

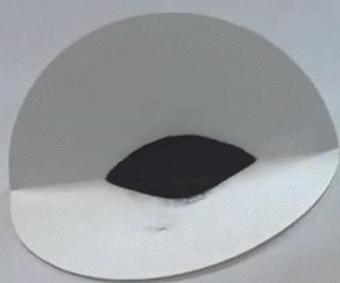


Kennzeichen einer chemischen Reaktion

Quelle des Fotos: Aus dem im Unterricht gezeigten Video

Klicken, um das
Video
aufzurufen!

Eisen und Schwefel reagieren zu ...?



Ihr Arbeitsauftrag:
Sie erhalten ein Arbeitsblatt
zum Video-Experiment

Arbeitsblatt: Kennzeichen einer chemischen Reaktion

Wirtschaftsgymnasium Eingangsklassen Chemie

Frage:

1. Schreiben Sie im Kasten „Chemische Reaktion erkennen“ auf Papier an:

2. Bezeichnen Sie die nachstehende Frage in der passenden Box:

Min. 10 Sek. - 15 Sek.: Durch welche Stoffeigenschaften lassen sich Eisen und Schwefel vor der Reaktion voneinander unterscheiden?

Min. 45 Sek. - 50 Sek.: Durch welche Trennmethode würde sich das Stoffgemisch aus Eisen und Schwefel wieder trennen lassen?

Min. 1:00 - 1:25: Beschreiben Sie die Maßnahme, durch welche die Reaktion von Eisen und Schwefel ausgelöst wird? Ist es eine exotherme oder endotherme Reaktion?

Min. 4:00: Ergänzen Sie auch die Reaktionsergebnisse von Eisen und Schwefel.

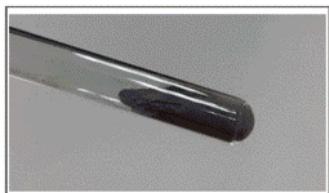
YouTube :: Video-Experiment
TM Chemie - Chemische Reaktionen erkennen
<https://www.youtube.com/watch?v=s17NdP6tRGw> :: 4:22 min

Ihr Auftrag ...

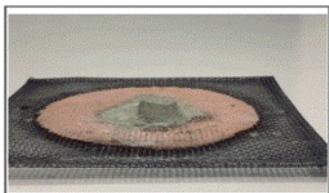
Klicken, um das
Arbeitsblatt
aufzurufen!



Sek. 10 ⇒ Sek. 35 :: Durch welche Stoffeigenschaften lassen sich Eisen und Schwefel vor der Reaktion voneinander unterscheiden?



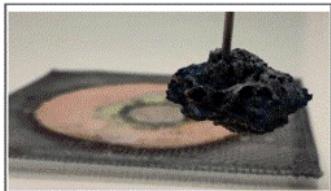
Sek. 45 ⇒ Sek. 50 :: Durch welche Trennmethode würde sich das Stoffgemisch aus Eisen und Schwefel wieder trennen lassen?



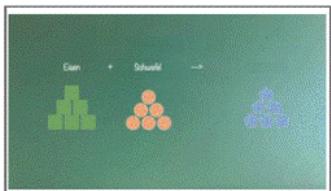
Min. 1:00 ⇒ Min. 1:25 :: Beschreiben Sie die Maßnahme, durch welche die Reaktion von Eisen und Schwefel ausgelöst wird? Ist es eine exotherme oder endotherme Reaktion?



Ihr Auftrag ...



Min. 1:25 ⇒ Min. 2:25 :: Benennen Sie das Reaktionsprodukt, welches bei der Reaktion entsteht. Beschreiben Sie dessen Eigenschaften im Unterschied zu den Edukten?



Min. 3:10 :: Ergänzen Sie zum Reaktionsschema die Reaktionsgleichung. Erstellen Sie eine Hypothese, ob es sich beim Reaktionsprodukt um ein Molekül oder eine Ionengruppe handelt.



Min. 4:00 :: Ergänzen Sie auch die Reaktionsgleichung zur Reaktion von Zink und Schwefel.

Ihre Aufgabe ...

...bearbeiten Sie ein interaktives Medienmodul

Klicken, um das
Medienmodul
aufzurufen!

