Zur Bestimmung des Gesamtfettes sowie zur Bestimmung und Berechnung des Milchfettes in Milchschokoladen

Autor(en): **Hadorn, H. / Jungkunz, R.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **41 (1950)**

Heft 1-2

PDF erstellt am: **28.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-983739

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Zur Bestimmung des Gesamtfettes sowie zur Bestimmung und Berechnung des Milchfettes in Milchschokoladen

Von *H. Hadorn* und *R. Jungkunz*
(Laboratorium VSK, Basel)

Die Bestimmung des Milchfettgehaltes in Milchschokoladen stellt ein recht heikles Problem dar, obwohl über dasselbe schon zahlreiche Arbeiten erschienen sind. Aber auch über die Methoden zur Isolierung und Bestimmung des Gesamtfettes gehen die Ansichten auseinander. So wird beispielsweise von der internationalen Expertenkommission eine Aufschlussmethode mit 4n-Salzsäure vorgeschrieben, während nach andern Vorschriften die zerkleinerte Schokolade direkt mit Äther oder Petroläther extrahiert wird. Das Lebensmittelbuch schreibt ebenfalls nur eine einfache Extraktion mit Äther vor (Zentrifugenmethode).

In der vorliegenden Arbeit sollen zunächst die verschiedenen Methoden zur Bestimmung des Gesamtfettes besprochen und auf Grund eigener Untersuchungen miteinander verglichen werden. Je nach der Natur des Untersuchungsmaterials können mittels verschiedener Methoden bald gut übereinstimmende Resultate, bald aber auch grössere Abweichungen erhalten werden.

Zur Bestimmung und Berechnung des Milchfettes sind verschiedene Methoden und Formeln vorgeschlagen worden. Diese sollen überprüft und besprochen werden. Wir haben zu diesem Zwecke einige Modellmischungen von genau bekannter Zusammensetzung hergestellt und darin sowohl den Gehalt an Gesamtfett als auch an Milchfett nach den verschiedenen Methoden bestimmt. Schliesslich sind dann noch zahlreiche Schokoladen des Handels untersucht worden. Die Ermittelung des Milchfettgehaltes erfolgte nach den später noch zu beschreibenden Verfahren, wobei die Resultate einander gegenübergestellt worden sind.

1. Bestimmung des Gesamtfettes

Bei der Fettbestimmung in Kakaoerzeugnissen sind verschiedene Umstände zu beachten, welche leicht zu unrichtigen Resultaten führen können. Von einiger Bedeutung ist schon die Wahl des Lösungsmittels. Während Petroläther ausschliesslich Fett löst und reines Fett liefert, gehen bei lange andauernder Extraktion mit Äthyläther auch noch geringe Mengen anderer Substanzen, wie Theobromin und Phosphatide, aus der Kakaomasse in Lösung. Bei der direkten Extraktion, ohne Aufschluss oder Vorbehandlung, wird das Fett nicht in allen Fällen quantitativ erfasst, weil es gelegentlich eingeschlossen sein kann. Die Extraktion des Fettes nach Aufschluss mit Säure liefert dagegen in keinem Falle zu niedrige, eher zu hohe Resultate, weil dabei ebenfalls Phosphatide zersetzt

und deren Fettsäuren mitbestimmt werden. Bei der Koagulationsmethode mit Kupfersulfat nach *Grossfeld* kommen alle diese Fehler in Wegfall, da der «Aufschluss» sehr schonend erfolgt, jedoch genügt, um das Fett freizulegen und dem Lösungsmittel quantitativ zugänglich zu machen.

Wir haben einige Fettbestimmungsmethoden an 2 Milchschokoladen des Handels, welche sich bei der Fettbestimmung ganz verschieden verhielten, ausprobiert und die Resultate miteinander verglichen. Die angewendeten Methoden sind folgende:

1. *Zentrifugenmethode* nach Lebensmittelbuch [1]).
   a) Extraktionsmittel Äthyläther
   b) Extraktionsmittel Petroläther
   5 g geriebene Schokolade werden 4 mal hintereinander mit je 40 cm³ Lösungsmittel während 5 Minuten geschüttelt und dann zentrifugiert. Nach dem Abdestillieren des Lösungsmittels hinterbleibt das Gesamtfett.

2. *Aufschluss mit 4 n-Salzsäure* [2]) (Internationale Methode).
   5 g Schokolade werden mit Bimssteinpulver versetzt und mit 100 cm³ heisser 4n-Salzsäure übergossen und 1/4 Stunde im leichten Sieden erhalten. Dann verdünnt man mit 100 cm³ Wasser, filtriert durch ein angefeuchtetes Faltenfilter und wäscht gut aus. Das Filter wird nach dem Trocknen im Extraktionsapparat mit Petroläther extrahiert.

Tabelle 1

Bestimmung des Gesamtfettes nach verschiedenen Methoden

Methode	Lösungsmittel	Milchschokolade I	Milchschokolade II
Zentrifugenmethode	Äthyläther	32,50 32,65	29,11 29,28
Zentrifugenmethode	Petroläther	32,43 32,49	29,19 29,21
Aufschluss mit 4 n-HCl	Petroläther	32,77 32,79	30,89 30,87
Koagulationsmethode	Petroläther	32,67 32,68	30,81 30,84

3. *Koagulationsverfahren*, modifiziert nach *Grossfeld* [3]).
   5 g geraspelte Schokolade werden in ca. 80 cm³ heissem Wasser gelöst. Nachdem keine Klümpchen mehr vorhanden sind, wird gekühlt und mit 5 cm³ *Fehling*'scher Kupferlösung versetzt, ca. 10 Minuten stehen gelassen, hierauf

durch ein angefeuchtetes Faltenfilter (Durchmesser = 15 cm) filtriert und ausgewaschen. Das Filter breitet man auf einem Teller aus und lässt es an der Luft trocknen. Das getrocknete Faltenfilter bringt man in einen Extraktionsapparat nach *Pritzker* und *Jungkunz* [17]) und extrahiert während ca. 2 Stunden mit Petroläther. Nachdem die Hauptmenge des Fettes extrahiert ist, wird die Extraktion unterbrochen. Man nimmt das Filter heraus, kratzt den Rückstand mit einem Spatel ab, ohne das Filter zu verletzen, und verreibt denselben in einem Mörser mit 2—5 g wasserfreiem Natriumsulfat. Diese Mischung bringt man erneut ins Filter zurück und extrahiert nochmals während 3—4 Stunden. Der Petroläther wird abdestilliert, der Rückstand bei 105° bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und gewogen.

