

8 Metallhydroxide und Säuren

8.1 Die Reaktion von Oxiden mit Wasser

1  **Metalloxid und Wasser**
Etwas Calciumoxid in ein kleines Becherglas mit Wasser geben, umrühren, filtrieren. Filtrat zuerst mit Lackmuspapier prüfen, dann 1–2 Tropfen Phenolphthaleinlösung hinzugeben.

2  **Lösungen von Natriumhydroxid und Kaliumhydroxid**
a) mit rotem Lackmuspapier,
b) mit farbloser Phenolphthaleinlösung prüfen.

3  **Nichtmetalloxid und Wasser**
In einem kleinen Porzellantiegel ein etwa apfelkerngroßes Stück weißen Phosphor mit warmem Draht anzünden und sofort ein mit Wasser ausgespültes Wasserglas darüberstülpen. Nach Beendigung der Reaktion die an der Becherwand haftenden Tropfen mit blauem Lackmuspapier prüfen.

4  **Verschiedene verdünnte Säuren**
a) mit blauem Lackmuspapier,
b) mit roter Phenolphthaleinlösung prüfen.

Sauerstoff bildet mit den meisten Elementen Oxide. Die Oxide der Elemente der linken Seite des Periodensystems, die Metalloxide, sind Ionenverbindungen. Ihre Kristalle bestehen aus positiv geladenen Metall-Ionen und negativ geladenen Sauerstoff-Ionen. Die Bausteine von Magnesiumoxid z. B. sind Mg^{2+} -Ionen und O^{2-} -Ionen.

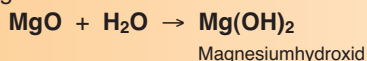
Die Oxide der Elemente der rechten Seite des Periodensystems, die Nichtmetalloxide, bestehen aus Molekülen mit Atombindungen, z. B. Schwefeldioxid. Die Oxide der Metalle und die der Nichtmetalle geben mit Wasser unterschiedliche Reaktionen.

8.1.1 Metalloxide und Wasser

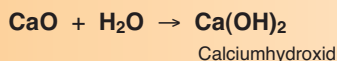
Die Oxide vieler Metalle reagieren mit Wasser. Dabei entstehen Hydroxide.



1. Magnesiumoxid setzt sich mit Wasser um zu Magnesiumhydroxid.



2. Bei der Reaktion von Calciumoxid mit Wasser entsteht Calciumhydroxid.



8.1.2 Nichtmetalloxide und Wasser

Auch andere Metalloxide reagieren mit Wasser und bilden Metallhydroxide.

Metalloxid + Wasser → Metallhydroxid

Formel	Name	Trivialname der wässrigen Lösung
NaOH	Natriumhydroxid	Natronlauge
KOH	Kaliumhydroxid	Kalilauge
Ca(OH)₂	Calciumhydroxid	Kalkwasser
Mg(OH)₂	Magnesiumhydroxid	–

Tabelle 8.1:
Einige Metallhydroxide

Diese Metallhydroxide sind Ionenverbindungen. Sie bauen sich auf aus positiv geladenen Metallionen und einfach negativ geladenen OH⁻-Ionen.

OH⁻-Ionen nennt man Hydroxid-Ionen.

Werden die Hydroxide in Wasser gelöst, dann zerfällt das Ionengitter. Die Ionen werden getrennt, sie sind jetzt in der Lösung frei beweglich.

Eine Natriumhydroxidlösung enthält **Na⁺**-Ionen und **OH⁻**-Ionen, eine Lösung von Calciumhydroxid **Ca²⁺**-Ionen und **OH⁻**-Ionen. Auf ein positiv zweiwertiges Calcium-Ion kommen immer **zwei** negativ einwertige Hydroxid-Ionen. Deshalb lautet die Formel für Calciumhydroxid **Ca(OH)₂**.

Die Lösungen der Metallhydroxide geben einige charakteristische **Farbreaktionen**:

Rotes Lackmuspapier wird blau gefärbt, eine farblose **Phenolphthaleinlösung** intensiv **rot**. Man sagt, die Lösungen reagieren alkalisch. Die alkalische Reaktion ist auf die in der Lösung vorhandenen **OH⁻**-Ionen zurückzuführen.

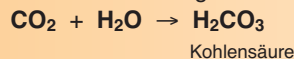
Eine Lösung, die OH⁻-Ionen enthält, reagiert alkalisch.

8.1.2 Nichtmetalloxide und Wasser

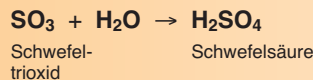
Die Oxide von Nichtmetallen bilden mit Wasser Säuren.



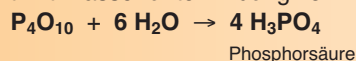
Kohlendioxid vereinigt sich mit Wasser zu Kohlensäure:



Schwefeltrioxid bildet mit Wasser Schwefelsäure:



Das Verbrennungsprodukt von Phosphor ist P₄O₁₀, Phosphor(V)-oxid. Das Oxid reagiert mit Wasser unter Bildung von Phosphorsäure.



Auch andere Nichtmetalloxide bilden mit Wasser Säuren.

Nichtmetalloxid + Wasser → Säuren

Sauerstofffreie Säuren, wie z. B. Hydrogenchlorid (Salzsäure) (Formel HCl), lassen sich nicht durch Reaktion eines Oxids mit Wasser herstellen.

Saure Lösungen färben blaues Lackmuspapier rot. Eine rote Phenolphthaleinlösung wird farblos.

Stoffe, die durch Farbänderung eine saure, neutrale oder alkalische Reaktion anzeigen, nennt man Säure-Base-Indikatoren.

Lackmus und Phenolphthalein sind viel verwendete Indikatoren.



