

Über
neuere Methoden der Fettbestimmung.

Von
Prof. Dr. Max Gruber.

Vortrag, gehalten den 19. Februar 1896.

(Mit Demonstrationen.)

Mit 4 Abbildungen im Texte.

Hochgeehrte Anwesende!

Betrachten Sie dieses roth gefärbte Alkoholflämmchen. Es erzeugt in der Zeiteinheit ebensoviel lebendige Energie in der Form der Wärme wie ein erwachsener Mensch, der keine größere äußere Muskelarbeit leistet. Der Docht dieser Lampe ist so gestellt, dass das Flämmchen in der Stunde $15.4\text{ g } 95\%$ igen Alkohol verzehrt und demnach in derselben Zeit rund 104.000 kleine Calorien erzeugt. Dieses Flämmchen erzeugt also soviel Wärme, als nothwendig ist, um die Temperatur von 104.000 g oder 104 kg Wasser um 1° zu erhöhen. Wenn wir das Flämmchen durch 24 Stunden brennen lassen, so würde es in dieser Zeit 2.5 Millionen kleine Calorien liefern. Dies ist aber auch die ungefähre mittlere Größe der Erzeugung von lebendiger Energie im erwachsenen Menschen während jeden Tages. Wie diese lebendige Energie im Flämmchen aufgebracht wird durch die Verbrennung des Alkohols, so wird sie im menschlichen Körper aufgebracht durch die Verbrennung organischer Substanzen. Dieser ununterbrochen vorsichgehende Verbrennungsprocess verläuft in allen lebendigen Theilen, in allen Zellen des Körpers. An jedem Orte des Körpers wird

nur eine geringe Menge Brennmaterial verbrannt. Die Wärmeerzeugung, die hier im kleinen Raume des Flämmchens stattfindet, vertheilt sich dort auf den ganzen großen Raum des Leibes, und so wird es begreiflich, dass sich der Leib dabei nur in mäßigem Grade erwärmt; in seinen inneren, vor der Abkühlung geschützten Theilen — wie Sie wissen — etwa auf 37° C. Auch wird im Leibe durchaus nicht die ganze potentielle Energie der organischen Substanzen, wie sie sich in ihrer Verbrennungswärme ausdrückt, in Wärme verwandelt, sondern ein großer Theil derselben wird zur Leistung äußerer Arbeit, zur Fortbewegung des eigenen Leibes und anderer Dinge, aufgebraucht.

Ohne Unterbrechung, nur in ihrem Umfange wechselnd, geht diese Verbrennung organischer Stoffe während des ganzen Lebens vor sich und muss vor sich gehen, wenn die für die normale Thätigkeit unserer wichtigsten Organe unentbehrliche Temperatur von 37° unverändert erhalten werden soll. Denn ununterbrochen während des ganzen Lebens erleidet der Körper auch Energieverluste, bei der Vollbringung äußerer Arbeit und bei der Abkühlung des Körpers durch das ihn umgebende kühlere Medium. Auch müssen bei scheinbarer vollständiger äußerer Ruhe doch stets beträchtliche Mengen organischer Substanz verbrannt werden, damit die innere Arbeit der Athmung, des Blutkreislaufes u. s. w. besorgt werden könne.

Nur dann kann die Temperatur des Körpers un-

verändert bleiben, wenn im Leibe in der Zeiteinheit ebensoviel Wärme erzeugt wird als verloren geht.

Eine gewisse Zeit hindurch vermag der Organismus das zur Unterhaltung dieses Verbrennungsprocesses erforderliche Brennmaterial von den im eigenen Leibe aufgespeicherten Vorräthen zu liefern. Doch wäre es damit in verhältnismäßig kurzer Zeit zu Ende, und wir müssen daher geradeso wie dem Feuer im Ofen Holz und Kohle, dem Brande im eigenen Leibe von Zeit zu Zeit Brennstoff, Kohlenstoffverbindungen zuschieben.

Durchaus nicht alle Kohlenstoff- (organische) Verbindungen sind für uns geeigneter Brennstoff. Unter der großen Zahl der organischen Verbindungen sind nur diejenigen zu unserer Ernährung verwendbar, welche aus unserem Verdauungscanale wirklich in die lebendigen Gewebe unseres Leibes, zunächst in die Wände des Magens und Darmes aufgenommen oder — wie der technische Ausdruck lautet — resorbiert werden können. Holz, Cellulose — so wertvolle Brennstoffe in unseren Öfen — sind für unser Lebensfeuer unbrauchbar, da sie durch unsere Verdauungssäfte nicht gelöst werden und ungenützt im Darne bleiben müssten. Die resorbierten organischen Stoffe müssen dann im Blute, im Säftestrome transportabel sein, damit sie an die Orte des Verbrauches hingebracht werden können. Sie müssen unter den Bedingungen, wie sie im Körper gegeben sind, verbrennbar sein und bei der Verbrennung verhältnismäßig große Wärmemengen liefern.

