

# CHEMIE

## AUF SCHRITT UND TRITT

Wie? Warum? Weshalb?

4. Klasse AHS/NMS

PETRA MORITZ

5. Auflage 2016

Mit Bescheid des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur Zl. 44.575/1-V/1/02 als für den Unterrichtsgebrauch an allgemein bildenden höheren Schulen und an Hauptschulen für die 4. Klasse im Unterrichtsgegenstand Chemie geeignet erklärt.

Die aktualisierte Fassung 2014 wurde mit Bescheid GZ BMUKK - 5.040/0006-B/8/2013 vom 27.12.2013 als für den Unterrichtsgebrauch in der 4. Klasse der AHS/NMS geeignet erklärt.

Dieses Schulbuch wurde auf Grundlage eines Rahmenlehrplanes erstellt.  
Die Auswahl und Gewichtung der Inhalte erfolgen durch die LehrerInnen.

SBNr. 110077

© 2016 E. Weber Verlag GmbH, 7000 Eisenstadt  
Satz, Layout und Repro: **LUBeNA**, Marion Rabelhofer, Petra Moritz

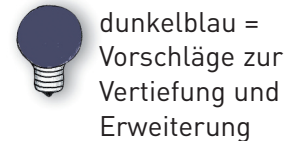
Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Eine Vervielfältigung für den Unterrichtsgebrauch – und sei es auch nur in Teilen – ist daher nicht zulässig.

# GUT ZU WISSEN

In den Feldern mit den Fragezeichen findest du immer die Frage, die uns gerade beschäftigt und die wir klären wollen.

Das, was in den orangenen Feldern mit Rufzeichen zusammengefasst ist, musst du dir unbedingt merken. Aber bitte nicht nur für die nächste Stunde!

An der Farbe des Glühbirnchen mit der Seitennummer erkennst du den Kern- und den Erweiterungsstoff.



## ??? TESTE DEIN WISSEN ???

Bei den Kreuzworträtseln ist zu beachten, dass ä, ü, ö und ß nicht durch ae, ue, oe oder ss ersetzt werden dürfen!



Hinweis auf Fragekärtchen 1 im Anhang

Wenn du dieses Symbol am oberen Seitenrand findest, ist das der Hinweis auf die Fragekärtchen im Anhang. Schneide sie aus. Du kannst sie als Karteikarten zum Üben verwenden, die richtige Antwort ist auf der Rückseite abgedruckt. Du brauchst die Kärtchen aber auch für den „Hindernislauf“. Spielbeschreibung und Spielplan sind im Anhang zu finden.

### Übersicht alte Gefahrensymbole

radioaktiv	sehr giftig T+ giftig T	gesundheitsschädlich Xn reizend Xi	explosionsgefährlich E
hoch entzündlich F+ leicht entzündlich F	ätzend C	umweltgefährlich	brandfördernd O

### Übersicht neue Gefahrenpiktogramme

explosiv GHS 01	entzündlich GHS 02	oxidierend GHS 03
komprierte Gase GHS 04	ätzend GHS 05	sehr giftig giftig GHS 06
reizend gesundheitsschädlich GHS 07	Gesundheitsgefahr GHS 08	umweltgefährlich GHS 09

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>I. GRUNDLAGEN DER CHEMIE</b>	<b>S. 05</b>
1. Richtig experimentieren	S. 05
2. Bausteine der Materie	S. 11
- Vorstellungen vom Bau der Atome	S. 11
- Das Periodensystem als Lexikon	S. 14
- Atommodell und Periodensystem	S. 16
- Chemische Grundbegriffe	S. 17
- Die „Sprache“ der Chemiker	S. 27
3. Überprüfe dein Wissen, Können, Verstehen	S. 32
4. Stoffe und ihre Eigenschaften	S. 34
- Physikalische Eigenschaften	S. 34
- Wir können Stoffe einteilen	S. 38
- Physikalische Trennverfahren	S. 42
- Chemische Trennverfahren	S. 45
- Auf die Dosis kommt es an	S. 46
5. Überprüfe dein Wissen, Können, Verstehen	S. 50
<b>II. ANORGANISCHE CHEMIE</b>	<b>S. 52</b>
1. Unser Wasser	S. 52
- Physikalische Eigenschaften des Wassers	S. 53
- Wasser ist kein Element	S. 54
- Das Element Wasserstoff	S. 57
- Das Element Sauerstoff	S. 59
- Oxidation und Reduktion	S. 61
- Wasser als Reinstoff und als Lösungsmittel	S. 64
- Bedeutung und Gefährdung des Wassers	S. 70
2. Überprüfe dein Wissen, Können, Verstehen	S. 72
3. Chemische Verwandtschaften	S. 74
- Die Alkalimetalle	S. 74
- Die Halogene – Salzbildner	S. 76
- Die Edelgase	S. 78
4. Metalle	S. 79
- Edelmetalle	S. 81
- Kupfer und Zinn	S. 83
- Vom Erz zum Stahl	S. 85
- Aluminium	S. 89
5. Überprüfe dein Wissen, Können, Verstehen	S. 90
6. Säuren – Basen – Salze	S. 92
- Indikatoren	S. 92
- Säuren im Überblick	S. 94
- Basen im Überblick	S. 98
- Der pH-Wert	S. 102
- Die Neutralisation	S. 103
7. Unsere Luft	S. 105
- Die Zusammensetzung der Luft	S. 105
- Kohlenstoffdioxid und Treibhauseffekt	S. 108
- Schadstoffe in der Luft	S. 110
8. Überprüfe dein Wissen, Können, Verstehen	S. 114



<b>III. DIE ORGANISCHE CHEMIE</b>	<b>S. 116</b>
1. Rund um den Kohlenstoff	S. 116
- Diamant und Grafit	S. 117
- Kohlenwasserstoffe	S. 119
2. Fossile Rohstoffe	S. 124
- Rohstoff Kohle	S. 124
- Rohstoff Erdöl und Erdgas	S. 127
- Erdöl, Erdgas und die Umwelt	S. 133
3. Erdöl und die chemische Industrie	S. 134
- Kunststoffe und Riesenmoleküle	S. 134
4. Überprüfe dein Wissen, Können, Verstehen	S. 141
5. Vom Obst über den Wein zum Essig	S. 143
- Die alkoholische Gärung	S. 143
- Alkohole „chemisch“ betrachtet	S. 145
- Alkohol und Gesundheit	S. 147
- Vom Wein zum Essig	S. 148
- Carbonsäuren	S. 150
6. Nachwachsende Rohstoffe	S. 153
- Die Fotosynthese	S. 153
- Der Kohlenstoffkreislauf	S. 155
- Vom Holz zum Papier	S. 157
- Allerlei Fasern	S. 160
7. Überprüfe dein Wissen, Können, Verstehen	S. 162
8. Chemie der Nahrungsmittel	S. 165
- Kohlenhydrate	S. 166
- Fette und Öle	S. 171
- Eiweißstoffe – Proteine	S. 177
- Von Mineralstoffen, Vitaminen und ...	S. 179
9. Reinigung und Hygiene	S. 182
- Waschmittel und Schmutz	S. 183
- Der Waschvorgang	S. 186
- Hygiene ist wichtig	S. 187
10. Überprüfe dein Wissen, Können, Verstehen	S. 191

<b>IV. ANHANG</b>	<b>S. 194</b>
- Spiele	
- Fragekärtchen	
- Memory	

# I. GRUNDLAGEN DER CHEMIE

## 1. RICHTIG EXPERIMENTIEREN

### 1. VERSUCHSBESCHREIBUNGEN UND PROTOKOLLE

Bevor du zu experimentieren beginnst, musst du die Versuchsanleitung genau durchlesen. Wenn etwas unklar ist, frage sofort deinen Lehrer oder deine Lehrerin. Beginne dann damit, die für den Versuch notwendigen Materialien zusammenzustellen. Platziere diese sorgfältig und übersichtlich auf deinem Arbeitsplatz. Arbeite genau!

