

Modul Bio/Chemie

„Rotkohl - ein magisches Küchengeheimnis“

Gefördert von der Europäischen Union und aus Mitteln des Landes Hessen



Kofinanziert von der
Europäischen Union

HESSEN



Hessisches Ministerium
für Wirtschaft, Energie,
Verkehr und Wohnen



Bundesagentur für Arbeit

bringt weiter.

**MINT**
hessen

MINT.FResH-Modul		<input checked="" type="checkbox"/> Bio/Chemie <input type="checkbox"/> Elektronik <input type="checkbox"/> IT
Name der Einheit		Rotkohl - ein magisches Küchengeheimnis Säuren und Basen am Beispiel von Rotkohl und Blaukraut
Ziele	fachlich	<ul style="list-style-type: none"> • pH-Werte • Indikatoren • Säurepuffer
	Berufsorientierend:	<ul style="list-style-type: none"> • Chemielaborant/in • Chemikant/in • Lebensmittelchemische/r Assistent/in
Inhalte und Ablauf		<ul style="list-style-type: none"> • Herstellen von Rotkohlsaft • Formulierung von Hypothesen • Versetzen des Rotkohlsafts mit sauren und basischen Zusätzen • Beobachtung der Farbveränderung • Hypothesentest • Versuchsprotokoll
Methoden		<ul style="list-style-type: none"> • Theorie: Vermittlung des Grundverständnisses zu Säuren und Basen • Kennenlernen der Funktionsweise von Indikatoren • Praxis: Durchführung eigener Versuche zur kontrollierten Veränderung von pH-Werten • Praxis: Dokumentation per Versuchsprotokoll
Ergebnisse		<ul style="list-style-type: none"> • Grundwissen über Säuren und Basen • Kenntnisse über die Anwendung von Säuren und Basen in der Lebensmitteltechnik und der Pflanzentechnologie
Dauer		90 Minuten
Vorbereitung		Rohstoffeinkauf: Materialliste: <ul style="list-style-type: none"> • Rotkohl • Salz • Zucker • Wasser • Essig • Natron • Öl • Zitronensaft • Waschpulver • Duschgel • Kernseife

Vorbereitung, Fortsetzung	Geräteliste: <ul style="list-style-type: none"> • Topf • Küchensieb • Schneidebrett • Messer • Gefäß (Becherglas, Glasflasche, Glas) • Pipette • Reagenzgläser und Reagenzglasständer oder Küchengläser • Vorhalten von Schutzausrüstung (Brille, Handschuhe, Kittel) • Haushaltscheck: Ist alles, was gebraucht wird, haushaltsübliches Material?
Voraussetzungen/ Organisatorischer Rahmen	<ul style="list-style-type: none"> • Chemieraum mit Abzug • Kochplatte oder andere Wärmequelle
Teilnehmer/Anleiter	10 TN/1 Anleiter/in

Gefördert von der Europäischen Union und aus Mitteln des Landes Hessen

Einheit: Säuren und Basen am Beispiel „Rotkohl - ein magisches Küchengeheimnis“

Einstieg:



- Bild/Folie „Gemüse“ mit Lösungen
- Rotkohl mit dabei haben – was ist das? Wo wächst es? Wie nennt man es noch? Was macht man alles daraus?
- Rotkohl oder Blaukraut? Geschichte: Bayrisches Restaurant: Rotkohl bestellt aber Bedienung wusste nicht was das ist. Dort nennen sie es Blaukraut.

Transparenz:

- Aufbau des Moduls erläutern

Aktive Phase/Experiment:

- Wir stellen gemeinsam Rotkohlsaft her (optional)

Während der Saft abkühlt:

Allg. Infos zum Rotkohl präsentieren: Anbau, Ernte, Verwendung ...

Quelle: <http://aid-rotkohl.pageflow.io/rotkohl#26113>

- Rot oder Blau? (Welche „Küchenstoffe“ färben den Saft wie?)
- Experimente mit Hilfe einer Experimentierbox können die SUS selbstständig erarbeiten, planen und durchführen

Ergebnisse

- Präsentation/Besprechung/Erklärung

Gefördert von der Europäischen Union und aus Mitteln des Landes Hessen

Durchführung

Experiment: Säuren und Basen

Die gepufferte Schönheit des Rotkohlsafts oder: Wie man Rotkohlsaft kornblumenblau färbt

Mit Rotkohlsaft kann man bekanntlich schöne Farben zaubern. Seine Farbskala reicht von Rot über Lila nach Kornblumenblau und weiter über Grün nach Gelb. Bei den üblichen Vorschriften erhältst du nie die Farbe Blau, so dass die meisten gar nicht wissen, dass diese Farbe für den Farbstoff so typisch ist, dass man ihn *Cyanidin* genannt hat. Cyan kommt aus dem Griechischen und heißt nämlich "Blaugrün".

