

Pflanzenöl



Butter



Margarine



Kokosfett



Schweineschmalz

Fette/ Öle

Funktion der Fette

Energielieferant



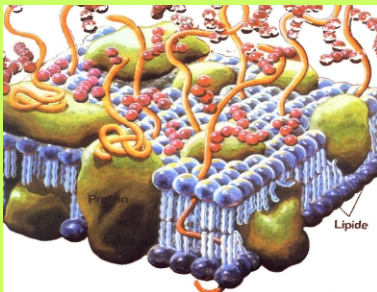
Lösungsmittel für fettlösliche Vitamine



Schutz gegen Wärmeverlust und mechan. Stöße



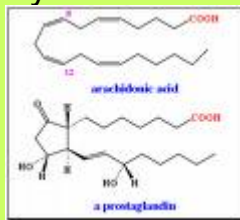
Struktur-
element in Mem-
branen



Geschmacksträger



Ausgangsstoff für Synthesen

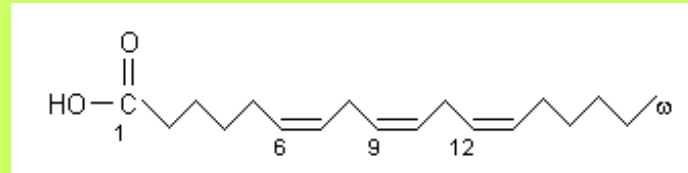


Depotfett als Reserve

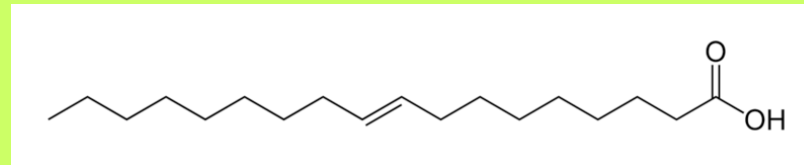


Strukturen

- Ungesättigte Fettsäuren

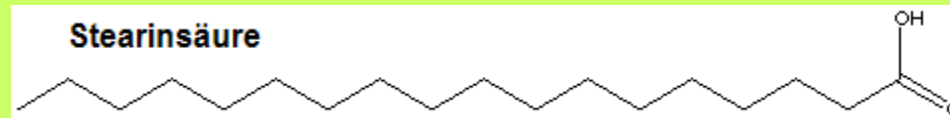


Cis
18:3 Δ 6,9,12



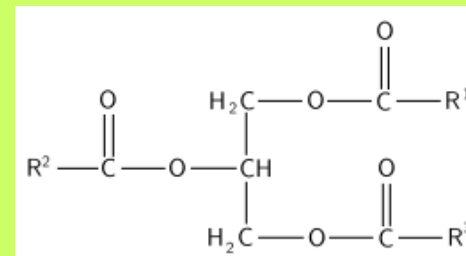
Trans
18:1 Δ 9

- Gesättigte Fettsäuren

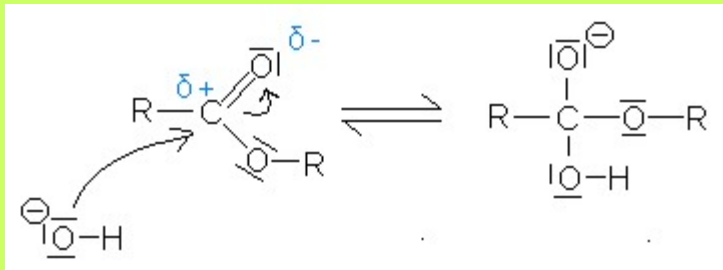


18:0

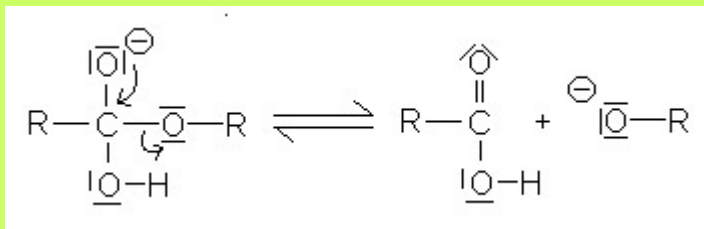
- Fette als Ester aus Glycerin und Fettsäuren



