

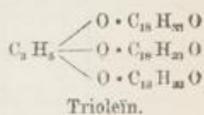
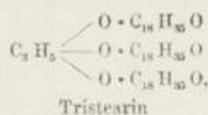
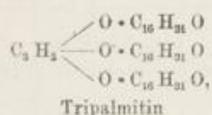
in der Trockensubstanz, E. Schulze und H. Schultze im Rübensaft 0,013—0,285% Salpetersäure und 0,0063—0,0285% Ammoniak; E. Schulze und A. Ulrich in den natürlichen Futterrüben 0,041—0,407% Salpetersäure und 0,005—0,008% Ammoniak. Die Zuckerrüben enthalten nach Zöllner 0,324—0,926% Salpetersäure. Dieselbe nimmt mit dem Reifen der Pflanzen ab (vergl. I. Bd. S. 774 u. ff.).

H. Pellet findet durch Ausziehen der Substanz mit salzsäurehaltigem Wasser und Destilliren des Filtrats mit Magnesia in der Trockensubstanz von Zuckerrüben 0,147 bis 0,196%, von Roggen 0,16% Ammoniak; er ist der Ansicht, dass das Ammoniak in den Pflanzen in Form von phosphorsaurem Ammonium-Magnesium vorhanden ist.

In thierischen Nahrungsmitteln kommen Salpetersäure und Ammoniak unter regelrechten Verhältnissen nicht vor. Etwa gefundenes Ammoniak dürfte hier durchweg von theilweisen Zersetzungen herrühren.

Die Fette und Oele.

Die „Fette“ bezw. „fetten Oele“ des Thier- und Pflanzenreiches bestehen vorwiegend aus den Glycerinestern der Fettsäuren der Essigsäure- ($C_nH_{2n}O_2$) und Akrylsäure- ($C_nH_{2n-2}O_2$) Reihe und zwar in den bei weitem meisten Fällen neben wenigen anderen Bestandtheilen aus folgenden Triglyceriden:



Das Triolein bildet eine bei -6° erstarrende ölige Flüssigkeit, das Tripalmitin krystallisirt in glänzenden bei 63° schmelzenden, das Tristearin in desgleichen bei 67° schmelzenden Blättchen. Man unterscheidet je nach dem Verhältnisse des flüssigen Trioleins zu den festen Tripalmitin und Tristearin zwischen flüssigen Oelen — die von den Sesthieren stammenden heissen auch Thrane — und festen Fetten; letztere theilt man wieder in halbweiche, streichbare Fette (Butter- und Schmalzarten und feste Fette (Talg etc.) ein. Bei den flüssigen Oelen unterscheidet man trocknende und nicht trocknende Oele. Erstere, die trocknenden Oele, wozu z. B. Leinöl, Hanföl, Mohnöl, Nussöl, Krotonöl und Ricinussöl gehören, nehmen bei dünner Ausbreitung an der Luft leicht Sauerstoff auf, trocknen zu firnissartigen Massen und liefern mit salpetriger Säure kein Elaidin; sie enthalten statt bzw. neben der Oelsäure die Leinöl- bezw. Ricinusölsäure (vergl. nachfolgende Uebersichtstabelle).

Die nicht trocknenden Oele enthalten vorwiegend Olein, nehmen an der Luft nur wenig Sauerstoff auf, trocknen nur sehr langsam und geben Elaidin.

Die Wachsorten unterscheiden sich von den Fetten in chemischer Hinsicht vorwiegend dadurch, dass sie durchweg aus den Estern von einatomigen, hoch zusammengesetzten Alkoholen und Fettsäuren bestehen¹⁾.

Die Fette fühlen sich ferner äusserlich fettig an, die Wachsorten dagegen schon bei gewöhnlicher Temperatur oder doch nach dem Erwärmen klebrig.

Die ausser den erwähnten in den Fetten, fetten Oelen und Wachsorten vorkommenden Säuren und Alkohole sind in gedrängter Uebersicht mit ihren wesentlichsten Eigenschaften, die in chemisch-analytischer Hinsicht Bedeutung haben, folgende:

¹⁾ Das „japanische Wachs“ besteht dagegen fast ausschliesslich aus Glyceriden.

A. Säuren.

I. Säuren der Essigsäure-Reihe $C_n H_{2n} O_2$. Gesättigte Fettsäuren.

Säure	Formel	Vorkommen	Krystallisation	Schmelzpunkt C°	Siedepunkt C°	Spec. Gewicht	Löslichkeit ¹⁾	Sonstige Eigenschaften
1. Butter-säure	$C_4 H_8 O_2$	Kuhbutter	flüssig, erstarrt bei -19° , blättrig	-2° bis $+2^\circ$	162,3°	0,958 (bei 14°)	l. l. in W., mischbar mit A. u. Ae. in allen Verhältnissen	Ranziger Geruch, schmeckt beissend sauer; 1 g = 5,939 Kal.
2. Isovaleriansäure	$C_5 H_{10} O_2$	Meerschwein- u. Delphinthran	flüssig, erstarrt bei -57°	-51°	173,7°	0,931 (bei 20°)	In 23,6 Thln. W. bei 20°	Geruch des Baldrians und faulen Käses; 1 g = 6,634 Kal.
3. Kapron-säure (isobutylessig-säure)	$C_6 H_{12} O_2$	Kuhbutter u. Kokosfett	flüssig, erstarrt noch nicht bei -18°	—	199,7°	0,925 (bei 20°)	l. in W., aber mit W. nicht in jedem Verhältniss mischbar	Riecht schweiss-ähnlich
4. Kapryl-säure	$C_8 H_{16} O_2$	Desgl.	flüssig, erstarrt bei $+12^\circ$	16,5°	236 bis 237°	0,914 (bei 20°)	In 400 Thln. siedendem W.	Desgl. 1 g = 7,916 Kal.
5. Kaprin-säure	$C_{10} H_{20} O_2$	Desgl.	fest, feine Blättchen	31,3°	268 bis 270°	0,939 (bei 37°)	In 1000 Thln. siedendem W.	Bocksgeruch; schweissähnlich; 1 g = 8,427 Kal.
6. Umbel-lulsäure	$C_{11} H_{22} O_2$	Californ. Lorbeerfett, 60 % der Triglyceride	—	21—23°	Unzer- setzt bei 275 bis 280°	—	—	Unangenehmer Geschmack
7. Laurin-säure	$C_{12} H_{24} O_2$	Lorbeer- u. Fangkallakfett (85 % Laurin)	Aus A. in Nadeln	43,6°	Nicht un- zerstzt flüchtig	0,883 (bei 20°)	l. in siedendem W.	Destillirt noch mit W.-Dämpfen; 1 g = 8,844 Kal.
8. Myristin-säure	$C_{14} H_{28} O_2$	Muskatbutter	Blättchen	53,8°	250,5° (bei 200 mm Druck)	0,862 (bei 53,8°)	Unl. in W., schw. l. in kaltem A. u. Ae.	Nur mehr in Spuren mit W.-Dämpfen destillierbar; 1 g = 9,004 Kal.
9. Isocetin-säure	$C_{15} H_{30} O_2$	" rkasöl	Blättchen	55°	—	—	—	—
10. Palmi-tinsäure	$C_{16} H_{32} O_2$	In allen Fetten	Büschel-förmige Nadeln oder Schuppen	62°	Bei etwa 350° (un-zerstzt)	0,855 (bei 62°)	In kaltem A. schw. l.; 100 Thle. absol. A. lösen 9,32 Thle.	Geruch- und geschmacklos, erzeugt Fettflecken auf Papier 1 g = 9,226 Kal.

¹⁾ W. = Wasser, A. = Alkohol, Ae. = Aether; l. = löslich, l. l. = leicht löslich, schw. l. = schwer löslich.

Säure	Formel	Vorkommen	Krystallisation	Schmelzpunkt C°	Siedepunkt C°	Spec. Gewicht	Löslichkeit	Sonstige Eigenschaften
11. Daturinsäure	$C_{17}H_{34}O_2$)	Oel von Datura stramonium	Aus A. in feinen Nadeln	55°	—	—	l. l. in A.	—
12. Stearinsäure	$C_{18}H_{36}O_2$	In allen Fetten	Glänzende Blättchen	71 bis 71,5°, bei 69,3° erstarrend	360° unter theilweiser Zersetzung	0,854 (bei 69,2°)	Unl. in W., l. in 40 Thln. absol. A., l. l. in heissem A. u. in Ae.	Verhalten wie Palmitinsäure 1 g = 9,429 Kal.
13. Arachinsäure	$C_{20}H_{40}O_2$	Erdnussöl	Kleine glänzende Blättchen	77°	—	—	Schw. l. in kaltem, l. l. in siedendem A.	—
14. Behen-säure	$C_{22}H_{44}O_2$	Behenöl aus Samen von Moringa oleifera	In Nadeln	83 bis 84°, bei 77—79° erstarrend	—	—	—	1 g = 9,800 Kal.
15. Lignocerinsäure	$C_{24}H_{48}O_2$	Erdnussöl. Buchenholztheerparaffin	Aus A. verfilzte Nadeln	80,5°	—	—	Schw. l. in kaltem A., l. in Ae.	—
16. Karnaubasäure	$C_{24}H_{48}O_2$	Karnaubawachs	—	72,5°	—	—	l. l. in siedendem A., in Ae.	—
17. Hyacinsäure	$C_{25}H_{50}O_2$	Analdrüsentasche von Hyacina striata	Krystallkörner	77—78°	—	—	—	—
18. Cerotinsäure	$C_{27}H_{54}O_2$	Frei im Bienen- u. Karnaubawachs ²⁾	Desgl. u. Nadeln	78—82°, rein 78,5°	—	—	—	—
19. Melissinsäure	$C_{30}H_{60}O_2$	Bienenwachs	Aus Ae. glänzende Schuppen	90°	—	—	—	—

2. Säuren der Akrylsäure-Reihe $C_nH_{2n-2}O_2$. Ungesättigte Fettsäuren.

1. Tiglin-säure (Methylkrotonsäure)	$C_5H_8O_2 = CH_2 \cdot CH : C(CH_3) \cdot COOH$	Krotonöl	Triklone Tafeln oder Säulen	64,5°	198,5°	—	l. l. in heissem W., A. u. Ae., schw. l. in kaltem W.	Mit W.-Dampf flüchtig; riecht wie Benzoesäure.
2. Hypogaeasäure ⁴⁾	$C_{16}H_{30}O_2$	Erdnussfett u. Wallrath	Nadeln	33°	(236° bei 15 mm Druck)	—	—	Giebt mit salpetriger Säure Gaidinsäure $C_{16}H_{30}O_2$.