Du brauchst:

Materialliste:

- Rotkohl
- Salz
- Zucker
- Wasser
- Essig
- Natron
- Öl
- Zitronensaft
- Waschpulver
- Duschgel
- Kernseife

Geräteliste:

Topf
Küchensieb
Schneidebrett
Messer
Gefäße, (Becherglas, Glasflasche)
Pipette
Reagenzgläser, und -ständer

Gefördert von der Europäischen Union und aus Mitteln des Landes Hessen

Sicherheitshinweise:



Schutzbrille aufsetzen



Handschuhe tragen (empfindliche Haut, Allergie, Essig ist eine Säure)



Achtung! Kochendes Wasser – Gefahr der Verbrühung!

Achtung! Heftige Reaktion möglich!

Essig und Soda NIEMALS zusammengeben!

Essig und Natron NIEMALS zusammengeben!



Rotkohl färbt die Hände und Kleidung: Schutzhandschuhe, Schutzbrille und Kittel tragen!

Bild- und Textnachweise:

https://www.chids.de/dachs/wiss_hausarbeiten/ExperimentelleHA_Konen/V/PDF/V19.pdf

Erster Versuch - so geht's:

1. Schneide den Rotkohl in sehr kleine Stückchen
2. Füll den geschnittenen Rotkohl in den Kochtopf, füll so viel Wasser ein, dass der Rotkohl gerade so mit Wasser bedeckt ist
3. Jetzt kochst du den Rotkohl 20 Minuten lang
4. Schütte das Kochwasser durch das Sieb in den großen Krug. Es ist schön blauviolett gefärbt
5. Spül das Wasserglas mit etwas Essig aus und lass ein wenig Essig (ca. 1 cm hoch) im Glas
6. Gieß etwas von dem blau-violetten Wasser aus dem Krug in das Wasserglas

Der Rotkohl hat eine blau-violette Farbe. Wird er gekocht, so färbt er das Kochwasser tiefrot. Der Rotkohlsaft ist ein **sogenannter pH-Indikator!** Lies dazu die **Seiten 4 und 5!**

Damit wir heute gleich mit dem zweiten Versuch beginnen können, hat Euer / Eure Anleiter/in fertigen, kalten Rotkohlsaft mitgebracht.

Wenn der im Unterricht hergestellte Rotkohlsaft abgekühlt ist, könnt Ihr Euch davon Portionen in Flaschen abfüllen und mit nach Hause nehmen. Vielleicht wollt Ihr Freunden oder Euren Geschwistern oder Eltern einmal zeigen, was man damit machen kann.

Aufgabe 1:

Macht ein Video mit dem Handy während Ihr die Rotkohl-Lösung in das Glas mit dem Essig gebt, filmt den „**Farbumschlag**“ mit eurem Smartphone.

Die Frage ist, „Was geht hier vor?“

Wie durch ein Wunder färbt sich das Wasser beim Eingießen in das Glas rot.

So könnte / sollte es bei Euch aussehen!



Gefördert von der Europäischen Union und aus Mitteln des Landes Hessen

Zweiter Versuch - so geht's:



1. Stell deine 100 ml Bechergläser (oder Reagenzgläser im Ständer) in einer Reihe auf und beschrifte die Gläser von a - f
2. Gib in jedes Becherglas eine kleine Menge von:
 - a. Zitronensaft
 - b. Essigessenz
 - c. Wasser
 - d. Kaisernatron (1 Teelöffel voll)
 - e. Soda (1 Teelöffel voll)
 - f. Flüssig-Waschmittel (1 Teelöffel voll)
3. Nun füllst du in jedes Becherglas etwa 50 ml deiner Rotkohlsaftlösung und rührst die Lösung gut um

Aufgabe 2:

Was beobachtest du? Macht Fotos und beschreibt Eure Beobachtungen.

So könnte / sollte es bei Euch aussehen!



Achtung Gefahr!

