

Inhalt

1	Grundlagen	7
1.1	Skelettstruktur	7
1.2	Isomerie	8
1.3	Mesomerie	10
1.4	Induktiver Effekt	11
1.5	Mesomerer Effekt	12
2	Wichtige Stoffklassen	15
2.1	Kohlenwasserstoffe	15
2.2	Alkohole	19
2.3	Aldehyde und Ketone	23
2.4	Carbonsäuren	26
2.5	Ester	28
2.6	Aromaten	29
2.7	Amine	30
2.8	Phenole	31
3	Nomenklatur (nach IUPAC)	33
4	Reaktionen	39
4.1	Grundlagen	39
4.2	Radikalische Substitution	40
4.3	Elektrophile Addition	42
4.4	Nucleophile Addition	44
4.5	Kondensationsreaktion / Nucleophile Substitution	46
4.6	Elektrophile aromatische Substitution	49
4.7	Elektrophile aromatische Zweitsubstitution	51
4.8	Redox-Reaktionen	52
5	Farbstoffe	55
5.1	Licht und Farbe	55
5.2	Molekülstruktur und Farbigkeit	56
5.3	Azofarbstoffe	57
5.3.1	Herstellung (Mechanismus)	58

5.3.2	Säure-Base-Indikatoren	60
5.4	Naturfarbstoffe	64
6	Kunststoffe	65
6.1	Grundlagen	65
6.2	Herstellung	65
6.2.1	Radikalische Polymerisation	65
6.2.2	Polyaddition: <i>Polyurethane</i>	67
6.2.3	Polykondensation: <i>Polyester und Polyamide</i>	69
6.3	Struktur und Eigenschaften	71
7	Fette	73
7.1	Struktur	73
7.2	Herstellung	74
7.3	Eigenschaften	74
7.4	Bedeutung	75
8	Seifen und Tenside	79
8.1	Herstellung von Seifen durch Verseifung	80
8.2	Herabsetzen der Oberflächenspannung	82
8.3	Bildung von Mizellen	83
8.4	Waschwirkung	84
8.5	Nachteile von Seifen	85
8.6	Tenside als Emulgatoren	86
9	Kohlenhydrate	87
9.1	Optische Aktivität	87
9.2	Molekülchiralität	88
9.3	Fischerprojektion	89
9.4	Stereoisomerie	91
9.5	D- und L-Nomenklatur	92
9.6	Glucose	93
9.7	Haworth-Projektion	94
9.8	Mutarotation	96
9.9	Fructose	96
9.10	Keto-Enol-Tautomerie	98
9.11	Disaccharide	99
9.12	Polysaccharide	102
10	Aminosäuren und Proteine	105
10.1	Struktur und Eigenschaften	105
10.2	Übersicht der Aminosäuren	107
10.3	Elektrophorese	108
10.4	Proteine	109

10.5	Strukturebenen Proteine	110
10.6	Nachweisreaktionen	113
10.7	Bedeutung Proteine	114
11	Enzyme	115
11.1	Wirkungsweise	115
11.2	Enzymaktivität	116
11.3	Hemmstoffe	118

1 Grundlagen

1.1 Skelettstruktur

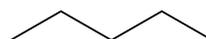
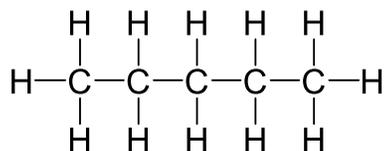
Da sich Chemiker, genau wie alle anderen Naturwissenschaftler, nicht mehr Arbeit als nötig machen wollen, wurde die sogenannte Skelettformel (oder Gerüstformel) entwickelt, um organische Verbindungen übersichtlicher, einfacher und schneller darzustellen.



