

Zeitschrift:	Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène
Herausgeber:	Bundesamt für Gesundheit
Band:	35 (1944)
Heft:	6
Artikel:	Zur biologischen Beurteilung der Nahrungsfette
Autor:	Bernhard, Karl
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-983562

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: 27.01.2026

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

ZUR BIOLOGISCHEN BEURTEILUNG DER NAHRUNGSFETTE*)

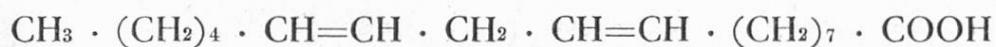
Von Prof. Dr. Karl Bernhard

(Physiol.-chemisches Institut der Universität Zürich)

Obwohl der Tierkörper zur Fettsynthese, z. B. aus Eiweiss, vor allem aber aus Kohlehydraten, befähigt ist und selbst im Hunger nach weitgehendem Verbrauch der Fettbestände eine gewisse Neubildung stattfindet,¹⁾ darf als gesichert gelten, dass die Fette unerlässliche Bestandteile der Nahrung darstellen.

Ihr hoher Brennwert fällt bei der Deckung des Kalorienbedarfes wesentlich ins Gewicht. Das Nahrungsvolumen kann durch Vergrösserung der Fettkomponente auf Kosten der Kohlehydrate vermindert, die Verdauungsarbeit damit reduziert werden. Eine Beurteilung des Fettproblems nach ausschliesslich *kalorischen* Gesichtspunkten ist indessen nicht zulässig, neben der Quantität ist auch die Qualität eines Fettes zu berücksichtigen.

Neuere Untersuchungen zeigten die Unentbehrlichkeit gewisser höher ungesättigter Fettsäuren; *Linol*- oder $\Delta^{9,12}$ -Octadecadiensäure $C_{18}H_{32}O_2$



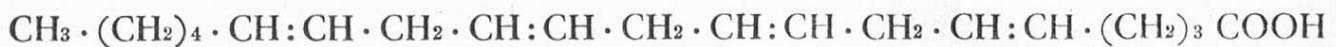
und *Linolen*- oder $\Delta^{9,12,15}$ -Octadecatriensäure $C_{18}H_{30}O_2$



welche besonders in den Organfetten vorhanden sind und reichlich mit Cholesterin verestert vorkommen, kann der Tierkörper (Ratte, Maus) nicht aufbauen²⁾. Ausgedehnte Untersuchungen von *Burr* und *Burr*³⁾, welche von verschiedenen Seiten⁴⁾ bestätigt wurden, ergaben die Erkrankung *fettfrei* ernährter Ratten an Akrodynie-ähnlichen Erscheinungen (geschwollene Schwanzspitzen, ringförmige Einkerbungen, schuppige und trockene Stellen, Hämorrhagien, nekrotischer Zer-

*) Diese Ausführungen erfolgten auf Wunsch des Leiters der Sektion für Speisefette und Speiseöle des Eidg. Kriegs-Ernährungs-Amtes, Herrn Dr. A. Schär.

fall der Schwanzspitze, angeschwollene, rote Hinterpfoten, schuppige Haut, Haarausfall). Später treten Wachstumsstillstand, schwere Schädigungen der Harnwege und der Nieren, Störungen des Wasserhaushaltes und schliesslich Tod ein. Auch wurden Veränderungen des Cyclus, der Lactation und Störungen der Fortpflanzung beobachtet. Fütterung von Linol-, Linolen- und nach einigen Autoren⁵⁾ auch von *Arachidonsäure* ($\Delta^{5,8,11,14}$ -Eicosatetraensäure) $C_{20}H_{32}O_2$



vermag die Erkrankung zu verhindern und zu heilen. Diese «*essential fatty acids*»⁶⁾ gehören wie die lebensnotwendigen Amino- bzw. Ketosäuren zu den *exogenen Wirkstoffen*. Einige weitere, von *Karrer* und Mitarbeitern⁷⁾ geprüfte, ungesättigte Carbonsäuren, z. B. zwei höhere Homologe der Linolsäure, erwiesen sich als unwirksam.

Wie sich eine andauernd fettfreie Nahrung beim *Menschen* äussert, ist nicht bekannt. Ob in Analogie zu den Verhältnissen bei Ratte und Maus auch der Mensch auf essentielle Fettsäuren angewiesen ist, kann noch nicht entschieden werden; vorliegende experimentelle Arbeiten lassen dies aber annehmen.

Seit einer Reihe von Jahren ist die Leerverfettung verhindernde Eigenschaft des Cholins bekannt, welches am Aufbau der Lezithine und Sphingomyeline beteiligt ist.

Da den Lipoiden Wirkstoff-Charakter zukommt und sie auch am Zellaufbau als Phosphatide, Lipoproteide usw. teilnehmen, sind solche Gesichtspunkte bei der Beurteilung der Nahrungsfette zu berücksichtigen. Ihre biologische Wertigkeit ist von der Erfüllung folgender Bedingungen abhängig:

1. gute Verträglichkeit und Verdaubarkeit,
2. möglichst völlige Resorption,
3. zweckmässige Fettsäure-Zusammensetzung,
4. Gehalt an Provitaminen und Vitaminen.

Die *Verträglichkeit* eines Fettes oder Öles kann beeinträchtigt werden durch Begleitsubstanzen, die aus dem Fettspender selber herkommen. Wir denken hier an gewisse toxische Substanzen, wie sie durch ungeeignete Gewinnung z. B. in das *Buchheckernöl* gelangen und zu Irritationen des Magen-Darm-tractus führen können. Es besteht aber auch die Möglichkeit, dass durch die Raffination schädliche Komponenten hinzukommen oder sich bilden. Ganz kürzlich berichteten *Beznák* und Mitarbeiter⁸⁾, *Rapsöl* erweise sich gegenüber gleichzeitig geprüften anderen Ölen und Fetten als sehr minderwertig. Bei wachsenden Ratten führte ein Futter, das 30 % davon enthielt, sehr bald zu Wachstumsstillstand, später sogar zu Gewichtsverlusten. Diese Befunde divergierten so sehr mit den praktischen Erfahrungen jahrhundertelanger Benützung dieses Öles zu Speisezwecken, dass die Gründe der schlechten Bekömmlichkeit durch vorhandene oder entstandene Beimengungen bedingt schienen. Versuche mit anderen Rapsölqualitäten bestätigten die Vollwertigkeit. Das anfänglich geprüfte Produkt war durch un-

geeignete Schwefelsäureraffination geschädigt. Es war nicht für Ernährungszwecke bestimmt, liess sich aber auf Grund der üblichen Kennzahlen von Speise-Rapsöl nicht unterscheiden. Bei durch Extraktion gewonnenen Ölen ist eine Schädigung infolge nicht quantitativer Entfernung des Lösungsmittels möglich.