Ihr dürft keinesfalls die farbigen Lösungen miteinander mischen!

Das macht NUR der Lehrer!

Gefördert von der Europäischen Union und aus Mitteln des Landes Hessen

MintFresH Modul „Rotkohl - ein magisches Küchengeheimnis“ – Teil II; praktische Bedeutung, „Säuren und Laugen/Basen, pH-Wert Messungen

<https://www.youtube.com/watch?v=eDm8yQE7T9o>



pH Indikatoren (das sind „Anzeiger“) für den pH-Wert und ihre Wirkungsweise

Säuren und Basen gehören zu den am **weitesten verbreiteten chemischen Substanzen**. Zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen werden sogenannte Indikatoren (Anzeiger) verwendet. Farbindikatoren für Säure-Base-Reaktionen sind schwache Säuren oder Basen, die je nach dem pH-Wert der Lösung eine unterschiedliche Struktur und damit verschiedene Farben aufweisen. Anhand der Farbänderung kann man den pH-Wert einer Lösung bestimmen.

„Sauer“ hat etwas mit dem sogenannten pH-Wert zu tun: pH steht für **pondus Hydrogenii**, was so viel bedeutet wie „Gewicht des Wasserstoffs“, also die Konzentration der Wasserstoff-Ionen in einer Lösung. Der pH-Wert gibt daher an, wie sauer oder basisch eine Lösung ist, wobei sie die am häufigsten gemessenen Werte zwischen etwa 0 und 14 bewegen.

Was den Rotkohlsaft angeht:

Auch in der Natur können zahlreiche Substanzen mit der Änderung des pH-Wertes ihre Farbe ändern.

Rotkohl wird z. B. beim Ansäuern mit Essig rot. Je basischer das „Rotkohlwasser“ beim Kochen ist, umso mehr ändert sich die Farbe. Aus diesem Grund heißt Rotkohl in einigen Gegenden Deutschlands auch „Blaukraut“. Das kommt daher, weil hier der Rotkohl mit ein wenig Natron gekocht wird!

Der Rotkohl hat eine dunkelrote Farbe. Wird er gekocht, so färbt er das Kochwasser tiefrot und bleicht selbst aus. Der Rotkohlsaft ist zu Beginn dunkelrot.

Wie bei dem Versuch beobachtet werden kann, verfärbt sich der im Rotkohl enthaltene Farbstoff, ein sogenanntes Anthocyan, in Abhängigkeit des pH-Werts. Die meisten Blütenfarbstoffe gehören dieser Gruppe natürlicher Farbstoffe an. Auch das bunte Herbstlaub wird größtenteils durch Anthocyane gefärbt!

Gefördert von der Europäischen Union und aus Mitteln des Landes Hessen

MintFresH Modul „Rotkohl - ein magisches Küchengeheimnis“ – Teil III (Theorie)

Der pH-Wert einer Flüssigkeit!

Was macht eine Zitrone eigentlich so sauer? Und was bedeutet „sauer“, wenn man es durch eine „chemische Brille“ sieht? Hier schon einmal vorweg, das Gegenteil von „sauer“ in der Chemie ist NICHT „süß“, sondern „basisch“. Sehr „saure“ Lösungen nennt man, na klar, **SÄUREN!** Sehr „basische“ Lösungen nennt man **„LAUGEN“**.

„Sauer“ hat etwas mit dem **sogenannten pH-Wert** zu tun: pH steht für **pondus Hydrogenii**, was so viel bedeutet wie „Gewicht des Wasserstoffs“, also die Konzentration der Wasserstoff-Ionen in einer Lösung. Der pH-Wert gibt daher an, wie **sauer oder basisch** eine Lösung ist, wobei sie die am häufigsten gemessenen **Werte zwischen etwa 0 und 14** bewegen.

Je kleiner der pH-Wert, desto saurer ist die Lösung. Je größer der pH-Wert, desto basischer ist die Lösung. Lösungen mit einem pH-Wert von 7 werden **„neutrale Lösungen“** genannt. Die Säure der Zitrone hat einen pH-Wert von ungefähr 2.

