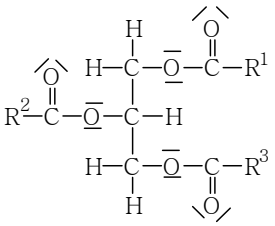
Pflanzliche Fette und Öle

Pflanzliche und tierische Fette und Öle sind Ester des dreiwertigen Alkohols Glycerin mit gesättigten und ungesättigten höheren Alkansäuren (Fettsäuren). Da alle OH-gruppen des Glycerins verestert sind, spricht man auch von Triglyceriden. Die gebundenen Säuren haben aus biochemischen Gründen immer eine gerade Anzahl von C-Atomen.

$CH_3CH_2CH_2COOH$	Butansäure Buttersäure	Sdp. 162 °C, verursacht Geruch von ranziger Butter Vorkommen im Schweiß
$CH_3(CH_2)_{14}COOH$	Hexadecansäure Palmitinsäure	gesättigte Fettsäure Alkalisalze sind Seifen
$CH_3(CH_2)_{16}COOH$	Octadecansäure Stearinsäure	gesättigte Fettsäure Alkalisalze sind Seifen
$CH_3(CH_2)_7CH{=}CH(CH_2)_7COOH$	9-Octadecensäure Ölsäure	wasserhelle viskose Flüssigkeit, Hauptbestandteil der meisten flüssigen Fette
$CH_3(CH_2)_4\ CH{=}CH\text{-}CH_2\text{-}CH{=}CH(CH_2)_7COOH$ -	Octadeca-9,12-diensäure Linolsäure	
$CH_3CH_2CH{=}CH\text{-}CH_2CH{=}CH\text{-}CH_2CH{=}CH\ (CH_2)_7COOH$	Octadeca-9,12,15-triensäure Linolensäure	

Beispiel für ein gemischtes Triglycerid (R^1, R^2 und R^3 sind verschieden):



Da die natürlichen Fette Gemische aus verschiedenen Glyceriden sind, haben sie keinen Schmelzpunkt sondern einen Schmelzbereich. Je mehr ungesättigte Fettsäuren gebunden sind, umso niedriger ist der Schmelzbereich. Manche Fette sind flüssig (Öle).

Fetthärtung Flüssige Fette können „gehärtet“ werden. Dies geschieht durch katalytische Hydrierung, d.h. durch Addition von Wasserstoff an die Doppelbindungen der Öle unter hohem Druck. Katalysator ist im allgemeinen Nickelpulver: Spuren von Nickelrückständen sind wegen der möglichen Auslösung von Allergien nicht unbedenklich.

Alterung: Bei langem Lagern verderben die Fette, sie werden ranzig. Der üble Geruch kommt von der bei der Zersetzung entstehenden Buttersäure. Fette mit großem Anteil an ungesättigten Fettsäuren verderben besonders schnell. Dies wird durch Anwesenheit von Wasser und durch Temperaturerhöhung gefördert (Fritteusenfett). Es bilden sich freie Fettsäuren, daher der ranzige Geruch. Auch bei niedrigeren Temperaturen, wie bei -30 ºC in der Kühltruhe, findet eine *enzymatische Hydrolyse* statt.
Starkes Erhitzen von Fetten lässt aus Glycerin den ungesättigten Aldehyd *Acrolein* entstehen. Dieser ist für den stechenden und Tränenfluß auslösenden Geruch verantwortlich. *Acrolein* ist übrigens auch in Autoabgasen oder im Photosmog enthalten.

Margarinenherstellung
Die Hauptbestandteile der Margarine sind diverse Öle, feste Fette, Vitamine, Milch und Kochsalz. Die festen Fette werden durch Hydrierung der eingesetzten Pflanzenöle erhalten. Beim weiteren Herstellungsverfahren werden zwei Phasen miteinander vermischt. Zu der wasserunlöslichen gehören Fette, Öle und fettlösliche Vitamine und zu den wasserlöslichen Milch und Kochsalz. Im Mischungsverhältnis 4:1 werden beide Phasen in einem Schnellkühler und mithilfe von Emulgatoren zu einer stabilen Emulsion vermischt. Die fertige Margarine besteht zu 80% aus Fett und zu 20% aus Wasser und Zusatzstoffen.

