

<b>Zeitschrift:</b>	Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène
<b>Herausgeber:</b>	Bundesamt für Gesundheit
<b>Band:</b>	58 (1967)
<b>Heft:</b>	5
<b>Artikel:</b>	Beitrag zur gaschromatographischen Untersuchung von Fetten und Oelen. 3. Mitteilung, Die Fettsäuren-Verteilung pflanzlicher Oele und Fette
<b>Autor:</b>	Hadorn, H. / Zürcher, K.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-982951">https://doi.org/10.5169/seals-982951</a>

### 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:** 22.01.2026

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

# Beitrag zur gaschromatographischen Untersuchung von Fetten und Oelen

## 3. Mitteilung

### Die Fettsäuren-Verteilung pflanzlicher Oele und Fette

*H. Hadorn und K. Zürcher*

Aus dem Laboratorium des Verbandes Schweiz. Konsumvereine (VSK), Basel

#### I. Allgemeines

Früher wurden die Fette und Oele fast ausschließlich durch sog. Kennzahlen charakterisiert (VZ, JZ, RhZ usw.). Die genaue Bestimmung der einzelnen Fettsäuren war mit einem großen Arbeits- und Zeitaufwand verbunden und in vielen Fällen überhaupt nicht genau möglich. Erst mit Hilfe der Gaschromatographie ist es gelungen, praktisch das ganze Fettsäurenspektrum der Fette und Oele aufzutrennen und die einzelnen Fettsäuren genau zu bestimmen.

In der Literatur findet man bereits zahlreiche Angaben über die Fettsäurenverteilung in Speisefetten und Oelen. Die Mengenangaben der verschiedenen Autoren weichen zum Teil stark voneinander ab. Zudem ist es mühsam, die in der Literatur zerstreuten Analysen der einzelnen Oele zusammenzusuchen.

In dieser Arbeit sollen daher eigene Untersuchungen an zahlreichen wichtigen Speiseölen und Fetten mitgeteilt werden. Von jeder Oelsorte haben wir, wenn möglich neben Oelen des Handels auch authentische, selber aus den Oelsaaten isolierte Oele untersucht. Es zeigte sich, daß die Handelsöle häufig mit kleinern oder größeren Mengen anderer Oele verunreinigt sind.

In früheren Arbeiten (1, 2) haben wir verschiedene Methoden zur Herstellung der Methylester überprüft und möglichst optimale Bedingungen zur gaschromatographischen Trennung ausgearbeitet.

Alle in dieser Arbeit mitgeteilten Werte wurden nach den gleichen Methoden erhalten. Sie sind somit untereinander vergleichbar, selbst wenn sie mit kleinen systematischen Fehlern behaftet sein sollten. Am Schluß der Arbeit werden die genauen Arbeitsvorschriften zur Herstellung der Fettsäure-ester und die Bedingungen zur gaschromatographischen Trennung angegeben.

#### 1. Nomenklatur und Symbole

Wir haben für die Fettsäuren einfache Symbole benutzt, ähnlich denjenigen, die Iverson und Mitarbeiter (3) verwendet haben.

Hinter dem C-Atom steht als Index die Anzahl der C-Atome. Z. B. C<sub>16</sub> oder C<sub>18</sub> bedeuten gesättigte Fettsäuren mit 16 oder 18 C-Atomen. Bei ungesättigten

Fettsäuren folgt hinter dem Index ein Doppelpunkt, welcher die Doppelbindung andeutet. Die Zahl hinter dem Doppelpunkt entspricht der Anzahl Doppelbindungen, z. B.  $C_{18:1}$  = 1 Doppelbindung (Oelsäure) oder  $C_{18:3}$  = 3 Doppelbindungen (Linolensäure).

Da die meisten Fettsäuren mehr oder weniger gebräuchliche Trivialnamen besitzen, haben wir in Tabelle 1 die Symbole, die Bruttoformel und die Namen der von uns bestimmten Fettsäuren zusammengestellt.

*Tabelle 1 Formeln und Namen der häufigsten Fettsäuren*

Symbol	Bruttoformel	Systematischer Name	Trivialname
$C_4$	$C_4H_8O_2$	Butansäure	Buttersäure
$C_6$	$C_6H_{12}O_2$	Hexansäure	Capronsäure
$C_8$	$C_8H_{16}O_2$	Octansäure	Caprylsäure
$C_{10}$	$C_{10}H_{20}O_2$	Decansäure	Caprinsäure
$C_{12}$	$C_{12}H_{24}O_2$	Dodecansäure	Laurinsäure
$C_{14}$	$C_{14}H_{28}O_2$	Tetradecansäure	Myristinsäure
$C_{16}$	$C_{16}H_{32}O_2$	Hexadecansäure	Palmitinsäure
$C_{16:1}$	$C_{16}H_{30}O_2$	$\Delta$ -9, 10-Hexadecensäure	Palmitoleinsäure
$C_{17}$	$C_{17}H_{34}O_2$	Heptadecansäure	—
$C_{18}$	$C_{18}H_{36}O_2$	Octadecansäure	Stearinsäure
$C_{18:1}$	$C_{18}H_{34}O_2$	$\Delta$ -9, 10-Octadecensäure	Oelsäure
$C_{18:2}$	$C_{18}H_{32}O_2$	$\Delta$ -9, 10-12, 13-Octadecadiensäure	Linolsäure
$C_{18:3}$	$C_{18}H_{30}O_2$	$\Delta$ -9, 10-12, 13-15, 16-Octadecatriensäure	Linolensäure
$C_{20}$	$C_{20}H_{40}O_2$	Eicosansäure	Arachinsäure
$C_{20:1}$	$C_{20}H_{38}O_2$	$\Delta$ -9, 10-Eicosensäure	Gadoleinsäure
$C_{20:2}$	$C_{20}H_{36}O_2$	Eicosadiensäure	—
$C_{22}$	$C_{22}H_{44}O_2$	Docosansäure	Behensäure
$C_{22:1}$	$C_{22}H_{42}O_2$	$\Delta$ -13, 14-Docosensäure	Erucasäure
$C_{22:2}$	$C_{22}H_{40}O_2$	Docosadiensäure	—
$C_{24}$	$C_{24}H_{48}O_2$	Tetracosansäure	Lignocerinsäure
$C_{24:1}$	$C_{24}H_{46}O_2$	$\Delta$ -15, 16-Tetracosensäure	Selacholeinsäure

## 2. Darstellung der Gaschromatogramme

In dieser Arbeit wird für jede Oelsorte zunächst ein sog. Uebersichtschromatogramm abgebildet. Aus diesen Uebersichtschromatogrammen, welche meistens über den ganzen Bereich mit konstanter Empfindlichkeit aufgenommen wurden, lässt sich sofort entnehmen, welche Fettsäuren als Hauptkomponenten vorkommen. Für die genaue quantitative Auswertung haben wir Chromatogramme hergestellt, die mit größerer Empfindlichkeit aufgenommen wurden. Stark ausgeprägte Peaks mußten jeweils entsprechend abgeschwächt werden.

## 3. Einteilung der Fette und Oele

*Ullmann* (4) teilt die pflanzlichen Fette und Oele nach ihrem Anteil an charakteristischen Fettsäuren in 6 Hauptgruppen ein. Wir haben diese recht zweckmäßige Einteilung für unsere Tabellen übernommen. Dadurch kommen Oele und Fette mit ähnlicher Zusammensetzung in die gleiche Gruppe. In der nachstehenden Aufstellung haben wir jene Oele und Fette, die für die menschliche Ernährung von untergeordneter Bedeutung sind, und von uns nicht untersucht wurden, eingeklammert.

- a) *Laurin-Myristinsäure-Gruppe*  
Kokosfett, Palmkernfett  
(Babassufett, Muskatbutter, Lorbeersamenfett)
- b) *Palmitinsäure-Gruppe*  
Palmfett oder Palmöl  
(Stillingiatalg)
- c) *Stearinsäure-Gruppe*  
Kakaobutter  
(Sheabutter, Borneotalg)
- d) *Oelsäure-Linolsäure-Gruppe*  
Olivenöl  
Erdnußöl, Baumwollssamen, Mandelöl, Sonnenblumenöl, Haselnußöl, Sojaöl, Sesamöl, Maiskeimöl, Safloröl, Walnußöl, Mohnöl, Kürbiskernöl, Traubenkernöl
- e) *Linolensäure-Gruppe*  
Leinöl, (Perillaöl, Hanföl)
- f) *Erucasäure-Gruppe*  
Rapsöl, Senfsamenöl

## II. Diskussion der Resultate

In den Tabellen auf Seite 364 bis 379 sind die Fettsäuren-Verteilungen der verschiedenen Fette und Oele zusammengestellt. Für jede Fettsäure wird der Prozentgehalt angegeben (Summe der Fettsäuren = 100). Spur bedeutet in der Regel Mengen unter 0,1 %. 0 bedeutet nicht nachweisbar; — nicht bestimmt,

d. h. in der Regel mit unserer Methode nicht nachweisbar. Für jede Oel- oder Fettsoarte werden, soweit dies möglich war, zuerst die Resultate von authentischen Mustern angegeben. Die meisten dieser Oele haben wir selber aus Saaten durch kalte Extraktion mit Petroläther isoliert. Anschließend folgen die Analysen von Handelsölen. Einige dieser Oele waren vermutlich nicht sortenrein. Sie sind in den Tabellen unter dem Titel «verdächtige Handelsöle» aufgeführt. Bei der Begründung der einzelnen Resultate wird speziell auf die mutmaßliche Verunreinigung hingewiesen.

Am Schluß geben wir für jede Oelsorte noch die Resultate anderer Autoren. Dabei beschränkten wir uns auf neuere Angaben. Ältere Analysen, die zum Teil völlig abweichende Resultate ergaben, wurden nicht berücksichtigt. Die Zahlen der im Schweiz. Lebensmittelbuch (5) aufgeführten Tabelle wurden zum größten Teil von *Grün* (6) und *Wachs* (7) übernommen.

### *Kokosfett oder Kokosöl*

Kokosfett ist das Samenfett der Kokospalme. Charakteristisch für Kokosfett ist neben den hohen Gehalten an mittleren Fettsäuren, wie Laurinsäure (45—48 %) und Myristinsäure (17—19 %) das Vorkommen kurzkettiger Fettsäuren bis zur Capronsäure (0,5—1,5 %). Recht beträchtlich sind die Gehalte an Caprylsäure (9—11 %), Caprinsäure (6—7 %) und Palmitinsäure (7—9 %). Ungesättigte Fettsäuren findet man in Kokosfett nur in relativ geringen Mengen, was schon aus der niedrigen Jodzahl (JZ = 8—10) hervorgeht. Oelsäure: 5—7 %, Linolsäure 1—2 %. Höhere Fettsäuren mit über 18 C-Atomen kommen im Kokosfett nicht oder höchstens in Spuren vor. Das Kokosfett des Handels Nr. 4 (Rohware) dürfte auf Grund seines auffallend hohen Gehaltes an Oelsäure mit einem Oel aus der Oelsäure-Gruppe verunreinigt sein.

### *Palmkernfett*

Palmkernfett stammt aus den Kernen der Oelpalme, deren Fruchtfleisch das Palmöl oder Palmfett liefert. Palmkernfett zeigt eine ähnliche Fettsäurenverteilung wie Kokosfett. Beide Fette enthalten die gleichen Fettsäuren. Palmkernfett unterscheidet sich durch die etwas geringeren Gehalte an Caprylsäure (4—6 %) und Caprinsäure (3,5—4,4 %). Der Gehalt an Oelsäure ist mit 10,6—18,5 % wesentlich höher als im Kokosfett (5—7 %). Aus diesem Grund ist auch die Jodzahl des Palmkernfettes etwas höher (JZ = 14—22). Hauptkomponente des Palmkernfettes ist die Laurinsäure (44—53 %).

### *Palmöl*

Palmöl stammt aus dem Fruchtfleisch des Samens der Oelpalme. Palmöl enthält im Gegensatz zu Palmkernöl und Kokosfett nur geringe Mengen der kurzkettigen und mittleren Fettsäuren C<sub>8</sub>—C<sub>14</sub>. In 3 rohen Palmölen fanden wir keine Capryl- und Caprinsäure und höchstens Spuren von Laurinsäure. Das raffinierte Palmöl Nr. 21 enthielt zwar geringe Mengen dieser 3 kurzkettigen

Fettsäuren. Es besteht der Verdacht, daß dieses Muster etwas Kokosfett (ca. 5—8 %) enthält, das vermutlich beim Raffinieren hinein gelangte. Auffallend hoch ist im Palmöl der Gehalt an Palmitinsäure (39—47 %), die ja ihren Namen vom Palmöl erhalten hat. Auch ungesättigte Fettsäuren kommen in beträchtlichen Mengen vor. Oelsäure 33—39 %, Linolsäure 9—12 %. Nach Literaturangaben sollen Oelsäure-Gehalte bis zu 50 % vorkommen. Arachinsäure findet man in Mengen von ca. 0,5 %, höhere Fettsäuren höchstens in Spuren.

### Kakaobutter

Für Kakaobutter charakteristisch sind die relativ hohen Gehalte an gesättigten Fettsäuren, Palmitinsäure (26—28 %), Stearinsäure (31—34 %). Von den ungesättigten Fettsäuren macht die Oelsäure mit 34—39 % den Hauptanteil aus. Mehrfach ungesättigte Fettsäuren kommen nur in relativ geringen Mengen vor. Linolsäure (4 %), Linolensäure 0,3 %. Die authentische Kakaobutter zeigt die gleiche Zusammensetzung wie die 3 Kakaobutter-Proben des Handels. Unsere Werte stimmen gut mit den Angaben der Literatur überein.

