

Georg Dazinger

**Chemie?
Durchschaut!**

**Chemie endlich prüfungsrelevant und
schnell verstehen**

© 2017 Dipl.- Ing Dr. techn. Georg Dazinger

Autor: Georg Dazinger

Grafiken: Georg Dazinger

Handzeichnungen: Thomas Burgstaller, Georg Dazinger

Lektorat: Pia Mörth

Technische Assistenz: Lorenz Breier

Verlag: Buchschmiede von Dataform Media GmbH, Wien

ISBN: 978-3-99070-324-3

Printed in Austria

Die Erläuterungen und Tipps in diesem Buch sind vom Autor sorgfältig erhoben und geprüft worden. Dennoch kann keine Garantie übernommen werden.

Aus Gründen besserer Lesbarkeit wird auf die Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten selbstverständlich für beiderlei Geschlecht.

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung ist ohne Zustimmung des Verlages und des Autors unzulässig. Dies gilt insbesondere für die elektronische oder sonstige Vervielfältigung, Übersetzung, Verbreitung und öffentliche Zugänglichmachung.

Inhaltsverzeichnis

1. Aller Anfang ist leicht

Atombau, einfaches Basteln von Molekülen..... 9

2. Das Geheimnis des Elektrons

Grundlagen der Quantenphysik.....77

3. Streifzug durch das Periodensystem140

4. Die Alkalimetalle

einschließlich Säuren, Basen, Neutralisation.....178

5. Die Erdalkali-Metalle

einschließlich Löslichkeit und Entropie.....203

6. Der Wasserstoff

einschließlich Mol, pH, chemisches Gleichgewicht.....219

7. Die Borgruppe

einschließlich Lewis-Säuren und Elektrolyse.....297

8. Die Kohlenstoffgruppe..... 318

9. Die Stickstoff-Gruppe

einschließlich spezieller Bindungstypen.....332

10. Die Chalkogene

einschließlich Reduktion, Oxidation, Oxidationszahlen, Redox-Gleichungen.....350

11. Die Halogene404

12. Die Edelgase

einschließlich Gastheorie und Chemiegeschichte..... 416

13. Stoffe und Stofftrennung..... 431

14. Metalle: Die Massenhochzeit der Elektronen

einschließlich Elektrochemie, Metallkomplexe..... 446

15. Organische Chemie

einschließlich grundlegender Reaktionsmechanismen486

Vorwort – Bitte lesen Sie das nicht!

Sie lesen es trotzdem? Sehr gut! Viele Lernhemmungen werden durch Angst vor Autoritäten ausgelöst, durch Lehrer, Universitätsprofessoren oder durch den Lernstoff an sich. Gerade die Drohung „Chemie“ reicht aus, um viele in Angststarre zu versetzen. Dabei ist diese Angst nicht nötig. Nachdem Sie schon einmal angefangen haben, sich der „Autorität“ des Autors dieser Zeilen zu widersetzen, wird es von nun an ganz un-autoritär und entspannt weitergehen. Dieses Buch ist ein dickes Buch mit vielen Seiten. Aber es liest sich flüssig, fast wie ein Roman. *Und wenn man damit fertig ist, kann man Chemie.*

Kennen Sie diese Art von Lehrbuch, bei denen man einige Seiten liest, bis man zu einem Absatz oder auch nur einer Zeile kommt, die vollkommen unverständlich ist? Man weiß: Dieser Absatz ist für das weitere Verständnis entscheidend. Ohne diesen Absatz verstanden zu haben, liest man umsonst weiter. So landen die Leser solcher Lehrbücher in einer absolut frustrierenden Sackgasse. Das passiert gerade in der Chemie sehr oft. Vollkommen zu Recht sagt sich ein durch solche Lehrbücher gequälter Schüler oder Student: „Chemie ist absolut unverständlich.“ Hier ist das anders.

Chemie? Durchsicht! ist auf sehr unkonventionelle Art entstanden. Jedes Kapitel dieses Buches ist Dipl. Päd. Thomas Burgstaller vorgelegt worden, der zeit seiner Schülerkarriere schlechtester in Chemie, Mathematik und Physik war. Wenn er etwas nicht verstanden hat, hat er es sogleich „zurückgeworfen“. Die Aufgabe des Autors war es dann, es so lange umzuschreiben, bis er es verstanden hat. Das war zuweilen eine ziemliche Herausforderung, aber es hat sich gelohnt. Der ehemalige Klassenschlechtesten in Chemie ist heute in der Lage, fortgeschrittene Reaktionen der organischen Chemie selbstständig herzuleiten. Darum sei an dieser Stelle Dipl. Päd. Thomas Burgstaller mein besonderer Dank ausgesprochen, der neben seiner Rolle als Versuchskaninchen auch die Mehrzahl erheiternden Cartoons in diesem Buch beigesteuert hat.