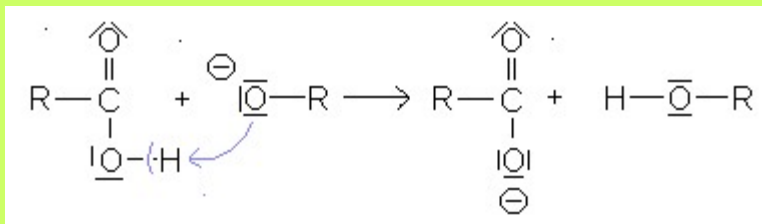
Verseifung



Nukleophiler Angriff des Hydroxid-Ions

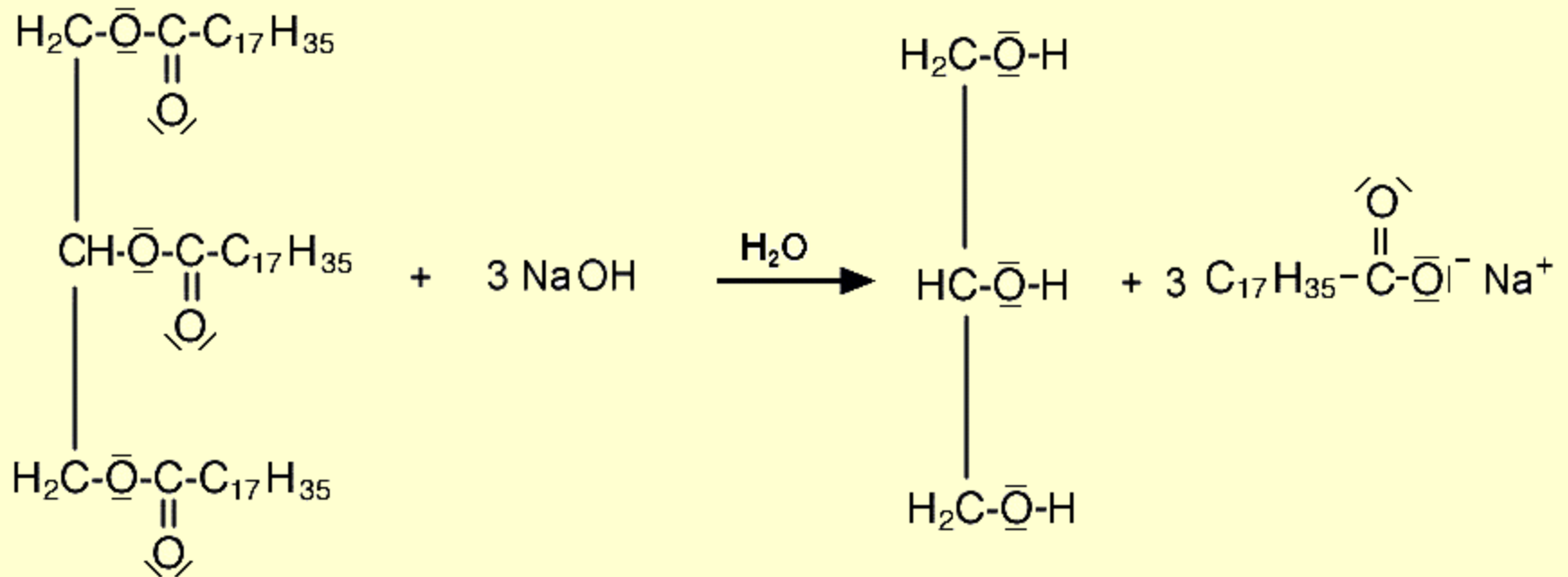


Abspaltung des Alkoholat-Ions und Bildung der Carbonsäure



Protonenübergang vom Carbonsäuremolekül auf das Alkoholat-Ion (irreversibler Schritt der Verseifung)

Verseifung- Gesamtgleichung



Fett

+ Natriumhydroxid

$\xrightarrow[\text{Lösung}]{\text{wässrige}}$

Glycerin

+

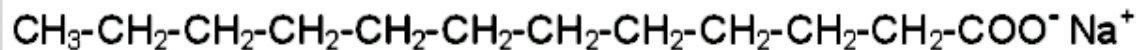
Seife

**hier Tristearinsäure-
glycerinester**

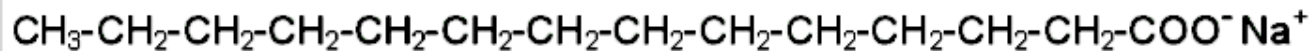
hier Natriumstearat

Wichtigste Seifen

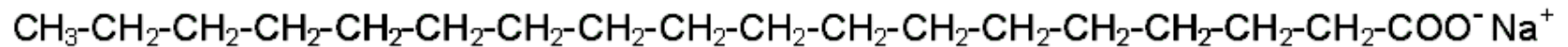
$\text{C}_{11}\text{H}_{23}\text{COO}^- \text{Na}^+$ Natriumsalz der Laurinsäure



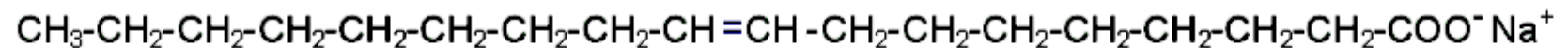
$\text{C}_{13}\text{H}_{27}\text{COO}^- \text{Na}^+$ Natriumsalz der Palmitinsäure