Abb. 8.1:
Alkalische Reaktion:
Lackmus wird blau,
Phenolphthalein
rot eingefärbt



Abb. 8.2:
Saure Reaktion:
Lackmus rot,
Phenolphthalein
farblos

8.2 Ionen in Lösungen

8.2.1 Die elektrische Leitfähigkeit von wässrigen Lösungen



Säuren und Laugen

1 Die Leitfähigkeit von destilliertem Wasser und von wässrigen Lösungen

- In ein Becherglas mit destilliertem Wasser 2 Kohleelektroden tauchen und diese über ein Glühlämpchen als Stromanzeiger mit den Polen einer Gleichstromquelle – Spannung 4 V – verbinden (Abb. 8.3)
- Wässrige Lösungen von Rohrzucker, Ethanol, Natriumchlorid, Natriumhydroxid auf Leitfähigkeit prüfen. (Das Lämpchen leuchtet auf, wenn die Flüssigkeit den elektrischen Strom leitet.)
- Wasser mit Salzsäure bzw. Schwefelsäure ansäuern und Lösung auf Leitfähigkeit prüfen.

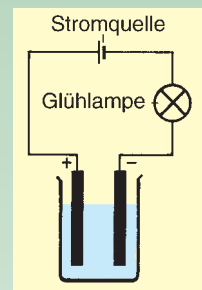


Abb. 8.3
Prüfung der Leitfähigkeit von Lösungen

2 Sichtbarmachen der Ionenwanderung

Eine Lage von 4 übereinandergeschichteten Filterpapieren mit einer 0,04%igen Kaliumnitratlösung tränken (Konzentration einhalten) und auf der Tischplatte ausbreiten. In die Mitte einige Kaliumpermanganat-Kriställchen nebeneinander legen. Die Stromzufuhr erfolgt über 2 Kohleelektroden, die fest auf das Papier drücken (Abb. 8.4). 20 Volt Gleichspannung anlegen.

In welche Richtung bewegen sich die violett gefärbten Permanganat-Ionen?

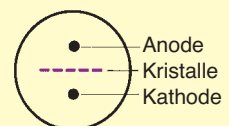


Abb. 8.4
Sichtbarmachen der Ionenwanderung

8.2.2 Die Dissoziation von Salzen

Wir haben festgestellt, dass reines Wasser den elektrischen Strom nicht leitet¹. Auch Lösungen von Rohrzucker und Ethanol besitzen kein Leitvermögen für den elektrischen Strom, wohl aber die Lösungen von Salzen und Säuren. (Wir erinnern uns, Metallhydroxide sind aus Ionen aufgebaut und werden deshalb in der modernen Chemie zur Stoffklasse der Salze gerechnet.)

8.2.2 Die Dissoziation von Salzen

Worauf beruht die Leitfähigkeit von Salzlösungen?

Salze sind im festen Zustand aus regelmäßig angeordneten Ionen aufgebaut. Die Ionen werden im Kristall durch gegenseitige elektrostatische Anziehung zusammengehalten. Beim Lösen in Wasser schieben sich Wassermoleküle zwischen die Ionen und trennen diese. Das Ionengitter bricht zusammen. Die Ionen können sich nun unabhängig voneinander in der Lösung bewegen.

Zerfällt ein Stoff beim Auflösen in Wasser in Ionen, so sagt man, er dissoziiert. Der Vorgang heißt Dissoziation.



1. Natriumchlorid zerfällt beim Auflösen in Wasser in positiv geladene Natrium-Ionen und negativ geladene Chlorid-Ionen:



Eine wässrige Lösung von Natriumchlorid (Kochsalz) enthält Na^+ -Ionen und Cl^- -Ionen.

2. Magnesiumchlorid dissoziiert beim Lösen in Wasser in Magnesium-Ionen und Chlorid-Ionen:



Eine Magnesiumchloridlösung enthält Mg^{2+} -Ionen und Cl^- -Ionen.

3. Kaliumhydroxid zerfällt beim Auflösen in Wasser in Kalium-Ionen und Hydroxid-Ionen.



Die wässrige Lösung von Kaliumhydroxid nennt man **Kalilauge**. Kalilauge enthält K^+ -Ionen und OH^- -Ionen.

4. Die Gleichung für die Dissoziation von Calciumhydroxid:



Die wässrige Lösung von Calciumhydroxid nennt man **Kalkwasser**. Kalkwasser enthält Ca^{2+} -Ionen und OH^- -Ionen.

Ionenwanderung

Taucht man in eine Lösung, die Ionen enthält, 2 Elektroden und verbindet diese mit einer Gleichstromquelle, so setzen sich die Ionen in Bewegung, weil sich entgegengesetzte Ladungen anziehen.

- Die positiv geladenen Ionen wandern zum negativen Pol, zur Kathode. Man nennt sie deshalb **Kationen**.
- Die negativ geladenen Ionen wandern zum positiven Pol, zur Anode. Man nennt sie deshalb **Anionen** (Abb. 8.5).

¹ Mit sehr empfindlichen Messgeräten lässt sich eine minimale Leitfähigkeit von reinem Wasser nachweisen.

11.5 Aromatische Kohlenwasserstoffe

11.5.1 Benzen

Aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe

Wir haben bisher Kohlenwasserstoffe mit **offenen Kohlenstoffketten** kennengelernt. Verbindungen mit offenen Kohlenstoffketten nennt man **aliphatische** Verbindungen. Alkane, Alkene, Alkine sind aliphatische Kohlenwasserstoffe.

Eine weitere wichtige Gruppe sind die aromatischen Kohlenwasserstoffe.

Der einfachste aromatische Kohlenwasserstoff ist das Benzen, C_6H_6 .

Benzen ist auch unter dem veralteten Namen Benzol bekannt.

Name	Summenformel	Anzahl der H-Atome
Hexan	C_6H_{14}	14
Hexen	C_6H_{12}	12
Hexin	C_6H_{10}	10
Benzen	C_6H_6	6

Tabelle 11.8:
Kohlenwasserstoffe
mit 6 C-Atomen

Die Tabelle zeigt, dass Benzen viel wasserstoffärmer ist als die übrigen Kohlenwasserstoffe mit 6 Kohlenstoffatomen. Man sollte daher annehmen, dass Benzen stark ungesättigten Charakter besitzt; das ist nicht der Fall. In Benzen lassen sich keine Doppelbindungen nachweisen. Unter normalen Bedingungen geht Benzen keine Additionsreaktionen ein.

Benzen zeigt nicht das Verhalten eines ungesättigten Kohlenwasserstoffs. Der Grund hierfür ist die besondere Bindungsart im Benzenmolekül.