Willst du eine Vermutung selbständig durch ein entsprechendes Experiment überprüfen, führe ein genaues Protokoll: Welche Materialien brauchst du? Wie gehst du vor? Was beobachtest du? Wird deine These bestätigt oder widerlegt? Warum sind Skizzen und Tabellen oft sehr hilfreich?



### 2. WICHTIGE ARBEITSGERÄTE, DIE DU KENNEN MUSST

Um Versuche durchführen zu können, brauchst du verschiedene Arbeitsgeräte. Viele davon werden für dich wahrscheinlich neu sein. **Welche Arbeitsgeräte kennst du bereits und wie sehen sie aus?**

Schneide das Versuchsgeräte-Memory im Anhang aus. Wie man Memory spielt, weißt du ja. Trainiere so die Bezeichnungen für die neuen Versuchsgeräte. Kannst du Begriffe und Bilder problemlos zuordnen, versuche dich im Lehrmittelraum zu orientieren und die entsprechenden Arbeitsgeräte zu finden.

Merke dir gut, wo sie platziert sind. Du wirst sie in diesem Schuljahr für zahlreiche Versuche benötigen und musst dich dann nicht mit endlosem Suchen aufhalten!

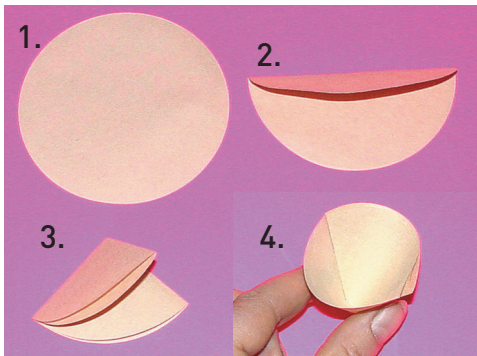
Da es aber nicht ausreicht, die einzelnen Geräte zu kennen, musst sie auch richtig handhaben können!

Auf der nächsten Seite findest du einige Anweisungen. Trainiere die richtige Handhabung und führe die einzelnen Arbeitsschritte durch. **Partnerarbeit!**





Willst du ein Glasrohr durch einen durchbohrten **Gummistopfen** stecken, empfiehlt es sich, einen Tropfen **Glycerol** in die Bohrung zu geben. Dadurch wird die Reibung beim Einschieben des Glasrohres verringert, es lässt sich leichter einschieben. Weiters sind solche Glas-Gummi-Verbindungen nach dem Versuch sofort wieder zu lösen. Lässt du sie eine Zeit lang stehen, sind sie nur schwer zu trennen.

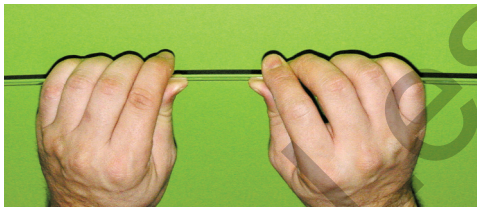


Für die verschiedenen großen Trichter ist selten der passende **Filter** vorhanden. Aber wir wissen uns zu helfen. Wir verwenden entweder kreisförmig zugeschnittene Filterpapiere oder schneiden diese „Kreise“ aus einem Bogen Filterpapier selbst aus. Die **Rundfilter** werden wie in der Abbildung gefaltet - zuerst halbiert, dann geviertelt und schließlich aufgefaltet und im Trichter platziert.

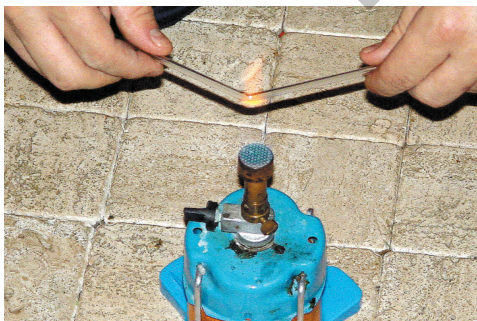
Soll das Filtrieren besonders schnell vor sich gehen, verwenden wir **Faltenfilter**. Diese legen sich nicht an der Wand des Trichters an, haben aber den Nachteil, dass sie relativ teuer sind.



**Glasröhren** sind oft nicht in der gewünschten Stärke, mit der entsprechenden Biegung und der benötigten Stückzahl vorhanden. Deshalb lernen wir, wie sie ganz einfach selbst hergestellt werden können.



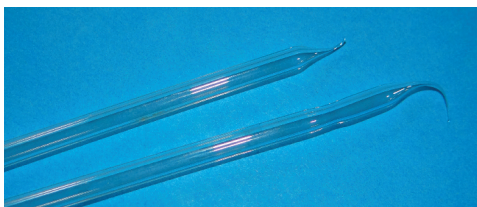
Schneide von einem geraden Glasrohr mit dem gewünschten Durchmesser ein entsprechend langes Stück ab. Dazu ritzt du es mit einem Glasschneider ein und drückst dann links und rechts von der Schnittstelle mit je einer Hand nach unten.



Vergiss niemals die Schutzbrille! Glassplitter!

Hältst du nun den Glasstab in die Flamme eines Brenners, musst du ihn ständig drehen, um ihn gleichmäßig zu erwärmen. Du musst dabei keine Angst vor Verbrennungen haben, denn Glas ist ein schlechter Wärmeleiter. Dabei darfst du die Stelle, die du direkt in die Flamme gehalten hast, allerdings nicht berühren, sie braucht einige Minuten, um vollständig abzukühlen!

Ist das Glas weich geworden, können wir es langsam und unter ganz leichtem Zusammendrücken biegen. Dabei ist es wichtig, dass der Rohrdurchmesser nicht verändert wird!



Wenn wir eine Kapillare oder Spitzen herstellen wollen, nehmen wir den erweichten Glasstab aus der Brennerflamme und ziehen langsam und gleichmäßig die beiden Enden des Stabes auseinander. Dabei entstehen zwei Spitzen, die wir mit dem Glasschneider trennen können.

### 3. DIE LAGERUNG UND AUFBEWAHRUNG VON CHEMIKALIEN

Chemikalien müssen ordnungsgemäß in einem Chemikalienschrank aufbewahrt werden. Sofort nach dem Gebrauch sind sie wieder an ihren Platz zurück zu stellen.

Jeder Chemikalienschrank muss versperrenbar sein und auch versperren werden. Es ist nicht zulässig, Chemikalien auf einem Tisch stehen zu lassen, so dass sie für jeden zugänglich sind. Außerdem finden wir die gesuchten Chemikalien schneller, wenn sie immer sofort an den entsprechenden Platz zurückgestellt werden.



Giftfach versperrt (links)  
Giftschrank offen und Chemikalienschrank (rechts)



**FALSCH!**



**RICHTIG!**

Viele Chemikalienschränke haben ein „Giftfach“, in dem Chemikalien, die eine „Sonderbehandlung“ brauchen, zusätzlich abgesperrt und unter ständiger Belüftung (Abzug) aufbewahrt werden müssen. [Inspeziere unter Aufsicht des Lehrers/der Lehrerin den Chemikalienschrank!](#)

### 4. CHEMIKALIEN RICHTIG TRANSPORTIEREN UND ENTNEHMEN

Chemikalien immer fest mit beiden Händen und nahe am Körper halten und tragen. Niemals nur am Flaschenhals nehmen, immer auch das untere Ende der Flasche oder des Glases halten!