Elemente Chemie

Auswahl
 Reaktion
 Modell

Chemische Reaktion und Energie Medieninfo | Aufgabe

Obwohl bei der Reaktion von Zink und Schwefel sehr viel Energie frei wird, startet die Reaktion nicht von selbst, sondern muss durch Zufuhr von Energie ausgelöst werden.

Dabei genügt es, das Gemisch nur an einer Stelle zu erhitzen. Die zum Auslösen der chemischen Reaktion benötigte Energie heißt Aktivierungsenergie.

Aktivierungsenergie

Bei der Reaktion von Zink und Schwefel zu **Zinksulfid** wird sehr viel Energie an die Umgebung abgegeben - es ist eine **exotherme Reaktion**.

Dennoch reagieren die beiden Edukte **nicht spontan** miteinander. Die Reaktion muss durch Zufuhr einer geringen Menge Energie von außen ausgelöst werden. Diese Energie heißt **Aktivierungsenergie**.

Das Auslösen einer chemischen Reaktion lässt sich mit dem **Dominoeffekt** vergleichen. Es genügt einen Stein anzustoßen, damit schließlich alle Dominosteine umfallen.

Wir schauen uns dazu ein Medienmodul gemeinsam an.



Kennzeichen einer (exothermen) chemischen Reaktion

Quelle des Fotos: Aus dem im Unterricht gezeigten Video

Eisen und Schwefel reagieren zu ...?

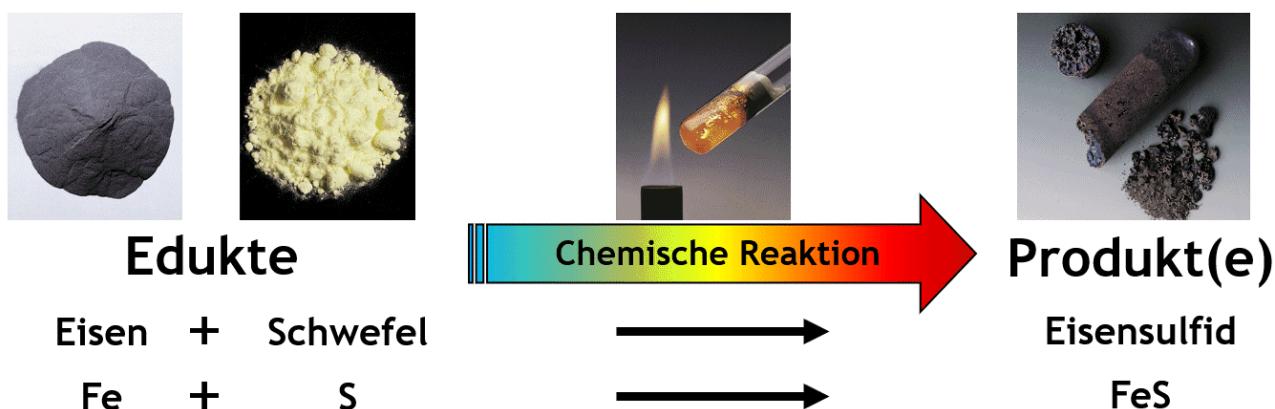
Klicken, um das Video aufzurufen!

Gleches Video wie zwei Seiten vorher...

YouTube :: Video-Experiment
TM Chemie - Chemische Reaktionen erkennen
<https://www.youtube.com/watch?v=s17NdP6tRGw> :: 4:22 min

Kennzeichen einer exothermen Reaktion - Stoffebene ...

Durchlaufen Eisen und Schwefel (Edukte) eine chemische Reaktion, so entsteht Eisensulfid (Produkt), die sich in seinen chemischen und physikalischen Eigenschaften von den beiden Edukten deutlich unterscheidet. Bei dieser exothermen Reaktion wird Energie an die Umgebung abgegeben.