¹⁾ Die der Daturinsäure isomere sog. Margarinsäure ist ein Gemisch von Palmitin- und Stearinsäure.

²⁾ Nach anderen Angaben bei 77° schmelzend.

³⁾ Als cerotinsaurer Ceryläther auch im chinesischen Wachs, ferner an Alkohole gebunden in Wollschweiss der Schafe.

⁴⁾ Mit der Hypogaeasäure hat die im Wallrath vorkommende Physcölensäure gleiche Zusammensetzung; sie unterscheidet sich von der Hypogaeasäure dadurch, dass sie bei der Destillation keine Sebacinsäure liefert und durch salpetrige Säure nicht verändert wird.

Säure	Formel	Vorkommen	Krystallisation	Schmelzpunkt C°	Siedepunkt C°	Spec. Gewicht	Löslichkeit	Sonstige Eigenschaften
3. Oelsäure (Olein- oder Elaïnsäure)	$C_{18}H_{34}O_2$	In allen Fetten	flüssig, bei 4° erstarrend	bei 14° wieder schmelzend	(232,5° bei 15 mm)	0,898 (bei 14°)	Unl. in W., l. l. in kaltem A.	Mit salpetriger Säure geht sie in Elaïdinsäure $C_{18}H_{34}O_2$ über.
4. Döglin- säure	$C_{19}H_{38}O_2$	Döglintheran	flüssig, bei 4° erstarrend	—	—	—	—	—
5. Eruka- oder Brassicä- säure	$C_{22}H_{42}O_2$	Oel der Samen der Brassica- arten	Aus A. in langen fei- nen Nadeln	33—34°	(265° bei 15 mm)	—	l. l. in A.	1 g = 9,738 Kal. liefert mit HNO_2 Brassicänsäure $C_{22}H_{42}O_2$.
3. Ungesättigte Fettsäuren von der Formel $C_nH_{2n-4}O_2$.								
1. Oleo- margarin- säure	$C_{17}H_{30}O_2$	Oel der Samen von <i>Elaeococca vernicia</i>	Rhombische Tafeln	48°	—	—	l. l. in Ae. u. A. ¹⁾	An der Luft schnell verharzend.
2. Leinöl- säure [Linol- säure ²⁾]	$C_{18}H_{32}O_2$	Lein-, Mohnöl etc.	Bei -18° noch flüssig	—	—	0,921 (bei 14°)	l. l. in A. u. Ae.	Wird mit HNO_2 nicht fest.
4. Ungesättigte Fettsäuren von der Formel $C_nH_{2n-6}O_2$.								
Linolen- säure ³⁾	$C_{18}H_{30}O_2$	Lein-, Hanf-, Mohn-, Nussöl etc.	flüssig	—	—	—	Riecht nach Fischtheran, wird mit $KMnO_4$ zu Linolensäure $C_{18}H_{30}O_2$ (Hexaoxystearinsäure) oxydirt.	
5. Säuren von der Formel $C_nH_{2n-2}O_2$.								
1. Ricinus- ölsäure	$C_{18}H_{34}O_2$	Ricinusöl	Dickes Oel, bei -6 bis -10° erstarrend	bei 16—17° wieder schmelzend	250° bei 15 mm unter Zersetzung	0,940 (bei 15°)	Mit A. u. Ae. in jedem Ver- hältniss mischbar	Mit HNO_2 liefert sie Ricinelaïdin- säure $C_{18}H_{34}O_2$ von 52—53° Schmp.
2. Rapsin- säure	$C_{18}H_{34}O_2$	Rüböl	flüssig, in der Kälte nicht erstarrend	—	—	—	—	Wird mit HNO_2 nicht fest.

Die letzten beiden Fettsäuren werden zu den Oxyfettsäuren gerechnet; ausser diesen sind noch gesättigte Oxyfettsäuren wie Monoxyystearinsäure ($C_{18}H_{35}O_2 \cdot OH$), Dioxystearinsäure [$C_{18}H_{34}O_2(OH)_2$] bis Hexaoxystearinsäure [$C_{18}H_{30}O_2(OH)_6$] bekannt; dieselben treten aber in den natürlichen Fetten nicht auf, sondern nur bei Verarbeitung der Fette in der Fettindustrie, weshalb sie hier übergangen werden können.

¹⁾ In alkoholischer Lösung geht sie am Licht in die isomere, bei 71° schmelzende Elaïostearinsäure über.

²⁾ Man kennt mehrere flüssige Fettsäuren von der Formel $C_{18}H_{32}O_2$, die von einander in etwa verschieden sind, z. B. die Hanfölsäure (Linolsäure) aus Hanföl, Taririnsäure aus dem Oel des Samens von *Pierammia Sow* oder Tariri, Hirseölsäure aus Hirseöl. Das Leinöl soll 3 verschiedene Leinölsäuren enthalten.

³⁾ Fahrion will (Chem.-Ztg. 1893, 17, 521) im Sardinetheran eine Jecorinsäure von der gleichen Zusammensetzung gefunden haben, jedoch bedarf diese Angabe noch der Bestätigung.

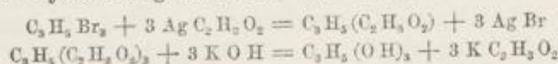
Säure	Kaliumsalz $K\bar{A}$	Natrium- salz $Na\bar{A}$	Baryumsalz $Ba\bar{A}_2$	Calcium- salz $Ca\bar{A}_2$	Bleisalz $Pb\bar{A}_2$	Zinksalz $Zn\bar{A}_2$	Silbersalz $Ag\bar{A}$
4. Kaprinsäure (Dekansäure) $CH_3(CH_2)_8COOH$	—	—	Schw. l. in kochendem W., l. in kochendem A.	Gleicht dem Ba-Salz, etwas leichter l.	—	—	Wenig l. in kochendem W., daraus in Nadeln krystall.
5. Palmitinsäure $C_{15}H_{31}\cdot COOH$	l. in W. u. A.; durch viel W. in freies Alkali u. saures Salz zerfallend; das Na-Salz wird durch A. blättrig		Glänzendes Krystall- pulver; unl. in W., l. in 28751 Thln. abs. A. bei 20°	l. in 9708 Thln. abs. A. bei 20°	Pulver, Schmp. 112°, in 37037 Thln. abs. A. bei 19°	—	Amorpher Nieder- schlag.
6. Stearinsäure $C_{17}H_{33}\cdot COOH$	Nadeln,	Blättchen	Krystall- pulver; in W. u. kochendem W. unl.	Pulver, Verhalten wie Ba-Salz	Amorph, Schmp. 125°, 50 com Aether l. 0,0074 Thle. Salz	—	Desgl.
7. Oelsäure $C_{17}H_{17}\cdot CH:CH\cdot$ $(CH_2)_7\cdot COOH$	Durchsich- tige Gallerte, l. in 2,15 Thln. Wein- geist (0,821) bei 10°, in 4 Thln. kal- tem W. u. 29,1 Thln. siedendem Ae.	Aus abs. A. krystalli- sirend; l. in 20,6 Thln. Weingeist (0,821) bei 13°, in 10 Thln. W. bei 12°, in 100 Thln. siedendem Ae.	Krystall- pulver, unl. in W., s. schw. l. in kochendem A., bakt bei 100° zu- sammen	Pulver, l. in A. u. Ae.	Pulverig, Schmp. 80°, l. in Ae.; basisches Salz $Pb(C_{17}H_{33}O)_2 + 2PbO$ unl. in A. u. Ae.	—	Nahezu unl. in Ae. (Unter- schied von harzsaurem Silber).
8. Leinölsäure $C_{17}H_{31}\cdot COOH$	—	—	Sämtlich nicht krystallisirend u. l. in kochendem A. auch l. in Ae.				

B. Alkohole.**1. Alkohole der Formel $C_nH_{2n+2}O_2$.**

Glycerin, (Oelsüss, Glycerinum, Propenylalkohol oder Propantriol) $C_3H_5O_3$ oder $C_3N_5(OH)_3$ oder $CH_2(OH)-CH(OH)-CH_2(OH)$. Es ist der einzige in der Natur (in den Fetten) vorkommende, 3 werthige Alkohol.

Das Glycerin entsteht auch in kleineren und grösseren Mengen bei der alkoholischen Gährung und findet sich daher in Wein und Bier.

Synthetisch kann es dargestellt werden aus Propenylbromid und Silbernitrat und Verseifen des Glycerinessigsäureesters mit Basen:



Das Propenyltrichlorid oder Trichlorhydrin geht mit Wasser bei 160° ebenfalls in Glycerin über. Auch aus Aethylalkohol $CN_2=CH-CH_2OH$ durch Oxydation mit Kaliumpermanganat oder aus Dioxyaceton $CH_2(OH)-CO-CH_2(OH)$ durch Reduktionsmittel kann Glycerin dargestellt werden. Im Grossen erhält man dasselbe durch Verseifen der Fette entweder:

a) mit Alkali (z. B. aus Tristearin)



b) oder mit Bleihydroxyd (z. B. aus Triolein)



c) oder mit überhitztem Wasserdampf (z. B. aus Tripalmitin)



Das Glycerin ist eine farblose, rein süss schmeckende — daher der Name von $\gamma\lambda\upsilon\kappa\acute{\iota}\varsigma$ süss — schwer bewegliche, syrupartige Flüssigkeit von neutraler Reaktion, welche in wasserfreiem Zustande bei 15° ein spec. Gewicht von 1.265 hat, unter 0° zu einer weissen, erst wieder bei $+17^\circ$ schmelzenden Krystallmasse erstarrt, und bei 290° bezw. unter 12 mm Druck bei 170° unzersetzt siedet und mit überhitztem Wasserdampf bei $140-200^\circ$ übergetrieben werden kann. Es fühlt sich schlüpfrig an und verursacht in Folge Wasserentziehung auf der Haut besonders aber auf den Schleimhäuten das Gefühl von Wärme bezw. ein brennendes Gefühl. Denn das Glycerin zieht begierig Wasser — an der Luft bis 50% — an, ist mit diesem, wie mit Alkohol in allen Verhältnissen mischbar; in Aether, Chloroform und fetten Oelen ist es unlöslich.