Die erklärungsstechnischen Sackgassen konventioneller Chemiebücher werden in *Chemie? Durchsicht!* umgangen, indem die Lernstufen extrem niedrig gehalten werden. Das Problem beim Verständnis naturwissenschaftlicher Stoffe liegt darin, dass die Lernenden an immer wieder an eine Stufe kommen, die sie nicht überwinden können. Wenn man kein Athlet ist, kann man eine Zwei-Meter-Stufe nicht aus dem Stand überspringen. Für das Verstehen von Chemie gilt dasselbe. *Chemie? Durchsicht!* löst solche Stufen auf, indem sie mit leicht verständlichen

Bildern und Gleichnissen in kleine Stufen zerlegt werden, die bequem bewältigt werden können. Dadurch werden die Erklärungen zwar länger, aber auch frustfrei. Selbst komplexere Themen werden dadurch ganz zwanglos erfassbar.

Eigentlich sind es keine Stufen mehr, sondern nur Weg leicht bergauf, *stufenlos von der Volksschule bis zur Matura und zum Studium.*

Dadurch eignet sich dieses Buch ideal für die Matura und die Chemieprüfungen von Studienrichtungen mit Chemie als Nebenfach.

Für Studienrichtungen mit sehr hohen Anforderungen in Chemie, etwa Pharmazie, bietet *Chemie? Durchschaut!* einen guten Einstieg.

Es werden nur Kenntnisse in Volksschulmathematik vorausgesetzt. Wo mehr Mathematik benötigt wird, wird diese mitgeliefert. Von Interesse für Studenten, die einen Zugang zu den komplexeren Themen pH-Rechnung und Redox-Gleichungen suchen, sind die beiden Fortgeschrittenen-Kapitel, für die etwas mehr Mathematik vorausgesetzt werden müssen. Allerdings sind diese beiden Kapitel nicht zum Verständnis des restlichen Buches notwendig. Wer pH-Berechnungen schwacher Säuren und Redox-Gleichungen nicht zu lernen braucht, kann die Fortgeschrittenen-Kapitel einfach weglassen.

Um keine Langeweile aufkommen zu lassen, werden abwechselnd stoffliche Eigenschaften und chemische Konzepte behandelt.

Daher empfiehlt es sich, dieses Buch von vorne nach hinten zu lesen, wobei es dem Leser unbenommen sei, Stellen, die *zu leicht* erklärt werden, zu „überfliegen“, sofern er den Eindruck hat, diesen oder jenen Stoff schon verstanden zu haben. In diesem Fall wäre es aber sinnvoll, mit den bereitgestellten Übungen das Verständnis zu überprüfen. Da man die Fortgeschrittenen-Kapitel nicht zum sonstigen Verständnis des Buches benötigt, kann das Lesen dieser Kapitel auf später verlagert werden.

Weiters sei Fräulein Pia Mörth der Dank ausgesprochen für ihr Lektorat, sowie Dipl. Ing. Christoph Valentin, dem der Titel dieses Buches eingefallen ist. Herrn Lorenz Breier danke ich für die Gestaltung des Covers. Schließlich sei noch Mag. Gunter Galle für seinen juristischen Beistand gedankt.

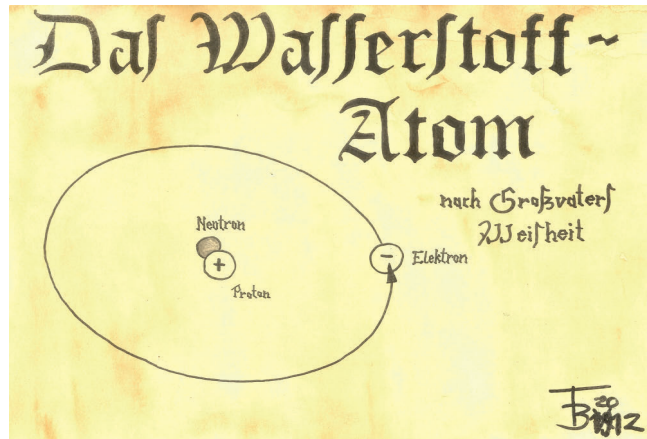
So wünsche ich allen Lesern viel Vergnügen und viel Erfolg,

Georg Dazinger

1. Aller Anfang ist leicht

Was ist eigentlich "Chemie"? Wenn man von Chemie hört, denkt man an einen verrückten Wissenschaftler, der in einem finsternen Labor geheimnisvolle bunte Flüssigkeiten mischt. Das ist gar nicht so falsch.

Die Chemie ist nämlich die Lehre der Stoffe. Stoffe, das sind nicht nur Dinge die sich angreifen lassen, wie Eisen, Holz, Zucker, Plastik, sondern auch Flüssigkeiten wie Wasser oder Alkohol. Auch Gase, wie Luft, das grüne Chlorgas (der typische Schwimmbeckengeruch!), Kohlendioxid (das Gas, das wir ausatmen), und vieles anderes mehr, zählt zu den Stoffen.