### Olivenöl

Wie bereits *Iverson* und Mitarbeiter (3) gezeigt haben, lassen sich die Olivenöle in 2 Gruppen einteilen. Die italienischen, spanischen, griechischen und californischen Olivenöle (insgesamt 17 Proben) weisen alle ungefähr die gleiche Zusammensetzung auf. Sie enthalten viel Oelsäure (68—76 %) neben relativ wenig Linolsäure (7—13 %). Daneben 10—15 % Palmitinsäure und geringe Mengen von Palmitolein-, Stearin- und C<sub>20</sub>-Säuren. Die tunesischen Olivenöle fallen durch ihren höheren Linolsäure-Gehalt (18—22 %) und einen entsprechend niedrigeren Gehalt an Oelsäure (55—60 %) auf. Gewisse italienische und zahlreiche französische Olivenöle sind oft mit beträchtlichen Mengen tunesischem Olivenöl vermischt. In ihrer Zusammensetzung gleichen sie daher eher den tunesischen Olivenölen. *Iverson* und Mitarbeiter geben in ihren Tabellen Analysen von italienischen und französischen Olivenölen, welche hinsichtlich ihrer Zusammensetzung den tunesischen Oelen gleichen. Mit größter Wahrscheinlichkeit handelt es sich hier um tunesische Oele, die unter falscher Deklaration verkauft wurden, oder um Mischungen, die vorwiegend tunesisches Olivenöl enthielten. In unserer Tabelle haben wir derartige falsch deklarierte Olivenöle nicht aufgenommen. Die californischen Olivenöle besitzen die gleiche Zusammensetzung wie die italienischen und spanischen Olivenöle. Unsere Analysen von 10 Handelsölen und einem authentischen, selber aus türkischen Oliven gewonnenen Olivenöl bestätigen die Ergebnisse von *Iverson* und Mitarbeiter. Die Gehalte der verschiedenen Fettsäuren bewegen sich innerhalb der gleichen Grenzen.

### Erdnußöl

Erdnußöle, die wir selber aus Erdnüssen isolierten, sowie eine Anzahl normaler Handelsöle, enthalten vorwiegend die ungesättigten Fettsäuren Oelsäure

(41—63 %) und Linolsäure (18—35 %). Die Schwankungsbreite ist recht groß. Die Summe von Oelsäure und Linolsäure bewegt sich innerhalb engerer Grenzen (74—81 %), was übrigens bei verschiedenen Oelen der Oelsäure-Linolsäure-Gruppe der Fall ist. Andere ungesättigte Fettsäuren kommen im Erdnußöl nur in geringen Mengen (Linolsäure 1,5 %) oder in Spuren vor. (Palmitolein und Eruca-säure ca. 0,1 %).

An gesättigten Fettsäuren findet man die Palmitinsäure mit 9—13 %, und die Stearinsäure mit 2—5 %. Charakteristisch für Erdnußöl sind die langkettigen Fettsäuren mit 20 bis 24 C-Atomen. Arachinsäure (1,5—2,1 %), Behensäure (2,6—4,2 %), Lignocerinsäure (1,4—2,0 %).

Einige verdächtige Erdnußöle des Handels enthielten merkliche Mengen Eruca-säure (1—3 %), was auf einen Zusatz von ca. 3—6 % Rapsöl hindeutet. Der Gehalt an Linolsäure in den Oelen Nr. 52 und Nr. 53 ist außerdem stark erhöht, was vermutlich von einem Verschnitt mit Sonnenblumenöl herrührt.

*Iverson* und Mitarbeiter (12) haben sich eingehend mit der gaschromatographischen Trennung und Bestimmung der Fettsäuren von Erdnußölen beschäftigt. Sie haben aus 22 Proben gerösteter Erdnüsse verschiedener Provenienzen das Oel extrahiert und gaschromatographisch untersucht. Sie fanden, daß die Erdnußöle aus verschiedenen Saaten ziemlich stark variieren. Sie führen dies auf klimatische und jahreszeitliche Unterschiede und hauptsächlich verschiedene Sorten zurück. Die von *Iverson* und Mitarbeitern publizierten Werte für authentische Erdnußöle stimmen erstaunlich gut mit unseren Zahlen überein. Oelsäure und Linolsäure bewegen sich nahezu innerhalb der gleichen Grenzen wie bei unseren selbst aus Erdnüssen isolierten Oele. In raffinierten Handelsölen fanden *Iverson* und Mitarbeiter zum Teil viel niedrigere Oelsäure-Gehalte und wesentlich höhere Linolsäure-Gehalte als in den authentischen Oelen. Vermutlich handelt es sich zum Teil um unreine Handelsöle, die mit linolsäure-reichen Oele (z. B. Sonnenblumenöl) verschnitten waren. Auch *Piorr* (11) fand zum Teil Handelsöle mit auffallend hohen Linolsäure-Gehalten, was auf eine Vermischung mit anderen Oelen hindeutet.

### Baumwollsamenöl (Cottonöl)

Hauptkomponenten sind Palmitinsäure (20—23 %), Oelsäure (17—18 %) und Linolsäure (52—55,7 %). Von den andern Fettsäuren sind nur Spuren oder geringe Mengen von 1—2 % vorhanden. Unsere Resultate stimmen nicht durchwegs mit den Literaturangaben überein. *Ullmann* (4) gibt beispielsweise einen wesentlich höheren Oelsäure-Gehalt an (29,8 %).

### Mandelöl

Mandelöl zeichnet sich durch hohe Gehalte an Oelsäure (62—73 %) und Linolsäure (18—28 %) aus. Kurzkettige Fettsäuren mit 6 bis 12 C-Atomen fehlen oder sind nur in Spuren vorhanden. Auch die langkettigen Fettsäuren mit 22 bis 24 C-Atomen fehlen, oder kommen höchstens in Spuren vor. Unsere Resultate stimmen gut mit den Literaturangaben überein.

## Haselnußöl

Haselnußöl zeigt eine ganz ähnliche Fettsäuren-Verteilung wie Mandelöl. Der Oelsäure-Gehalt ist hoch (72 %). Nach Angaben der Literatur enthalten Haselnußöle des Handels noch mehr Oelsäure (81—88 %). Wir haben unser Haselnußöl aus sehr großen Haselnüssen für Speisezwecke gewonnen. Dasselbe enthält etwas weniger Oelsäure, dafür etwa 10 % mehr Linolsäure (20,5 %) als die handelsüblichen Haselnußöle, die in der Regel aus kleineren, wild wachsenden Haselnüssen gewonnen werden.

## Sojaöl

Sojaöl enthält zum weitaus größten Teil ungesättigte Fettsäuren. Linolsäure ist Hauptkomponente (48—55 %). Daneben findet man Oelsäure (20—27 %) und Linolensäure (8—10 %). An gesättigten Fettsäuren sind Palmitinsäure (9,5—11 %) und Stearinsäure (3,4—4 %) vorhanden. Laurin- und Myristinsäure kommen nur in Spuren vor. Höhere Fettsäuren mit 20 bis 22 C-Atomen findet man in geringen Mengen von 0,3—0,7 %. Erucasäure scheint in reinen Sojaölen nicht, oder nur in Spuren vorzukommen. Die in einigen Handelsölen gefundenen höheren Gehalte von 1—4 % sind zweifellos auf Verunreinigung durch Rapsöl zurückzuführen. Unsere Resultate decken sich im allgemeinen gut mit den Angaben anderer Autoren.

## Sesamöl

In einem authentischen, selbst aus Sesamen isolierten Sesamöl fanden wir als Hauptkomponenten Oelsäure (40,7 %) und Linolsäure (41,7 %). Linolensäure fanden wir 1,7 %. Erucasäure war nicht nachweisbar. An gesättigten Fettsäuren fanden wir Palmitinsäure (8,9 %), Stearinsäure (6,1 %) und Arachinsäure (0,8 %). Kurzkettige Fettsäuren fehlen oder sind höchstens in Spuren nachweisbar (Myristinsäure). In den 6 untersuchten Sesamölen des Handels fanden wir durchwegs kleinere oder größere Mengen Erucasäure (0,3—7,5 %), was auf Verunreinigung mit Rapsöl hindeutet, (bis 15 % Rapsöl). Unsere Analysen stimmen gut mit den Werten anderer Autoren überein.

## Sonnenblumenöl

Sonnenblumenöle enthalten vorwiegend die ungesättigten Fettsäuren Linolsäure (57—72 %) und Oelsäure (18—31 %). Die Summe von Oelsäure und Linolsäure ist auffallend konstant. Bei der großen Mehrzahl der Oele beträgt sie 87—88 % (extreme Schwankungen 86—91 %). Neben Oelsäure und Linolsäure findet man in Sonnenblumenöl merkliche Mengen Palmitinsäure (6—8 %), Stearinsäure (3—4 %), Linolensäure, Arachinsäure und Behensäure findet man regelmäßig in Mengen unter 1 %. Die Erucasäure fehlt in reinen Sonnenblumenölen. Verschiedene verdächtige Sonnenblumenöle des Handels enthalten wechselnde Mengen (0,3—7,7 %) Erucasäure. Dies deutet auf Verunreinigung mit Rapsöl hin (bis ca. 15 %). Die Resultate unserer Analysen decken sich gut mit den Literaturangaben.

## *Maiskeimöl*

Maiskeimöle enthalten vorwiegend ungesättigte Fettsäuren. Oelsäure (26 bis 33 %), Linolsäure 52—59 %. Der Linolensäure-Gehalt ist gering (1—3 %). Von den gesättigten Fettsäuren kommt die Palmitinsäure mit 11—12 % an erster Stelle. Der Stearinsäure-Gehalt beträgt 1,7—2,4 %. Arachinsäure findet man 0,5—0,7 %. Behensäure sowie Fettsäuren mittlerer Kettenlänge (Myristinsäure) sind nur in kleinen Mengen vorhanden.

In 3 verdächtigen Handelsölen haben wir geringe Mengen Erucasäure (0,6 bis 1,4 %) festgestellt, was auf Verunreinigungen mit Rapsöl hindeutet. Das Handelsöl Nr. 111 enthält Spuren Caprin- und Laurinsäure, was auf eine Verunreinigung mit Kokos- oder Palmkernfett schließen lässt. Die Zusammensetzung der authentischen, selbst aus Maiskeimen isolierten Proben deckt sich gut mit den Angaben anderer Autoren.

## *Safloröl*

Das Oel der Färberdistel wird wegen seines hohen Gehaltes in Linolsäure ca. 75 % besonders geschätzt. Oelsäure kommt in Mengen von 12—14 % vor. An gesättigten Fettsäuren findet man regelmäßig Palmitinsäure (7—8 %), Stearinsäure (2,5—2,8 %) Arachinsäure (0,6—1,0 %) und Spuren von Behensäure. Erucasäure wurde in Saflorölen des Handels in wechselnden Mengen (0,3—6 %) angetroffen.

Die höheren Gehalte an Erucasäure in den verdächtigen Handelsölen lassen eine Verunreinigung mit Rapsöl vermuten. Das Reformöl Nr. 117 dürfte ca. 7 % Rapsöl enthalten. Das Raffinat Nr. 114 enthält auffallend viel Oelsäure, was auf eine Verunreinigung mit einem ölsäure-reichen Oel (Erdnußöl) hindeutet.

Unsere Werte für reine Handelsöle stimmen gut mit den Resultaten anderer Autoren überein.

## *Walnußöl*

Die Walnußöle sind reich an ungesättigten Fettsäuren. Oelsäure (16,6—19 %), Linolsäure (55—60 %), Linolensäure (13—18 %). An gesättigten Fettsäuren findet man außer der Palmitinsäure (7 %) nur relativ geringe Mengen Stearinsäure (2 %), Spuren Myristinsäure und Spuren Arachinsäure. Behensäure und Erucasäure fehlen in authentischen Walnußölen. Die von uns gefundenen Fettsäuren-Verteilungen stimmen recht gut mit den Angaben anderer Autoren überein. In einigen verdächtigen Walnußölen des Handels fanden wir größere Mengen Erucasäure (1—16 %), was auf einen zum Teil beträchtlichen Verschnitt mit Rapsöl hindeutet. Im französischen Nußöl Nr. 126 dürften ca. 30 % Rapsöl enthalten sein. Auch Iverson (14) fand in Walnußölen des Handels 2,7 % Erucasäure.

## *Mohnöl*

In einem authentischen, selber aus Mohnsamen isolierten Mohnöl fanden wir zur Hauptsache die beiden ungesättigten Fettsäuren Oelsäure (14,6 %) und Linolsäure (72 %). Linolensäure kommt nur in geringen Mengen unter 1 % vor. Eruc-

säure fehlt. An gesättigten Fettsäuren fanden wir Palmitinsäure (11 %) und Stearinsäure (2 %).

In den beiden von uns untersuchten Mohnölen des Handels fanden wir deutlich nachweisbare Mengen von Arachinsäure (0,5 %) und Erucasäure (0,7—1,3 %). Dies deutet auf Verunreinigungen mit Erdnuß- und Rapsöl hin. Nach Angaben anderer Autoren fehlen diese beiden Säuren in reinem Mohnöl, was durch unsere Analyse bestätigt wurde.

### Kürbiskernöl

Dieses Oel enthält vorwiegend die ungesättigten Fettsäuren Oelsäure (20 bis 27 %) und Linolsäure (55—65 %), aber nur Spuren von Linolensäure. An gesättigten Fettsäuren findet man die Palmitinsäure (7—12 %), die Stearinsäure (5 %) und Spuren Arachinsäure (1 %).

In der Literatur werden ziemlich große Schwankungsbreiten für die verschiedenen ungesättigten Fettsäuren angegeben. Die Stearinsäure schwankt nach *Ullmann* (17) zwischen 6 und 7 %, nach Lebensmittelbuch (5) zwischen 13 und 16 %. Möglicherweise handelt es sich hier um ältere nicht ganz zuverlässige Untersuchungen.

### Traubenkernöl

Ein aus Traubenkernen (blaue Trauben) selber isoliertes Traubenkernöl zeichnete sich durch einen besonders hohen Gehalt an Linolsäure (77 %) aus. Es enthielt ferner 12 % Oelsäure, aber nur geringe Mengen von Linolensäure. An gesättigten Fettsäuren fanden sich Palmitinsäure (6,7 %) und Stearinsäure (3 %) Laurinsäure und Myristinsäure kommen in Spuren vor, höhere Fettsäuren mit 20 und mehr C-Atomen fehlen. Ein italienisches und ein französisches Traubenkernöl des Handels wiesen nahezu die gleiche Zusammensetzung auf. Unsere Werte bewegen sich innerhalb der von *Ullmann* (17) für Traubenkernöl angegebenen Grenzen. Für die ungesättigten Fettsäuren gibt *Ullmann* ziemlich große Schwankungsbreiten an. (Oelsäure 12—33 %, Linolsäure 45—72 %). Die 3 von uns untersuchten Traubenkernöle bewegen sich innerhalb viel engerer Grenzen.