Brauchst du mehrere Flaschen oder Gläser, dann verwende ein Tragegestell zum Transportieren. Dieses hat den Vorteil, dass die Flaschen weder verrutschen noch umfallen können. Das kann bei einem Tablett leicht der Fall sein.

Chemikalien dürfen nur mit einer sauberen Spatel oder einem sauberen Löffel aus dem Vorratsglas entnommen werden. Hast du sie erst einmal in ein anderes Gefäß gegeben, darfst du sie nicht mehr zurückleeren. Es könnten unerwünschte Verunreinigungen entstehen. Nach der Entnahme müssen die Chemikaliengläser sofort wieder verschlossen werden. Am besten, du stellst sie sofort wieder in den Chemikalienschrank zurück. Andernfalls platziere sie so auf dem Arbeitstisch, dass sie dich nicht behindern und auch nicht umfallen können.

[Was kann passieren, wenn du Chemikalien nicht ordnungsgemäß transportierst bzw. entnimmst? Diskutiere!](#)



## 5. CHEMIKALIEN MÜSSEN ORDNUNGSGEMÄSS BESCHRIFTET SEIN

		
explosiv GHS 01	entzündlich GHS 02	oxidierend GHS 03
		
komprimierte Gase GHS 04	ätzend GHS 05	sehr giftig giftig GHS 06
		
reizend gesundheits- schädlich GHS 07	Gesundheits- gefahr GHS 08	umwelt- gefährlich GHS 09

Gefahrenquellen und Chemikalien müssen immer mit Gefahrensymbolen gekennzeichnet sein. Im Jänner 2009 wurde in Europa das Global Harmonized System (GHS) zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien eingeführt. Während der Übergangsfristen findest du sowohl die orangenen Gefahrensymbole und R-/S-Sätze als auch die neuen GHS-Piktogramme und H-/P-Sätze.

Wenn du genau schaust, findest du mehrere solcher Gefahrensymbole in deiner Umgebung. Nenne Beispiele!

*Uhu, Waschmittel, Reinigungsmittel, Tankstelle, LKW, Lacke und Farben, Geschirrspülmittel ...*

Auf jedem Etikett müssen folgende Informationen zu finden sein:

- chemischer Stoffname
- chemische Formel oder Elementsymbol
- Konzentration
- Gefahrensymbol/Gefahrenpiktogramm
- R-/H-Sätze (Hinweise auf besondere Gefahren)
- S-/P-Sätze (Hinweise bezüglich Sicherheit)

Überprüfe die Etiketten der Chemikalien im Chemikalienschrank auf Vollständigkeit. Wenn es nötig ist, müssen die Etiketten ausgetauscht oder ergänzt werden.

**H-Sätze** sind Hinweise auf besondere Gefahren.

Sie werden mit Zahlencodes angegeben:

H	3	01	→ laufende Nummer
↓			
2 - physikalische Gefahren			
3 - Gesundheitsgefahren			
4 - Umweltgefahren			

Finde Beispiele für H- und P-Sätze und deren Bedeutung. Vergleiche mit den alten R- und S-Sätzen (Internet)!

**P-Sätze** sind Sicherheitshinweise.

Sie werden mit Zahlencodes angegeben:

P	1	02	→ laufende Nummer
↓			
1 - Allgemein			
2 - Versorgungsmaßnahmen			
3 - Empfehlungen			
4 - Lagerungshinweise			
5 - Entsorgung			

Welche Piktogramme weisen auf Gesundheitsgefahren oder Umweltgefahren hin? Welche Gefahrensymbole (alte Kennzeichnung – orange) entsprechen den neuen GHS-Piktogrammen? Gibt es für jedes GHS-Piktogramm ein entsprechendes Gefahrensymbol? Kreuze an, ordne zu!

								
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
								

## 6. DER SICHERE ARBEITSPLATZ

Auf deinem Arbeitstisch sollen immer nur die Dinge ordentlich platziert sein, die du gerade benötigst. Wichtig ist eine geeignete Unterlage für heiße Glasgeräte. Am besten eignet sich dazu Holz, denn es führt zu keinen Spannungen beim Abkühlen von Glas. Schutzbrillen sorgen dafür, dass deine Augen auch seitlich vor Glassplittern und Chemikalienspritzern geschützt sind. **Ist es egal, ob du eine „normale“ Brille trägst oder eine Schutzbrille aufsetzt? Finde Vor- und Nachteile!**



## 7. SCHÜTZE DICH VOR VERBRENNUNGEN

Beim Anzünden eines Bunsenbrenners oder einer Kerze gilt immer: Kopf zurück! Neige nie dein Gesicht über die Zündquelle und achte auf deine Haare (lange Haare zusammenbinden), Wimpern und Augenbrauen. Ebenso gefährlich ist es, über eine Flamme hinweg nach Versuchsmaterialien zu greifen! Du kannst dabei Haut oder Kleidung verbrennen. Benötigst du den Brenner nicht mehr, dann mache ihn sofort aus. Nähere dem abgedrehten Brenner eine Flamme und teste auf diese Weise, ob kein Gas mehr entweicht.

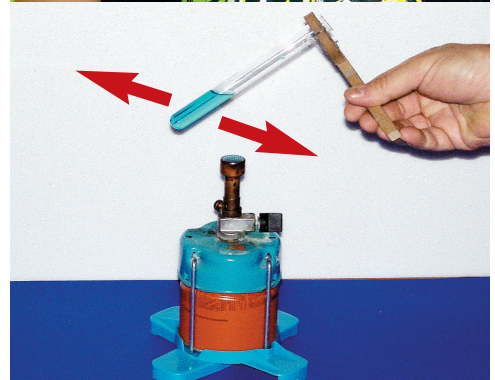


## 8. SCHÜTZE DICH VOR VERGIFTUNGEN UND VERÄTZUNGEN

Der Kontakt von Chemikalien mit der Haut ist zu vermeiden. Deshalb muss eine Proberöhre aus dem Handgelenk heraus geschüttelt werden. Halte niemals die Öffnung mit dem Daumen zu! Kommst du mit Chemikalien in Kontakt, dann spüle diese Stelle sofort mit viel Wasser ab.

Beim Erhitzen einer Flüssigkeit in einer Proberöhre musst du mehrere Dinge beachten:

1. Halte die Proberöhre am oberen Ende mit einer Klammer und achte darauf, dass sie nicht in die Flamme kommt! **Wieso?**
2. Fülle die Proberöhre immer nur zu einem Drittel mit der zu erheizenden Substanz!
3. Halte die Proberöhre schräg und bewege sie langsam hin und her. Dadurch wird die Flüssigkeit gleichmäßig erhitzt, es kann kein Siedeverzug entstehen. Ein Siedeverzug hat zur Folge, dass die Flüssigkeit aus der Proberöhre „ausfährt“. **Welche Folgen kann das haben?**
4. Achte darauf, dass niemand hinter der Öffnung der Proberöhre steht! **Warum?**
5. Stelle die Proberöhre in einem Reagenzglashalter ab und berühre sie niemals, wenn sie heiß ist!



Trainiere das richtige Erhitzen mit einer Proberöhre, in die du Wasser füllst!



Großer Druck führt zu Glasbruch!



Schutzbrillen schützen deine Augen auch von der Seite.



Entsorgungsbehälter

In Bechergläsern oder Proberöhren kannst du mit einem sauberen Glasstab oder einer Spatel umrühren. Weiters gilt in jedem Chemiesaal: Essen und Trinken verboten! Ist das Experimentieren beendet, dann wasche deine Hände!