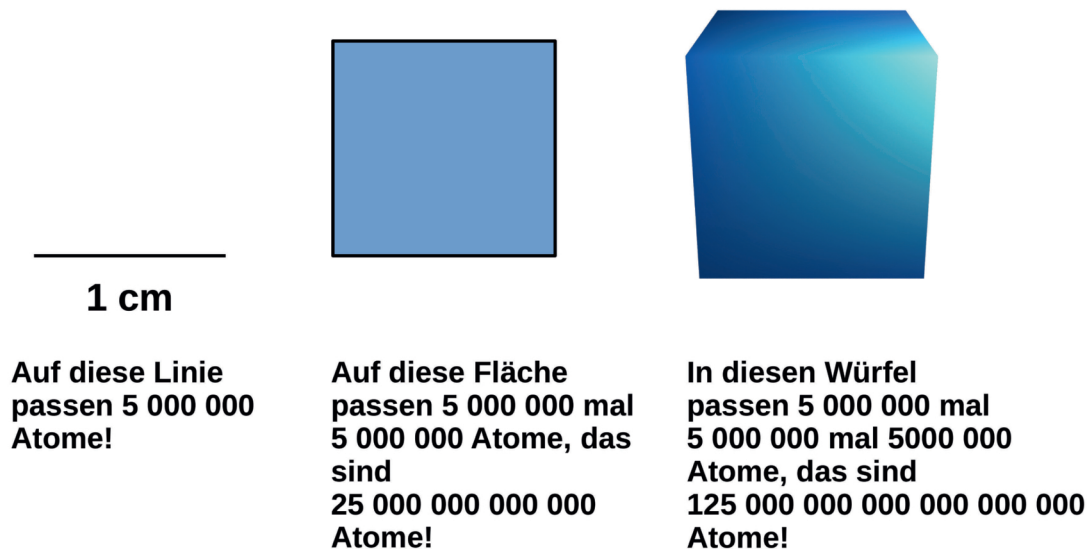


Die Chemie beschäftigt sich mit der Frage:

Woraus bestehen Stoffe? Wie kann ich neue, interessante Stoffe herstellen? Und ehrlich gesagt, Chemie ist wie Lego. Wer Lego versteht, versteht Chemie auch. Wenn wir uns mit Chemie beschäftigen wollen, müssen wir einen dieser Lego-Steine näher kennenlernen: **Das Atom.**

1.1 Das Atom

Alle Stoffe sind aus **Atomen** zusammengesetzt. Atome, das sind winzig kleine Teilchen. Und jeder Stoff, wirklich jeder, besteht aus Atomen: Holz besteht aus Atomen, Wasser besteht aus Atomen, Eisen besteht aus Atomen, Himbeermarmelade besteht aus Atomen, Luft besteht aus Atomen - und wir Menschen bestehen aus Atomen.



Atome sind unfassbar winzige Teilchen: Würde man Atome so aneinander reihen, dass sie eine 1 Zentimeter lange Kette ergeben, bräuchte man 5 Millionen Atome! Oder: Würde man ein Schnapsglas voll mit Atomen ganz gleichmäßig in allen Ozeanen der Erde verteilen, und dann ein Wasserglas voll mit Ozeanwasser herausnehmen, wären in dem Glas immer noch vier Atome!

Würden wir 5 Millionen Atome aneinander reihen, gäbe das eine Länge von nur einem Zentimeter. In einen Würfel mit einem Zentimeter Seitenlänge passen also

5 000 000 mal 5 000 000 mal 5 000 000 Atome,

das sind:

125 000 000 000 000 000 000 Atome!

Lange Zeit glaubte man, die Atome seien die kleinsten Teilchen überhaupt, so dass sie nicht weiter in noch kleinere Teilchen zerlegt werden können (griech. „atomos“ heißt „unteilbar“). Heute wissen wir, dass das nicht stimmt.

Atome bestehen nämlich aus **Protonen, Neutronen und Elektronen** (und tatsächlich lässt sich ein Atom auch in diese drei Teilchen zerlegen).

**Protonen sind positiv geladen und werden als p^+ abgekürzt,
Neutronen sind nicht geladen und werden als n abgekürzt,
Elektronen sind negativ geladen und werden als e^- abgekürzt.**

Was sind eigentlich positive Ladungen und negative Ladungen? Es sind **elektrische Ladungen**. Wir kennen elektrische Ladungen vom Strom aus der Steckdose. Die elektrischen Ladungen sind der Grund dafür, dass es elektrischen Strom gibt. Das brauchen wir nicht genau zu wissen.

Eines ist aber wichtig zu verstehen: eine positive Ladung (Abkürzung: +) und eine negative Ladung (Abkürzung: -) **ziehen einander an**; und darum werden die negativ (-) geladenen Elektronen von den positiv (+) geladenen Protonen angezogen.

Zwei gleiche Ladungen stoßen einander ab: Zwei ++-Ladungen stoßen einander ab, und zwei --Ladungen genau so.

