

### Modell

Von Dingen, die man nicht anfassen oder sehen kann macht man sich ein Modell, um sich diese besser vorstellen bzw. verstehen zu können. Modelle haben aber fast immer einen **Haken**. So kann man sich in eine Modelleisenbahn nicht hineinsetzen.

**Wir in der Chemie benutzen immer ein möglichst einfaches Modell.**

Kann es die Realität **nicht mehr erklären**, ändern wir es oder ersetzen es durch ein **anderes Modell**.

### Die alten Griechen

Schon die alten Griechen hatten die Idee:

Jeder Stoff lässt sich solange teilen, bis physikalisch nicht mehr trennbare **kleinste Teilchen** übrig bleiben.

ατομος = unteilbar

### Teilchenmodell von Dalton

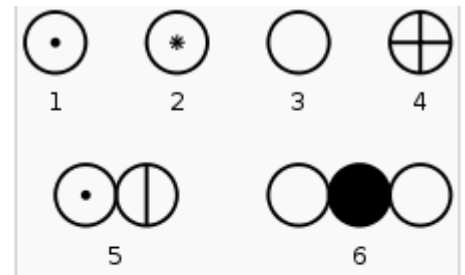
Erst um 1800 griff John Dalton die Idee der Griechen wieder auf


Ein **Reinstoff** enthält nur **gleiche kleinste Teilchen**.

Ein **Gemisch** enthält **verschiedene kleinste Teilchen**.

1. Die "unteilbaren" Atome sind massiv und kugelförmig
2. Die Atome eines Elementes haben die gleiche Größe und die gleiche Masse.
3. Jedes kleinste Teilchen einer flüchtigen Verbindung, Molekül, enthält die Atome der entsprechenden Elemente im gleichen Zahlenverhältnis.
4. Bei chemischen Reaktionen ändert sich die Masse der Atome nicht. Bei Synthesen verbinden sich die Elemente meist in einem gleichen, sehr "krummen" Massenverhältnis.

Dalton konnte zeigen, dass r ein einfaches Zahlenverhältnis vorliegt, da jeweils einzelne Atome miteinander im selben Zahlenverhältnis reagieren



Elementschreibweise nach Dalton   
 1 = Wasserstoff, 2 = Magnesium, 3 = Sauerstoff, 4 = Schwefel, 5 = Ammoniak, 6 = Kohlendioxid

### Teilchenmodell und Aggregatzustände

Nach den Modellvorstellungen gibt es bei den kleinsten Teilchen zwei Arten von Energie:

1. Energie, beruhend auf der **Anziehungskraft** der Teilchen untereinander (potenzielle Energie)
2. Die **Bewegungsenergie** der Teilchen (kinetische Energie)

#### Temperatur im Teilchenmodell:

Die Bewegungsenergie - nicht die Energie der Anziehung der Teilchen - äußert sich für uns als Wärme.

Die Temperatur ist also nach dem Teilchenmodell ein **Maß für die Stärke der Bewegung der kleinsten Teilchen**.