### Leinöl

Leinöl zeichnet sich durch besonders hohe Gehalte an mehrfach ungesättigten Fettsäuren aus, wobei die Linolensäure weit überwiegt (53—61 %). Der Gehalt an Oelsäure beträgt 13—21 %, derjenige an Linolsäure 15—18 %. Gesättigte Fettsäuren kommen nur in geringen Mengen vor. Palmitinsäure (5—6 %), Stearinsäure 3,5 %, Arachin- und Behensäure nur in Spuren. Unsere Werte decken sich im großen und ganzen mit den Literaturangaben. Dabei ist zu bemerken, daß die Werte der einzelnen Autoren zum Teil beträchtlich voneinander abweichen. Ob es sich um ungenaue Analysen, saatbedingte Unterschiede, oder um teilweise verfälschte Oele handelte, kann nicht abgeklärt werden.

## Rapsöl

Charakteristisch für Rapsöle ist ihr auffallend hoher Gehalt an Erucasäure, einer einfach ungesättigten Säure mit 22 C-Atomen. Früher enthielten Rapsöle 50—55 % Erucasäure. Seit einigen Jahren sind Rapssorten gezüchtet worden, deren Erucasäuregehalt viel geringer ist. Aus diesem Grund erklären sich die großen Schwankungen im Erucasäure-Gehalt der Rapsöle des Handels. Wir fanden Werte für Erucasäure zwischen 34 und 46 %. Neben Erucasäure findet man vorwiegend ungesättigte Fettsäuren. Oelsäure 14—24 %, Linolsäure (14—27 %), Linolensäure (14—19 %). Nach unserer Methode werden Linolensäure, ( $C_{18:3}$ ) und Gadoleinsäure ( $C_{20:1}$ ) nicht voneinander getrennt. Piorr (11) hat diese beiden Fettsäuren getrennt, er fand in einem Rapsöl 9,1 % Linolensäure und 12,9 % Gadoleinsäure. An gesättigten Fettsäuren findet man Laurin- und Myristinsäure in Spuren, geringe Mengen Palmitinsäure (3—5 %) und Stearinsäure (1—2 %). Auch Arachin- und Behensäure kommen in Rapsölen in kleineren Mengen (0,5—1 %) vor.

Unsere Analysen stimmen durchwegs mit den Angaben anderer Autoren überein.

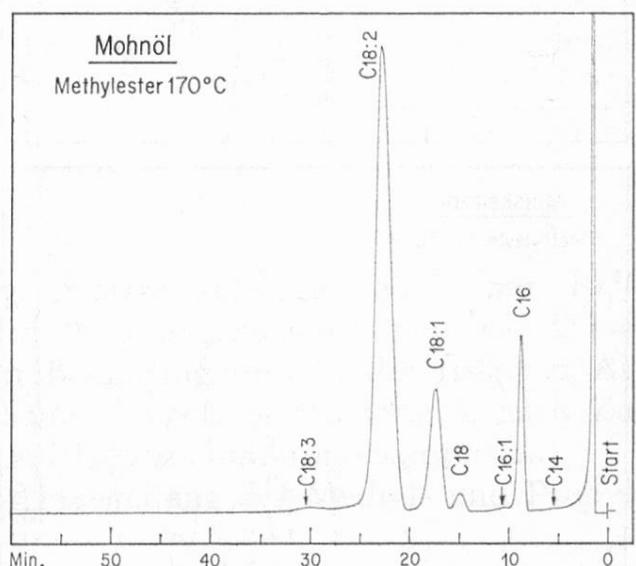
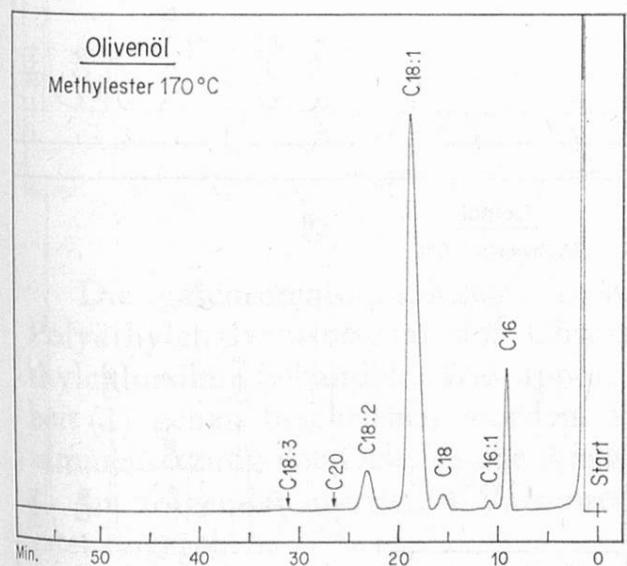
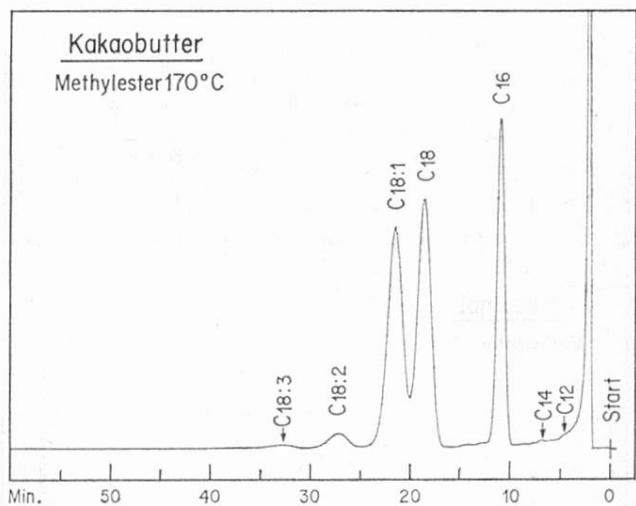
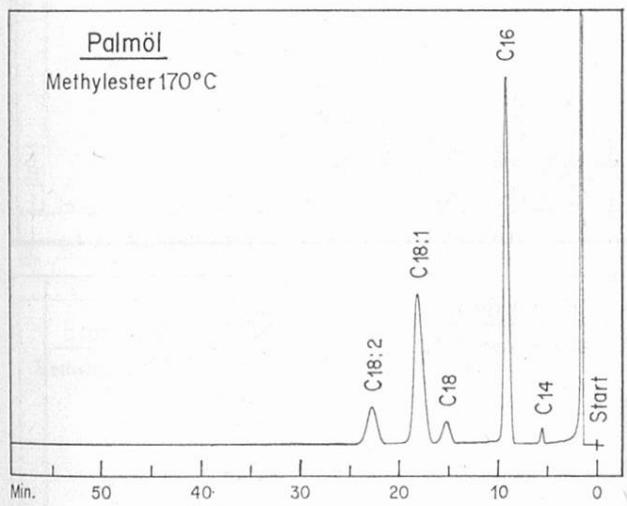
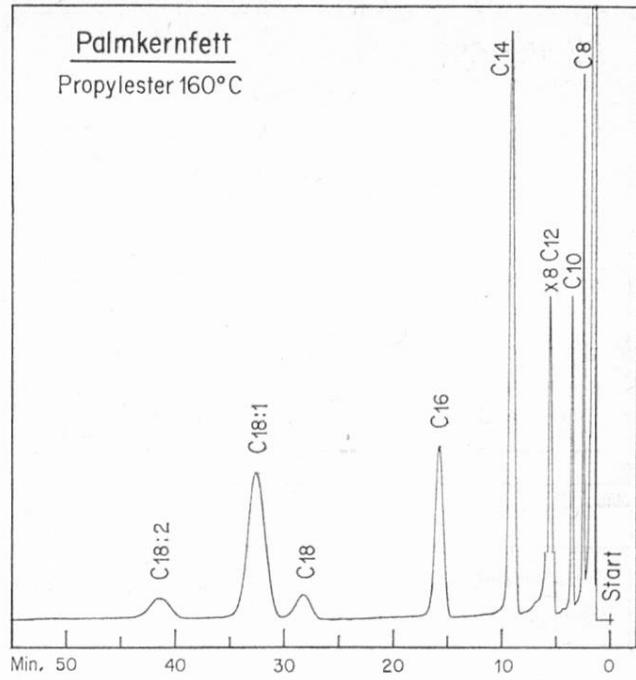
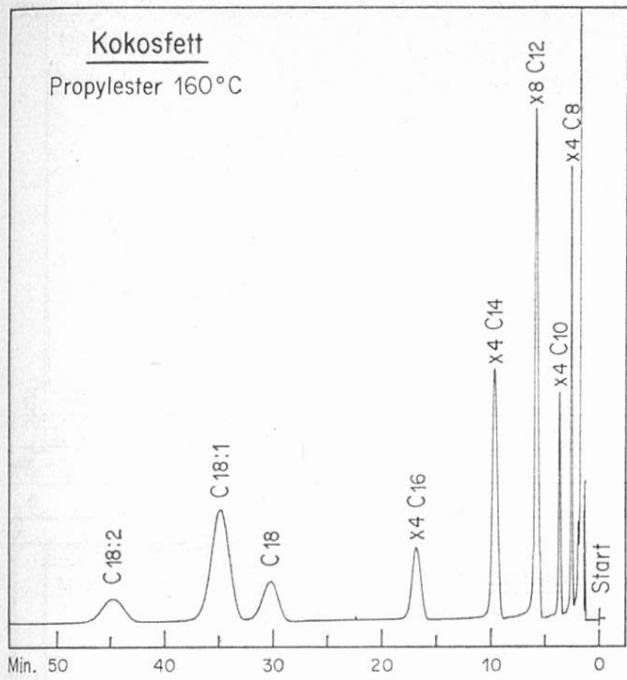
## Senfsamenöl

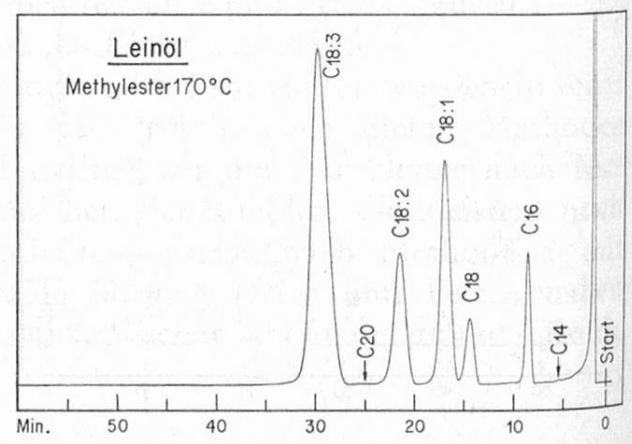
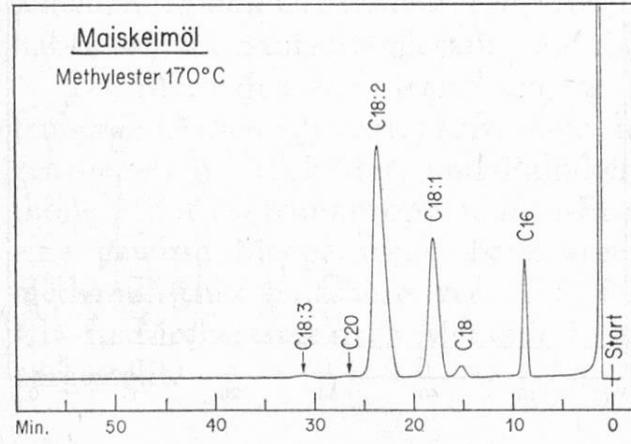
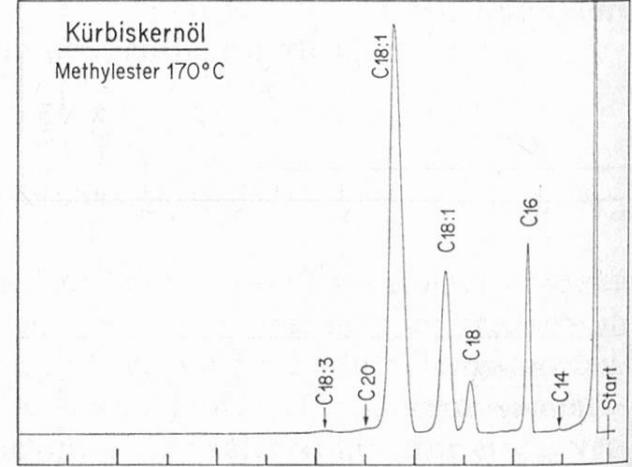
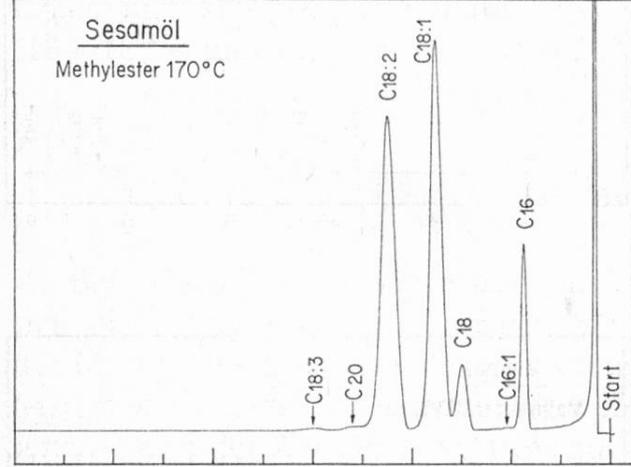
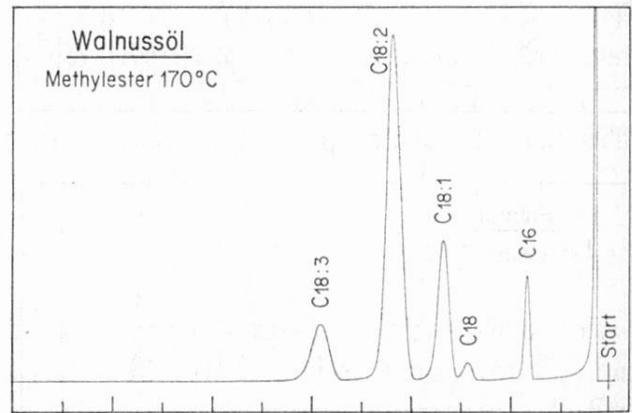
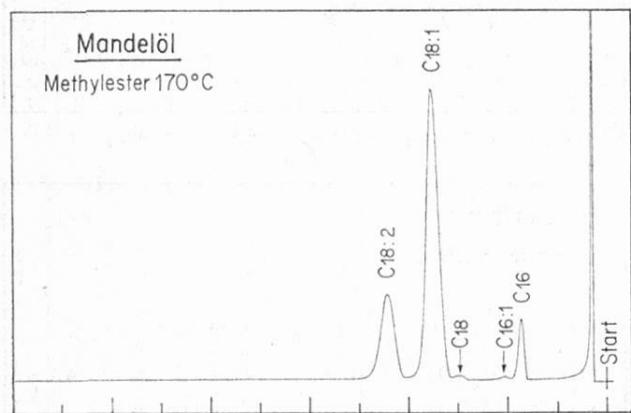
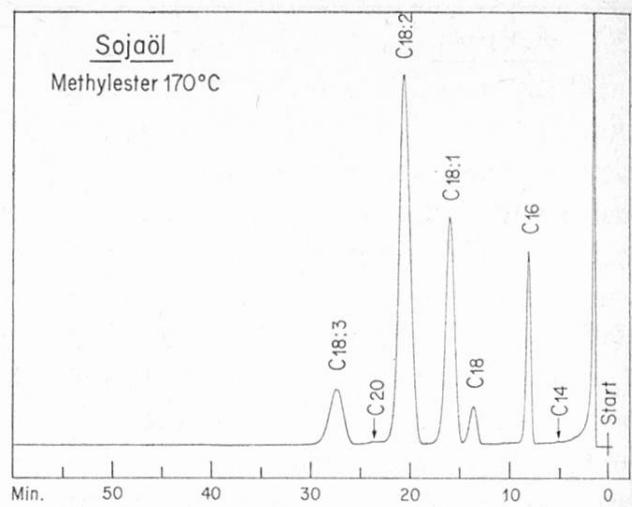
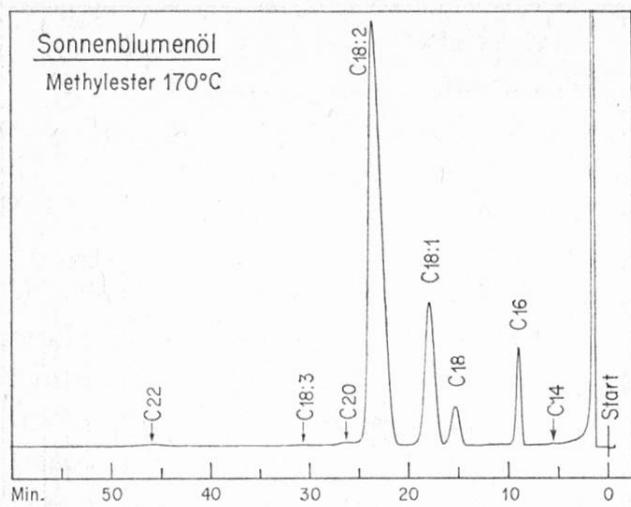
Senfsamenöl enthält, wie das botanisch verwandte Rapsöl (beides sind Brassicaarten) beträchtliche Mengen Erucasäure (33—40 %). Daneben sind von  $C_{12}$  bis  $C_{24}$  fast alle Fettsäuren in größeren oder kleineren Mengen vertreten. Außer Erucasäure kommen noch Palmitinsäure (4 %), Oelsäure (19—21 %), Linolsäure (10—18 %) und Linolensäure (18—21 %) in beträchtlichen Mengen vor.