## 9. VORSICHT! GLAS BRICHT!

Baue jeden Versuch sorgfältig und überlegt auf. An spitzen und wegstehenden Teilen könntest du dich verletzen. Arbeite nie am Tischrand! **Warum?** Gegenstände aus Glas sind zerbrechlich. Behandle sie mit der nötigen Sorgfalt, du könntest dich schneiden. Halterungen, Klemmen und Stopfen sind vorsichtig anzubringen. Großer Druck führt zu Glasbruch! Beim Erwärmen von Glas achten wir darauf, dass das gleichmäßig passiert. Hohe und schnelle Temperaturunterschiede führen zu Spannungen im Glas und zu Bruch.

### VERSUCH

Setze eine Schutzbrille auf. Erhitze eine Proberöhre in der Flamme eines Brenners und halte sie dann sofort unter kaltes fließendes Wasser.

Was wird passieren? Beobachtung!

## 10. REINIGUNG UND ENTSORGUNG

Manche Chemikalien (-gemische) dürfen auch nicht in kleinen Mengen in den Abfluss. Sie werden in den dafür vorgesehenen und geeigneten Behältern im Chemiesaal gesammelt und dann ordnungsgemäß entsorgt. Dasselbe gilt für manche feste Chemikalienreste. Dein Lehrer oder deine Lehrerin wird dich entsprechend anleiten.

Glasgeräte werden nach Beendigung des Experiments mit viel warmem Leitungswasser, Spülmittel und einer Bürste gereinigt und zum Trocknen aufgestellt. Manchmal sind Lösungsmittel nötig, um die Geräte zu reinigen. In diesen Fällen wird dir dein Lehrer/deine Lehrerin die entsprechenden Anweisungen geben. Verunreinigte und zerbrochene Glasgeräte werden in getrennten Behältern gesammelt und ordnungsgemäß entsorgt.

## UND WENN TROTZDEM ETWAS PASSIERT ...

1. Ruhe bewahren!
2. Sofort den Lehrer/die Lehrerin informieren!
3. Hauptschalter oder Haupthahn abdrehen!
4. Bei größeren Unfällen den richtigen Notruf wählen!  
Feuerwehr 122 / Polizei 133 / Rettung 144  
Vergiftungsinformationszentrale 01/406 43 43

Warst du schon einmal in einer Situation, in der Erste Hilfe geleistet wurde? Berichte!

Wer richtig Erste Hilfe leistet, kann Leben retten!

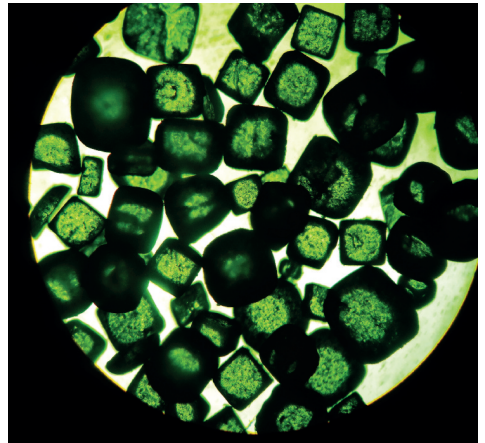
Erste-Hilfe-Kurse werden vom Roten Kreuz angeboten.

Also überlege nicht lange, melde dich an und besuche einen Kurs!

## 2. BAUSTEINE DER MATERIE

### VORSTELLUNGEN VOM BAU DER ATOME

Alle Stoffe bestehen aus Teilchen, das wissen wir schon aus der zweiten und dritten Klasse. Selbst wenn ein Stoff sehr einheitlich aussieht, wenn wir uns kaum vorstellen können, dass er sich aus kleinen Teilchen zusammensetzt, lehrt uns ein Blick durch ein Mikroskop etwas anderes.



Salzkristalle unter dem Mikroskop

#### VERSUCH

Sammele verschiedene Stoffe, die du gerne einmal vergrößert betrachten würdest. Begutachte sie zuerst unter der Lupe und danach unter einem Lichtmikroskop. Ändere die Vergrößerungen und beschreibe, was du siehst.

Wie kam man darauf, wie ein Atom „aussieht“?



Du hast jetzt verschiedene kleine Teilchen gesehen, die aber ihrerseits aus noch kleineren Teilchen bestehen. Das heutige Wissen über den Aufbau unserer Materie entwickelte sich aus einer Reihe von Modellvorstellungen über mehrere Jahrtausende. Unternehmen wir doch eine kleine „Reise durch die Zeit“. **Versuche, die einzelnen Modelle nachzubauen und gestalte eine Ausstellung über die Geschichte der Atommodelle!**

**EMPEDOKLES** vertrat im 5. Jhdt. v. Chr. die Auffassung, dass sich alle Stoffe aus den „vier Elementen“ Erde, Feuer, Wasser und Luft zusammensetzen. Liebe betrachtete er als verbindende, Hass als trennende Kraft.

**PLATON** ordnete im 4. Jhdt. v. Chr. den „vier Elementen des Empedokles“ eine bestimmte Gestalt zu.

Wasser – Ikosaeder



Erde – Würfel

Luft – Oktaeder

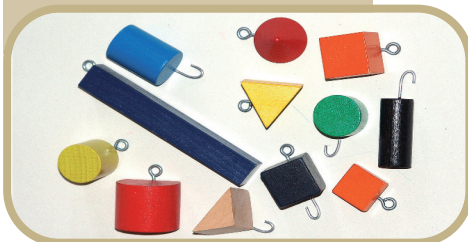


Feuer – Tetraeder

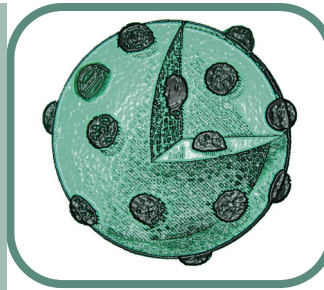
**EPIKUR VON SAMOS** ordnete 300 v. Chr. den Atomen Formen von geometrischen Körpern zu. Diese konnten sich mit Hilfe von „Angelhaken“ verbinden.

**DEMOKRIT VON ABDERA** nannte die Urbausteine der Materie im 4. Jhdt. v. Chr. Atome. Er glaubte, dass diese Teilchen unteilbar seien und leitete den Begriff vom griechischen Wort „atomos“, das diese Eigenschaft beschreibt, ab.

Der englische Chemiker und Philosoph **JOHN DALTON** stellte im Jahr 1808 eine neue Theorie auf. Atome eines bestimmten Stoffes sind gleich beschaffene, unsichtbare Atome. Er ordnete ihnen Symbole zu.



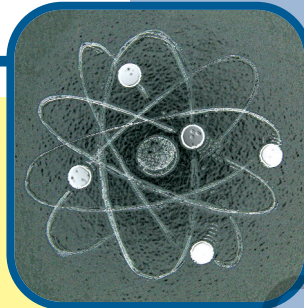
**J. J. THOMSON** entdeckte mit Hilfe von Kathodenstrahlen, dass jedes Atom aus einer bestimmten Anzahl von Elektronen (negative Ladungen) und positiven Ladungen besteht. Die Elektronen dachte er sich wie Rosinen in einem Kuchen eingebettet.



Rosinenkuchenmodell

Der englische Professor für Physik **SIR ERNEST RUTHERFORD** stellte auf Grund von Versuchen mit einer Goldfolie, welche er mit positiven Teilchen beschoss, fest, dass jedes Atom einen winzigen, positiv geladenen Kern haben muss.

1913 beschrieb der dänische Physiker **NIELS BOHR** die Bewegung der Elektronen um den Kern mit dem Schalenmodell der Elektronenhülle. Jede der Schalen um den Kern ist ein Aufenthaltsbereich für eine ganz bestimmte Anzahl von Elektronen.