Bekanntlich kann die Verträglichkeit durch Fettveränderungen bei ungeeigneter oder zu lange dauernder Lagerung beeinflusst werden. Das Problem des *Fettverderbens* verdient in vermehrtem Masse die volle Aufmerksamkeit sowohl der Fettfabrikanten als der Lebensmittelchemiker. Die zweifellos komplizierten und vielseitigen Vorgänge, welche zu den unliebsamen Erscheinungen führen, sind zwar weitgehend, aber noch nicht endgültig geklärt⁹⁾). Inzwischen lassen sich aber klare Richtlinien für Lagerung, Verpackung und Aufbewahrung der Fette geben. Verdorbenes Material ist vom Genusse auszuschliessen bzw. regenerieren zu lassen.*)

Die *Resorption* eines Fettes ist laut zahlreichen Versuchen an Menschen und Tieren weitgehend vom Schmelzpunkt abhängig. Verschiedene Autoren (*Wesson, Longworthy, Holmes*) haben Verdauungskoeffizienten bestimmt, welche über die Resorptionsverhältnisse beim Menschen Auskunft geben. Vegetabilische Öle und Butter, Hühner- und Speckfett zeigen alle Koeffizienten von 95, meist 97—99. Die Ausnutzung wird schlechter, sobald der Schmelzpunkt über der Körpertemperatur liegt, die Resorption wesentlich geringer bei Schmelzpunkten höher als 45°. Schaftalg hat nur noch einen Koeffizienten von 88, wird also bereits zu einem bemerkenswerten Anteil mit den Faeces ausgeschieden. *Mischungen von Fetten mit hohen und solchen mit niederen Schmelzpunkten* resorbiert der Mensch ebenso gut wie ein einheitliches Fett, welches bei gleicher Temperatur wie das Gemisch schmilzt. Diese Beobachtung ist zweifellos von praktischer Bedeutung für die gesamte Fettindustrie. Auch die *Verweilzeit* im Magen spielt für die Fett-Resorption eine Rolle.

Man hat vielfach versucht, die biologische Wertigkeit eines Fettes auf Grund seiner *Fettsäure-Zusammensetzung* abzugrenzen. Zu solchen Versuchen eignen sich besonders Ratten oder Mäuse, welchen das Untersuchungsmaterial in bestimmten Mengen, einer ausgeglichenen Diät beigemischt, zugeführt wird. Dabei ist auf reichlichen Vitamingehalt des Futters zu achten, da ungenügende Versorgung die Resultate beeinträchtigen kann. Zumeist erfolgt die Beurteilung an Hand der Wachstumskurven (Gewichtszuwachs). Eine sicherere Basis wird erhalten, wenn die Fettbestände der Tiere nach Beendigung der Versuche ermittelt werden. Natürlich sind auch makroskopisch sichtbare Veränderungen, wie Beschaffenheit der Haut, des Pelzes usw. sorgfältig zu registrieren.

*) Es sei auf die Mitteilung des Eidg. Kriegs-Ernährungs-Amtes, Sektion für Speisefette und Speiseöle, im Schweiz. Handelsamtsblatt vom 13. November 1941, 10. Januar 1942, 19. Mai 1942 und 12. November 1942 verwiesen, worin eine Liste aller jener Fettfabriken enthalten ist, die auch kleine Mengen Rohstoffe, wie sie von kollektiven und Einzelhaushaltungen anfallen, kostenlos zur Regeneration übernehmen und je nach Verdorbenheit 50—80 % der eingesandten Ware in einwandfreien Produkten zurückgeben.

Niedere Fettsäuren, d. h. solche mit weniger als 12 C-Atomen, werden im Tierkörper nicht abgelagert¹⁰⁾, sind also auch in den tierischen Depotfetten kaum anzutreffen, indessen in der Butter. Es ist anzunehmen, dass sie nach Aufnahme oder Entstehung rasch abgebaut werden. Das Vorkommen von Triglyceriden solch niederer Fettsäuren in den Nahrungsfetten scheint sich nach Befunden verschiedener Autoren¹¹⁾ günstig auszuwirken.

Wesentlich ist ein gewisser Gehalt an *ungesättigten Fettsäuren*, also an *Öl-, Linol- und Linolensäure*. Kürzliche Mitteilungen¹²⁾, dass völlig gesättigte Fette, wie sie z. B. durch Oxydation von Paraffinen oder als Nebenprodukte der Benzin synthese nach *Fischer-Tropsch* gewonnen werden, den natürlichen biologisch gleichwertig sein sollen, sind zu sehr im Widerspruch mit den allgemeinen Erfahrungen und wahrscheinlich durch zeitbedingte, äussere Umstände beeinflusst, um vorläufig geeignet zu erscheinen, die Ergebnisse zahlreicher experimenteller Befunde über die biologische Bedeutung ungesättigter Fettsäuren zu beeinflussen.

Ausgedehnte Untersuchungen von *Skraup* und Mitarbeitern¹³⁾ und von *Annau* und Mitarbeitern¹⁴⁾ ergaben, dass stärker ungesättigte Säuren in Versuchen an überlebenden Gewebsschnitten und intakten Tieren (Ratten, Hunde) den respiratorischen Quotienten erhöhen, d. h. die Verbrennung der gesättigten Säuren fördern. Nach *Annau* gehören Palmitin-, Stearin- und Olsäure zu einer gemeinsamen Gruppe von Fettsäuren, die den R. Q. etwa in gleichem Ausmassen senken. Letzterer wird durch Zugabe eines Vertreters einer zweiten Gruppe, der Linol-, Linolen- und Arachidonsäure angehören, stark gesteigert. Auf den Wirkstoffcharakter der höher ungesättigten Fettsäuren haben wir bereits hingewiesen; sie sollten in jedem Fett, vor allem durch die Linolsäure vertreten sein.

Von biologischer Bedeutung ist auch die Gegenwart von *Vitaminen* und *Provitaminen*. Es liegt in der Natur der Sache, dass es sich dabei nur um lipoidlösliche Faktoren handeln kann, also um das Vitamin A und seine Provitamine und die Vitamine D, E und K. Die Carotine, das Lycopin und das Xanthophyll bedingen die natürliche Gelbfärbung vieler Fette und Öle. Der Gehalt pflanzlicher Fette an Lipochromen schwankt sehr und soll stark beeinflusst werden durch äussere Ursachen, wie Bodenbeschaffenheit, Klima usw. Nach andauerndem Grünfutter kann das Milchfett und mitunter auch das Körperfett der Tiere ausgesprochen gelb erscheinen. Hühnerfett wird durch Maisgaben gelb. Auch der Carotingehalt des Eidotters lässt sich durch das Futter weitgehend beeinflussen.

