur Herstellung der Reagenslösung die Menge Essigester entsprechend reduziert. Das fertige Reaktionsgemisch soll in jedem Fall 10 cm³ Essigester, 4 cm³ Essigsäureanhydrid und 0,8 cm³ konz. Schwefelsäure enthalten. Die Blindprobe 14 cm³ Essigester und 0,8 cm³ konz. Schwefelsäure.

Die Färbung der Reaktionsmischung nimmt allmählich zu, erreicht nach ungefähr einer Stunde das Maximum und verblasst allmählich wieder. Um das Maximum der Lichtabsorption, welches nicht immer genau nach der gleichen

*) Zum genauen Abmessen der Reagenzien benützt man am zweckmässigsten Büretten.

Zeit erreicht wird, festzustellen, ist es notwendig, die Lösungen in Abständen von ca. 10 Minuten immer wieder zu messen (1. Messung nach ca. 30 Minuten).

Man füllt die beiden Lösungen in Glasküvetten (Schichtdicke 20—30 mm), schaltet sie in den Strahlengang eines Photometers und misst die Lichtabsorption unter Verwendung eines Rotfilters (beim *Pulfrich*-Photometer Filter S 61). Der Cholesteringehalt wird in einer Eichkurve abgelesen.

Die Eichkurve für den Bereich von 0,1—1,0 mg wird unter gleichen Bedingungen mittels steigender Mengen (0,1—1,0 cm^3) einer Lösung von 100 mg reinem Cholesterin in 100 cm^3 Essigester aufgenommen.

Bemerkung: Die Methode eignet sich hauptsächlich für Serienuntersuchungen. Eine öftere Kontrolle der Eichkurve ist notwendig, weil die Intensität der Färbungen stark von den jeweils verwendeten Reagenzien abhängig ist (Essigester, Essigsäureanhydrid). Die Eichkurve ist an einigen aufeinanderfolgenden Tagen genau reproduzierbar, sie muss aber von Zeit zu Zeit, auf jeden Fall aber bei Verwendung frischer Reagenzien, kontrolliert werden.

Berechnung: Eigehalt pro kg Griess $= \frac{3800 \cdot (St_2 - St_1)}{2060 - St_2}$

St_1 = Steringehalt des Griesses in mg%
St_2 = Steringehalt der Teigware in mg%

Für die Praxis genügt folgende Näherungsformel:

Eigehalt pro kg Griess = (mg% Cholesterin — 35) · 2

Genauigkeit der Methode: ± 15 g Eierinhalt pro kg Griess

4. *Lecithinphosphorsäure*

Reagenzien: 10 %ige Magnesiumacetatlösung
Fällungsreagens nach *von Lorenz* (Lebensmittelbuch S. 132)

Das von der Bestimmung der Fettsäuren herrührende Sauerwasser wird im Erlenmeyerkölbchen, welches man mit einem Trichterchen bedeckt, auf dem Wasserbad so lange erwärmt, bis der Äther vertrieben ist. Dann spült man die Flüssigkeit quantitativ in eine Platinschale, spült das Erlenmeyerkölbchen gut aus, versetzt mit 1—1,5 cm^3 10 %iger Magnesiumacetatlösung und verdampft zur Trockne. Es wird bei möglichst niedriger Temperatur zunächst verbrannt, ohne dass Entzündung eintritt, dann vorsichtig verascht (Temperatur ca. 600°; auslaugen mit Wasser) und die Phosphorsäure entweder gravimetrisch nach *von Lorenz* oder kolorimetrisch nach *Wuhrmann* und *Högl* [41]) bestimmt.

a) Für die gravimetrische Bestimmung löst man die Asche in 2 cm^3 konz. Schwefelsäure, 5 cm^3 konz. Salpetersäure und verdünnt in einem Becherglas mit Wasser auf 50 cm^3. Die Lösung wird zum Sieden erhitzt und mit 50 cm^3 *Lorenz*-Reagens versetzt.

b) Für die kolorimetrische Bestimmung nimmt man die Asche mit Wasser und 10 cm³ 10 %iger Schwefelsäure auf und verdünnt im Messkolben auf 100 cm³. Von dieser Lösung verwendet man einen aliquoten Teil (0,5 oder 1,0 cm³) für die Farbreaktion.