Kern-Hülle-Modell

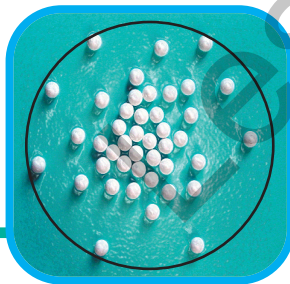
Elektronen umkreisen diesen Kern mit großer Geschwindigkeit, ähnlich wie Planeten die Sonne. Der Abstand zwischen Kern und Elektronen ist groß und ein leerer Raum.



Schalenmodell

Noch immer wusste man nicht, woraus der Atomkern besteht. Erst 1920, 23 Jahre nach Entdeckung des Elektrons, fand man bei Versuchen mit Wasserstoffatomen das **PROTON** – das Kernteilchen, das eine positive Ladung trägt.

1932 entdeckte der Engländer J. Chadwick, dass sich im Atomkern nicht nur positive (Protonen), sondern auch neutrale Teilchen befinden. Man nannte sie **NEUTRONEN**.



Schließlich entdeckten Wissenschaftler, dass sich die Elektronen nicht in festgelegten Kreisbahnen um den Kern bewegen, sondern in bestimmten Zonen anzutreffen sind. Wir nennen diese Bereiche Elektronenwolken. Der österreichische Physiker **ERWIN SCHRÖDINGER** berechnete die Gestalt dieser „wolkenartigen Räume“, die wir Atomorbitale nennen.

1971 wurden die so genannten **QUARKS** als „Bauteile“ der Protonen und Neutronen entdeckt.

**WOLFGANG PAULI**, ebenfalls ein Österreicher, erhielt 1945 den Nobelpreis für Physik. Er hat herausgefunden, wie die Elektronen in der Atomhülle verteilt sind.



Quarks im Proton

Weiters entdeckte man ebenfalls im Atomkern die **GLUONEN** (engl. „glue“ = Klebstoff).

Durch zahlreiche Versuche werden auch heute noch neue „Teilchen“ im Atom entdeckt und neue Vorstellungen und Modelle vom Atom entwickelt. **Sammle weitere Daten und Fakten und präsentiere, was du herausgefunden hast!**

Dabei ist eines wichtig: Keines dieser Atommodelle ist falsch und keines ist richtig. Es sind eben Modelle, die wir zur Erklärung verschiedener naturwissenschaftlicher Sachverhalte heranziehen. Je nachdem, was wir erklären wollen, verwenden wir das Modell, mit dem wir Vorgänge am leichtesten erklären können.

## Wie kann ich mir nun ein Atom vorstellen?



Wir werden zwei verschiedene Atommodelle zur Erklärung heranziehen. Eines davon kennen wir schon sehr gut. Das **Kugelmodell von Dalton** werden wir immer dann verwenden, wenn wir das „Innenleben“ der Atome nicht zur Erklärung naturwissenschaftlicher Phänomene brauchen. Bis jetzt haben wir ja auch alle naturwissenschaftlichen Vorgänge mit den „Teilchen“ erklärt.

Das **Schalenmodell von Niels Bohr** ermöglicht uns zu verstehen, warum manche Atome ganz bestimmte Eigenschaften haben und wie und warum sie sich miteinander verbinden. Es ist ebenfalls „nur“ ein Modell, für unsere Zwecke aber bestens geeignet. Im Wesentlichen „dringen“ wir mit diesem Modell in das Innere des Atoms ein. Wir wissen nämlich, dass ein Atom nicht unteilbar ist! Könnten wir ein Atom auseinanderschneiden, würden wir in seinem Inneren verschiedene Teilchen entdecken.

Im Mittelpunkt gibt es einen Kern, den Atomkern. In ihm sind die Kernteilchen oder Nukleonen zu finden. Rund um den Kern existiert die Atomhülle. Ein Atom besteht aus Elementarteilchen, die wir schon aus der Physik kennen und entsprechend der Ladung mit Gesichtern dargestellt haben.

Wir wollen nun die Elementarteilchen mit derselben Farbe und mit der Ladung kennzeichnen:



### DAS PROTON

Protonen sind **elektrisch positiv geladene**

**Elementarteilchen**, die sich im Kern befinden. Sie haben eine Masse. Wir schreiben **p** für das Proton.



### DAS NEUTRON

Neutronen sind **neutrale (elektrisch nicht geladene)**

**Elementarteilchen**, die sich im Kern befinden. Sie haben eine Masse. Wir schreiben **n** für das Neutron.



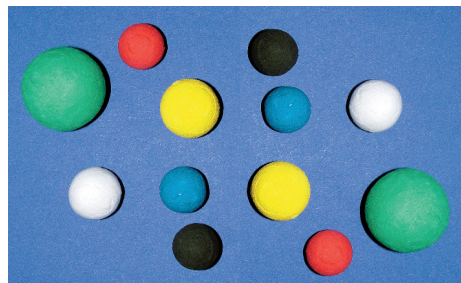
### DAS ELEKTRON

Elektronen sind **elektrisch negativ geladene Elementarteilchen**, die sich in der Hülle befinden. Sie haben fast keine Masse. Wir schreiben **e-** für das Elektron.

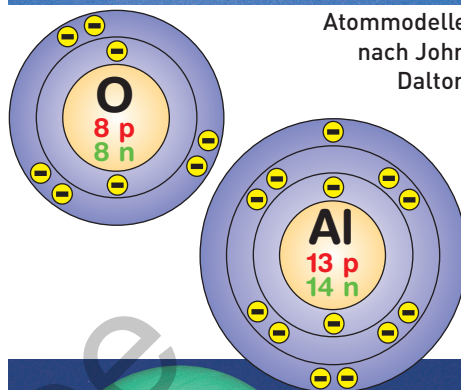
## „DER ATOMBAUKASTEN“

Du brauchst: Fotokarton (rot, grün, gelb), Weißblech vom Spengler 30 mal 30 cm, wasserfester Filzstift, Bleistift, Schere

1. Schneide oder stanze aus Fotokarton rote Kreise mit einem Durchmesser von 3 cm aus. Wiederhole den Vorgang mit grünem Fotokarton. Schneide aus gelbem Fotokarton Kreise  $d = 1,5$  cm aus.



Atommodelle nach John Dalton



Atommodelle nach Niels Bohr





2. Markiere die Kreise entsprechend ihrer Ladung (rot – plus, gelb – minus).
3. Klebe auf die Rückseite kleine Stücke eines selbstklebenden Magnetstreifens.
4. Gib deine Elementarteilchen in eine kleine Schachtel. Wir werden sie häufig brauchen.
5. Male auf ein Stück Weißblech vier konzentrische Kreise (gleicher Mittelpunkt) mit den Durchmessern 8 cm, 15 cm, 20 cm und 25 cm. Verwende einen wasserfesten Filzstift. Markiere den innersten Kreis als Kern.

**Atome bestehen aus Elementarteilchen. Im Kern finden wir Kernteilchen (Protonen und Neutronen). Protonen (positiv geladen) und Neutronen (neutral), haben beide eine Masse. Die Elektronen (negativ geladen, „fast masselos“) bewegen sich um den Kern.**



Weiters benötigen wir noch Holzperlen in den Farben Rot und Grün mit dem Durchmesser 10 oder 12 mm. Gelbe Holzperlen sollten einen Durchmesser von 5 mm haben.

Im Bastelgeschäft erhältst du Kunststoffkugeln, die man öffnen kann. Wir benötigen 4 dieser Kugeln mit den Durchmessern 6 cm, 10 cm, 12 cm und 14 cm. Damit werden wir dreidimensionale Atommodelle bauen können. Zum Befestigen der Elektronen besorgst du Klebepads oder doppelseitiges Klebeband.