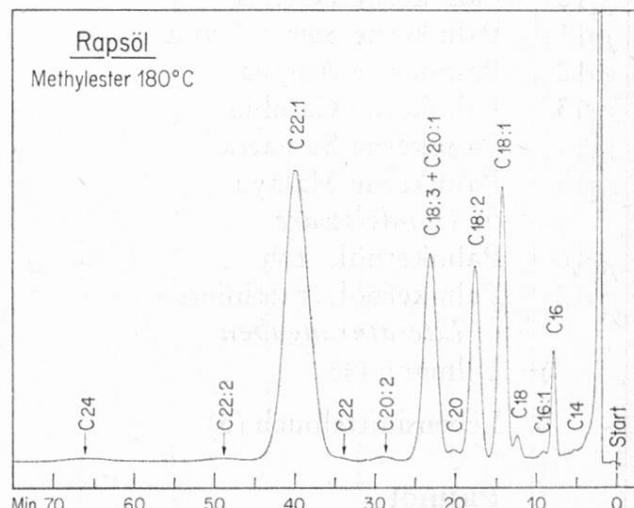
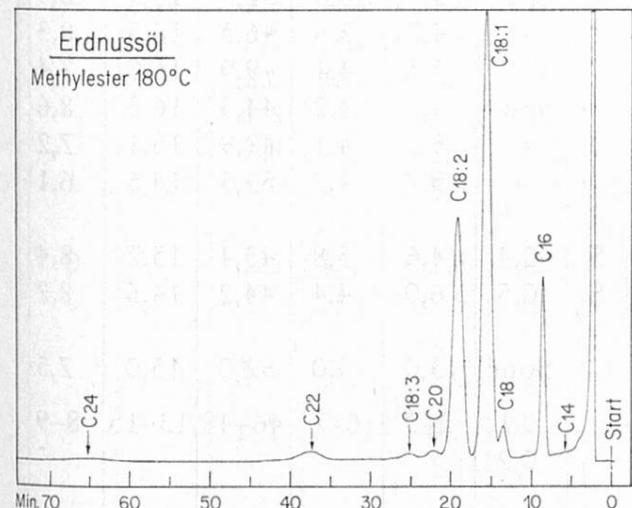
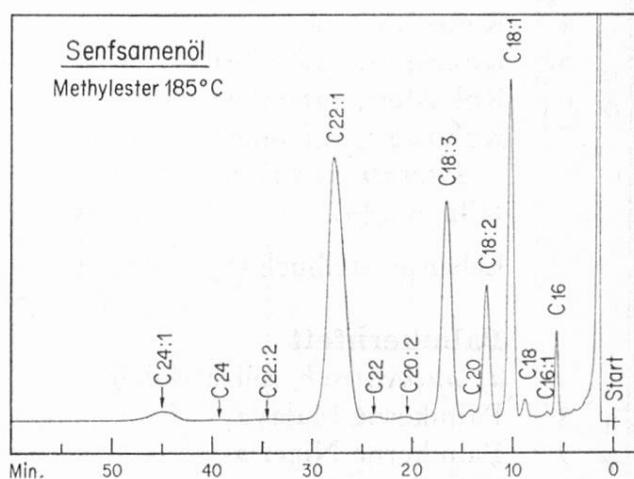
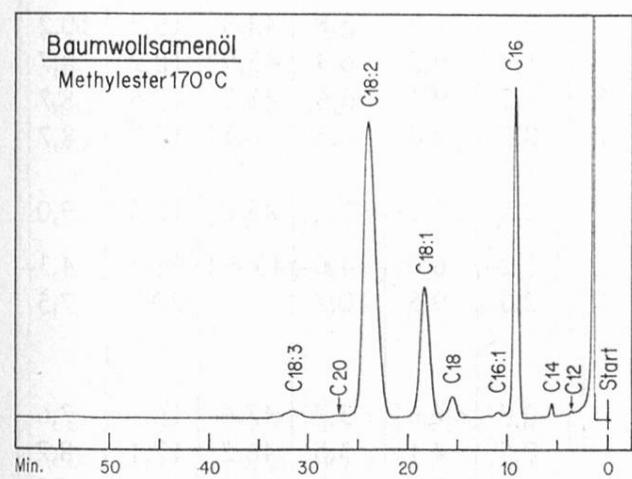
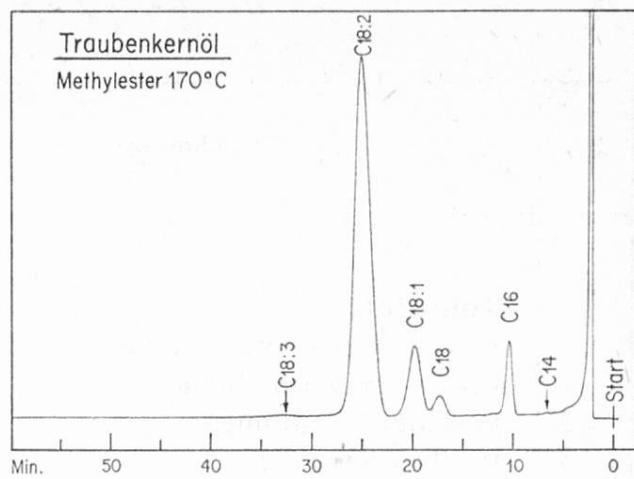
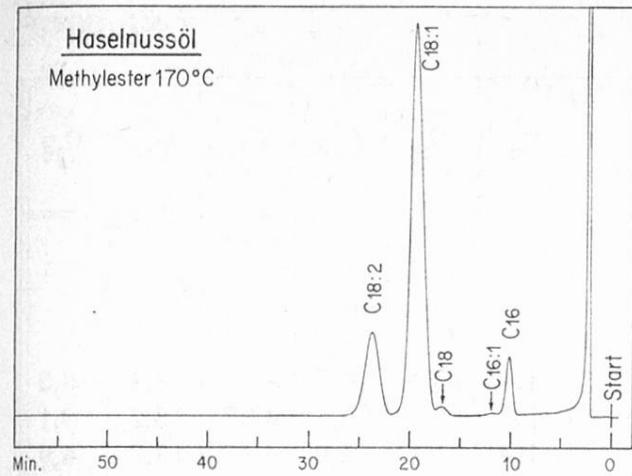
## III. Methodisches

Bei Fetten mit niedrigen und mittleren Fettsäuren (6—12 C-Atome) erwiesen sich die Propylester als günstiger. Sie lassen sich besser voneinander trennen als die Methylester. Bei den übrigen Fetten und Oelen sind die Methylester vorteilhafter, weil sie die Säule in kürzerer Zeit verlassen. Je nach Fettsäurenzusammensetzung und der Art der Ester liegt auch die optimale Säulentemperatur etwas verschieden. In den Uebersichtschromatogrammen der Oele und Fette (Figuren 1—20) haben wir die Säulentemperatur und die Art des Esters angegeben.

Die Methoden zur Herstellung der Methyl- oder Propylester wurden in einer früheren Arbeit (2) überprüft. Wir haben im Prinzip nach diesen Methoden gearbeitet. Bei Kokosfett und Palmkernöl stellten wir die Propylester nach Methode 2 mit Natriumpropylat in n-Propanol her. Bei Rohölen, die meistens noch eine gewisse Menge freier Fettsäuren enthalten, wurde nach Methode 2 mit methanolischer Salzsäure verestert. Bei allen übrigen Oelen und Fetten haben wir die Methylester nach Methode 1 mit methanolischer Natriummethylat-Lösung hergestellt.







Die gaschromatographische Trennung erfolgte auf einer Säule mit 10 % Polyäthylenglycolsuccinat auf Chromosorb W, säuregewaschen und mit Dimethylchlorsilan behandelt. Die apparativen Bedingungen sind in der früheren Arbeit (1) genau beschrieben worden. Die Säulentemperatur variierte je nach Zusammensetzung der Öle. (Siehe Angaben auf Übersichtschromatogrammen).

Im folgenden werden 4 Varianten zur Herstellung der Methyl- und Propylester angegeben.

Nr.	Bezeichnung	C <sub>6</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>10</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>14</sub>	C <sub>16</sub>
	<b>Kokosfett</b>						
	<i>a) authentisch, selbst isoliert</i>						
1	aus Copra Moçambique	1,4	10,4	6,7	46,0	18,4	8,0
2	aus Copra Philipinen	1,2	8,7	6,3	44,7	18,2	9,1
3	aus Kokosraspeln	1,4	11,1	6,9	46,7	18,7	6,9
	<i>b) Handelsware</i>						
4	Kakosfett, roh	0,6	4,9	3,8	42,8	15,2	10,2
5	Kokosfett, raffiniert	S	1,4	9,2	6,4	45,9	18,2
6	Kokosfett, raffiniert	S	1,2	9,1	6,6	45,5	17,5
7	Kokosfett, raffiniert	V	0,7	9,6	6,5	46,1	17,7
	<i>c) Literaturangaben</i>						
	Ullmann (4)		0,5	7,9	7,2	48,0	17,5
	Lebensmittelbuch (5)		0,2-- 2,0	6,0-- 9,5	4,6-- 10,7	45--51	16,5-- 20
							4,3-- 7,5
	<b>Palmkernfett</b>						
	<i>a) authentisch, selbst isoliert</i>						
8	Palmkerne Malaya	0,8	4,6	3,7	47,6	16,1	7,6
9	Palmkerne Nigeria	0,5	4,1	3,5	46,2	17,1	8,7
10	Palmkerne Nigeria		Spur	5,7	4,5	51,7	16,4
11	Palmkerne Sierra Leone		—	4,7	3,6	46,3	16,3
12	Palmkerne Angola		—	5,5	4,1	49,9	16,0
13	Palmkerne Gambia		Spur	4,0	3,2	44,3	16,3
14	Palmkerne Sumatra		—	5,0	4,1	49,9	15,1
15	Palmkerne Malaya		—	5,7	4,7	53,5	14,5
	<i>b) Handelsware</i>						
16	Palmkernöl, roh	S	0,4	4,6	3,8	43,4	15,7
17	Palmkernöl, raffiniert	S	0,5	6,0	4,4	44,2	14,5
	<i>c) Literaturangaben</i>						
	Ullmann (4)		Spur	3,0	3,0	52,0	15,0
	Lebensmittelbuch (5)		0,1-- 0,2	2--3	6--7	46--48	13--15
							8--9
	<b>Palmöl</b>						
	<i>Handelsöle</i>						
18	Palmöl, roh	S	—	0	0	Spur	1,4
19	Palmöl Sumatra, roh		—	—	—	Spur	1,3
20	Palmöl Malaya, roh		—	—	—	Spur	1,2
21	Palmöl, raffiniert		—	0,6	0,4	3,6	2,1
	<i>Literaturangaben</i>						
	Ullmann (4)		—	—	—	—	2,0
	Lebensmittelbuch (5)		—	—	—	0,5-- 2,5	35,9
							36--43

