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

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 79 (1988)

Heft: 2

Artikel: Zur Problematik der Fettbestimmung in Lebensmitteln = The determination of fats in foods

Autor: Ugrinovits, M.H. / Lüthy, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-982584

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: 12.07.2025

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

Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **79**, 186–197 (1988)
Eingegangen 3. April 1988. Angenommen 3. Mai 1988

Zur Problematik der Fettbestimmung in Lebensmitteln

The Determination of Fats in Foods

M. H. Ugrinovits
Wander AG, Neuenegg

J. Lüthy
Bundesamt für Gesundheitswesen, Bern

Einleitung

Der Begriff «Fett» wird in der Fachliteratur mehrdeutig verwendet. Fette können als Rohstoffe oder Handelsprodukte (Kokosfett, Schweinefett usw.) verstanden werden. Zusätzlich kann «Fett» oder «Fettgehalt» aber auch *lebensmittelchemisch, analytisch* oder *ernährungsphysiologisch* definiert werden. Es soll hier zunächst versucht werden, über die Grundlagen dieser Definition Klarheit zu schaffen und zu untersuchen, wie der Begriff «Fett» *lebensmittelrechtlich* verwendet wird.

Der chemische Begriff «Fett» ist kaum identisch mit dem ernährungsphysiologischen Begriff, und dieser kann von der gesetzlichen Definition «Fett» erheblich abweichen.

Oder aus der Sicht des Analytikers:

Da es keine allgemeingültige Fettdefinition gibt, kann es auch keine allgemeingültige Fettbestimmungsmethode geben.

Will man ein «richtiges», das heisst der Fragestellung entsprechendes Resultat erhalten, muss u. U. jeweils eine andere Fettbestimmungsmethode angewendet werden. Normalerweise wird die entsprechende Methode nach der Fettdefinition ausgewählt:

lebensmittelchemische Fettdefinition	Methode A
ernährungsphysiologische Definition	Methode B oder
Definition aus rechtlicher Sicht	Methode C

Aber es kann auch das Gegenteil eintreten, z. B. wenn die Lebensmittelverordnung sagt:

«Fett ist, was nach der Methode XY gefunden wird.»

In diesem Fall bestimmt die analytische Methode die lebensmittelrechtliche Fettdefinition.

Chemische Definition

Nach den Lehrbüchern der Lebensmittelchemie (1, 2, 3) handelt es sich bei Fetten um Glyceride, die man in Mono-, Di- und Triglyceride unterteilen kann (= Neutralfette). In natürlichen Fetten überwiegen die Triglyceride völlig, Monoglyceride kommen dort nur in Spuren (< 1%), Diglyceride in geringen Mengen (< 3%) vor. Der Oberbegriff Lipide (oder ältere Bezeichnung «Lipoide») umfasst neben den Fetten aufgrund ähnlichen Verhaltens gegenüber unpolaren Lösungsmitteln noch Phospholipide, Glycolipide, Sulfolipide und «Fettbegleitstoffe», Sterole, Kohlenwasserstoffe, Lipovitamine, Antioxidantien und andere. In natürlichen Nahrungsfetten machen die Neutralfette meist etwa 98% der Gesamtlipide aus.

Analytische Definition von Fett

Beim Versuch, die Fette und Fettbegleitstoffe zu definieren, wird in der Analytik die praktische Seite des Problems angefasst. So unterscheiden wir, je nach Art des Extraktionsmittels, «polare» oder «unpolare» Lipide, je nachdem, ob mit oder ohne Aufschluss «freie» und «gebundene» Fette und benennen das Resultat «Gesamtfett» oder «Neutralfettgehalt».

Die gebräuchlichsten «Fett-Bestimmungsmethoden» beruhen auf einer erschöpfenden Extraktion mit einem organischen Lösungsmittel, evtl. nach vorherigem Aufschluss mit Säure (Weibull-Stoldt) (4) oder Ammoniak-Alkohol (Röse-Gottlieb) (5) und anschliessender gravimetrischer Bestimmung des Eindampfrückstandes. Bei Lebensmitteln mit komplex zusammengesetzten Lipiden können die verschiedenen Methoden zu stark unterschiedlichen Resultaten führen.