Von den Nahrungsfetten ist am Carotin-reichsten wohl die Sommerbutter. Pflanzliche Fette enthalten überhaupt kein Vitamin A und nur wenig oder kein Vitamin D. Der Gehalt an Vitamin E ist, so lange über dessen Bedeutung für den Menschen keine Klarheit besteht, in diesem Zusammenhang vorerst wenig wesentlich.

Allgemein gültige Angaben über das Vitamin-Vorkommen in den Fetten lassen sich nicht machen; diese Fragen sind von Fall zu Fall zu entscheiden. Erinnern wir uns aber, dass gerade die Resorption der Provitamine A, also der

Carotine, ihre Lösung in Fett zur Voraussetzung hat. Daher sind auch die kleinen, in den Fetten gelösten Pro-Vitaminmengen sehr wichtig, weil sie hier in einer Form angeboten werden, die dem Organismus ihre maximale Ausnützung ermöglicht.

Pflanzliche Fette und Öle enthalten nur geringe *Phosphatidmengen*; Sonnenblumensamen hat 0,44, Mohnsamen 0,22 % Phosphatide als Lecithin berechnet. Durch Pressung aus Sonnenblumen-, Baumwollsamen oder Erdnüssen erhaltene Öle zeigen Werte von 0,03 — 0,06 %, durch Extraktion gewonnene Öle solche von 0,2 — 0,4 %. Die Samenphosphatide sind chemisch wenig untersucht, ihre Fettsäure-Zusammensetzung dürfte indessen derjenigen tierischer Phosphatide nahekommen. Linolsäure gilt als dominierend. Es sind ferner wesentliche Mengen an Hexadecensäure nachgewiesen. Der Phosphatidgehalt der Butter wird mit 0 — 1,4 % angegeben, Rindstalg soll 0,033 — 0,073, Schweinefett 0,022 — 0,051 % enthalten. Die Werte ergeben sich aus Phosphorbestimmungen.

Verschiedene in Fetten und Ölen in geringen Mengen vorkommende *Kohlenwasserstoffe* sind in physiologischer Hinsicht noch wenig erforscht. Über das Vorkommen von *Squalen* in pflanzlichen Ölen liegen kürzliche Untersuchungen von *Philippe und Henzi*¹⁵⁾ vor. Am meisten Squalen enthält das Olivenöl.

Inwieweit entsprechen nun die zu Ernährungszwecken auf den Markt gelangenden Öle und Fette diesen genannten Bedingungen? In einem Bericht einer Völkerbundskommission¹⁶⁾, der prominente Vertreter der physiologischen Chemie wie *Mellanby* und *McCollum* angehörten, werden *Oliven-, Baumwoll-, Lein-, Kokosnuss-, Mais-, Palmkern-, Soya- und Arachidöl* als die wichtigsten zur menschlichen Ernährung dienenden Öle genannt. In der Schweiz wurden vorherrschend Fette konsumiert, wobei die Butter über Schweinefett, Rinderfett und hydrierte Fette dominierte. Durch den Krieg sind wesentliche Veränderungen eingetreten. Die sog. «klassischen» Öle und Fette müssen ergänzt oder teilweise ersetzt werden durch bei uns weniger gebräuchliche Arten wie z. B. das Leinöl. Ferner hat die Dringlichkeit der Fettbeschaffung zur Erschliessung aller denkbaren Quellen geführt, womit die Varietät der Ölarten gegenüber Vorkriegszeiten eher vergrössert wurde.

In bezug auf die *Verträglichkeit* steht nach allgemeinem Dafürhalten die Butter an erster Stelle, eine Ansicht, die besonders von klinischer Seite vertreten wird. Butter (zumeist aus pasteurisiertem Rahm gewonnen) ist neben Speck für unsere Verhältnisse auch das einzige Fett, das direkt genossen, also nicht nur zur Nahrungszubereitung verwendet wird. Alle übrigen genannten Öle und Fette haben sich seit Jahrzehnten bewährt und stehen für Gesunde, was die Verträglichkeit anbelangt, nicht hinter der Butter zurück.

Die gebräuchlichen vegetabilischen Öle zeigen hinsichtlich Resorption keine Unterschiede und weisen alle sehr hohe Resorptionskoeffizienten auf. Kokosfett wird bei Schmelzpunkten von 20—28° gut resorbiert, Butterfett schmilzt bei 28—42°, Schweinefett bei 34—48° und Rindertalg bei 42—50°.

Tabelle 1
*Prozentuale Fettsäuren-Zusammensetzung von Oliven-, Arachid-,
Palm- und Baumwollsamenöl*

Bezeichnung	Herkunft	gesättigt				ungesättigt	
		C ₁₄	C ₁₆	C ₁₈	C ₂₀ C ₂₂ C ₂₄	Oel- säure	Linol- säure
<i>Olivenöl</i>	Korsika	—	9,4	2,0	—	84,5	4,0
	Italien	1,1	9,7	1,0	—	79,8	7,5
	Spanien	0,2	9,5	1,4	—	81,6	7,0
	Palästina	0,5	10,0	3,3	—	77,5	8,6
	Californien	—	7,0	2,3	—	85,3	4,7
<i>Arachidöl</i> (<i>Arachis hypogaea</i>)	Spanien	—	8,3	6,3	7,1	53,4	24,9
	Philippinen	—	8,6	3,6	5,9	54,5	27,4
	Senegal	—	7,3	2,6	5,2	65,7	19,2
	West-Afrika	—	6,0	3,0	6,5	71,5	13,0
	Virginien	—	6,3	4,9	5,9	61,1	21,8
<i>Palmöl</i> (<i>Eloeis guineensis</i>)	West-Afrika	1,0	35,5	8,5	—	48,0	7,0
	Belgisch Kongo	1,2	43,0	4,4	—	40,2	11,2
	Malaya	2,5	40,8	3,6	—	45,2	7,9
	Sumatra	0,6	43,8	2,9	—	43,1	9,5
	Liberia	1,6	35,0	5,3	—	50,1	8,0
	Elfenbeinküste	2,3	34,3	5,6	—	49,5	8,3
<i>Baumwollsamenöl</i> (<i>Gossypium arboreum</i>)	Indien	3,3	19,9	1,3	0,6*	29,6	45,3
	(<i>Gossypium herbaceum</i>)	Indien	2,2	19,6	2,7	0,7*	24,6
	(<i>Gossypium barbadense</i>)	U. S. A.	0,3	20,2	2,0	0,6*	35,2
	(<i>Gossypium hirsutum</i>)	U. S. A.	0,5	21,9	1,9	0,1*	30,7
							44,9

* Arachinsäure

Zur Beurteilung der *chemischen Zusammensetzung* bestimmter Fette und Öle sind in den Tabellen 1—12 einige Analysenresultate unter Berücksichtigung neuester Literaturangaben¹⁷⁾ zusammengestellt.