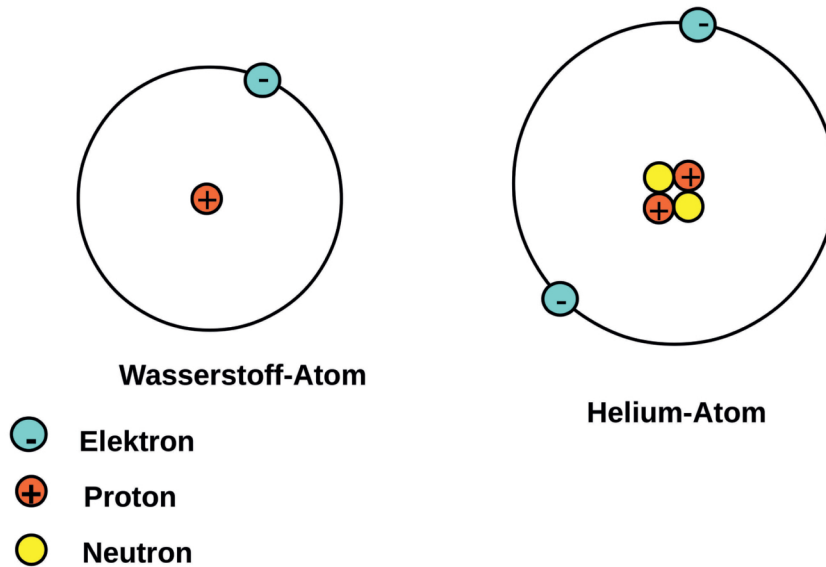
Merkregel:

Protonen sind **Positiv** geladen
und Neutronen **Nicht**,
Eins bleibt über: das negative Elektron

Die Protonen und die Neutronen sind **im Inneren des Atoms** und bilden daher den „**Atomkern**“, das Elektron befindet sich außerhalb des Atomkerns, und wir können es uns – fürs erste - so vorstellen, dass die Elektronen um den Atomkern kreisen (wie dieses „Kreisen“ der Elektronen tatsächlich aussieht, erfahren wir später). Die Elektronen bilden also eine schwirrende **Elektronenhülle**.

Die Neutronen und Protonen haben ungefähr die gleiche Masse (sie wiegen ungefähr gleich viel), das Elektron ist aber **viel leichter**: Es hat nur ungefähr die 1/1800stel Masse eines Neutrons!

Sehen wir uns unsere ersten beiden Atome an:



So sehen unsere ersten beiden Atome aus: Das **Wasserstoff-Atom** hat **ein** positiv geladenes **Proton** und **ein** negativ geladenes **Elektron**, wobei das Elektron außen ist, das Proton aber sitzt im Atomkern.

Das **Helium-Atom** hat **zwei** Protonen und **zwei** Neutronen im Atomkern, und zwei Elektronen außen.

Und ganz ähnlich sind auch die anderen Arten von Atomen aufgebaut, die wir uns jetzt ansehen. *Dabei lassen wir vorerst die Neutronen weg.*

Das **Wasserstoff-Atom** hat 1 Proton und 1 Elektron,
 Das **Helium-Atom** hat 2 Protonen und 2 Elektronen,
 Das **Lithium-Atom** hat 3 Protonen und 3 Elektronen,
 Das **Beryllium-Atom** hat 4 Protonen und 4 Elektronen,
 Das **Bor-Atom** hat 5 Protonen und 5 Elektronen,
 Das **Kohlenstoff-Atom** hat 6 Protonen und 6 Elektronen,
 Das **Stickstoff-Atom** hat 7 Protonen und 7 Elektronen,
 Das **Sauerstoff-Atom** hat 8 Protonen und 8 Elektronen,
 Das **Fluor-Atom** hat 9 Protonen und 9 Elektronen,
 Das **Neon-Atom** hat 10 Protonen und 10 Elektronen,

und so weiter.

1.2. Isotope

Aber wo sind da die Neutronen geblieben? Die gibt es ja auch noch!

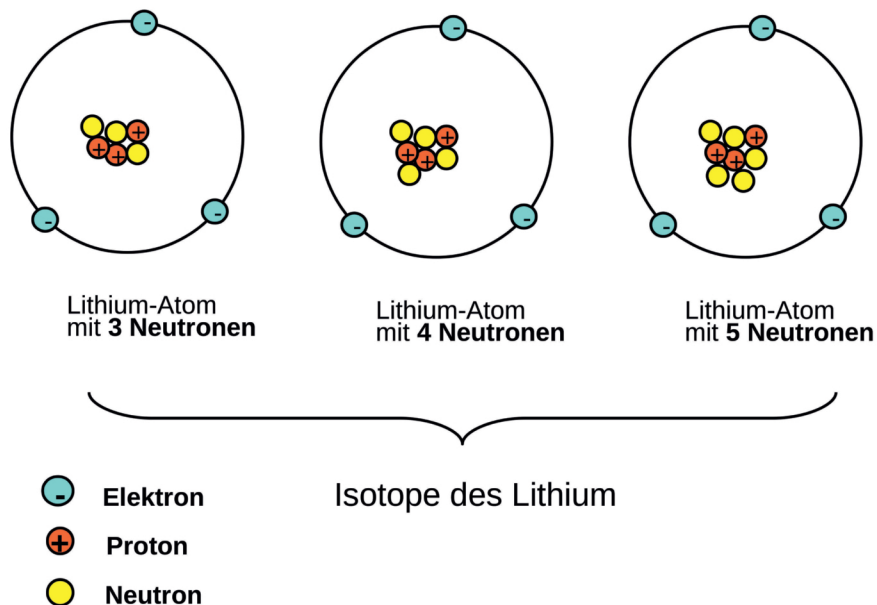
Ja, die gibt es! Zwar haben zum Beispiel die meisten Wasserstoff-Atome gar keine Neutronen, aber manche Wasserstoff Atome (etwa jedes 10 000ste) habem ein Neutron, und noch viel weniger Wasserstoff-Atome haben zwei Neutronen.