Von einem Brennstoffe mit geringer Verbrennungswärme müssten zu große Mengen aufgenommen werden, die unser Verdauungsapparat nicht zu bewältigen vermöchte. Endlich können selbstverständlich nur solche organische Stoffe als Nahrungsstoffe dienen, die selbst nicht giftig sind und bei ihrer Zersetzung im Leibe keine giftigen Producte liefern. Oder, insoferne sich giftige Producte bilden, müssen diese doch leicht und rasch aus dem Körper zu entfernen sein, wie dies bei der Kohlensäure, beim Harnstoff u. s. w. der Fall ist.

Überlegt man sich, wie viele Bedingungen erfüllt sein müssen, damit eine Kohlenstoffverbindung als menschlicher Brennstoff und Nährstoff Verwendung finden kann, so begreift man, dass unter der ungeheuren Zahl der organischen Stoffe nur wenige Gruppen tauglich sind. Es sind dies: die Eiweißkörper, die leimgebenden Stoffe, die Fette und die Mehrzahl der Kohlenhydrate.

Unter diesen Nahrungsstoffen kommen den Fetten (Neutralfetten, Verbindungen von Glycerin mit Fettsäuren), deren äußere Eigenschaften allgemein bekannt sind, ganz besondere Vorzüge als Brennstoffe zu. Ihre Verbrennungswärme ist groß. Bei der Verbrennung von 1 g Fett werden etwa 9700 kleine Calorien erzeugt, während die Verbrennung von 1 g Eiweiß oder 1 g Kohlenhydrat im Körper nur etwa 4200 kleine Calorien liefert. — Die Fette sind ohne tiefer greifende Veränderungen, ohne umständlichere Ver-

dauungsarbeit resorbierbar. Sie brauchen nur durch die Verdauungssäfte in feinste Tröpfchen vertheilt oder — wie der technische Ausdruck lautet — emulgiert zu werden. — Die reichlicher fetthaltigen Nahrungsmittel enthalten zugleich meist wenig Wasser. Die Fette bedürfen keiner Zubereitung mit Wasser. Fettreiche Nahrungsmittel, fettreiche Nahrung besitzen demnach eine große Verbrennungswärme, einen hohen Wärmewert. Verglichen mit anderer Nahrung, besitzt sie bei gleichem Wärmewerte einen geringen Rauminhalt, enthält sie wenig Wasser, wenig sonstigen Ballast. Fettreiche Nahrung ist eine concentrirte Nahrung, meist auch schmackhafter als eine fettarme, an Kohlenhydraten reiche. Durch ihren Fettgehalt hauptsächlich, (auch durch ihren Eiweißgehalt, insbesondere bei uns Städtern), ist die Kost von Arm und Reich verschieden.

Die Vorzüge der Fette als Brennstoffe für den Menschen machen die hohen Preise, in denen die Fette und die fettreichen Nahrungsmittel stehen, begreiflich. Namentlich sind es gewisse besonders leicht schmelzbare und schmackhafte Fettsorten, die in den Nahrungsmitteln theuer bezahlt werden. Besonders hoch werden mit vollem Rechte das Fett der Milch und der Molkereiproducte, das fette Öl der Olive geschätzt.

Leider lockt der hohe Wert der Fette zu Versuchen, unerlaubten Gewinn zu machen, zum Betrüge. Betrügerische Entnahme eines größeren oder kleineren

ren Bruchtheiles von Fett aus den natürlichen Nahrungsmitteln, Ersatz des kostbareren, theureren Fettes durch minderwertiges, billigeres, kommen im Nahrungsmittelverkehre leider nur allzuhäufig vor, und dies bedeutet namentlich im Verkehre mit Milch nicht allein eine ökonomische, sondern auch eine schwere Schädigung der Bevölkerung in hygienischer Hinsicht, da die ihres natürlichen Fettgehaltes entbehrende Milch als Kindernahrung nicht mehr genügt.