Hauptkomponente des *Olivenöles* (Tab. 1) ist die Ölsäure, die Linolsäure kommt zu 5—8 %, von den gesättigten Säuren die Palmitinsäure zu 9—10 % vor. Auch im *Arachidöl* ist die Ölsäure noch Hauptbestandteil, daneben finden sich rund 25 % Linolsäure, 6—8 % Palmitin- und 3—6 % Stearinsäure. Bedeutend reicher an ungesättigten Säuren sind das *Palmöl* und das *Baumwollsamenöl*, in welch letzterem der Linolsäuregehalt bereits denjenigen an Ölsäure übertrifft.

Rapsöl^{*)} (Tab. 2) enthält etwa zu 50 % die Eruca- oder $\Delta^{13,14}$ -Docosenäure $C_{22}H_{42}O_2$ vom Schmelzpunkt 33—34°. Letztere kann nach Fütterung von Rapsöl in den Fettdepots leicht nachgewiesen werden. Obwohl bereits eine lange C-Kette vorliegt, gelingen Resorption und Abbau leicht.

Tabelle 2
Prozentuale Fettsäure-Zusammensetzung des Rapsöles

Bezeichnung und Herkunft	gesättigte Säuren					ungesättigte Säuren			
	C ₁₄	C ₁₆	C ₁₈	C ₂₀	C ₂₄	Öl-säure	Linol-säure	Linolen-säure	Eruca-säure
<i>Brassica alba</i> (Englisch)	—	2,0	—	1,0	1,0	28,0	14,5	1,0	52,5
<i>Sinapis campestris</i> (Englisch)	--	1,0	—	—	1,0	32,0	15,0	1,0	50,0
<i>Sinapis campestris</i> (Deutsch)	—	0,8	—	—	—	39,3	11,0	3,7	45,2
<i>Sinapis campestris</i> (Ost-Indisch)	—	2,0	—	—	1,0	17,0	29,0	—	51,0
<i>Sinapis campestris</i> (Indisch)	1,5	—	1,6	—	2,4	20,2	14,5	2,1	57,2

^{*)} Sammlung und Verwertung des inländischen Rapses ist heute durch Weisung Nr. 4 des Eidg. Kriegs-Ernährungs-Amtes, Sektion für Speisefette und Speiseöle, vom 31. März 1943 geregelt. Im Jahre 1942 wurden aus inländischem Raps über die Selbstversorgung hinaus ca. 97 Tonnen Speiseöl gewonnen. 1943 waren es bereits 839 Tonnen; 1944 werden es schätzungsweise 4800 Tonnen Speiseöl sein.

Leinöl gehört zu den sog. trockenen Ölen, die charakterisiert sind durch einen hohen Gehalt an Linol- und besonders an Linolensäure. Seine Zusammensetzung (Tab. 3) wird folgendermassen angegeben: Ölsäure 6—19 %, Linolsäure 23—39 %, Linolensäure 43—50 %, gesättigte Säuren 8—11 %. Es ist also ein an biologisch hochwertigen Säuren ausgesprochen reiches Öl, nimmt aber sehr bald durch Autoxydation einen firmisartigen Geruch an, der die Ursache sein dürfte für seine geringe Beliebtheit als Speiseöl.

Tabelle 3
Prozentuale Fettsäure-Zusammensetzung des Leinöles

Bezeichnung und Herkunft	gesättigt	ungesättigt		
	C ₁₆ und C ₁₈	Öl-säure	Linol-säure	Linolen-säure
<i>Leinöl</i> (<i>Linum usitatissimum</i>)				
Calcutta	8,9	18,8	23,2	49,1
La Plata	10,8	12,4	26,6	50,2
La Plata	10,3	9,1	36,4	44,2
La Plata	10,7	6,3	39,3	43,7

Weitere an Linolsäure reiche Öle (50—60 %) sind das *Sonnenblumenöl*, das *Mohn*- und das *Sesamöl* (Tabelle 4), welch ersteres namentlich in Russland in grossem Ausmasse zum Verbrauch gelangt, während das Mohnöl auch bei uns wieder gewonnen wird. Alle drei sind wertvolle Speiseöle.

Tabelle 4
Prozentuale Fettsäure-Zusammensetzung des Sonnenblumen-, Mohn- und Sesamöles

Bezeichnung	Herkunft	gesättigt			ungesättigt		
		C ₁₆	C ₁₈	C ₁₆ und C ₁₈	Öl-säure	Linol-säure	Linolen-säure
<i>Sonnenblumenöl</i> (<i>Helianthus annuus</i>)	Amerika	3,5	2,9	—	34,1	58,5	—
	Kongo	3,7	1,6	—	42,0	52,0	—
	Russland	—	—	9,6	36,2	54,2	—
	Russland	—	—	5,0	33,2	61,8	—
	Russland	—	—	9,8	32,7	57,5	—
	Russland	1,5	7,0	—	26,7	64,8	—
<i>Mohnöl</i> (<i>Papaver somniferum</i>)	subtropisch	4,8	2,9	—	30,1	62,2	—
	Russland	—	—	10,3	25,2	64,5	—
<i>Sesamöl</i> (<i>Sesamum indicum</i>)	Indien	7,8	4,7	—	49,4	37,7	—
	Indien	9,1	4,3	—	45,4	40,4	—
	Sibirien	15,8		—	37,5	46,7	—

Neuerdings werden im Zusammenhang mit der Fettstoffverknappung ölhaltige Samen gesammelt und gepresst, deren man sich in der Vorkriegszeit kaum mehr erinnerte. *Tabaksamenöl**) (Tab. 5) enthält als Hauptbestandteil ebenfalls Linolsäure, desgleichen auch das *Traubenkernöl***) (Tab. 6). In beiden Fällen handelt es sich um vollwertige Produkte, deren Gewinnung zu Ernährungszwecken nicht vernachlässigt werden sollte.

