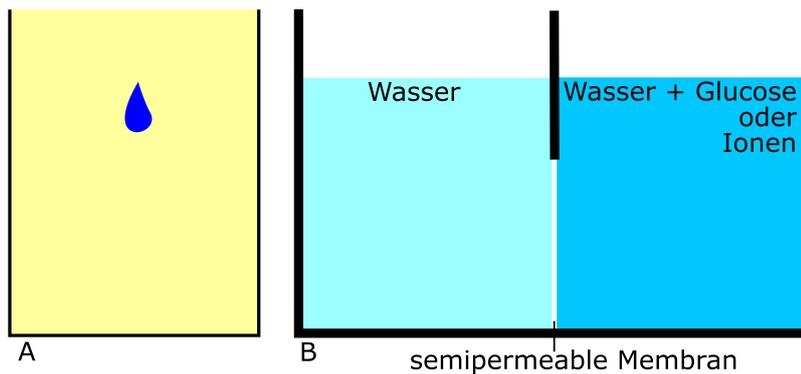


Vorbereitung auf die WP-NW-Klassenarbeit zum Thema: "Chemische Grundlagen"

13.11.2021

klausurartige Aufgaben zum Thema Diffusion und Osmose



- 1 Beschreibe und skizziere in Zeichnung A mit Pfeilen, was man bei der Diffusion eines Farbtropfens in Wasser mit bloßen Augen beobachten kann!
- 2 Nenne die Energieform, welche die Diffusion antreibt! Und erkläre, wie diese Energieform die Diffusion antreibt!
- 3 Beschreibe und skizziere mit Pfeilen, welche von außen sichtbaren Effekte bei der oben in B gezeichneten Osmose-Versuchsanordnung zu erwarten sind!
- 4 Erkläre drei mögliche Ursachen der Osmose!
- 5 Erkläre, warum der Effekt der Osmose immer langsamer wird und schließlich zum Stillstand kommt!
- 6 Erkläre mit jeweils einem Satz, warum von Süßwasser umgebene Zellen automatisch a) durch Osmose Wasser aufnehmen und es b) dabei reinigen!

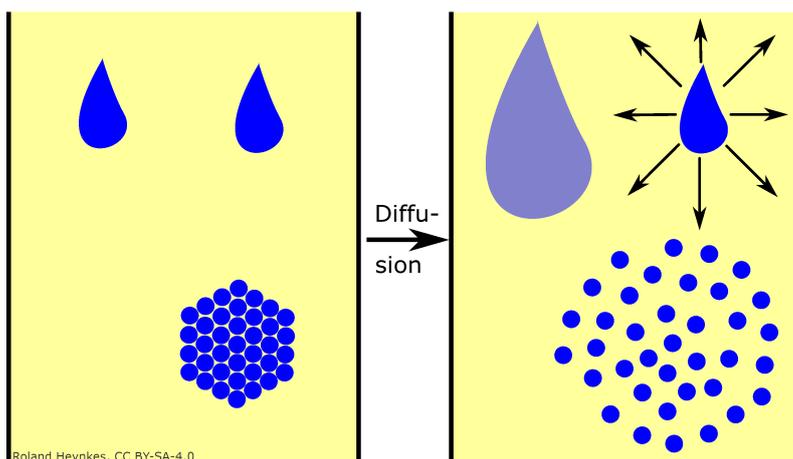
Lerntext Diffusion und Osmose als Material, in dem die Antworten zu finden sind

im Experiment sichtbare Effekte einer Diffusion

Eine Grundlage der Osmose ist die Diffusion. Diffusion nennt man die zufällige und dadurch relativ gleichmäßige Verteilung von Atomen, Ionen oder Molekülen in Gasen oder Flüssigkeiten aufgrund unzähliger zufälliger Zusammenstöße zwischen den ständig in Bewegung befindlichen Teilchen.

Plaziert man sehr vorsichtig einen kleinen Tropfen Farbe in einem mit ganz ruhigem Wasser gefüllten Glas, dann kann man mit bloßem Auge beobachten, dass der Tropfen langsam größer und blasser wird. Warum es passiert, kann man nicht sehen.

Schema zur Veranschaulichung der Diffusion in Wasser



Erklärung der Diffusion

Die Ursache der Zusammenstöße ist die ständige Bewegung der Teilchen. Und die Ursache der Bewegung ist die Wärmeenergie. Wärmeenergie (thermische Energie) ist die Energie, die in der ungeordneten Bewegung von Licht- oder Materie-Teilchen steckt. Bei Temperaturen oberhalb des absoluten Nullpunkts (0 Kelvin oder $-273,15^{\circ}\text{C}$) bewegen sich die Teilchen (Atome, Ionen und Moleküle). Denn vereinfacht ausgedrückt ist die Temperatur ein Maß für die durchschnittliche kinetische Energie, mit der sich die Teilchen in Gasen, Flüssigkeiten oder Körpern ungerichtet hin und her bewegen. Wenn sich Teilchen in Luft oder Wasser bewegen, dann fliegen sie mit konstanter Geschwindigkeit geradeaus, bis sie mit einem anderen Teilchen zusammenstoßen. Dann prallen beide Teilchen voneinander ab und ändern dabei Geschwindigkeit und Richtung. Die Summe der kinetischen Energien beider Teilchen bleibt dabei gleich, sofern auch ihre chemischen Energien unverändert bleiben (weil es zu keiner chemischen Reaktion kommt).