Bei gewöhnlicher Temperatur verdampft das Glycerin nur äusserst langsam, in merklicher Menge dagegen bei 100° , bei welcher Temperatur und bei 760 mm Barometerstand seine Spannkraft schon 64 mm beträgt. Von 5 g über Schwefelsäure völlig ausgetrocknetem Glycerin entweicht nach Clausnitzer¹⁾ regelmässig in je 2 Stunden 0,1 g = 2% desselben. In einem mit Papierkappe bedeckten Kölbchen kann Glycerin im Luftbade bei $100-110^\circ$ völlig eingetrocknet werden, ohne dass merkliche Mengen — nämlich nur 1–2,2 mg in je 2 Stunden — entweichen.

Verdünnte Glycerinlösungen können nach Hühner ohne Glycerinverlust eingedampft werden, bis der Glyceringehalt 70% beträgt; wasserfreies Glycerin dagegen kann in einer Schale bei $150-200^\circ$ ohne jeden Rückstand abgedampft werden.

¹⁾ Zeitschr. f. anal. Chem. 1883, 20, 65.

Die Menge des Glycerins in einem wasserhaltigen Glycerin kann aus dem spec. Gewicht bezw. dem Brechungsindex ermittelt werden.

Wasserfreies Glycerin %	Spec. Gew. bei 15°	Brechungsindex bei 12,5--12,8°	Siedepunkt C°	Dampftension bei 760 mm
100	1,2653	1,4758	290	64
90	1,2400	1,4613	138	247
80	1,2130	1,4467	121	306
70	1,1850	1,4321	113,6	496
60	1,1570	1,4140	109	565
50	1,1290	1,4007	106	618
40	1,1020	1,3860	104	657
30	1,0750	1,3719	102,8	690
20	1,0490	1,3595	101,8	717
10	1,0245	1,3454	100,9	740

Das Glycerin besitzt ein bedeutendes Lösungsvermögen für viele Salze; 100 Theile Glycerin lösen z. B.

98 Thle. krystall. Soda	40 Thle. Alann	20 Thle. Bleizucker u. Chlorammon
60 " Borax	40 " Jodkalium	10 " Chlorbaryum
50 " Chlorzink	30 " Kupfervitriol	8 " Natriumkarbonat

Auch in Wasser unlösliche Seifen (wie ölsaures Eisen, Magnesium und Calcium) werden von Glycerin (1,114) in geringen Mengen (0,7—1,2 in 100 Thln. Glycerin) gelöst.

Das Glycerin verbindet sich mit Basen; es löst Kaliumhydroxyd, alkalische Erden und Bleioxyd auf; Kalk, Strontian und Baryt können aus solchen Lösungen bis auf einen geringen Rest ausgefällt werden. Glycerin verhindert die Ausfällung von Eisenoxyd, Kupferoxyd etc. durch Kalilauge.

Das Natriumglycinat ($C_3H_7O_3Na$) wird durch Mischen einer Lösung von Natrium in absol. Alkohol mit Glycerin und durch Trocknen des Niederschlages ($C_3H_7O_3Na + C_2H_6O$) bei 100° erhalten; es ist ein weisses hygroskopisches Pulver, welches durch Wasser in Glycerin und Aetznatron zerfällt.

Monoplumboglycerid $C_3H_6O_3Pb$ entsteht, wenn man 22 g Bleiacetat in 250 ccm Wasser löst, mit 20 ccm Glycerin und sodann in der Wärme mit einer konzentrierten Lösung von 15 g Kalihydrat versetzt; die von einem geringen Niederschlage abfiltrirte Lösung scheidet nach einigen Tagen das Monoplumboglycerid in feinen weissen Nadeln ab. Wendet man basische Bleiacetate an, so erhält man basische Bleiglycerinate.

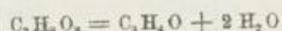
Durch Eintröpfeln von Glycerin in ein abgekühltes Gemisch von Schwefel- und Salpetersäure erhält man Glycerintrinitrat (oder fälschlich Nitroglycerin genannt) $C_3H_5(ONO_2)_3$ als farb- und geruchloses, giftiges Oel, schwer löslich in Wasser, leicht löslich in Alkohol, Aether und Chloroform, bei -20° krystallisirend.

Ebenso bildet sich durch Erwärmen von 2 Mol. Glycerin mit 1 Mol. arseniger Säure auf 150° das Glycerinarsenit (Arseoisäureglycerinester $C_3H_5AsO_3$) als eine sehr zerfliessliche, fettartige, bei 50° zu einer dicken Flüssigkeit schmelzenden Masse, die mit Glycerindämpfen flüchtig ist. Hieraus erklärt sich der etwaige Arsengehalt bei sog. „chemisch reinem Glycerin“, wenn die Verseifung der Fette mit konzentrierter arsenhaltiger Schwefelsäure vorgenommen wird.

Beim Kochen mit Eisessig giebt Glycerin Diacetin $C_3H_5OH(OC_2H_3O)_2$, mit

Essigsäureanhydrid dagegen Triacetin $C_3H_5(OC_2H_3O)_3$. Beim Schütteln mit Natronlauge und Benzoylchlorid bilden sich Di- und Tribenzoat.

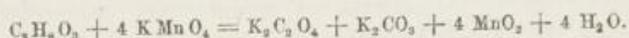
Durch wasserentziehende Mittel (wie Kaliumbisulfat) oder durch rasches Erhitzen des Glycerins — auch beim Verbrennen der Glyceride — entsteht Akrolein $CH_2 \cdot CH \cdot CHO$:



Das Akrolein, welches bei 50° siedet, ist an seinem äusserst unangenehmen stechenden Geruch und daran zu erkennen, dass es die Augen zu Thränen reizt.

Durch vorsichtige Oxydation des Glycerins mit verdünnter Salpetersäure oder Brom entsteht ein Gemenge von Glycerinaldehyd $CH_2OH \cdot CHOH \cdot CHO$ und Glycerinketon $CH_2OH \cdot CO \cdot CH_2OH$, die sog. Glycerose, welche durch Kondensation mit Aetznatron in inaktive Akrose, eine der Glukose verwandte Verbindung, umgewandelt wird.

Bei der Oxydation mit Kaliumpermanganat in alkalischer Lösung wird das Glycerin zu Kohlensäure, Oxalsäure, Ameisensäure und Propionsäure zerlegt; wenn man hierbei genau nach der Vorschrift von Benedikt und Zsigmondy¹⁾ — 0,3 bis 0,4 g Glycerin in 500 ccm Wasser, 10 g Kalihydrat und dazu gepulvertes Permanganat — verfährt, zerfällt das Glycerin glatt in Oxalsäure und Kohlensäure:



Kaliumbichromat und Schwefelsäure verbrennen Glycerin vollständig zu Kohlensäure und Wasser:



Reaktionen auf Glycerin: 1. Eine mit Glycerin oder glycerinhaltiger Flüssigkeit befeuchtete Boraxperle färbt die Flamme grün.

2. Glycerin treibt Borsäure aus Boraxlösungen aus. Man versetzt zu dem Zweck eine glycerinhaltige Flüssigkeit und Boraxlösung mit einigen Tropfen Lackmustinktur und mischt; bei Gegenwart von Glycerin tritt Rothfärbung auf, die beim Erwärmen verschwindet, beim Erkalten aber wieder eintritt.

3. Auf Fehling'sche Lösung wirkt Glycerin nur dann nach 10 Minuten langem Kochen und nach 24—48 stündigem Stehen, wenn es mit nur wenig Wasser verdünnt wird. Es löst Kupferoxyd nicht auf; Kupfersalzlösungen, mit genügenden Mengen Glycerin versetzt, geben mit Kallauge eine dunkelblaue Färbung.

4. Erwärmt man Glycerin mit Silberlösung im kochenden Wasserbade und setzt dann einige Tropfen Ammoniak, Kali- oder Natronlauge zu, so wird Silber ausgeschieden. Eine Lösung von Platinchlorid in überschüssigem Aetznatron scheidet beim Erwärmen mit Glycerin ebenfalls metallisches Platin ab.

5. 2 Tropfen Glycerin, 2 Tropfen geschmolzenes Phenol und ebensoviel Schwefelsäure vorsichtig auf 120° erwärmt, liefern in der harzartigen Schmelze bald eine braune feste Masse, die sich nach dem Abkühlen in Ammoniak mit schön karmoisinrother Farbe löst²⁾.

6. Kocht man eine kleine Menge der auf Glycerin zu prüfenden Flüssigkeit mit wenig Pyrogallol und mehreren Tropfen verdünnter Schwefelsäure (1:1), so färbt sich die Flüssigkeit bei Gegenwart von Glycerin deutlich roth, nach Zusatz von Zinnchlorid violettroth³⁾.

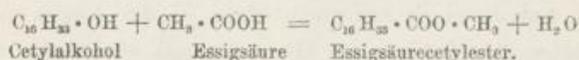
¹⁾ Chem.-Ztg. 1885, 9, 975.