Fotos mit freundlicher Genehmigung des Ernst Klett Verlag GmbH, Prisma Chemie NW 9-10, Digitaler Unterrichtsassistent; Karin Mall

Kennzeichen (exotherme Reaktion)

- **Stoffeigenschaften** vor und nach der Reaktion haben sich geändert
- **Aktivierungsenergie** zum Auslösen der Reaktion wird benötigt
- **Energie** wird an die Umgebung abgegeben



Kennzeichen einer (endothermen) chemischen Reaktion

Quelle des Fotos: Aus dem im Unterricht gezeigten Video

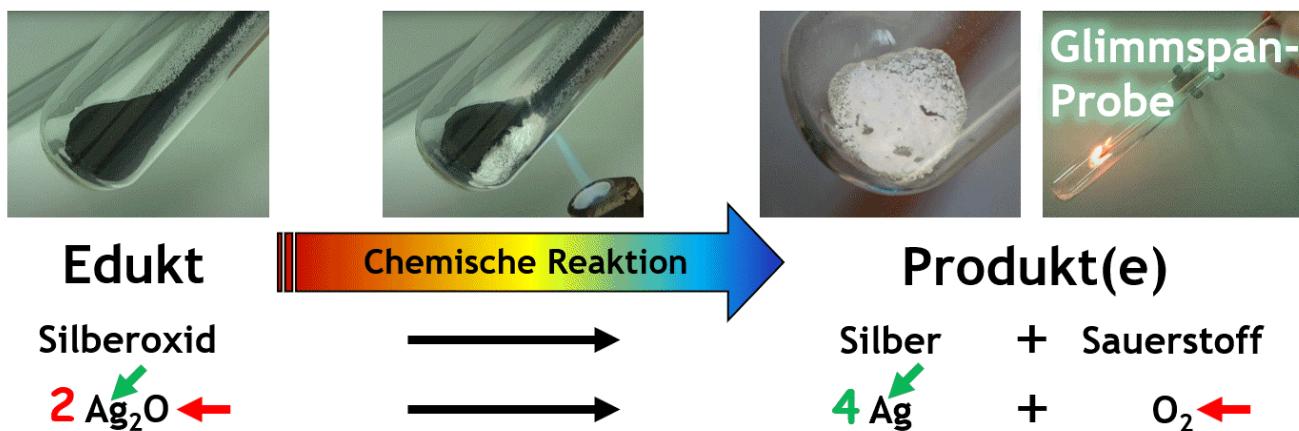
Klicken, um das
Video
aufzurufen!

Silberoxid zersetzt sich bei Wärmeeinwirkung in ...?

YouTube :: Video-Experiment
Chemie - Experimente und mehr - Erhitzen von Silberoxid
<https://www.youtube.com/watch?v=DobxQZA64BU> :: 3:53 min

Kennzeichen einer endothermen Reaktion - Stoffebene ...

Silberoxid (**Edukt**) zersetzt sich unter Hitzeinwirkung in **Silber** und **Sauerstoff**. Die beiden **Produkte** unterscheiden sich in ihren **chemischen** und **physikalischen Eigenschaften** vom Edukt deutlich. Bei dieser **endothermen** Reaktion muss **ständig Energie von außen zugeführt werden**.



Kennzeichen (endotherme Reaktion)

- **Stoffeigenschaften** vor und nach der Reaktion haben sich geändert
- **Aktivierungsenergie** zum Auslösen der Reaktion wird benötigt
- **Energie** muss dauerhaft aus der Umgebung zugeführt werden

Foto zur Reaktion von Silberoxid siehe bitte Link zum YouTube-Video auf voriger Folie :: Reines Silberoxid mit freundlicher Genehmigung von Christian Firneis, YouTube-Video: <https://www.youtube.com/watch?v=SH0E1A10sUo>



Kennzeichen einer umkehrbaren chemischen Reaktion

Quelle des Fotos: Aus dem im Unterricht gezeigten Video

Klicken, um das
Video
aufzurufen!

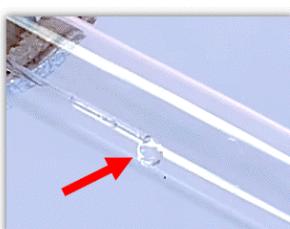
Kupfersulfat zersetzt sich bei Wärmeeinwirkung in ...?

Lässt sich diese Reaktion auch umkehren?