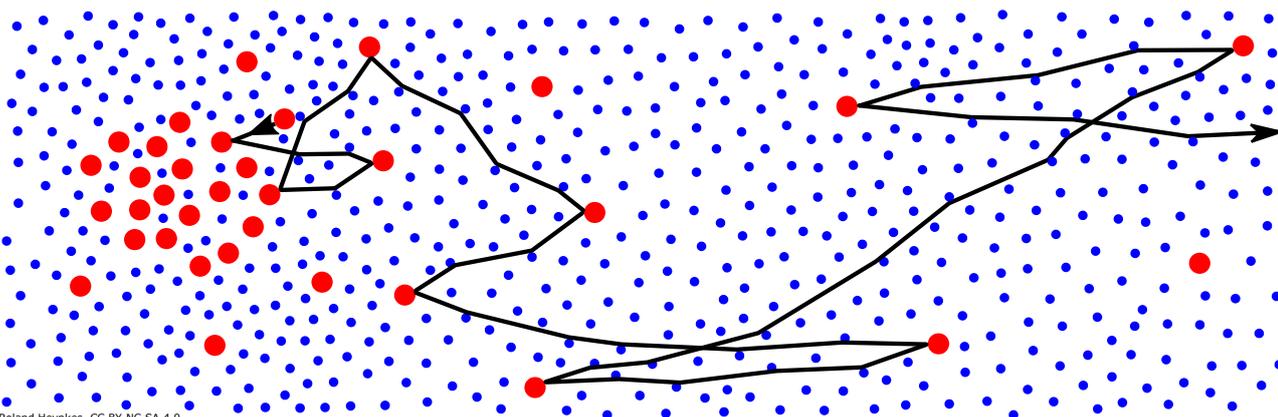
Die Zufälligkeit der Zusammenstöße und der dadurch bedingten Richtungsänderungen führt dazu, dass sich die Moleküle eines Farbtropfens in einer Flüssigkeit oder in einem Gas mit der Zeit immer gleichmäßiger verteilen.

Da die Diffusion nicht leicht zu verstehen ist, beginnen wir mit einem besonders einfachen Fall. Dazu stellen wir uns vor, in einem ansonsten leeren Raum (Vakuum) befänden sich zahlreiche Luft-Moleküle dicht gedrängt an einem Ort. Weil sie ständig in Bewegung sind, stoßen die Teilchen gegeneinander und prallen voneinander ab. Dabei hängt die Wahrscheinlichkeit eines Zusammenpralls von der Flugrichtung ab. Fliegt ein Teilchen in Richtung höherer Teilchen-Konzentrationen, dann kommt es schneller bzw. nach kürzerer Wegstrecke zum nächsten Zusammenstoß. Fliegen Teilchen in Richtung niedrigerer Teilchen-Konzentrationen, dann können sie im Durchschnitt größere Strecken ungestört fliegen. Deshalb bewegen sich die Teilchen insgesamt eher voneinander weg, obwohl sie ständig ihre Flugrichtungen ändern.

Zusätzlich ist es natürlich so, dass sich weniger Teilchen von einem Ort mit niedrigerer Teilchendichte in Richtung höherer Teilchendichte bewegen können, einfach weil es am Ort geringerer Teilchendichte weniger Teilchen gibt, die sich zu einem anderen Ort begeben könnten.

In der folgenden Zeichnung ist die Sache etwas komplizierter, weil der Raum gleichmäßig mit kleineren Teilchen gefüllt ist. Die größeren roten Teilchen prallen nicht nur voneinander ab, sondern sie stoßen auch mit den kleineren Teilchen zusammen. Allerdings prallen die größeren nicht von den kleineren ab, sondern sie schieben die kleineren weg und ändern dabei ihre eigene Bewegung (Richtung und Geschwindigkeit) nur relativ wenig. Trotzdem werden die großen Teilchen anders als in einem leeren Raum mit der Zeit abgebremst und bewegen sich dann nur noch ungerichtet im Raum hin und her. Aus einer Region höherer Konzentration drängen aber große Teilchen nach und schubsen die bereits abgebremsten an. Dieser Effekt ist allerdings umso größer, je näher die abgebremsten Teilchen dem Bereich höherer Konzentration sind. Die Diffusion großer Farbmoleküle verläuft daher vom Zentrum der höchsten Konzentration zu den Rändern hin immer langsamer.

Schema zur Veranschaulichung der Diffusion in Wasser



Roland Heynkes, CC BY-NC-SA 4.0

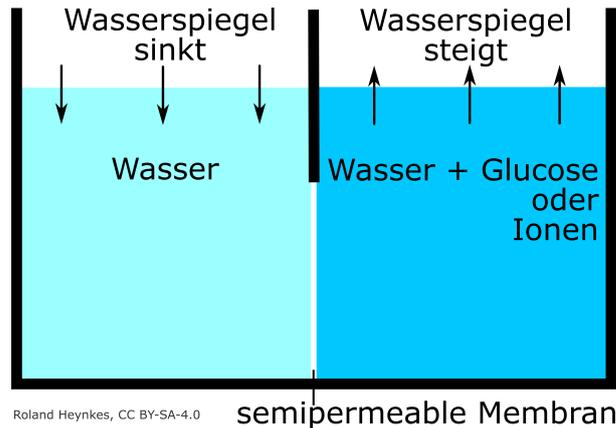
Die blauen Kreise stellen kleine Wasser-Moleküle dar, die roten große Farb-Moleküle.

Was ist Osmose?

Osmose nennt man den Effekt, dass durch eine semipermeable Membran mehr kleine Moleküle zu der Seite wechseln, auf der sich Ionen oder größere Moleküle in höheren Konzentrationen befinden.

Was könnte man in einem Osmose-Experiment beobachten

Die folgende Zeichnung deutet an, was man mit bloßen Augen sehen könnte, wenn die dunkler dargestellte Flüssigkeit auf der rechten Seite mehr Ionen oder größere Moleküle enthielte. Links würde das Volumen der Flüssigkeit reduziert und daher der Wasserspiegel sinken. Rechts würde das Volumen der Flüssigkeit zunehmen und infolgedessen der Wasserspiegel steigen. Außerdem könnte man beobachten, dass die Volumenänderungen immer langsamer würden und schließlich ganz zum Stillstand kämen.



Welche Kraft stoppt den Anstieg des rechten Wasserspiegels?