Die Struktur des Benzenmoleküls

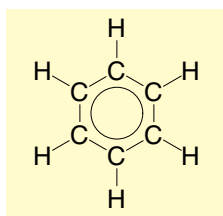
Im Benzenmolekül, C_6H_6 , sind die 6 Kohlenstoffatome zu einem 6-gliedrigen Ring angeordnet. Jedes Kohlenstoffatom ist mit einem Wasserstoffatom verbunden.

Benzen ist ein ringförmiger (cyclischer) Kohlenwasserstoff.

Jedes Kohlenstoffatom ist mit seinen beiden benachbarten Kohlenstoffatomen durch je ein gemeinsames Elektronenpaar verknüpft und durch ein weiteres mit einem Wasserstoffatom. Alle Atome liegen in einer Ebene.

Von jedem Kohlenstoffatom gehen also 3 Bindungen aus. Dazu werden 3 der 4 Außenelektronen des C-Atoms benötigt. Es bleibt also jeweils 1 Elektron übrig. Diese 6 restlichen Elektronen bilden eine gemeinsame Elektronenwolke, die sich oberhalb und unterhalb der Ringebene über alle 6 Kohlenstoffatome erstreckt.

Die 6 Elektronen sind delokalisiert, d. h., sie gehören zu keinen bestimmten Atomen, sondern sind völlig symmetrisch auf den ganzen Ring verteilt. Sie beteiligen sich gleichzeitig an allen Kohlenstoff/Kohlenstoff-Bindungen.



Diese Elektronenanordnung stellt einen sehr stabilen Zustand dar und erklärt die große Beständigkeit und die charakteristischen Reaktionen von Benzen.

Schema der Bindungen im Benzenmolekül.
Jeder Strich symbolisiert 1 Elektronenpaar,
der Innenkreis die 6 delokalisierten Elektronen.

13.2 Fette



*Lehrerversuch!
Besondere Vorsicht geboten!*

1 Nachweis ungesättigter Fettsäuren

Ca. 1 g Kokosfett in 5 ml Hexan lösen und unter Umschütteln eine Lösung von Brom in Hexan bis zur bleibenden Gelbfärbung zutropfen lassen. Den Versuch mit der gleichen Menge Butter, Olivenöl, Maiskeimöl, Leinöl wiederholen. Welche dieser Proben hat die größte Menge Bromlösung entfärbt? Folgerung für den Gehalt an ungesättigten Bestandteilen?



2 Löslichkeitsverhalten

Im Reagenzglas eine kleine Menge Fett a) mit Wasser, b) mit Ether, c) mit Benzin schütteln. Löslichkeit? Einen Tropfen der Lösungen auf Papier geben – Fettfleckprobe. Einen Teil der Lösungen auf dem Uhrglas verdunsten lassen. Rückstand?



3 Fettnachweis

Zerkleinerte, fetthaltige Substanzen, wie hartgekochtes Eigelb, Kekse, Nüsse, Käse usw., in einem größeren Reagenzglas mit einem Fettlösemittel übergießen. In dieses Prüfglas als Rückflusskühler ein zweites kleineres, mit Wasser gefülltes hinein hängen. Mit einer Korkscheibe oder einem aus Kordel gewickelten Ring liegt es auf dem Rand des großen Reagenzglases (Abb. 13.3). Erwärmen durch Einstellen in warmes Wasser. Flamme vorher löschen! Filtrieren, Fettfleckprobe durchführen. Filtrat in einem kleinen Schälchen verdunsten lassen. Rückstand?

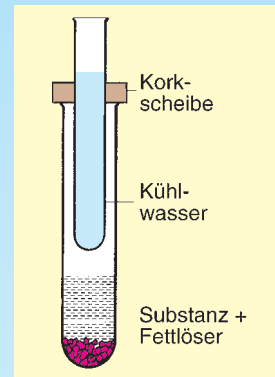


Abb. 13.3
Kleiner Extraktionsapparat

4 Schmelzpunktbestimmung

Apfelkerngroße Stückchen Butter, Kokosfett, Schweinefett, Rindertalg in dünnwandige Reagenzgläser geben. Diese in einen Becher mit kaltem Wasser hängen. Thermometer in das Wasser tauchen. Langsam mit sehr kleiner Flamme Becherglas erwärmen. Bei welcher Temperatur beginnen die einzelnen Fettsorten zu schmelzen? Genauere Werte erhält man mit einem Schmelzpunktbestimmungsapparat.

5 Emulsionsbildung

5 Tropfen Öl schütteln mit a) Wasser, b) verdünnter Seifenlösung, c) Wasser und einem kleinen Zusatz von Eiklar oder Gelatine. Beobachtung?

6 Nachweis der Emulsionsarten

- a) In 2 Reagenzgläser je einen Spatel Tagescreme und in 2 Reagenzgläser je einen Spatel Nachtcreme geben. Jede Creme mit Wasser, bzw. mit Paraffinöl schütteln.
- b) Auf ein Filtrierpapier einen Spatel Tagescreme, auf ein zweites einen Spatel Nachtcreme geben.

Liegt eine O/W-Emulsion vor, zeigt sich nach kurzer Zeit ein feuchter Rand. Bei W/O-Emulsion entsteht kein oder nur ein schmaler Rand, in dem sich Sudanrot löst. Um welche Emulsionsart handelt es sich bei den Cremes?

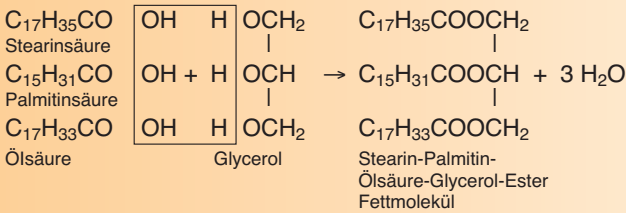
13.2.1 Der chemische Aufbau der Fette

Fette sind Ester des Alkohols Glycerol mit Monocarbonsäuren. Die in den Fetten vorkommenden Carbonsäuren werden allgemein als Fettsäuren bezeichnet.