Von Interesse ist hierbei, woraus das isolierte «Fett» besteht. Die Untersuchungen von *Hadorn* und *Jungkunz* (6) an Trockeneiprodukten geben über diesen Punkt nähere Aufschlüsse. Eigelb zeichnet sich durch einen hohen Lecithingehalt aus. An diesem Substrat wurden 6 verschiedene Fettbestimmungsmethoden durchgeführt. Die unterschiedlichen Resultate sind in erster Linie auf die verschiedene Extrahierbarkeit des Lecithins zurückzuführen. Während mit Alkohol oder einer Alkohol-Benzol-Mischung eine vollständige Extraktion des Lecithins erreicht wird, lässt sich mit Ether nur 84%, mit Petrolether gar nur 73% des Lecithins extrahieren. Aus den Untersuchungen geht auch hervor, dass ein Säureaufschluss zur Hydrolyse von Lecithin führt, wobei die wasserlöslichen Spaltprodukte bei der nachfolgenden Extraktion verloren gehen.

Fettdefinition nach ernährungsphysiologischen Gesichtspunkten

Die Fettdefinition nach ernährungsphysiologischen Gesichtspunkten hängt eng mit der chemischen Definition zusammen. Man weiss, dass sich die Acyl-

Glyceride, unabhängig ob sie Mono-, Di- oder Triglyceride sind, im Organismus sehr ähnlich verhalten. Das gleiche kann auch von den Phospholipiden gesagt werden, deren Fettsäureanteil wie normale Fette metabolisiert wird.

Weltweit wird derzeit an Richtlinien oder gesetzlichen Grundlagen für eine «Nährwertkennzeichnung» der Lebensmittel gearbeitet. Der Begriff «Fett» wird in diesem Fall mit der Berechnung des Energiewertes verknüpft und dürfte neben den «Neutralfetten» zusätzlich zumindest noch die in bestimmten Fällen quantitativ wichtigen Phospholipide vom Typ des Lecithins einschliessen. Nach dem Entwurf einer Empfehlung der Kommission der europäischen Gemeinschaften über die Nährwertkennzeichnung (7) wird ausgesagt:

«Fett bedeutet alle Lipide, einschliesslich Phosphorlipide». Um aber die Begleitstoffe der Lipide (z. B. Kohlenwasserstoffe, Sterine wie Squalen oder Cholesterin, Wachse usw.) sicher auszuschliessen, wäre es angemessen, *«Fett als die Summe aller Energie liefernden Lipide»* zu definieren.

Lebensmittelrechtliche Verwendung des Begriffes «Fett»

Der Begriff «Fett» wird im Lebensmittelrecht vielfach verwendet, offensichtlich aber nicht immer im gleichen Sinne.

Fett als Produktebezeichnung

Nach Artikel 106 der eidgenössischen Lebensmittelverordnung (LMV) sollen Speisefette nach einem einheitlichen Rohstoff (z. B. Schweinefett, Kokosfett usw.) bezeichnet werden. Werden solche Produkte als Zutaten verwendet, so können diese nach Artikel 13b Absatz 3 als «pflanzliche Fette» bezeichnet werden. Der Codex Alimentarius definiert: «Edible fats and oils means foodstuffs composed of glycerides of fatty acids of vegetable, animal or marine origin. They may contain small amounts of other lipids such as phosphatides, of unsaponifiable constituents or free fatty acids naturally present in the fat or oil» (Codex Stan 19-1981 und 32-1981).

Fett als wertbestimmender (im kommerziellen Sinne) Faktor eines Lebensmittels

Der Fettgehalt wird traditionell bei Milch und Milchprodukten als wertbestimmender Parameter betrachtet. So wird in Artikel 52 LMV für Milch ein Fettmindestgehalt von 3,0% gefordert. Ähnliche Anforderungen bezüglich Fettmindestgehalt werden an Joghurt (Art. 75), Rahm (Art. 76), Käse (Art. 82 und 86) und Butter (Art. 9a) gestellt. Es besteht kein Zweifel, dass der Gesetzgeber in allen diesen Fällen die Zahlenangaben auf «Milchfett» bezieht. In fast allen Fachbüchern werden andererseits die Bezeichnung «Milchlipide» und «Milchfett» synonym ge-

braucht (8). Da die Milchlipide zu fast 99% aus Triglyceriden bestehen, ergeben sich hieraus ebensowenig Schwierigkeiten wie bei der Anwendung der beiden üblichen Bestimmungsmethoden nach Gerber (9) oder nach Röse-Gottlieb (5).

Ähnliche Überlegungen lassen sich auch bei Artikel 305 und 310 LMV über Kakaofett bei Kakao und Schokolade anstellen.