#### Verhalten der Stoffe bei Zufuhr von Wärmeenergie (hier Wasser)

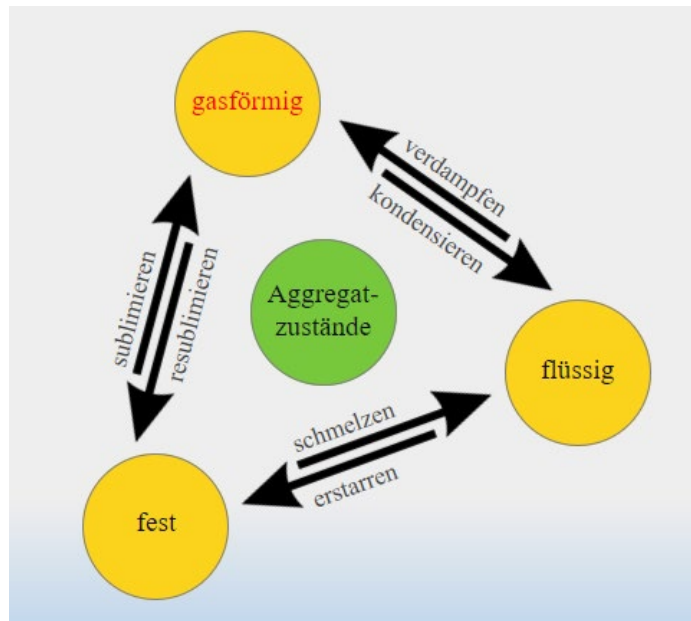
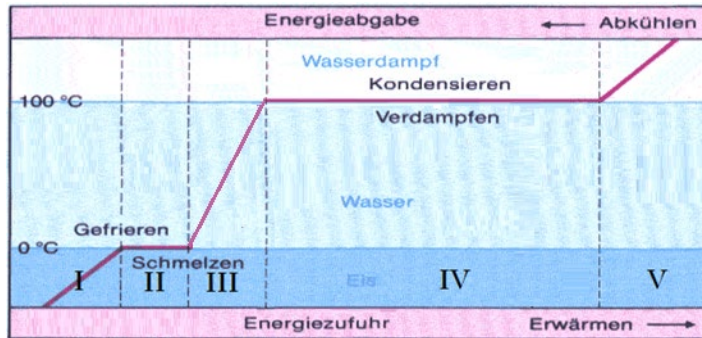
Die von außen zugeführte Wärmeenergie ("Beklopfen der Teilchen") wird in eine der beiden oben beschriebenen Energien umgewandelt. Man unterscheidet daher nur zwei Fälle:

##### 1. Ohne Aggregatzustandsänderung

Die zugeführte Energie dient dazu, die **Bewegung** der Teilchen zu verstärken, **die Temperatur steigt** mit der Energiezufuhr (Bereiche: I, III und V auf der nächsten Seite).

##### 2. Mit Aggregatzustandsänderung

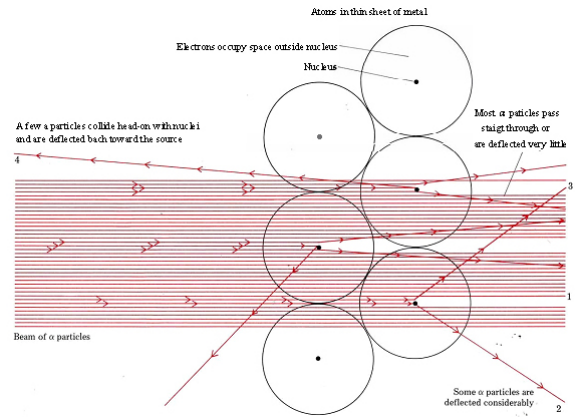
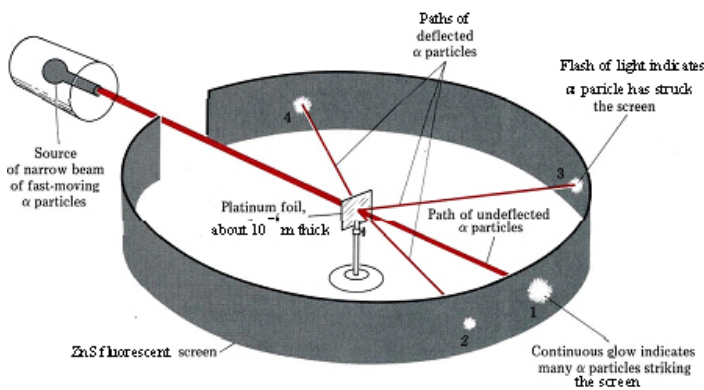
Die zugeführte Energie dient dazu, die **Anziehungskraft** der Teilchen zu vermindern bzw. aufzuheben, **die Temperatur steigt nicht** mit der Energiezufuhr; sie bleibt gleich! (Bereiche II und IV)



Name	fest	flüssig	gasförmig
Modell mit kleinsten Teilchen			
Anziehung	Die Anziehungskräfte sind so groß, dass die Teilchen auf festen Plätzen sind.	Die Anziehungskräfte sind gelockert aber noch da. Der Abstand der Teilchen ist größer.	Es gibt (fast) keine Anziehungskräfte mehr. Energieübertragung durch Anstoßen an andere Teilchen oder die Wände.
Bewegung	Die kleinsten Teilchen „schwingen“ nur um ihre Ruhelage. ("Zittern")	Die Teilchen bewegen sich einzeln aber meist in zusammenhaltenden Verbänden. Sie passen sich der Gefäßform an	Die Teilchen fliegen mit großer Geschwindigkeit und großem Abstand "regellos" geradlinig umher.