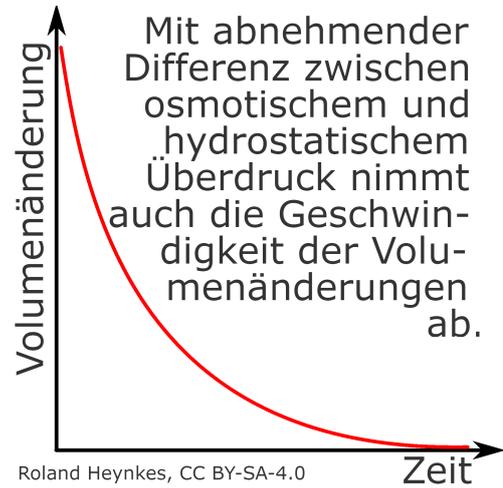
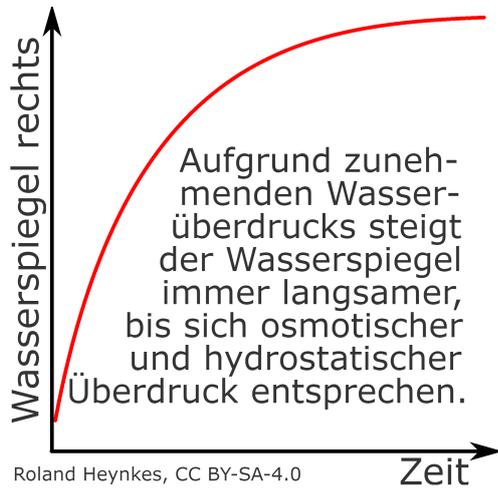
Mit dem Volumen und dem Wasserspiegel steigt rechts auch die Masse des Wassers. Und aufgrund der Erdanziehung (Gravitations-Kraft) steigt mit der Masse auch das Gewicht des Wassers. Mit zunehmendem Gewicht der Wassersäule nimmt auch der Druck zu, mit dem die rechte Wassersäule auf die Wände des Behälters und auf die semipermeable Membran drückt. Man bezeichnet diesen Druck als Wasserdruck oder hydrostatischen Druck. Ein höherer Wasserdruck bedeutet, dass pro Sekunde mehr Wasser-Moleküle gegen die semipermeable Membran prallen (drücken). Und wenn mehr Wasser-Moleküle gegen eine semipermeable Membran prallen, dann gelangen auch mehr Wasser-Moleküle durch die Membran auf deren andere Seite. Die Ursache für die Verlangsamung der Osmose ist also der zunehmende hydrostatische Druck und die dafür verantwortliche Kraft ist die Gravitations-Kraft.

Entsprechend nimmt natürlich auf der linken Seite mit dem Volumen auch der hydrostatische Druck ab. Während der hydrostatische Druck auf der linken Seite ab und auf der rechten Seite zunimmt, entsteht eine zunehmende Differenz zwischen den hydrostatischen Drücken, also ein hydrostatischer Überdruck auf der rechten Seite. Dieser treibt immer mehr Wasser-Moleküle von rechts nach links durch die semipermeable Membran.

Während rechts der hydrostatische Überdruck zunimmt, nehmen gleichzeitig die Unterschiede hinsichtlich der Konzentrationen der auf beiden Seiten gelösten Stoffe ab. Denn solange noch insgesamt mehr Wasser auf die Seite mit der höheren Konzentration gelöster Stoffe fließt, verdünnt das zusätzliche Wasser diese gelösten Stoffe. Dadurch nimmt der osmotische Überdruck (Differenz zwischen den osmotischen Drücken links und rechts) etwas ab.

Die Zunahme des hydrostatischen Überdrucks und die Abnahme des osmotischen Überdrucks bewirken beide, dass der Überschuss der von links nach rechts durch die semipermeable Membran gelangenden Wasser-Moleküle immer mehr abnimmt. Schließlich gelangen genau gleich viele Wasser-Moleküle von links nach rechts wie umgekehrt durch die semipermeable Membran, weil sich der osmotische und der hydrostatische Überdruck genau ausgleichen.

Diagramme zum zeitlichen Verlauf sichtbarer Osmose-Effekte

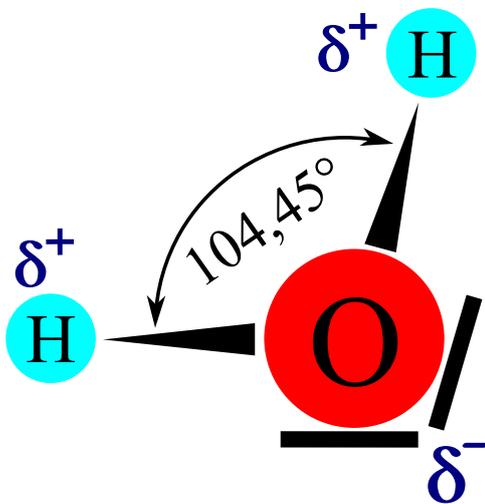


Die Diagramme zeigen unterschiedliche Möglichkeiten, durch einfaches Skizzieren die zeitlichen Verläufe von Osmose-Effekten darzustellen.

3 mögliche Ursachen für die Osmose

Ein entscheidender Faktor bei der Osmose ist die halbdurchlässige (semipermeable) Membran. Durch ihre Poren passen Wasser-Moleküle, aber keine größeren Moleküle. Etwas schwerer zu verstehen ist, dass auch keine Ionen durch die Poren wandern. Denn Ionen sind eher kleiner als die ungeladenen Atome oder Moleküle. Sind allerdings Ionen in Wasser gelöst, dann schwimmen sie nicht einfach frei im Wasser herum. Sondern jedes Ion ist umgeben von einer großen Hülle aus Wasser-Molekülen. Man nennt das eine Hydrat-Sphäre. Und die Ursache dafür sind zwei Eigenschaften des Wasser-Moleküls. Die folgende Grafik soll das erklären.

Schema des Wasser-Moleküls



Dieses Schema zeigt die Form und die Verteilung der elektrischen Ladungen des Wasser-Moleküls.

Die 8 Protonen im Atomkern des Sauerstoff-Atoms ziehen viel stärker an den beiden Elektronen des gemeinsamen Elektronenpaars als das einzige Proton im Atomkern des Wasserstoff-Atoms. Deshalb halten sich die beiden Elektronen des bindenden Elektronenpaars mehr in der Nähe des Sauerstoff-Atoms auf. Und weil die Elektronen negativ geladen sind, befindet sich im Wasser-Molekül mehr negative Ladung am Sauerstoff-Atom, während die Wasserstoffatome eher positiv geladen sind.

Hinzu kommt der Einfluss der gewinkelten Form des Wasser-Moleküls. Aufgrund des Molekül-Winkels von $104,45^\circ$ bildet das Wasser-Molekül einen Dipol mit einem spitzen negativen und einem breiten positiven Pol.

Der positive Pol des Wasser-Moleküls wird von negativ geladenen Ionen angezogen. Der negative Pol des Wasser-Moleküls wird von positiv geladenen Ionen angezogen. Deshalb bilden Wasser-Moleküle eine Hülle um jedes im Wasser gelöste Ion herum.