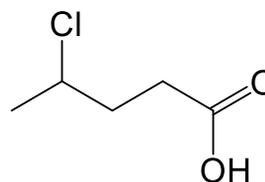
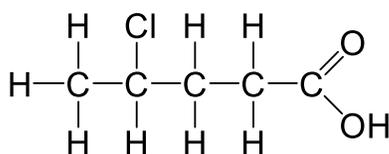
Skelettformel

Bisher wurden Strukturformeln ausführlich mit den Elementensymbolen dargestellt. Bei der Skelettstrukturformel werden die Elementensymbole C, für Kohlenstoffatome, und H, für Wasserstoffatome, nicht mehr gezeichnet. Die Kohlenstoffatome werden durch das Zeichnen der Bindungen zwischen den Kohlenstoffatomen symbolisiert. Dabei stellt jede Ecke ein Kohlenstoffatom dar.

Die Anzahl der Wasserstoffatome können wir berechnen, indem wir die Anzahl der Bindungen eines Kohlenstoffatoms zählen und anschließend auf vier Bindungen auffüllen. Hat ein Kohlenstoffatom z.B. zwei Bindungen, so müssen wir uns hier zwei Wasserstoffatome vorstellen, damit das Kohlenstoffatom vier Bindungen ausbildet. Hat ein Kohlenstoffatom nur eine Bindung, dann sind entsprechend drei Wasserstoffatome gebunden.



Alle anderen Atome werden wie gewohnt mit ihren Elementensymbolen gezeichnet. Auch die Wasserstoffatome von funktionellen Gruppen werden mit eingezeichnet.



1.3 Mesomerie

Unter **Mesomerie** (oder auch Resonanz) verstehen wir, dass in manchen Molekülen die Bindungsverhältnisse nicht durch eine einzige Strukturformel dargestellt werden können. Die möglichen Strukturformeln nennen wir Grenzstrukturen. Diese Grenzstrukturen kommen in der Realität so nicht vor - die tatsächlichen Bindungsverhältnisse liegen irgendwo dazwischen.



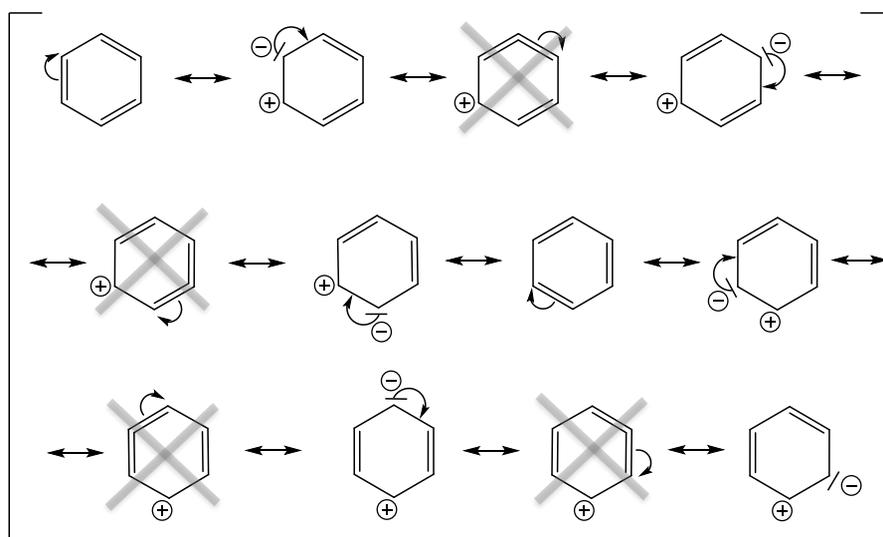
Mesomerie

Die π -Elektronen sind hier delokalisiert, da wir sie keiner bestimmten Stelle zuordnen können. Die einzelnen Grenzstrukturen und die damit verbundene Mesomerie werden mit einem sogenannten Mesomerie-Pfeil \leftrightarrow symbolisiert (diesen bitte nicht mit einem Gleichgewichtspfeil verwechseln). **Je mehr mesomere Grenzstrukturen es zu einem Molekül gibt, desto stabiler ist es.**

Möchten wir nun die verschiedenen Grenzstrukturen eines Moleküls aufstellen, so müssen wir ein paar einfache Regeln befolgen:

1. Elektronenpaare – entweder freie Elektronenpaare oder Elektronenpaare aus Doppelbindungen – werden umgeklappt.
2. Elektronenpaare können immer nur zum Nachbaratom geklappt werden und nicht über zwei Atome hinweg.
3. Sind an dem Atom, zu dem das Elektronenpaar geklappt wurde, nun zu viele Elektronen, so muss hier ein Elektronenpaar weggeklappt werden. Wenn das nicht geht, ist diese Grenzstruktur nicht möglich.