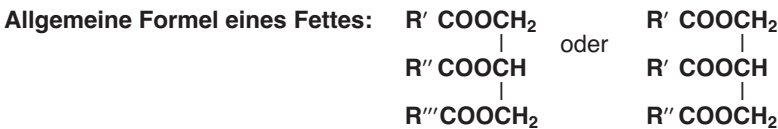
Ein Glycerolmolekül hat 3 OH-Gruppen, vermag sich daher mit 3 Fettsäuremolekülen zu verestern. Das können 3 Moleküle der gleichen Fettsäure sein. Solche Ester finden sich in der Natur jedoch selten. In den meisten Fällen ist ein Glycerolmolekül mit 2 oder 3 verschiedenen Fettsäuremolekülen verestert.



Bildung eines Fettmoleküls:



Hier ist ein Molekül Glycerol mit einem Molekül Stearinsäure einem Molekül Palmitinsäure und einem Molekül Ölsäure zu einem Fettmolekül verestert.



Systematischer Name	Trivialname	Zahl der C-Atome	Summenformel
Butansäure	Buttersäure	4	C ₃ H ₇ COOH
Hexansäure	Capronsäure	6	C ₅ H ₁₁ COOH
Oktansäure	Caprylsäure	8	C ₇ H ₁₅ COOH
Dekansäure	Caprinsäure	10	C ₉ H ₁₉ COOH
Dodekansäure	Laurinsäure	12	C ₁₁ H ₂₃ COOH
Tetradekansäure	Myristinsäure	14	C ₁₃ H ₂₇ COOH
Hexadekansäure	Palmitinsäure	16	C ₁₅ H ₃₁ COOH
Oktadekansäure	Stearinsäure	18	C ₁₇ H ₃₅ COOH

Tabelle 13.1: Gesättigte Fettsäuren

13.2.1 Der chemische Aufbau der Fette

Systematischer Name	Trivialname	Zahl der C-Atome	Summenformel
Oktadekensäure	Ölsäure 1 Doppelbindung	18	$C_{17}H_{33}COOH$
Oktadekadiensäure	Linolsäure 2 Doppelbindungen	18	$C_{17}H_{31}COOH$
Oktadekatriensäure	Linolensäure 3 Doppelbindungen	18	$C_{17}H_{29}COOH$
Eicosatetraensäure	Arachidonsäure 4 Doppelbindungen	20	$C_{19}H_{31}COOH$

Tabelle 13.2: Ungesättigte Fettsäuren

Die in der Natur vorkommenden Fette sind immer Gemische verschiedener Glycerolester. Sie haben deshalb keinen scharfen Schmelzpunkt, sondern erweichen innerhalb eines bestimmten Temperaturbereichs.

Über die wichtigsten in Fetten gebundenen Säuren unterrichten die Tabellen 13.1 und 13.2.

Bei den natürlich vorkommenden Carbonsäuren ist der Trivialname gebräuchlicher als der systematische.

Von den in Fetten veresterten Säuren sind am verbreitetsten:

Ölsäure

Palmitinsäure

Stearinsäure

Mengenmäßig an erster Stelle steht Ölsäure. Die in den natürlichen Fetten gebundenen Fettsäuren enthalten fast immer eine gerade Anzahl von C-Atomen (vgl. Tab. 13.1 und 13.2) und eine unverzweigte Kohlenstoffkette.

Wovon hängt der Schmelzpunkt eines Fettes ab?

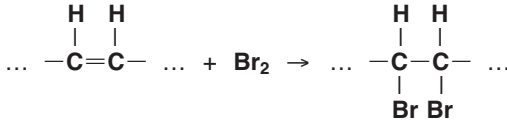
Alle Fette enthalten in wechselnden Mengen sowohl gesättigte als auch ungesättigte Fettsäuren. Der Anteil an ungesättigten Fettsäuren und die Kettenlänge der gesättigten Fettsäuren bestimmen den Schmelzpunkt eines Fettes.

Fette mit einem hohen Gehalt an ungesättigten Fettsäuren sind bei Raumtemperatur flüssig. Man nennt sie Öle.

Olivenöl beispielsweise enthält fast 90% Öl- und Linolsäure (bezogen auf Gesamtfettsäuren). Umgekehrt liegt der Schmelzpunkt eines Fettes umso höher, je mehr Palmitin- und Stearinsäure am Aufbau beteiligt sind. Hammeltalg und Rindertalg z.B. enthalten über 50% Palmitinsäure und Stearinsäure und haben deshalb einen relativ hohen Schmelzpunkt. Butter verdankt ihren niedrigen Schmelzpunkt ihrem Gehalt an kurzkettigen Fettsäuren.

13.2.2 Die Iodzahl

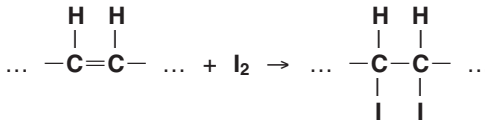
Die in den Fetten enthaltenen ungesättigten Fettsäuren vermögen wie alle ungesättigten Verbindungen Brom oder Iod an ihre Doppelbindungen anzulagern:



Ausschnitt aus dem Fettmolekül

Je mehr Doppelbindungen vorhanden sind, um so mehr Bromwasser wird entfärbt (Versuch 1). Wir können daher den ungesättigten Charakter eines Fettes mithilfe von Bromwasser nachweisen.

In analoger Weise wird Iod angelagert:



Die verbrauchte Iodmenge – **Iodzahl** – ist daher ein Maß für den Gehalt an Kohlenstoff/Kohlenstoff-Doppelbindungen.

Die Iodzahl gibt an, wie viel Gramm Iod von 100 g Fett gebunden werden.

Die Iodzahl ist um so höher, je reicher ein Fett an Mehrfachbindungen ist. Die höchste Iodzahl haben Fette mit einem hohen Gehalt an hochungesättigten Fettsäuren.

Öle mit einer Iodzahl über 100 sind reich an hochungesättigten Fettsäuren.