In Texten und Lernvideos zur Osmose findet man häufig Erklärungen, die grob unsinnig sind und vor denen man sich hüten sollte. Man denke immer daran, dass Moleküle und Lösungen niemals irgend etwas wissen, denken oder wollen. Deshalb sind sie niemals bestrebt und WOLLEN auch keine Konzentrationsgefälle ausgleichen. Es folgen drei tatsächliche Osmose-Ursachen:

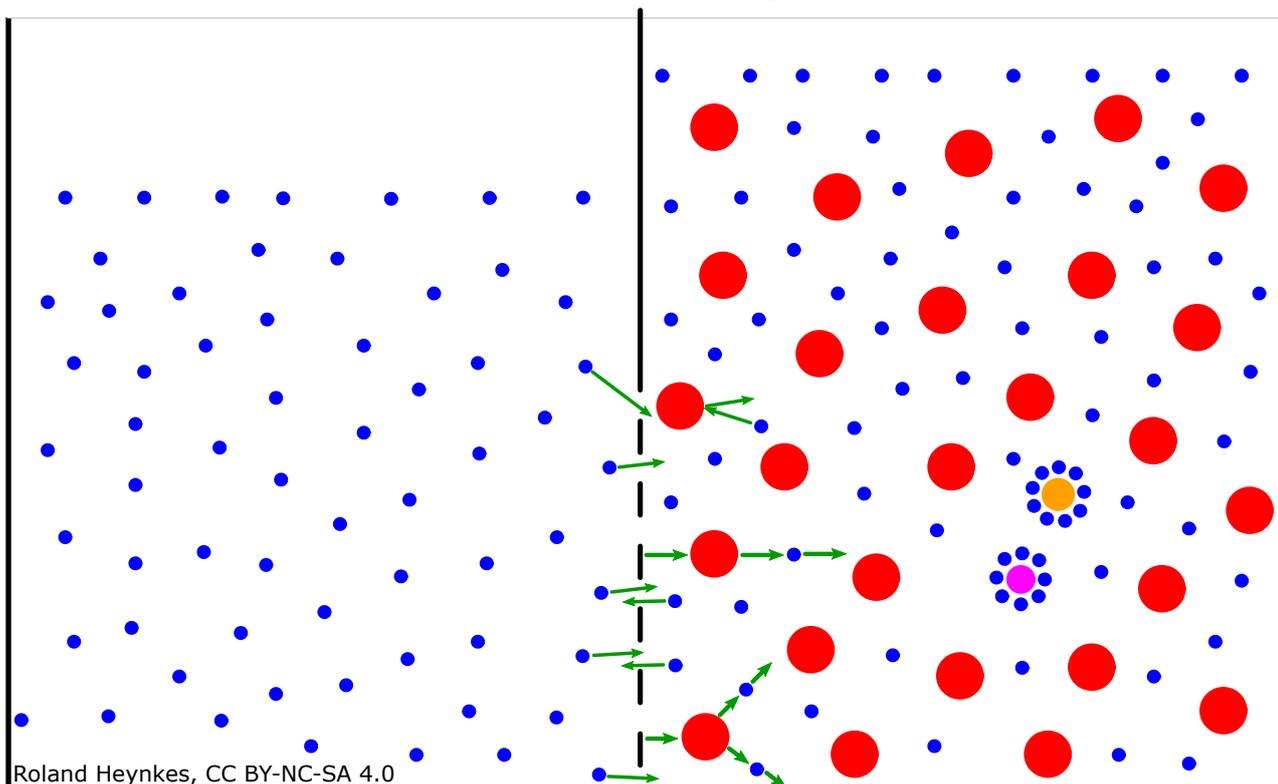
1. In Wasser-Molekülen sind Sauerstoff- und Wasserstoffatome durch Atombindungen miteinander verbunden. Jede Atombindung besteht aus einem Bindungselektronenpaar, dessen negative elektrische Ladung die beiden verbundenen Atomkerne anzieht. Weil aber die Elektronegativität des Sauerstoff-Atoms erheblich größer ist als die des Wasserstoffatoms, werden die beiden Elektronen des Bindungselektronenpaares stärker vom Sauerstoff-Atom angezogen. In Wasser-Molekülen sind deshalb die Sauerstoff-Atome leicht negativ und die Wasserstoffatome leicht positiv geladen. Darum nennt man Wasser-Moleküle polar.

Weil Wasser-Moleküle polar sind, werden sie von den elektrischen Ladungen der Ionen angezogen. Indem sich mehrere Wasser-Moleküle an ein Ion binden, bilden sie um jedes Ion eine Hülle, die man auch Hydrat-Sphäre nennt. Hydrat-Sphären sind viel größer als ein Ion und auch größer als die Poren semipermeabler Membranen. Auf diese Weise reduzieren in Wasser gelöste Ionen die Zahl und die Konzentration freier Wasser-Moleküle, welche durch Poren einer semipermeablen Membran gelangen können.

2. Wenn sich große gelöste Moleküle gerade zufällig vor den Poren einer semipermeablen Membran befinden, können sie kleinen Lösungsmittel-Molekülen deren Wege zu den Poren versperren. Die von der anderen Seite bereits durch eine Pore gelangten Wasser-Moleküle werden jedoch kaum behindert. Denn wenn sie hinter der Pore auf ein großes Molekül stoßen, prallen sie selten genau so ab, dass sie zurück durch die Pore geschickt werden.

3. Weil größere Moleküle nicht durch die Poren einer semipermeablen Membran passen, prallen die Moleküle von ihr ab. Während sich die Moleküle dann von ihr entfernen, schieben sie auch viele der kleineren Moleküle des Lösungsmittels (z.B. Wasser) von der Membran weg. Dieser Effekt reduziert unmittelbar vor der Membran die Zahl der kleinen Lösungsmittel-Moleküle, die sich auf die Membran zubewegen und auf deren Poren treffen.