*) Für die Gewinnung von Speiseöl aus *Tabaksamen* gilt heute die Verfügung des Eidg. Kriegs-Ernährungs-Amtes vom 30. Juli 1941. Aus Tabaksamen sind 1942 15 Tonnen Speiseöl gewonnen worden. Aus der Ernte 1943 werden voraussichtlich ca. 30 Tonnen Speiseöl erhalten.

**) Die heute geltende Verfügung des Eidg. Kriegs-Ernährungs-Amtes über die Gewinnung von Speiseöl aus *Traubenkernen* datiert vom 30. September 1943. Aus schweizerischen Traubenkernen wurden folgende Mengen Speiseöl gewonnen: 1941 13 Tonnen, 1942 48 Tonnen und aus der Ernte 1943 voraussichtlich 80 Tonnen.

Tabelle 5
Prozentuale Fettsäure-Zusammensetzung des Tabaköles

Bezeichnung	Herkunft	gesättigt		ungesättigt	
		C ₁₆	C ₁₈	Öl-säure	Linol-säure
Nicotina tabacum	tropisch	10,5	—	23,8	65,7
	U. S. A.	3,3	5,1	17,1	74,5
	U. S. A.	9,8	5,9	28,0	56,3
	Philippinen	7,2	3,1	27,2	62,0 ¹⁾

¹⁾ ferner 0,1% Myristin- und 0,4% Arachinsäure.

Tabelle 6
Prozentuale Fettsäure-Zusammensetzung des Traubenkernöles

Bezeichnung	Herkunft	gesättigt		ungesättigt		
		C ₁₆	C ₁₈	Öl-säure	Linol-säure	Linolensäure
Vitis vinifera	subtropisch	5,5	2,4	36,8	55,3	—
	subtropisch	5,0	10,0	20,0	50,0	— ¹⁾
	Bessarabien	6,5	2,3	32,6	46,0	0,1 ²⁾
	Californien	6,3	2,8	33,8	54,6	2,4 ³⁾
	Deutschland	11,9		16,7	71,4	—
	Deutschland	11,6—16		12—19,7	67—73	—

¹⁾ ferner 10% Ricinol- und 5% Erucasäure.

²⁾ ferner 12,5% Oxysäuren.

³⁾ ferner 0,1% Arachinsäure.

Aus *Maiskeimlingen*^{*)}¹⁸⁾ resultiert gleichfalls ein gutes Linolsäure-reiches Speiseöl (Tab. 7), und auch aus Buchheckern oder *Buchnüssen*^{**) (Tab. 8) lässt sich günstig zusammengesetztes Speiseöl gewinnen.}

^{*)} Auch *Maiskeime* sind in der Schweiz zur Olgewinnung herangezogen worden. 1941/42 wurden insgesamt ca. 190 Tonnen Maiskeimöl erhalten.

^{**) Für Sammlung und Verwertung von *Buchnüssen* auf Speiseöl gilt die Weisung Nr. 3 des Eidg. Kriegs-Ernährungs-Amtes, Sektion für Speisefette und Speiseöle, vom 20. August 1942. Im «Buchnüsslijahr» 1942 wurden inkl. Selbstversorgung ca. 46 Tonnen Speiseöl aus Buchheckern gewonnen.}

Tabelle 7
Prozentuale Fettsäure-Zusammensetzung des Maiskeimlingsöles

Bezeichnung	Herkunft	gesättigt			ungesättigt		
		C ₁₆	C ₁₈	total	Öl-säure	Linol-säure	Linolen-säure
<i>Zea Mays</i>	subtropisch ¹⁾	7,8	3,5	—	46,3	41,8	—
	roh	—	—	18,4	28,7	38,8	8,5
	roh, aus Balkan	—	—	13,6	18,0	60,7	2,7
	La Plata	—	—	17,6	34,8	40,8	1,5

¹⁾ ferner 0,4% Arachinsäure und 0,2% Lignocerinsäure.

Tabelle 8
Prozentuale Fettsäure-Zusammensetzung des Bucheckernöles

Bezeichnung	gesättigt		ungesättigt		
	C ₁₆	C ₁₈	Öl-säure	Linol-säure	Linolen-säure
<i>Fagus silvatica</i>	4,9	3,5	76,7	9,2	0,4
	5,2	3,7	81,0	9,7	0,4
	12,0		50,5	34,6	2,9

Das besonders für Backzwecke sehr beliebte *Cocosfett* enthält als Hauptbestandteile (Tab. 9) Laurin- und Myristinsäure, daneben etwa 7—10% Capryl- und 5—9% Caprinsäure. Bekanntlich unterliegen Fettsäuren mit 8—10 C-Atomen in geringerem Ausmaße der ω -Oxydation¹⁹), nach Überangebot können sich im Harn entsprechende Dicarbonsäuren (Kork- und Sebacinsäure) vorfinden. Die Gefahr einer Diacidurie ist indessen nicht vorhanden; letztere trat bei Hunden erst nach starken Belastungen mit *Cocosfett* ein.

Tabelle 9
Prozentuale Fettsäure-Zusammensetzung des Cocosfettes

Bezeichnung	gesättigt						ungesättigt	
	C ₈	C ₁₀	C ₁₂	C ₁₄	C ₁₆	C ₁₈	Öl-säure	Linol-säure
Cocos nucifera, Cocosnuss tropisch	9,5	4,5	51,0	18,5	7,5	3,0	5,0	1,0
tropisch	7,9	7,2	48,0	17,5	9,0	2,1	5,7	2,6
tropisch	7,8	7,6	44,8	18,1	9,5	2,4	8,2	1,5
tropisch	9,0	6,8	46,4	18,0	9,0	1,0	7,6	1,6
Cocosnussöl, Hainan Südsee-Inseln	8,7	8,1	51,3	13,1	7,5	2,0	5,5	2,3
	9,2	9,7	44,1	15,9	9,6	3,2	6,3	1,5

Schweinefett ist biologisch zweckmäßig zusammengesetzt (vergl. Tab. 10); die Linolsäuregehalte sind indessen weitgehend abhängig von der Art des Futters, etwa die Hälfte der Fettsäuren besteht aus Ölsäure.