	Iodzahl
Kokosfett	7– 10
Palmkernfett	12– 17
Butter	20– 35
Rindertalg	35– 50
Schweineschmalz	45– 70
Olivenöl	78– 90
Erdnusöl	100–110
Sonnenblumenöl	115–140
Sojaöl	120–140
Leinöl	170–195

Tabelle 13.3:
Iodzahl verschiedener Fette

13.2.3 Eigenschaften der Fette

Fette sind hydrophob

Wegen der langen unpolaren Kohlenwasserstoffkette der Fettsäuren sind Fette ausgesprochen hydrophob. Sie lösen sich nicht in Wasser, wohl aber in unpolaren Lösemitteln wie Ether, Benzin, Benzen, Tetrachlormethan. Unpolare Lösemittel sind lipophil.

13.2.3 Eigenschaften der Fette

Wir erinnern uns:

hydrophil	= wasserliebend
lipophil	= fettliebend
hydrophob	= wasserabweisend

Fette sind leichter als Wasser. Sie schwimmen auf dessen Oberfläche, deshalb kann man brennendes Fett nicht mit Wasser löschen.

Fette können Emulsionen bilden

Man spricht von einer Emulsion, wenn eine Flüssigkeit in einer anderen in Form feinsten Tröpfchen zerteilt ist.

Werden Fette mit Wasser geschüttelt, so bilden sie Emulsionen, die sich jedoch bald entmischen. Durch kleine Mengen von Seife, Eiweiß, Lecithin, Salze der Gallensäuren werden die Emulsionen vor dem Entmischen geschützt (Versuch 5). Diese Stoffe umhüllen in feiner Schicht die einzelnen Fettkügelchen und verhindern so ein Zusammenfließen der Fetttropfchen.

Man unterscheidet 2 Arten von Emulsionen:

Bei der **Öl-in-Wasser-Emulsion (O/W-Emulsion)** sind feinste Öltröpfchen in Wasser dispergiert (verteilt). Bei der **Wasser-in-Öl-Emulsion (W/O-Emulsion)** sind feinste Wassertropfchen in Öl dispergiert (Versuch 6).

Die Stoffe, die die einzelnen Tröpfchen umhüllen und somit eine Verbindung zur äußeren Phase herstellen, nennt man **Emulgatoren**. Emulgatoren bestehen aus einem polaren und einem unpolaren Teil (vgl. Seifen S. 178 ff.), was die Anlagerung sowohl an lipophile, als auch an hydrophile Stoffe ermöglicht.

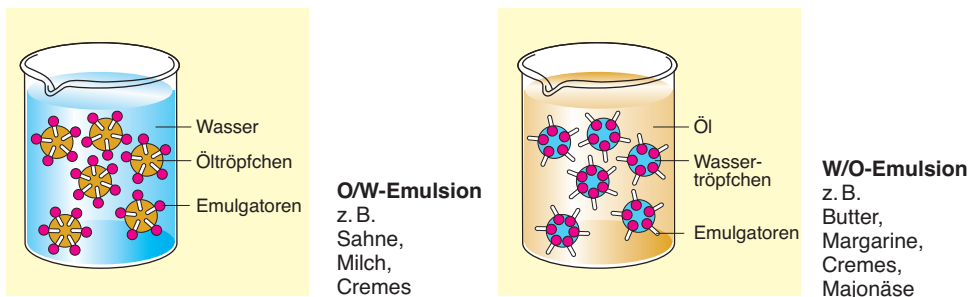


Abb. 13.4

Die Emulsionsbildung ist von großer Bedeutung für die Verdauung der Fette. Durch die Salze der Gallensäuren werden die Fette emulgiert und in dieser Form von den fettspaltenden Enzymen leichter angegriffen. Ist die Gallensekretion gestört, so werden die Fette zum größten Teil unverdaut ausgeschieden.

Die Verdaulichkeit eines Fettes hängt von seinem Schmelzpunkt ab. Fette, die bei Körpertemperatur schmelzen, werden leichter emulgiert und daher auch leichter verdaut als solche mit einem höheren Schmelzpunkt, wie z. B. Rindertalg.

Eine große Rolle spielen die Emulsionen auch in der Kosmetik. Hautcremes sind je nach Aufgabe O/W- oder W/O-Emulsionen. Sie dienen einerseits dazu den durch Waschen entfernten natürlichen Fettfilm zu ersetzen, was der Wasserverdunstung entgegenwirkt. Andererseits sollen sie der trockenen, obersten Hornschicht Wasser zuführen, um die Haut geschmeidig zu machen. Beides – Wasser und Fett – sind in Emulsionen kombiniert. Neben den Grundsubstanzen Wasser und Fett sind den Hautcremes noch viele Wirkstoffe zugesetzt, die der Haut ein glatteres Aussehen verleihen und der Hautalterung entgegenwirken sollen. Dazu gehören z. B. Kollagen (Bindegewebs-eiweiß), Aminosäuren, Vitamine, Pflanzenauszüge, Lichtschutzmittel.

19 Die Wasserhärte

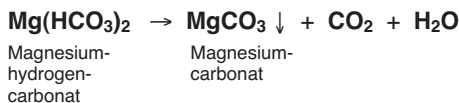
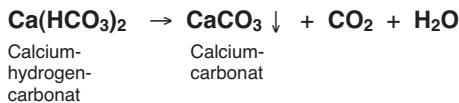
19.1 Die Härtebildner

Das in der Natur vorkommende Wasser (z. B. Quellwasser, Flusswasser, Grundwasser) ist chemisch niemals rein, sondern enthält stets mehr oder minder große Mengen von Calcium- und Magnesiumsalzen, die aus dem Boden herausgelöst wurden. **Diese Salze verursachen die Härte des Wassers.**

Wir unterscheiden:

- die **Carbonathärte**, hervorgerufen durch Calciumhydrogencarbonat und Magnesiumhydrogencarbonat.
- die **Nichtcarbonathärte**, hauptsächlich verursacht durch Calciumsulfat.
- die **Wasserhärte**, sie ergibt sich aus den Millimol Calciumcarbonat je Liter.

Beim Kochen verschwindet die durch Hydrogencarbonate bedingte Härte, da diese Salze sich beim Erhitzen unter Abscheidung von unlöslichen Carbonaten zersetzen – Kesselsteinbildung:



Man bezeichnet daher die Carbonathärte auch als vorübergehende oder temporäre Härte im Gegensatz zu der durch Calciumsulfat verursachten bleibenden oder permanenten Härte, die beim Kochen unverändert bleibt und daher nur auf chemischem Wege beseitigt werden kann.