Diskussion der Resultate

Die nach den verschiedenen Methoden gefundenen Werte sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Bei der Milchschokolade I wurden nach allen Methoden ziemlich gut übereinstimmende Resultate gefunden. Koagulations- und Aufschlussmethode liefern nur um 0,2—0,3 % höhere Werte als die direkte Extraktion nach der Zentrifugenmethode. Das mit Petroläther extrahierte Fett war in allen Fällen klar, während das mit Äthyläther gewonnene leicht getrübt erschien.

Bei der Milchschokolade II wurden nach der Koagulations- und Aufschlussmethode bedeutend höhere Fettgehalte gefunden als nach der Zentrifugenmethode. Die Unterschiede betragen 1,6 % (bezogen auf die Fettmenge ca. 5 %). Diese Versuche beweisen, dass die Zentrifugenmethode des Lebensmittelbuches nicht in allen Fällen richtige Resultate liefert. Bei der Schokolade II wurden nach dieser Methode, gleichgültig ob mit Petroläther oder mit Äthyläther extrahiert wurde, nur ca. 95 % des wirklich vorhandenen Fettes gefunden.

Die internationale Methode, bei welcher mit Salzsäure aufgeschlossen wird, und die Koagulationsmethode mit Kupfersulfat ergaben durchwegs gut übereinstimmende Resultate. Die letztere Methode ist in der Durchführung angenehmer und liefert ein reineres Fett, weil dabei keine Zersetzungsprodukte von Zucker, Kakaofarbstoff und Phosphatiden auftreten. Sie eignet sich besonders gut zur Gewinnung grösserer Fettmengen, wie dies zur Bestimmung der RMZ und anderer Kennzahlen nötig ist. Für alle weiteren Versuche haben wir daher das Gesamtfett nach dieser Methode isoliert. Es muss aber darauf geachtet werden, dass bei grösseren Fettmengen dieselben genügend lange getrocknet werden (4—6 Stunden), weil die letzten Reste Petroläther vom Fett ziemlich hartnäckig zurückgehalten werden.

Das verschiedene Verhalten der einzelnen Schokoladen bei der direkten Extraktion ist auf das jeweils verwendete Milchpulver zurückzuführen. *Schloemer* und *Catravas* [4]), welche bereits ähnliche Beobachtungen gemacht haben, konnten zeigen, dass die mehr oder weniger quantitative Fettausbeute von der Fabrikationsweise des verwendeten Milchpulvers abhängig ist. Bei Milchpulvern,

welche nach dem Sprühverfahren gewonnen worden sind, und auch bei gewissen Walzenmilchpulvern kommt die Lactose zum Teil in nicht kristallisierter, wasserfreier Form (glasig) vor, wodurch die Fettkügelchen eingeschlossen werden. Durch Befeuchten mit kaltem Wasser und anschliessendem Trocknen lässt sich die Lactose in ihre normale kristallisierte Form (Lactosehydrat) überführen und das Fett mit Lösungsmitteln direkt extrahieren.

Die nicht ganz quantitative Fettausbeute bei der direkten Extraktion, sowohl im Soxhlet als bei der Zentrifugenmethode, fällt bei der Bestimmung des Gesamtfettes unter Umständen nicht stark ins Gewicht; sie macht sich aber deutlich bemerkbar bei der Bestimmung des Milchfettgehaltes, wie das in Tabelle 2 aufgeführte Beispiel zeigt.

In der Handelsschokolade Nr. II wurde das Gesamtfett einerseits nach der Zentrifugenmethode und andererseits nach der Koagulationsmethode bestimmt. In jeder der so gewonnenen Fettproben ermittelte man die Buttersäurezahl und daraus den Milchfettgehalt nach den später folgenden Ausführungen. Das durch direkte Extraktion gewonnene Fett enthält bedeutend weniger Milchfett als das nach der Koagulationsmethode erhaltene, was auf das verwendete Milchpulver zurückzuführen ist.

Dass der bei der Extraktion im Rückstand verbleibende Fettanteil zur Hauptsache aus Milchfett besteht, geht sehr deutlich aus nachstehenden Zahlen hervor:

	% Gesamtfett	% Milchfett in der Schokolade
Koagulationsmethode	30,82	6,87
Zentrifugenmethode	29,20	5,46
Fehlbetrag	1,62	1,41

Der Fehlbetrag ist in beiden Fällen ungefähr gleich gross, wodurch bewiesen wird, dass der in der Schokolademasse zurückgebliebene Fettanteil aus Milchfett besteht.

Tabelle 2

	Direkte Extraktion (Zentrifugenmethode)	Koagulationsmethode mit Kupfersulfat
Gesamtfett (Mittel)	29,2 %	30,8 %
Buttersäurezahl im Gesamtfett	3,74 3,74	4,40 4,51
Milchfettgehalt im Gesamtfett	18,7 % 18,7 %	22,0 % 22,6 %
Milchfettgehalt in der Schokolade (Mittel)	5,46 %	6,87 %

Um daher bei der Milchfettbestimmung zuverlässige Werte zu erhalten, muss zur Isolierung des Gesamtfettes unbedingt eine Aufschlussmethode, unserer Ansicht nach am zweckmässigsten die Koagulationsmethode, angewendet werden.

2. *Bestimmung des Milchfettgehaltes*

Zur Berechnung des Milchfettes aus dem Gesamtfett, welches hauptsächlich Kakaofett, dann Milchfett und eventuell andere Fette enthält, können prinzipiell folgende Kennzahlen herangezogen werden:

a) *Reichert-Meissl*-Zahl (RMZ)
b) Halbmikrobuttersäurezahl (HBuZ)
c) A- und B-Zahl

Die Bestimmung der A- und B-Zahl kommt praktisch kaum in Frage, weil dazu eine zu grosse Fettmenge (20 g) erforderlich ist. Am meisten wird die Bestimmung der RMZ empfohlen, aus welcher dann der Milchfettgehalt berechnet werden kann. Dieser Weg wird auch vom Lebensmittelbuch vorgeschrieben. Er hat aber den Nachteil, dass schon geringe Mengen von Kokosfett, welche nach *Fincke* [5]) in ausländischen Milchschokoladen vorkommen können, einen zu hohen Milchfettgehalt vortäuschen.

Zur Berechnung des Milchfettgehaltes der Schokolade aus dem Gesamtfett und dessen RMZ werden verschiedene, teils empirisch ermittelte, teils auf Grund mathematischer Überlegungen abgeleitete Formeln vorgeschlagen, die, wie noch gezeigt werden soll, alle zu verschiedenen Resultaten führen.