**Das Rutherford--Atommodell**

Folgerungen aus einem Experiment, bei dem positive radioaktive Teilchen auf Goldfolie geschossen wurde und fast alle Teilchen ungehindert durchkommen. Nur **1 von 100 000** wird abgelenkt oder reflektiert. Daraus folgerte er: Das Atom besteht aus einem positiven Atomkern, in dem sich Protonen und Neutronen befinden und der Atomhülle, in der die Elektronen wahllos umherschwirren. In einem äußerst winzig kleinen Punkt ist fast die gesamte Masse vereint. Der größte Teil ist leer, besteht praktisch aus "Nichts" (Vergleich: Weltall).



Ein Atom ist aus drei Bausteinen aufgebaut:

	Elektron	Proton	Neutron
Zeichen	e <sup>-</sup>	p <sup>+</sup>	n
Masse in u	0,0005	1,0073	1,0087
Ladung in Elementarladungen	-1		0
	gleich große, aber entgegengesetzte	nahezu gleiche	

Elementsymbole im Periodensystem:

Besitz die Atommasse Nachkommastellen, so besteht das Element aus mehreren Isotopen. Die Zahl ist dann der Mittelwert der natürlich vorkommenden Isotope. So besteht Chlor  $^{35,5}_{17}\text{Cl}$  aus 75%  $^{35}_{17}\text{Cl}$  und 25%  $^{37}_{17}\text{Cl}$ .

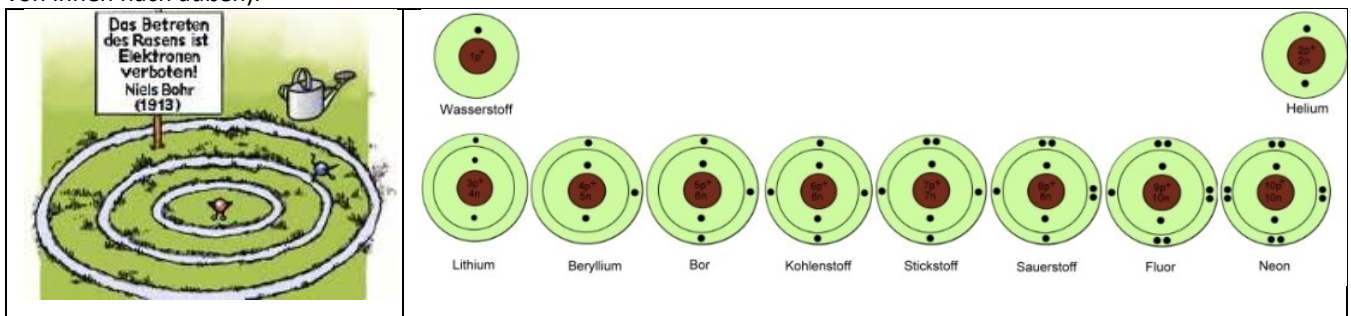
Allgemein:  

$$^A_Z\text{X}$$
 Zeichen für das Atom  
 Kernladungszahl Z = Anzahl der Protonen (13)  
 Elektronenzahl Z<sub>e</sub> = Protonenzahl

Da die Elektronen negativ sind und der Kern positiv ist, müssten sie sich eigentlich vereinigen. Dass dies nicht geschieht, versucht das nächste Modell zu erklären.