«Fett» als Bestandteil eines im Energiewert verminderten Lebensmittels

Bei den in der LMV definierten kalorienreduzierten (bzw. in diesem Sinne bezeichneten) Lebensmitteln sind teilweise Maximalwerte an «Fettanteil» festgelegt. Als Beispiele seien hier erwähnt Magermilch mit einem Milchfettgehalt von höchstens 0,5% (Art. 74), Joghurt mager (Art. 75), Magerkäse (Art. 82) und Speziallebensmittel, die einer besonderen Kostform dienen (Art. 180 und 185 f LMV). Der in diesen Fällen für den Konsumenten entscheidende Punkt ist der Energiewert des im Lebensmittel enthaltenen Fettes. Fett müsste unter diesen Umständen definiert werden als energieliefernde Lipide, wobei neben den Triglyceriden (bzw. den Mono- und Diglyceriden) v. a. auch die Phosphatide zu berücksichtigen wären.

Energieverminderte und energiearme Speziallebensmittel

Bei diätetischen und energiearmen Speziallebensmitteln wird zur Fettbestimmung weltweit die Säureaufschlussmethode nach Weibull-Stoldt («Internationale Methode») angewendet. Diese Methode ist seit Jahrzehnten erprobt und ist solange unproblematisch, als der Lipidanteil im Lebensmittel im wesentlichen aus Triglyceriden besteht. Mit dem vermehrten Aufkommen von kalorienreduzierten Fertigprodukten ergeben sich bei Anwendung dieser Methode aber Unklarheiten, was das so bestimmte «Fett» eigentlich bedeutet.

Bei verschiedenen «fettarmen» pflanzlichen Lebensmitteln besteht der Lipidanteil praktisch ausschliesslich aus Lipiden der Zellmembranen. Derartige Lipide sind besonders kompliziert zusammengesetzt mit einem Triglyceridanteil von in der Regel unter 50%. Als Beispiele seien die Lipidbestandteile von Kartoffeln, Bohnen, Erbsen, Champignons und Weizenmehl erwähnt. In solchen kritischen Fällen bestehen genügend Hinweise, dass die Säure-Aufschluss-Methode zu tiefe Werte liefert. Es ist anzunehmen, dass eine Totalextraktionsmethode (z. B. nach Winter) (10) eher Werte ergibt die dem Fettgehalt, definiert nach ernährungsphysiologischen Gesichtspunkten, entspricht.

Das Problem Fettgehalt in der Minarine

Gemäss Artikel 104 LMV soll Minarine einen «Fettgehalt» von mindestens 39%, höchstens aber 41% haben. Nach der Zusatzstoffverordnung dürfen zudem

die Emulgatoren Lecithin und Mono- und Diglyceride gemäss GHP, 1,2-Propylenglykolester bis 2% und weitere Emulgatoren auf Fettsäurebasis (0,5–1%) zur Herstellung von Minarine verwendet werden. In der Praxis werden meistens ca. 1–2% Emulgator eingesetzt.

Bezüglich Fett bestehen bei diesen Produkten für den Konsumenten zweierlei Ansprüche:

1. dass eine Mindestmenge Fett (pflanzliches oder tierisches Speisefett) als Zutat verwendet wird (z. B. 39%)
2. dass der Fettgehalt (in ernährungsphysiologischem Sinn) einen Maximalwert nicht überschreitet (z. B. 41%).

Bei einem kürzlich durchgeführten Ringversuch an einer Minarine mit zwei verschiedenen Fettbestimmungsmethoden (Methode LMB 6/04 und Direktextraktion) ergaben sich übereinstimmende Resultate von ca. 42,5% Fettgehalt, wobei die verwendeten Emulgatoren zweifellos miterfasst wurden. Die bestehende Regelung wird also offensichtlich nicht immer beiden Ansprüchen bzw. «Fett»-Gehalt gerecht.

Die Fettbestimmungsmethoden (11–38)

Die gebräuchlichsten Methoden beruhen auf einer erschöpfenden Extraktion mit einem organischen Lösungsmittel mit anschliessender gravimetrischer Bestimmung des Eindampfrückstandes.

Der problematische Arbeitsschritt ist dabei die Extraktion der Probe. Je nach zu untersuchender Probe kann dieser Schritt eine fest/flüssig oder flüssig/flüssig-Extraktion sein.