Schema zur Veranschaulichung der Osmose-Ursachen

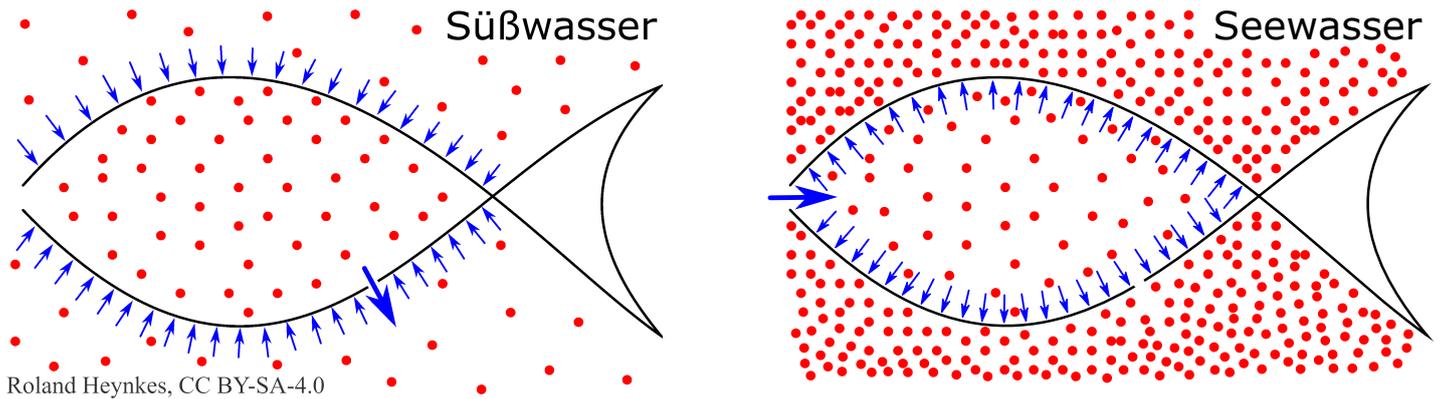


Roland Heynkes, CC BY-NC-SA 4.0

Die blauen Kreise stellen kleine polare Moleküle dar, die roten große unpolare. Positiv oder negativ geladene Teilchen sind hydratisiert (von den kleinen polaren Molekülen umgeben).

Osmose bei Süß- und Seewasserfischen

Schema zur Veranschaulichung der Osmose-Effekte bei Süß- und Seewasserfischen



Roland Heynkes, CC BY-SA-4.0

Die roten Punkte sollen von Wasser-Molekülen umhüllte Salz-Ionen darstellen. Es geht aber nur um die Andeutung der Konzentrations-Unterschiede zwischen dem Wasser und den Zellen der Fische. In Süß- und Seewasserfischen ist die Ionen-Konzentrationen praktisch gleich.

Seewasserfische müssen ständig trinken, weil ihre Haut durch die Osmose permanent Wasser an die Umgebung abgibt. Deshalb brauchen sie besonders sauberes Wasser.

Süßwasserfische müssen nicht trinken, weil durch die Osmose ständig Wasser in ihre Haut eindringt. Weil das Wasser dabei durch die semipermeablen Membranen gefiltert wird, können sie in relativ schmutzigem Wasser überleben. Sie müssen nur andauernd überschüssiges Wasser ausscheiden und den damit verbundenen Verlust von Mineralstoffen ausgleichen.

Meine Skizzen sollen zeigen, was als Skizze in einer Klausur ausreichen würde. Auch mit deutlich weniger Pfeilen und Punkten würden sie den Anforderungen für eine Skizze in einer Klausur genügen. Die Zeichnungen unten sind natürlich schöner, aber in Klausuren geht es nicht um künstlerische Qualität. Diese Zeichnungen aus der Wikimedia Commons zeigen am Beispiel einer amerikanischen Bachforelle und einer Stachelmakrele nicht nur die Effekte der Osmose, sondern darüber hinaus die aktive Regulation der Wasser- und Mineralstoff-Haushalte durch die Fische.

Das pdf-Format hat den Vorteil, dass man damit auch auf einem Computer ohne Internet-Zugang arbeiten kann. Es hat aber den Nachteil, dass man keine Links zu den Erklärungen der Fachbegriffe im Glossar nutzen kann. Darum empfehle ich die Nutzung der Lerntexte im HTML-Format, wenn ein Zugang zum World Wide Web besteht. Dann findet man die Inhalte dieses Lerntextes mit folgenden Adressen:

<http://www.heynkes.de/biologie/Lerntexte/LerntextOsmose.htm>

<http://www.heynkes.de/biologie/Lerntexte/>

[LerntextChemischeGrundlagenFuerDasVerstaendnisDerBiologie.htm#Edelgase](http://www.heynkes.de/biologie/Lerntexte/LerntextChemischeGrundlagenFuerDasVerstaendnisDerBiologie.htm#Edelgase)

Lerntext und Aufgaben zum Thema Chemische Bindungen

Edelgase

Ganz rechts im Periodensystem stehen die Edelgase, die so heißen, weil sie so stabil sind (Man könnte auch sagen, sie sind mit sich zufrieden.), dass sie mit keinem anderen Atom chemisch reagieren. Die Ursache für diese Selbstgenügsamkeit ist offenbar eine volle äußere Elektronenschale (Valenzschale). Alle anderen chemischen Elemente scheinen unbedingt ebenfalls eine volle Valenzschale haben zu wollen. Zu den Edelgasen gehören Helium, Neon, Argon, Krypton, Xenon, das radioaktive Radon sowie das künstlich erzeugte, ebenfalls radioaktive Oganesson.

Alkalimetalle

Ganz links in der 1. Hauptgruppe stehen untereinander die Alkalimetalle Lithium (Li), Natrium (Na), Kalium (K), Rubidium (Rb), Caesium (Cs) und Francium (Fr). Sie alle geben besonders leicht ihr einziges Valenzelektron ab und werden zu einfach positiv geladenen Ionen.

Erdalkalimetalle

In der 2. Hauptgruppe stehen untereinander die Erdalkalimetalle Beryllium (Be), Magnesium (Mg), Calcium (Ca), Strontium (Sr), Barium (Ba) und Radium (Ra). Sie alle geben besonders leicht ihre beiden Valenzelektronen ab und werden zu zweifach positiv geladenen Ionen.

Halogene

Links neben den Edelgasen stehen in der 7. Hauptgruppe (hier unter der 17) die Halogene (Fluor, Chlor, Brom, Iod, das äußerst seltene radioaktive Astat und das 2010 erstmals künstlich erzeugte, sehr instabile Tenness). Die Halogene besitzen 7 Valenzelektronen und benötigen zum Erreichen der Edelgaskonfiguration nur noch ein weiteres Elektron. Darum nehmen die Halogene besonders leicht ein zusätzliches Elektron auf und halten alle ihre Elektronen besonders fest.