$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO}^- \text{Na}^+$ Natriumsalz der Stearinsäure

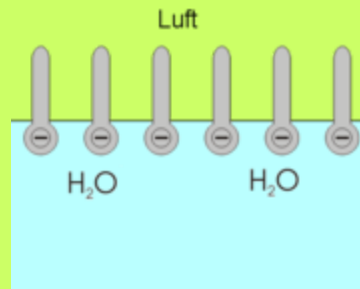


$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COO}^- \text{Na}^+$ Natriumsalz der Ölsäure



Wirkung der Seife 1

Herabsetzung der Oberflächenspannung



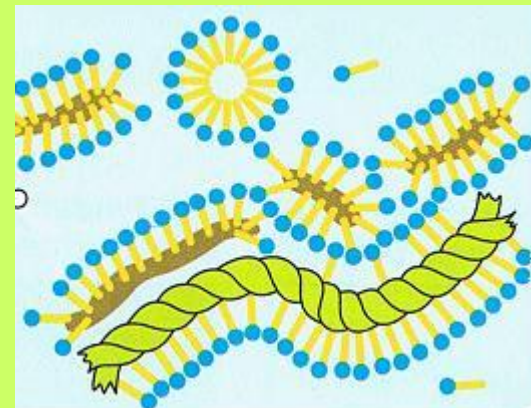
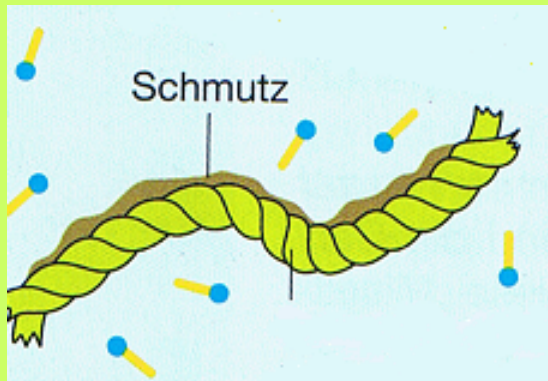
Benetzung