Die Fette lassen sich durch Natronlauge wieder in die Säuren und Glycerin zerlegen (Seifenherstellung).

Seifen, Waschmittel Tenside

Seifen sind Natrium- oder Kaliumsalze höherer Alkansäuren (mehr als sechs C-Atome). Die Natriumsalze sind harte, feste Seifen (Kern- und Feinseifen), die Kaliumsalze sind weiche, salbenartige Seifen (Schmierseifen).
Die Herstellung der klassischen Seifen erfolgt durch das sogenannte „Seifensieden“. Hierbei werden pflanzliche und tierische Fette und Öle in Natron- oder Kalilauge erhitzt. Chemisch erfolgt hierbei eine Spaltung der Triglyceride in Glycerin und in die entsprechenden Säuren. Durch Zugabe von Natriumchlorid scheidet sich die gewünschte Seife (hier: das Natriumsalz) von der Unterlauge, in der das Glycerin gelöst ist, ab.

Beispiel für eine sogenannte Verseifung:

$$\begin{array}{lcl}
\quad\;\; O & & \\
\quad\;\; \| & & \\
CH_2O\text{-}OC\text{-}(CH_2)_{16}\text{-}CH_3 & & CH_2OH + CH_3\text{-}(CH_2)_{16}\text{-}COO^-Na^+ \\
| & & | \\
CHO\text{-}OOC\text{-}(CH_2)_{14}\text{-}CH_3 & 3\,Na^+ + 3\,OH^- \rightarrow & CHOH + CH_3\text{-}(CH_2)_{14}\text{-}COO^-Na^+ \\
| & & | \\
CH_2O\text{-}OC\text{-}(CH_2)_7\text{-}CH{=}CH\text{-}(CH_2)_7\text{-}CH_3 & & CH_2OH + CH_3\text{-}(CH_2)_7\text{-}CH{=}CH\text{-}(CH_2)_7\text{-}COO^-Na^+ \\
\quad\;\; \| & & \\
\quad\;\; O & &
\end{array}$$

Da die Eigenschaften der Seifen von der Kettenlänge und dem gesättigten bzw. ungesättigten Charakter der Fettsäuren abhängen, stellt man Seifen nicht aus einem bestimmten Fett, sondern aus verschiedenen Fetten und Ölen her.
Da Seifen eine Waschwirkung (s.u.) haben, gehören sie zu den waschaktiven Substanzen (Tenside).
Im Gegensatz zu den Seifen werden die sogenannten „synthetischen Tenside“ u.a. aus Benzol, Alkenen, höheren Alkoholen usw. hergestellt.

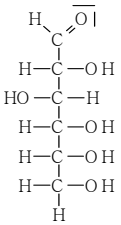
Waschwirkung
Die Waschwirkung beruht fast immer auf dem gleichen Prinzip: Die waschaktiven Stoffe haben ein polares und ein unpolares Ende. Nach dem Prinzip: „Gleiches löst in Gleichem“ tritt das unpolare Ende mit der Verschmutzung (einem Fett) und das polare mit Wasser in Kontakt. Durch die Bewegung beim Waschen wird das Fett ganz von den Tensiden eingehüllt. Es bildet sich eine Emulsion. Ein Kontakt zwischen Fett und Faser ist nicht mehr möglich.

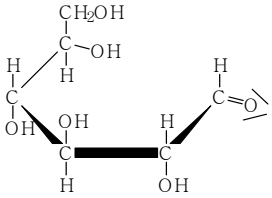
Zucker, Kohlenhydrate

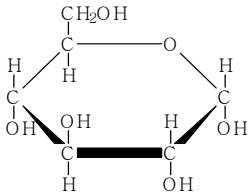
Überblick:

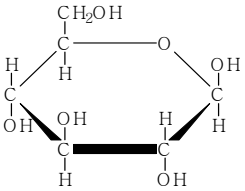
Gruppenname	Beispiele	
Monosaccharide (Einfachzucker)	Glucose (Traubenzucker) Fructose (Fruchtzucker) Galactose	Aldohexose Ketohexose Aldohexose
Disaccharide (Zweifachzucker)	Saccharose (Rohrzucker) Maltose (Malzzucker) Lactose (Milchzucker)	α-D-Glucose + β-D-Fructose → Saccharose + Wasser α-D-Glucose + α-D-Glucose → Maltose + Wasser β-D-Galactose + β-D-Glucose → Galactose + Wasser
Polysaccharide (Vielfachzucker)	Stärke Cellulose Glykogen	2n α-D-Glucose → Stärke + (n-1) Wasser 2n β-D-Glucose → Cellulose + (n-1) Wasser 2n α-D-Glucose → Glykogen + (n-1) Wasser

Bei Einfachzuckern (Monosacchariden) sind grundsätzlich zwei Strukturformeln möglich, eine Kettenform und eine Ringform. Diese stehen miteinander im Gleichgewicht, wobei aber überwiegend die Ringform vorliegt. Es handelt sich um eine innermolekulare Umlagerung. Glucose liegt beispielsweise in wässriger Lösung zu über 99% nicht als Aldehydform, sondern als ringförmiges Halbacetal (siehe Aldehyde und Ketone) vor.
Sind an ein C-Atom vier verschiedene Atome oder Reste gebunden, so ist dieses asymmetrisch. In der Kettenform der Glucose sind vier asymmetrische C-Atome enthalten. In der Projektionsformel nach HAWORTH (Ringformel) ist das C-Atom 1 (rechte Seite der Formel) jetzt auch asymmetrisch. Je nach Stellung der OH-Gruppe unterscheidet man zwischen einer α- und einer β-Form.


D-Glucose

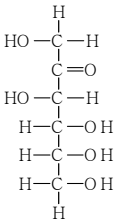

D-Glucose, andere Schreibweise

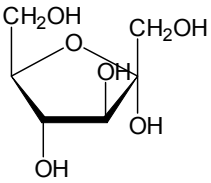

α-D-Glucopyranose durch Halbacetalbildung

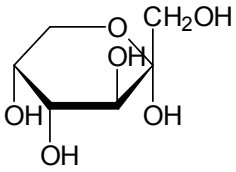

β-D-Glucose durch Halbacetalbildung

Glucose ist ein kristalliner, farbloser Stoff. Er ist in Wasser gut löslich jedoch in Benzin und anderen Kohlenwasserstoffen unlöslich. Die Lösung leitet keinen Strom. Glucose dient dem menschlichen Organismus als Energielieferant für die Zellatmung. Sie geht schnell ins Blut über und ist daher ein schnell wirkendes Stärkungsmittel.

Fructose ist der Glucose in vielen Eigenschaften sehr ähnlich. Sie kristallisiert aus wässerigen Lösungen schlecht aus und bildet sirupartige Flüssigkeiten. Fructose hat ebenfalls die Molekülformel: $C_6H_{12}O_6$. Fructoselösungen schmecken süßer als Glucoselösungen.


Fructose


α -D-Fructofuranose


α -D-Fructopyranose

Pentosen haben 5 Kohlenstoffatome im Molekül wie z.B. Ribose bzw. Desoxyribose.
Die Monosaccharide enthalten im Molekül neben alkoholischen OH-Gruppen entweder eine Aldehydgruppe, dann spricht man von einer **Aldose**, oder eine Oxogruppe (Ketogruppe), dann handelt es sich um eine **Ketose**. Eine Pentose mit einer Aldehydgruppe wäre als Aldopentose zu bezeichnen. Glucose ist eine Aldohexose

Reaktionen der Aldosen und Ketosen:

a) Fehlingreaktion: Gibt man zu den Zuckerlösungen ein Gemisch aus Fehling I und II, so fällt beim Erhitzen ein rotbrauner Niederschlag von Cu_2O aus.
b) Silberspiegelreaktion (TOLLENS-Reagenz): Gibt man zu den Zuckerlösungen eine ammoniakalische Silbernitratlösung und wenig Natronlauge, so bildet sich beim schwachen Erwärmen kolloidales Silber, das sich an der Glaswand eventuell als „Silberspiegel“ niederschlagen kann.