## DAS PERIODENSYSTEM ALS LEXIKON

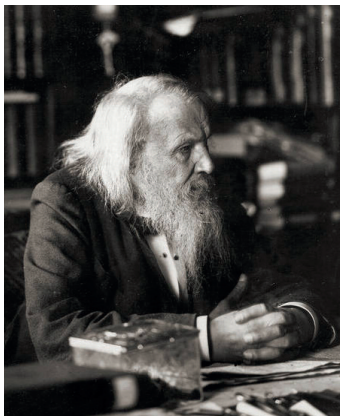


Alchemistisches Labor

### „DER STEIN DER WEISEN“

Für unser heutiges Verständnis war die Alchemie eine sonderbare Mischung aus Magie und Wissenschaft. Die Blütezeit der Alchemie war das Mittelalter. Man suchte gar nicht direkt nach Gold, sondern nach einer geheimnisvollen Substanz, mit der man Gold herstellen könnte. Diese „Substanz“ bezeichnete man als den „Stein der Weisen“.

[Woher kommt das Wort Alchemie? Was sind Alchemistische Symbole? Recherchiere und präsentiere Daten, Fakten, Bilder über die Alchemie!](#)



Dimitri Mendelejew (1834–1907)

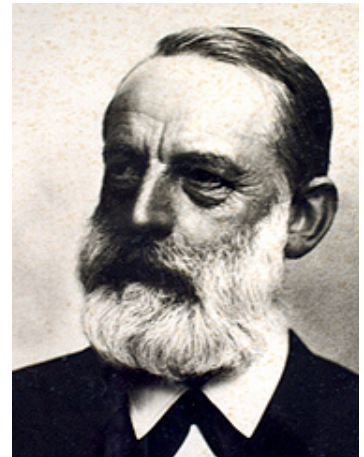
### „ORDNENDER GEIST“

Der russische Professor für Chemie **Dimitri Mendelejew** aus Petersburg erkannte 1869 ein System. Er fertigte für jedes bekannte Element ein Kärtchen an, auf dem er die damals bekannten chemischen Eigenschaften vermerkte. Elemente mit ähnlichen Eigenschaften ordnete er untereinander an und teilte ihnen eine Ordnungszahl zu.

Aufgrund der dabei entstandenen Lücken beschrieb er damals noch unbekannte Elemente mit ihren Eigenschaften. Von der Existenz der Edelgase wusste er nichts.

Im Laufe der Zeit wurden diese Elemente tatsächlich entdeckt, und sie haben auch die Eigenschaften, die Mendelejew damals „voraussagte“. [Welche Elemente waren das?](#)

Ungefähr zur selben Zeit versuchte der Deutsche **Lothar Meyer** dasselbe. Auch er ordnete die Elemente. Keiner der beiden Wissenschaftler konnte eine Erklärung für den Aufbau ihres Systems geben. Erst durch neue Erkenntnisse über den Atombau konnte man die Systematik erklären.



Lothar Meyer (1830–1895)

### Du findest das heute gültige Periodensystem im Anhang.

Es ist eine Art Lexikon, das jeder Physiker und Chemiker überall auf der Welt lesen kann, die Sprache ist international. Aus dem Periodensystem der Elemente kannst du jede Menge an Informationen und Daten herauslesen. Es hat zwei Seiten und für beide gilt: Die waagrechten Zeilen werden **Perioden** genannt. Es gibt 7 Perioden. Die senkrecht untereinander stehenden Elemente gehören einer **Gruppe** an. Das Periodensystem hat 18 Gruppen. Die Elemente einer Gruppe haben ähnliche Eigenschaften. Jedes Element wird mit einem **Elementsymbol** „abgekürzt“.

Dieses ist meist der Anfangsbuchstabe und ein weiterer Buchstabe des lateinischen oder englischen Wortes für den **Elementnamen**. Mit Hilfe der Erklärung (Legende) wirst du bald über jedes Element wichtige Informationen finden.

Finde mehr über Leben und Wirken von Mendelejew und Meyer heraus.  
Erstelle Biografien der beiden Wissenschaftler!

### SEITE I

**LEGENDE:**

- ♥ gasförmige Elemente
- feste Elemente
- flüssige Elemente (20 °C)
- ▼ radioaktive Elemente
- ◆ künstliche Elemente

**DICHTE** in g/dm<sup>3</sup> bei 20 °C  
gasförmige Elemente in g/l bei 100 hPa

**MASSENAnteil** des Elements in der Erdhülle in % : Erdkruste (bis 16 km Tiefe) + Hydrosphäre (Weltmeere) + Atmosphäre

**ORDNUNGSZAHL**

**ELEMENTSYMBOL**  
ROT - Nichtmetalle  
BLAU - Metalle  
GRÜN - Halbmetalle

**ELEMENTNAME**

**SIEDEPUNKT** von flüssigen und gasförmigen Elementen in °C

**SCHMELZPUNKT** von festen Elementen in °C

**ATOMMASSE**

### SEITE II

**LEGENDE:**

- violett - fest
- gelb - gasförmig
- türkis - flüssig

**MASSENAZahl** Anzahl der Nukleonen = Kernteilchen (Protonen + Neutronen)

**1-18 GRUPPENNUMMERN**

**1-7 PERIODENNUMMERN**

**ORDNUNGSZAHL**

**ELEMENTSYMBOL**

**OXIDATIONSZAHLEN** Die in Verbindungen des Elements am häufigsten vorkommenden Oxidationszahlen sind blau geschrieben.

**ELEMENTNAME**

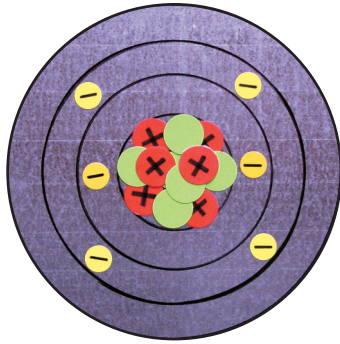
**Physikalische Eigenschaften**

**Vorkommen** in Klammer: Länder mit großen Vorkommen bzw. Fördermengen

**Verwendung** des Elements oder einer seiner Verbindungen

Ein Schüler/eine Schülerin sucht sich ein Element aus und beginnt, dieses zu beschreiben. Zum Beispiel: Das Element ist fest, schwarz oder farblos glänzend, hat die Ordnungszahl ... Der Schüler oder die Schülerin, der als Erster/die als Erste das Element mit Hilfe des Periodensystems findet, darf das nächste Element beschreiben.

# ATOMMODELL UND PERIODENSYSTEM



## Kohlenstoff – C

**2. Periode** → 2 Schalen

**Ordnungszahl 6**

→ 6 Protonen

→ 6 Elektronen

**Massenzahl 12**

$$12 - 6 = 6$$

→ 6 Neutronen

**14. Gruppe**

→ 4 Außenelektronen

## Dreidimensionales Modell



1. Befülle die kleinste Kugel mit der entsprechenden Anzahl von Protonen (rot) und Neutronen (grün).



2. Befestige die gelben Perlen (Elektronen) mit doppelseitigem Klebeband auf den Schalen.

Wie kann ich aus dem Periodensystem ablesen, wie ein Atom aufgebaut ist?



Damit du das Schalenmodell eines Atoms aufzeichnen oder mit den von dir gebastelten Elementarteilchen auflegen kannst, brauchst du vier Informationen.

## 1. DIE PERIODE

Lies ab, in welcher Periode das Element steht.

Die Zahl gibt dir an, wie viele Schalen das Atom hat.