Nur: **Egal, wie viele Neutronen ich in meinem Wasserstoff-Atom habe**, es ändert eigentlich nichts an den chemischen Eigenschaften, es **bleibt ein Wasserstoff- Atom**.

(Würde ich dem Wasserstoff-Atom hingegen ein positiv geladenes Proton dazugeben, hätte ich kein Wasserstoff-Atom mehr, sondern ein Helium-Atom mit einem Elektron zu wenig, und das ist ganz etwas anderes, dazu kommen wir später!).

Unser Neutronen-gemästetes Wasserstoff-Atom wird schwerer, sonst ändert sich kaum etwas. **Wir können also die Neutronen fürs erste fast vergessen**, solange uns nicht das Gewicht der Atome interessiert.

Ob ein Atom ein Wasserstoff-Atom ist, oder ein Helium-Atom, oder ein Lithium-Atom....., hängt nur davon ab, wie viele Protonen und Elektronen es hat! Wie viele Neutronen das Atom hat, ist gleichgültig!



Zum Beispiel: Ein Atom mit 3 Protonen und 3 Elektronen und **drei** Neutronen ist ein Lithium-Atom.

Ein Atom mit 3 Protonen und 3 Elektronen und **vier** Neutronen ist **auch** ein Lithium-Atom!

Ein Atom mit 3 Protonen und 3 Elektronen und **fünf** Neutronen ist **auch** ein Lithium-Atom! und so weiter.

Diese drei sind **Lithium-Atome**, weil sie **drei Protonen und drei Elektronen** haben.

Und alle diese Lithium-Atome riechen gleich und schmecken gleich (bitte trotzdem nicht kosten!!!), und tun chemisch das gleiche.

Nur soviel: Man kann sich merken, dass jedes Atom (bis auf Wasserstoff) *ungefähr so viele Neutronen wie Protonen hat*.

Zum Beispiel: Sauerstoff hat *acht* Protonen, also hat ein Sauerstoff-Atom meistens auch *acht* Neutronen, aber nicht immer. So kann das Sauerstoff-Atom auch neun oder zehn Neutronen haben, aber das findet man viel seltener. (Im Regelfall haben Atome *mehr* Neutronen als Protonen, sehr selten haben sie aber auch weniger.) Man nennt Atome mit unterschiedlich vielen Neutronen, aber gleich vielen Protonen **Isotope**.

Isotope sind also, wenn man so will, *chemische Brüder*. Sie sind sogar chemische **Zwillingsbrüder**, die man praktisch nicht unterscheiden kann, weil sie chemisch genau das gleiche tun! Das einzige, was sie unterscheidet, ist das Gewicht: Das Lithium mit 4 Protonen ist ein bisschen schwerer als das Lithium mit den 3 Neutronen. Weil sie aber **beide** Lithium-Atome sind, sind sie chemisch nicht zu unterscheiden.

Das Wort "*Isotop*" verwendet man also wie das Wort "*Bruder*".

Man sagt: Friedrich ist der **Bruder von** Heinrich.

Genau so sagen wir: Das Sauerstoff-Atom mit 8 Neutronen ist das **Isotop von** dem Sauerstoff-Atom mit 9 Neutronen.

Friedrich ist nur deshalb ein Bruder, weil es auch den Heinrich gibt!

Wir können auch umgekehrt sagen: Heinrich ist der **Bruder von** Friedrich.

Und genauso ist auch das Sauerstoff-Atom mit 9 Neutronen das **Isotop von** dem Sauerstoff-Atom mit 8 Neutronen.

Und genau so gibt es auch Isotope von vielen anderen Atomen, die sich untereinander nur in der Zahl der Neutronen unterscheiden.

Ein letztes Beispiel: **Wasser** besteht aus zwei Wasserstoff-Atomen und einem Sauerstoff-Atom (Kurz gesagt: H_2O). In einem Glas Bier (enthält Wasser) haben