Die von *Grossfeld* [6]) ausgearbeitete Bestimmung der Halbmikrobuttersäurezahl haben wir ebenfalls in unsere Versuche mit einbezogen. Sie eignet sich nach unseren Erfahrungen gut zur Milchfettbestimmung in Schokolade und weist gegenüber der *Reichert-Meissl*'schen Methode einige Vorteile auf. Es brauchen nicht so grosse Mengen Gesamtfett isoliert zu werden, da pro Bestimmung nur 0,5 g Fett erforderlich sind. Zudem stört ein gewisser Zusatz von Kokosfett die Analyse nicht merklich. Nach unseren Ergebnissen ist diese Methode mindestens so genau wie das *Reichert-Meissl*'sche Verfahren.

a) Milchfettbestimmung mit Hilfe der *Reichert-Meissl*-Zahl

Die Bestimmung des Milchfettgehaltes auf Grund der RMZ ist deswegen möglich, weil Milchfett im Mittel eine RMZ von 27 besitzt, während Kakaofett eine solche von nur 0,3 bis 0,5 aufweist. Wie alle Kennzahlen der Fettchemie, schwankt auch die RMZ des Milchfettes innerhalb ziemlich weiter Grenzen (25 bis 34). Bei der Analyse irgend einer Schokolade des Handels sind die betreffenden Kennzahlen der beiden Fettarten nicht bekannt. Man muss sich daher an gewisse Mittelwerte halten. Für diese Berechnungen sind verschiedene Formeln vorgeschlagen worden, welche hier angeführt und kurz besprochen werden sollen.

Baier und *Neumann* [7]) schlagen als mittlere RMZ für Kakaofett = 1,0 vor. Auf Grund ihrer Formel (I) kann der Milchfettgehalt wie folgt berechnet werden:

$$\text{(I)} \quad \text{Milchfettgehalt der Schokolade} = \frac{\text{Gesamtfett (RMZ-1)}}{27}$$

Härtel und *Jaeger* [8]) sind mit dieser Formel nicht einverstanden, weil sie den Wert 1,0 für die RMZ des Kakaofettes viel zu hoch finden und schlagen daher ihre neue, empirisch aufgestellte Formel (II) vor, welche lautet:

$$\text{(II)} \quad \text{Milchfettgehalt der Schokolade} = \frac{\text{Gesamtfett . RMZ}}{30}$$

In der Begründung führen *Härtel* und *Jaeger* wörtlich aus:

> «Diese Berechnung ist äusserst einfach und gibt nach den von uns angeführten Untersuchungen von Material von bekannter Zusammensetzung fast theoretische Werte. Auch bei den zahlreichen Beanstandungen konnte dann bei den näheren Ermittelungen festgestellt werden, dass die hier gefundenen Werte mit den tatsächlich bei der Herstellung verwendeten Mengen übereinstimmten.»

Tatsächlich ergeben die an Hand eines ziemlich grossen Zahlenmaterials (40 verschiedene milchfetthaltige Erzeugnisse) gemachten Gegenüberstellungen eine gute Übereinstimmung mit den wirklich vorhandenen Milchfettmengen.

Beythien und *Pannwitz* [9]) kritisieren die Formeln von *Baier* und *Neumann* (I) sowie diejenige von *Härtel* und *Jaeger* (II), da sie gelegentlich zu unberechtigten Beanstandungen führen könnten. Bei der Formel von *Baier* erscheint ihnen der Mittelwert der RMZ für Kakaofett (1,0) zu hoch. Sie schlagen als Mittelwert 0,5 vor. Die Formel von *Härtel* und *Jaeger* ergebe im allgemeinen Werte, welche gut mit der wirklichen Zusammensetzung übereinstimmen und in den meisten Fällen brauchbar sind. Trotzdem erscheine es wie bei allen derartigen, rein empirisch gefundenen Formeln geboten, ihre wissenschaftliche Grundlage herauszuschälen, um sich vor Irrtümern zu schützen. Nach eingehenden mathematischen Erörterungen kommen schliesslich *Beythien* und *Pannwitz* zu folgender Formel (III):

$$\text{(III)} \quad \text{Milchfettgehalt der Schokolade} = \frac{\text{Gesamtfett (RMZ-0,5)}}{25}$$

Diese Formel entspricht der ursprünglichen *Baier*'schen Formel (I) unter Zugrundelegung der niedrigeren *Reichert-Meissl*'schen Zahlen für Kakaofett (RMZ = 0,5) und Milchfett (RMZ = 25,5).

Fincke [10]) führt in seinem Handbuch der Kakaoerzeugnisse diese vorgeschlagenen Formeln an. Er ist persönlich der Auffassung, dass die Formel (II) von *Härtel* und *Jaeger* durchschnittlich die richtigsten Werte liefert.

Im Lebensmittelbuch (S. 248) wird die Milchfettbestimmung in Schokolade nur in sehr knapper Art und Weise abgetan, wobei wörtlich ausgeführt wird:

«Zur Bestimmung des Butterfettes wird die *Reichert-Meissl*'sche Zahl des mit Äther extrahierten Schokoladefettes festgestellt. Der Butterfettgehalt (B) des extrahierten Fettes berechnet sich nach der Formel:

$$B = \frac{RMZ \cdot 100}{26}$$

wobei bei Gehalten bis zu 10 % ein Betrag von 0,6 %, bei 15 % noch ein solcher von 0,2 % abzuziehen ist.»

Diese Berechnungsart und die in etwas unklarer Weise vorgeschriebenen Korrekturen sollen angeblich von *Fincke* stammen.

Schliesslich veröffentlichte *Arragon* [2]), als Mitglied der internationalen Expertenkommission, die vom Office International du Cacao et du Chocolat empfohlenen Standardmethoden.

Für die Fettbestimmung wird die Aufschlussmethode mit 4n-Salzsäure und nachfolgender Extraktion mit Petroläther empfohlen. Für die Berechnung des Milchfettes wird folgende, auf der Basis der RMZ fussende Formel (IV) angegeben:

$$\text{(IV)} \quad \text{Milchfettgehalt der Schokolade} = \frac{R - C}{J - C} \cdot G$$

Dabei bedeuten:

R = RMZ des Schokoladenfettes
J = RMZ des Milchfettes (angenommenes Mittel 27)
C = RMZ des Kakaofettes (angenommenes Mittel 0,3)
G = Gesamtfett der Schokolade.