**Schwefel: 3. Periode** → 3 Schalen

Die Schalen werden von innen nach außen hin mit den Großbuchstaben K, L, M, N oder 1, 2, 3, 4 ... abgekürzt. Wir „besetzen“ die innerste Schale mit 2 Elektronen. Ist diese besetzt, passen in die zweite Schale 8 Elektronen, und schließlich wird die dritte Schale mit ebenfalls bis zu 8 Elektronen besetzt.

## 2. DIE ORDNUNGSZAHL

Alle bekannten Elemente sind nach der Anzahl der Protonen im Kern geordnet. Diese Zahl gibt dir die Ordnungszahl an. Da ein Atom immer elektrisch neutral ist, ist die Anzahl der Protonen auch immer gleich der Anzahl der Elektronen.

**Bor: Ordnungszahl 5** → 5 Protonen und 5 Elektronen

## 3. DIE MASSENZAHL

Sie gibt dir die Anzahl der Teilchen im Kern = Nukleonen (Kernteilchen = Protonen + Neutronen) an.

**Massenzahl - Ordnungszahl (Zahl der Protonen) = Zahl der Neutronen**

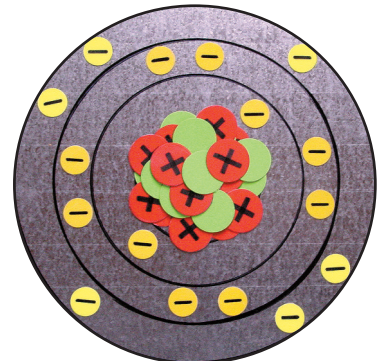
**Fluor: (Massenzahl) 19 - (Protonenzahl) 9 = 10 (Anzahl der Neutronen)**

## 4. DIE GRUPPE

Die Gruppe gibt dir die Zahl der Elektronen in der äußersten Schale an. Stickstoff (15. Gruppe) hat 5 Elektronen in der äußersten Schale. Wir nennen sie Außenelektronen oder Valenzelektronen.

Jetzt kannst du in kleinen Gruppen, Partnerarbeit oder auch Einzelarbeit Atommodelle bauen. Beschränke dich aber auf die Elemente mit den Ordnungszahlen 1 bis 18. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Atommodelle aufzuzeichnen.

Das Atommodell welchen Elements siehst du rechts abgebildet?



*Schwefel*

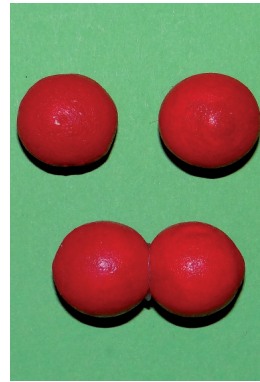
# CHEMISCHE GRUNDBEGRIFFE

## Was ist ein Molekül?

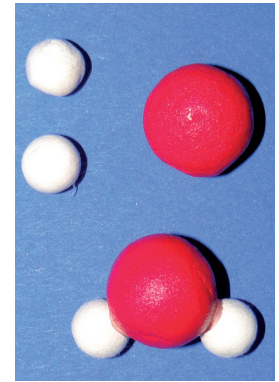


Nach dem Atommodell von Dalton können wir uns Atome als Kugeln verschiedener Größe und Masse vorstellen. Einzelne dieser Kugeln nennen wir Atome. Verbinden sich nun zwei oder mehrere dieser Atome miteinander, sprechen wir von Molekülen.

**Moleküle bestehen aus zwei oder mehreren miteinander verbundenen Atomen. Die Atome können von der „gleichen Sorte“ oder verschiedenartig sein.**

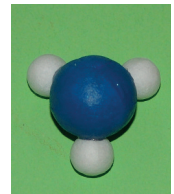
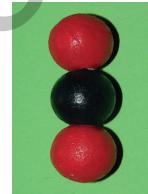
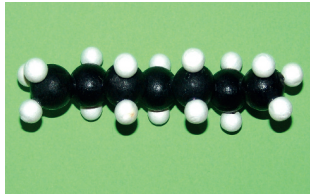
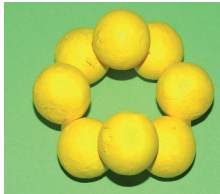


Zwei einzelne Sauerstoffatome (gleiche Atome) bilden ein Molekül Sauerstoff = ein Sauerstoffmolekül.



Ein Sauerstoffatom (rot) und zwei einzelne Wasserstoffatome (weiß) bilden ein Molekül Wasser.

Moleküle oder Atome? Bestimme und begründe deine Antwort!



## „DER MOLEKÜLBAUKASTEN“

Um Moleküle, Verbindungen und chemische Reaktion im Teilchenmodell nachbauen und besser verstehen zu können, wollen wir uns folgende „Hilfsmittel“ anfertigen. Dazu brauchst du: Presswattkekugeln (Zellstoffkugeln), Farben, Leim, Zahnstocher und ein Stück Styropor. Male die Zellstoffkugeln in den entsprechenden Farben und Größen an. Mit dem Leim oder Klebepistole kannst du sie dann zusammenfügen. Beim Anmalen empfiehlt es sich, die Kugeln auf einen Zahnstocher zu stecken, dann bleiben die Hände sauber. Zum Trocknen steckst du den Zahnstocher in ein Stück Styropor.



Bemalen der Presswattkekugeln

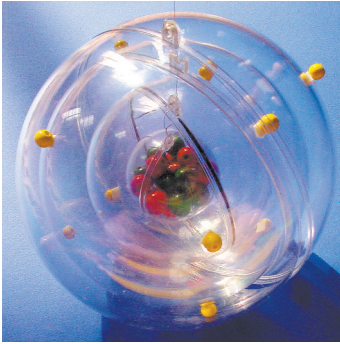


Kleben mit Leim oder Klebepistole

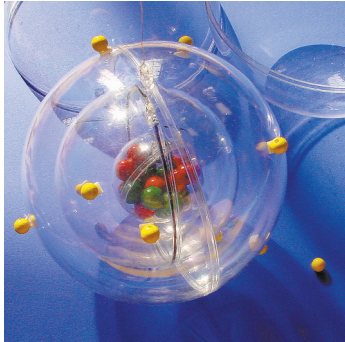
Element	Farbe	Durchmesser
Wasserstoff H	weiß	1 cm
Sauerstoff O	rot	2 cm
Kohlenstoff C	schwarz	2 cm
Stickstoff N	blau	2 cm
Schwefel S	gelb	2,5 cm
Chlorion Cl <sup>-</sup>	grün	3,5 cm
Natriumion Na <sup>+</sup>	hellgrau	2 cm
Eisen Fe	grau	3 cm
Aluminium Al	silbrig	3,5 cm

## So entsteht ein POSITIVES ION = KATION

**Na**  
neutrales  
Natriumatom  
11 Elektronen  
11 Protonen  
12 Neutronen



Das einzelne Elektron aus der äußersten Schale (Valenzelektron) wird abgegeben.

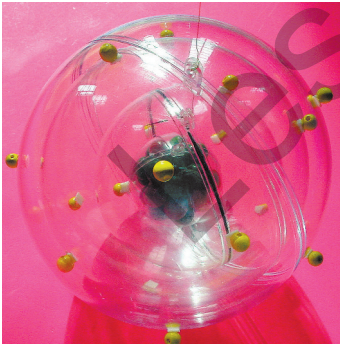


**Na<sup>+</sup>**  
positives  
Natriumion  
10 Elektronen  
11 Protonen  
12 Neutronen

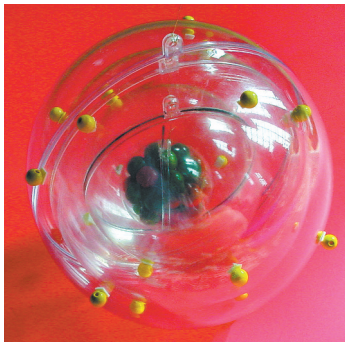
Baue die Modelle Natriumatom und -ion!