Die fest/flüssig-Extraktion

Wohl eine der ältesten, aber trotzdem bis heute eine der gebräuchlichsten Methoden ist die kontinuierliche fest/flüssig-Extraktion nach Soxhlet. Bereits 1879 publiziert, hat sie sich bis heute ohne wesentliche Änderung in der Laboratoriumspraxis halten können. Zwar wurde viel an Convenience verbessert, denken wir nur an die neuen Extraktionsapparaturen, die Mehrfachextraktion und Destillation in der gleichen Apparatur ermöglichen, das Prinzip ist aber das gleiche geblieben.

Was sich geändert hat, ist die Vielfältigkeit des Lösungsmittels. Heute wird nicht nur Ether (richtig Diäthylether) und Petrolether (auch hier besser Petroleumbenzin), sondern n-Hexan, Chloroform, Dichlormethan sowie deren Mischungen mit Methanol oder Isopropanol verwendet.

Dass dabei auch das Resultat anders ausfällt, ist selbstverständlich.

Arbeiten wir also mit der Soxhlet-Extraktion, ist es *unerlässlich, die Art des Extraktionsmittels anzugeben,* sonst ist das Resultat gar nicht interpretierbar.

Verwendet man dabei statt Diethylether oder Benzin ein Gemisch von chlorierten Kohlenwasserstoffen und Alkohol, wie es z. B. in der Methode von Winter beschrieben ist, muss eine zweite, flüssig/flüssig-Extraktion nachgeschaltet werden:

Die 2stufige Direktextraktion

Die Trennung der zwei Flüssigphasen erfolgte bei den älteren Methoden im Schüttel-(Scheide-)Trichter. Diese Trennung war u. U. sehr mühsam, manchmal auch reine Glückssache. Das Verhältnis Wasser:Chloroform musste ganz genau eingehalten werden, sonst bildete sich eine Emulsion, die nicht zu brechen war. Das wiederum erforderte vorgängig eine Wassergehaltsbestimmung der Probe und von Fall zu Fall variable Mischungsverhältnisse (nähere Einzelheiten siehe Methode Winter).

Die Verwendung von Homogenisatoren, $MgCl_2$ als Trennhilfe sowie hochtourigen Zentrifugen an Stelle der Scheidetrichter vereinfachte die Methode und leitete eine echte Renaissance ein. Da sie gegenüber der Säurehydrolysemethode den Vorteil der wesentlich schonenderen Extraktion bringt und gleichzeitig alle lipiden Bestandteile der Probe erfasst, kommt diese Methode wieder «in Mode».

Die Extraktion

Es gelingt aber nicht immer, die Gesamtheit der Lipide mit der direkten Extraktion zu bestimmen. Woran liegt es?

- Als erstes kann der *zu hohe Wassergehalt* der zu untersuchenden Probe eine vollständige Erfassung des Fettes verhindern. Durch diesen Wassergehalt kann das Lösungsmittel nicht zu allen Teilen der Probe gelangen und somit wird die vollständige Extraktion verhindert.
  Abhilfe: Vortrocknung der Probe.
- Ein weiterer Grund kann in der Tatsache liegen, dass die Lipide fest von der *Zellmembrane* des zu untersuchenden Materials umschlossen sind und damit eine Extraktion verunmöglichen.
  Abhilfe: Aufbrechen der Zellmembrane vor der Extraktion.
- Bei Backwaren wird das Fett vom verquollenen *Kleber* und *Stärke* umschlossen und ist somit der Extraktion nicht zugänglich.
  Abhilfe: Aufschluss der Stärke.
- *Kolloiddisperse Anteile* lagern sich infolge Adsorption und Grenzflächenkräften an der Oberfläche der Fetttröpfchen ab und verhindern dadurch deren Herauslösen, so z. B. bei Vollmilchpulver, wo durch Direktextraktion nur das sog. Oberflächenfett erfasst wird. Dieses beträgt bekanntlich nur einen Bruchteil des Gesamtfettgehaltes.
  Abhilfe: Aufheben der Grenzflächenkräfte.
- *Emulgatoren und grenzflächenaktive Substanzen* ermöglichen durch ihren sowohl

hydrophylen wie auch hydrophoben Charakter das Festsitzen von Proteinen und Kohlenhydratteilchen an der Fettoberfläche und verhindern somit das Eindringen von Lösungsmitteln.
Abhilfe: Stark polare Lösungsmittel verwenden oder eine Hydrolyse durchführen.

– Die Fettbegleitstoffe sind *chemisch* an andere Komponenten *gebunden,* so z. B. beim Phosphatid-Eiweisskomplex in der Hefe oder Samenkeimlingen.
Abhilfe: Lösungsmittelgemische verwenden, die den gesamten Komplex herauslösen oder Aufspalten der Verbindung.