Rückblickend auf die verschiedenen Vorschläge, welche im Verlaufe von 30 Jahren für die Bestimmung des Milchfettes in Schokoladen gemacht worden sind, können wir feststellen, dass im allgemeinen das *Reichert-Meissl*'sche Verfahren beibehalten worden ist. Die zuletzt international genehmigte Formel kommt der ersten von *Baier* und *Neumann* ausserordentlich nahe. Der Unterschied liegt nur in den Mittelwerten der RMZ für Kakao- und Milchfett.

Nach *Fincke* schwankt die RMZ von Kakaobutter zwischen 0,1 und 0,5.

Um uns über die RMZ von Kakaofetten verschiedener Herkunft orientieren zu können, haben wir in selbst extrahierten Kakaofetten (Petrolätherextrakt) aus Kakaobohnen *) und Handelskakao die RMZ bestimmt.

Nach unseren Ergebnissen in Tabelle 3 liegt die RMZ des Kakaofettes im Mittel bei 0,3. Die vom internationalen Office vorgeschlagene Korrektur von 0,3 erscheint daher richtiger als die von *Baier* (1,0) oder die von *Beythien* (0,5).

---

*) Die verschiedenen Kakao-Rohbohnen sind uns in freundlicher Weise von der Firma Tobler AG. Bern zur Verfügung gestellt worden.

Tabelle 3

Bezeichnung	Fettgehalt	RMZ
	%	
Rohbohnen Accra	48,6	0,35
Rohbohnen Arriba	49,5	0,35
Rohbohnen Bahia	43,8	0,24
Rohbohnen Côte d'Ivoire	50,8	0,27
Rohbohnen Nigeria	50,0	0,24
Rohbohnen Trinité	50,0	0,30
Rohbohnen Venezuela	48,8	0,36
Kakaobohnen Accra, geröstet	50,9	0,23
Kakaobohnen Bahia, geröstet	42,1	0,20
Kakaopulver, unsolubilisiert	15,5	0,25
Kakaopulver, solubilisiert	24,2	0,20
Kakaobutter aus der Industrie	100	0,33

Es wäre nun noch abzuklären, welche mittlere RMZ des Milchfettes den tatsächlichen Verhältnissen am besten entspricht. Nach Angaben des Lebensmittelbuches Seite 67 kann die RMZ des Butterfettes zwischen 25 und 34 schwanken. Für die Berechnung des Butterfettgehaltes in Butterfettmischungen wird auf Seite 77 ein Mittelwert von 27 angegeben.

Schweizer und *Grossfeld* [11]) haben für 37 Butterproben des Handels eine durchschnittliche RMZ von 28,7 festgestellt. Nach *Schmidt-Nielsen* und *Astad*[12]) beträgt die RMZ für

	Sommerbutter	Winterbutter
Minimum	22,4	27,3
Maximum	30,4	30,6
Mittel	26,2	29,0

Viollier [13]) hat in Butterproben vom Mai bis Dezember Schwankungen der RMZ zwischen 25,7 und 30,0 festgestellt.

Es dürfte an dieser Stelle hervorgehoben werden, dass sich die Schwankungen der RMZ von Milchfett, welches aus Milchpulver stammt, innerhalb engerer Grenzen bewegen dürften, als vorstehend angegeben ist. Bei der Milchpulverfabrikation werden in der Regel bedeutende Mengen frischer Mischmilch verarbeitet, wodurch Schwankungen ausgeglichen werden. Bei der Butterfabrikation liegen die Verhältnisse weniger einfach, was schon aus den verschiedenen Qualitätsbezeichnungen der Marktbutter ersichtlich ist. Obwohl in der Literatur zahlreiche Analysen von Trockenmilchpräparaten vorhanden sind, konnten wir keine Kennzahlen der daraus isolierten Milchfette ausfindig machen.

Tabelle 4

Berechnung des Milchfettgehaltes nach verschiedenen Formeln

	Modellmischung 1		Modellmischung 2	
Milchfettgehalt (M) der Mischung, theoretisch	**5,00 %**		**2,50 %**	
Gesamtfett (F) gefunden	34,2 %		31,7 %	
RMZ des Gesamtfettes gefunden	4,51		2,42	
	berechnet	Fehler	berechnet	Fehler
Milchfettgehalt berechnet nach Baier und *Neumann* (I) $M = \frac{F \cdot (RMZ - 1)}{27}$	4,45	– 0,55	1,67	– 0,83
Härtel und *Jaeger* (II) $M = \frac{F \cdot (RMZ)}{30}$	5,14	+ 0,14	2,56	+ 0,06
Beythien und *Pannwitz* (III) $M = \frac{F\ (RMZ - 0{,}5)}{25}$	5,49	+ 0,49	2,51	+ 0,01
Internationaler Formel (IV) $M = \frac{F\ (RMZ - 0{,}3)}{27 - 0{,}3}$	5,40	+ 0,40	2,52	+ 0,02
Lebensmittelbuch $M = \left[\frac{RMZ}{26} - \text{Korr.}\right] \cdot F$	5,65	+ 0,65	2,76	+ 0,26
Grossfeld aus Buttersäurezahl	5,17	+ 0,17	2,76	+ 0,26

Berechnung des Milchfettgehaltes nach verschiedenen Formeln

Die Berechnung nach den eben besprochenen Formeln ist in Tabelle 4 an 2 praktischen Beispielen durchgeführt worden, um die zum Teil beträchtlichen Abweichungen vom richtigen Wert zu veranschaulichen. Es wurden 2 Schokolade-Modellmischungen von genau bekannter Zusammensetzung untersucht. Mischung 1 entspricht einer normalen Milchschokolade, während Mischung 2 eine sog. Volksmilchschokolade darstellt, in welcher die Hälfte des Vollmilchpulvers durch Magermilchpulver ersetzt worden ist (siehe Tabelle 5).

Wie aus den Werten der Tabelle 4 hervorgeht, liefert Formel (I) zu niedrige Werte, weil die Korrektur für die RMZ des Kakaofettes mit 1,0 zu hoch gegriffen ist. Der Fehler wird sich bei gernigen Milchfettgehalten besonders stark bemerkbar machen, weil von der an sich niedrigen RMZ des Schokoladefettes ein zu grosser Wert subtrahiert wird.

Die von *Härtel* und *Jaeger* empirisch aufgestellte Formel (II) gibt gut brauchbare Resultate, womit die Angaben der Literatur bestätigt werden.

Die Formel (III) von *Beythien* und *Pannwitz* liefert, besonders bei grösseren Milchfettgehalten, zu hohe Werte, weil der Mittelwert für die RMZ des Milchfettes (25,5) zu niedrig ist.