²⁾ Zum Gelingen der Reaktion dürfen aber keine anderen organischen Stoffe vorhanden sein, welche mit Schwefelsäure verkohlen.

³⁾ Es dürfen aber keine Kohlenhydrate und Alkohole gleichzeitig vorhanden sein, weil diese ähnliche Reaktionen geben können.

2. Alkohole der Reihe $C_n H_{2n+2} O$.

Ausser dem Glycerin in den eigentlichen Fetten und Oelen kommen, besonders in den wachsartigen Bestandtheilen, einatomige Alkohole der Fettsäure-Reihe, nämlich Cetyl-, Oktadekyl-, Ceryl- und Myricylalkohol vor, die sämmtlich fest, weiss, krystallisirbar sind und unzersetzt schmelzen. Durch Erhitzen derselben mit organischen Säuren oder deren Anhydriden entstehen unter Wasseraustritt zusammengesetzte Aether z. B. aus Cetylalkohol beim Erhitzen mit Essigsäure und Schwefelsäure der Essigsäureester:



Beim Erhitzen mit Natronkalk bildet sich die entsprechende Fettsäure unter Austritt einer äquivalenten Menge Wasserstoff:



Die sonstigen Eigenschaften dieser Alkohole erhellen aus folgender Uebersicht:

Alkohol	Formel	Vorkommen	Krystallisation	Schmelzpunkt C°	Siedepunkt C°	Spec. Gewicht	Löslichkeit und sonstige Eigenschaften
1. Cetylalkohol (Aethal)	$C_{16}H_{34}O$	Wallrath u. Talg- (Bürzel-)Drüse der Gänse u. Enten	Aus A. in kleinen Blättchen	49—50°	344° unzersetzt	0,8176 bei 49,5°	Unl. in W., l. in A., sehr l. l. in Ae.
2. Oktadekylalkohol	$C_{18}H_{38}O$	Wallrath	desgl.	59°	210,5° bei 15 mm	0,8048 bei 59°	—
3. Cerylalkohol	$C_{27}H_{56}O$	Als Cerotinat im chines. Wachs, als Palmitat im Opiumwachs, frei im Wallrath	Aus A. in Nadeln	79°	Nicht unzersetzt siedend	—	Liefert mit Natronkalk Cerotinsäure
4. Myricylalkohol	$C_{30}H_{62}O$	Als Palmitat im Bienenwachs, ferner im Karnaubawachs	Aus Ae. in Nadeln	85°	—	—	In kaltem A. fast unl., in heissem l. Gibt mit Natronkalk Melissinsäure

3. Alkohole der aromatischen Reihe.

Die hierzu gehörigen Alkohole sind in ihrer Konstitution noch wenig erforscht kommen auch in den Fetten und Oelen — mit Ausnahme des Wollfettes — nur in geringer Menge vor.

a) Cholesterin $C_{26}H_{44}O$ ¹⁾, neben Isocholesterin, vorwiegend reichlich im Wollschweissfett, ferner ziemlich reichlich im Eieröl (4,49 %) und in den Leberthranen (0,81 %), dagegen in anderen thierischen Fetten (Butter, Schweinefett, Rindstalg etc.) nur in geringer Menge (0,10—0,35 %); es ist der Hauptbestandtheil

¹⁾ Reinitzer giebt dem Cholesterin aus Gallensteinen, ebenso Walitzki dem anderen Ursprungs die Formel $C_{27}H_{46}O$, Mauthner und Suida geben ihm die Formel $C_{27}H_{44}O$.

der Gallensteine, kommt im Blut, Gehirn, in den Vogelauswürfen (Guano), in der Retina des Ochsenauges (0,7 %), in der Milz, also allgemein verbreitet in thierischen Fetten und Organen vor.

Das ebenfalls im Wollfett vorkommende Isocholesterin unterscheidet sich von dem Cholesterin durch einen verschiedenen Schmelzpunkt und den Benzoësäureester, ferner dadurch, dass es einige qualitative Reaktionen des Cholesterins nicht besitzt. Es hat gleichen Schmelzpunkt mit dem Phytosterin.

b) Phytosterin $C_{26}H_{44}O$. An Stelle des Cholesterins kommt in den Pflanzenfetten das Phytosterin vor. A. Bömer¹⁾ fand in den Oelen verschiedener Oelsamen zwischen 0,23–1,28 % unverseifbare Bestandtheile, die im wesentlichen aus Phytosterin bestehen.

Das in der Samenschale von Phaseolus vulgaris vorkommende Paraphytosterin unterscheidet sich von dem Phytosterin der anderen Fette durch einen höheren Schmelzpunkt. Hierher gehören ferner:

c) das Phasol $C_{15}H_{24}O$, welches von A. Likiernik²⁾ neben dem Paraphytosterin in den Samenschalen von Phaseolus vulgaris gefunden worden ist;

d) das Lupeol $C_{26}H_{42}O$, welches nach E. Schulze³⁾ an Stelle von Phytosterin in den Samenschalen der Lupinen vorkommt. Auch die beiden letzteren Körper sind alkoholischer Natur.

Man gewinnt diese Verbindungen im allgemeinen in der Weise, dass man die Fette verseift, die Seifen in Wasser löst und diese Lösung mit Aether ausschüttelt. Durch Wiederholung der Verseifung, Ausschüttelung und Umkrystallisierung des Rückstandes vom Aetherauszuge aus Alkohol lassen sich die Körper rein gewinnen (vergl. A. Bömer l. c. u. III. Bd.). Durch Erhitzen mit Benzoësäure im zugeschmolzenen Rohre auf 200°, durch Erhitzen mit Ameisensäure, Eisessig oder Essigsäureanhydrid sowie anderen Fettsäuren geben sie leicht esterartige Verbindungen, die ebenfalls unterschiedliche Eigenschaften besitzen.

Ich lasse die unterschiedlichen Eigenschaften dieser Alkohole in umstehender Uebersicht (S. 106 u. 107) folgen:

Qualitative Reaktionen auf Cholesterin⁴⁾: 1. Wird eine Spur Cholesterin auf einem Platindeckel mit einem Tropfen Salpetersäure zur Trockne verdampft, so erhält man einen gelben Fleck, welcher beim Uebergießen mit Ammoniak gelbroth wird, darauf folgender Zusatz von festem Alkali bewirkt keine Veränderung (Unterschied von Harasäure). 2. Wird eine Probe Cholesterin auf einem Platindeckel mit einem Tropfen eines Gemisches von 3 Vol. konc. Salzsäure und 1 Vol. Eisenchloridlösung zusammengerieben und vorsichtig zur Trockne verdampft, so nehmen die ungelöst gebliebenen Stückchen eine violettrothe, dann ins Bläuliche sich ziehende Färbung an. 3. Löst man einige Centigramm Cholesterin in Chloroform, fügt ein etwa gleiches Vol. konc. Schwefelsäure zu und schüttelt durch, so färbt sich die Chloroformlösung schnell blut-, dann schön kirschroth bis purpurn und diese Farbe hält sich tagelang unverändert. Die unter dem Chloroform befindliche Schwefelsäure zeigt eine starke grüne Fluorescenz. Giesst man einige Tropfen der rothen Chloroformlösung in eine Schale, so färbt sie sich sehr schnell blau, dann grün, endlich gelb. Verdünnt man die purpurfarbene Chloroformlösung, die über der Schwefelsäure steht, mit Chloroform, so wird sie fast farblos oder stahlblau,

¹⁾ Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- und Genussmittel 1898, 1, 21 u. 81.

²⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie 1891, 15, 426.

³⁾ Ebendort 415 u. Landw. Versuchsstationen 1889, 36, 411.

⁴⁾ Vergl. E. Schulze: Journ. f. prakt. Chem. 1873, 115, 164, E. Salkowski: Zeitschr. f. anal. Chem. 1887, 26, 569 und Liebermann: Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft 1885, 18, 1804.

nimmt aber beim Schütteln mit der darunter befindlichen Schwefelsäure ihre frühere Färbung wieder an. Diese Erscheinung beruht auf einem geringen Wassergehalt des Chloroform. 4. Wird Cholesterin in Chloroform gelöst und in soviel Essigsäureanhydrid eingetragen, als in der Kälte gelöst bleiben kann, dann unter Abkühlen tropfenweise conc. Schwefelsäure zugesetzt, so färbt sich die Flüssigkeit rosaroth, dann aber und zwar besonders auf Zusatz einer neuen, kleinen Menge Schwefelsäure blau. Man kann nach Burchard das Cholesterin auch erst in 2 ccm Chloroform lösen, hierzu 20 ccm Essigsäureanhydrid und 1 Tropfen Schwefelsäure hinzufügen. 5. L. Tschugaew löst Cholesterin in Essigsäureanhydrid, setzt Acetylchlorid im Ueberschuss und ein Stückchen Zinkchlorid zu; beim Erwärmen tritt je nach dem Cholesteringehalt eine eosinähnliche rothe oder Rosa-Färbung auf, welche auch eine grünlich gelbe Fluorescenz zeigt. Die Reaktion tritt am stärksten nach 5 minutenlangem Kochen auf. Empfindlichkeit 1 : 80000.

Das Isocholesterin giebt mit dem ersten Tropfen Schwefelsäure eine gelbe, dann rothgelb werdende Färbung, während die Flüssigkeit grün fluorescirt. Das Phytosterin theilt die Reaktionen mit dem Cholesterin, nur wird nach Nr. 3 die Chloroformlösung nach mehrtägigem Stehen beim Phytosterin mehr blauröth, beim Cholesterin mehr kirschroth.