Verteilung

C <sub>16:1</sub>	C <sub>17</sub>	C <sub>18</sub>	C <sub>18:1</sub>	C <sub>18:2</sub>	C <sub>18:3</sub> + C <sub>20:1</sub>	C <sub>20</sub>	C <sub>20:2</sub>	C <sub>22</sub>	C <sub>22:1</sub>	C <sub>22:2</sub>	C <sub>24</sub>	C <sub>24:1</sub>	Nr.
0	—	2,3	5,6	1,2	0	0	—	—	—	—	—	—	1
0	—	2,3	7,4	2,1	0	0	—	—	—	—	—	—	2
Spur	—	2,6	4,9	0,7	0	0	—	—	—	—	—	—	3
0	—	1,2	17,7	3,7	0	0	—	—	—	—	—	—	4
0	—	1,2	7,1	1,9	0	0	—	—	—	—	—	—	5
Spur	—	2,7	7,1	1,6	0	0	—	—	—	—	—	—	6
0	—	2,4	6,1	1,8	0	0	—	—	—	—	—	—	7
—	—	2,1	5,7	2,6	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	0,8–5	2–10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0	—	1,7	15,3	2,9	0	0	0	—	—	—	—	—	8
0	—	2,2	15,4	2,4	0	0	0	—	—	—	—	—	9
—	—	2,3	10,6	1,8	—	—	—	—	—	—	—	—	10
—	—	2,2	16,0	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	11
—	—	2,0	12,3	2,8	—	—	—	—	—	—	—	—	12
—	—	1,8	18,6	3,2	—	—	—	—	—	—	—	—	13
—	—	1,8	14,0	2,9	—	—	—	—	—	—	—	—	14
—	—	1,5	11,6	2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	15
0	—	2,5	18,5	2,8	0	0	0	—	—	—	—	—	16
0	—	2,5	16,9	2,9	0	0	0	—	—	—	—	—	17
—	—	2,5	16,0	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	1–2	17–19	0,7– 1,1	—	0–0,4	—	—	—	—	—	—	
—	Spur	4,8	33,8	12,1	0,4	0,4	0	0	—	—	—	—	18
Spur	—	4,7	36,6	10,0	—	—	—	—	—	—	—	—	19
Spur	—	4,4	38,7	9,0	—	—	—	—	—	—	—	—	20
Spur	Spur	5,4	38,2	9,3	0,5	0,5	0	Spur	0,2	—	—	—	21
—	—	6,1	48,0	8,0	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	3,5– 5,5	43–50	5–10	—	—	—	—	—	—	—	—	

Nr.	Bezeichnung		C <sub>6</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>10</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>14</sub>	C <sub>16</sub>
	<b>Kakaobutter</b>							
22	a) <i>authentisch</i> Eigenpressung	L	—	—	0	Spur	0,1	27,6
23	b) <i>Handelsware</i> Kakaobutter	L	—	—	0	Spur	0,2	27,0
24	Kakaobutter, raffiniert	L	—	—	0	Spur	0,1	25,5
25	Kakaobutter, rein Icam	L	—	—	0	Spur	0,1	27,3
	c) <i>Literaturangaben</i>							
	Ullmann (4)	Probe A	—	—	—	—	—	24,4
	Kaufmann (8)	Probe B				<0,1	<0,1	23,6
						<0,1	<0,1	24,9
	Bonar (9) (8 Proben)					<0,1	0,2	22,7-31,3
	<b>Olivenöl</b>							
26	a) <i>authentisch</i> , selbst isoliert aus schwarzen türkischen Oliven		—	0	0	0	Spur	12,4
	b) <i>Handelsöle</i>							
27	Olivenöl, rein		—	0	0	0	Spur	11,6
28	Olivenöl, italienisch	B	—	0	0	0	Spur	13,6
29	Olivenöl, italienisch	S	—	0	0	0	0	12,3
30	Olivenöl, spanisch	C	—	0	0	0	0	10,8
31	Olivenöl, spanisch	C	—	0	0	0	Spur	11,5
32	Olivenöl, spanisch	C	—	0	0	0	Spur	11,2
33	Olivenöl, spanisch	S	—	0	0	0	0	11,2
34	Olivenöl, tunesisch		—	0	0	0	0	17,7
35	Olivenöl, tunesisch	B	—	—	0	0	Spur	16,1
36	Olivenöl, tunesisch	B	—	—	0	0	0	15,1
37	Olivenöl, tunesisch, kalt gepreßt		—	—	0	0	0	17,4
	c) <i>Literaturangaben</i>							
	Iverson (3)							
	Griechische, italienische, spanische Olivenöle (17 Proben)		—	—	—	—	—	11,3-13,9
	Tunesische Olivenöle (7 Proben)		—	—	—	—	—	15,8-17,7
	Californische Olivenöle (9 Proben)		—	—	—	—	—	8,39-12,9
	Doro und Gabucci (10)		—	—	—	—	—	9,0-
	Jungfernolivenöle (5 Proben)							11,0

C <sub>16:1</sub>	C <sub>17</sub>	C <sub>18</sub>	C <sub>18:1</sub>	C <sub>18:2</sub>	C <sub>18:3</sub> + C <sub>20:1</sub>	C <sub>20</sub>	C <sub>20:2</sub>	C <sub>22</sub>	C <sub>22:1</sub>	C <sub>22:2</sub>	C <sub>24</sub>	C <sub>24:1</sub>	Nr.
0,4	Spur	33,9	34,0	3,1	Spur	0,9	0	0	0	—	—	—	22
0,2	0,2	31,2	36,6	3,6	0,2	1,0	0	0	0	—	—	—	23
0,2	0,3	31,0	37,1	4,3	0,3	1,3	0	0	0	—	—	—	24
0,4	Spur	33,5	34,6	3,2	Spur	0,8	0	0	0	—	—	—	25
—	—	34,5	39,1	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	32,0	38,3	3,6	0,3	0,8	—	0,2	—	—	0,6	—	
—	<0,1	36,5	33,9	3,5	0,1	0,8	—	—	—	—	—	—	
		31,8— 34,3	32,9— 41,7	2,2— 2,7	—	—	—	—	—	—	—	—	
1,3	Spur	2,9	71,6	9,5	0,9	0,5	0	0	0	0	0,9	—	26
0,8	0,07	2,7	74,5	8,9	0,9	0,4	0	0	0	0	0	—	27
1,4	Spur	2,4	68,2	12,7	1,2	0,4	—	0	—	—	—	—	28
0,9	Spur	3,6	73,9	8,5	0,9	0,5	—	—	—	—	—	—	29
0,8	Spur	3,0	77,7	6,1	1,1	0,6	—	—	—	—	—	—	30
0,7	Spur	2,8	75,4	8,3	0,9	0,5	—	—	—	—	—	—	31
0,8	Spur	2,5	75,7	8,4	1,0	0,5	—	—	—	—	—	—	32
0,8	Spur	2,8	75,7	8,0	0,9	0,5	—	—	—	—	—	—	33
2,1	Spur	2,3	57,6	19,0	0,7	0,5	—	0	—	—	—	—	34
1,7	Spur	2,3	58,1	19,7	1,1	0,7	0	0,2	—	—	—	—	35
1,4	Spur	2,6	59,8	19,6	1,0	0,5	0	Spur	—	—	—	—	36
2,2	—	2,4	59,7	17,1	0,9	0,5	—	—	—	—	—	—	37
					C <sub>18:3</sub>	C <sub>20</sub>	C <sub>20:1</sub>						
0,60— 1,1	—	1,92— 3,03	68,2— 76,0	7,0— 13,0	0,43— 0,89	0,39— 0,57	0,23— 1,02	—	—	—	—	—	
1,93— 2,32	—	1,36— 3,10	55,3— 59,5	18,1— 22,3	0,27— 0,79	0,18— 0,58	0,20— 0,41	—	—	—	—	—	
0,54— 1,02	—	2,18— 2,88	68,9— 78,4	7,66— 13,2	0,36— 1,00	0,22— 0,57	0,26— 0,64	—	—	—	—	—	
0,2— 1,6	—	1,0— 1,8	79,1— 85,0	4,8— 7,5	Spur	Spur	—	—	—	—	—	—	

Nr.	Bezeichnung	C <sub>6</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>10</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>14</sub>	C <sub>16</sub>
	<b>Erdnußöl</b>						
	<i>a) authentisch, selbst isoliert</i>						
38	aus sudanesischen Erdnüssen	—	—	—	0	0,3	12,8
39	aus sudanesischen Erdnüssen	—	—	0	Spur	Spur	12,9
40	aus nigerianischen Erdnüssen	—	—	—	0	0,02	9,5
41	aus nigerianischen Erdnüssen	—	—	0	Spur	Spur	9,4
42	aus südafrikanischen Erdnüssen	—	—	0	Spur	Spur	11,9
43	aus Gamlia-Erdnüssen	—	—	0	0,1	<0,1	8,5
44	aus israelischen Erdnüssen	—	—	—	0	0,03	10,5
45	aus libanesischen Erdnüssen	—	—	—	0	0,02	9,9
46	aus mexikanischen Erdnüssen	—	—	—	0	0,03	9,8
	<i>b) normale Handelsöle</i>						
47	Erdnußöl	—	—	—	Spur	0,06	9,7
48	Erdnußöl	—	—	—	0	0,03	9,8
49	Erdnußöl	—	—	0	Spur	Spur	9,6
50	Erdnußöl	—	—	Spur	0,2	0,1	9,8
	<i>c) verdächtige Handelsöle</i>						
51	Erdnußöl	—	—	—	0,09	0,05	9,9
52	Erdnußöl	—	—	—	Spur	Spur	9,9
53	Erdnußöl	—	—	—	Spur	0,04	10,9
	<i>d) Literaturangaben</i>						
	Iverson (12) Oel selbst aus gerösteten Erdnüssen, extrahiert (22 Proben)	—	—	—	—	0,01– 0,23	8,4– 14,0
	Iverson, raffinierte Handelsöle (5 Proben)	—	—	—	—	—	8,96– 10,8
	Piorr (11) raffinierte Handelsöle (8 Proben)	—	—	—	—	—	8,4– 11,4
	<b>Baumwollsamenoöl</b>						
54	<i>a) Handelsöle</i> Rohöl, gepreßt	—	—	0	Spur	0,6	21,1
55	Rohöl, extrahiert	—	—	0	0,1	1,1	25,4
56	Baumwollsamenoöl, raffiniert	—	0	Spur	0,09	0,6	22,6
57	Baumwollsamenoöl, raffiniert	—	—	0	Spur	0,8	23,1
	<i>b) Literaturangaben</i>						
	Ullmann	—	—	—	—	3,3	19,9
	Lebensmittelbuch (5)	—	—	—	—	2–3	19–23
	<b>Mandelöl</b>						
58	<i>a) authentisch, selbst isoliert</i>	—	—	0	0	0,04	7,0
59	<i>b) Handelsöl, kalifornisch</i>	—	0	0	Spur	0,05	7,3
	<i>c) Literaturangaben</i>						
	Kaufmann (8)	—	—	—	—	—	5,6
	Piorr (11)	—	—	—	—	—	6,2

C <sub>16:1</sub>	C <sub>17</sub>	C <sub>18</sub>	C <sub>18:1</sub>	C <sub>18:2</sub>	C <sub>18:3</sub> + C <sub>20:1</sub>	C <sub>20</sub>	C <sub>20:2</sub>	C <sub>22</sub>	C <sub>22:1</sub>	C <sub>22:2</sub>	C <sub>24</sub>	C <sub>24:1</sub>	Nr.
0,1	0,1	3,8	43,0	30,6	1,0	2,1	—	4,2	0	—	1,7	—	38
0,1	Spur	4,1	48,0	27,3	1,0	1,7	0	3,0	0,1	—	1,4	—	39
0,1	0,08	3,2	55,5	23,7	1,5	1,8	0	3,0	<0,1	—	1,6	—	40
0,1	0,1	3,5	53,5	26,4	1,3	1,7	—	2,5	0,1	—	1,4	—	41
0,1	<0,1	4,9	41,2	33,4	1,1	2,1	—	3,8	0,1	—	1,4	—	42
0,1	Spur	3,2	63,0	17,9	1,5	1,7	—	2,6	0,1	—	1,5	—	44
0,1	0,1	3,2	46,7	32,8	1,2	1,8	—	2,0	0,1	—	1,7	—	43
0,1	0,1	2,3	45,2	34,8	1,5	1,6	—	3,2	<0,1	—	1,5	—	45
0,1	0,1	3,5	49,2	28,4	1,3	2,1	—	3,8	0	—	2,0	—	46
0,1	0,05	3,3	54,6	23,7	1,4	1,8	—	3,1	0,3	—	1,9	—	47
0,1	0,1	3,3	54,6	23,1	1,6	1,8	—	3,1	0,5	—	1,9	—	48
0,1	Spur	3,5	59,5	19,5	1,6	1,6	—	2,6	0,7	—	1,3	—	49
0,6	Spur	3,3	54,4	23,2	1,4	1,5	—	2,8	0,3	—	1,6	—	50
0,1	0,05	3,2	54,6	22,2	1,6	1,7	—	3,2	1,1	—	2,1	—	51
0,1	Spur	2,9	37,9	37,9	2,9	1,5	—	2,7	3,0	—	1,4	—	52
0,1	0,06	2,8	34,5	41,3	1,8	2,6	—	4,0	0,3	—	1,7	—	53
—	—	2,4	40,0	18,5	0,74	1,00	—	2,75	—	—	0,86	—	
		3,2	61,3	36,0	1,46	1,48		3,50			2,60		
—	—	1,75	33,3	36,7	1,33	1,04	—	1,70	—	—	0,46	—	
		2,13	46,7	47,5	2,27	1,70		3,82			1,83		
—	—	2,1	37,1	22,6	1,0	0,9	—	1,8	0,1	—	0,8	—	
		3,5	59,7	44,7	1,8	1,5		3,1	0,6		1,3		
0,6	Spur	2,1	18,5	56,5	0,3	0,3	0	0	0	0	0	—	54
0,7	Spur	2,0	17,4	52,5	0,4	0,3	0	0	0	0	0	—	55
0,5	Spur	2,6	18,1	52,3	1,7	0,5	—	0,2	0,7	—	—	—	56
0,6	Spur	2,2	17,1	55,7	0,2	0,2	—	—	—	—	—	—	57
—	—	1,3	29,8	45,3	—	0,6	—	—	—	—	—	—	
—	—	1-3	22-25	45-50	—	0,7	—	—	—	—	—	—	
						1,3							
0,6	0,1	1,2	67,3	23,7	0,2	0	—	0	0	—	0	—	58
0,5	0,08	1,4	61,8	28,3	0,2	0,2	—	0	0	—	—	—	59
0,8	—	0,8	67,4	24,4	1,0	—	—	—	—	—	—	—	
0,7	—	1,7	73,0	18,0	0,2	<0,1	<0,1	—	—	—	—	—	