Die internationale Methode (IV), welche mathematisch begründet ist und den wirklichen Verhältnissen am besten Rechnung trägt, liefert gute Resultate. Setzt man in diese Formel die wirkliche RMZ des in unseren Modellmischungen enthaltenen Milchfettes (RMZ = 28,9), so erhält man nahezu die theoretischen Werte. Für Modellmischung 1 beispielsweise 4,99 % Milchfett.

Die Berechnung nach dem Lebensmittelbuch ist etwas umständlich, und das Anbringen der Korrektur am Milchfettgehalt des Schokoladefettes wird nirgends begründet. Welche Korrekturen bei Milchfettgehalten über 15 % anzubringen sind, wird nicht angegeben. Die Resultate nach dieser ebenfalls empirischen Methode fallen eher etwas zu hoch aus.

Bei Gegenwart von Kokos- oder Palmkernfett versagen die angegebenen Formeln, wei die RMZ zu hoch ausfällt. In diesem Fall müsste der Milchfettgehalt nach *Grossfeld* [14]), unter Berücksichtigung der Verseifungszahl, berechnet werden.

b) Milchfettbestimmung mit Hilfe der Halbmikrobuttersäurezahl

Grossfeld [6]) hat eine Methode zur Bestimmung der Halbmikrobuttersäurezahl ausgearbeitet, die sich gut zur Milchfettbestimmung eignet. Die Methode hat gegenüber dem *Reichert-Meissl*'schen Verfahren den Vorteil, dass zur Analyse weniger Fett erforderlich ist und Kokosfettmengen unter 30 % nicht merkliche Fehler verursachen.

Die Berechnung des Milchfettgehaltes aus der Buttersäurezahl ist einfach. Da die mittlere Buttersäurezahl von Milchfett 20 beträgt, ergibt sich die Formel:

$$\% \text{ Milchfett in der Schokolade} = F \cdot \frac{HBuZ}{20}$$

Bei der Untersuchung diätetischer Nährmittel [15]) hat uns diese Methode gute Dienste geleistet; sie wurde deshalb auch zur Milchfettbestimmung in Schokoladen herangezogen, und sie hat sich durchwegs bewährt, wie aus den Analysen der Modelmischungen in Tabelle 6 hervorgeht. Auch bei der Untersuchung zahlreicher Handelsschokoladen (Tabelle 7) wurden mit Hilfe der Halbmikrobuttersäurezahl Resultate gefunden, welche mit denjenigen nach den früher erwähnten Methoden gut übereinstimmten.

3. *Modellmischungen*

Zur Nachprüfung der verschiedenen Methoden an einem Material von genau bekannter Zusammensetzung wurden 4 Modellmischungen nach den in Tabelle 5 angegebenen Rezepten hergestellt.

Mischung 1 entspricht der Zusammensetzung einer normalen Milchschokolade,

Mischung 2 einer sog. Volksmilchschokolade, in welcher die Hälfte des Vollmilchpulvers durch Magermilchpulver ersetzt worden ist,

Mischung 3 ist ähnlich zusammengesetzt wie Nr. 2, sie enthält aber noch einen Zusatz von 5 % Kokosfett,

Mischung 4 enthält kein Milchfett, sondern nur Kakaofett und 5 % Kokosfett.

Aus diesen Modellmischungen wurde das Gesamtfett nach der Koagulationsmethode isoliert, wobei in allen Fällen nahezu die theoretischen Werte gefunden wurden. Die wahre Zusammensetzung des Gesamtfettes, wie sie sich aus den Einzelbestandteilen der Modellmischungen ergibt, ist in Tabelle 5 unten angegeben.

Im Gesamtfett wurden nun die *Reichert-Meissl*'sche Zahl, die Halbmikrobuttersäurezahl und einige andere in Tabelle 6 angegebene Kennzahlen bestimmt. Die Berechnung des Milchfettgehaltes aus RMZ einerseits und der Buttersäurezahl andererseits erfolgte nach den im vorhergehenden Abschnitt besprochenen Formeln.

Die aus der Buttersäurezahl berechneten Milchfettgehalte stimmen bei allen Mischungen befriedigend mit den wahren Werten überein. Sie sind durchwegs etwas zu hoch ausgefallen, weil das aus dem verwendeten Milchpulver stammende Milchfett eine etwas über dem Mittelwert von 20 liegende Buttersäurezahl (21,7) aufwies. Besonders hervorzuheben ist die Tatsache, dass auch bei Anwesenheit von Kokosfett richtige Milchfettgehalte gefunden wurden. Wie früher schon beschrieben wurde, versagt die *Reichert-Meissl*'sche Methode bei Gegenwart von Kokosfett. Es werden in diesem Fall viel zu hohe Milchfett-

Tabelle 5 — *Zusammensetzung der Modellmischungen*

Bezeichnung	Modellmischung 1		Modellmischung 2		Modellmischung 3		Modellmischung 4	
	Normale Milchschokolade		Volksmilchschokolade		Milchschokolade mit Kokosfett		Schokolade ohne Milchfett, mit Kokosfett	
	Bestandteile	Fett-Anteile	Bestandteile	Fett-Anteile	Bestandteile	Fett-Anteile	Bestandteile	Fett-Anteile
	%	%	%	%	%	%	%	%
Vollmilchpulver (25 % Fett)	20,0	5,00	10,0	2,50	9,8	2,45	0	0
Magermilchpulver	0	0	10,0	0	10,0	0	20,0	0
Kakaopulver (21,3 % Fett)	6,0	1,28	6 0	1,28	6,0	1,28	6,0	1,28
Kakaofett	28,0	28,0	28,0	28,0	25,0	25,0	25,0	25,0
Kokosfett	0	0	0	0	5,0	5,0	5,0	5,0
Rohrzucker	46,0	0	46,0	0	44,2	0	44,0	0
Total	100,0	34,28	100,0	31,78	100,0	33,73	100,0	31,28
	Zusammensetzung des Gesamtfettes							
Milchfett	14,6 %		7,9 %		7,3 %		0 %	
Kakaofett	85,4 %		92,1 %		77,9 %		84,0 %	
Kokosfett	0 %		0 %		14,8 %		16,0 %	
	100,0 %		100,0 %		100,0 %		100,0 %	