Wirkung der Seife 2

- Bildung von Micellen
in einer kolloidalen Lösung
- Schmutzablösung

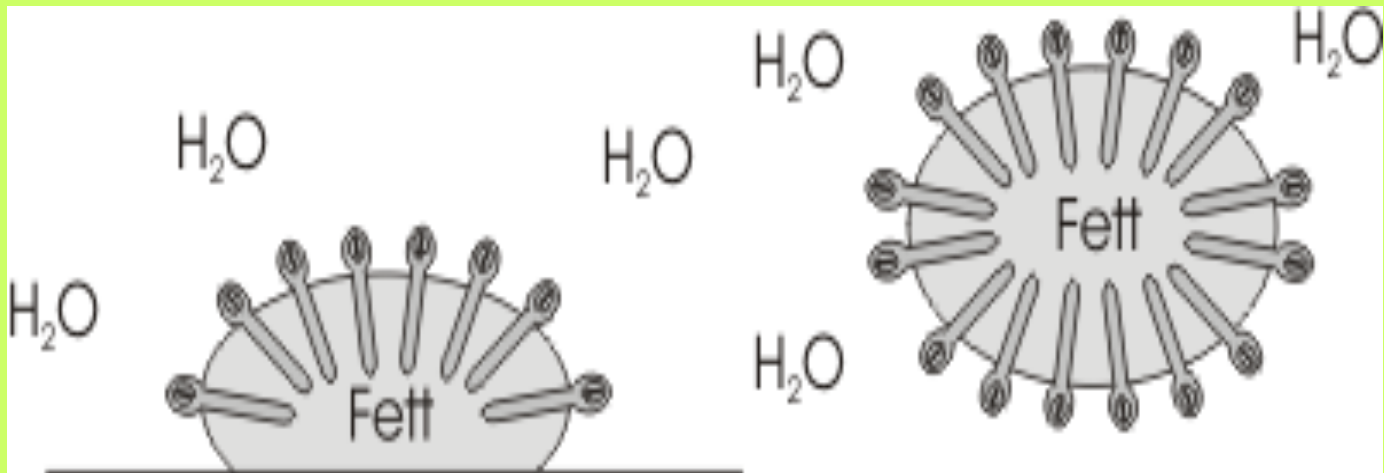


Durchmesser
5 – 150 nm



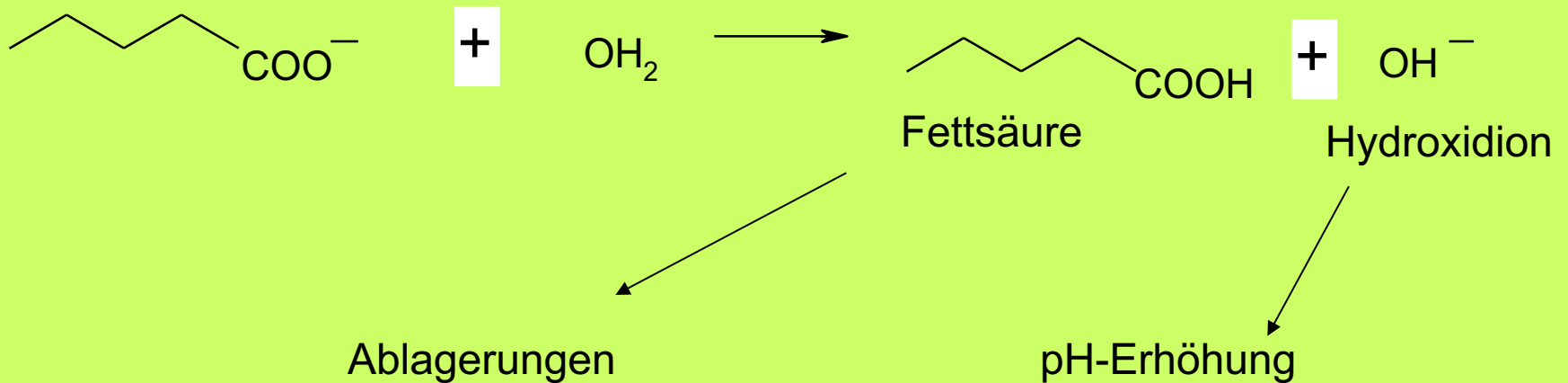
Wirkung der Seife 3

Lösen des Fetts



Nachteile von Seifen 1

Bildung von Fettsäuren und einer alkalischen Lösung



Nachteile der Seife 2

- pH-Wert 9 -10

→ Entfernung des Säureschutzmantels der Haut (pH = 5,5)

→ Entfettung der Hautoberfläche

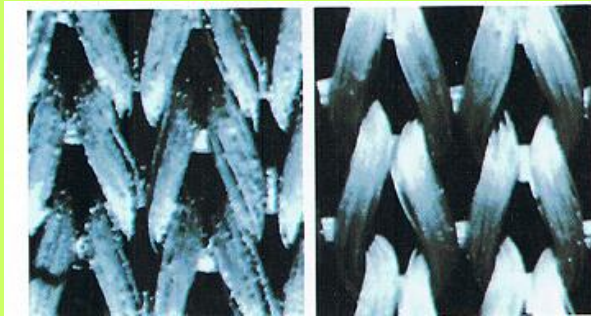


<u>Orangen-</u> und <u>Apfelsaft</u>	3,5	sauer
<u>Wein</u>	4,0	
Saure <u>Milch</u>	4,5	
<u>Bier</u>	4,5–5,0	
<u>Saurer Regen</u>	< 5,0	
<u>Kaffee</u>	5,0	sauer bis basisch
<u>Tee</u>	5,5	
<u>Regen</u> (natürlicher Niederschlag)	5,6	
<u>Mineralwasser</u>	6,0	
<u>Milch</u>	6,5	
<u>Wasser</u> (je nach <u>Härte</u>)	6,0–8,5	sauer bis basisch
Menschlicher <u>Speichel</u>	6,5–7,4	
<u>Blut</u>	7,4	
<u>Meerwasser</u>	7,5–8,4	
<u>Pankreassaft</u> (<u>Darmsaft</u>)	8,3	
<u>Seife</u>	9,0–10,0	basisch
Haushalts- <u>Ammoniak</u>	11,5	
<u>Bleichmittel</u>	12,5	
<u>Beton</u>	12,6	
<u>Natronlauge</u> (Ätznatron)	13,5–15	