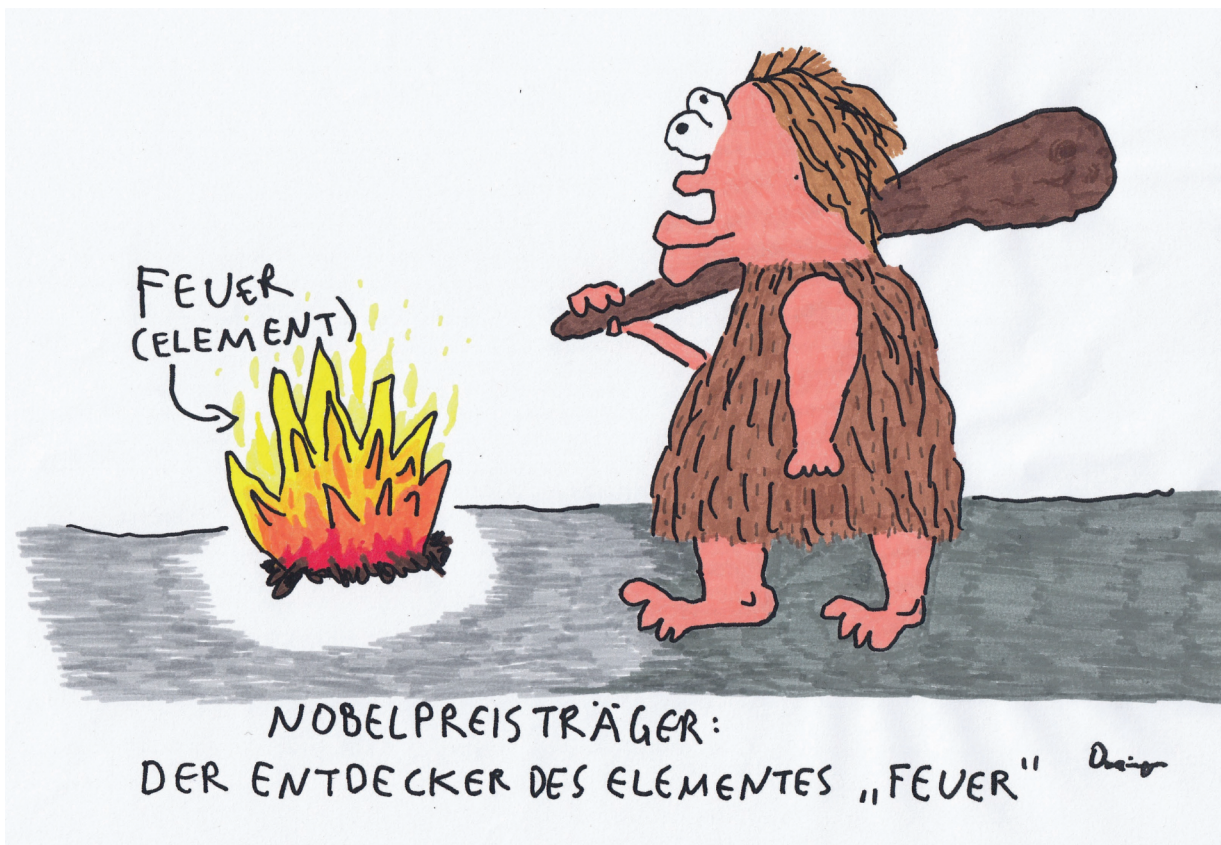
wir also Sauerstoff-Atome mit meistens 8 Neutronen, wobei einige 9 oder 10 Neutronen besitzen können. Hätte das Wasser im Bier nur Sauerstoff-Atome mit sagen wir, 9 Neutronen, würde das Bier auch nicht anders schmecken (oder reagieren). Es wäre nur ein bisschen schwerer (im Sinne von: Es wiegt mehr).

Wir merken uns: Die Zahl der Protonen bestimmt, um welche Art von Atom es sich handelt. Ein Atom mit 2 Protonen ist immer Helium, ganz egal, wie viele Neutronen es hat. Ein Atom mit 5 Protonen ist immer Bor, ganz egal, wie viele Neutronen es hat, und so weiter.

Und damit kennen wir auch schon die Atome, mit denen wir uns in der nächsten Zeit beschäftigen werden. Damit wir aber in Zukunft nicht mehr „*Arten von Atomen*“ sagen müssen, wenn wir Wasserstoff, Helium, Bor, und so weiter, meinen - das ist uns nämlich zu mühsam - sagen wir fortan einfach **Element**: Also: Wasserstoff ist ein Element, Helium ist ein anderes Element, Stickstoff ist ein Element, Sauerstoff ist ein Element, und so weiter.

1.3. Elemente

Das Wort „*Element*“ ist viel älter als das Wort „*Atom*“. Man hat gewusst, dass es Elemente gibt, aus denen die ganze Welt besteht, bevor man gewusst hat, dass Elemente eigentlich Atome sind. Die alten Griechen haben zum Beispiel geglaubt, dass alle Stoffe der Welt aus den vier Elementen Feuer, Wasser, Erde und Luft zusammengesetzt sind, ohne von Atomen etwas gewusst zu haben.



Wie viele Elemente gibt es tatsächlich? Es gibt **92 natürliche Elemente**.

Das kleinste ist der **Wasserstoff**, mit 1 Proton und 1 Elektron. Der Wasserstoff hat entweder kein Neutron, oder ein oder zwei Neutronen. Alle diese Isotope kommen in der Natur vor. Das größte Element ist das **Uran**, mit 92 Protonen und 92 Elektronen. Es gibt mehrere Uran - Isotope, zum Beispiel eines mit 92 Protonen und 92 Elektronen und 143 Neutronen. Ein anderes Uran - Isotop kommt auf 146 Neutronen.