Tabelle 6

Untersuchungsergebnisse verschiedener Modellmischungen

	Milchschokolade 1	Volksmilchschokolade 2	Milchschokolde mit 5 % Kokosfett 3	Schokolade ohne Milchfett mit 5 % Kokosfett 4
Gesamtfett, berechnet %	34,28	31,78	33,73	31,28
Gesamtfett, gefunden %	34,2	31,7	33,7	31,3
Refraktionszahl bei 40° C	45,4	45,6	44,6	44,4
Verseifungszahl	198,4	195,3	205,4	203,0
Halbmikrobuttersäurezahl	3,06 3,00	1,76 1,71	1,55 1,49	0,16 0,17
Reichert-Meissl-Zahl	4,51	2,42	4,20 4,40	2,53
Polenske-Zahl	0,4	0,3	1,70 1,70	1,50
% *Milchfett im Gesamtfett*				
theoretisch	14,6	7,9	7,3	0
ber. aus Buttersäurezahl	15,1	8,7	7,6	0,8
ber. aus RMZ nach LB	16,5	8,7	15,7	9,1
ber. aus RMZ nach int. Meth.	15,7	7,9	15,0	8,7
% *Milchfett in der Mischung*				
theoretisch	5,0	2,5	2,5	0
ber. aus Buttersäurezahl	5,2	2,8	2,6	0,3
ber. aus RMZ nach LB	5,7	2,8	5,3	2,9
ber. aus RMZ nach int. Meth.	5,4	2,5	5,1	2,7
Prüfung auf Kokosfett				
a) *aus Polenske-Zahl*				
höchst zulässige PZ des Gesamtfettes berechnet	0,75	0,4	0,35	0
PZ gefunden	0,4	0,3	1,70 !	1,50 !
b) *aus Verseifungs- und Reichert-Meissl-Zahl*				
Juckenack'sche Differenz Diff. = VZ — (200 + RMZ)	—6,1	—7,1	+1,1 !	+0,5 !
c) *aus Verseifungs- und Halbmikrobuttersäurezahl*				
Diff. = VZ — (200 + 1,5 BuZ)	—6,4	—7,3	+3,1 !	+2,7 !

gehalte gefunden. In Modellmischung 3 wurden beispielsweise statt 2,5 % mehr als 5 % Milchfett gefunden. Besonders aufschlussreich ist die Analyse der Mischung 4. Diese Schokolade enthält nur Magermilchpulver, also überhaupt kein Milchfett, aber einen Zusatz von 5 % Kokosfett. Nach der Vorschrift des Lebensmittelbuches findet man einen scheinbaren Milchfettgehalt von 2,9 %. Dieser Wert entspricht nahezu der Mindestanforderung (3 %) für Milchschokolade (Art. 309 der Lebensmittelverordnung). Um in allen Fällen brauchbare Resultate zu erhalten, ist es empfehlenswert, zur Bestimmung des Milchfettgehaltes nicht die RMZ, sondern die Buttersäurezahl heranzuziehen. Die letztere Methode hat, wie bereits erwähnt, auch den Vorteil, dass weniger Ausgangsmaterial erforderlich ist.

4. Nachweis von Fremdfetten (Kokosfett, Palmkernfett)

Obwohl Verfälschungen durch fremde Fette heute bei Schweizer Schokoladen allgemein nicht vorkommen, so muss doch eine solche bei eventuellen Importen ins Auge gefasst werden, da nach *Fincke* [5]) die Verfälschung der Kakaobutter und des Schokoladefettes einen beträchtlichen Umfang angenommen hat. Es wäre denkbar, dass Kokosfett bei Milchschokoladen zugesetzt werden könnte, weil dadurch bei der Milchfettbestimmung ein höherer Milchfettgehalt vorgetäuscht wird. Andere Fremdfette (Öle, Talge, Wachse) kommen kaum mehr als Fälschungsmittel in Frage. Ein eventueller Zusatz von Kokosfett kann durch die Bestimmung der PZ oder der VZ auch bei Gegenwart von Milchfett nachgewiesen werden.

Die genannten Kennzahlen bewegen sich für die verschiedenen Fette innerhalb folgender Grenzen:

	RMZ	PZ	VZ
Butterfett	25 — 34	1,9 — 5,0	224 — 235
Kokosfett	6 — 9	16 — 18	255 — 260
Palmkernfett	4 — 7	8,5 — 11	242 — 252
Kakaofett	0,1 — 0,5	0,5 — 1,0	192 — 197
Übrige Fette und Öle	0 — 0,5	0 — 0,5	unter 200

a) Kokosfettnachweis auf Grund der Polenske-Zahl

Das aus Milchschokolade isolierte Gesamtfett wird in allen Fällen eine geringe, vom Milchfettgehalt herrührende *Polenske*-Zahl aufweisen. Da die *Polenske*-Zahl des Milchfettes im extremsten Falle 5,0 betragen darf, lässt sich aus dem Milchfettgehalt die höchst zulässige *Polenske*-Zahl des Gesamtfettes (PZ max. = Milchfettgehalt × 0,05) berechnen. Wird eine höhere PZ gefunden, so kann auf die Anwesenheit von Palmkern- oder Kokosfett geschlossen werden. Während in unseren Modellmischungen 1 und 2 (Tab. 6) normale PZ gefunden worden sind, zeigen die stark erhöhten PZ der Mischungen 3 und 4 an, dass Kokosfett hier zugesetzt worden ist.

Eine quantitative Bestimmung des Kokosfettes aus der PZ oder A-Zahl ist nur möglich, wenn normales Kokosfett vorliegt. Nach *Fincke* [5]) ist dies im allgemeinen nicht üblich. Viel häufiger als Kokosfett werden zur Fälschung Kokos-Stearin oder gehärtetes Kokosfett oder auch Palmkernfettzubereitungen benutzt. Alsdann ist wegen der schwankenden Eigenschaften dieser Fette nur eine ganz grobe Schätzung ihres Gehaltes möglich.

b) Kokosfettnachweis auf Grund von VZ und RMZ

Kuhlmann und Grossfeld [14]) empfehlen, zur Prüfung auf Kokos- oder Palmkernfett die Verseifungszahl und die *Reichert-Meissl*-Zahl heranzuziehen. Nur Fettmischungen, welche Butterfett, Kokos- oder Palmkernfett enthalten, weisen Verseifungszahlen über 200 auf. Die *Juckenack*'sche Differenz D = VZ — (200 +RMZ) ist bei allen Mischungen, die kein Kokosfett enthalten, entweder null oder negativ. Eine positive Differenz zeigt mit Sicherheit Kokos- oder Palmkernfett an. Wie aus der Tabelle 6 ersichtlich ist, lässt sich das Kokosfett in den Modellmischungen 3 und 4 nach dieser Methode nachweisen.

c) Kokosfettnachweis mittels Verseifungszahl und Buttersäurezahl

Da die Bestimmungen von RMZ und PZ ziemlich zeitraubend sind und relativ viel Ausgangsmaterial erfordern, sollte die Ermittelung dieser Kennzahlen wenn möglich umgangen werden. Es wurde daher nach einem andern, zuverlässigen Wege für den Kokosfettnachweis gesucht.