Die Trocknung

Sie kann auf verschiedenen Wegen erfolgen:
– Im Trockenschrank bei erhöhter Temperatur
(ist zu vermeiden, falls das Fett weiter verwendet wird, z. B. zur Bestimmung der Oxidationsstabilität!)
– im Vakuum
– mit Mikrowellen oder
– durch Gefriertrocknung, was die schonendste Trocknung erlaubt und darum immer häufiger verwendet wird.
– durch Zugabe von Trocknungsmittel bei der Extraktion (z. B.: Na_2SO_4 o. ä.)

Der Aufschluss

Durch eine Hydrolyse wird der Schutzmechanismus der Fettumhüllung zerstört. Proteine und Kohlenhydrate werden degradiert, chemische Verbindungen gespalten und das Fett freigesetzt. Dadurch erhält man sehr gut reproduzierbare, wenn auch nicht immer «richtige» Resultate. Warum das?

Bei Säurehydrolyse wird gegenwärtig meistens mit viernormaler Salzsäure hydrolysiert. Die *Triglyceride* überstehen diese Prozedur unversehrt.

Was geschieht aber mit den anderen Fettbegleitstoffen?

Die in vielen Proben schon vorhandenen oder als Emulgator zugesetzten kleineren oder grösseren Mengen an *Mono- und Diglyceriden* sind, wenigstens teilweise, wasserlöslich und gehen somit beim Säurefreiwaschen verloren. Sind sie in grösseren Mengen vorhanden, passieren sie durch ihre hydrophilen und hydrophoben Kettenenden den feuchten Filter. Im Extremfall können sie sogar noch einen Teil des Fettes durch den Filter schleusen (Fettaugen im Waschwasser!).

Die *kurz- und mittelkettigen Fettsäuren,* die schon vorhanden sind oder während der Hydrolyse freigesetzt werden, sind etwas wasserlöslich (1–3%) und können so beim Auswaschen ebenfalls verlorengehen. Die gleiche Situation besteht bei den *mittelkettigen Triglyceriden (MCT-Öle!).*

Von den weiteren *Fettbegleitstoffen* sind die Lecithine und andere Phosphatide von Bedeutung:

Die *Phospholipide* werden beim Säureaufschluss hydrolysiert und gehen beim anschliessenden Waschprozess verloren. Die Phospholipide werden aber im Or-

ganismus wie Fette metabolisiert und erhalten auch physiologisch wichtige essentielle Fettsäuren, die somit nicht erfasst werden.

Die *Sphingolipide* werden bei der normalen Hydrolyse nicht angegriffen und somit bei der Bestimmung voll erfasst.

All dies hat folgende Auswirkungen:

- Der Fettgehalt des Lebensmittels ist falsch, da zu tief.
- Das Fettsäuremuster des isolierten Fettes stimmt mit der effektiven Fettsäurezusammensetzung nicht überein.
- Der Energiewert (Brennwert) des Nahrungsmittels stimmt nicht, da die verlorenen Fettbegleitstoffe nicht als Fette, sondern als Kohlenhydrate mit viel niedrigerem Joulewert verrechnet werden. Alles, was nicht als Protein, Fett, Asche, Nahrungsfaser oder Alkohol bestimmt worden ist, erscheint als Differenz und wird als Kohlenhydrat berechnet.

Trotz dieser Nachteile wird die Säurehydrolyse noch immer, und zwar weltweit, als Referenzmethode angewendet. Warum?

- Die bis jetzt in verfügbaren Tabellenwerken über die Lebensmittelzusammensetzung und zu Nährwertberechnungen enthaltenen Fettwerte sind nach dieser Methode ermittelt worden.
- Die Methode ist sehr gut reproduzierbar und hat dadurch eine ausgezeichnete Vergleichbarkeit, was bei einer Referenzmethode unerlässlich ist.

Die Methode wurde vielfach abgeändert (Säurekonzentration, Verwendung von Schwefelsäure, div. Filterarten usw.), ohne dass damit eine wesentliche Verbesserung erreicht worden wäre. Erst die Hydrolyse- und Filtereinheit mit Sand und Filterhilfsmittel sowie die Mikrowellentrocknung brachte einen Durchbruch und ermöglichte eine Arbeitserleichterung und auch echte Zeitersparnis.