Berechnung: g Eigehalt pro kg Griess $= \frac{(\text{mg\%}\ \text{Lecithin-}P_2O_5 - 15)}{0{,}24}$

Bemerkung: Die Methode liefert nicht immer zuverlässige Resultate, infolge des Lecithinrückganges bei der Fabrikation und Lagerung der Teigwaren.

Titrationszahl nach Helberg [33])

Reagenzien: Alkohol 96,0 vol.%ig (± 0,1 %)

Ausführung: Man versetzt 5,00 g der gemahlenen Teigwaren in einem Erlenmeyerkölbchen von 100 cm³ Inhalt mit 50 cm³ 96 vol.%igem Äthylalkohol, lässt verschlossen, unter öfterem Schütteln 30 Minuten bei 18—22° stehen und filtriert durch ein mit 96 vol.%igem Alkohol befeuchtetes glattes Filter von ca. 9 cm Durchmesser in ein Messkölbchen von 50 cm³. Um das Verdunsten von Alkohol zu vermeiden, muss der Trichter mit einem Uhrglas bedeckt werden. Das Filtrat soll vollständig klar sein, andernfalls giesst man es wiederholt auf das Filter zurück.

Der Rückstand wird zweimal mit je 2,5 cm³ 96 vol.%igem Alkohol gewaschen, das vollständig klare, bei Eierteigwaren gelbliche, bei Wasserteigwaren farblose Filtrat mit Alkohol bis zur Marke aufgefüllt, umgeschüttelt und in ein trockenes Kölbchen von 100 cm³ übergeführt.

Nun wird aus einer 10-cm³-Präzisionsbürette destilliertes Wasser tropfenweise, unter Umschwenken, bei 19—21° zugesetzt. In der Nähe des Umschlagpunktes wird durch einen Tropfen Wasser in der Extraktlösung aus Eierteigwaren eine Trübung, in derjenigen aus Wasserteigwaren eine Opaleszenz bewirkt. Die Opaleszenz ist im diffusen Licht besser als im direkten Licht sichtbar. Da sich die Lösung beim Titrieren etwas erwärmt, stellt man gegen Ende der Titration das Kölbchen einige Zeit in ein Wasserbad von 20° und titriert dann bis zum Trübungspunkt, wobei der Umschlag deutlicher und ein Übertitrieren vermieden wird.

Die Anzahl cm³ Wasser, die bis zum Eintritt des Umschlages verbraucht werden, ergeben die Titrationszahl.

Den der Titrationszahl entsprechende Eigehalt der Teigware entnimmt man entweder einer graphischen Darstellung (Figur 2) oder der Tabelle 17. Die Methode ist nicht sehr genau. Abweichungen vom richtigen Wert von 30—50 g Eierinhalt pro kg Griess kommen gelegentlich vor.

Tabelle 17

Zur Berechnung des Eigehaltes von Teigwaren aus der Titrationszahl

(g Eierinhalt pro kg Griess)

Titrationszahl	Eigehalt	Titrationszahl	Eigehalt	Titrationszahl	Eigehalt
2,4	208	3,5	112	4,6	59
2,5	197	3,6	106	4,7	56
2,6	186	3,7	100	4,8	53
2,7	176	3,8	94	4,9	50
2,8	167	3,9	89	5,0	48
2,9	158	4,0	84	5,1	45
3,0	150	4,1	79	5,2	43
3,1	141	4,2	74	5,3	42
3,2	133	4,3	70	5,4	40
3,3	126	4,4	66	5,5	39
3,4	119	4,5	62	5,6	37