Ionen

Aufgaben zur Erarbeitung des Lernstoffes bzw. zur Lernkontrolle und zum Einüben der Unterscheidung zwischen zwei nur scheinbar gleicher Aufgaben

- c1 Erkläre, warum Atome links im Periodensystem stehender Elemente nur Valenzelektronen abgeben!
- c2 Erkläre, warum nur Atome links im Periodensystem stehender Elemente Valenzelektronen abgeben!
- c3 Beschreibe den Unterschied zwischen Atomen und Ionen!

Die Elektronen größerer Atome befinden sich auf verschiedenen Energieniveaus. Um es verständlicher zu machen, stellt man sich diese Energieniveaus oft als Elektronenschalen vor. Die Elektronen in den inneren Elektronenschalen sind aufgrund ihrer größeren Nähe zum positiv geladenen Atomkern viel fester an diesen gebunden als die Elektronen der äußersten Elektronenschale (Valenzschale). Man nennt die Elektronen der äußersten Elektronenschale Valenzelektronen und praktisch nur sie bestimmen die chemischen Eigenschaften eines Atoms. Eine der wichtigsten Ursachen für chemische Reaktionen ist das Bestreben der Atome, ihre Valenzschale entweder ganz voll oder ganz leer zu machen. Man nennt diesen Zustand die stabile Edelgaskonfiguration, weil die Edelgase volle Valenzschalen besitzen und derart stabil (edel) sind, dass sie praktisch gar nicht an chemischen Reaktionen teilnehmen. Atome mit nur wenigen Valenzelektronen neigen dazu, ihre Valenzelektronen abzugeben. Atome mit fast vollen Valenzschalen neigen dazu, Elektronen aufzunehmen. Dadurch erhalten Atome negative oder positive elektrische Ladungen und man nennt sie im elektrisch nicht neutralen Zustand Ionen.

Ionenbindung

Aufgaben zur Erarbeitung dieses Kapitels

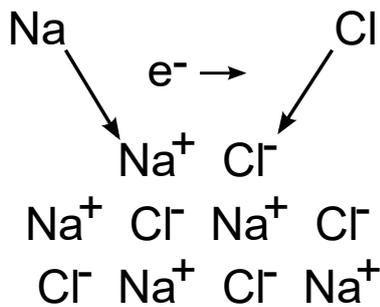
- d1 Erkläre Schritt für Schritt, warum und wie es zur Bildung von Salz-Kristallen kommt!
- d2 Erkläre, was bei der Ionen-Bindung die Ionen zusammenhält!
- d3 Erkläre, warum sich Nichtmetalle nicht durch Ionenbindungen miteinander verbinden!

Natrium ist ein Alkali-Metall, dessen Atome in der Valenzschale nur ein Elektron besitzen, welches sie sehr leicht abgeben. Chlor ist ein äußerst aggressives Gas, dessen Atomen für eine vollständig gefüllte äußerste Elektronenschale nur ein einziges Elektron fehlt. Treffen ein Natrium-Atom und ein Chlor-Atom aufeinander, dann gibt das Natrium-Atom dem Chlor-Atom sein Valenzelektron und es entstehen ein positiv geladenes Natrium-Ion sowie ein negativ geladenes Chlorid-Ion.

Gegensätzlich elektrisch geladene Teilchen ziehen sich an. Das gilt auch für Ionen und man nennt die starke chemische Bindung zwischen positiv und negativ geladenen Ionen eine Ionenbindung. Typisch für Ionenbindungen ist, dass sich sehr viele Ionen zu großen Kristallen verbinden. So entsteht durch die Ionenbindungen zwischen vielen Natrium- und Chlorid-Ionen ein Natriumchlorid-Kristall, den wir Kochsalz nennen.

Ionenbindung bei Natriumchlorid

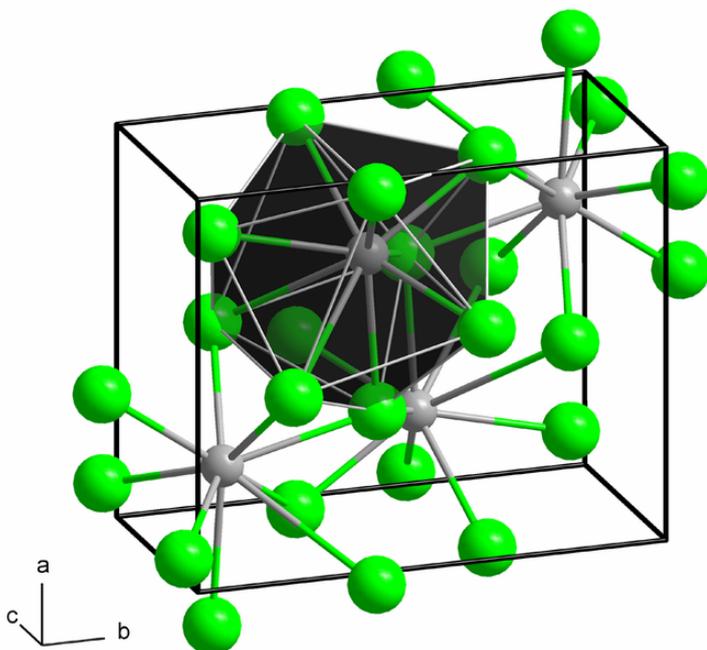
Natriumatom Chloratom



Natriumchloridkristall

Roland Heynkes, CC BY-SA-4.0

Kristallstruktur des Minerals Cotunnit = Blei(II)Chlorid oder PbCl_2



anonym, CC BY-SA 3.0

Metallbindung

Aufgaben zur Erarbeitung dieses Kapitels

e1 Erkläre die metallische Bindung!

e2 Erkläre mit der metallischen Bindung die besonderen Eigenschaften der Metalle!

Wie üblich in den Naturwissenschaften ist die Sache in Wirklichkeit sehr viel komplizierter und letztlich unanschaulich. Aber wenn man kein Quantenphysiker ist und nicht über deren mathematische Fähigkeiten verfügt, dann macht man nichts verkehrt, wenn man sich die metallische Bindung in einem Stück Metall mit Hilfe eines sogenannten Elektronengases vorstellt. Selbstverständlich wollen Atome nichts, weil sie ja keine Gehirne haben. Aber es macht die Sache für uns Menschen anschaulicher, wenn wir uns vorstellen, die Atome wollten immer eine volle oder eine ganz leere äußerste Elektronenschale (Valenzschale) haben. Denn Atome reagieren so, als wollten sie das. Und wenn wir uns vorstellen, die Atome strebten das an, dann können wir zuverlässig vorhersagen, was passieren wird.