Nr.	Bezeichnung	C <sub>6</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>10</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>14</sub>	C <sub>16</sub>
	<b>Haselnußöl</b>						
60	a) <i>authentisch</i> , selbst isoliert	—	—	—	Spur	0,04	5,5
	b) <i>Literaturangaben</i>						
	Piorr (11)	—	—	—	—	—	5,6
	Ullmann (17)	—	—	—	—	0,5	3–10
	<b>Sojaöl</b>						
61	a) <i>authentisch</i> , selbst isoliert	—	—	0	0	0,06	10,1
	b) <i>normale Handelsöle</i>						
62	Rohöl	S	—	0	0	0,1	10,8
63	Raffinat	Sch	—	0	0	0,07	10,7
64	Raffinat	Sch	—	0	0	0,05	11,0
65	Raffinat	S	—	0	0	0,2	10,1
	c) <i>verdächtige Handelsöle</i>						
66	Raffinat		—	—	—	Spur	10,0
67	Raffinat	V	—	0	0	Spur	0,1
68	Raffinat	T	—	0	0	Spur	0,1
69	Raffinat	S	—	0	Spur	0,2	10,2
70	Raffinat	S	—	0	Spur	0,2	0,1
	d) <i>Literaturangaben</i>						
	Ullmann (4)	—	—	—	—	—	6,5
	Mason (13)	—	—	—	—	0,1	9,3
	Iverson (14) (4 Proben)	—	—	—	Spur	0,4	9,6–14,9
	Piorr (11) (7 Proben)	—	—	—	—	—	8,6–10,9
	<b>Sesamöl</b>						
71	a) <i>authentisch</i> , selbst isoliert	—	—	0	0	Spur	8,9
	b) <i>normale Handelsöle</i>						
72	Raffinat, deutsch	V	—	—	Spur	0,2	0,1
73	Raffinat, Schweiz	A	—	0	Spur	0,1	0,07
	c) <i>verdächtige Handelsöle</i>						
74	Raffinat, dänisch		—	0	0	Spur	9,3
75	Raffinat, deutsch		—	0	0	0,09	0,05
76	Raffinat, holländisch		—	Spur	0,4	2,7	1,1
77	Raffinat		—	0	0	Spur	7,6
	d) <i>Literaturangaben</i>						
	Ullmann (4)	—	—	—	—	—	8,5
	Lebensmittelbuch (5)	—	—	—	—	ca. 0,1	7,9–9,1

C <sub>16:1</sub>	C <sub>17</sub>	C <sub>18</sub>	C <sub>18:1</sub>	C <sub>18:2</sub>	C <sub>18:3</sub> + C <sub>20:1</sub>	C <sub>20</sub>	C <sub>20:2</sub>	C <sub>22</sub>	C <sub>22:1</sub>	C <sub>22:2</sub>	C <sub>24</sub>	C <sub>24:1</sub>	Nr.
0,3	—	1,6	72,0	20,5	0,2	0	—	—	—	—	—	—	60
0,3	—	2,3	81,2	10,2	0,3	0,2	—	—	—	0,2	—	—	
—	—	1—1,5	85—88	3—9	—	—	—	—	—	—	—	—	
0,1	0,1	3,7	23,6	51,1	10,3	0,6	—	0,4	Spur	—	—	—	61
0,1	0,1	4,0	21,4	53,4	9,2	0,5	—	0,3	0	—	—	—	62
0,1	0,1	3,8	22,5	54,2	7,6	0,6	—	0,4	0	—	—	—	63
0,1	0,1	3,9	20,4	54,9	8,8	0,6	—	0,4	0	—	—	—	64
0,2	0,1	3,4	27,0	48,4	8,7	0,8	—	0,8	0,3	—	—	—	65
0,1	Spur	3,9	22,5	54,5	8,0	—	—	0,4	0,7	—	—	—	66
0,1	Spur	3,9	21,2	53,2	9,3	0,5	—	0,4	0,8	—	—	—	67
0,1	0,1	3,9	22,2	51,1	8,6	0,7	—	0,4	1,2	—	—	—	68
0,1	0,1	3,7	24,6	50,8	7,8	0,7	—	0,6	1,1	—	—	—	69
0,1	0,1	3,4	23,5	49,6	8,3	0,7	—	0,6	3,9	—	—	—	70
—	—	4,5	33,5	52,5	2,3	0,7	—	—	—	—	—	—	
Spur	—	3,8	24,1	48,2	7,3	—	—	—	—	—	—	—	
Spur	—	3,8— 4,6	18,2— 35,0	44,5— 57,2	5,4— 8,4	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	3,2— 4,1	20,2— 23,1	54,8— 58,4	8,3— 9,1	0,1— 0,3	—	0,1— 0,4	—	—	—	—	
0,3	Spur	6,1	40,7	41,7	1,7	0,8	—	0	0	—	—	—	71
0,2	Spur	5,3	37,4	43,7	1,8	0,8	—	0,2	0,3	—	—	—	72
0,2	Spur	5,4	37,0	45,0	1,2	0,8	—	0,3	0,7	—	—	—	73
0,2	Spur	4,6	32,8	49,2	2,2	1,0	—	0,2	0,6	—	—	—	74
0,2	Spur	5,2	35,7	46,0	1,4	0,8	—	0,2	1,5	—	—	—	75
0,2	Spur	5,4	36,8	40,7	1,3	0,8	—	0,2	1,3	—	—	—	76
0,1	0	6,5	31,6	39,7	6,2	0,7	—	0,1	7,5	—	—	—	77
—	—	4,5	47,4	39,0	—	0,6	—	—	—	—	—	—	
—	—	3,6— 4,7	45—49	38—41	—	0,4— 1,1	—	—	—	—	—	—	

Nr.	Bezeichnung	C <sub>6</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>10</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>14</sub>	C <sub>16</sub>
	<b>Sonnenblumenöl</b>						
	<i>a) authentisch, selbst isoliert</i>						
78	ungarische, gestreifte Kerne	—	—	0	0	0,08	6,4
79	ungarische, schwarze Kerne	—	—	0	Spur	0,1	6,9
80	rumänische, schwarze Kerne	—	—	0	Spur	0,1	6,5
	<i>b) normale Handelsöle</i>						
81	kaltgepreßt	N	—	0	0	0,06	6,9
82	kaltgepreßt, naturbelassen		—	0	0	0,07	6,7
83	Rohöl, russisch		—	0	0	0,06	6,6
84	Rohöl, russisch		—	0	Spur	Spur	6,2
85	Rohöl, russisch		—	0	Spur	Spur	6,3
86	Rohöl, argentinisch		—	0	0	0,08	6,5
87	Rohöl, naturbelassen	S	—	0	Spur	0,06	6,0
88	Raffinat		—	—	Spur	0,06	6,5
89	Raffinat	Vg	—	0	0,04	0,07	6,8
90	Raffinat	V	—	0	Spur	0,06	6,0
91	Raffinat	M	—	—	—	0,07	7,3
92	Raffinat	M	—	—	—	0,05	6,8
93	Raffinat	M	—	—	Spur	0,09	7,3
94	Raffinat		—	—	—	Spur	6,9
95	Raffinat	H. W	—	0	0	0,07	7,3
96	Raffinat	Sch	—	0	0	Spur	6,5
97	Raffinat	Sch	—	0	Spur	0,06	6,6
98	Raffinat	F	—	0	0	0,09	7,0
	<i>c) verdächtige Handelsöle</i>						
99	Raffinat	Th	—	0	0	0,06	6,7
100	Raffinat	A	—	0	Spur	0,06	6,3
101	gepreßt	Th	—	0	Spur	0,05	6,0
102	kaltgepreßt	U	—	0	0	0,06	6,8
103	Raffinat		—	—	Spur	0,1	6,3
	<i>d) Literaturangaben</i>						
	Piorr (11) selbst isoliert; gestreifte Kerne	—	—	—	—	—	5,9
	ungarische, schwarze Kerne	—	—	—	—	—	5,8
	schwarze Kerne	—	—	—	—	—	6,1
	südafrikanische Kerne	—	—	—	—	—	7,2
	Reformware, Kerne	—	—	—	—	—	4,5
	Piorr (11) Handelsöle, kalt geschlagen (7 Proben)	—	—	—	—	—	5,3— 6,6
	Handelsöle, raffiniert (6 Proben)	—	—	—	—	—	5,5— 6,2
	Ullmann (4)	—	—	—	—	—	3,5
	Iverson (14)	—	—	—	—	—	8,1

C <sub>16:1</sub>	C <sub>17</sub>	C <sub>18</sub>	C <sub>18:1</sub>	C <sub>18:2</sub>	C <sub>18:3</sub> + C <sub>20:1</sub>	C <sub>20</sub>	C <sub>20:2</sub>	C <sub>22</sub>	C <sub>22:1</sub>	C <sub>22:2</sub>	C <sub>24</sub>	C <sub>24:1</sub>	Nr.
0,1	0,1	4,3	18,5	68,5	0,3	0,7	—	1,0	0	—	—	—	78
0,1	Spur	4,3	20,3	67,6	0,3	0,3	—	0,5	0	—	—	—	79
0,1	Spur	4,2	28,3	59,5	0,2	0,3	—	0,7	0	—	—	—	80
0,1	0,05	4,3	21,9	64,7	0,8	0,6	—	0,7	0	—	—	—	81
0,1	0,06	3,9	20,9	66,3	0,4	0,9	—	0,8	0	—	—	—	82
0,1	0,05	3,8	28,2	59,8	0,3	0,5	—	0,7	0	—	—	—	83
0,1	Spur	3,9	30,7	57,3	0,4	0,8	—	0,8	0	—	—	—	84
0,1	Spur	3,9	30,1	57,9	0,3	0,5	—	0,8	0	—	—	—	85
Spur	Spur	4,4	19,0	68,3	0,3	0,5	—	0,8	0	—	—	—	86
0,1	Spur	3,5	31,9	56,6	0,4	0,7	—	0,7	0	—	—	—	87
0,1	Spur	3,8	30,9	57,1	0,3	0,6	—	0,7	—	—	—	—	88
0,1	Spur	4,3	26,2	60,1	0,5	0,6	—	0,9	0,3	—	—	—	89
0,1	0,05	3,8	29,3	58,9	0,5	0,5	—	0,7	0	—	—	—	90
0,1	—	3,8	26,4	60,5	0,7	0,3	—	0,5	—	—	0,2	—	91
0,2	—	3,5	25,2	61,3	1,0	1,2	—	0,7	—	—	Spur	—	92
0,1	—	3,7	27,7	58,4	1,3	0,4	—	0,5	0,4	—	Spur	—	93
0,1	Spur	4,0	27,1	59,7	1,6	Spur	—	0,6	—	—	—	—	94
0,1	Spur	4,0	24,8	60,7	1,7	0,5	0,1	0,8	0	—	—	—	95
0,1	Spur	3,6	31,4	57,7	0,7	0,4	—	0,7	0	—	—	—	96
0,1	Spur	3,8	30,8	56,7	0,9	0,5	—	0,7	—	—	—	—	97
0,1	Spur	4,7	21,5	64,9	0,5	0,5	—	0,8	0	—	—	—	98
0,1	Spur	3,7	27,7	53,6	2,6	0,6	—	0,7	4,3	—	—	—	99
0,1	Spur	3,4	30,7	56,6	0,9	0,6	—	0,8	1,4	—	—	—	100
0,1	Spur	3,6	26,1	51,3	4,1	0,5	—	0,7	7,7	—	—	—	101
0,1	0,06	4,0	21,6	61,5	1,8	0,8	—	0,8	2,6	—	—	—	102
0,1	Spur	3,7	29,4	58,4	0,7	—	—	0,7	0,4	—	—	—	103
—	—	3,8	22,4	66,2	0,4	0,2	—	0,7	—	—	—	—	—
—	—	3,9	17,9	71,6	0,2	0,2	—	0,4	—	—	—	—	—
—	—	3,8	16,8	72,2	0,2	0,1	—	0,7	—	—	—	—	—
—	—	4,7	17,1	70,0	0,2	0,2	—	0,4	—	—	—	—	—
—	—	3,9	19,0	72,0	0,2	0,1	—	0,3	—	—	—	—	—
—	—	3,7	20,8	63,0	0,2	0,1	—	0,2	—	—	—	—	—
—	—	4,6	24,8	69,5	0,4	0,2	—	0,4	—	—	—	—	—
—	—	3,7	22,3	60,6	0,4	0,2	—	0,3	Spur	—	Spur	—	—
—	—	4,4	28,8	67,4	—	0,3	—	0,7	-0,2	-0,1	—	—	—
—	—	2,9	34,1	58,5	—	0,6	—	—	—	—	0,4	—	—
—	—	1,5	19,7	69,8	—	0,7	—	0,3	—	—	—	—	—

Nr.	Bezeichnung	C <sub>6</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>10</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>14</sub>	C <sub>16</sub>
	<b>Maiskeimöl</b>						
	<i>a) authentisch, selbst isoliert</i>						
104	aus Maiskeimen	A	—	0	0	0	Spur 11,9
105	aus Maiskeimen	B	—	0	0	0	Spur 11,8
106	aus Maiskeimen	C	—	0	0	0	Spur 11,4
107	aus Maiskeimen	D	—	0	0	0	Spur 10,7
	<i>b) normale Handelsöle</i>						
108	raffiniert		—	0	0	0,03	0,05 11,5
109	raffiniert, belgisch		—	0	0	0	Spur 12,3
110	raffiniert, deutsch		—	0	0	0	0,03 11,9
	<i>c) verdächtige Handelsöle</i>						
111	raffiniert		—	0	Spur	0,4	0,2 11,3
112	raffiniert, französisch		—	0	0	0	0,03 11,7
113	raffiniert		—	0	0,1	0,6	0,2 11,4
	<i>d) Literaturangaben</i>						
	Kant. Labor Basel (15)		—	—	—	0,4	0,1 11,6
	Kaderavek (16) (36 Proben)		—	—	—	—	— 11,5—16,4
	Kaufmann (8)		—	—	<1	0,3	0,5 11,5
	Piorr (11)		—	—	—	—	— 12,0
	<b>Safloröl</b>						
	<i>a) normale Handelsöle</i>						
114	Raffinat, Deutschland		—	0	0	Spur	0,1 7,4
115	Raffinat Schweiz		—	0	0	Spur	0,1 7,5
	<i>b) verdächtige Handelsöle</i>						
116	Raffinat	V	—	0	0	0,06	0,1 8,2
117	Halbraffinat	A	—	0	0	0	0,1 7,3
118	Halbraffinat		—	0	0	Spur	0,1 7,6
119	Saflor-Reformöl		—	0	0	0,07	0,1 7,7
	<i>c) Literaturangaben</i>						
	Ullmann (17)		—	—	—	—	Spur 4—6
	Ibrahim und Iverson (28)		—	—	—	—	0,04—6,8—
	aus Saaten, selbst extrahiert (3 Proben)						0,10 8,0
	Iverson (18) Handelsöle (10 Proben)		—	—	—	—	Spur 6,4— —0,1 7,6