Zusammenfassend heißt das:

Lösungen, mit einem **pH-Wert < 7 sind Säuren**

Lösungen, mit einem **pH-Wert = 7 sind neutral**

Lösungen, mit einem **pH-Wert > 7 sind Basen/ Laugen**

Zugabe von:	Farbveränderung nach:	Eigenschaft der Lösung
Zitronensaft	Intensiv rot	sauer
Essigessenz	hellrot	sauer
Wasser	unverändert violett	neutral
Kaisernatron	grünblau	schwach basisch
Soda	grün	basisch
Rohrfrei	gelb	stark basisch

pH-Wert	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Farbe	[Red]		[Pink]				[Purple]	[Blue]	[Green]	[Yellow]					
	stark sauer		schwach sauer				neutral	schwach alkalisch	stark alkalisch						

Abbildung 6: Übersicht über den Farbverlauf des Rotkohllindikators in Abhängigkeit vom pH-Wert.

Gefördert von der Europäischen Union und aus Mitteln des Landes Hessen

Auswertung/Erklärung:

Säuren und Basen (Laugen = Base in wässriger Lösung)

In der Alltagssprache ist "süß" das Gegenteil von sauer. In der chemischen Fachsprache bezeichnet sauer aber nicht den Geschmack, sondern eine Stoffeigenschaft. Das Gegenteil von sauer ist hier "alkalisch".

sauer - alkalisch

Säure – Base = Lauge (= alkalische Lösung)

Indikator:

Einen Stoff, der durch eine Farbänderung anzeigen kann, ob etwas sauer oder basisch ist, nennt man Indikator (= "Anzeiger").

z.B. Rotkohl: Essig färbt Rotkohl rot. Ohne Essig ist Rotkohl blau.

(Ergänzung:

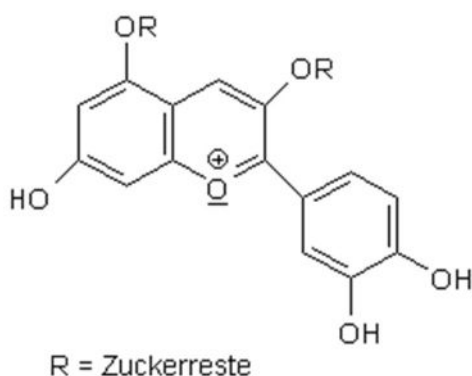
Je saurer die Lösung, desto roter. Je alkalischer die Lösung, desto blauer (bzw. grüner)

Aufräumen und Abschluss.

Noch etwas zur Chemie und zur Biologie des Rotkohlfarbstoffs

Der Grund für die Farbveränderung ist, dass der Farbstoff ein Indikator ist. Dieser zeigt an, ob eine Lösung sauer, neutral oder alkalisch ("basisch") reagiert. Dieser Indikator hat sogar zwei Umschlagsbereiche, einen im Neutralen (pH 7) und einen oberhalb von pH 10, also im Alkalischen.

Cyanidin ist eine Farbsäure. Sein Molekül ist sehr kompliziert gebaut: Es hat zwei OH-Gruppen, die Protonen abgeben können. Darauf beruht der Farbwechsel der Lösung.



Die Blau- und Gelbfärbungen sind umkehrbar; dazu musst du Säure zugeben, die Lösung wird wieder rot. Die Grünfärbung ist eine Mischfarbe aus Blau und Gelb. Der gelbe Farbstoff wird allerdings langsam in einen anderen gelben Stoff überführt, der jedoch nicht mehr mit Säure zurück zu Blau oder Rot reagiert. Aus diesem Grunde kannst du gelbe Lösungen nach längerem Stehenlassen nicht mehr zu Blau zurückführen.

Der gleiche Farbstoff kommt auch in der roten Rose sowie in den Stockrosen und Hibiskus vor.



Überraschend für dich ist wohl nicht, dass er zugleich der blaue Farbstoff der Kornblume ist. Das liegt aber nicht etwa daran, dass der pH-Wert in den Zellen der Kornblume ein anderer ist als der der roten Rose oder des Rotkohls. In der Kornblume ist der Farbstoff zusätzlich noch an dreiwertige Ionen wie Al^{3+} oder Fe^{3+} gebunden. Dadurch gibt es typische Farbverschiebungen. (Chemiker sprechen hier von Komplexbildung.) Das wissen übrigens auch die Gärtner: Rote Hortensien gießen sie deshalb während der Blütenentwicklung mit Lösungen von Aluminium- oder Eisensalzen; dann werden die Blüten nicht rot, sondern blau. Andere vergraben im Wurzelbereich rostige Nägel. Das hat die gleiche Wirkung. Versuch das auch mal.