Ich hoffe, verehrte Anwesende, dass Ihnen durch die soeben vernommenen Auseinandersetzungen klar geworden ist, welche große Bedeutung jene Untersuchungsmethoden besitzen, mit Hilfe deren wir die Menge und die Natur des Fettes, welches in einem Nahrungsmittel enthalten ist, zu bestimmen suchen.

Aus der großen Zahl der Methoden habe ich für heute abends jene ausgewählt, welche uns zur Bestimmung der Menge des Fettes dienen. Die Methodik dieser Fettbestimmungen hat in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht und ist namentlich bei der Milchprüfung zu hoher Vollkommenheit gelangt.

Alle exacteren Methoden der Fettbestimmung beruhen auf der Eigenschaft der Fette, in Wasser unlöslich, dagegen in verschiedenen anderen Flüssigkeiten löslich zu sein, welche Eiweißkörper, Kohlenhydrate und Salze nicht zu lösen vermögen, z. B. im Schwefeläther. Dieses Verhalten der Fette ermöglicht es, sie von den übrigen Verbindungen, mit denen sie in den Nahrungsmitteln gemengt vorkommen, zu trennen.

Die exacteste Methode der Fettbestimmung und die Grundlage für alle anderen ist die Bestimmung der Fettmenge mit Hilfe der Wage, die sogenannte gewichtsanalytische Bestimmung.

Will ich z. B. in dieser Milch hier auf dem Wege des Wägens das Fett bestimmen, so muss ich zunächst das in der Milch enthaltene Wasser verjagen, die Milch trocknen.

Ich habe hier ein kleines Porzellanschälchen, welches eine gewisse Menge trockenen Seesandes und ein kleines Glasstäbchen zum Umrühren enthält und mit einem Uhrglase bedeckt ist. Alles zusammen ist genau gewogen. Ich messe nun mit Hilfe einer Pipette eine kleine Menge Milch, 10 cm^3 , genau ab und lasse sie auf den Sand ausfließen, von dem sie vollkommen aufgesogen wird. Im Ernstfalle würde ich nun sofort wieder das Schälchen mit dem Uhrglase bedecken und das Ganze neuerdings genau auswägen. Das Gewicht der Milch ergibt sich aus dem Unterschiede der Gewichte vor und nach ihrem Zusatze. Ich bringe nun das Schälchen auf ein kochendes Wasserbad und erhitze unter Umrühren so lange, bis die Masse ganz trocken geworden ist. Da die Milch in dünner Schichte die Sandkörner überzieht und der Luft eine große Fläche darbietet, verdunstet das Wasser sehr rasch.

Sobald die Masse ganz trocken geworden ist, geht man daran, mit Hilfe von Schwefeläther das Fett von den übrigen Bestandtheilen des Rückstandes zu trennen. Man bedient sich dazu der sogenannten Extractions-

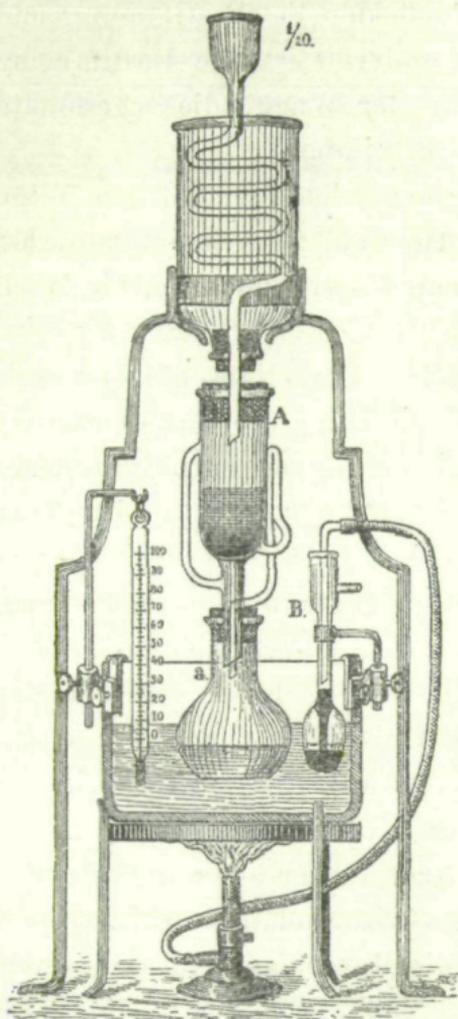


Fig. 1.

apparate. Einer der zweckmäßigsten ist der von Soxhlet und Szombathian gegebene, den Sie hier vor sich sehen.