C <sub>16:1</sub>	C <sub>17</sub>	C <sub>18</sub>	C <sub>18:1</sub>	C <sub>18:2</sub>	C <sub>18:3</sub> + C <sub>20:1</sub>	C <sub>20</sub>	C <sub>20:2</sub>	C <sub>22</sub>	C <sub>22:1</sub>	C <sub>22:2</sub>	C <sub>24</sub>	C <sub>24:1</sub>	Nr.
0,2	Spur	1,7	27,3	57,3	1,0	0,7	—	0	0	—	—	—	104
0,1	Spur	2,0	26,6	57,1	1,0	0,6	—	0	0	—	—	—	105
0,1	Spur	2,0	26,4	58,9	1,0	0,5	—	0	0	—	—	—	106
0,1	Spur	2,4	33,0	51,8	1,1	0,7	—	0,1	0	—	—	—	107
0,2	0,09	2,2	27,6	55,8	1,9	0,6	—	0	Spur	—	—	—	108
0,2	Spur	2,1	30,3	53,5	1,2	0,5	—	0,1	0	—	—	—	109
0,2	0,08	2,2	27,7	54,1	3,9	0,6	—	0	0,3	—	—	—	110
0,2	0,1	2,5	31,0	50,8	1,9	0,2	—	0,3	0,6	—	—	—	111
0,2	0,07	2,0	27,4	55,1	1,6	0,7	—	Spur	1,2	—	—	—	112
0,2	0,07	2,1	28,4	53,1	1,6	0,6	—	0,3	1,4	—	—	—	113
—	—	2,1	28,3	52,2	4,6	0,7	—	—	—	—	—	—	
—	—	1,6— 3,2	26,9— 33,3	47,2— 58,1 —0,3	Spur	—	—	—	—	—	—	—	
0,9	0,3	1,9	31,3	47,7	4,6	—	—	—	—	—	—	—	
0,3	—	1,8	31,8	51,3	1,7	0,4	—	0,2	0,5	—	—	—	
0,1	Spur	2,5	12,0	76,5	0,4	0,8	—	0,2	0	—	—	—	114
0,1	Spur	2,6	13,3	74,4	1,3	0,6	—	0,2	0,2	—	—	—	115
0,1	0,06	2,8	23,5	61,2	1,0	1,1	—	1,3	0,5	—	—	—	116
0,1	Spur	2,8	14,0	71,4	2,2	0,9	—	0,2	1,2	—	—	—	117
0,1	Spur	2,7	13,7	71,0	2,2	0,8	—	0,4	1,3	—	—	—	118
0,1	Spur	2,8	15,0	66,3	3,3	0,7	—	0,3	3,6	—	—	—	119
—	—	1,5—3	14—21	67—78	0,1	0,2— 0,4	—	—	—	—	—	—	
—	—	2,3— 2,7	12,7— 13,8	75,5— 76,9	0,27— 0,36	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	2,1— 3,5	12,1— 14,3	75,2— 79,2	—	—	—	—	—	—	—	—	

Nr.	Bezeichnung	C <sub>6</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>10</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>14</sub>	C <sub>16</sub>
	<b>Walnußöl</b>						
120	a) <i>authentisch</i> , selbst isoliert	—	—	0	0	0,02	7,0
	b) <i>normale Handelsöle</i>						
121	kaltgepreßt	H	—	0	0	Spur	7,7
122	Walnußöl	H	—	0	0	0,04	7,2
123	Walnußöl, raffiniert	H	—	0	0	Spur	7,0
	c) <i>verdächtige Handelsöle</i>						
124	Raffinat	—	0	Spur	0,2	0,08	6,0
125	desodorisiert und raffiniert	—	0	Spur	Spur	Spur	7,9
126	Raffinat	—	0	0	Spur	Spur	7,8
127	Raffinat, französisch	—	0	0	0	0,03	6,5
128	fruitée aux noix, französisch	—	0	0	0,02	0,07	5,2
	d) <i>Literaturangaben</i>						
	Ullmann (17)	—	—	—	—	0,4	3,5–5
	Piorr (11)	—	—	—	—	—	6,5
	Iverson (14) (2 Proben)	—	—	—	—	Spur	6,9–7,1
	<b>Mohnöl</b>						
129	a) <i>authentisch</i> , selbst isoliert	—	—	0	0	0,03	10,6
	b) <i>Handelsöle</i>						
130	Raffinat	T	—	0	0,06	0,06	8,7
131	Raffinat	H	—	0	0,08	0,08	10,0
	c) <i>Literaturangaben</i>						
	Ullmann (17)	—	—	—	—	—	4,8
	Piorr (11)	—	—	—	—	—	11,0
	Lebensmittelbuch (5)	—	—	—	—	—	2–5
	<b>Kürbiskernöl</b>						
132	a) <i>authentisch</i> , selbstisoliert	—	0	0	Spur	0,09	6,9
133	b) <i>Handelsöle</i>	—	0	0	Spur	0,09	12,0
	c) <i>Literaturangaben</i>						
	Ullmann (17)	—	—	—	—	—	7–13
	Lebensmittelbuch (5)	—	—	—	—	—	11–14

C <sub>16:1</sub>	C <sub>17</sub>	C <sub>18</sub>	C <sub>18:1</sub>	C <sub>18:2</sub>	C <sub>18:3</sub> + C <sub>20:1</sub>	C <sub>20</sub>	C <sub>20:2</sub>	C <sub>22</sub>	C <sub>22:1</sub>	C <sub>22:2</sub>	C <sub>24</sub>	C <sub>24:1</sub>	Nr.
0,1	Spur	2,1	18,7	59,8	13,3	Spur	—	0	0	—	0	—	120
0,2	Spur	1,5	17,9	57,3	15,1	Spur	—	0	0	—	—	—	121
0,2	Spur	1,8	16,6	58,6	15,1	Spur	—	0	Spur	—	—	—	122
0,2	Spur	2,0	17,3	55,3	18,1	Spur	—	0	0,3	—	—	—	123
0,2	Spur	2,5	22,4	58,6	9,2	Spur	—	0	1,0	—	—	—	124
0,2	Spur	2,3	22,5	55,0	10,0	0,5	—	0,3	1,4	—	—	—	125
0,2	Spur	2,4	22,8	54,3	10,4	0,6	—	0,4	1,3	—	—	—	126
0,2	Spur	1,6	16,1	53,6	15,0	0,5	—	Spur	6,4	—	—	—	127
0,2	Spur	3,1	18,7	18,5	37,1	0,5	0,2	0,4	15,9	—	Spur	—	128
—	—	1—2,5	18—36	50—73	3—8,5	Spur	—	—	—	—	—	—	—
0,1	—	1,3	16,0	62,6	13,4	<0,1	<0,1	—	—	—	—	—	—
0,1	—	1,8— 2,6	17,7— 18,7	56,8— 57,5	13,1— 14,0	—	—	—	2,7	—	—	—	—
0,2	Spur	1,9	14,6	72,0	0,8	0	—	0	0	—	0	—	129
0,2	Spur	2,4	19,9	63,2	4,5	0,5	—	0,05	0,7	—	0	—	130
0,2	Spur	2,5	21,6	62,6	0,9	0,6	—	0,2	1,3	—	0	—	131
—	—	2,9	30,1	62,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,3	—	1,9	15,0	71,3	0,6	<0,1	—	—	—	—	—	—	—
—	—	2—3	29—35	58—70	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,2	Spur	5,6	20,4	65,2	0,7	1,0	—	0	0	—	—	—	132
0,1	Spur	5,2	27,0	54,6	0,3	0,6	—	—	—	—	—	—	133
—	—	6—7	24—41	46—57	—	Spur	—	—	—	—	—	—	—
—	—	13—16	25—37	40—46	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Nr.	Bezeichnung	C <sub>6</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>10</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>14</sub>	C <sub>16</sub>
	<b>Traubenkernöl</b>						
134	a) <i>authentisch</i> , selbst isoliert	—	—	0	Spur	0,04	6,7
	b) <i>Handelsöle</i>						
135	Traubenkernöl, italienisch	—	—	0	0	0,04	7,4
136	Traubenkernöl, französisch	—	—	0	0	0,07	6,8
	c) <i>Literaturangaben</i>						
	Ullmann (17)	—	—	—	—	—	4–11
	<b>Leinöl</b>						
137	a) <i>authentisch</i> , selbst isoliert	—	—	0	Spur	Spur	6,0
	b) <i>Handelsöle</i>						
138	Diätleinöl	—	—	0	0	Spur	4,9
139	kaltgepreßt, unraffiniert	—	—	0	0	Spur	4,7
140	Raffinat, deutsch	—	—	Spur	0,2	0,1	6,2
	c) <i>Literaturangaben</i>						
	Kaufmann (8)	—	—	—	0,1	0,1	5,5
	Ullmann (4)	—	—	—	—	0,2	5,6
	Piorr (11) (6 Proben)	—	—	—	—	0,3	3,8–5,0
	<b>Rapsöl</b>						
141	a) <i>authentisch</i> , selbst isoliert	—	0	0	0	0,05	3,6
	aus Rapssaat, schweizerisch						
	b) <i>Handelsöle</i>						
142	Rapsöl, raffiniert	—	0	0	Spur	0,04	4,8
143	Rapsöl, raffiniert, deutsch	—	Spur	Spur	0,6	0,3	4,8
144	Rapsöl, raffiniert, französisch	—	—	0	0	0,03	3,3
145	Rapsöl, raffiniert, deutsch	—	—	0	0,06	0,08	4,6
146	Rapsöl, raffiniert, französisch	—	—	—	—	Spur	4,6
147	Rapsöl, raffiniert, deutsch	—	—	—	—	Spur	5,4
	c) <i>Literaturangaben</i>						
	Ullmann (4)	—	—	—	—	—	2,1
	Woidich (19)	—	—	—	—	—	3,9
	Piorr (11)	—	—	—	—	—	3,9
	<b>Senfsamenöl</b>						
148	a) <i>authentisch</i> , selbst isoliert	—	—	0	Spur	0,05	2,9
149	b) <i>Handelsöl</i> , raffiniert	—	0	0	0,05	0,05	4,1
	c) <i>Literaturangaben</i>						
	Ullmann (4)	—	—	—	—	—	2,0
	Iverson (20)	—	—	0,1	0,04	0,06	2,8

C <sub>16:1</sub>	C <sub>17</sub>	C <sub>18</sub>	C <sub>18:1</sub>	C <sub>18:2</sub>	C <sub>18:3</sub> + C <sub>20:1</sub>	C <sub>20</sub>	C <sub>20:2</sub>	C <sub>22</sub>	C <sub>22:1</sub>	C <sub>22:2</sub>	C <sub>24</sub>	C <sub>24:1</sub>	Nr.
0,1	—	3,1	12,1	77,3	0,7	0	0	0	—	—	—	—	134
0,1	Spur	4,0	15,2	72,7	0,7	Spur	—	0	—	—	—	—	135
0,2	Spur	3,7	14,2	74,5	0,7	Spur	—	—	—	—	—	—	136
—	—	2,5—5	12—33	45—72	1—2	Spur	—	—	—	—	—	—	
0,1	Spur	5,1	21,1	14,9	53,0	Spur	—	Spur	0	—	—	—	137
0,1	Spur	3,5	12,9	17,6	60,7	0,2	—	Spur	0,2	—	—	—	138
0,1	Spur	3,4	13,1	17,7	60,7	0,2	—	0,1	0	—	—	—	139
0,1	Spur	3,5	17,4	15,4	56,7	0,1	—	Spur	0,3	—	—	—	140
0,3	—	2,2	18,8	14,5	57,8	0,8	—	—	—	—	—	—	
—	—	3,5	21,0	24,0	45,0	0,6	—	—	—	—	0,1	—	
0,1	—	2,6— 3,8	13,9— 15,8	17,0— 17,9	56,4— 60,8	0,1	0,2	—	—	—	—	—	
0,2	Spur	1,4	15,5	13,9	19,0	0,8	0,5	0,5	45,5	0,5	0,5	—	141
0,2	Spur	1,7	15,5	24,7	14,9	0,9	0,2	0,2	36,7	0,2	—	—	142
0,2	Spur	1,7	16,4	23,9	15,8	0,7	0,5	0,5	34,1	0,4	—	—	143
0,2	Spur	1,1	14,3	15,8	17,6	0,8	0,6	0,6	45,2	0,7	—	—	144
0,2	Spur	1,5	14,2	22,6	17,0	0,8	0,5	0,5	38,0	—	—	—	145
0,1	Spur	1,6	23,9	16,5	16,0	0,9	0,6	0,8	34,3	Spur	—	—	146
0,2	—	1,9	16,9	27,2	14,1	0,4	0,3	0,5	34,0	—	—	—	147
0,6	—	1,0	16,0	12,5	15,9	0,6	—	2,1	47,3	—	0,5	—	
—	—	0,8	13,3	13,5	14,9	—	—	0,3	53,3	—	—	—	
0,3	—	1,2	16,4	14,8	22,0	0,6	—	0,4	38,4	—	0,1	—	
0,2	—	1,0	19,4	9,7	21,4	0,7	0,4	0,4	40,4	0,4	0,3	2,7	148
0,2	—	1,2	21,2	17,6	17,9	0,6	0,3	0,4	33,4	0,3	0,3	2,4	149
—	—	—	25,0	19,5	—	0,5	—	—	51,5	—	1,5	—	
0,2	0,02	0,8	21,9	10,7	C <sub>18:3</sub>	C <sub>20</sub>	C <sub>20:1</sub>	C <sub>20:2</sub>	C <sub>22</sub>	C <sub>22:1</sub>	C <sub>22:2</sub>	C <sub>24</sub>	C <sub>24:1</sub>
						0,06	8,9	0,03	—	38,7	0,2	Spur	2,3

## IV. Arbeitsvorschriften

### 1. Herstellung der Methylester durch Umesterung der Glyceride mit Natrium-methylat

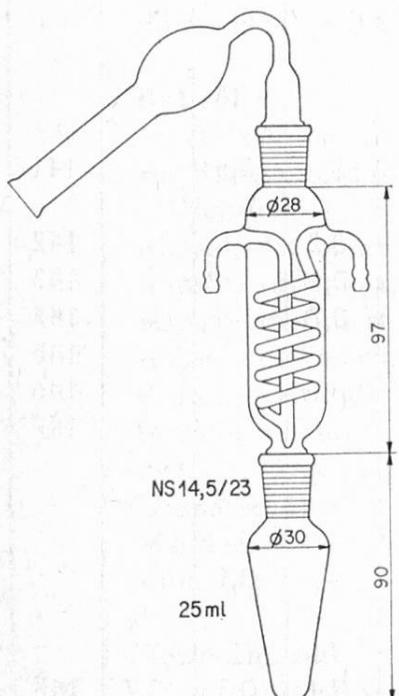
(Freie Fettsäuren werden nicht verestert)

Diese schnelle und einfache Methode ist für alle Speiseöle anwendbar.