Grossfeld [16]) macht die Buttersäurezahl und die Verseifungszahl nutzbar für den Nachweis von Kokosfett. Er bestimmt die Differenz: VZ — 1,5 . HBuZ. Ein über 200 liegender Wert zeigt hier ebenfalls einen Kokosfettgehalt an. Nach *Fincke* kommt dieser Berechnungsart keine grosse Genauigkeit zu, und bei Gegenwart von Mineralöl soll sie versagen. Dazu möchten wir bemerken, dass in Milchschokoladen kaum Mineralöl vorkommen dürfte. Nach unseren Erfahrungen ist die *Grossfeld*'sche Differenz für den genannten Zweck gut brauchbar. Wir haben die Formel etwas modifiziert und sie ähnlich gestaltet wie die unter b) angegebene *Juckenack*'sche Differenz. Die modifizierte Formel lautet:

$$D = VZ - (200 + 1{,}5 \,.\, HBuZ)$$

Ist die Differenz D null oder negativ, so ist kein (oder höchstens geringe Mengen) Kokosfett anwesend. Ist die Differenz positiv, darf mit Sicherheit auf einen Zusatz von Kokos- oder Palmkernfett geschlossen werden.

In den Modellmischungen 3 und 4 (Tabelle 6) lässt sich die Anwesenheit von Kokosfett auf diese Weise erkennen.

5. Besprechung der Resultate von Milchschokoladen

In 10 verschiedenen Handelsschokoladen wurde zunächst das Gesamtfett nach der Koagulationsmethode bestimmt. In dem auf diese Weise isolierten Schokoladefett sind weiter die in Tabelle 7 angegebenen Kennzahlen ermittelt

Tabelle 7 *Fett- und Milchfettbestimmung in verschiedenen Handelsschokoladen*

Milchschokolade	Gesamtfett	Refr. Zahl bei 40°	VZ	HBu-Zahl	RMZ	PZ	Milchfett in der Schokolade		
							ber. nach LB	ber. nach internat. Formel	ber. aus HBu-Zahl
							%	%	%
Nr. 1 Typ Normalqualität	32,68	46,1	200,4	4,05 4,07	5,56	0,60	6,67	6,45	6,62 6,65
Nr. 2 » »	30,53	46,0	200,2	4,26 4,23	5,94	0,55	6,65	6,44	6,50 6,47
Nr. 3 » »	31,11	45,3	199,3	4,24 4,27	5,87 5,89	0,55 0,55	6,72 6,75	6,60 6,63	6,60 6,64
Nr. 4 » »	33,40	46,2	196,7	3,35 3,15	4,29 4,38	0,45 0,45	5,25 5,35	5,01 5,11	5,60 5,26
Nr. 5 » »	35,16	46,1	199,5	3,22 3,40	4,62	0,45	5,97	5,70	5,66 6,01
Nr. 6 » »	31,85	46,9	198,1	3,53 3,46	5,01 4,95	0,45 0,49	5,83 5,77	5,61 5,55	5,62 5,52
Nr. 7 » »	32,20	46,1	—	3,20	4,64	—	5,30	5,05	5,00
Nr. 8 » »	31,60	46,3	—	3,20	4,5	—	5,18	4,96	5,06
Nr. 9 » Volksmilchschok.	32,37	47,5	196,6	2,32 2,30	3,30 3,30	0,35 0,39	3,88 3,88	3,62 3,62	3,75 3,72
Nr. 10 » »	30,93	47,4	198,0	2,95 3,07	3,74 3,73	0,45 0,45	4,20 4,20	3,99 3,99	4,55 4,74

worden, worauf die Berechnung des Milchfettes nach den bereits beschriebenen Formeln erfolgte. Diese Beispiele bestätigen die Brauchbarkeit der Halbmikrobuttersäurezahl zur Bestimmung des Milchfettgehaltes.

Die 10 untersuchten Handelsschokoladen entsprechen alle den Anforderungen der Lebensmittelverordnung. Der Gehalt an Gesamtfett schwankt zwischen 30,9 und 35,2 %. Die Schokoladen Nr. 1—8 sind Qualitäts-Milchschokoladen. Der Milchfettgehalt bewegt sich zwischen 5,0 und 6,6 %. Die Muster Nr. 9 und 10 stellen billigere, sog. Volksmilchschokoladen dar. Diese enthalten, bei sonst ähnlicher Zusammensetzung, etwas weniger Milchfett (3,6—4,5 %).

Kokosfett war in keiner der untersuchten Handelsschokoladen nachweisbar. Die *Polenske*-Zahl des Schokoladefettes liegt durchwegs unter den berechneten höchst zulässigen Werten. Die Verseifungszahlen schwanken um den Wert 200. Die Differenz

$$D = VZ - (200 + 1{,}5 \,.\, HBuZ)$$

fällt daher in allen Fällen negativ aus, was auf die Abwesenheit von Kokos- oder Palmkernfett hindeutet.

Analysenschema

Auf Grund unserer Untersuchungen möchten wir für die Bestimmung des Gesamtfettes und des Milchfettes in Milchschokolade folgenden Weg vorschlagen:

1. Man bestimmt in einer Einwaage von 5 bis 10 g das Gesamtfett nach der Koagulationsmethode.
2. Mit 0,5 g des isolierten Schokoladefettes wird die Halbmikrobuttersäurezahl (HBuZ) bestimmt. Daraus berechnet man den Milchfettgehalt der Schokolade nach der Formel:

   $$\%\ \text{Milchfett in der Schokolade} = \text{Gesamtfett} \,.\, \frac{HBuZ}{20}$$

3. Zur Prüfung auf Kokosfett bestimmt man die Verseifungszahl (VZ) mit 1—2 g Schokoladefett. Falls die Differenz

   $$D = VZ - (200 + 1{,}5 \,.\, HBuZ)$$

   positiv ausfällt, ist mit der Anwesenheit von Kokos- und Palmkernfett zu rechnen.

Zusammenfassung

1. Es werden verschiedene Methoden zur Gesamtfettbestimmung in Milchschokoladen überprüft. Die direkte Extraktion, wie beispielsweise die Zentrifugenmethode des schweiz. Lebensmittelbuches, liefert gelegentlich zu niedrigere Werte, was auf folgende Ursache zurückzuführen ist: In gewissen Milchpulvern liegt die Lactose in nicht kristallisierter, wasserfreier Form vor, wodurch das Milchfett teilweise eingeschlossen wird. Die Aufschlussmethode mit Salzsäure und eine Modifikation der *Grossfeld*'schen Koagulationsmethode liefern zuverlässige Resultate.