Lösliche Proteine

(modifiziert nach *von Fellenberg*)

8 g gemahlene Teigwaren werden in ein Zentrifugenrohr mit eingeschliffenem Stopfen oder in ein dickwandiges Reagensglas von ca. 60 cm³ Inhalt eingewogen, mit 40,0 cm³ destilliertem Wasser versetzt und während 5 Minuten kräftig geschüttelt. Anschliessend wird 10 Minuten lang in einer Gerberzentrifuge zentrifugiert. Die überstehene, meistens schwach getrübte Lösung wird in ein Reagensglas abgegossen. Man pipettiert davon 25 cm³ in ein 100-cm³-Erlenmeyerkölbchen, welches mit 25 g Magnesiumsulfat ($MgSO_4 + 7H_2O$) beschickt ist. Dann stellt man das Kölbchen ca. 2 Minuten in ein Wasserbad von 35° und schwenkt um, bis der Kolbeninhalt 30—32° angenommen hat. Dabei geht der grösste Teil des $MgSO_4$ in Lösung, und die Weizenproteine werden ausgefällt. Man filtriert durch ein Faltenfilter von 15 cm Durchmesser, welches die Gesamtmenge der Flüssigkeit aufnimmt.

25 cm³ dieses vollständig klaren Filtrates pipettiert man in ein grosses Reagensglas (40—50 cm³ Inhalt) ab und erhitzt in einem siedenden Wasserbad ungefähr 5 Minuten lang, wobei das Eiweiss koaguliert. Dann fügt man 2 cm³ Fehling'sche Kupfersulfatlösung zu, rührt mit einem Glasstab gut um und erhitzt weitere 5—10 Minuten. Schliesslich filtriert man durch ein Rundfilter von 9 cm Durchmesser und bringt etwa anhaftende Eiweissreste mittels einer Gummifahne auf das Filter und wäscht 4 mal mit heissem Wasser aus. Das Filter mit Inhalt wird in einem 100-cm³-Kjeldahlkölbchen mit 5 cm³ konz. H_2SO_4 unter Zusatz

von 1 g Selenkatalysator verbrannt. Nach dem Grünwerden soll noch ca. 10 Minuten weiter erhitzt werden. Man destilliert in üblicher Weise nach *Kjeldahl* in eine Vorlage mit 5 cm³ 0,1n-Säure und titriert mit 0,1n- oder besser mit 0,05 n-NaOH, unter Verwendung von Kongorot, zurück.

Ein blinder Versuch mit 6 cm³ H_2SO_4, 1 g Katalysator und einem Rundfilter wird ausgeführt und der Blindwert (ca. 0,1 cm³ 0,1n-Säure) abgezogen.

Berechnung. Nach Lebensmittelbuch IV, bzw. *Philippe* und *Henzi* gelten folgende Formeln:

Lösliche Proteine	=	0,272 · a
wobei a	=	cm³ verbrauchte 0,1n-Säure
Eigehalt pro kg Griess oder Dunst	=	(lösliche Proteine — 0,1) · 192

Am einfachsten entnimmt man die dem Titrationswert entsprechenden Gehalte an löslichen Proteinen, bzw. den Eigehalt der nachstehenden Tabelle 18.