Alkohole	Löslichkeit ¹⁾	Krystallisation	Schmelzpunkt	Optisches Verhalten [α (D)]	Benzoösäureester	Essigsäureester	Ameisensäureester
1. Cholesterin $C_{26}H_{44}O$ in thierischen Fetten, Organen etc.	Unl. in W., schw. l. in kaltem verd. A., l. in 9 Thln. kochenden A. von 0,84, in 5,5 Thln. von 0,82 spec. Gew., l. l. in Ae., Chlf., Schwk. u. Petr.	Aus A. durchweg in rhombischen Tafeln bzw. Blättchen des triklinen Systems	146—148° Mittel 147°	In Ae.-Lösung = —31,12°, in Chlf.-Lösung = —(36,61 + 0,249c)	In kochendem A. fast unl., aus Ac. in rechtwinkeligem Tafeln, bei 150—151° schmelzend, nach Obermüller bei 145,5°	Monokline Krystalle nach Raymann bei 113° schmelzend, Bömer u. Winter bei 112,5 bis 113°	Feine Nadeln des monoklinen Systems, Schmlzp. 95,5 bis 96,0°
2. Isocholesterin $C_{26}H_{44}O$ im Wollschweissfett	Schw. l. in kaltem, l. l. in heissem A., Ae. u. Eisessig	Aus Ae. in feinen Nadeln	137—138°	In Ae.-Lösung = + 60°	In kochendem A. s. schw. l., feine Nadeln, Schmp. 190—191°	Nicht krystallisirend, bei 100° schmelzend	—

¹⁾ W. = Wasser, A. = Alkohol, Ae. = Aether, Chlf. = Chloroform, Schwk. = Schwefelkohlen off, Petr. = Petroleum, B. = Benzol.

Alkohol	Löslichkeit	Krystallisation	Schmelzpunkt	Optisches Verhalten [α (D)]	Benzoösäureester	Essigsäureester	Ameisensäureester
3. Phytosterin $C_{28}H_{44}O$ in Pflanzenfetten	Unl. in W. u. Alkalien, l. in 6,65 Thln. Chlf., l. l. in Ae.	Erste Kry- stallisation meist in feinen büschel- förmigen Nadeln, spätere Krystalli- sationen meistens 6-seitige Tafeln des monoklinen Systems	135,5 bis 141° Mittel 137,5°	In Chlf.- Lösung = -34,2°	Nach Jacobson 144,5 bis 147,0° (aus Legami- nosen)	Nach Jacobson bei 117 bis 126°; nach Bömer u. Winter bei 123,5 bis 134,5°, je nach den Fetten	Dünne Blättchen, Schmlzp. 103—113°, je nach den Fetten
4. Paraphytosterin ($C_{28}H_{44}O + H_2O$)? in Samenschalen von Phaseolus vulgaris	S. schw. l. in kaltem A., l. l. in Ae., Chlf., Schwk. u. B.	Aus A. in breiten Blättern	149—150°	In Chlf.- Lösung = -44,1°	—	—	—
5. Phasol $C_{28}H_{44}O$ in desgl.	In A. lös- licher als No. 4	Aus A. in Tafeln	189—190°	In Chlf.- Lösung = + 30,6°	—	—	—
6. Lupeol ($C_{30}H_{48}O$)? in Saucenschalen von Lupinen	Schw. l. in kaltem A., l. l. in Ae., Chlf., Schwk., B. u. Petr.	Aus A. in langen Nadeln	204°	In Chlf.- Lösung = + 27,1°	Aus Ae. in rhom- bischen Prismen, Schmlzp. 250°, schw. l. in A.	Aus A. in langen Nadeln, Schmlzp. 223°, ziemlich l. l. in Ae. u. kochendem A.	—

C. Sonstige Bestandtheile und Eigenschaften der Fette und Oele sowie deren Elementarzusammensetzung.

Die thierischen wie die aus Pflanzensamen oder -theilen gewonnenen Fette bezw. Oele bezw. Wacharten, sei es auf mechanischem Wege durch Pressen oder auf chemischem Wege durch Ausziehen mit Schwefelkohlenstoff oder Petroleumäther (Naphta, Kanadol, Benzin) im Grossen erhaltenen Fette enthalten verschiedene Beimengungen, Farbstoffe aller Art, proteinartige Stoffe und dergl.; hiervon werden sie entweder durch natürliches Bleichen an der Luft mit und ohne Zusatz von Wasserstoffsperoxyd, Kaliumpermanganat, Kaliumpyrochromat, Waschen mit Wasser, mit

kleinen Mengen Schwefelsäure (0,5—1,5 %) oder Zinkchloridlösung (1,5 %), durch Einblasen von Luft oder mittelst Filtration durch Knochenkohle gereinigt.

Auch die im Kleinen durch Ausziehen der Stoffe mit Aethyläther behufs quantitativer Bestimmung gewonnenen Fette und Oele weisen dergleichen Verunreinigungen auf und werden in dem Aetherauszug mit gewogen.

Aber abgesehen von diesen an sich fremdartigen Stoffen schliessen die Fette und Oele auch noch verschiedene Bestandtheile ein, die nicht an Glycerin oder Fettalkohol gebunden sind und die sich von den eigentlichen Fetten und Oelen nicht trennen lassen. Hierzu gehört z. B. das fast regelmässig in den Fetten und Oelen enthaltene, S. 86 erwähnte Lecithin.

Wenn oben S. 95 gesagt ist, dass die Fette und Oele durchweg aus den Triglyceriden der Palmitin-, Stearin- und Oelsäure in wechselndem Mengenverhältniss bestehen, so scheint es doch auch Fette zu geben, welche gemischte Triglyceride ent-

halten; so hält Bell das Vorkommen eines Oleopalmitobutyrate $C_3H_5 \begin{matrix} \diagup OC_{18}H_{33}O \\ \diagdown OC_{16}H_{31}O \\ \diagup OC_4H_7O \end{matrix}$

in der Kuhbutter für wahrscheinlich. Allen glaubt, dass im Japanwachs Dipalmitin vorkommt, während Reimer und Will das Stearin aus älterem Rüböl für Dierucin halten.

Derartige Abweichungen dürften wohl nicht vereinzelt dastehen. Von allgemeiner Wichtigkeit für die Beurtheilung der Fette und Oele sind auch noch folgende Bestandtheile und Eigenschaften:

I. Gehalt der Fette und Oele an Glycerin und freien Fettsäuren.

Ueber den Gehalt der Fette an Glycerin liegen verschiedene Angaben¹⁾ vor, die durch Anwendung verschiedener, an sich nicht sehr genauer Verfahren (vergl. III, Bd.) bedingt sind. Am wahrscheinlichsten sind die von Benedikt und Zsigmondy²⁾ ermittelten Werthe, nach denen enthalten:

	a. Verseifungszahl	b. Glycerin	
		berechnet aus a,	gefunden
Olivenöl	191,8—203,0	10,49—11,10 %	10,15—10,38 %
Leinöl	188,4—195,2	10,24—10,66 "	9,45— 9,97 "
Cocosöl	270,0—275,0	14,76—14,83 "	13,30—14,50 "
Talg	196,5	10,72 "	9,94—10,21 "
Kuhbutter	227,0	12,51 "	11,59 "
Leberthran	—	—	9,87 "

Die aus den ersten Untersuchungen gezogene Schlussfolgerung, dass die Pflanzenfette durchweg weniger Glycerin und dementsprechend mehr freie Fettsäuren enthalten, hat sich nach den letzten Untersuchungen bezüglich des ersten Punktes nicht bestätigt, dagegen bleibt die Annahme, dass die Pflanzenfette durchweg etwas mehr freie Fettsäuren zu enthalten pflegen, bestehen.

¹⁾ Die ersten Ermittlungen hierüber rühren von J. Kiesow und B. Aronheim (Landw. Versuchsstationen 1874, 17, 1) u. W. v. d. Becke (Zeitschr. f. anal. Chemie 1880, 19, 291) her.

²⁾ Chem.-Ztg. 1885, 9, 975 und 1887, 11, 68, vergl. auch Benedikt-Ulzer, Analyse der Fette 1897, 3. Aufl. 185.

v. Rechenberg¹⁾ untersuchte unreifen und reifen Samen auf freie Fettsäuren, indem er die Menge Kalihydrat ermittelte, welche 100 g Fett zur Neutralisation erforderten, und fand:

	Geernteter Samen			Käufliche Oele			
	1 Aus unreifem Samen frisch	2 Samen nach 4 Wochen	3 Reifere Samen	Rüböl	Olivenöl	Mohnöl	Leinöl
1. Rüben (Brassica rapa)	0,133 g	0,074 g	0,036 g	1,321 g	0,449 g	0,416 g	0,347 g
2. Raps (Brassica napus)	2,137 g	0,138 g	0,032 g	oder wenn man diese Mengen Kalihydrat auf Oelsäure umrechnet, enthalten 100 g Oel an freier Oelsäure:			
3. Leindotter (Came- lina sativa)	2,070 g	—	0,324 g	6,64 %	2,25 %	2,09 %	1,74 %
4. Lein (Linum usi- tatissimum)	— g	0,445 g	0,053 g				

Hieraus schliesst v. Rechenberg, dass das Fett aus reifem Samen nur wenig freie Fettsäuren enthält, dagegen dasjenige aus unreifem Samen erheblich mehr; die freien Fettsäuren nehmen ebenso wie beim Reifen, so auch beim Liegen des unreifen Samens ab, ein Beweis, dass in letzterem auch nach dem Trennen von der Pflanze noch Umsetzungen vor sich gehen.

E. Salkowski²⁾ giebt für 100 g Fett folgende Mengen freie Fettsäuren (auf Oelsäure berechnet) an:

Rüböl	Olivenöl	Leinöl	Erdnussöl	Mohnöl	Cocosnussöl	Palmkernöl
4,28 %	1,17 %	3,45 %	1,66 %	2,29 %	2,96 %	13,39 %

In derselben Weise erhielt H. Nördlinger³⁾ für verschiedene Handelsorten dieser Oele folgende procentige Mengen freier Fettsäuren:

Niedrigstgehalt	0,52 %	3,87 %	0,41 %	0,85 %	0,70 %	1,00 %	3,30 %
Höchstgehalt	6,26 "	27,16 "	4,19 "	10,61 "	17,73 "	14,35 "	17,65 "
Mittel	1,67 "	12,97 "	1,57 "	4,16 "	7,01 "	6,09 "	7,70 "
Anzahl der Sorten	111	3	10	41	36	12	37

Für einige weitere Oele findet Nördlinger an freier Oelsäure im Mittel mehrerer Sorten:

	Sesamöl		Ricinusöl		Candlenussöl	
	gepresstes Speiseöl, technisches Oel, ausgezogenes Oel		gepresstes	ausgezogenes		
	1,97 %	17,94 %	4,89 %	9,28 %	2,78 %	56,45 %

Nur das Baumwollensamenöl scheint wenig freie Säure zu enthalten; Salkowski fand letztere zu 0,29 %, Nördlinger zu 0,15—0,50 %.