Tabelle 10
Prozentuale Fettsäure-Zusammensetzung des Schweinefettes

Bezeichnung	gesättigt			ungesättigt	
	C ₁₄	C ₁₆	C ₁₈	Öl-säure	Linol-säure
Schweine im Alter von 110 Tagen	1,2	25,6	8,5	58,1	6,6
134 Tagen	0,8	27,9	9,0	57,7	4,6
246 Tagen	1,1	26,1	11,5	60,5	0,8
257 Tagen	0,8	25,4	11,0	61,5	1,3
Schweine nach Fütterung mit Mais	0,7	25,2	12,7	54,4	7,0
Schweine nach Fütterung mit Reis	1,8	26,4	12,1	58,5	1,2
Schwein, Hinterteil	1,3	29,0	13,8	43,9	7,2
Nierenfett	1,8	31,1	17,6	40,6	5,3

Die Depotfette des Rindes weisen im allgemeinen bereits höhere Schmelzpunkte auf. Sogenanntes Nierenfett ist indessen biologisch von guter Qualität und wurde besonders vor der Beherrschung des Marktes durch ausländische Fette und Öle zu Kochzwecken geschätzt. Die Gehalte an gesättigten Fettsäuren (Tab. 11) sind bereits beträchtlich. Eigentlicher Rindstalg kann, niedrig schmelzenden Fetten beigemischt, der Ernährung zugeführt werden.

Tabelle 11
Prozentuale Fettsäure-Zusammensetzung des Depotfettes von Rindvieh

	gesättigt				ungesättigt			
	C ₁₂ + C ₁₄	C ₁₆	C ₁₈	C ₂₀	C ₁₄ + C ₁₆	Öl-säure	Linol-säure	C ₂₀ + C ₂₂
Ochs (England)	2,6	33,4	21,4	1,3	2,5	35,2	3,5	0,1
Kuh (Calicut)	5,7	33,4	27,9	0,5	1,9	29,0	1,5	0,1
Kuh (Bombay)	5,9	40,8	25,5	0,7	2,8	22,9	1,1	0,3
Kuh (7 Jahre)								
Nierenfett (England)	3,0	29,2	21,0	0,4	3,3	41,1	1,8	0,2
Ochs (4 Jahre)								
Nierenfett (England)	3,3	24,9	24,1	0,8	2,8	41,8	1,8	0,5
Rind (3 Jahre)								
Nierenfett (England)	2,1	26,9	26,5	1,3	2,3	39,1	1,7	0,1

Das Milchfett oder die Butter (Tabelle 12) weist einen gewissen Prozentsatz Butter-, Capron-, Capryl- und Caprinsäure auf, womit vor allem dem Neugeborenen offenbar leicht verbrennbare, niedere Fettsäuren zur Verfügung stehen. Hauptkomponenten sind indessen die Öl- und die Palmitinsäure (24—26 %). Die höher ungesättigten Säuren der C-Zahl 18 sind noch nicht völlig identifiziert. Während z. B. *Bosworth*²⁰⁾ ohne Schwierigkeiten das bei 114° schmelzende Tetrabromid der Linolsäure aus den ungesättigten Butterfettsäuren erhielt, fand *Hilditch*²¹⁾ davon nur sehr geringe Mengen, indessen aber etwa 3—5 % Octadecandiensäure, welche offenbar ein cis-trans-Isomeres der $\Delta^{9:10,12:13}$ -Säure darstellt. Durch Fütterung von Ölpresskuchen ergeben sich gewisse, wenn auch nur geringe Verschiebungen, z. B. steigt nach Aufnahme von Leinöl- oder Soja-presskuchen der Gehalt an höher ungesättigten Säuren.

Tabelle 12
Prozentuale Fettsäure-Zusammensetzung der Butter

Säure	Stallfütterung (Winter)	
	Probe 1	Probe 2
Buttersäure	3,7	3,0
Capronsäure	2,0	1,4
Caprylsäure	1,0	1,5
Caprinsäure	2,6	2,7
Laurinsäure	1,7	3,7
Myristinsäure	9,3	12,1
Palmitinsäure	25,4	25,3
Stearinsäure	10,7	9,2
Arachinsäure	0,4	1,3
9,10-Decensäure	0,2	0,3
9,10-Dodecensäure	—	0,4
9,10-Tetradecensäure	1,2	1,6
9,10-Hexadecensäure	5,0	4,0
Olsäure	32,4	29,6
Octadecadiensäure	4,0	3,6
C ₂₀ - C ₂₂ ungesättigte Säuren	0,4	0,3

Die gebräuchlichsten Nahrungsfette und Öle dürften bezüglich Fettsäurezusammensetzung den gestellten Anforderungen genügen. Ob man für die menschliche Ernährung Fett oder Öl und hier wiederum dieser oder jener Art den Vorzug geben will, hängt wohl sehr von lokalen Faktoren und Gewohnheiten ab.

Biologische Wirkungsprüfungen von Fetten an Menschen liegen wenig vor und beschränken sich zumeist auf Kontrolle der Resorption. Wir sind daher in der Hauptsache auf die Ergebnisse von Tierversuchen angewiesen. Ältere Arbeiten lassen die Berücksichtigung genügender Vitaminversorgung oft vermissen und mögen daher fragwürdig erscheinen. Ozaki²²⁾ beobachtete an Ratten nach Zusatz von 10 % des zu untersuchenden Fettes oder Öles zum Futter folgende Gewichtszunahmen: für Butter 141, Rüböl 130,5, Arachidöl und Olivenöl 114, Lebertran 112, Baumwollsamenöl 101, Rindertalg 96 und Schweinefett 80,0 gr. Elvehjem und Mitarbeiter²³⁾ verwendeten 3 Wochen alte Tiere und fütterten ihnen die zu prüfenden Fette in einer Menge von 4 % in feiner Emulsion einer Magermilch beigemischt. Unter solchen Bedingungen gewährleisteten Butterfett, Maisöl, Cocosöl, Baumwollsamenöl und Sojaöl gutes Wachstum. In der ersten

Periode (2—3 Wochen) nach Beginn der Versuche wirkte Butterfett am günstigsten, später liessen sich aber keine Unterschiede mehr beobachten.

Euler und Mitarbeiter¹¹⁾ fanden in bezug auf Gewichtszunahme und Pelzbeschaffenheit bei Ratten eine Margarine aus 15 % Sojaöl, 70 % Cocosöl, 15 % Hartfett (Schmelzpunkt 40—42 °) der Butter, ferner raffiniertem Erdnuss-, Cocos-, Soja- und Baumwollsamenöl überlegen. Jedenfalls war die Wachstumswirkung der Margarine keineswegs geringer als die des Butterfettes. Erdnussöl erwies sich für junge Tiere (bis 8 Wochen) weniger geeignet als Margarine. Die Versuche erfolgten bei optimaler Vitaminzufuhr, und die Autoren vermuten, ausgeprägtere Unterschiede im Verhalten einzelner Fettarten würden vielleicht erst bei unzureichenden Vitamingaben auftreten.