Beispiel: Benzol



Wird das erste Elektronenpaar (hier aus einer Doppelbindung) zum Nachbaratom geklappt, so wird aus der Doppelbindung ein freies Elektronenpaar am Kohlen-

2 Wichtige Stoffklassen

2.1 Kohlenwasserstoffe

In der organischen Chemie bestehen die Moleküle überwiegend aus Kohlenstoff und Wasserstoff. Verbindungen, welche nur diese beiden Elemente enthalten, heißen **Kohlenwasserstoffe**. Dabei unterscheiden wir zwischen **gesättigten** und **ungesättigten** Kohlenwasserstoffen. Gesättigt bedeutet, dass es nur Einfachbindungen gibt (Alkane) und somit die maximal mögliche Anzahl an Wasserstoffatomen in dem Molekül gebunden ist. Ungesättigte Kohlenwasserstoffe können auch Mehrfachbindungen (Alkene und Alkine) enthalten.



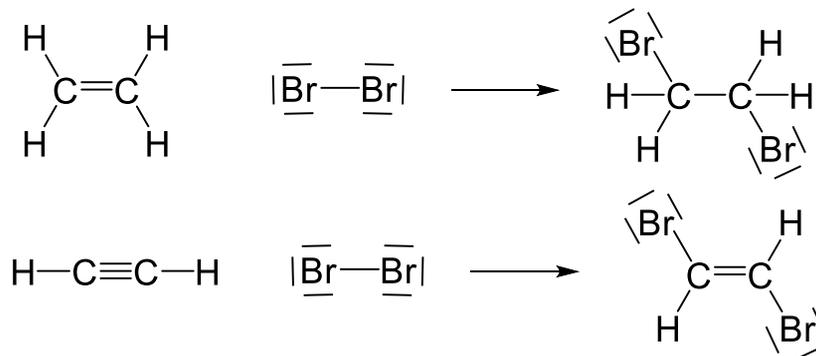
Kohlenwasserstoffe

Alkane

Alkane sind gesättigte Kohlenwasserstoffe mit der allgemeinen Summenformel C_nH_{2n+2} . Der Name der Alkane ist abhängig von der Anzahl der Kohlenstoffatome. In der folgenden Tabelle findet sich eine Übersicht der wichtigsten Alkane. Diese Namen gilt es unbedingt auswendig zu lernen, da sie die Grundlage für alle Molekülnamen bilden.

Anzahl C-Atome	Name Alkan	Summenformel	Strukturformel
1	Methan	CH ₄	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$
2	Ethan	C ₂ H ₆	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
3	Propan	C ₃ H ₈	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$

Alkene und Alkine reagieren typischerweise unter einer sogenannten **elektrophilen Addition**, wobei eine Mehrfachbindung aufgelöst wird.

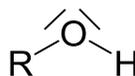


2.2 Alkohole

Alkohole sind Kohlenwasserstoffe mit einer funktionellen Gruppe. In einem Alkan werden Wasserstoffatome durch Hydroxygruppen (-OH) ersetzt, weshalb Alkohole im Allgemeinen die nebenstehende Struktur aufweisen.