Tabelle 18

Zur Berechnung des Eigehaltes aus den löslichen Proteinen

cm³ 0,1n-HCl	Lösliche Proteine	g Eierinhalt p. kg Griess	cm³ 0,1n-HCl	Lösliche Proteine	g Eierinhalt p. kg Griess	cm³ 0,1n-HCl	Lösliche Proteine	g Eierinhalt p. kg Griess
	%			%			%	
0,4	0,109	2	2,0	0,544	85	3,6	0,980	169
0,5	0,136	7	2,1	0,572	91	3,7	1,006	174
0,6	0,163	12	2,2	0,598	96	3,8	1,034	179
0,7	0,191	17	2,3	0,626	101	3,9	1,061	185
0,8	0,218	23	2,4	0,653	106	4,0	1,089	190
0,9	0,245	28	2,5	0,680	111	4,1	1,115	195
1,0	0,272	33	2,6	0,708	117	4,2	1,142	200
1,1	0,299	38	2,7	0,735	122	4,3	1,170	205
1,2	0,326	43	2,8	0,762	127	4,4	1,197	211
1,3	0,354	49	2,9	0,789	132	4,5	1,224	216
1,4	0,381	54	3,0	0,816	138	4,6	1,251	221
1,5	0,408	59	3,1	0,843	143	4,7	1,279	226
1,6	0,435	64	3,2	0,870	148	4,8	1,305	231
1,7	0,462	70	3,3	0,898	153	4,9	1,333	237
1,8	0,490	75	3,4	0,925	158	5,0	1,360	242
1,9	0,517	80	3,5	0,953	164			

Genauigkeit der Methode: ± 10 g Eigehalt pro kg Griess.

Wir möchten an dieser Stelle Herrn *K. W. Biefer* für die Ausführung zahlreicher Analysen bestens danken.

Zusammenfassung

1. Verschiedene in der Literatur beschriebene Methoden zur Bestimmung des Eigehaltes von Eierteigwaren sind überprüft und teilweise modifiziert worden.
2. Aus der Bestimmung des Ätherextraktes nach dem Schweiz. Lebensmittelbuch lassen sich nicht in allen Fällen zuverlässige Werte für den Eiergehalt berechnen. Die Extraktion des Fettes ist unvollständig, und die Ausbeute variiert je nach der Herstellung und dem Alter der Teigware. Die Säureaufschlussmethode nach *von Fellenberg* liefert etwas höhere und die Extraktion mit Alkohol-Benzol die höchsten Ausbeuten. Die Lipoidgehalte der Griesse variieren, je nach Ausmahlungsgrad, ziemlich stark, wodurch der berechnete Eigehalt nicht sehr genau ausfällt.
3. Die aus der Lecithinphosphorsäure berechneten Eigehalte sind z.T. recht unzuverlässig, da das Eierlecithin oft, je nach Umständen, nur unvollständig aus den Teigwaren ausgezogen wird. Der bei der Lagerung von Eierteigwaren beobachtete sog. Lecithinrückgang wird besprochen. Er ist auf verschiedene Ursachen bei der Fabrikation oder Trocknung, vor allem aber auf Veränderungen bei der Lagerung der Teigwaren zurückzuführen.
4. Als zuverlässig für die Ermittelung des Eigehaltes von Teigwaren hat sich die Bestimmung des Cholesterins erwiesen. Dieselbe kann entweder kolorimetrisch nach *Riffart* und *Keller* oder nach einer von uns modifizierten, gravimetrischen Methode durchgeführt werden.
5. Ein von *Helberg* modifiziertes Titrationsverfahren zur Bestimmung des Eigehaltes liefert keine genauen und nicht immer zutreffende Werte.
6. Die Zuverlässigkeit der Bestimmung der wasserlöslichen Proteine nach *von Fellenberg* ist überprüft und bestätigt worden. Eine Unterscheidung von Frischeierware und Konserveneierware ist damit, entgegen den Angaben von *Philippe* und *Henzi*, nicht mit Sicherheit möglich.
7. Von verschiedenen Eipulvern des Handels, sowie von Schalen- und Gefriereiern sind die Lipoid-, Lecithin- und Cholesteringehalte bestimmt und mit den Angaben anderer Autoren verglichen worden.
8. Zur Überprüfung der Untersuchungsmethoden sind verschiedene Eierteigwaren aus Schaleneiern, Gefriereiern und Volleipulvern, sowie aus Trockeneiweiss und Trockeneigelb hergestellt und untersucht worden. Ausserdem wurden 34 Teigwaren des Handels untersucht und die Resultate besprochen.
9. Es werden die Einflüsse, welche sich auf die Analysenresultate von Teigwaren ungünstig auswirken können, angegeben.
10. Abschliessend wird ein Analysengang zur Untersuchung von Eierteigwaren angeführt.