Nach den Untersuchungen Nördlinger's enthält das Oel der ersten Pressung am wenigsten, das der zweiten und dritten Pressung, welche Oele für technische Zwecke bestimmt sind, steigende Mengen freier Säuren, während die grösste Menge der letzteren in den Presskuchen zurückbleibt; so ergaben 100 g Oel aus Presskuchen an freier Säure (auf Oelsäure berechnet) im Mittel mehrerer Sorten:

Raps-,	Lein-,	Erdnuss-,	Mohn-,	Cocosnuss-,	Palmkern-,	Sesamkuchen
10,55 %	9,75 %	18,62 %	58,89 %	10,51 %	14,28 %	40,29 %

¹⁾ Journ. f. prakt. Chem. 1884, 24, 512.

²⁾ Zeitschr. f. analyt. Chem. 1887, 26, S. 557.

³⁾ Zeitschr. f. analyt. Chem. 1889, 28, 183 u. 1890, 29, 6.

Dieses Ergebniss ist durch zahlreiche Untersuchungen bestätigt; die Pressrückstände enthalten, allerdings vielfach in Folge nachträglicher Zersetzungen, bis gegen 80 % freie Fettsäuren und mehr.

A. Stellwaag ¹⁾ untersuchte verschiedene Pflanzensamenfette auf freie Fettsäuren mit folgendem procentigen Ergebniss:

Gerste	Hafer	Mais	Erbsen	Wicken	Pferdebohnen	Lupinen	Buchweizen	Sojabohnen
14,00%	27,56%	6,67%	11,22%	14,81%	9,82%	8,13%	12,45%	1,99%

Die thierischen Fette sind zwar auch nicht frei von freien, unlöslichen Fettsäuren und zeigen ebenfalls beim Aufbewahren eine Zunahme hieran, aber beides in viel geringerem Grade. So fand E. Salkowski in 8 Sorten Leberthran 0,25–0,69 % freie Säure als Oelsäure berechnet; nur eine Handelssorte ergab 6,5 %; Schmalz- und Talgfette sind in den besseren Sorten durchweg neutral oder enthalten in den geringeren Sorten keine grösseren Mengen freier Säure, wie Leberthran. Für das Butterfett erhielten St. Bondzynski und H. Ruffi ²⁾ folgende Menge freier Säure in 100 g Fett:

	Butterprobe 1	Butterprobe 2		
		am 22. Mai	am 1. Juni	am 11. Juni
Feste freie Fettsäure . . .	0,50%	0,27%	1,29%	3,60%
Freie Oelsäure	0,17 "	0,16 "	0,47 "	0,71 "

Also auch das Kuhbutterfett enthält im frischen Zustande nur wenig freie Säure; dasselbe zersetzt sich bekanntlich, besonders bei Licht- und Luftzutritt unter Abspaltung freier Säuren sehr leicht, indess scheint die Bildung von unlöslichen freien Fettsäuren nicht so schnell und weit zu verlaufen, wie bei den Pflanzenfetten.

2. Das Ranzigwerden der Fette und Oele.

Das Ranzigwerden der Fette hängt sehr enge mit dem Gehalt derselben an freien Fettsäuren bezw. mit der Spaltung der Glyceride zusammen und möge daher dieser Abschnitt an die vorstehenden Mittheilungen angeschlossen werden, ob schon das Ranzigwerden vorwiegend nur bei dem Kuhbutterfett in Betracht kommt.

Unter Ranzigsein der Fette versteht man allgemein das Vorhandensein jenes eigenartigen Geruches und Geschmackes, welche verdorbener (ranziger) Kuhbutter eigen sind und welche nach C. Amthor ³⁾ in erster Linie von Buttersäureester bedingt sind. Nachdem nämlich O. Schweissinger ⁴⁾, B. Fischer ⁵⁾, Besana ⁶⁾ und R. Sendtner ⁷⁾ nachgewiesen haben, dass der Grad der Ranzigkeit nicht immer im Verhältniss steht oder gleichen Schritt hält mit der Menge der gebildeten freien Fettsäuren, indem stark ranzige Butter nicht immer einen hohen Säuregrad zeigt bezw. Butter mitunter stark sauer ist, ohne ranzig zu sein, da erscheint es wahrscheinlich, dass der ranzige Geruch und Geschmack der Butter in etwas anderem als dem Gehalt an freien Fettsäuren ihre Ursache haben. Freilich werden freie Fettsäuren hierbei nicht ohne Einfluss sein.

¹⁾ Landw. Versuchszt. 1890, 37, 135.

²⁾ Zeitschr. f. analyt. Chem. 1890, 29, 1.

³⁾ Zeitschr. f. analyt. Chem. 1899, 38, 19.

⁴⁾ Zeitschr. f. angew. Chem. 1890, 696.

⁵⁾ Jahresber. d. chem. Untersuchungsanstalt Breslau 1890/91.

⁶⁾ Chem.-Ztg. 1891, 15, 410.

⁷⁾ Forschungsberichte über Lebensmittel 1895, 2, 290.

Denn J. Mayrhofer¹⁾ findet, dass in den Destillaten ranziger Butter auch säureartige Verbindungen sind, durch welche anscheinend der ranzige Geruch und Geschmack einer Butter nicht in geringem Grade mitbedingt ist.

J. Hanus²⁾ hat in ranziger Butter, die nur verhältnissmässig geringe Mengen freier Säure enthielt, aldehydartige Verbindungen nachgewiesen und hält es für richtig, zwischen saurer und ranziger Butter zu unterscheiden.

A. Schmidt³⁾ unterscheidet ebenfalls saure, ranzige, sowie saure und gleichzeitig ranzige Fette. Erstere enthalten viel freie Fettsäuren, aber das Glycerin ist noch unverändert; bei ranzigen Fetten ist der Gehalt an freien Fettsäuren nicht sehr hoch, aber das freie Glycerin ist ganz oder theilweise zu Aldehyd oder Keton oxydirt. Sauer und gleichzeitig ranzig dagegen ist ein Fett, welches neben einem hohen Gehalt an freien Fettsäuren auch Oxydationserzeugnisse des Glycerins (Aldehyd etc.) enthält.

Wenn somit schon der Begriff der Ranzigkeit der Fette noch nicht völlig feststeht, so sind die Ansichten über die Ursache des Ranzigwerdens noch weniger aufgeklärt.

Auf der einen Seite [so von Hagemann⁴⁾, Schädler⁵⁾, Duclaux⁶⁾, Gröger⁷⁾, Ritsert⁸⁾, Fr. Soxhlet⁹⁾, E. Späth¹⁰⁾, Heyerdahl¹¹⁾] wird angenommen, dass das Ranzigwerden der Butter und anderer Fette einzig auf einem rein chemischen Vorgange beruht.

Hierzu sind in erster Linie Wasser und Sauerstoff erforderlich; das Wasser soll die Glyceride spalten und der Sauerstoff die Spaltungsstoffe weiter oxydiren; während aber nach den einen vorwiegend das Butyrin der Spaltung unterliegt, werden davon nach anderen (E. Späth) nur das Olein bezw. die Glyceride der ungesättigten Säuren betroffen, die zu Säuren mit niederem Kohlenstoffgehalt bezw. zu Oxyfett-säuren umgesetzt werden sollen. Hagemann nimmt an, dass die aus dem Milchzucker entstehende Milchsäure die Spaltung des Butyrins zu freier Buttersäure bewirke; allgemein wird angenommen, dass vor allem Licht und ferner Wärme diese Umsetzungen (Spaltung und Oxydation) begünstigen.

Die Annahme eines rein chemischen Vorganges beim Ranzigwerden der Fette erscheint jedoch sehr wenig wahrscheinlich.

Schon v. Liebig¹²⁾, Löwig¹³⁾ und v. Fehling¹⁴⁾ nahmen an, dass das Ranzigwerden der Fette von Verunreinigungen, besonders stickstoffhaltigen Stoffen herrühre, welche wie Fermente bezw. Sauerstoffüberträger wirken; denn das Ranzigwerden könne durch Kreosot und andere Mittel verhindert werden. Auch Fermi¹⁵⁾ nimmt

¹⁾ Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahr. u. Genussmittel 1898, 1, 552.

²⁾ Ebendort 1900, 3, 524.

³⁾ Zeitschr. f. anal. Chem. 1898, 37, 301.

⁴⁾ Hagemann: Ein Beitrag zur Butterconservirung 1882.

⁵⁾ Schädler: Technologie der Fette u. Oele 1883, 31.

⁶⁾ Ann. de l'Inst. Pasteur 1888.

⁷⁾ Zeitschr. f. angew. Chemie 1889, 61.

⁸⁾ Ritsert: Untersuchung über Ranzigwerden d. Fette (Inaug. Dissertation), Bern 1890.

⁹⁾ Jahresbericht über d. Fortschritte a. d. Gesamtgebiete d. Agrik. Chem. 1885, 597.

¹⁰⁾ Zeitschr. f. anal. Chemie 1896, 35, 471.

¹¹⁾ P. Möller: Cod. liveroil and chemistry London u. Christiania 1895.

¹²⁾ v. Liebig: Handbuch d. organ. Chemie 1843.

¹³⁾ Löwig: Ebendort 1847, 115.

¹⁴⁾ v. Fehling: Ebendort 1878.