19.2 Härtebereiche

Ein Wasser mit einem hohen Gehalt an Calcium- und Magnesiumsalzen wird als hart bezeichnet. Weiches Wasser enthält nur wenig Härtebildner.

Nach dem Wasch- und Reinigungsmittelgesetz wird die Wasserhärte in Millimol Calciumcarbonat je Liter angegeben, d. h., wie viel Millimol Calciumcarbonat in einem Liter Wasser enthalten sind.

Die Härte des Leitungswassers wird abgestuft nach Wasserhärtebereichen angegeben.

Härtebereich	Millimol Calciumcarbonat je Liter
weich	weniger als 1,5
mittel	1,5 bis 2,5
hart	mehr als 2,5

Tabelle 19.1:
Wasserhärte-
bereiche

19.3 Auswirkungen der Wasserhärte

Die Hersteller von Wasch- und Reinigungsmitteln sind verpflichtet, eine Dosierungsempfehlung für die 4 Wasserhärtebereiche auf der Packung anzugeben. So soll eine unnötige Belastung der Gewässer durch Überdosierung von Waschmitteln vermieden werden.

DOSIEREMPFEHLUNG				
Wasserhärtebereich	Verschmutzung der Wäsche			Ergiebigkeit
	leicht verschmutzt	normal verschmutzt	stark verschmutzt	
weich	45 ml	70 ml	120 ml	75 kg
mittel	55 ml	80 ml	140 ml	66 kg
hart	60 ml	85 ml	150 ml	62 kg

Abb. 19.1
Dosierungsempfehlung auf der Packung eines Waschmittels

19.3 Auswirkungen der Wasserhärte

Kesselsteinbildung

In Dampfkesseln, Kochtöpfen, Heißwasserbereitern und dgl. führt die Verwendung von hartem Wasser zur Bildung von Kesselstein, der sich als dicker Steinbelag an der Wandung abscheidet und den Wärmeübergang zum Wasser erschwert.

Bei Dampfkesseln führt die Kesselsteinschicht infolge ihrer geringen Wärmeleitfähigkeit zu einer Überhitzung der äußeren Kesselwandung und damit zu einer erhöhten Abnutzung.

Wenn die Kesselsteinschicht stellenweise abplatzt, so kommt das Wasser direkt mit der überhitzten Kesselwandung in Berührung. Das plötzliche Verdampfen des Wassers kann eine Kesselexplosion zur Folge haben.

In Waschmaschinen verursacht hartes Wasser Verkrustungen an allen Maschinenteilen, die mit Wasser in Berührung kommen. Diese Kesselsteinablagerungen behindern das Funktionieren der Maschinen.

Bei verkrusteten Heizschlangen ist infolge der Wärmespeicherung im Inneren die Gefahr des Durchbrennens der Heizdrähte besonders groß.



Abb. 19.2
Durch hartes Wasser verkrustete Heizschlange



Abb. 19.3
Kesselstein in einem Heizungsrohr

Auch in der Küchenpraxis macht sich die Wasserhärte oft unliebsam bemerkbar. Hülsenfrüchte bleiben beim Kochen hart, da die Pektinstoffe der Mittellamellen der Zellwände mit den Ca^{2+} -Ionen unlösliche Calciumverbindungen eingehen, die das Eindringen des Wassers in das Zellinnere erschweren.

Der dunkle Bodensatz in Teekannen ist darauf zurückzuführen, dass die Ca^{2+} -Ionen des Wassers den kolloidalen Teefarbstoff zum Koagulieren bringen.

21.3.3 Recycling

Die bedrohlich zunehmende Rohstoffverknappung und die wachsenden Schwierigkeiten in der Beseitigung der Abfälle führen dazu, viele Abfallstoffe nicht zu beseitigen, sondern als Rohstoffe zur Produktion von Gebrauchsgütern wieder zu verwenden.

Man bezeichnet die Rückführung von Abfallstoffen in den Produktionsprozess als Recycling.



Abb. 21.11
Recycling von Rohstoffen.
Aus alten Handys lassen sich wertvolle Edelmetalle zurückgewinnen und aus Kabeln Kupfer.

Beispiele für Recycling

Alteisen wird wieder zu Stahl verarbeitet. Aus dem Müll werden mithilfe von Magnetabscheidern Eisenteile herausgeholt. Auch andere Altmetalle (Aluminium, Kupfer, Zinn) lassen sich wieder verwerten.

Gebrauchte Textilien dienen zur Herstellung von Reißwolle und von Papier, Altpapier zur Herstellung von Pappe und von Recyclingpapier.

Kunststoffabfälle werden wieder aufbereitet.

Glasflaschen werden gesammelt, eingeschmolzen und zur Gewinnung neuer Flaschen verwertet.

Neue Verfahren wurden erarbeitet, um Altöl aus Kraftfahrzeugen, abgefahrene Autoreifen und viele andere Abfallstoffe einer erneuten wirtschaftlichen Verwendung zuzuführen.

Die Wiederverwendung von Abfallstoffen in der Industrie als Rohstoff für die Herstellung neuer Produkte gewinnt wachsende Bedeutung.

Wer Recyclingpapier verwendet, hilft unsere Holzreserven zu schonen.

21.4 Gewässerverschmutzung

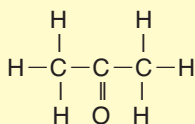
Ohne Wasser kein Leben. Unser Körper besteht zum größten Teil aus Wasser (ca. $\frac{2}{3}$), alle Stoffwechselvorgänge finden in wässriger Umgebung statt. Darüber hinaus benötigen wir Wasser für die Wirtschaft, als Energiequelle, als Nahrungsmittel, für die Hygiene und vieles mehr. Der Pro-Kopf-Verbrauch liegt derzeit in der Bundesrepublik bei 130 Litern täglich. Für unsere Versorgung entziehen wir das Wasser dem natürlichen Kreislauf und geben es mehr oder weniger verschmutzt wieder zurück.