#### Reagenzien

a) Natrium-methylat-Lösung 1%ig, hergestellt durch Auflösen von 1 g metallischem Natrium in 100 ml Methanol p. a. unter Kühlung mit Eiswasser. (Vorsicht: Reagens vor Feuchtigkeit schützen).

b) *Ionenaustauscher Dowex 50 W X 20/50 mesh*, Ionenform H erhältlich bei der Firma Fluka AG., Buchs. Vor Gebrauch werden zur Entfernung des Wassers 20 g Dowex in ein Glasrohr (Chromatographier-Rohr) gegeben, mit 100 ml Methanol überschichtet, worauf man das Methanol langsam durch das Rohr fließen läßt. Das Dowex ist unter Luftabschluß aufzubewahren, damit es nicht austrocknet.



#### Apparatur

a) *Schliffkölbchen*, birnenförmig, 20 bis 25 ml Inhalt, mit aufgesetztem Rückflußkühler und angeschlossenem Calciumchlorid-Rohr, um das Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern (siehe Figur).

b) *Aluminiumblock*, mit regulierbarer elektrischer Heizung.

#### Ausführung

0,5 g Fett oder Oel werden in einem Schliffkölbchen mit 4,5 ml Methanol puriss. und 0,5 ml 1%iger Natrium-methylat-Lösung versetzt, einige Siedesteinchen zugegeben und während 1 Stunde unter Ausschluß von Feuchtigkeit am Rückflußkühler gekocht.

*Bemerkung:* Bei Kakaobutter, Raps- und Erdnußöl, sowie bei andern Oelen und Fetten, die sehr viel feste Fettsäuren oder Fettsäuren mit über 20 C-Atomen enthalten, empfiehlt sich ein Zusatz von Benzol, weil sonst die Gefahr besteht, daß beim Abkühlen schwerlösliche Ester auskristallisieren.

In diesem Fall werden 0,5 g Oel mit 3,5 ml Methanol, 1 ml Benzol und 0,5 ml 1%iger Natrium-methylat-Lösung während 1 Stunde am Rückfluß gekocht.

Nach dem Abkühlen auf Zimmertemperatur wird zur Entfernung der Natrium-Ionen ca. 1 g Ionenaustauscher Dowex zugegeben und das Kölbchen sofort verschlossen. Nun wird während 1 Minute geschüttelt. Eine Probe der überstehenden Lösung soll nach dem Verdünnen mit der gleichen Menge Wasser und Zusatz eines Tropfens Phenolphthalein-Lösung neutral reagieren. Andernfalls muß noch länger geschüttelt werden.

Die im Kölbchen über dem Dowex-Ionenaustauscher stehende klare Ester-Lösung wird in den Gaschromatographen eingespritzt.

## 2. Herstellung der *n*-Propylester durch Umesterung der Glyceride mit Natrium-propylat

(Freie Fettsäuren werden nicht verestert)

Diese Methode ist für Fette mit niederen Fettsäuren vorgesehen, wie Butterfett, Kokosfett, Palmkernfett oder Mischungen, die derartige Fette enthalten. Die Propylester sind günstiger, weil sich die Propylester der niederen Fettsäuren besser voneinander trennen lassen als die Methylester. Auch ist die Gefahr von Verlusten infolge Verdunstung der Ester der niederen Fettsäuren wesentlich geringer als bei den Methylestern. Die höheren Fettsäuren lassen sich über die Propylester ebenfalls gut trennen, die Analyse erfordert jedoch wegen der längeren Retentionszeit mehr Zeit als über die Methylester.

### Reagenzien

a) Natriumpropylat-Lösung 1 %, hergestellt durch Auflösen von 1 g metallischem Natrium in 100 ml n-Propanol unter guter Kühlung.

b) Ionenaustauscher Dowex 50 W X 8 20/50 mesh, Ionenform H (Fluka). Zur Entfernung des Wassers werden vor Gebrauch ca. 20 g Dowex in einem Chromatographier-Rohr mit 100 ml n-Propanol übergossen und das Propanol langsam durch das Rohr abfließen gelassen. Das Dowex ist unter Luftabschluß aufzubewahren, damit es nicht austrocknet.

### Apparatur (siehe Figur Seite 380)

### Ausführung

Ca. 0,5 g Fett oder Oel werden in einem Schliffkölbchen mit 4,5 ml n-Propanol und 0,5 ml Natrium-propylat-Lösung versetzt, einige Siedesteinchen zugegeben und während 1 Stunde unter Ausschluß von Feuchtigkeit am Rückflußkühler gekocht. Man kühlt auf Zimmertemperatur ab und entfernt die Natrium-Ionen, indem man ca. 1 g Ionenaustauscher Dowex (mit Propanol gewaschen) zugibt und während ca. 1 Minute schüttelt. Eine Probe der überstehenden Lösung soll nach dem Verdünnen mit dem gleichen Volumen Wasser und nach Zusatz von 1 Tropfen Phenolphthalein neutral reagieren. Andernfalls muß noch länger geschüttelt werden.

Die im Kölbchen über dem Dowex stehende klare Esterlösung wird in den Gaschromatographen eingespritzt.

*Bemerkung:* Die Propylester sind in Propanol gut löslich. Ein Zusatz von Benzol ist überflüssig.

### *3. Herstellung der Methylester aus Glyceriden und freien Fettsäuren mit Methanol-Salzsäure*

Die Methode ist zu benutzen bei Fett- und Oelgemischen, die beträchtliche Mengen freier Fettsäuren enthalten.

#### *Reagenzien*

a) *Methanol-Salzsäure 5%*ig. In ein 100-ml-Fläschchen werden 50 g Methanol abgewogen. Nun leitet man wasserfreien Chlorwasserstoff ein, bis die Gewichtszunahme ca. 5 % beträgt. Den Chlorwasserstoff entnimmt man am zweckmäßigsten einer Stahlflasche.

b) *Neutralisator.* 2 Teile Natriumhydrogenkarbonat, 1 Teil Natriumkarbonat wasserfrei und 2 Teile Natriumsulfat wasserfrei werden im Mörser innig verrieben.

c) *Benzol p. a.*

#### *Apparatur (siehe Figur Seite 380)*

#### *Ausführung*

Ca. 0,5 g Oel werden in einem Schliffkölbchen mit 3 ml Benzol und 2 ml methanolischer Salzsäure ca. 5 % versetzt, einige Siedesteinchen zugegeben und während einer Stunde unter Ausschluß von Feuchtigkeit am Rückflußkühler gekocht. Nach dem Abkühlen auf Zimmertemperatur werden 0,5 g fester Neutralisator zugegeben, das Kölbchen sofort mit einem Schliffstopfen verschlossen und ca. 1 Minute kräftig geschüttelt. Eine Probe der überstehenden Ester-Lösung darf nach dem Verdünnen mit dem gleichen Volumen Wasser und Zusatz von 1 Tropfen Methylorange keine Rotfärbung mehr zeigen. (Neutrale Reaktion). Andernfalls muß noch länger geschüttelt werden. Das Gemisch wird scharf zentrifugiert und die überstehende klare Lösung direkt in den Gaschromatographen eingespritzt.

### *4. Herstellung der n-Propylester aus Glyceriden und freien Fettsäuren mit Propanol-Salzsäure*

#### *Reagenzien*

a) *n-Propanol-Salzsäure 1%*. In ein 200-ml-Fläschchen werden 100 g n-Propanol abgewogen. Nun leitet man wasserfreien Chlorwasserstoff ein, bis die Gewichtszunahme ca. 5 % beträgt.

zunahme ca. 1 % beträgt. Den Chlorwasserstoff entnimmt man zweckmäßig einer Stahlflasche.

b) *Neutralisator*. Siehe Methode 3 b).

*Apparatur* (siehe Figur Seite 380)

*Ausführung*

Ca. 0,5 g Oel und 5 ml Propanol-Salzsäure werden nach Zugabe einiger Siedesteinchen während 1 Stunde am Rückflußkühler unter Ausschluß von Feuchtigkeit gekocht. Nach dem Abkühlen auf Zimmertemperatur gibt man 0,5 g festen Neutralisator zu und schüttelt das gut verschlossene Kölbchen während 2—3 Minuten kräftig. Eine Probe der klaren überstehenden Lösung soll nach Zusatz der gleichen Menge Wasser und 1 Tropfen Methylorange-Lösung neutral reagieren. Nach dem Neutralisieren wird zentrifugiert und die klare überstehende Lösung in den Gaschromatographen eingespritzt.

*Auswertung*

Alle Chromatogramme wurden isotherm aufgenommen und nach der Methode Höhe mal Gesamtretentionszeit ausgewertet.

*Dank*. Den Herren Dr. Brügger und Dr. Barben, Fett und Oelwerke Astra, Steffisburg, sowie Herrn R. Florin, Oel und Fettwerke Muttenz, danken wir an dieser Stelle bestens für die Ueberlassung von Oelsaaten und verschiedenen Rohölen.

### *Zusammenfassung*

1. Die gaschromatographisch ermittelten Fettsäuren-Verteilungen von 20 verschiedenen Sorten pflanzlicher Oele und Fette werden mitgeteilt (Total 149 Proben).
2. Die Analysen von authentischen, selber aus Saaten isolierten Oelen werden denjenigen von Handelsölen gegenübergestellt und mit Literaturangaben verglichen.
3. Am Schluß der Arbeit beschreiben wir die Methoden zur Herstellung der Fettsäure-methyl- und Propylester.

### *Résumé*

1. La répartition des acides gras dans 20 sortes différentes d'huiles et de graisses végétales, a été déterminée par chromatographie. Les résultats de 149 échantillons sont donnés.
2. Les résultats d'analyse d'autentiques huiles, isolées par nous de leurs graines, sont comparés avec ceux des huiles du commerce et les données de la littérature.
3. Enfin, les méthodes de préparation des esthers méthyliques et propyliques des acides gras sont décrites.

## Summary

1. The distribution of fatty acids in 20 different kinds of vegetable oils and fats has been determined by gaschromatography. Results of a total of 149 samples are given.
2. Analyses of authentic oils, isolated by us from seeds, are compared with those of commercial oils and with literature data.
3. The methods for the preparation of methyl and propyl esters of fatty acids are described.

## Literatur

1. *Hadorn H. und Zürcher K.*: Beitrag zur gaschromatographischen Untersuchung von Fetten und Oelen.
  1. Mitteilung. Apparatives und quantitative Auswertung der Gaschromatogramme. Diese Mitt. **58**, 209 (1967).
2. *Hadorn H. und Zürcher K.*: 2. Mitteilung. Methoden zur Herstellung der Fettsäureester. Diese Mitt. **58**, 236 (1967).
3. *Iverson J. L., Eisner J. und Firestone D.*: J. assoc. off. agric. Chem. **48**, 1191 (1965).
4. *Ullmanns Encyklopädie der technischen Chemie*, 3. Aufl., Bd. **7**, 477—482, München-Berlin, Urban & Schwarz (1956).
5. *Schweiz. Lebensmittelbuch*, Kapitel 7 (provisorisches Ringbuch) zu beziehen durch das Eidg. Gesundheitsamt, Bern.
6. *Grün A.*: Analyse der Fette und Wachse, Berlin, Springer (1925) (1929).
7. *Wachs W.*: Grundlagen und Fortschritte der Lebensmitteluntersuchung Bd. 8. Oele und Fette 1. Teil, Analyse der Nahrungsfette, Berlin, Hayn's Erben (1961).
8. *Kaufmann H. P.*: Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen Nr. 1568. Die Anwendung der Gas-Chromatographie auf dem Fettgebiet mit besonderer Berücksichtigung der pharmazeutischen Analyse. S. 69 Köln, Opladen, Westdeutscher Verlag (1965).
9. *Bonar A. R.*: Int. Fachschr. Schokolade-Indstr. **20**, 107 (1965). Referat in ZUL **132**, 127 (1966/67).
10. *Doro B. und Gabucci G.*: Boll. Lab. chim. provinciali (Bologna) **13**, 478 (1962).
11. *Piorr W.*: Private Mitteilung von W. Piorr, chem. Untersuchungsamt Speyer. Siehe auch *Piorr W. und Toth L.*: Gaschromatogr. und dünnenschichtchromatogr. Untersuchung zur Beurteilung der Reinheit von Pflanzen-Oelen und -Fetten. Vortrag anlässlich der 26. Arbeitstagung des Arbeitskreises Südwestdeutschland der Fachgruppe Lebensmittelchemie und gerichtliche Chemie in der Gesellschaft deutscher Chemiker am 28. April 1967 in Weinheim. Neugefaßtes und erweitertes Manuskript abgeschlossen am 2. August 1967.
12. *Iverson J. L., Firestone D. und Horwitz W.*: J. assoc. off. agric. chem. **46**, 718 (1963).
13. *Mason: Anal. chemistry* **36**, 588 (1966).
14. *Iverson J. L.*: J. assoc. off agric. chem. **48**, 902 (1965).
15. *Kant. Labor Basel*. Diese Mitt. **57**, 313 (1966).
16. *Kaderavek: Olearia* **17**, 145 (1963) Ref. in *Fette, Seifen, Anstrichmittel* **67**, 721 (1965).
17. *Ullmanns Encyklopädie der techn. Chemie* 3. Aufl. **16**, 39, München-Berlin, Urban & Schwarz (1965).
18. *Ibrahim W., Iverson J. und Firestone D.*: J. assoc. off agric. chem. **47**, 776 (1964).
19. *Woidich H.*: ZUL **129**, 199 (1966).
20. *Iverson J. L.*: J. assoc off. agric. chem. **49**, 332 (1966).