**Atommodell von Bohr**

Der Aufbau der Hülle wird gedeutet: Die Elektronen bewegen sich und zwar nicht regellos in der Hülle sondern auf ganz bestimmten Bahnen um den Atomkern. ("Zwiebelschalenmodell"). Die elektrische Anziehungskraft, bestimmt durch elektrische Ladung und Abstand (Kern- Elektron) und die Abstoßungskraft ("Zentrifugalkraft"), beruhend auf der Bewegung der Elektronen, bestimmt durch ihre Masse und Geschwindigkeit halten sich im Gleichgewicht. Die Geschwindigkeit der Elektronen in Kernnähe ist besonders groß. Die einzelnen Bahnen können nur eine bestimmte Anzahl von Elektronen aufnehmen. Auf einer Bahn mit kleinem Radius befinden sich weniger Elektronen, weil sie sich auf Grund elektrischer Kräfte gegenseitig abstoßen. Die Maximalzahl der Elektronen einer Schale ist gegeben durch:  $Z = 2 \cdot n^2$  (n = Nummer der Schale von innen nach außen).





Für den Physikunterricht hat das Bohrmodell größte Bedeutung: Mit ihm kann man die Linienspektren mathematisch erfassen. Um Elektronen gegen die Anziehungskraft des Kerns in eine äußere Schale zu bringen, benötigt man eine bestimmte Energie (Anregungsenergie). "Springt" das Elektron zurück, so gibt es diese Energie in Form von Licht einer ganz bestimmten Frequenz (farbige Linie) wieder ab.

Die Bedeutung für die Chemie liegt in der Aussage, dass nur die Elektronen der äußersten Schale (Valenzelektronen) wichtig sind.

**Edelgasregel:** Wenn die äußere Schale gerade 8 Elektronen besitzt, befindet sich das Atom in einem besonders stabilen "glückseligmachenden Zustand". (Ausnahme 1: Schale bei 2 Elektronen). Metalle erreichen diesen Zustand durch Abgabe, Nichtmetalle durch Aufnahme von Elektronen.

**Leider ist es mit dem Bohr-Modell nicht möglich, die räumliche Gestalt von Molekülen darzustellen.**

### Elektronenpaar-Abstoßungs-Modell (EPA)

..auch VSEPR-Modell (Valence shell electron pair repulsion),

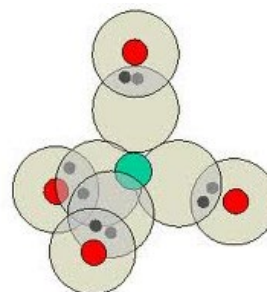
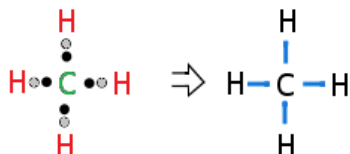
Nach Heisenberg kann man Ort und Geschwindigkeit eines Elektrons nicht gleich genau angeben sondern eher einen "Aufenthaltsraum", in dem sich das Elektron mit großer (90%) Wahrscheinlichkeit befindet. Der kleinste solche Raum hat Platz für genau zwei Elektronen (Elektronenpaar). Die Form solcher Räume wird durch Kugeln, Hanteln oder "Luftballons" veranschaulicht. Valenzelektronen und Edelgasregel haben auch hier ihre Gültigkeit.

Regeln:

1. Die "Räume" einer Stufe ordnen sich geometrisch besonders weit voneinander entfernt an, da sich die Elektronen aufgrund ihrer gleichen Ladung abstoßen. Bei den sogenannten Hauptgruppenelementen ist die Zahl der Elektronen auf der äußeren Schale maximal 8 (Oktettregel). Dies entspricht 4 Elektronenpaaren, die sich so ausrichten, dass sie in die Ecken eines Tetraeders zeigen.

Elektronenpaar-abstoßungs-modell:

Methan CH<sub>4</sub> : Grün: C Atom mit 4 (schwarzen) Elektronen -  
Rot: H Atome mit jeweils 1 (grauen) Elektron



2. Um die Edelgasregel zu erfüllen, wird ein teilweise besetzter Raum von einem Elektron eines zweiten Atoms, das ebenfalls einen teilweise besetzten Raum hat, mitbenutzt (Bildung eines neuen Aufenthaltsraumes aus zwei teilweise besetzten). Solche Bindungselektronen "zählen" doppelt.

Schreibweise: Elektron als Punkt, Elektronenpaar als Strich