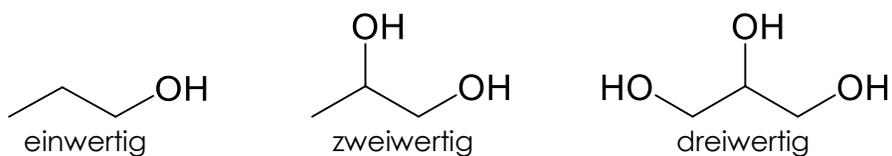
Alkohole

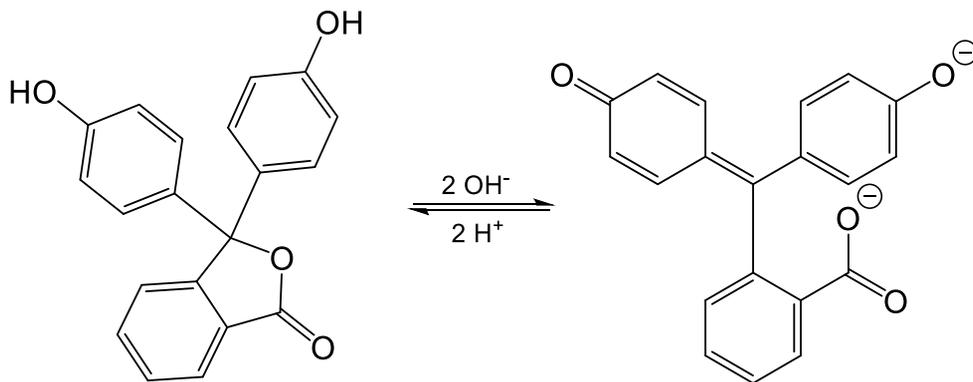


Einteilung der Alkohole

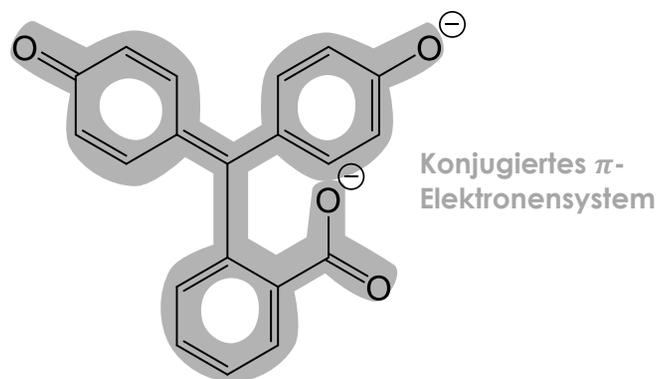
Alkohole können anhand der Anzahl der im Molekül gebundenen Hydroxygruppen eingeteilt werden. Bei Alkoholen mit einer Hydroxygruppe handelt es sich um einen **einwertigen** Alkohol, bei Alkoholen mit zwei Hydroxygruppen um einen **zweiwertigen** und bei Alkoholen mit drei Hydroxygruppen um einen **dreiwertigen** Alkohol.

Bei den mehrwertigen Alkoholen ist an ein Kohlenstoffatom meist nur eine Hydroxygruppe gebunden, da sie andernfalls meist instabil sind und unter Wasserabspaltung zerfallen. **Beispiele:**