Aufeingewogenes Kölbchen (*a*) mit sehr weitem Halse, das auf einem Wasserbade steht, ist der eigentliche Extractionsapparat (*A*) aufgesetzt. Derselbe besteht aus einem weiten, oben offenen Glasrohre, an welches unten als Verlängerung ein am unteren Ende offenes, engeres Glasrohr angeschmolzen ist. Die beiden Rohrstücke stehen unmittelbar nicht in

Verbindung, sondern sind durch eine gläserne Querwand getrennt. Sie stehen aber mittelbar durch zwei seitlich angebrachte Glasrohre in offener Verbindung. Die eine von diesen Rohren geht nahe am oberen Ende des

weiten Rohres ab und mündet ebenfalls an dessen oberem Ende in das untere engere Rohr. Die zweite Röhre geht vom Boden des weiten Rohres ab, ist heberartig zuerst nach aufwärts und dann nach abwärts gebogen, durchbohrt die Wand des unteren Rohres und endet in demselben nahe dem Ende desselben. Dieser eigenthümlich geformte Extractor ist oben mit einem sogenannten Rückflusskühler verbunden, durch den ein Strom kalten Wassers geleitet wird.

Das zu extrahierende Material, in unserem Falle also der Sand mit der darauf eingetrockneten Milch, wird, wie ich es jetzt mache, in eine cylindrische Papierhülse gefüllt, welche bequem in der unteren Hälfte des weiten Extractorrohres Platz findet. Nachdem sie eingebracht und die Verbindung mit dem Rückflusskühler wieder hergestellt worden ist, füllt man in das gewogene Kölbchen eine gewisse Menge Schwefeläther, verbindet alle Theile des Apparates dampfdicht und erwärmt nun das Wasserbad. Der Schwefeläther siedet bereits bei sehr niedriger Temperatur, bei $34,9^{\circ}\text{C}$. Seine Dämpfe steigen durch die seitlichen Verbindungsrohre empor und gelangen in das weite Rohr des Extractors und in den Rückflusskühler. Hier werden sie abgekühlt und wieder in tropfbar flüssigen Äther verwandelt. Dieser sammelt sich im weiten Rohre an, durchtränkt die Papierhülse mit ihrem Inhalte und löst das Fett. Bei fortgesetztem Erhitzen, Verdampfen und Verdichten des Äthers füllt sich endlich das weite Rohr bis zur Kuppe des heber-

artig gekrümmten Ansatzröhrchens. Sobald dies geschehen ist, tritt Heberwirkung ein, und automatisch wird die ganze angesammelte Äthermenge mit dem darin gelösten Fette aus dem Extractionsrohre in das Kölbchen zurückgeführt. Hier wird der Äther nun sofort wieder zum Sieden erhitzt und verdampft, während das Fett zurückbleibt. Wieder füllt sich das weite Extractorrohr mit Äther, wieder wird Fett gelöst, wieder wird die Fettlösung durch den Heber in das Kölbchen entleert, und so lässt man dies fortgehen und sich wiederholen, bis man sicher sein kann, dass alles Fett aus dem Trockenrückstande ausgezogen und in das Kölbchen überführt ist. Ist das Sieden einmal ordentlich im Gange, dann besorgt der sinnreiche Apparat seine Aufgabe selbstthätig. — Sobald die Extraction beendet ist, löst man das gewogene Kölbchen aus seiner Verbindung, verdampft den Äther, trocknet Kölbchen und Rückstand durch passendes Erwärmen und wägt wieder. Der Unterschied im Gewichte gegenüber dem leeren Kölbchen entspricht dem in der abgewogenen Milchmenge enthaltenen Fette. Nehmen wir an, wir hätten 10 cm^3 Milch mit dem Gewichte von $10\cdot3\text{ g}$ angewendet und hätten durch Extraction $0\cdot36\text{ g}$ Fett gewonnen, so würde die Milch nach der Proportion

$$10\cdot3 : 0\cdot36 = 100 : X$$

$$X = 3\cdot495\text{ ‰}$$

Fett enthalten.

Eine sehr bequeme, speciell für die Bestimmung des Fettes in der Milch geeignete Abänderung hat

Adams an diesem Extractionsverfahren angebracht, indem er die Milch statt auf Sand auf Papier eintrocknet. Ein gewisses Quantum Milch wird mit Hilfe eines zusammengerollten Filterpapierstreifens von bestimmter Länge und Breite, wie Sie hier einen vor sich sehen, aufgesogen und genau gewogen. Dann wird genau so getrocknet und mit Äther ausgezogen, wie wir es soeben besprochen haben.