Eine von der Butter verschiedene Zusammensetzung weisen die Fettsäuren der *Frauenmilch* auf. Untersuchungen von *Bosworth*²⁰⁾ ergaben nur sehr geringe Gehalte an Butter- und Capron-, hingegen merkliche Mengen an Linolsäure. *Hilditch* und *Meara*²⁴⁾ haben diese Befunde bestätigt und erweitert. Sie stellten fest, dass das menschliche Milchfett in der Hauptsache, d. h. zu 30—37 %, aus Ölsäure und zu 22—24 % aus Palmitinsäure besteht. Etwa 7 % Octadecadiensäure, grösstenteils Linolsäure, und 3—4 % ungesättigte Fettsäuren mit 20—22 C-Atomen wurden gefunden. Der Gehalt an Stearin- und Myristinsäure betrug je 8—9 %, derjenige an Laurin- 5—7 und an Caprinsäure 2—3 %. Niedrigere Homologe als letztere waren nicht vorhanden. Die Fettsäuren der Frauenmilch sind daher von denjenigen der Kuhmilch durch das Fehlen der Butter-, Capron- und Caprylsäure und durch einen viel höheren Gehalt an Linolsäure unterschieden. Diese Ergebnisse über den Aufbau des menschlichen Milchfettes sollten bei der Herstellung von Speisefetten Berücksichtigung finden.

Die pflanzlichen Öle und, mit Ausnahme der Butter, auch die meisten tierischen Fette gelangen heute indessen kaum mehr in nativem Zustand zum Verbrauch. Die *Raffinations- und Reinigungsprozesse*, denen sie unterworfen werden, beruhen auf der Entfernung unlöslicher Verbindungen, der Entschleimung, Entsäuerung, Desodorisierung und Entfärbung. Es wird die Gewinnung eines möglichst hellen, sogar farblosen, klaren Produktes geringer Säurezahl angestrebt. Dabei braucht eine hohe Säurezahl die Haltbarkeit nicht ungünstig zu beeinflussen. Diese Verbesserungen erfolgen leider auf Kosten biologisch wichtiger Begleitsubstanzen. Auch können dadurch Metallspuren in das Fett gelangen, die seine Haltbarkeit sehr ungünstig beeinflussen. Durch Entsäuerung mit Lauge werden Phosphatide und Chinoide-Verbindungen (Vitamin E und K, Antioxydantien) zerstört. Adsorptions-Entsäuerung führt zu Ausschaltung ziemlich aller biologisch wichtigen Begleitstoffe.

Wo es sich um nur schlecht haltbare Produkte handelt, ist unter diesem Gesichtspunkt eine Raffination oder Reinigung angebracht. Sie soll jedoch möglichst schonend durchgeführt werden. Natürliche Farbe und Geschmack müssen, wenn nicht zwingende Gründe vorliegen, weitgehend erhalten bleiben. Gewiss

wird man heute alle Initiativen begrüssen, die geeignet sind, ein infolge seines Geruches oder Geschmackes wenig beliebtes Fett oder Öl der Ernährung zuzuführen. Hier erwachsen der Industrie dankbare Aufgaben.

Wasserfreie Fette und Öle sind unter vernünftigen Bedingungen gut haltbar, sie enthalten selbst gewisse *Antioxydantien*, welche einen natürlichen Schutz bilden und durch ungeeignete Manipulationen verloren gehen. Durch Aufklärung der Bevölkerung im Sinne von Hinweisen zu zweckmässiger Aufbewahrung der Fettbestände kann zur Bekämpfung des Fettverderbens viel beigetragen werden.

Seit Jahren wird die ursprünglich zur Verwertung von Tranen technisch ausgebauten *Hydrierung* auch auf hochwertige pflanzliche Öle ausgedehnt. Es soll damit einem allgemeinen Bedürfnis der Hausfrauen entsprochen werden, die statt Öl lieber ein Fett für Kochzwecke benützen. Dabei wird übersehen, dass die Verwendung des Öles viel sparsamer ist, ein Gesichtspunkt, der heute besondere Beachtung verdient.

Die Vorgänge der Fetthärtung beruhen auf der Absättigung doppelter Bindungen, welche indessen nicht gleichmässig mit Wasserstoff reagieren, indem solche in bestimmten Stellungen bevorzugt werden. Denn bei der Härtung eines Linol- und Linolensäure-haltigen Gemisches werden diese Verbindungen zuerst angegriffen und sind nach partieller Hydrierung trotz verhältnismässig hoher Jodzahl des Fettes auf Grund der charakteristischen, in Petroläther unlöslichen Bromide nicht mehr nachweisbar. Um die Resorption nicht ungünstig zu beeinflussen, wird die Hydrierung nicht bis zur völligen Absättigung getrieben, vielmehr nach Erreichung eines der Körpertemperatur angenäherten Schmelzpunktes abgebrochen. Bei der partiellen Hydrierung können neue ungesättigte Fettsäuren entstehen.

Durch die Härtung werden auch die Carotine und Sterine unwirksam; sie bedeutet also eine *ausgesprochene biologische Schädigung*. Hochwertige native Öle bedürfen der Hydrierung nicht. Zur Aufarbeitung schwer verwertbarer Trane und Öle kommt dem Verfahren hingegen grosse Bedeutung zu. Wir erwähnen als Beispiel das Leinöl, dessen Firnisgeruch seine direkte Verwendung zur Ernährung beeinträchtigt. Hydriertes Leinöl als Leinfett natürlichen Ölen beigemischt, stellt eine brauchbare Komponente dar, die besonders in der heutigen Zeit dankbare Aufnahme finden sollte.

Vom biologischen Standpunkt aus ist es sogar wünschenswert, an Stelle eines einheitlichen Fettes oder Öles bekannter Provenienz ein *Gemisch* natürlicher Fette oder Öle herzustellen. Damit lassen sich Schmelzpunkt und Fettsäure-Zusammensetzung gegebenenfalls zweckmässig korrigieren. Jedenfalls sollten gehärtete Fette durch Beimischung nativer Öle verbessert werden. Nach biologischen Gesichtspunkten zubereiteten *Fettgemischen* gebührt, besonders heute bei den kriegsbedingten geringen Fettmengen, der Vorzug.