YouTube :: Video-Experiment
TM Chemie - Exotherme und endotherme Reaktionen
<https://www.youtube.com/watch?v=VOInJshTdSA> :: 2:24 min

Kennzeichen einer umkehrbaren Reaktion - Stoffebene ...

Wasserhaltiges, blaues Kupfersulfat-Hydrat reagiert beim Erhitzen **endotherm** zu weißem Kupfersulfat und Wasser. Diese Reaktion ist **reversibel**. Versetzt man weißes, wasserfreies Kupfersulfat mit Wasser, entsteht in einer **exothermen Reaktion** wieder wasserhaltiges, blaues Kupfersulfat-Hydrat.



Quelle der Fotos: Aus dem im Unterricht gezeigten Video; siehe bitte vorige Folie

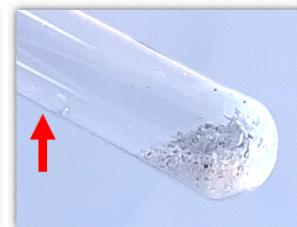


Kennzeichen einer umkehrbaren Reaktion - Stoffebene ...

Wasserhaltiges, blaues Kupfersulfat-Hydrat reagiert beim Erhitzen **endotherm** zu weißem Kupfersulfat und **Wasser**. Diese Reaktion ist **reversibel**. Versetzt man weißes, wasserfreies Kupfersulfat mit Wasser, entsteht in einer **exothermen Reaktion** wieder wasserhaltiges, blaues Kupfersulfat-Hydrat.



Alle chemischen Reaktionen sind umkehrbar.
Manche einfach, manche recht aufwändig.



Quelle der Fotos: Aus dem im Unterricht gezeigten Video; siehe bitte vorige Folie

Kennzeichen einer umkehrbaren chemischen Reaktion

Quelle des Fotos: Aus dem im Unterricht gezeigten Video

endotherme Reaktion

- Energie wird permanent der Reaktion zugeführt
- Reaktion stoppt, sobald Energiezufuhr stoppt

Kupfersulfat-Hydrat (blau)
reagiert zu
Kupfersulfat (weiß) + Wasser

exotherme Reaktion

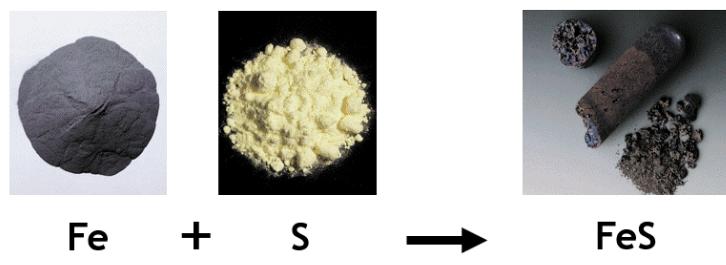
- Energie wird während der Reaktion abgegeben
- einmal ausgelöst, läuft die Reaktion weiter

Kupfersulfat (weiß) + Wasser
reagiert zu
Kupfersulfat-Hydrat (blau)

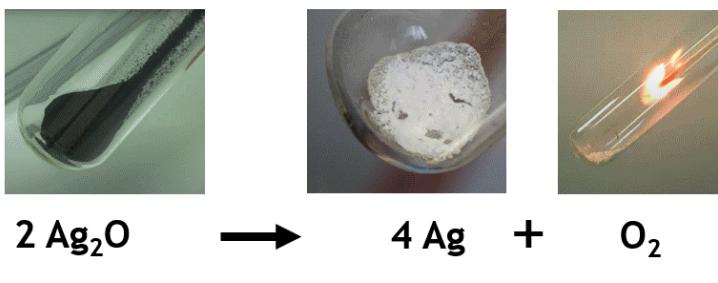


Synthese und Analyse

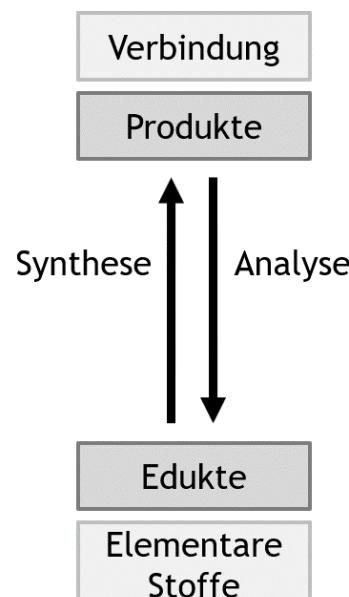
Bei der Reaktion der **elementaren Stoffe** Eisen und Schwefel entsteht die **Verbindung** Eisensulfid. Eine Reaktion bei der aus elementaren Stoffen eine Verbindung entsteht, bezeichnet man als **Synthese**.