Das gewichtsanalytische Verfahren ist von unübertrefflicher Exactheit und kann bei den verschiedensten fetthaltigen Substanzen angewendet werden. Es ist aber ziemlich umständlich und zeitraubend, namentlich deshalb, weil der Fettextraction die Trocknung der fetthaltigen Masse vorangehen muss. Da es bei der Überwachung des Milchverkehrs darauf ankommt, recht zahlreiche Proben zu untersuchen, hat man sich unausgesetzt bemüht, das Wägungsverfahren durch rascher zum Ziele führende Verfahren zu ersetzen.

Die meisten derselben sind leider allzu ungenau, als dass man sich ihrer bei Untersuchungen von so großer Tragweite bedienen dürfte. Ich nenne hier die Fettbestimmung mit Hilfe des Cremometers, die optischen Milchfettbestimmungsmethoden, die auf der Ermittlung des Grades der Undurchsichtigkeit der Milch beruhen, z. B. mit Hilfe des Lactoskopes von Feser. Auch die Bestimmung des specifischen Gewichtes der Milch, so wertvoll sie an und für sich bei Beurtheilung der Milch ist, genügt nicht, um

über deren Fettgehalt verlässlichen Aufschluss zu erhalten.

Immer wieder ist man daher auf das Princip, das Fett mit Hilfe eines besonderen Lösungsmittels rein abzuscheiden, zurückgekommen.

Durch große Einfachheit zeichnet sich unter den einschlägigen Verfahren, das von Marchand-Salleron aus, das am besten in der von Tollens und Schmidt angegebenen Modification angewendet wird. Bei diesem Verfahren wird versucht, die Wägung des abgeschiedenen Fettes durch Messung seines Volumens zu ersetzen.

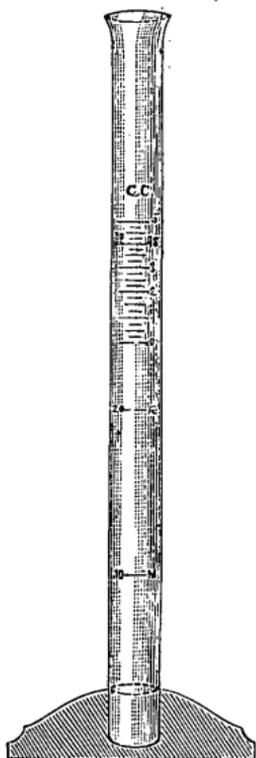


Fig. 2.

In eine enge, am einen Ende zugeschmolzene, am anderen Ende mit einem Kautschukstopfen dicht verschließbare Glasröhre von etwa 35 cm^3 Inhalt und einer eingezätzten Theilung in $\frac{1}{10}\text{ cm}^3$, das sogenannte Lactobutyrometer, werden zuerst genau gemessen 10 cm^3

Milch und 1—2 Tropfen starker Kalilauge, dann 10 cm^3 absoluten Äthers gebracht. Es wird tüchtig durchgeschüttelt, wobei sich das Fett im Äther löst. Nun werden 10 cm^3 Alkohol von 92 Volumprocenten hinzugefügt und wieder geschüttelt. Der Alkohol mischt sich mit dem Äther, und das Gemisch beider vermag

nun nicht mehr das Fett in Lösung zu erhalten. Das Fett scheidet sich mit etwas Äther zusammen als eine besondere Schichte ab, was durch Erwärmen auf 40° beschleunigt wird. Sobald das Fett vollständig abgeschieden ist, kühlt man auf 20° C. ab und liest nun an der Theilung ab, einen Raum von wieviel Centimetern die Fettschichte einnimmt. Je mehr Fett die Milch enthalten hat, um so größer ist das Volumen der abgeschiedenen Fettlösung. Die Anzahl der abgelesenen Cubikcentimeter $\times 2.33 + 1.26$ entspricht der Anzahl Gramme Fett in 100 cm^3 Milch.

Die Addition von 1.26 zu dem Producte von 2.33 mal der abgelesenen Anzahl Cubikcentimeter Fettschichte rührt davon her, dass das Gemisch von Alkohol und Äther, welches im Lactobutyrometer vorhanden ist, soviel Fett gelöst zu halten vermag, als einem Fettgehalte der Milch von 1.26 Percent entspricht, sodass z. B. eine Magermilch mit einem Fettgehalte bis zu 1.26 Procenten überhaupt keine Fettschichte im Lactobutyrometer abscheidet.