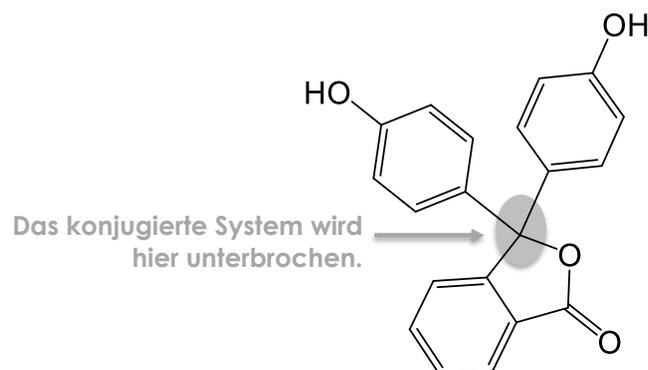




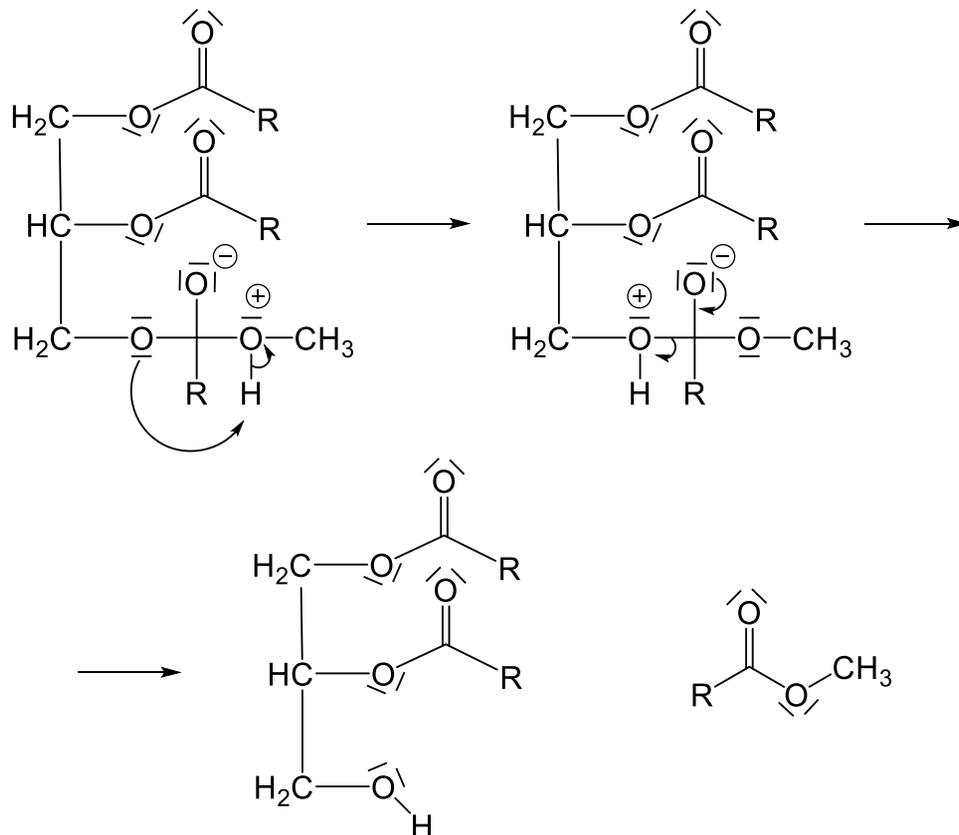
Bei der deprotonierten Form des Phenolphthaleins (rechts) erstreckt sich das konjugierte π -Elektronensystem über das gesamte Molekül, wodurch die pinke Farbe entsteht.



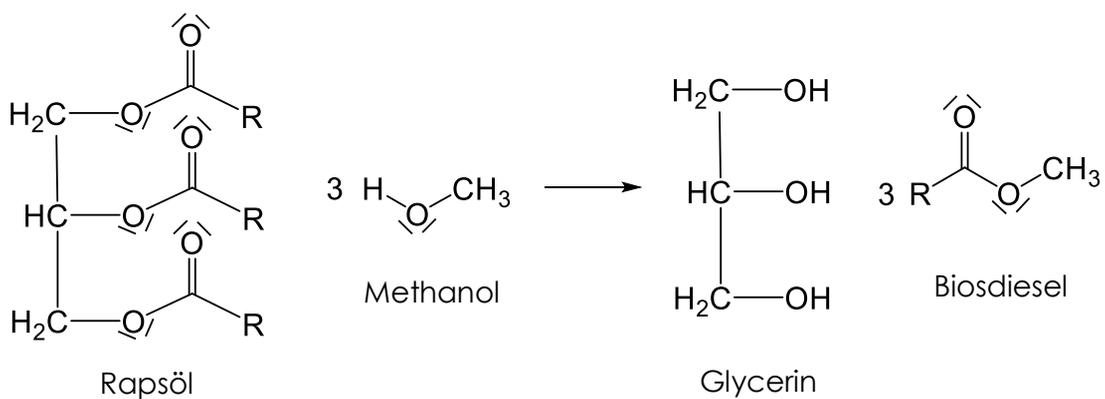
Bei der protonierten Form (links) wird das konjugierte System unterbrochen, wodurch die Größe der einzelnen Konjugierten Systeme nicht ausreicht, um Licht im sichtbaren Bereich zu absorbieren. Daher ist diese Form farblos.