Erhitzt man die **Verbindung** Silberoxid, so entstehen die **elementaren Stoffe** Silber und Sauerstoff. Eine Reaktion bei der eine Verbindung in elementare Stoffe zerlegt wird, heißt **Analyse**.



Synthese und Analyse lassen sich allgemein so in einem einfachen **Schema** darstellen.



Ihr Arbeitsauftrag... ...bearbeiten Sie ein interaktives Medienmodul

Klicken, um das Medienmodul aufzurufen!

A Ihre Aufgabe im Detail:

Erstellen Sie Tabelle zu den vier dargestellten Reaktionen mit diesen Spalten:

Wortgleichung | Reaktionsgleichung | Energie (exotherm oder endotherm) | Reaktionstyp (Synthese oder Analyse)

Für die Erstellung der Tabelle können Sie im **Internet** recherchieren.

Elemente Chemie

Kupfer Vergleich (Cu) Eisen Vergleich (Fe) Silber Vergleich (Ag) Silbersulfid

Bildu Aus d Kupfe Das R Eigen

Metallsulfide

Die **Metalle** Kupfer, Eisen und Silber reagieren - wie viele weitere Metalle - mit Schwefel zu **Metallsulfiden**.

Kennzeichen einer chemischen Reaktion ist, dass sich die Stoffeigenschaften der Ausgangsstoffe (Edukte) durch die Reaktion **verändern**. Die Produkte haben andere Stoffeigenschaften wie die Edukte.

Chemische Reaktionen können - je nachdem, ob **Energie** aufgenommen oder abgegeben wird - **endotherm** oder **exotherm** verlaufen.

Zum Auslösen einer chemischen Reaktion wird **Aktivierungsenergie** benötigt.

Alle chemischen Reaktionen sind **umkehrbar** (reversibel).



Ihr Arbeitsauftrag ...

Nr.	Wortgleichung	Reaktionsgleichung	Energie	Reaktionstyp
	+ →			
1				
	+ →			
2				
	+ →			
3				
	→ +			
4				



Kennzeichen einer chemischen Reaktion - Teilchenebene ...

Elemente Chemie

The screenshot shows a comparison between particle models and energy diagrams for two reactions: the formation of zinc sulfide and the decomposition of sulfur dioxide. It includes a 3D molecular model, a 2D ball-and-stick model, and a corresponding energy diagram. A red box highlights a button labeled "Klicken, um das Medienmodul aufzurufen!" (Click to open the media module!).

Chemische Reaktion und Teilchenmodell | **Medieninfo** | **Aufgabe**

Jede chemische Reaktion lässt sich als Umgruppierung von kleinsten Teilchen deuten. Bei der Bildung einer Verbindung geht die Anordnung der Teilchen der Ausgangsstoffe verloren. Das Reaktionsprodukt weist eine andere Anordnung auf. Die Eigenschaften der Edukte und Produkte sind deshalb unterschiedlich. Die Bildung einer Verbindung aus den Elementen nennt man Synthese.

Teilchen und Energie

Eine chemische Reaktion lässt sich auf Teilchenebene als **Umgruppierung** der kleinsten Teilchen deuten. Im Produkt weisen die Teilchen eine andere **Anordnung** als im Edukt auf.

Sowohl für eine **exotherme** als auch eine **endotherme** Reaktion muss zunächst **Aktivierungsenergie** zugeführt werden. Die **Energie-diagramme** der beiden Reaktionstypen sind wie **Spiegelbilder**.

Wir schauen uns das Medienmodul „Chemische Reaktion und Teilchenmodell“ an ...

... traut sich jemand es am Beamer zu präsentieren (natürlich mit Hilfestellung durch die Klasse und den Lehrer)?