Weitere Aufschlussmittel sind *Alkalien* und *Alkohole.* Als klassisches Beispiel dazu sei die in der Milchindustrie noch heute sehr verbreitete Fettbestimmungsmethode nach *Röse-Gottlieb (Mojonnier)* erwähnt, ohne darauf näher einzugehen.

Der enzymatische Aufschluss

In der letzten Zeit wurden einige Methoden publiziert, die den Aufschluss statt mit aggressiven Mitteln wie Säuren und Laugen mit Hilfe von Enzymen bewerkstelligen. Als hydrolysierendes Enzym wird meistens eine Amylase, evtl. mit proteolytischer Nebenwirkung, verwendet. Am meisten werden Termamyl, Clarase und Bakterienamylase angewendet. Die Enzymart ist dabei nicht sehr wichtig, nur die Lipaseaktivität soll dabei möglichst klein oder null sein.

Der Vorteil der enzymatischen Hydrolyse ist die schonende Art des Aufschlusses. Es werden meistens Normal-oder nur leicht erhöhte Temperaturen (bis 36–40 °C) und kurze Aufschlusszeiten angewendet. Es wird ja keine Vollhydrolyse angestrebt, es genügt, wenn die bestehende Matrix soweit aufgelockert wird, dass das Fett und die Fettbegleitstoffe für die Extraktion verfügbar sind.

Bei all diesen enzymatischen Methoden wird die bereits diskutierte zweistufige Extraktion angewendet. In der ersten Stufe wird meistens ein polares Lösungs-

mittel oder Lösungsmittelgemisch verwendet. In der zweiten Stufe wird dann aus dieser Lösung das Fett mit Petroleumbenzin oder Diethylether extrahiert. Die Trennung der Phasen wird durch Zentrifugieren beschleunigt. Aus einem aliquoten Teil wird dann das Fett gravimetrisch bestimmt.

Stellt sich in der Praxis die Aufgabe, den Fettgehalt einer Probe zu bestimmen, stehen also die verschiedensten Methoden zur Auswahl. Welche Probe soll nach welcher Methode untersucht werden? Hier ein Vorschlag zur Methodenauswahl:

Zu bestimmende Substanz:	Methode:
Fettgehalt	Direktextraktion oder Säurehydrolyse enzymatischer Aufschluss mit Methanol/ Dichlormethan Extraktion
Freie Fettsäuren	Direktextraktion (Soxhlet) mit Diethylether
Triglyceridchromatographie	Direktextraktion (Soxhlet) mit Hexan
Fettsäureverteilung	Enzymatischer Aufschluss Extraktion mit Methanol/Dichlormethan
Phospholipide	Direktextraktion mit Methanol/Dichlormethan

Auswahl der Methode je nach zu untersuchendem Muster:

Produkt:	Methode:
Fette und Fettprodukte	Direktextraktion mit Hexan oder Petroleumbenzin
Flüssige Produkte	Direktextraktion nach Winter
Pflanzliche oder tierische Produkte mit unbeschädigter Zellmembrane	Säurehydrolyse und Soxhletextraktion nach Trocknung
Produkte mit viel Kleber und Stärke (Brot und Backwaren)	Enzymatischer Aufschluss (Amylase und Protease)
Produkte mit kolloiddispersen Anteilen (Vollmilch u. ä.)	Extraktion mit Lösungsmittelgemisch Methanol/Dichlormetan oder Methanol/Diethylether
Produkte mit viel Emulgatoren od. grenzflächenaktiven Stoffen	Extraktion nach Winter mit Lösungsmittelgemisch

Neue Fettbestimmungsmethoden

Als letztes noch einige Worte zu den neuen «modernen» Fettbestimmungsmethoden. Charakteristisch ist, dass diese viel schneller und viel einfacher in der Handhabung sind als die bis jetzt erwähnten. Sie alle hier zu besprechen, würde

zu weit führen. Nach einer mehr oder weniger sanften Extraktion wird der Brechungsindex des Fett/Lösungsmittelgemisches oder ein Infrarot-Analysator zur Fettbestimmung benutzt.

All diese Methoden arbeiten auf empirischer Basis und ergeben nur ein relatives Resultat. Es ist daher unbedingt notwendig, die Geräte bzw. die erhaltenen Resultate durch eine bewährte, anerkannte Methode zu eichen. Meistens wird dabei die Säurehydrolyse und Soxhlet-Extraktion, also die Weibull-Stoldt-Methode, als Referenzmethode angewendet.