Betrachten wir noch einen anderen Indikator, bei dem die Farbänderung auf eine etwas andere Weise zu erklären ist: **Methylorange**. Vergleichen wir die depro-

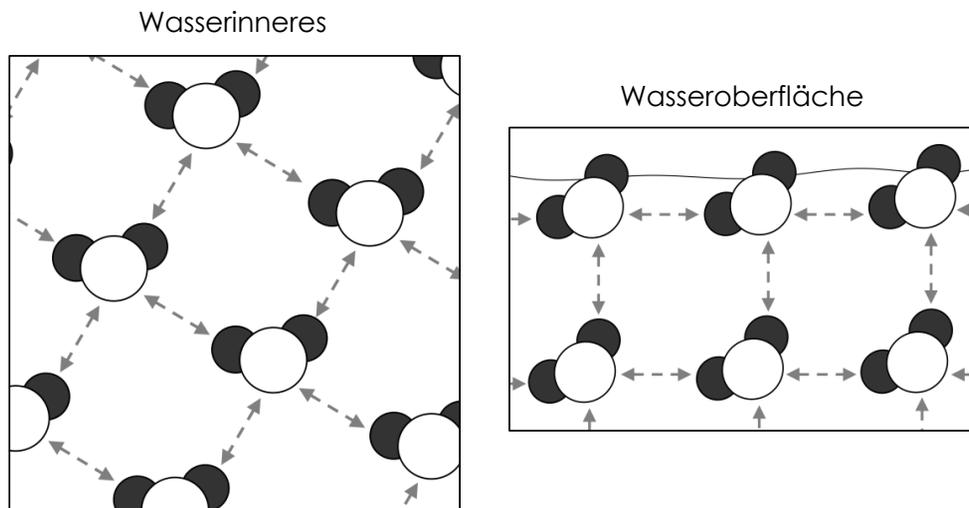


Diese Reaktion findet an allen drei Estergruppen statt, wodurch aus einem Rapsölmolekül drei Biodieselmoleküle entstehen.

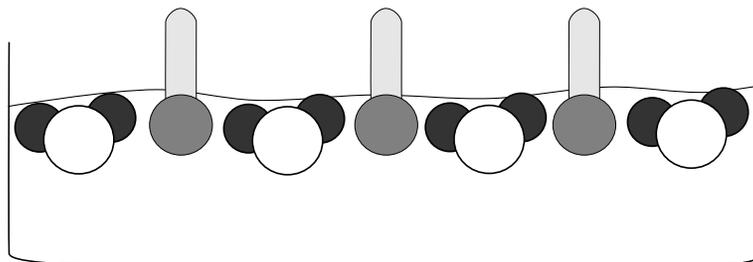


Der **Vorteil von Biodiesel** ist, dass das bei der Verbrennung entstehende Kohlenstoffdioxid genau der Menge entspricht, die bei der Photosynthese des Raps benötigt wird. Die CO_2 -Bilanz ist allerdings nicht so perfekt, wie es auf den ersten Blick scheint, da für die Herstellung von Biodiesel Energie benötigt wird, wodurch weiteres Kohlenstoffdioxid entsteht.

dass die Wassermoleküle nach innen gezogen werden. Dadurch entsteht die Oberflächenspannung.