Gefördert von der Europäischen Union und aus Mitteln des Landes Hessen



Bild 3: Blaue Hortensie (Foto: Blume)

Jetzt kannst du überprüfen, ob der folgende Satz stimmt:

"Die buschigen Hortensien, die man häufig in englischen Seebädern findet, sind eine Art lebendiges Lackmuspapier, mit dem man den Säuregrad von Flüssigkeiten bestimmen kann. Die Blüten dieser Pflanzen ändern ihre Farbe je nachdem, wie stark der Boden sauer oder alkalisch reagiert. Die Blütenfarbe variiert von dunkelrot über rosa bis weiß, auf sauren Böden jedoch erscheint sie zunehmend blautichig."

(Textstelle entnommen aus: Geheimnisse der Natur, Bertelsmann Lexikon-Verlag, Gütersloh/München 1992)

Antwort:

1. Die Zellinhalte sind unabhängig vom pH-Wert des Bodens, auf dem die Pflanze wächst, immer gleich - nämlich schwach sauer. Dafür sorgen ausgeklügelte Puffersysteme.
2. Der Grad der Rot-Intensität (Tiefrot -> Rosa -> Weiß) ist unabhängig vom pH-Wert, sondern eine Frage des Farbstoffgehalts, also der Konzentration des Blütenfarbstoffs.
3. Säuren färben den Farbstoff zunehmend rot und nicht blau!

Erläuterungen: Säuren und Basen

Was sind Basen? Definition:

Als **Basen** (engl. base) bezeichnet man chemische Verbindungen mit einem pH-Wert größer sieben. Basen fungieren als sogenannte **Protonenakzeptoren**, das heißt, dass sie Wasserstoff-Ionen (H^+) von ihren Reaktionspartnern aufnehmen können. Das Gegenstück zu Basen bilden die Säuren. Sowohl Basen, als auch Laugen sind abhängig ihrer Konzentration sehr ätzend. Experimente dürfen deswegen nicht ohne entsprechende Sicherheitsmaßnahmen durchgeführt werden.

Häufig für Verwirrung sorgt die Unterscheidung zwischen **Lauge** und **Base**. Beide Begriffe werden häufig synonym verwendet, wogegen im Prinzip auch nichts einzuwenden ist. Dennoch existiert ein kleiner Unterschied zwischen Lauge und Base. Der Laugenbegriff ist der ältere und findet sich meist noch in alten Chemiebüchern. Aus heutigem Verständnis ist eine Lauge eine alkalische Lösung (bedeutet: Flüssigkeit mit einem pH-Wert über 7), während der allgemeine Basenbegriff sich mehr auf die Protonenakzeptoreigenschaft stützt (s.o.). Letzterer gilt für alle Varianten von basischen Substanzen. Die Lauge aber bezeichnet eine wässrige Lösung mit alkalisch/basischen Eigenschaften. Wenn man also sagt, dass eine Lauge eine Base in wässriger Lösung ist, liegt man richtig. Zusammengefasst: Alle Laugen sind Basen. Aber nicht alle Basen sind Laugen.

Eigenschaften von Basen:

- Basen sind ätzend.
- Basen schmecken bitter (Bitte nicht probieren!).
- Organisches Material wird von Basen aufgelöst.
- Basen fühlen sich ölig/seifig an.
- Die meisten Basen sind wasserlöslich.
- Säuren neutralisieren Basen bzw. Laugen.
- Der Universalindikator färbt sich violett.
- Basen verfügen über einen pH-Wert von ca. 7,5 - 14.
- Basen sind elektrisch leitfähig.

Beispiele für Basen:

- **Calciumhydroxid** ($Ca(OH)_2$): auch als Löschkalk bekannt; Hauptbestandteil von Mörtel und für dessen hohen pH verantwortlich
- **Kaliumhydroxid** (KOH): Basis für Kalilauge
- **Magnesiumhydroxid** ($Mg(OH)_2$): kommt natürlich als Mineral Brucit vor
- **Natriumhydrogencarbonat** ($NaHCO_3$): auch Natron genannt; Bestandteil von Backpulver, Zahnpasta und Löschmitteln
- **Natriumhydroxid** (NaOH): Bestandteil von Abflussreinigern (Natronlauge)

Zusammenfassung

- Basen sind Protonenakzeptoren, die H^+ Ionen von einem Reaktionspartner aufnehmen.
- Säuren sind in der Lage, Basen zu neutralisieren.
- Eigenschaften von Basen: ätzend, bitterer/seifiger Geschmack, elektrisch leitfähig, pH-Wert 7,5 - 14
- Zur eigenen Sicherheit sollte man beim Experimentieren mit Laugen Schutzbrille, Schutzhandschuhe und eventuell Schutzkleidung tragen.