Dann gibt es (zur Zeit) **28 künstliche Elemente** (die alle noch größer als das Uran sind), also insgesamt 115 Elemente, wobei die künstlichen Elemente von Zeit zu Zeit eines dazu bekommen: Diese existieren nicht in der freien Natur, sondern werden von **Atomphysikern** erzeugt, und zur Zeit ist man eben bei dem Element mit der Protonenzahl 115. Diese künstlichen Elemente halten aber meistens nur sehr kurze Zeit, soll heißen: wenige Milliardstel Sekunden, dann sind sie wieder in natürliche Elemente zerfallen. Darum sind sie für uns Chemiker nicht interessant.

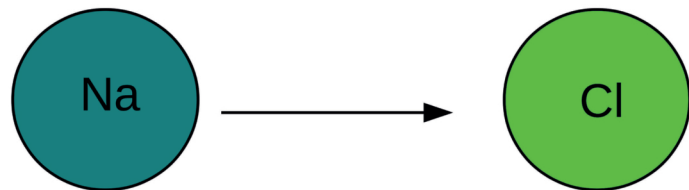
1.4. Atome können sich verbinden!

Gäbe es nur so viele Stoffe, wie es Elemente gibt, so würden wir auf der Welt nur 92 Stoffe finden.

Aber jetzt seht euch einmal in dem Raum um, in dem ihr gerade seid: Finden wir hier wirklich nur 92 verschiedene Stoffe? **Nein! Wir finden viel mehr verschiedene Stoffe!**

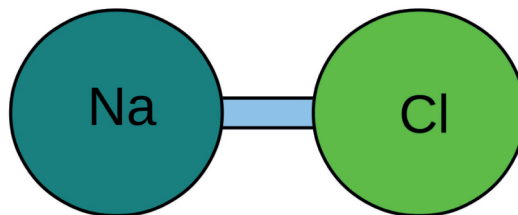
Tatsächlich ist die Vielfalt an Stoffen eine viel größere: Es existieren **abermillionen Stoffe**, die dadurch entstehen, indem sich **Atome miteinander verbinden**.

Wenn sich zum Beispiel die gefährlichen Natriumatome mit den auch sehr gefährlichen Chloratomen verbinden, so entsteht nicht etwa ein doppelt gefährliches Gemisch, sondern **Natriumchlorid**,



Ein gefährliches Natrium-Atom (abgekürzt: Na) verbindet sich mit einem gefährlichen Chlor-Atom (abgekürzt: Cl).....

welches wir als **Kochsalz** kennen und völlig harmlos ist, also ein ganz neuer Stoff, der nichts mit den Stoffen zu tun hat, aus denen er gemacht ist.



....heraus kommt ein neues Molekül: Das Natriumchlorid.
Dieses Molekül ist völlig harmloses Kochsalz!

Wie sich die Atome verbinden, werden wir später genau lernen. Für jetzt reicht es vollkommen aus, zu wissen: **Atome können sich miteinander verbinden** (sie "heiraten"!), und dadurch entsteht ein **Molekül**. (Also ein "Ehepaar".) Das Molekül ist etwas anderes als die einzelnen Atome. (Ein Ehepaar ist ja auch etwas anderes als ein zwei unverheiratete Personen!)

Kochsalz besteht aus vielen Milliarden Kochsalz-Molekülen.

Und wie könnten wir Kochsalz selber herstellen?

Indem wir viele Milliarden Natriumatome mit vielen Milliarden Chloratomen verbinden. Wir organisieren sozusagen eine Massenhochzeit.

Dazu nehmen wir einfach einen Luftballon mit **Chlorgas**. Da sind Milliarden von Chloratomen drinnen. Das Chlorgas leiten wir über ein Stückchen **Natriummetall**. Da sind viele Milliarden Natriumatome drinnen. Dann lassen wir das Chlorgas über das Natriummetall strömen. Der Rest passiert von allein: Unter heftigem Glühen verbinden sich die beiden Atome zu Kochsalz.

(Diesen Versuch dürft ihr keinesfalls selber durchführen, da er sehr gefährlich ist! Sowohl Chlor als auch Natrium sind hochgefährliche Stoffe, und die Reaktion kann explosionsartig ablaufen!)

Wie die Verbindung von Atomen funktioniert, werden wir noch viel genauer ansehen. *Für die, die es nicht erwarten können*, hier eine ganz kurze und einfache Erklärung (aus der wir aber noch nicht alles verstehen können):

Atome verbinden sich miteinander, indem ein Atom ein (oder mehrere Elektronen) abgibt und ein anderes Atom diese Elektronen aufnimmt. Oder indem sich Atome Elektronen teilen, so dass diese Elektronen zwei (oder mehreren) Atomen zusammen gehören. Wir können uns das so vorstellen, als würden Atome heiraten. Haben die unverheirateten Atome ihr eigenes Elektronen-Bankkonto gehabt, so wird das Elektronen-Konto der verheirateten Atome zusammengelegt, und dieses Konto gehört jetzt beiden gemeinsam....

Diese „Heirat“ zwischen Atomen nennt man **chemische Bindung**, und das Atom-Ehepaar, das aber, anders als bei Menschen, auch aus mehreren oder vielen Atomen bestehen kann (Polygamie ist erlaubt!), nennt man, wie gesagt, **Molekül**.