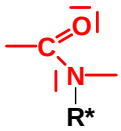
Unterscheidung, ob eine Glucose- oder Fructoselösung vorliegt:
Eine Resorcinlösung in starker Salzsäure (Reagenz nach SELIWANOW) gibt beim Erwärmen mit Fructoselösung eine tiefrote Färbung.

Di-, Oligo-, Polysaccharide:
Monosacharide können aus der Halbacetalform mit einem weiteren Molekül zu Disacchariden unter Wasserabspaltung reagieren (Glycosidbildung). Beispiele siehe Schema oben.
Oligo- sowie Polysaccharide können durch Erwärmen in verdünnten Mineralsäuren wie Phosphor- oder Salzsäure in ihre Monomere zerlegt werden (Holzverzuckerung zur Gewinnung von Glucose). Eleganter ist die Spaltung der Stärke durch Enzyme. Diese "Amylasen" sind nicht nur im Speichel oder Darmsaft, sondern auch in keimender Gerste enthalten (Mälzvorgang bei der Alkoholgewinnung aus Stärke).

Diabetes
Diabetes ist eine Stoffwechselkrankheit, bei der das Hormon Insulin nicht oder nicht im erforderlichen Maße von der Bauchspeicheldrüse hergestellt wird. Fehlt Insulin, steigt der Blutzuckerspiegel, Glukose kann nicht verwertet werden und wird mit dem Harn ausgeschieden. Ist der Blutzuckerspiegel sehr stark erhöht, kann dies Bewusstlosigkeit (Koma) und Tod zur Folge haben. Insulin hilft, indem es den Eintritt von Glukose in die Körperzellen ermöglicht und dort die Oxidation der Glukose stattfinden kann.

Eiweiß

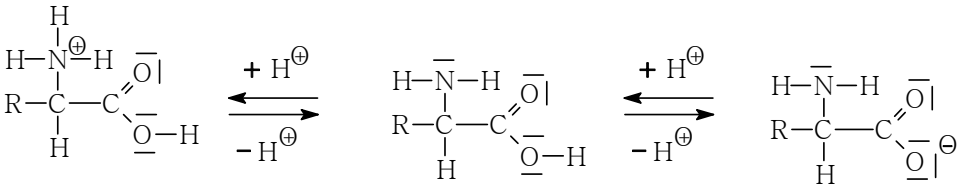
Eiweiße (Proteine) sind Moleküle, die aus einfachen oder substituierten Amino(carbon)säuren (eine Amino- und eine Carboxyl- Gruppe) aufgebaut sind.
Die Reaktion dieser Säuren zu Di- oder Polypeptiden ist der Esterreaktion verwandt. Hier erfolgt die Kondensation zwischen der Hydroxylgruppe der Carboxylgruppe und der Aminogruppe. Es entsteht eine Peptidbindung.



Es gibt nur etwa 20 für den menschlichen Körper wichtige Aminosäuren. Essentielle Aminosäuren z.B. (Valin, Threonin, Phenylalanin und Lysin) können vom Körper nicht hergestellt werden und müssen mit der Nahrung aufgenommen werden.

Räumliche Struktur:
Die Riesenmoleküle kommen in zweiter Näherung fast nur in zwei Strukturen vor: a) Faltblatt- und b) Helix(spiral)-Form

Reaktion als Säure bzw. Base (bzw. Autoprotolyse)



Aminosäure

Isoelektrischer Punkt (einer Titration) ist der Punkt, an dem genau gleich positive wie negative Ladungen auftreten. Hier ist die Löslichkeit der Aminosäure besonders schlecht.

Nachweisreaktionen:

1) Aminosäurelösungen geben mit Ninhydrinlösung beim Erwärmen → Blaufärbung.
2) Zugabe von Kupfersulfatlösung zu alkalischer Eiweißsuspension → Violettfärbung (Biuretreaktion)
3) Zugabe von konzentrierter Salpetersäure zu Eiweißsuspension (Xanthoproteinrektion) → Gelbfärbung