2. Verschiedene empfohlene Formeln zur Berechnung des Milchfettgehaltes auf Grund der RMZ werden besprochen. Die internationale Formel hat sich gut bewährt und wird daher empfohlen. Falls Kokos- oder Palmkernfett zugegen ist, führt die Berechnung des Milchfettgehaltes aus der RMZ zu unrichtigen Resultaten.
3. Die Milchfettbestimmung mittels der Buttersäurezahl liefert in allen Fällen brauchbare Resultate, was durch einige typische Modellmischungen und zahlreiche Analysen von Handelsschokoladen belegt wird.
4. Es wird auf 3 Methoden zum Nachweis von Kokos- oder Palmkernfett in Schokoladefett hingewiesen.
5. Schliesslich wird ein Analysenschema zur Bestimmung des Gesamtfettes, des Milchfettes und zum Nachweis von Kokos- und Palmkernfett vorgeschlagen.

Résumé

1. Diverses méthodes de dosage de la graisse totale dans les chocolats au lait ont été essayées. L'extraction directe, comme décrite par exemple dans la méthode par centrifugation du Manuel suisse des denrées alimentaires, donne à l'occasion des valeurs trop basses, ce que l'on doit à la poudre de lait contenue dans le chocolat. Dans certaines poudres de lait le lactose se trouve sous forme non cristalline, anhydre, la conséquence en étant qu'il enrobe en partie la graisse du lait. La méthode de désagrégation par l'acide chlorhydrique et une modification de la méthode par coagulation de *Grossfeld* donnent des valeurs sûres.
2. On examine diverses formules recommandées pour le calcul de la teneur en graisse de lait basé sur l'I.R.M. La formule internationale s'est avérée juste et est par conséquent recommandée. En présence de graisse de coco ou de graisse de palmiste le calcul de la teneur en graisse de lait, à partir de l'I.R.M., conduit à des valeurs inexactes.
3. Le dosage de la graisse de lait basé sur la détermination de l'indice d'acide butyrique donne dans tous les cas des résultats utilisable, ce qui est démontré par l'analyse de quelques mélanges-modèles typiques ainsi que par de nombreuses analyses de chocolats du commerce.
4. On mentionne 3 méthodes de recherche de graisse de coco ou de graisse de palmiste dans la graisse de chocolat.
5. Finalement un schéma d'analyse est proposé pour le dosage de la graisse totale, de la graisse de lait et pour la recherche de la graisse de coco ou de la graisse de palmiste.

Literatur

[1]) Schweizerisches Lebensmittelbuch 4. Aufl. S. 247 (1937).
[2]) *Ch. Arragon*, Pharm. Acta Helv. **13**, 146 (1938).
[3]) *J. Grossfeld*, Z.U.L. **49**, 330 (1925).
[4]) *A. Schloemer* und *G. Catravas*, Z.U.L. **79**, 459 (1940).
[5]) *H. Fincke*, Die Kakaobutter und ihre Verfälschungen. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart, S. 13 und 138 (1929).
[6]) *J. Grossfeld* und *F. Wissemann*, Z.U.L. **54**, 352 (1927), Handbuch der Lebensmittelchemie IV, S. 87 (1939).
[7]) *E. Baier* und *P. Neumann*, Z.U.L. **18**, 13 (1909).

[8]) *F. Härtel* und *F. Jaeger*, Z.U.L. **44**, 291 (1922).
[9]) *E. Beythien* und *P. Pannwitz*, Z.U.L. **46**, 230 (1923).
[10]) *H. Fincke*, Handbuch der Kakaoerzeugnisse, Verlag J. Springer, Berlin, S. 482 (1936).
[11]) *E. Schweizer* und *J. Grossfeld*, Z.U.L. **59**, 494 (1930).
[12]) *S. Schmidt-Nielsen* und *A. Astad*, Z.U.L. **74**, 232 (1937).
[13]) *R. Viollier*, Jahresbericht des Kant. Laboratoriums Basel-Stadt (1937).
[14]) *J. Kuhlmann* und *J. Grossfeld*, Z.U.L. **50**, 336 (1925).
[15]) *H. Hadorn* und *R. Jungkunz*, diese Mitt. **40**, 416 (1949).
[16]) *J. Grossfeld*, Kazett 1927, S. 476, zitiert nach *Fincke:* Die Kakaobutter und ihre Verfälschungen.
[17]) *J. Pritzker* und *R. Jungkunz*, diese Mitt. **14**, 335 (1923).

Zur Theobrominbestimmung im Kakao und über seinen Gehalt an Theobromin, Koffein und Mineralstoffen

von *H. Hadorn* und *R. Jungkunz*
(Laboratorium VSK, Basel)

Wir haben uns vor einiger Zeit mit der Untersuchung diätetischer Nährmittel [1]) beschäftigt, wobei wir zur Berechnung der fettfreien Kakaomasse den mittleren Theobromingehalt derselben benötigten. Um die Genauigkeit dieser Berechnungsart abschätzen zu können, muss man auch die natürlichen Schwankungen des Theobromingehaltes kennen. In der Literatur findet man darüber nur wenige und zum Teil stark voneinander abweichende Angaben (0,8—4 %). Im Handbuch der Lebensmittelchemie [2]) sind nur die ziemlich weit zurückliegenden Untersuchungen von *Beckhurts* und *Heidenreich* berücksichtigt worden. Da der Fettgehalt, welcher bei verschiedenen Kakaosorten ziemlich stark variieren kann, gewöhnlich nicht angegeben wird, lassen sich die Werte nicht miteinander vergleichen. Gewisse Unterschiede in den Angaben verschiedener Autoren dürften zum Teil auch auf ältere, mangelhafte Untersuchungsmethoden zurückzuführen sein.

In der vorliegenden Arbeit soll darum zunächst die vor einiger Zeit veröffentlichte Theobrominbestimmungsmethode von *Pritzker* und *Jungkunz* [3]) überprüft und mit der Methode von *Fincke* [4]) verglichen werden. Weiter erfolgt die Untersuchung von einigen unbehandelten und solubilisierten Kakaosorten des Handels, sowie von ungerösteten und gerösteten Bohnen verschiedener Herkunft, um das gewünschte Zahlenmaterial zu erhalten. Ausserdem wird gleichzeitig der Koffeingehalt der verschiedenen Kakaosorten bestimmt.