Sie sehen hier ein Lactobutyrometer mit der abgeschiedenen Fettschichte vor sich.

In neuerer Zeit hat Demichel dem Apparate eine veränderte Gestalt gegeben, welche aber keine Verbesserung darstellt.

Das Verfahren ist ungemein bequem und liefert meistens sehr befriedigende Ergebnisse. Da es aber manchmal aus nicht genügend bekannten Gründen versagt, beziehungsweise den Fettgehalt falsch angibt, ist

es in den letzten Jahren wieder mehr und mehr außer Gebrauch gekommen.

Während der letzten zehn Jahre bediente man sich zur exacten Milchfettbestimmung neben der Gewichtsanalyse fast ausschließlich der von Soxhlet angegebenen vortrefflichen aräometrischen Methode. Sie wetteifert mit der Wägungsmethode an Genauigkeit und führt bei einiger Sorgfalt und Übung meist rasch zum Ziele. Ich führe Ihnen hier den Apparat vor und will sogleich seine Handhabung demonstrieren.

Das Verfahren besteht darin, dass man unter Einhaltung genau gleicher Bedingungen aus einem genau gemessenen, stets gleich großen Quantum Milch das Fett in ein genau gemessenes, stets gleich großes Quantum Äther überführt und dann das spezifische Gewicht der ätherischen Fettlösung ermittelt. Das spezifische Gewicht dieser Lösung muss dann der Menge des gelösten, ursprünglich in der Milch vorhandenen Fettes proportional sein.

200 cm^3 Milch werden in gut verschließbaren, etwa 300 cm^3 fassenden Fläschchen zuerst mit 10 cm^3 starker Kalilauge, dann mit 60 cm^3 wasserhaltigem Äther unter bestimmten Regeln durchgeschüttelt. Hierauf lässt man die ätherische Fettlösung sich von der wässrigen Milchflüssigkeit scheiden. Meist geht dies bei ruhigem Stehen und zwischengeschalteten passenden Stößen rasch, etwa binnen $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Stunde vor sich. Verfügt man über eine Centrifuge, so lässt sich natürlich die Scheidung ungemein be-

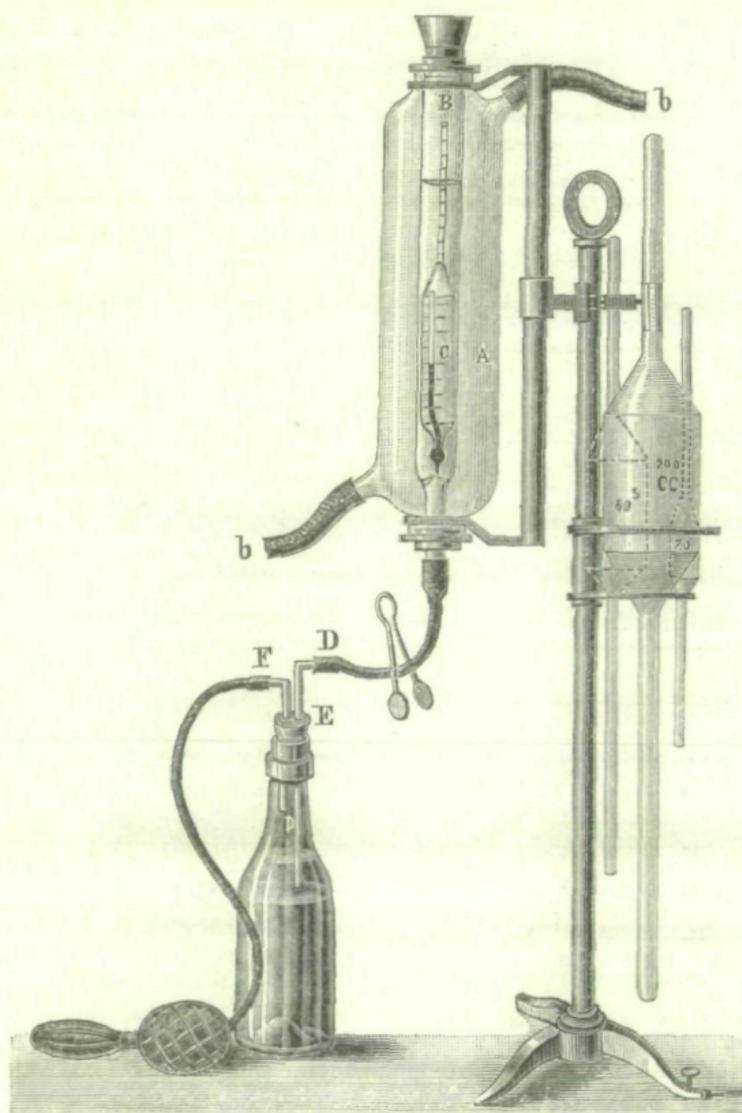


Fig. 3.

schleunigen. In manchen Fällen ist das Centrifugieren zur Scheidung von Äther und Wasser fast unentbehrlich.