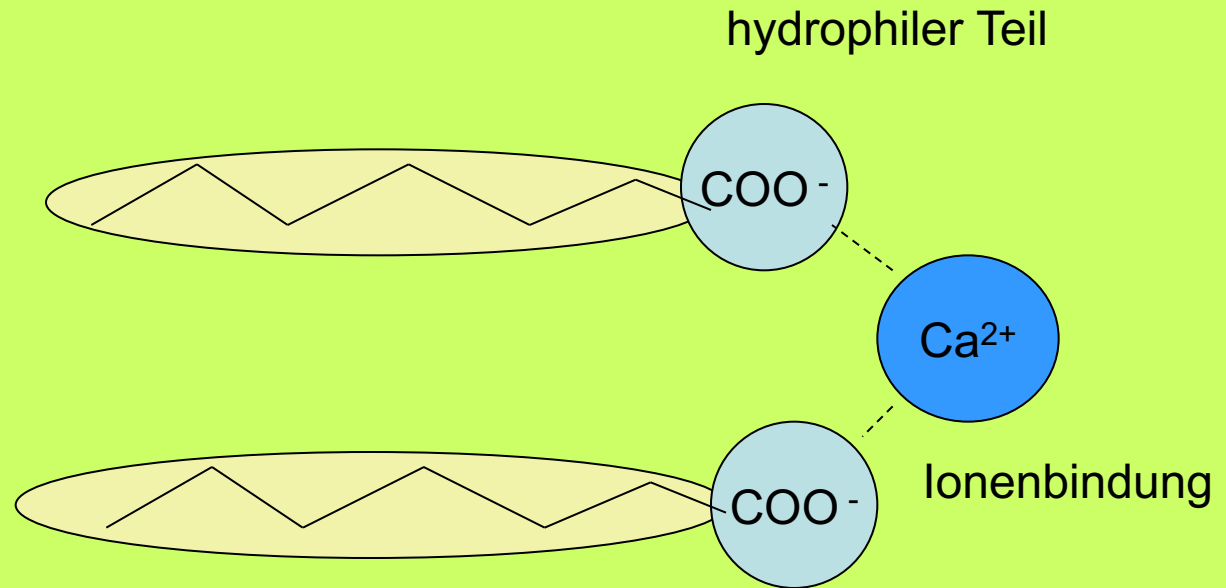
Nachteile der Seife 3

- Bildung von Kalkseife in hartem Wasser

lipophiler Teil



Ablagerung von Kalkseife



Kennzahlen _{1a}

- **Verseifungszahl VZ**

Die Verseifungszahl gibt an, wie viel Milligramm [Kaliumhydroxid](#) (KOH) zur vollständigen Verseifung eines Gramms Fett erforderlich sind.

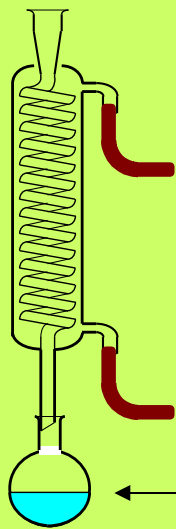
$$VZ (\text{Fett}) = \frac{m (\text{KOH})}{m (\text{Fett})} \frac{[\text{mg}]}{[1 \text{ g}]}$$

Folgerungen:

- **Bestimmung der Molmasse $M (\text{Fett})$**
- **Bestimmung der mittleren Kettenlänge**