Es wurden nur die wichtigsten und am meisten angewendeten Fettbestimmungsverfahren beschrieben. Es gibt aber noch eine grosse Anzahl weiterer Methoden, die nur unwesentlich von den hier erwähnten abweichen oder aus einer Kombination dieser bestehen. Bei jeder Methode kann das Resultat durch den verschiedenen Anteil an freien oder gebundenen, nichtpolaren- oder polaren Lipiden, an Mono-, Di- oder Triglyceriden oder freien Fettsäuren mehr oder weniger vom Resultat des anderen abweichen. Dadurch ist es auch klar, dass je nach Bestimmungsmethode verschiedene Fettwerte erhalten werden, keines dieser Resultate aber eigentlich «falsch» ist.

Es ist darum unentbehrlich und sehr wichtig, dass für alle Produktearten und Gruppen eine verbindliche Fettbestimmungsmethode vorgeschrieben wird. Solange dies nicht geschehen ist, können die Resultate verschiedener Fettbestimmungen schwerlich interpretiert und miteinander verglichen werden.

Zusammenfassung

Der Begriff «Fett» kann chemisch, ernährungsphysiologisch oder analytisch unterschiedlich definiert werden. Entsprechend vieldeutig ist auch die lebensmittelrechtliche Verwendung. Die heutigen Fettbestimmungsmethoden werden diesen verschiedenen Gesichtspunkten entsprechend diskutiert. Im Hinblick auf eine rechtliche Regelung der Nährwert-Deklaration und dem zunehmenden Aufkommen von energieverminderten Lebensmitteln sollten die Fettbestimmungsmethoden vermehrt auf die ernährungsphysiologischen Gegebenheiten ausgerichtet werden.

Résumé

Le concept de «graisse» peut être, du point de vue de la chimie, de la physiologie nutritionnelle ou de l'analyse, défini de différentes manières. Son utilisation en matière de droit alimentaire est tout aussi ambiguë. Les méthodes actuelles de dosage de la graisse présentent une discussion de ces divers aspects. Etant donné la réglementation légale de la déclaration de la valeur nutritionnelle et d'apparition croissante sur le marché de denrées alimentaires, à valeur énergétique réduite, les méthodes de dosage de la graisse devraient être davantage orientées vers les données de la physiologie nutritionnelle.

Summary

The term "fat" may be defined in the sense of food chemistry, nutritionally or even analytically. The same ambiguity is also found in the legal use of the term. The methods used for the determination of fat are reviewed in terms of the various definitions. These methods should be more adjusted to requirements of the nutritional physiology in regard to a future legislation of the nutritional labelling of food.

Literatur

1. *Franzke, C.:* Lehrbuch der Lebensmittelchemie, Band 1: Lebensmittelinhaltsstoffe. Akademie-Verlag, Berlin 1981.
2. *Schormüller, J.:* Lehrbuch der Lebensmittelchemie, 2. Auflage. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York 1974.
3. *Belitz, H. D.* und *Grosch W.:* Lehrbuch der Lebensmittelchemie, 3. Auflage. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1987.
4. Schweizerisches Lebensmittelbuch, Kapitel 22, Methode 4.1 Gesamtfett-Bestimmung. Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern 1982.
5. Schweizerisches Lebensmittelbuch, Kapitel 1 Milch, Methode 1.3.2 Bestimmung des Fettgehaltes nach Röse-Gottlieb. Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern 1988.
6. *Hadorn, H.* und *Jungkunz, R.:* Vergleichende Untersuchungen über die Fettbestimmungs-Methoden in Eikonserven. Z. Lebensm. Unters. Forsch. **93**, 277–286 (1951).
7. Kommission der Europäischen Gemeinschaft an die Mitgliedstaaten über die Nährwertkennzeichnung (Entwurf 1987).
8. *Jeuness R., Patton S.* und *Zeilinger, A.:* Grundzüge der Milchchemie. Bayrischer Landwirtschaftsverlag, München 1967.
9. Schweizerisches Lebensmittelbuch, Kapitel 1, Methode 1.3.1 Fettgehalt nach Gerber. Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern 1987.
10. *Winter, F.:* Über ein neues Verfahren zur Bestimmung und Untersuchung von Fetten in Lebensmitteln. Z. Lebensm. Unters. Forsch. **123**, 205–210 (1963).
11. *Acker, L.:* Die Lipide des Getreides. Getreide, Mehl, Brot **18**, 45–50 (1968) und **28**, 181–187 (1974).
12. *Berner, G.:* Vergleichende Fettbestimmung in Milchprodukten. Milchwiss. **245**, 284–287 (1968).
13. *Christie, W.:* Lipid Analysis, 2nd ed. Pergamon Presss, NY 1982.
14. Codex Alimentarius, Vol. IX. FAO/WHO Roma 1982.
15. *Conneta, J.* et al.: Advances in automatic analysis. Proc. of Techn. inst. Congress 1981. NY.
16. *Daugherthy, Ch. E.* and *Lento, H. G.:* Chloroform-methanol extraction method for determinat. of fat in foods. Collab. Study. J. Assoc. Offic. Anal. Chem. **66**, 927–932 (1983). (1983).
17. *Deuel, H. J.:* The lipids, Vol. I. Interscience Publishers, NY 1983.
18. Deutsche Einheitsmethoden zur Untersuchung von Fetten, Fettprodukten und verwandten Stoffen. Wissenschaft. Verlagsges. mbH Stuttgart, 1950–1984.
19. *Dieffenbacher, A.* and *Bracco, U.:* Analytical techniques in food emulsifiers. J. Am. Oil Chem. Soc. **55**, 642–646 (1978).