Résumé

1. Diverses méthodes, décrites dans la littérature pour doser la teneur en œuf des pâtes aux œufs, ont été essayées et partiellement modifiées.
2. On n'obtient pas dans tous les cas des valeurs exactes pour la teneur en œuf, par le calcul à partir du dosage de l'extrait éthéré d'après le Manuel suisse des denrées alimentaires. L'extraction de la graisse est incomplète et le rendement varie suivant

le mode de fabrication et l'état de fraîcheur de la pâte alimentaire. La méthode de désagréation par un acide d'après *von Fellenberg*, ou celle de l'extraction par un mélange d'alcool et de benzène donnent des rendements en lipoïdes plus élevés et les valeurs obtenues sont bien reproductibles. Toutefois les teneurs des semoules en graisse varient assez fortement suivant le degré de la mouture, d'où il s'ensuit que la teneur en œuf calculée n'est pas très exacte.

3. Les teneurs en œuf, calculées à partir de l'acide lécithinephosphorique, sont souvent peu sûres car l'extraction de la lécithine des œufs contenus dans les pâtes alimentaires est, suivant les circonstances, souvent incomplète. On examine également la question de la diminution de la teneur en lécithine lors du stockage. Cette diminution est due à diverses causes lors de la fabrication ou du séchage, mais avant tout à des changements qui se produisent au cours du stockage des pâtes.
4. Le dosage de la cholestérine s'est montré très sûr pour déterminer la teneur en œuf des pâtes alimentaires. La cholestérine peut être dosée soit colorimétriquement, selon *Riffart* et *Keller*, soit gravimétriquement, selon une méthode modifiée par nous.
5. Une méthode de titrage, modifiée par *Helberg*, pour le dosage de la teneur en œuf, ne donne pas des valeurs exactes et sûres.
6. On a examiné et pu confirmer la précision du dosage des protéines solubles dans l'eau, selon *von Fellenberg*. Contrairement aux indications de *Philippe* et *Henzi* il n'est toutefois pas possible de distinguer avec sûreté, au moyen de cette méthode, des marchandises à base d'œufs frais de celles à base de conserves d'œufs.
7. On a dosé les lipoïdes, la lécithine et la cholestérine dans diverses poudres d'œuf commerciales, dans des œufs frais et dans des œufs congelés et on a comparé les résultats obtenus avec ceux d'autres auteurs.
8. Le contrôle des méthodes d'analyse a été fait en analysant diverses pâtes aux œufs préparées avec des œufs frais, des œufs congelés et des poudres d'œuf complet, ainsi qu'avec du blanc et du jaune œuf en poudre. De plus on a analysé 34 pâtes alimentaires commerciales et discuté les résultats obtenus.
9. On donne une liste intitulée: «Des facteurs pouvant influencer défavorablement les résultats des analyses des pâtes alimentaires».
10. On décrit, en conclusion, un mode opératoire pour l'analyse des pâtes alimentaires aux œufs.

Literatur

[1]) Schweizerisches Lebensmittelbuch 4. Aufl. S. 129—137, Verlag Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Wylerstr. 48, Bern (1937).
[2]) Handbuch der Lebensmittelchemie Bd. **5**, S. 271. Verlag J. Springer, Berlin (1938).
[3]) *H. Hadorn* und *R. Jungkunz*, Z.U.L. **93**, 277 (1951).
[4]) *Ilse Antener* und *O. Högl*, diese Mitt. **38**, 207 (1947).
[5]) *Th. von Fellenberg*, diese Mitt. **25**, 316 (1934).
[6]) *K. Braunsdorf*, Z.U.L. **67**, 432 (1934).
[7]) *A. Röhrig*, *W. Ludwig* und *H. Haupt*, Z.U.L. **11**, 35 (1906).
[8]) *G. Popp*, Ztschr. öffentl. Chemie **14**, 453 (1908); Z.U.L. **17**, 687 (1909).
[9]) *H. Witte*, Z.U.L. **17**, 687 (1909).