1.5. Moleküle und chemische Bindung

Wir merken uns: Ein Teilchen, das aus mehreren Atomen besteht, ist ein **Molekül**, und *alle Stoffe dieser Welt bestehen aus Atomen oder Molekülen*.

Wir werden in diesem Kapitel unsere ersten Moleküle basteln. Eines dieser Moleküle haben wir schon kennengelernt: Das **Wasser-Molekül**. Das Wassermolekül besteht aus zwei Wasserstoff-Atomen (abgekürzt: H, von „Hydrogen“ = „Wasserbildner“), die an ein Sauerstoff-Atom (abgekürzt: O, von „Oxygen“ = „Säurebildner“) gebunden sind.

Das sieht so aus: H-O-H. Der Chemiker schreibt das kurz als: **H₂O**. Die tiefgestellte 2 bedeutet offensichtlich, dass im Wasserstoff-Molekül **zwei** Wasserstoffe vorhanden sind. Nach dem O steht keine Zahl. Wenn keine Zahl

nach einem Element steht, bedeutet das, dass genau **ein** Atom dieses Elements im Molekül vorhanden ist. Wir könnten also schreiben: H_2O_1 . Wir schreiben aber H_2O , das ist kürzer.

Auch im Wasser (H_2O) sind die Atome durch Elektronen verbunden, die sich der Sauerstoff mit den Wasserstoffen teilt.

Ein anderes Beispiel für Moleküle: Methan CH_4 besteht aus einem Kohlenstoff – Atom (C) und aus vier Wasserstoff-Atomen (H). N_2H_4 (Hydrazin) besteht aus 2 Stickstoff-Atomen (N) und vier Wasserstoff-Atomen (H).

Diese tiefgestellten Zahlen nennt man **Index** (in der Mehrzahl: Indices).

Warum aber wollen sich Atome überhaupt Elektronen teilen, bzw. warum wollen manche Atome ihre Elektronen gleich ganz loswerden, und andere diese Elektronen haben? Wir werden das noch genauer erklären, jetzt erklären wir es erst einmal nur ungefähr, so dass man es sich im Hinterkopf behalten kann: **Elektronen wollen Energie verlieren**. Was heißt das? Man stelle sich einen Ziegel vor, den man im fünften Stock eines Hauses aus dem Fenster hält. Wenn wir den Ziegel jetzt loslassen, bleibt der nicht im fünften Stock, sondern er fällt hinunter.

Das tut er, weil er, wie das Elektron, **Energie verlieren will**. Wir haben in den Ziegel Energie gepumpt, indem wir den Ziegel in den fünften Stock getragen haben.

Indem wir ihn jetzt fallen lassen (und der Ziegel unten ankommt), verliert er diese Energie wieder: Der Ziegel landet am Boden und zerbricht, das wird auch Lärm machen, möglicherweise fällt der Ziegel auch jemandem auf den Kopf, dann ist nicht nur der Ziegel, sondern auch der Kopf kaputt.

Das bedeutet: **Energie wird frei**. Ganz ähnlich ist es auch, wenn Elektronen bei einer chemischen Bindung Energie verlieren: Es wird heiß, manchmal explodiert auch etwas, und wieder macht es Lärm, und wieder wird etwas kaputt, manchmal auch ein Kopf, der sich nicht rechtzeitig in Sicherheit gebracht hat, und wieder ist Energie freigeworden.

Aber kommen wir noch einmal zurück zu unserem Ziegel: Warum verliert der Ziegel Energie? Weil er von der Erde durch ihre Gravitationskraft angezogen wird. Würde er nicht von der Erde angezogen werden, würde er ewig auf der Höhe des fünften Stocks schweben bleiben, und eben keine Energie verlieren.

Und warum verliert das Elektron bei einer chemischen Bindung Energie? **Weil es vom Atomkern angezogen wird.** Wir erinnern uns: Im Atomkern sitzen die positiv geladen Protonen , außen die negativen Elektronen. **Und die ziehen einander an.**

In unserem Vergleich ist also der Atomkern die Erde und das Elektron der Ziegel. Das Elektron ist also, sagen wir, im fünften Stock, und wird von seinem Atomkern angezogen. Wenn jetzt also ein zweites Atom kommt (natürlich hat auch das einen Atomkern), wird das Elektron von diesem Atomkern angezogen, es fliegt auf das zweite Atom zu, „landet“ auf ihm, und Energie wird frei.

Das Elektron verliert also, wie es gewollt hat, Energie. Insofern ist unser Vergleich mit dem Ziegel nicht ganz richtig: Eigentlich müssen wir uns die Sache so vorstellen, dass der Ziegel, anstatt in der Luft zu schweben, auf dem Fensterbrett im fünften Stock liegt.

Das heißt, das Elektron wird von seinem Atomkern angezogen, fällt aber nicht herunter. Dann kommt das zweite Atom, also ein anderer Planet, und der hat eine so hohe Schwerkraft, dass der Ziegel von der Erde zu dem anderen Planeten gezogen wird, und irgendwo auf diesem anderen Planeten einschlägt. Und Energie wird frei.