Die Schadstoffe stammen hauptsächlich aus folgenden Stoffgruppen:

- Organische Stoffe
- Salze
- Säuren und Basen
- Schwermetalle

22.2.2 Aceton

Aceton ist der Trivialname für Dimethylketon (Propanon), das einfachste und zugleich mengenmäßig bedeutendste Keton.



Strukturformel

Die farblose, flüchtige und leicht entzündliche Flüssigkeit lässt sich mit Wasser und fast allen organischen Lösungsmitteln mischen. Aceton wird in großen Mengen aus Propen durch Wasseranlagerung und Oxidation des entstandenen Propan-2-ols synthetisiert (vgl. 12.2.3).

Einsatzmöglichkeiten

80 % der erzeugten Acetonmenge werden zu weiteren chemischen Produkten umgesetzt. Darüber hinaus wird es wegen seiner hervorragenden Lösungseigenschaften in vielen Bereichen als Lösungs- und Extraktionsmittel eingesetzt.

Die Kosmetikindustrie verwendet Aceton als Lösungsmittel für natürliche und synthetische Harze, die als Filmbildner in Nagellacken enthalten sind. Nagellackentferner sind teilweise auch acetonhaltig. Hier ist der Einsatz von Ethansäureethylester vorteilhafter, da Aceton die Nägel entfettet.

Bei der Herstellung der halbsynthetischen Acetatseide aus Cellulose wird Aceton als Lösungsmittel eingesetzt.

Desweiteren werden auch große Mengen in der Sprengstoffindustrie benötigt.

Als Fettlösungsmittel wird Aceton in technischen Bereichen als Entfettungs- und Reinigungsmittel gebraucht. Große Anteile entfallen auf die Lack- und Klebstoffindustrie.

Das zum Schweißen verwendete Acetylen (Ethin) wird in Aceton gelöst in Stahlflaschen aufbewahrt.

Gefahren bei der Verwendung von Aceton

Aceton ist nach Ethanol das am wenigsten giftige wichtige Lösungsmittel. Hautkontakt sollte vermieden werden, da es zu Entfettung und Hauttrockenheit kommen kann. Das Einatmen größerer Mengen kann zu Schleimhautreizungen führen. Sehr hohe Dosen verursachen Kopfschmerzen, Übelkeit und narkotische Zustände. Die gleichen Symptome treten auch beim Verschlucken auf. Spritzer in Augen können die Hornhaut schädigen.

Aceton ist ein leicht entzündliches Lösungsmittel, das im gasförmigen Zustand mit Luft explosionsfähige Gemische bilden kann. Die Acetonflasche soll deshalb entsprechend gekennzeichnet sein.

Im Labor ist darauf zu achten, dass Aceton z. B. in Abfallkanistern für Lösungsmittel nie mit Alkalihydroxiden, halogenierten Kohlenwasserstoffen und Alkalimetallen in Berührung kommt, da es zu heftigen Reaktionen (Explosionen) kommen kann.

Bei der Verwendung von Aceton als Reinigungsmittel ist besonders bei Kunststoffen Vorsicht geboten. Verschiedene Kunststoffe sind acetonlöslich und bekommen eine matte Oberfläche. Aceton ist biologisch abbaubar.

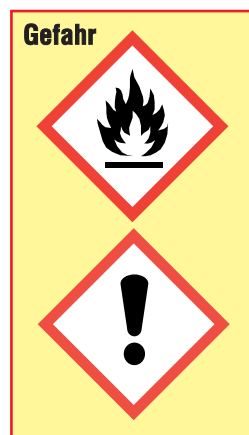


Abb. 22.4

Gefahrensymbol auf Acetonflasche

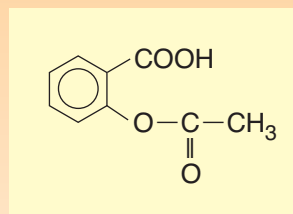
23 Chemie und Gesundheit

23.1 Arzneimittel und ihre Herkunft



Synthese von Acetylsalicylsäure

2 g Salicylsäure mit 5 ml Ethansäureanhydrid im Erlenmeyerkolben (100 ml) mischen. Nach Zugabe von 5 Tropfen konzentrierter Schwefelsäure zwei Minuten im siedenden Wasserbad erhitzen. Zum Hydrolysieren des überschüssigen Anhydrids einige Tropfen Wasser zur heißen Lösung geben. Anschließend das Gemisch in 100 ml Wasser gießen. Den Niederschlag mit einer Nutsche absaugen und mehrmals mit kaltem Wasser waschen. Über Nacht im Trockenschrank bei 90 °C trocknen.



Acetylsalicylsäure

Jedes Ding ist ein Gift – allein die Dosis macht, dass ein Ding kein Gift ist. (PARACELUS)

Der griechische Begriff für Arzneimittel „Pharmakon“ bedeutet nicht nur Heilmittel, sondern auch Gift. Der Übergang von der heilenden zur schädlichen Wirkung ist dabei fließend.

Arzneimittel sind pflanzlicher, tierischer oder mineralischer Herkunft, werden heute jedoch größtenteils chemisch bzw. gentechnisch hergestellt.

Einige Beispiele für Heilpflanzen, zu denen auch Giftpflanzen gehören können:

Kamille



Etherische Öle wirken entzündungshemmend, krampflösend

Abb. 23.1

Fingerhut



Digitalisglykoside wirken herzstärkend, sehr stark giftig

Tollkirsche



Atropin wirkt auf das Nervensystem, sehr stark giftig

Schlafmohn



Opium wirkt betäubend, schmerzstillend, stark giftig

Zu den tierischen Arzneimitteln gehört z. B. das Insulin, ein lebenswichtiges Hormon, welches in der Bauchspeicheldrüse gebildet wird und dafür verantwortlich ist, einen erhöhten Blutzuckerspiegel zu senken. Dies geschieht, indem es überschüssige Glucose zu Glykogen (vgl. 14.4.1) umwandelt.