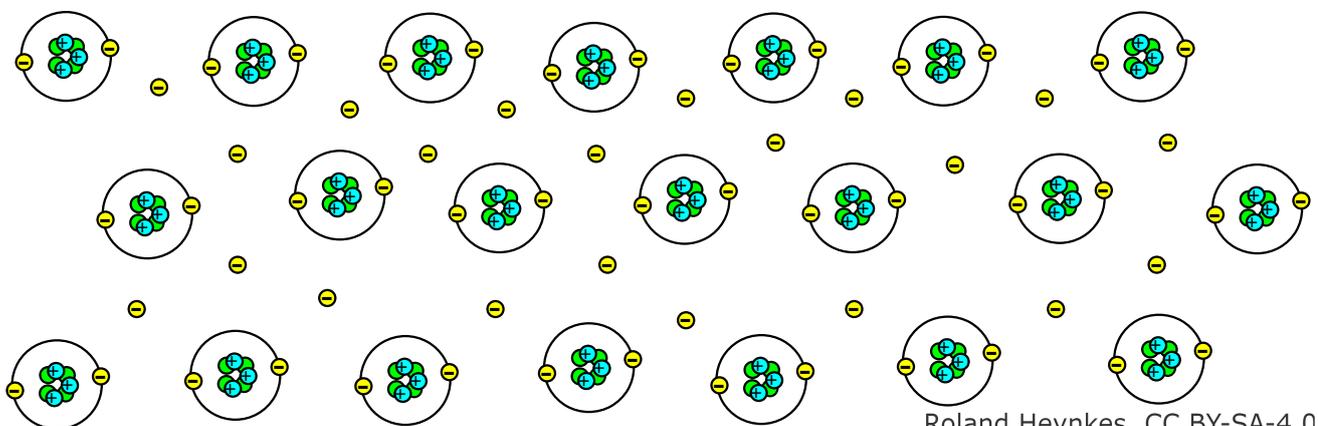
Stellen wir uns also vor, Lithium-Atome fänden keine Halogen-Atome als Reaktionspartner für die Bildung eines Salzes. Da wären nur noch viele andere Lithium-Atome, die alle ihre einsamen Elektronen auf der zweiten Elektronenschale loswerden wollen. Wenn die Temperatur nicht extrem hoch ist, dann geben Atome ihre Elektronen aber nicht einfach so ins Leere bzw. in ein Plasma ab. Normalerweise brauchen sie andere Atome, welche die Elektronen übernehmen. Aber in einem Metall liegen sehr viele Metall-Atome dicht nebeneinander und alle geben einfach ihre äußersten Elektronen (Valenzelektronen) in die Zwischenräume zwischen den Atomen ab. So übernehmen quasi alle Metall-Atome gemeinsam die überschüssigen Elektronen und die Elektronen können sich zwischen ihnen frei wie ein Gas (Elektronengas) bewegen. Diese Beweglichkeit ist der Grund dafür, dass in Metallen Strom fließen kann, nämlich ein Strom von negativ geladenen Elektronen.

Die metallische Bindung können wir uns nun so vorstellen, dass zwischen all den positiv geladenen Metall-Ionen negativ geladene Elektronen herum fliegen. Dabei ziehen sich die positiven Ladungen der Metall-Ionen und die negativen Ladungen der Elektronen gegenseitig an. Und so werden die positiv geladenen Metall-Ionen durch das zwischen ihnen fließende Elektronengas zusammen gehalten.

Die besondere metallische Bindung ist der Grund für die typisch metallischen Material-Eigenschaften. Das sind eine hohe und mit steigender Temperatur abnehmende elektrische Leitfähigkeit, eine hohe Wärmeleitfähigkeit, eine relativ leichte Verformbarkeit sowie metallischer Glanz.

Metallgitter-Modell mit Lithium-Ionen

Metall-Gittermodell für Lithium  Proton  Elektron  Neutron



Roland Heynkes, CC BY-SA-4.0

Das Schema zeigt die einfach positiv geladenen Lithium-Ionen, die in einem Stück Metall ein Gitter bilden. Darin sitzt jedes Lithium-Ion an seinem Platz, aber sie schwingen umso stärker um ihre Positionen herum, je höher die Temperatur des Metalls ist.

Atombindung und Moleküle

Aufgaben zur Erarbeitung des Lernstoffes bzw. zur Lernkontrolle

- f1 Beschreibe eine Atombindung!
- f2 Beschreibe ein Molekül!
- f3 Erkläre den Unterschied zwischen Ionenbindungen und Atombindungen im Hinblick auf die Bildung von komplexen Biomolekülen!
- f4 Erkläre Schritt für Schritt, warum die Unterschiedlichkeit der Elektronegativitäten von Sauerstoff und Wasserstoff letztlich dazu führt, dass Wasser bei Raumtemperatur flüssig ist!

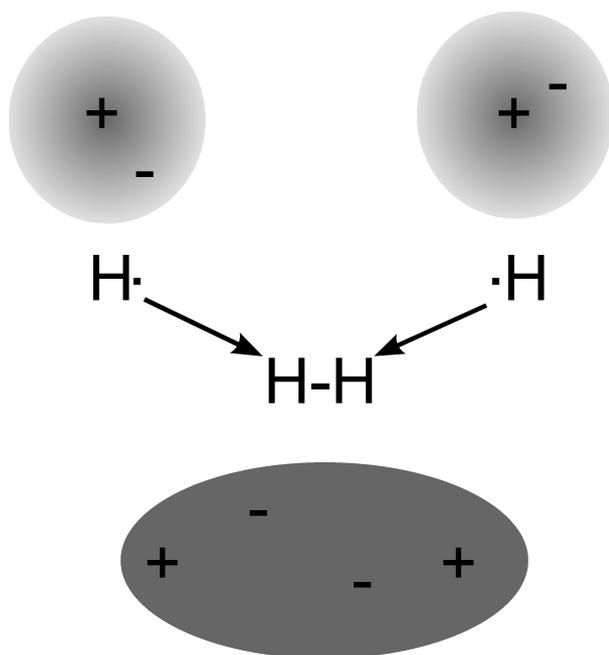
Die Ionenbindung ist typisch für chemische Bindungen zwischen Metallen und Nichtmetallen. Chemische Bindungen gibt es aber auch zwischen Nichtmetallen. Aufgrund ihrer großen Elektronegativität trennen sich Nichtmetall-Atome allerdings normalerweise nicht von ihren Elektronen. Um trotzdem chemische Bindungen einzugehen zu können, müssen sich deshalb zwei Nichtmetall-Atome ihre Valenzelektronen teilen. Das kann etwas kompliziert sein, denn häufig erfordert es die Bildung sogenannter Hybridorbitale. Besonders an Chemie Interessierte können die Hybridorbitale im Lerntext Orbitale und Hybridorbitale kennenlernen. In stark vereinfachter Form kann man Atombindungen aber auch ohne dieses Wissen verstehen.