Nutzung des Medienmoduls: Mit freundlicher Genehmigung des Ernst Klett Verlages, Stuttgart

Umgruppierung von Teilchen...

„Betrachtet“ man die **Synthese** von Silber und Schwefel zu Silbersulfid und die anschließende **Analyse** von Silbersulfid zu Silber und Schwefel auf Stoff- und Teilchenebene, so stellt man fest, dass **keine Teilchen verloren gehen**, sondern dass die Teilchen in den Edukten und Produkten nur **umgruppiert** werden.



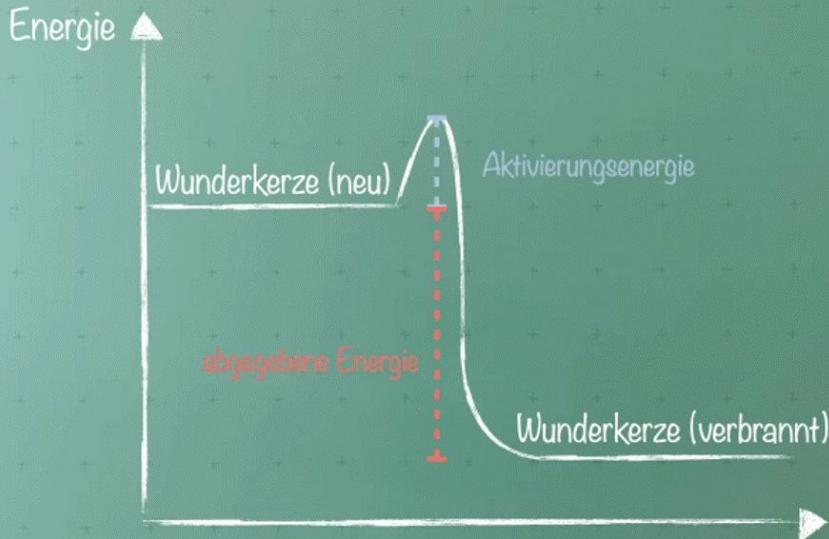


Energieverlauf bei chemischen Reaktionen

Quelle des Fotos: Aus dem im Unterricht gezeigten Video

Klicken, um das
Video
aufzurufen!

Wie kommt man zu einem Energiediagramm...?