Zusammenfassung

Die biologische Wertigkeit der Nahrungsfette hängt von deren guter Verträglichkeit, möglichst völliger Resorption, zweckmässiger Fettsäurezusammensetzung und ihrem Gehalt an Provitaminen und Vitaminen ab. Die Verträglichkeit kann durch Begleitsubstanzen oft exogener Herkunft ungünstig beeinflusst werden. Die Resorption ist weitgehend vom Schmelzpunkt abhängig, der jedenfalls nicht über der Körpertemperatur liegen soll. Da die Fette nicht nur Energie-spender darstellen, sondern als Vehikel für die Resorption fettlöslicher Vitamine dienen und ihnen auch Wirkstoffcharakter zukommt, verdient ihre Fettsäurezusammensetzung besondere Beachtung. Die biologische Bedeutung ungesättigter Fettsäuren ist nicht zu unterschätzen, Linol- und Linolensäure erweisen sich jedenfalls für Mäuse und Ratten als lebensnotwendig. In Fetten und Ölen, die der Ernährung dienen, sollen diese *essentiellen Fettsäuren* daher enthalten sein. Es werden für eine Reihe gebräuchlicher Öle und Fette die prozentualen Fettsäure-Zusammensetzungen mitgeteilt. Biologisch betrachtet führen weitgehende Raffination und Hydrierung zu qualitativen Einbussen. Zweckmässig, d. h. nach biologischen Gesichtspunkten zusammengesetzte *Fett- und Ölgemische* sind neben *Butter* den Bedürfnissen des Organismus am besten angepasst.

Résumé

La valeur biologique des graisses alimentaires dépend de la manière dont elles sont supportées (digestibilité), de leur résorption aussi complète que possible, de la composition rationnelle des acides gras et de la teneur en provitamines et en vitamines. La digestibilité peut être influencée parfois dans un sens défavorable par des substances d'origine exogène. La résorption dépend dans une large mesure du point de fusion, qui ne doit pas être supérieur à la température du corps. Comme les graisses ne sont pas uniquement des sources d'énergie, mais qu'elles ont aussi le caractère d'agents protecteurs, il y a lieu d'accorder une attention particulière à la composition de leurs acides gras. L'importance biologique des acides gras non saturés ne doit pas être sousestimée; les acides linolique et linoléique sont en tout cas indispensables pour maintenir en vie les souris et les rats. Les graisses et les huiles qui servent à l'alimentation humaine doivent donc contenir ces *acides gras essentiels*.

Pour une série d'huiles et de graisses employées couramment ce travail contient des données sur leur pourcentage en différents acides gras. Du point de vue biologique une raffination poussée et l'hydrogénéation sont à considérer comme abaissant la qualité. Des *mélanges de graisses et d'huiles* rationnels, c. à. d. bien composés du point de vue biologique sont, à part le *beurre*, le mieux adaptés aux besoins de l'organisme.

Literatur

- ¹⁾ *K. Bernhard und H. Steinhauser*, Helv. Chim. Acta 27, 207 (1944).
- ²⁾ *H. M. Evans and S. Lepkovsky*, J. Biol. Chem. 99, 231 (1932/33).
K. Bernhard and R. Schoenheimer, J. Biol. Chem. 133, 707 (1940).
K. Bernhard, H. Steinhauser und F. Bullet, Helv. Chim. Acta 25, 1313 (1942).
- ³⁾ *G. O. Burr and M. H. Burr*, J. Biol. Chem. 82, 345 (1929) etc.
- ⁴⁾ Vgl. *F. Bullet*, «Zur Biologie der ungesättigten Fettsäuren», Diss. med. Zürich 1943. — *S. Edlbacher und G. Viollier*, Z. Vitaminf. 15, 274 (1944).
- ⁵⁾ *O. Turpeinen*, J. Nutrit. 15, 351 (1938); *E. M. Hume, L. C. A. Nunn, I. Smedley-Maclean and H. Henderson Smith*, Biochem. J. 34, 879 (1940).
- ⁶⁾ *H. R. Rosenberg*, Chemistry and Physiology of the Vitamins, Interscience Publ., Inc., New York (1942).
- ⁷⁾ *P. Karrer und H. Koenig*, Helv. Chim. Acta 26, 619 (1943).
- ⁸⁾ *A. v. Beznák, M. v. Beznák und I. Hajdu*, Die Ernährung 8, 209, 236 (1943).
- ⁹⁾ *E. Iselin*, Mitt. Lebensmitteluntersuchung u. Hygiene, 35, 113 (1944).
- ¹⁰⁾ *H. J. Channon, G. N. Jenkins and J. A. B. Smith*, Biochem. J. 31, 41 (1937).
D. Rittenberg, R. Schoenheimer and E. A. Evans Jr., J. Biol. Chem. 120, 503 (1937).
- ¹¹⁾ Vgl. *B. v. Euler, H. v. Euler und I. Säberg*, Die Ernährung 7, 65 (1942).
- ¹²⁾ *O. Flössner*, Die Ernährung 8, 89 (1943); *H. Kraut, A. Weischer und R. Hügel*, Biochem. Z. 316, 96 (1943).
- ¹³⁾ *S. Skraup, F. Strieck und J. Schorn*, Z. physiol. Chem. 259, 1 (1939).
- ¹⁴⁾ *E. Annau, A. Eperjessy and Z. L. Zathureczky*, Z. physiol. Chem. 279, 66 (1943).
- ¹⁵⁾ *E. Philippe und M. Henzi*, Mitt. Lebensmittelunters. u. Hygiene 35, 94 (1944).
- ¹⁶⁾ *Alimentation. Rapport définitif du Comité mixte de la Société des Nations*, Genève 1937, pag. 134.
- ¹⁷⁾ *T. P. Hilditch*, The chemical constitution of natural fats. Chapman and Hall Ltd. London (1941); *T. P. Hilditch*, Ann. Rev. Biochem. 11, 77 (1942).
- ¹⁸⁾ *H. Thaler und W. Groseff*, Fette und Seifen 50, 513 (1943).
- ¹⁹⁾ *K. Bernhard und H. Lincke*, Biologische Oxydationen, Fortschr. Chem. organ. Naturstoffe Bd. IV im Druck.
- ²⁰⁾ *A. W. Bosworth*, J. Biol. Chem. 106, 235 (1934).
- ²¹⁾ *T. P. Hilditch*, Analyst 62, 252 (1937).
- ²²⁾ *J. Ozaki*, Biochem. Z. 192, 428 (1928).
- ²³⁾ *E. J. Schantz, R. K. Boutwell, C. A. Elvehjem and E. B. Hart*, J. Dairy Sci. 23, 181 (1940).
- ²⁴⁾ *T. P. Hilditch und M. L. Meara*, Biochem. J. 38, 29 (1944).