Kennzahlen 1b

- Vorgehen zur Bestimmung der VZ



▲ Fettportion wird mit bestimmter Stoffmenge KOH verseift

Überschüssige Stoffmenge KOH wird durch Neutralisation bestimmt



Verseifung

Neutralisation

Kennzahlen 1c

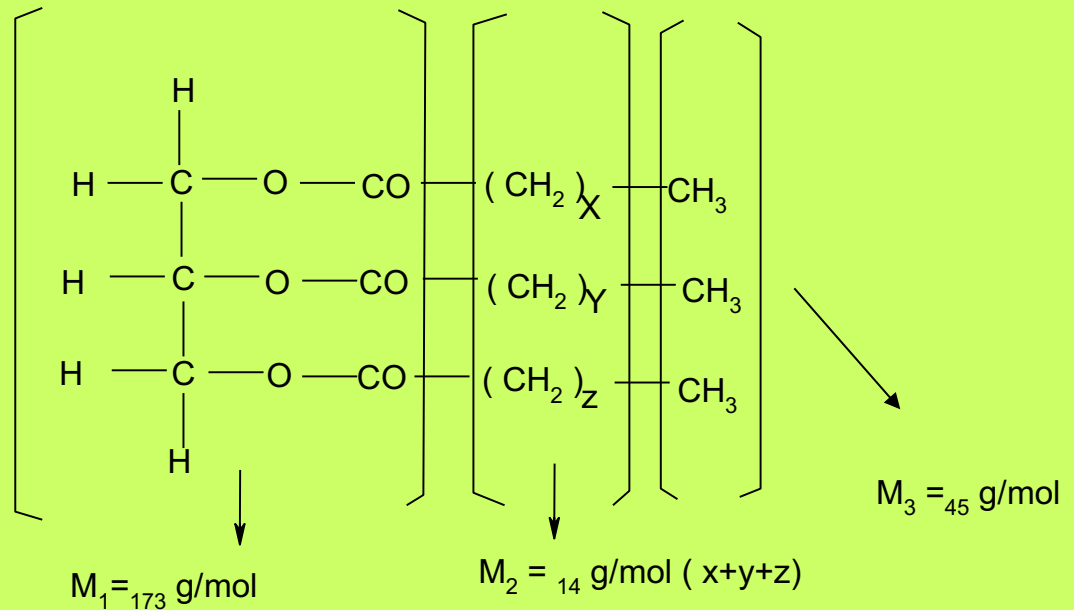
- **Berechnungsbeispiel:**

- gegeben bei der **Verseifung** : $m(\text{Fett}) = 4 \text{ g}$; $V(\text{KOH}) = 50 \text{ ml}$; $c(\text{KOH}) = 0,5 \text{ mol/l}$;
- gemessen bei der **Neutralisation**: $c(\text{HCl}) = 0,5 \text{ mol/l}$ $V(\text{HCl}) = 18 \text{ ml}$
- **Rechnung:**
- 1) Stoffmenge $n(\text{KOH})$ zu Beginn: $n = c \cdot V$ $n(\text{KOH}) = 0,5 \text{ mol/l} \cdot 0,05 \text{ l} = 0,025 \text{ mol}$
- 2) Stoffmenge (Oxoniumionen) $n = c \cdot V$ $n(\text{H}_3\text{O}^+) = 0,5 \text{ mol/l} \cdot 0,018 \text{ l} = 0,009 \text{ mol}$
- 3) Von der KOH wurden neutralisiert : $n(\text{KOH}) = n(\text{H}_3\text{O}^+) = 0,009 \text{ mol}$
- 4) Für die Verseifung wurden benötigt: $n(\text{KOH}) = 0,025 \text{ mol} - 0,009 \text{ mol} = 0,016 \text{ mol}$
- 5) $m(\text{KOH}) = n(\text{KOH}) \cdot M(\text{KOH}) = 0,016 \text{ mol} \cdot 56 \text{ g/mol} = 0,896 \text{ g}$
- 6) **Verseifungszahl** $VZ = 896 \text{ mg KOH} / 4 \text{ g Fett} = 224 \text{ mg KOH} / 1 \text{ g Fett}$
- 7) Wegen der Reaktionsgleichung zur Verseifung: $n(\text{KOH}) = 3 \cdot n(\text{Fett})$
- 8) Stoffmenge $n(\text{Fett}) = n(\text{KOH}) : 3 = 0,00533 \text{ mol}$
- 9) **Molmasse**

$$M(\text{Fett}) = m(\text{Fett}) : n(\text{Fett}) = 4 \text{ g} : 0,00533 \text{ mol} = 750 \text{ g / mol}$$

Kennzahlen 1d

- Bestimmung der mittleren Kettenlänge



Rechnung: $M(\text{Fett}) = M_1 + M_2 + M_3$

$$750 \text{ g/mol} = 173 \text{ g/mol} + (x+y+z) \cdot 14 \text{ g/mol} + 45 \text{ g/mol}$$

$$x+y+z = (750 \text{ g/mol} - 173 \text{ g/mol} - 45 \text{ g/mol}) : 14 \text{ g/mol}$$

$$x+y+z = 38$$

Eine mögliche Lösung : $x = 12 \quad y = 12 \quad z = 14$

Kennzahlen 1e

- Übungsaufgaben
- Voraussetzungen : Start mit $c(\text{KOH}) = 0,5 \text{ mol/l}$ $V(\text{KOH}) = 50 \text{ ml}$
Titration mit Salzsäure $c(\text{HCl}) = 0,5 \text{ mol/l}$

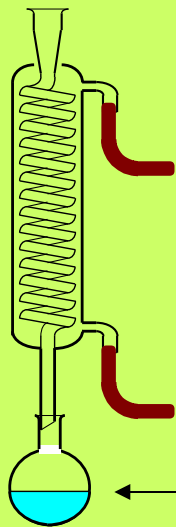
m (Fett)	V (HCl)	VZ	M (Fett)	Mittlere Kettenlänge $x+y+z$
3g	10ml	373,3	450 g/mol	16,6
5g	15ml	196	857g/ mol	45,7
6g	16ml	158,7	1059 g/mol	60,1

Kennzahlen 2a

- Iodzahl : Maß für die Anzahl der Doppelbindungen in ungesättigten Fetten
- Iodzahl IZ = $\frac{m \text{ (Iod)}}{100 \text{ g Fett}}$

Kennzahlen 2b

- Vorgehen zur Bestimmung der Iodzahl (vereinfacht)



- 1. Fettportion wird mit bestimmter Stoffmenge I_2 umgesetzt.

Dauer: mehrere Tage

- 2. Überschüssige Stoffmenge I_2 wird mit Stärke blau markiert

Iodaddition

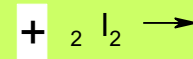
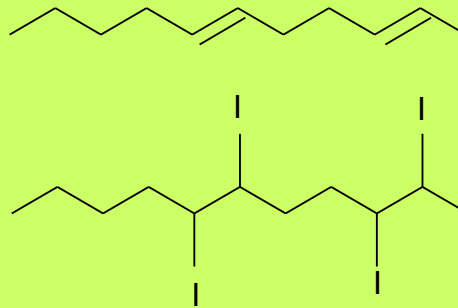


Iod wird mit Thiosulfat reduziert. Ende der Reaktion bei Entfärbung der blauen Lösung

Redoxtitration

Kennzahlen 2c

- 1. Reaktion: Iodaddition

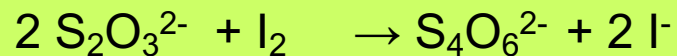


2,3,6,7 Tetraiod.....