Auszug aus den P-Sätzen (Precautionary Statements)

P200-Reihe: Prävention

- P201 Vor Gebrauch besondere Anweisungen einholen.
- P210 Von Hitze/Funken/offener Flamme/heißen Oberflächen fernhalten. Nicht rauchen.
- P223 Kontakt mit Wasser wegen heftiger Reaktion und möglichem Aufflammen unbedingt verhindern.
- P233 Behälter dicht verschlossen halten.
- P240 Behälter und zu befüllende Anlage erden.
- P241 Explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel/Lüftungsanlagen/Beleuchtung/... verwenden.
- P260 Staub/Rauch/Gas/Nebel/Dampf/Aerosol nicht einatmen.
- P261 Einatmen von Staub/Rauch/Gas/Nebel/Dampf/Aerosol vermeiden.
- P264 Nach Gebrauch ... gründlich waschen.
- P271 Nur im Freien oder in gut belüfteten Räumen verwenden.
- P273 Freisetzung in die Umwelt vermeiden.
- P280 Schutzhandschuhe/Schutzkleidung/Augenschutz/Gesichtsschutz tragen.
- P281 Vorgeschriebene persönliche Schutzausrüstung verwenden.
- P284 Atemschutz tragen.

P300-Reihe: Reaktion

- P301 Bei Verschlucken:
- P309 Bei Exposition oder Unwohlsein:
- P310 Sofort Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen.
- P314 Bei Unwohlsein ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
- P315 Sofort ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
- P320 Besondere Behandlung dringend erforderlich (siehe ... auf diesem Kennzeichnungsetikett).
- P331 Kein Erbrechen herbeiführen.
- P361 Alle kontaminierten Kleidungsstücke sofort ausziehen.

- P377 Brand von ausströmendem Gas: Nicht löschen, bis Undichtigkeit gefahrlos beseitigt werden kann.
- P381 Alle Zündquellen entfernen, wenn gefahrlos möglich.
- P301 + P310 Bei Verschlucken: Sofort Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen.
- P301 + P312 Bei Verschlucken: Bei Unwohlsein Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen.
- P301 + P330 + P331 Bei Verschlucken: Mund ausspülen. Kein Erbrechen herbeiführen.
- P302 + P352 Bei Kontakt mit der Haut: Mit viel Wasser und Seife waschen.
- P303 + P361 + P353 Bei Kontakt mit der Haut (oder dem Haar): Alle beschmutzten, getränkten Kleidungsstücke sofort ausziehen. Haut mit Wasser abwaschen/duschen.
- P304 + P340 Bei Einatmen: An die frische Luft bringen und in einer Position ruhigstellen, die das Atmen erleichtert.
- P305 + P351 + P338 Bei Kontakt mit den Augen: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen.
- P308 + P313 Bei Exposition oder falls betroffen: Ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.

P400-Reihe: Aufbewahrung

- P403 An einem gut belüfteten Ort aufbewahren.
- P405 Unter Verschluss aufbewahren.
- P403 + P235 Kühl an einem gut belüfteten Ort aufbewahren.
- P410 + P403 Vor Sonnenbestrahlung geschützt an einem gut belüfteten Ort aufbewahren.

P500-Reihe: Entsorgung

- P501 Inhalt/Behälter ... zuführen.

Elektronegativitätswerte EN

H																		
2,2																		
Li	Be										B	C	N	O	F			
1,0	1,5										2,0	2,5	3,0	3,5	4,1			
Na		Mg										Al	Si	P	S	Cl		
0,9		1,2										1,5	1,8	2,1	2,5	3,0		
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br		
0,8	1,0	1,3	1,5	1,6	1,6	1,5	1,8	1,8	1,8	1,9	1,6	1,6	1,8	2,0	2,4	2,8		
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I		
0,8	1,0	1,3	1,4	1,6	1,8	1,9	2,2	2,2	2,2	1,9	1,7	1,7	1,8	1,9	2,1	2,5		
Cs	Ba	La-Lu		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	
0,7	0,9	1,1-1,2		1,3	1,5	1,7	1,9	2,2	2,2	2,2	2,4	1,9	1,8	1,8	1,9	2,0	2,2	
Fr		Ra																
0,7		0,9																

Antworten zu den Kontrollfragen

- 1.1 Proben entnehmen und Siedepunkt bestimmen
- 1.2 Gasförmig
- 1.3 Ether, weil sein Siedepunkt tiefer liegt als der von Ethanol
- 1.4 Im Bier ist Kohlenstoffdioxid gelöst, das beim Erwärmen ausgeschieden wird, weil die Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten mit steigender Temperatur abnimmt.
- 1.5 a) Durch Eindampfen
b) Die unterschiedlichen Siedepunkte. Das Salz siedet bei einer viel höheren Temperatur als Wasser (1465 °C). Es ist also viel schwerer flüchtig als Wasser und bleibt deshalb als Rückstand.
- 1.6 Die Mischung in Wasser geben. Natriumchlorid löst sich in Wasser, Sand dagegen nicht. Dann trennt man durch Filtrieren die Salzlösung vom Sand und dampft anschließend das Filtrat ein.
- 1.7 z. B. Filterkaffee
- 1.8 a) Blei: Pb, Zink: Zn, Brom: Br, Silber: Ag, Fluor: F
b) Na: Natrium, Ra: Radium, I: Iod, Ni: Nickel, U: Uran, Si: Silicium
- 1.9 Aus 2 Wasserstoffatomen, einem Schwefelatom und 4 Sauerstoffatomen
- 1.10 Aus 4 Phosphoratomen und 10 Sauerstoffatomen
- 1.11 $Mg + H_2O \rightarrow MgO + H_2$
- 1.12 $C + O_2 \rightarrow CO_2$
- 1.13 $2 Zn + O_2 \rightarrow 2 ZnO$
- 1.14 Endotherm
- 1.15 Als Wärme und als Licht
- 1.16 Bei einer exothermen Reaktion sind die Endprodukte energieärmer und deshalb stabiler als die Ausgangsstoffe.

2.1 127

2.2 102

2.3	Element	Ordnungs- zahl	Zahl der Protonen	Zahl der Elektronen	Zahl der Neutronen	Nukleonen- zahl
	Kohlenstoff	6	6	6	6	12
	Uran	92	92	92	143	235
	Chlor	17	17	17	18	35