Eine Atombindung ist ein Elektronenpaar, welches zwei Atome miteinander verbindet, weil es mit seiner negativen Ladung zwischen zwei positiv geladenen Atomkernen liegt. Meistens steuert dazu jedes der beiden Atome ein Valenzelektron bei. Es können aber auch beide Elektronen eines bindenden Elektronenpaares vom selben Atom stammen.

Moleküle sind chemische Verbindungen aus mindestens zwei Atomen über wenigstens eine (kovalente) Elektronenpaarbindung. Die folgende Darstellung soll das am besonders einfachen Beispiel zweier Wasserstoff-Atome (H) zeigen, die sich auf diese Weise zu einem Wasserstoff-Molekül (H₂) verbinden.

Atombindung am Beispiel des Wasserstoffs

einzelne Wasserstoffatome



Wasserstoff-Molekül

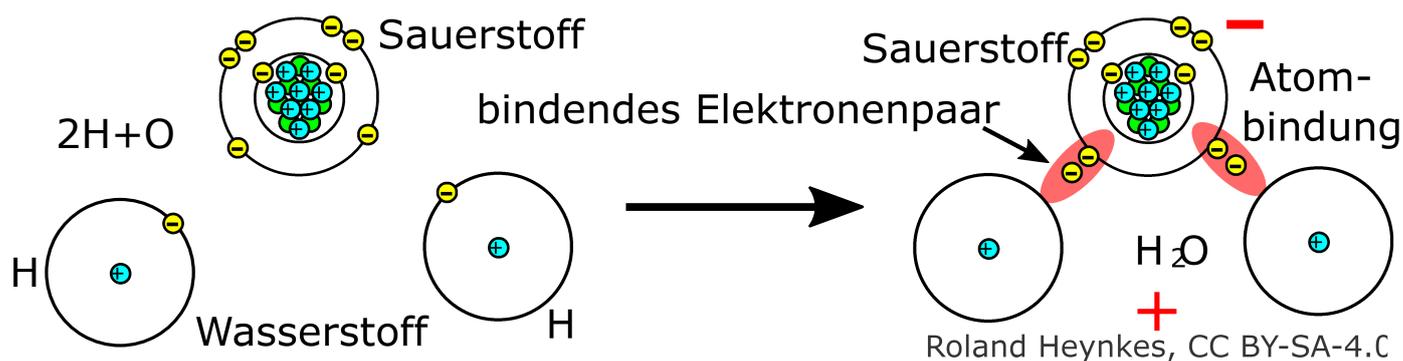
Mit meiner Zeichnung versuche ich anschaulich zu machen, wie sich zwei H-Atome ihre beiden Elektronen teilen. Die positiv geladenen Atomkerne werden aneinander gebunden, weil sie beide durch die zwischen ihnen konzentrierte negative elektrische Ladung angezogen werden.

Eine Atombindung verbindet zwei Atome miteinander, indem zwei positiv geladene Atomkerne von der zwischen ihnen liegenden konzentrierten negativen elektrischen Ladung des Bindungselektronenpaares angezogen werden.

Ionenbindungen führen nur zu einfach strukturierten Kristallen ohne klar definierte Grenzen. Atombindungen hingegen ermöglichen hochkomplexe und eindeutig strukturierte Moleküle mit genau festgelegten Formen. Das ist sehr wichtig, weil die Eigenschaften eines Moleküls von seiner Struktur abhängen. Hätte beispielsweise das Wasser-Molekül nicht seine gewinkelte Form, dann gäbe es auf der Erde weder flüssiges Wasser noch Lebewesen.

Die folgende Zeichnung zeigt, wie aus einem Sauerstoff- und zwei Wasserstoffatomen ein Wasser-Molekül entsteht, indem sich das Sauerstoff-Atom zwei seiner Valenzelektronen mit zwei Wasserstoffatomen teilt. Dabei entstehen zwei bindende Elektronenpaare, deren negative elektrische Ladungen die positiv geladenen Wasserstoff-Atomkerne und die Protonen im Atomkern des Sauerstoff-Atoms anziehen. So entstehen zwei Atombindungen in einem Wasser-Molekül. Dabei werden allerdings die Bindungselektronenpaare stärker von den 8 Protonen des Sauerstoff-Atoms angezogen als von nur einem Proton in einem Wasserstoffatom. Deshalb befinden sich die Bindungselektronenpaare nicht genau in der Mitte zwischen dem Sauerstoff-Atomkern und je einem Wasserstoff-Atomkern. Die negative Ladung der Bindungselektronenpaare befindet sich näher am Sauerstoff-Atom. Darum ist das Sauerstoff-Atom etwas negativer und die Wasserstoffatome sind etwas positiver geladen als die elektrisch neutralen Atome. In der Zeichnung bedeutet dies, dass ein Wasser-Molekül oben leicht negativ und unten leicht positiv geladen ist.

Atombindung am Beispiel des Wasser-Moleküls



Mit meiner Zeichnung versuche ich anschaulich zu machen, wie sich zwei H-Atome ihre beiden Elektronen teilen. Die positiv geladenen Atomkerne werden aneinander gebunden, weil sie beide durch die zwischen ihnen konzentrierte negative elektrische Ladung angezogen werden.

Das macht ein Wasser-Molekül vergleichbar mit einem Stabmagneten, dessen Enden einem magnetischen Nord- und einem Südpol entsprechen. Und wie sich Stabmagneten gegenseitig anziehen, so ziehen sich auch Wasser-Moleküle gegenseitig an. Sie verbinden sich sogar über sogenannte Wasserstoffbrückenbindungen miteinander. Das zeigt folgende Zeichnung.

Wasserstoffbrückenbindungen zwischen Wasser-Molekülen