2. Iod-Stärke-Komplex



3. Redoxreaktion von Thiosulfat mit überschüssigem Iod



Kennzahlen 2d

- **Beispielrechnung**

- 1) gegeben für die Addition $c(I_2) = 0,1 \text{ mol/l}$, $V(I_2) = (20 \text{ ml})$;
- 2) Einwaage des Fettes $m(\text{Fett}) = 0,3 \text{ g}$
- 3) Redoxtitration $c(S_2O_3^{2-}) = 0,1 \text{ mol/l}$ gemessen: $V(S_2O_3^{2-}) = 16 \text{ ml}$
- 4) Stoffmenge Iod zu Beginn: $n(I_2) = c \cdot V = 0,1 \text{ mol/l} \cdot 0,02 \text{ l} = 0,002 \text{ mol}$
- 5) Stoffmenge Thiosulfat: $n(S_2O_3^{2-}) = 0,1 \text{ mol/l} \cdot 0,016 \text{ l} = 0,0016 \text{ mol}$
wg. Reaktionsgleichung $n(I_2) = 1/2 \cdot n(S_2O_3^{2-})$
$$n(I_2) = 0,5 \cdot 0,0016 \text{ mol} = 0,0008 \text{ mol}$$
- 6) bei Addition verbraucht : $n(I_2) = 0,002 \text{ mol} - 0,0008 \text{ mol} = 0,0012 \text{ mol}$
- 7) Masse der Iodportion : $m(I_2) = M \cdot n = 254 \text{ g/mol} \cdot 0,0012 \text{ mol} = 0,3048 \text{ g}$
- 8) **Iodzahl IZ** = $0,3048 \text{ g } I_2 / 0,3 \text{ g Fett} = \mathbf{101,6 \text{ g } I_2 / 100 \text{ g Fett}}$

Kennzahlen 2 e

- Folgerung: Anzahl der Doppelbindungen

Annahme $M(\text{Fett}) = 750 \text{ g/mol}$, $m(\text{Fett}) = 0,3 \text{ g}$,

$I_Z = 101,6 \text{ g I}_2/100\text{g Fett}$

$$\begin{aligned} \text{Rechnung: Anzahl (DB)} &= \frac{n(\text{I}_2)}{n(\text{Fett})} = \frac{m(\text{I}_2) / M(\text{I}_2)}{m(\text{Fett}) / M(\text{Fett})} = \frac{101,6 \text{ g} / 254 \text{ g/mol}}{100 \text{ g} / 750 \text{ g/mol}} \\ &= 3 \end{aligned}$$

Anwort : Pro Fettmolekül gibt es 3 DB

Kennzahlen 2f

- Übungsaufgaben

Voraussetzungen: $c(I_2) = 0,1 \text{ mol/l}$, $V(I_2) = (20 \text{ ml})$; $c(S_2O_3^{2-}) = 0,1 \text{ mol/l}$
 $M(\text{Fett}) = 750 \text{ g/mol}$

$V(S_2O_3^{2-})$	$m(\text{Fett})$	IZ	Anzahl (DB)
8ml	0,3 g	135,47	4
24ml	0,1 g	203,2	6
29,3ml	0,2 g	67,7	2

Kennzahlen 3

- **Beispiele für typische Iodzahlen:**

Palmkernöl	12-14
Rindertalg	35-45
Olivenöl	79-92
Sonnenblumenöl	109-120
Leinöl	170-190

Beispiele für Verseifungszahlen

Rapsöl	167-193
Sonnenblumenöl	185-195
Kokosfett	246-268
Olivenöl	186-196
Butter	230-340