¹⁵⁾ Archiv f. Hygiene 1890, 10, 1.

ein aus lebendem Protoplasma sich bildendes Enzym an, welches Fette in Glycerin und freie Fettsäuren zu spalten im Stande sein soll. Nach anderen so C. Virchow¹⁾, C. Amthor²⁾, Lafar³⁾, Sigismund⁴⁾, v. Klecki⁵⁾ sind es ohne Zweifel Bakterien, welche beim Ranzigwerden der Fette (besonders der Kuhbutter) eine Hauptrolle spielen und die Spaltung bewirken, während die weitere Oxydation der Spaltungsstoffe mit oder ohne Hülfe von Bakterien durch den Luftsauerstoff erfolgen soll. Von anderen Forschern werden hierfür schon bestimmte Bakterien angenommen; nach Escherich⁶⁾ und Müller⁷⁾ besitzen die Darmbakterien, nach Gottstein⁸⁾ allgemein anaerobe Bakterien, nach Baumann⁹⁾ der *Bacillus diatripeticus* ein Fettspaltungsvermögen. R. Reinmann¹⁰⁾, der sich ebenfalls eingehend mit dieser Frage beschäftigte, vertritt entschieden die Ansicht, dass das Ranzigwerden entweder auf einer Ferment- oder Bakterienwirkung beruht; am wahrscheinlichsten ist eine Fermentwirkung; gegen diese spricht nur die Verzögerung des Ranzigwerdens durch Kochsalzzusatz, wodurch sonst eine Fermentwirkung nicht beeinträchtigt wird. Gegen eine ausschliessliche Wirkung von Bakterien sprach der Umstand, dass es nicht gelang, mit Reinkulturen und Bakteriengemischen Sterilrahmbutter ranzig zu machen. Im übrigen steht nach Reinmann die Menge der in der Butter sich bildenden freien Säuren mit dem ranzigen Geruch und Geschmack in keiner Beziehung; ein hoher Gehalt der Butter an Kasein und Milchzucker beschleunigt sehr das Ranzigwerden. Dem Luftzutritt kommt bei demselben nur in zweiter Linie eine Wirkung zu, insofern als Sterilrahmbutter auch bei freiem Luftzutritt nicht ranzig wird; dem Licht spricht Reinmann jegliche Rolle bei diesem Vorgang ab.

Die vorstehenden Beobachtungen beziehen sich vorwiegend auf Kuhbutter; aber auch andere Fette (Schmalz, Thran und Pflanzenfette) unterliegen dem Ranzigwerden und wird letzteres auch bei diesen dieselbe Ursache haben.

Von dem Ranzigwerden der nicht trocknenden Fette muss das sog. Trocknen der Oele (Lein-, Mohn-, Hanf- und Nussöl) an der Luft unterschieden werden; es beruht anscheinend nur auf Sauerstoff-Aufnahme aus der Luft; sie werden dick und trocknen, in dünnen Lagen auf Glas, Holz etc. aufgestrichen, zu einer durchscheinenden, gelblichen, geschmeidigen, in Wasser und Alkohol unlöslichen Schicht ein, indem sie an Gewicht zunehmen. Diese Umwandlung kann durch Beimengung von gewissen Metallen, wie Kupfer und Blei, in feiner Vertheilung unterstützt werden. Besonders das Leinöl hat die Eigenschaft, beim Kochen mit Blei- und Manganoxyden bzw. deren Salzen in Firniss überzugehen, d. h. in ein Oel, welches innerhalb kurzer Zeit einen vollkommen trockenen Anstrich liefert. Diese Eigenschaft besitzen vorwiegend die Oele, welche die Glyceride der Linolsäure bzw. deren Verwandte enthalten.

¹⁾ Repertorium d. anal. Chemie 1886, 489.

²⁾ Zeitschr. f. anal. Chemie 1899, 35, 19.

³⁾ Archiv f. Hygiene 1891, 13, 1.

⁴⁾ Sigismund: Untersuchungen über das Ranzigwerden der Fette (Inaug. Dissert.) Halle 1893.

⁵⁾ v. Klecki: Desgl. Leipzig 1894.

⁶⁾ Escherich: Die Darmbakterien d. Kindes (Inaug. Dissert.) 1886, 158.

⁷⁾ Zeitschr. f. klin. Med. 12, 61.

⁸⁾ Berliner klin. Wochenschr. 1887, Nr. 48.

⁹⁾ Landw. Versuchsstationen 1893, 42, 211.

¹⁰⁾ Centralbl. f. Bakteriologie, 2. Abth., 1900 6, 131, 166, 209.

3. Gehalt der Fette und Oele an unverseifbaren Bestandtheilen.

Fast alle Fette enthalten ausser Cholesterin, Phytosterin oder Lecithin eine geringere oder grössere Menge nicht verseifbarer Bestandtheile (entweder Kohlenwasserstoffe oder ungebundene Alkohole), die in Petroläther löslich sind.

Allen und Thomson¹⁾ (vergl. auch S. 105) fanden in folgenden Fetten an unverseifbaren Bestandtheilen:

Schweinefett	Leberthran	Olivenöl	Rüböl	Baumwollsaatöl	Japanwachs
0,23 %	0,46—1,32 %	0,75 %	1,00 %	1,64 %	1,14 %

Aehnliche Zahlen giebt A. Stellwaag (l. c.) in Fetten der Oelpresskuchen an; für sonstige Pflanzenfette erhielt er jedoch weit höhere Werthe für den unverseifbaren Antheil, nämlich in Fett aus:

Weizen- kleie	Roggen- kleie	Gerste	Hafer	Mais	Erbsen	Wicken	Pferde- bohnen	Lupinen	Buch- weizen	Soja- bohnen
7,45 %	7,64 %	6,08 %	2,53 %	3,74 %	7,37 %	7,14 %	5,92 %	6,83 %	7,24 %	1,50 %

Für Fett aus Kartoffeln betrug die Menge an Unverseifbarem 10,92 %, für das aus Rüben 10,66 %, aus Malzkeimen 34,55 % und aus Heu 30,84 %.

In dem unverseifbaren Antheil aus Heufett konnte Verf. auch einen bei 70,4 bis 71,4° schmelzenden Kohlenwasserstoff nachweisen, welcher 84,49 % Kohlenstoff und 14,89 % Wasserstoff enthielt, und welchem daher etwa die empirische Formel $C_{20}H_{42}$ zukommen würde.

Für den unverseifbaren Antheil im Baumwollsaatöl von dickflüssiger Beschaffenheit und brauner Farbe fanden wir 81,61 % C, 11,29 % H und 7,10 % O.

Das Sesamöl enthält nach Villavechia und Fabris²⁾ zwei eigenartige unverseifbare Antheile, das Sesamin und ein rothes Oel, welches letztere der Träger der Baudouin'schen Sesamöl-Reaktion ist. Das Sesamin krystallisirt im monoklinen System, hat einen Schmelzpunkt von 121° und nach Bömer und Winter³⁾ eine Elementarzusammensetzung von 67,55 % C, 5,15 % H und 27,30 % O; dieser entspricht die empirische Formel $C_{33}H_{80}O_{10}$.

Für das sog. rothe Oel, welches die Sesamöl-Reaktion (mit Salzsäure und Furfuröl) noch in einer Verdünnung von 1:500000 gab, fanden Bömer und Winter 77,07 % C, 11,17 % H und 11,76 % O. Jedoch ist nicht ausgeschlossen, dass das schwer zu reinigende Oel noch nicht ganz rein war.

4. Elementarzusammensetzung der Fette.

Wenngleich die thierischen wie pflanzlichen Fette nach vorstehenden Ausführungen manche Verschiedenheiten aufweisen, so sind sie in ihrer Elementarzusammensetzung doch im wesentlichen gleich oder doch nur zum geringen Theil von nennenswerthem Unterschiede.

Der verschiedene Gehalt an den drei wesentlichsten Bestandtheilen, dem Triolein, Tristearin und Tripalmitin, kann auch keine wesentlichen Unterschiede in der Elementarzusammensetzung bedingen, weil diese selbst keine wesentlich abweichende Elementarzusammensetzung besitzen. Es verlangt nämlich:

¹⁾ Chem. News 43. 287.

²⁾ Zeitschr. f. angew. Chem. 1893, 505.

³⁾ C. Winter: Ueber einige Ester des Cholesterins und Phytosterins etc. Inaug. Dissertation. Münster i. W. 1901.

Fett aus	Gehalt der Samen			Elementarzusammensetzung des Fettes			Aggregatzustand	Farbe	
	Wasser %	Fett %	Fett in Proc. der Trocken- Substanz	Kohlen- stoff %	Wasser- stoff %	Sauer- stoff %			
Cocosnussschale	1.	4,85	64,48	67,76	74,28	11,77	13,95	fest	weiss
	2.	64,64 (frisch)	35,93	67,35	74,03	11,68	14,29	"	—
Nigersamen		6,72	43,08	48,18	76,42	11,82	11,76	flüssig	—
Nigerkuchen	1.	—	—	—	74,39	11,19	14,42	fest	wachsähnlich
	2.	—	—	—	74,38	11,09	14,65	"	—
Ricinusamen		6,46	51,37	55,33	74,00	10,26	15,71	diok- flüssig	—
Candlenuss		3,69	60,93	—	76,82	11,91	11,27	flüssig	stark gelb
Roggen		6,40	1,35	1,44	76,71	11,79	11,50	"	gelb
Weizen		7,23	1,14	1,23	77,19	11,97	10,84	"	—
Gerste	1.	6,55	1,44	1,54	76,27	11,78	11,95	fest	weissgelb
	2.	—	1,57	1,68	76,31	11,75	11,94	"	—
Hafer	1.	10,88	3,97	4,45	75,67	11,77	12,56	flüssig	stark gelb
	2.	—	4,11	4,61	75,74	11,60	12,66	"	—
Mais	1.	7,75	4,43	4,80	75,79	11,43	12,78	"	hellgelb
	2.	—	4,51	4,89	75,61	11,28	13,11	"	—
Lupinen		14,79	5,20	6,10	75,94	11,59	12,47	"	stark gelb
Erbsen		13,22	0,81	0,93	76,71	11,96	11,33	"	hellgelb
Bohnen		12,53	0,83	0,96	77,50	11,81	10,69	"	—
Kartoffeln	1.	—	—	—	76,06	11,77	12,17	fest	schmutzig weiss
	2.	—	—	—	76,27	11,93	11,80	"	—
Runkeirüben		—	—	—	76,12	11,69	12,19	"	—
Reismehl		—	—	—	76,17	11,51	12,32	flüssig	gelb
Kakaosamen		5,25	48,75	51,45	78,91	12,33	9,66	fest	weiss
Wallnuss (Kerne)		7,18	57,43	61,87	77,46	11,83	10,71	flüssig	—

Hiernach zeigen nur das Palmkern-, Kokosnuss- und Ricinusfett eine abweichende Elementarzusammensetzung; die der übrigen Pflanzenfette ist mehr oder weniger gleich.