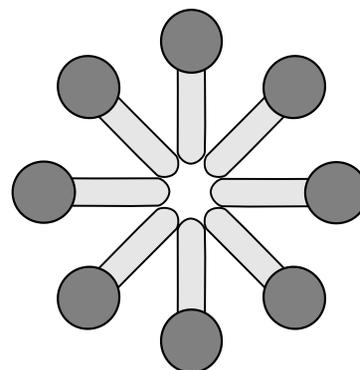


Durch die Zugabe von Tensiden zum Wasser werden die zwischenmolekularen Kräfte des Wassers erniedrigt, da sich die Tenside zwischen den Wassermolekülen anlagern. Dies führt zu einer Erniedrigung der Oberflächenspannung des Wassers.



8.3 Bildung von Mizellen

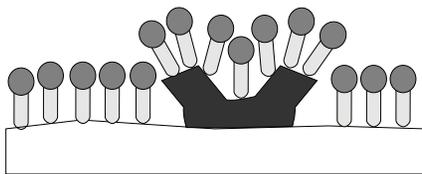
Obwohl Tenside einen langkettigen, unpolaren Rest haben, lassen sie sich in Wasser lösen. Das liegt daran, dass sie sogenannte **Mizellen** bilden. Das sind kugelförmige Gebilde, die entstehen, indem sich die unpolaren Reste gegenseitig anziehen, da zwischen ihnen zwischenmolekulare Wechselwirkungen wirken.



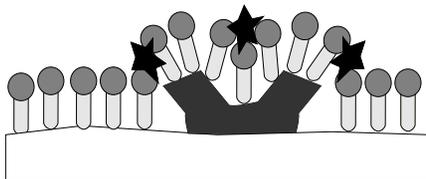
Die polaren Köpfchen der Tenside bilden eine äußere Schale. Durch diese Mizellenbildung können sich Tenside nicht nur an der Wasseroberfläche anlagern, sondern lösen sich auch im Wasser.

8.4 Waschwirkung

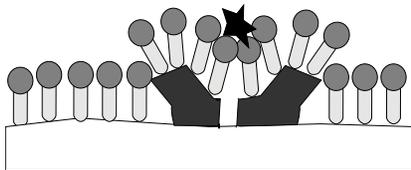
Lagert sich unpolarer Schmutz an einer Faser an, so kann dieser mit Wasser nicht entfernt werden, da er sich nicht in Wasser löst. Mit Hilfe von Tensiden kann der Schmutz von der Faser gelöst werden. Dabei laufen folgende Prozesse ab:



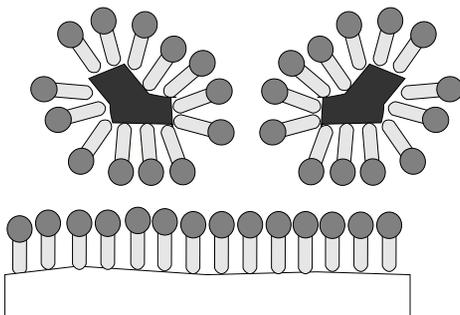
Die Faser- und Schmutzoberflächen werden mit Tensiden benetzt. Die unpolaren Reste der Tenside wechselwirken mit den unpolaren Oberflächen, wodurch die Benetzung entsteht.



Da die Tenside nicht linear nebeneinander angeordnet sind, kommen die geladenen Carboxygruppen miteinander in Berührung. Diese stoßen sich gegenseitig ab, wodurch der Schmutz auseinandergebrochen wird. Dadurch entsteht mehr Platz für erneute Tensidlagerungen.



Wie zuvor auch, stoßen sich die geladenen Carboxygruppen gegenseitig ab. Der Schmutz wird dadurch nach und nach von der Textilfaser abgetrennt.



Nachdem der Schmutz vollständig von der Textilfaser getrennt wurde, entstehen sogenannte Schmutz-Tensid-Mizellen, das heißt der Schmutz ist vollständig von Tensiden umgeben. An der Textilfaser lagern sich auf der gesamten Oberfläche Tenside an, was bewirkt, dass der Schmutz sich nicht mehr an der Faser anlagern kann. Der Schmutz ist also dauerhaft entfernt.