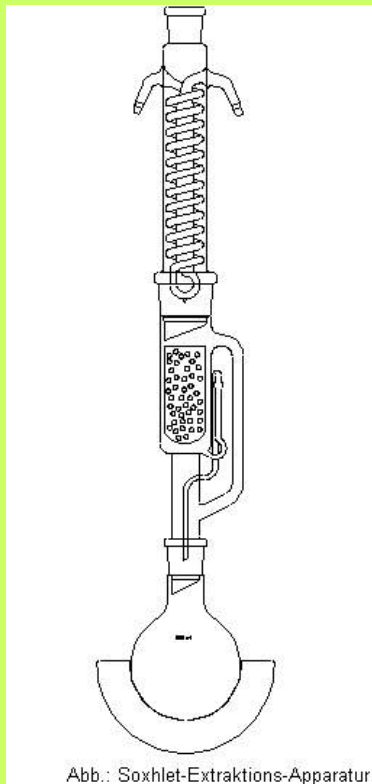
Gewinnung von Ölen

- Pressen

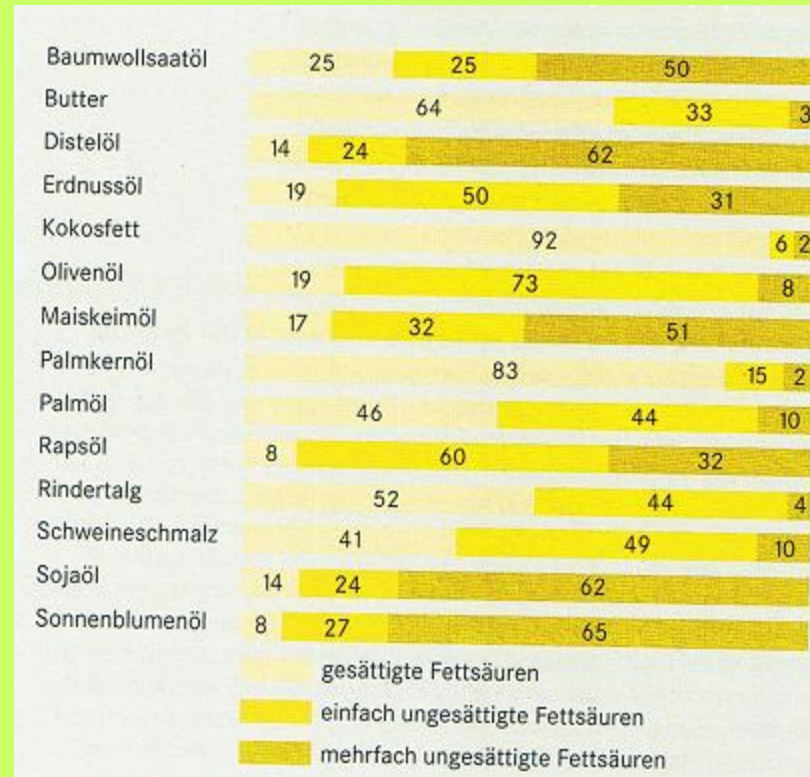


Gewinnung von Ölen

- Extraktion



Zusammensetzung der Fette und Öle



Zusammensetzung der Öle

Sorte	gesättigte Fettsäuren [%]	einfach ungesättigte Fettsäure z.B. Ölsäure [%]	mehrfach ungesättigte Fettsäuren	
			z.B. Linolsäure (omega-6) [%]	z.B. α-Linolensäure (omega-3) [%]
Rapsöl	6	65	20	9
Sonnenblumenöl	10	25	65	--
Distelöl	10	14	75	1
Maiskeimöl	13	34	52	1
Walnussöl	8	22	60	10
Traubenkernöl	10	19	71	--
Kürbiskernöl	12	31	55	2
Weizenkeimöl	16	17	60	7
Leinöl	10	18	15	57
Hanföl	9	40	44	7
Olivenöl	15	75	9	1
Sojaöl	15	22	55	8

Cooking with vegetable oils



Boiled and fried potatoes are very different
When we cook food in vegetable oil the food cooks more quickly, and very often the outside of the food turns a different colour, and becomes crisper. But the food absorbs some of the oil.

Energy in Foods

Vegetable oil	39 KJ/ g
Sugar	17 KJ/ g
Protein	11KJ/ g

Nährwerttabelle

Nährwert	Kalorien (kcal)	Eiweiß (gr)	Kohlenhydrate (gr)	Fett (gr)	Fettkalorien % Ampel	Glyx Index Ampel
Bockwurst	296	15	0.3	26.3	80	niedrig
Curry-Bratwurst	290	12	0.3	27	84	niedrig
Fleischkäse	296	15.1	0.3	26.3	80	niedrig
Frankfurter Würstchen Rind	241	16.7	0.2	19.4	72	niedrig
Krakauer	268	14	0.3	23.5	79	niedrig
Leberkäse	284	17	0.4	24	76	niedrig
Pizza Baguette	390	8.8	25	28	65	hoch
Pizza mit Champignons	194	8.1	25.2	6.6	31	hoch
Pizza Salami	308	10.2	27	18	53	hoch
Rostbratwurst	244	22.6	0.3	17	63	niedrig
Weißwurst Münchener Art	290	15.5	0.3	25.5	79	niedrig
Wiener Würstchen	296	15	0.3	26.4	80	niedrig

<http://www.gesünder-kochen.de/tabelle.php?gruppe=13>