Was sind Säuren? Definition:

Als **Säuren** (engl. acid) bezeichnet man chemische Verbindungen mit einem pH-Wert kleiner sieben. Säuren fungieren als sogenannte **Protonendonatoren**, das heißt, dass sie Wasserstoff-Ionen (H^+) an ihren Reaktionspartner übertragen können. Das Gegenstück zu Säuren sind Basen, auch unter dem Begriff Laugen bekannt.



Säuren (und auch Basen!) sind je nach Konzentration sehr ätzend. Daher darf nie ohne geeignete Schutzbrille gearbeitet werden. Gegebenenfalls können auch Schutzkleidung und Schutzhandschuhe sinnvoll sein. Sollte doch einmal die Säure mit den Händen in Berührung kommen, sofort mit Wasser waschen. Den Anweisungen des Anleiters/der Anleiterin ist Folge zu leisten.

Bei dem Umgang mit säurehaltigen Flüssigkeiten hat sich eine wichtige Eselsbrücke etabliert: 'Erst das Wasser, dann die Säure, sonst geschieht das Ungeheure'. Wasser darf niemals - z.B. zwecks Verdünnung - zu einer Säure hinzugekippt werden. Die dabei schlagartig freigesetzte Hydrationsenergie bringt die Säure zum Verdampfen und aufspritzen. Deswegen gibt man Säuren immer zum Wasser hinzu. Die anschließende Reaktion ist nicht weniger exotherm, allerdings verteilt sich die freigesetzte Energie gleichmäßig auf die umliegende Wassermenge.

Den Merksatz gibt es übrigens auch in der englischen Sprache: Always do things as you oughta, add the acid to the water!

Gefördert von der Europäischen Union und aus Mitteln des Landes Hessen

Eigenschaften von Säuren:

- Säuren sind ätzend.
- Säuren können unedle Metalle und organisches Material auflösen.
- Saurer Geschmack (Achtung nicht probieren!).
- Säuren können flüssig, gasförmig oder fest sein.
- Basen/Laugen neutralisieren Säuren.
- Bei der Verdünnung mit Wasser entsteht Wärme (exotherme Reaktion).
- Der Universalindikator verfärbt sich rot.
- Säuren verfügen über einen pH-Wert von ca. 0 - 6,5
- Säuren sind elektrisch leitfähig.

Beispiele für Säuren:

- **Ameisensäure** (CH_2O_2): Natürliches Vorkommen z.B. in den Brennhaaren der Brennessel, Abwehrsekret einiger Ameisenarten
- **Blausäure** (HCN): Synonym für Cyanwasserstoff; in den Kernen vieler Steinobstfrüchte enthalten; hochgiftig
- **Zitronensäure** ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$): Bestandteil vieler Reinigungsmittel; hohe Mengen an Zitronensäure in Obstfrüchten
- **Essigsäure** ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$): charakteristischer, stechender Geruch; Säuerungsmittel in der Lebensmittelindustrie
- **Kohlensäure** (H_2CO_3): Reaktionsprodukt von Kohlenstoffdioxid (CO_2) und Wasser (H_2O)
- **Salpetersäure** (HNO_3): wird benutzt, um Gold aus anderen Metallen herauszulösen
- **Salzsäure** (HCl): Bestandteil der Magensäure
- **Schwefelsäure** (H_2SO_4): Bestandteil von Batteriesäure; zentrale Bedeutung bei der Entstehung von saurem Regen

Zusammenfassung

- Säuren sind Protonendonatoren (Donator = Spender), die H^+ Ionen an einen Reaktionspartner abgeben.
- Der Umgang mit Säuren erfordert ein hohes Maß an Sicherheit: Schutzbrille, Schutzhandschuhe und eventuell auch Schutzkleidung.
- Eigenschaften von Säuren: ätzend, säuerlicher Geschmack, elektrisch leitfähig, pH-Wert 0 - 6,5
- Laugen neutralisieren Säuren