Hat sich die genügend hohe Schichte Ätherlösung abgeschieden, wie hier, so kann man an den zweiten Act, an die Bestimmung ihres specifischen Gewichtes gehen. Dazu dient uns die hier stehende Vorrichtung.

Ich entferne den Pfropfen des Schüttelfläschchens (*D*), welches sammt seinem Inhalte auf die Temperatur von 17.5° C. gebracht worden ist, und ersetze ihn sofort durch einen doppeltdurchbohrten Stopfen (*E*), welcher zwei rechtwinkelig gebogene, beiderseits offene Glasröhrchen trägt. Das eine Röhrchen (*F*), das knapp unter dem Pfropfen endet, stellt die Verbindung der Flasche mit einem kleinen Gummiballgebläse (*G*) her. Das andere Röhrchen (*D*), das tiefer in die Flasche hineingehoben werden kann, ist durch einen dünnen Gummischlauch mit einer oben und unten offenen, senkrecht stehenden Glasröhre (*B*) verbunden, in welcher die zart gebaute Senkwage (Aräometer) (*C*) sich befindet. Diese Röhre ist wieder in eine weite Röhre (*A*) eingeschlossen, welche unmittelbar vor dem Versuche mit Wasser von 17.5° C. gefüllt wird. Der Verbindungsschlauch zwischen Schüttelfläschchen und Aräometerbehälter kann mit Hilfe einer Schraubeklemme verschlossen werden, der Aräometerbehälter an seinem oberen Ende mit Hilfe eines Kautschukstopfens.

Ich schiebe das längere Glasröhrchen soweit in das Schüttelfläschchen hinein, dass es tief in die Ätherschichte, nicht aber in die wässerige Flüssigkeit eintaucht und entferne nun zunächst diese beiden Ver-

schlüsse des Aräometerbehälters. Dann treibe ich, indem ich mit Hilfe des Gebläses Luft in das Schüttelfläschchen presse, die Ätherlösung in den Aräometerbehälter langsam und vorsichtig hinüber, bis das Aräometer in der Ätherlösung schwimmt. Ist dies der Fall, so sperre ich mit der Klemmschraube die Verbindung zum Fläschchen ab, damit der Äther nicht wieder zurückfließen kann, schließe den Behälter oben, damit kein Äther verdunste, und lese nun am Aräometer das specifische Gewicht und an dem in ihm enthaltenen Thermometer die Temperatur der Fettlösung ab. Beträgt die Temperatur 17.5°C. , so kann ich dann unmittelbar in einer von Soxhlet mit größter Sorgfalt ausgearbeiteten Tabelle neben dem specifischen Gewichte den Fettgehalt der Milch in Procenten ablesen. War die Temperatur etwas abweichend, so muss zunächst die Ablesung des specifischen Gewichtes in vorgeschriebener Weise corrigiert werden.

Die Überführung der Fettlösung aus dem Schüttelfläschchen in den Aräometerbehälter muss in dieser etwas umständlichen Weise vorgenommen werden, weil der Äther eine so ungemein flüchtige Verbindung ist. Wollte man die ätherische Fettlösung einfach aus einem Gefäße in ein anderes übergießen, dann würden je nach Umständen wechselnde Mengen von Äther verdampfen und damit die zurückbleibende Fettlösung in uncontrolierbarem, wechselnden Maße concentrirt werden. Es wäre keine Rede mehr davon, dass ihr specifisches Gewicht ein sicheres Maß des Fettgehaltes

der Milch wäre. Wenn man aber so arbeitet, wie ich gezeigt habe, verdunstet nur eine winzige, immer gleichgroße Äthermenge.

Das Soxhlet'sche Verfahren hat, wie gesagt, durch mehr als ein Jahrzehnt unbestritten in den Laboratorien geherrscht, trotzdem es einige nicht ganz angenehme Seiten hat. Es führt zwar rasch zum Ziele, verursacht aber doch viel Zeitverlust, braucht viel Sorgfalt und Mühe. Manchmal erfolgt die Scheidung von Wasser und Äther recht unvollkommen. Der Apparat ist theuer und zum Theile leicht zerbrechlich. Endlich braucht man sehr viel Milch; 200 cm^3 für jede Probe.