[10]) *A. Juckenack,* Z.U.L. **3**, 13 (1900).
[11]) *Ch. Arragon,* Z.U.L. **12**, 456 (1906).
[12]) *B. Rewald,* Z.U.L. **60**, 315 (1930).
[13]) *J. Grossfeld,* Z.U.L. **80**, 1 (1940).
[14]) *J. Grossfeld,* Handbuch der Eierkunde S. 84, Verlag Julius Springer, Berlin (1938).
[15]) *R. Viollier,* diese Mitt. **28**, 27 (1937).
[16]) *E. Philippe* und *M. Henzi,* diese Mitt. **27**, 269 (1936).
[17]) *G. Nadi,* Z.U.L. **72**, 157 (1936).
[18]) *H. Jäckle,* Z.U.L. **7**, 513 (1904); **9**, 204 (1905).
[19]) Handbuch der Lebensmittelchemie Bd. **5**, S. 267 (1938).
[20]) *A. Juckenack,* Z.U.L. **8**, 94 (1904).
[21]) *Löbisch,* Realenzyklopädie ges. Pharmazie **6**, 256; zitiert nach Handbuch Bd. **5**, S. 267.
[22]) *Else Nockmann,* Z.U.L. **25**, 717 (1913).
[23]) *R. Cohn,* Chem. Zeitung **37**, 581 (1913).
[24]) *E. Lepère,* Ztschr. öffentl. Chemie **12**, 226 (1906).
[25]) *W. Diemair, F. Mayr* und *K. Täufel,* Z.U.L. **69**, 1 (1935).
[26]) *H. Popp,* Mitteilungsblatt der Ges. Deutscher Chemiker, Fachgruppe Lebensmittelchemie, Jg. 1951, S. 90.
[27]) *K. Brohm,* ebenda S. 126 (1951).
[28]) *J. Tillmans, H. Riffart* und *A. Kühn,* Z.U.L. **60**, 361 (1930).
[29]) *H. Riffart* und *H. Keller,* Z.U.L. **68**, 113 (1934).
[30]) *H. Hadorn* und *R. Jungkunz,* diese Mitt. **40**, 416 (1949).
[31]) *H. Hadorn* und *R. Jungkunz,* diese Mitt. **42**, 452 (1951).
[32]) *A. Beckel,* Z.U.L. **66**, 158 (1933).
[33]) *E. Helberg,* diese Mitt. **40**, 125 (1949).
[34]) *R. Strohecker, R. Vaubel* und *O. Heuser,* Ztschr. für Vorratspflege und Lebensmittelforschung **1**, 248 (1938); vgl. Handbuch der Lebensmittelchemie Bd. **5**, 281.
[35]) *A. Schmid,* diese Mitt. **3**, 193 (1912).
[36]) *Th. von Fellenberg,* diese Mitt. **41**, 205 (1930).
[37]) *E. Abderhalden,* Biochem. Arbeitsmethoden Bd. **2**, zitiert nach *von Fellenberg,* diese Mitt. **21**, 216 (1930).
[38]) *E. Müller,* diese Mitt. **25**, 313 (1934).
[39]) *Th. von Fellenberg,* diese Mitt. **35**, 347 (1944).
[40]) *J. Pritzker,* diese Mitt. **35**, 341 (1944).
[41]) *H. Wuhrmann* und *O. Högl,* diese Mitt. **35**, 273 (1944).
[42]) *J. Pritzker* und *R. Jungkunz,* diese Mitt. **14**, 335 (1923).