20. *Finke, A.:* Phospholipide. Gordian **77**, 288–291 (1982).
21. *Fricker, A.:* Fette und Lipide in Obst und Gemüse. In: Zöllner, H., Unsichtbare Fette in Lebensmitteln. Steinkopf-Verlag, Darmstadt 1973.
22. *Gertz, Ch.:* Die Bestimmung von Octadecadiensäure in Lebensmitteln. Fat Sci. Techn. **89**, 320–324 (1987).
23. *Hallermayer, R.:* Eine Schnellmethode zur Bestimmung des Fettgehaltes in Lebensmitteln. Deut. Lebensm. Rundsch. **72**, 356–359 (1976).
24. *Hannant, G.:* Fat – What is it? J. Assoc. Publ. Analyst **20**, 117–120 (1982).
25. *Hänni, H.:* Fettbestimmung in Milchprodukten. Schweiz. Milchztg. **92**, 667–668 (1966).
26. *Heinrich, C.:* Methoden und Fehlermöglichkeiten bei der Fettbestimmung von entrahmter Milch. Milchwiss. **30**, 221–223 (1975).
27. *Homberg, E.:* Eine Schnellmethode zur Isolierung der Sterine aus Fetten und Ölen. Fat Sci. Techn. **89**, 215–217 (1987).
28. *Kaufmann, H. P.:* Analyse der Fette und Fettprodukte. Springer-Verlag Berlin, Göttingen, Heidelberg 1958.
29. *Maxwell, R. J.:* Simple rapid method for determination total extractable fat in canned pet food. J. Assoc. Off. Anal. Chem. **67**, 878–879 (1984).
30. *Maxwell, R. J., Marmer, W. N., Zubillaga, M. P.* and *Dalickas, G. A.:* Determination of total Fat by a rapid dry column method in meat and meat Products. J. Assoc. Off. Anal. Chem. **63**, 600–603.
31. *Mehlenbacher, V. C.:* The analysis of fats and oils. The Garrard Press Publisher, 1980.
32. *Menger, A.:* Probleme der Lipid-Analytik bei Getreideverarbeitungsprodukten. Getreide, Mehl, Brot **11**, 301–304 (1974).
33. Milchwirtschaftliche Einheitsmethode Nr. 2 und 5. Methodenbuch Bd. 4. Neumann Verl. Rodebeul (ab 1970).
34. *Mohr, W.:* Probleme der Fettbestimmung in Milchprodukten. Deut. Molkerei-Ztg. **78**, 1273–1274 (1968).
35. *Pardun, H.:* Analyse der Nahrungsfette. Verlag Parey, Berlin und Hamburg 1976.
36. Offical Methods of Analysis of the AOAC, 14. Ed. Publ. by the AOAC Artlington, Virginia 1984.
37. *Ruckenbauer, P.:* Fett und Lipoide in Getreide und Getreideprodukten. In: Zöllner, H., Unsichtbare Fette und Lipoide. Steinzopf Verlag, Darmstadt 1973.
38. *Ugrinovits, M.:* Zur Bestimmung von Lecithin in Lebensmitteln. Alimenta **22**, 7–9 (1983).

M. H. Ugrinovits
Wander AG
CH-3176 Neuenegg

PD Dr. J. Lüthy
Bundesamt für Gesundheitswesen
Abteilung Lebensmittelkontrolle
Postfach
CH-3000 Bern 14