Es darf daher nicht wundernehmen, dass die Bemühungen um einfachere Verfahren nicht erlahmten.

Einen neuen Weg eröffnete de Laval mit seinem Lactokrit. Sein Verfahren besteht darin, dass er die Milchproben mit etwas Milchsäure und concentrirter Schwefelsäure versetzt, erwärmt und centrifugiert, wobei sich Milchflüssigkeit und Fett scheiden und nun, ähnlich wie beim Marchand-Salleron'schen Verfahren, das Volumen des abgeschiedenen Fettes gemessen werden kann. Das Verfahren gab ursprünglich nur annähernd richtige Resultate, wie sie für Molkereien genügten, und wurde daher nur in diesen angewendet. Es erfuhr aber fortgesetzte Verbesserungen und hat vor etwa zwei Jahren von Gerber eine Form erhalten, in der es die analytischen Laboratorien erobert hat.

Sie sehen hier das Gerber'sche Acidbutyrometer, wie das Instrument genannt wird.

Ein kurzes, enges, mit einer eingezätzten Scala versehenes Glasröhrchen trägt an seinem blinden Ende einen dickeren, hohlen Zapfen, am anderen Ende ein weiteres Rohr mit einem Halse, der durch einen Kautschukstopfen dicht verschlossen werden kann.

Man bringt zuerst 10 cm^3 concentrirte Schwefelsäure von dem specifischen Gewicht 1.820 — 1.825 (bei 15°C.) in das Acidbutyrometer und hierauf langsam und vorsichtig 1 cm^3 chemisch reinen Amylalkohol, sodass die beiden Flüssigkeiten sich übereinander schichten. Zuletzt lässt man ebenso vorsichtig 11 cm^3 der gut gemischten Milch zufließen. Man verschließt nun die Röhre sorgfältig und schüttelt rasch und tüchtig durch. Die Milch löst sich sofort unter stärkerem Erwärmen und Braunfärbung, indem die organischen Substanzen, insbesondere Casein, Eiweiß und Milchzucker, von der concentrirten Schwefelsäure zersetzt werden. Man stellt nun am besten die Röhre für einige Minuten in ein auf 65°C. erwärmtes Wasserbad, worauf centrifugiert wird. Zum Centrifugieren bedient man sich bequem der von



Fig. 4.

Prof. Gärtner in Wien erfundenen Kreiselcentrifuge, bei deren Construction in geistreicher Weise die uns allen aus unserer Kinderzeit wohlbekannte Vorrichtung des Kreisels wissenschaftlichen Zwecken dienstbar gemacht worden ist.

Nach etwa zwei Minuten langem Centrifugieren bringt man die Röhren wieder für einige Minuten in das auf 65° erwärmte Wasserbad. Das Fett scheidet sich nun im Amylalkohol gelöst ab, worauf das Volumen der abgeschiedenen Fettschichte mit Hilfe der Scala leicht abgelesen werden kann. Die Theilung ist so angefertigt, dass jeder Theilstrich $\frac{1}{10}$ Gewichtspercent Fett in der untersuchten Milch entspricht.

Wie Sie gesehen haben, ist die ganze Procedur in wenigen Minuten zu beenden und sind die einzelnen Handgriffe so einfach, dass man nicht geschulter Chemiker zu sein braucht, um sie erlernen zu können. Erwägt man weiter, dass nach zahlreichen Controluntersuchungen, wie sie auch im hiesigen hygienischen Institute ausgeführt worden sind, die Ergebnisse der Acidbutyrometrie bei Milch vollkommen mit dem Ergebnisse der Gewichtsanalyse übereinzustimmen scheinen, so muss man anerkennen, dass die Gerber'sche Methode für die Fettbestimmung der Milch kaum etwas zu wünschen übrig lässt. Leider scheint sie sich für die Molkereiproducte nicht ebenso zu bewähren.

Ich schließe mit dem Wunsche, dass Sie dieser kleine Ausflug in das Gebiet der Nahrungsmittelchemie nicht gelangweilt haben möge.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1896

Band/Volume: [36](#)

Autor(en)/Author(s): Gruber Max von

Artikel/Article: [Über neuere Methoden der Fettbestimmung. 457-478](#)