## So entsteht ein NEGATIVES ION = ANION

**Cl**  
neutrales  
Chloratom  
17 Elektronen  
17 Protonen  
18 Neutronen



Ein Elektron wird aufgenommen.



**Cl<sup>-</sup>**  
negatives  
Chlorion  
18 Elektronen  
17 Protonen  
18 Neutronen

Baue die Modelle Chloratom und Chlorion!

### Was ist ein Ion?



Wir wissen, dass ein Atom immer neutral ist, da es die gleiche Anzahl an negativen Ladungen (Elektronen) und positiven Ladungen (Protonen) besitzt.

Alle Atome streben allerdings danach, in ihrer äußersten Schale so viele Elektronen wie möglich zu haben. Sie streben den so genannten Edelgaszustand an. Die äußersten Schalen der Edelgase sind nämlich (bis zum Element Argon) immer voll mit Elektronen besetzt.

Um diesen Zustand zu erreichen, haben Atome nun zwei Möglichkeiten:

#### 1. Sie können Elektronen abgeben.

Logischerweise geben Atome, die wenig Elektronen in ihrer äußersten Schale haben, diese Außenelektronen ab.

Das betrifft vor allem die Elemente, die im Periodensystem links zu finden sind.

Du weißt ja, dass uns die Gruppe Auskunft über die Anzahl der Außenelektronen eines Atoms gibt. Und diese Elemente sind größtenteils Metalle. Da nach der Abgabe von ein oder auch mehreren Elektronen die negative Ladung weniger geworden ist, entsteht ein **positives Ion** oder **Kation**. Wir sprechen nicht mehr von einem Atom!

Suche im Periodensystem nach Elementen, die positive Ionen bilden! Nenne einige Beispiele!

#### 2. Sie können Elektronen aufnehmen.

Atome, die in ihrer äußersten Schale „viele“ Elektronen haben, sind bestrebt, die noch fehlende Anzahl aufzunehmen. Dieses Bestreben haben vor allem die Elemente rechts im Periodensystem. Nach dem Vorgang ist die negative Ladung größer geworden, wir sprechen von einem **negativen Ion** oder **Anion**.

Suche im Periodensystem nach Elementen, die negative Ionen bilden! Nenne einige Beispiele!

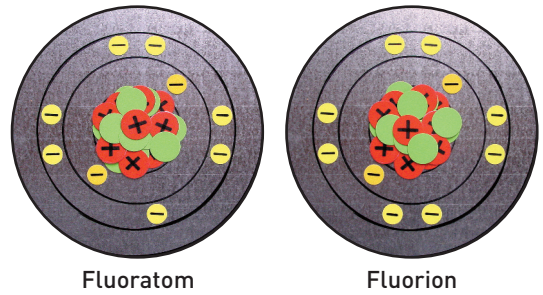
**Durch Abgabe eines oder mehrerer Elektronen entsteht aus einem neutralen Atom ein positives Ion (Kation).  
Durch Aufnahme von Elektronen entsteht aus einem neutralen Atom ein negatives Ion (Anion).**



## VERSUCHE ES SELBST

1. Baue mit deinem Atombaukasten ein Atommodell von Fluor. Nimm das Periodensystem zur Hilfe. Welches Ion bildet Fluor? Setze ein:

<b>neutrales Atom F</b>	<i>negatives Ion F<sup>-</sup></i>
<u>9</u> Elektronen	<u>10</u> Elektronen
<u>9</u> Protonen	<u>9</u> Protonen
<u>10</u> Neutronen	<u>10</u> Neutronen



2. Wiederhole die Aufgabe mit einem Magnesiumatom.

<b>neutrales Atom Mg</b>	<i>positives Ion Mg<sup>2+</sup></i>
<u>12</u> Elektronen	<u>10</u> Elektronen
<u>12</u> Protonen	<u>12</u> Protonen
<u>12</u> Neutronen	<u>12</u> Neutronen

3. Wiederhole die Aufgabe mit einem Lithiumatom.

<b>neutrales Atom Li</b>	<i>positives Ion Li<sup>+</sup></i>
<u>3</u> Elektronen	<u>2</u> Elektronen
<u>3</u> Protonen	<u>3</u> Protonen
<u>4</u> Neutronen	<u>4</u> Neutronen

### Was ist ein Element?



Elemente sind Stoffe, die aus nur einer „Sorte“ von Atomen bestehen, sie können mit chemischen Methoden nicht in einfachere Stoffe zerlegt werden.

Derzeit sind 118 verschiedene Elemente bekannt. In der Erdkruste und in der Atmosphäre findet man hauptsächlich folgende Elemente (gerundete Werte): 50 % Sauerstoff, 26 % Silicium, 7,6 % Aluminium, 4,7 % Eisen, 3,4 % Calcium, 2,4 % Kalium, 2 % Magnesium und 1 % Wasserstoff.

Alle übrigen Elemente haben gemeinsam einen Massenanteil von zirka 2 %.

Suche im Periodensystem nach den seltensten Elementen!



Ein Element ist ein Stoff, der mit chemischen Methoden nicht in einfachere Stoffe zerlegt werden kann.



Helium ist ein Element, das aus einzelnen Heliumatomen besteht.



Sauerstoff bildet aus je 2 Sauerstoffatomen Sauerstoffmoleküle.



Das Element Eisen bildet aus Eisenatomen ein Rauggitter.



Was ist ein Gemenge?

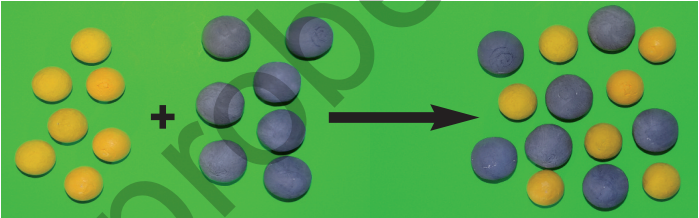
**VERSUCH 1**  
 Vermenge in einer Reibschale 7 g Eisen und 4 g Schwefel. Wiege sehr exakt! Betrachte das Gemenge unter dem Mikroskop.

Was wird passieren? Beobachtung:  
*Ich kann die Eisenteilchen und die Schwefelteilchen im Mikroskop unterscheiden.*

**VERSUCH 2**  
 Nähere dem Gemenge einen Magneten.

Was wird passieren? Beobachtung:  
*Ich kann das Eisen vom Schwefel trennen.*

Erkläre, warum das möglich ist!



Gemenge bestehen aus verschiedenen Stoffen, die nicht fest miteinander verbunden sind. Die Stoffe behalten ihre Eigenschaften bei. Wir können Gemenge mit physikalischen Trennverfahren wieder in ihre Bestandteile zerlegen.

Was ist eine Verbindung?

**VERSUCH 3**  
 Gib das Gemenge aus 7 g Eisen und 4 g Schwefel in eine Proberöhre. Exaktes Mengenverhältnis beachten! Erhitze das Gemenge in der Flamme eines Brenners. Nähere dem Stoff aus der Proberöhre nach dem Abkühlen einen Magneten.

Was wird passieren? Beobachtung:  
*Es ist ein neuer Stoff mit anderen Eigenschaften entstanden. Er ist nicht magnetisch.*

Die zwei Elemente Schwefel und Eisen bilden eine chemische Verbindung. Um die Reaktion in Gang zu bringen, muss Wärme zugeführt werden. Während der Reaktion glüht der Stoff, Wärme wird abgegeben. Am Ende der Reaktion ist ein neuer Stoff mit neuen Eigenschaften entstanden.