D. Allgemeine Eigenschaften der Fette, Öle und Wachsarten.

Die in der Natur vorkommenden festen Fette schmelzen sämtlich unter 100° unzersetzt, die flüssigen Fette (Öle) erstarren in der Kälte, die festen Fette werden härter; beim Erwärmen werden flüssige wie geschmolzene Fette dünnflüssiger. Bis 250° können sie meist unzersetzt erhitzt werden, bei höheren Hitzegraden zersetzen sie sich unter Bildung einer Anzahl flüchtiger Stoffe, unter denen das aus dem Glycerin sich bildende, scharf und unangenehm riechende Akrolein sich besonders bemerkbar macht.

Die reinen Triglyceride sind geruch-, farb- und geschmacklos; der verschiedenartige Geschmack und Geruch natürlicher Fette und Öle rührt von geringen Beimengungen fremder Stoffe her.

Die flüssigen oder geschmolzenen Fette ziehen leicht in die Hohlräume fester Körper und erzeugen z. B. auf Papier einen durchscheinenden Fleck, den sog. Fettfleck, der sich weder durch Trocknen, noch Waschen mit Wasser und darauf folgendes Trocknen entfernen lässt (Unterschied von Glycerin-Flecken).

Die geringste Menge Fett lässt sich nach Lichtfort¹⁾ dadurch erkennen, dass zwischen Papier zerdrückter, mit den Fingern nicht berührter Kampher auf Wasser hin und her kreist, diese kreisende Bewegung aber sofort aufhört, sobald auf die Oberfläche des Wassers eine Spur Fett gebracht wird, z. B. wenn man sie mit einer Nadel berührt, die man über das Kopfhaar gestrichen hat.

In Wasser sind die Fette und Oele unlöslich; zwar nimmt Wasser beim Schütteln flüssiger Oele oder geschmolzener Fette Spuren davon auf, wie ebenso umgekehrt letztere etwas Wasser; im ersteren Falle aber befindet sich Fett, in letzterem Wasser nicht eigentlich gelöst, sondern mechanisch, fein vertheilt in der Schwebel. In kaltem Alkohol sind alle Fette bis auf Ricinus-, Kroton- und Olivenkernöl sehr schwer löslich; 100 Thle. Alkohol von 0,83 spec. Gewicht lösen z. B. nur:

0,534 Thle. Rüböl, 0,642 Thle. Leinöl u. 0,561 Thle. Traubenkernöl.

Dagegen sind die Fette und Oele sehr leicht löslich in Aether, Schwefelkohlenstoff, Chloroform, Benzol, Petroleum und Petrolaether, nur Ricinusöl ist in Petroleum und Petrolaether unlöslich. Die Löslichkeit des Tristearins, wovon sich 1 Thl. nur in 200 Thln. Aether löst, wird durch die Gegenwart anderer Triglyceride erhöht.

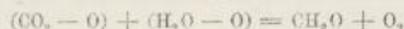
Umgekehrt lösen sich einige Körper in Oelen, z. B. Schwefel und Phosphor in geringer Menge schon bei gewöhnlicher Temperatur; auch Seifen werden von den Fetten gelöst und nehmen Lösungen von Fett in Aether und Petroleumäther nicht unbedeutende Mengen Seife auf.

Die Wachsarten unterscheiden sich dadurch von den Fetten und Oelen, dass sie, wenn sie keine Triglyceride enthalten, beim Erhitzen kein Akrolein liefern und beim längeren Liegen nicht ranzig werden. In den anderen Eigenschaften gleichen sie den Fetten.

E. Entstehung bezw. Bildung der Fette und Oele.

Ueber die Entstehung bezw. Bildung der Fette herrscht bis jetzt noch keine Klarheit. Man nimmt an, dass die Pflanzenfette gerade so wie die thierischen Fette (vergl. weiter unten) sowohl aus Proteinstoffen wie Kohlenhydraten gebildet werden können. Am wahrscheinlichsten scheint jedoch die Bildung des Pflanzenfettes aus Kohlenhydraten, und zwar aus Stärke. Denn man hat beobachtet, dass ölreiche Samen, wie Rapssamen, vor ihrer Reife reichlich mit Stärkekörnern erfüllt sind, dass diese aber beim Reifen in dem Maasse verschwinden, als der Oelgehalt zunimmt, wie umgekehrt bei der Keimung der Oelsamen schon nach wenigen Tagen transitorische Stärke auftritt, welche in den Keimlappen vorwiegt, während das Oel zurücktritt.

Von dem Stärkemehl aber nimmt man an, dass es aus dem ersten Spaltungserzeugniss der Kohlensäure und des Wassers, dem Ameisensäurealdehyd oder Formaldehyd (CH_2O) entsteht. Letzterer soll sich durch die Thätigkeit des Chlorophylls unter Mitwirkung des Sonnenlichtes aus der Kohlensäure und dem Wasser unter Abspaltung von Sauerstoff nach der Gleichung:

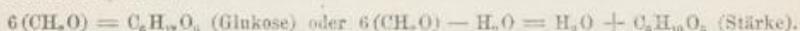


bilden. Bokorny hat nämlich gefunden, dass Blätter, denen keine Kohlensäure zur Verfügung stand, aus formaldehydschwefligsaurem Natrium Stärke bildeten, während

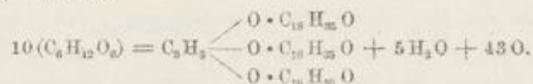
¹⁾ Zeitschr. f. anal. Chemie 1863, 2, 409.

G. Pollacci glaubt, in den dem Sonnenlicht ausgesetzten Blättern durch Eintauchen in eine mit schwefliger Säure entfärbte Fuchsinlösung Formaldehyd nachgewiesen zu haben.

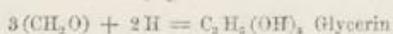
Durch Kondensation des Formaldehyds unter dem Einfluss der Zellthätigkeit des Protoplasmas kann entweder direkt „Glukose“ oder unter Abspaltung von Wasser Stärke entstehen, z. B.



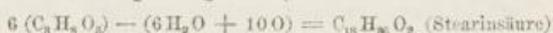
Aus 10 Mol. Glukose können aber 1 Mol. Stearin + 5 Mol. Wasser + 43 Mol. Sauerstoff entstehen, nämlich:



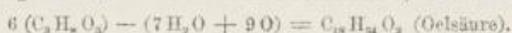
Oder es können durch Kondensation des Formaldehyds auch direkt die Fettbestandtheile (Glycerin und Fettsäure) gebildet werden, z. B.



und aus 6 Glycerin unter Abspaltung von (6 Wasser und 10 Sauerstoff) Stearinsäure:



oder unter Abspaltung von (7 Wasser und 9 Sauerstoff) Oelsäure:



Pringsheim hat gefunden, dass bei der Zerstörung des Chlorophylls im grellen Sonnenlicht ein eigenthümlicher, ölartiger Körper, „Hypochlorin“, entsteht, welcher sich in den Poren des Chlorophylls ansammelt; er nimmt an, dass derselbe im engsten Zusammenhange mit den fetten, ätherischen und wachsartigen Körpern steht.

C. v. Nägeli hat die Vermuthung ausgesprochen, dass ähnlich wie im Thierkörper, so auch in den Pflanzen wenigstens ein Theil des Fettes durch Spaltung oder Zersetzung von Proteinstoffen erzeugt werden kann.

Die stickstofffreien Extraktstoffe bezw. Kohlenhydrate.

Unter „stickstofffreien Extraktstoffen“ versteht man in der Futter- und Nahrungsmittel-Analyse diejenigen organischen Verbindungen, welche ausser Wasser, Proteïn, Fett, Rohfaser und Mineralstoffen in den Nahrungs- bezw. Futtermitteln vorhanden sind und dadurch berechnet werden, dass man Wasser, Proteïn, Fett, Rohfaser und Mineralstoffe addirt und diesen Betrag bei der Berechnung auf Procent von 100 abzieht. Die stickstofffreien Extraktstoffe schliessen demgemäss die verschiedenartigsten Körper ein, nämlich ausser den eigentlichen Kohlenhydraten und ihren Abkömmlingen Pektin-, Bitter- und Farbstoffe, organische Säuren etc.; auch ist einleuchtend, dass sich alle Fehler und Mängel der chemischen Analyse für die sonstigen Bestandtheile der Futter- und Nahrungsmittel in dieser Gruppe vereinigen, so dass die Angabe für die „stickstofffreien Extraktstoffe“ auch der Menge nach höchst ungenau ist.

In den meisten Fällen bilden die Kohlenhydrate den Haupttheil dieser Nährstoffgruppe, weshalb dieselbe auch mit der einfachen Bezeichnung „Kohlenhydrate“ zusammengefasst wird. Die hierher gehörigen organischen Stoffe mögen hier, soweit sie die Nahrungsmittelchemie betreffen, kurz beschrieben werden.