YouTube :: Erklärvideo

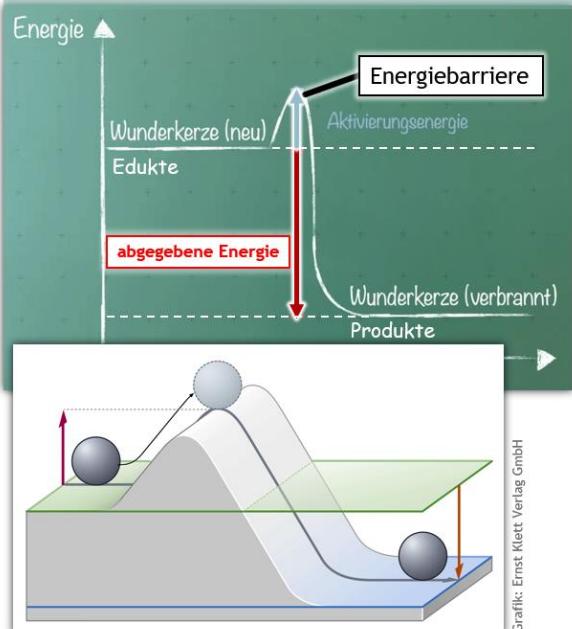
TM Chemie :: Energiediagramme zeichnen

<https://www.youtube.com/watch?v=zOGPiorEsOM> :: 3:19 min

Energieverlauf exothermer und endothermer Reaktionen

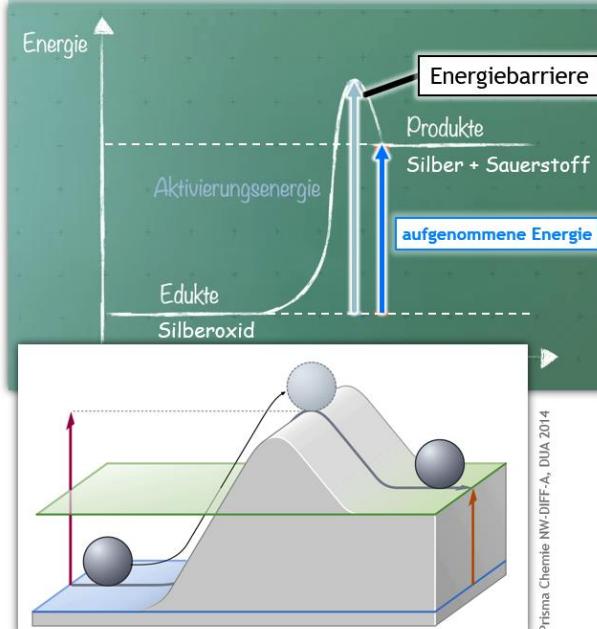
Zum Auslösen einer chemischen Reaktion braucht es **Aktivierungsenergie**. Sie wirkt wie eine **Energiebarriere**, die erst überwunden werden muss, damit eine **exotherme** Reaktion in Gang kommt, bzw. damit bei einer **endotherme** Reaktion die Produkte nicht gleich wieder zu den Edukten reagieren.

Energiediagramm: exotherme Reaktion



Quelle der Fotos: TM Chemie :: Energiediagramme zeichnen (2:12 min)

Energiediagramm: endotherme Reaktion

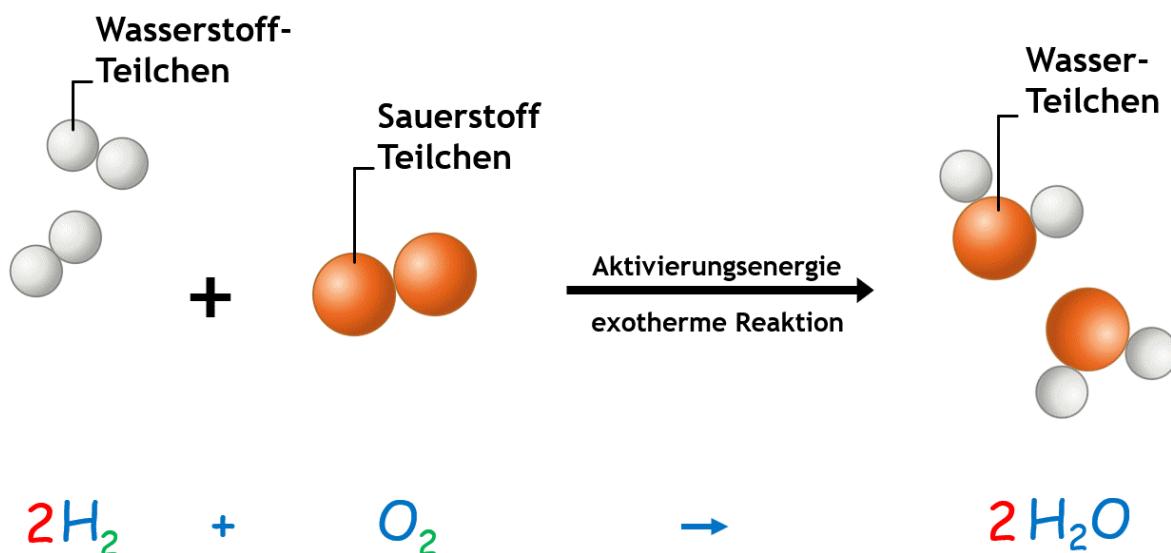


<https://www.youtube.com/watch?v=zOGPiorEsOM>



Chemische Reaktion ohne und mit Katalysator

Wir verdeutlichen uns die **Funktionsweise eines Katalysators** an einem einfachen Beispiel, der Reaktion von **Wasserstoff** und **Sauerstoff**. Betrachten wir zunächst die Reaktion der beiden Edukte. Sie reagieren bei Zimmertemperatur nur, wenn zum Auslösen der Reaktion **Aktivierungsenergie** (z.B. in Form einer Brennerflamme) zugeführt wird. Bei der **exothermen** Reaktion entsteht das Produkt **Wasser**.



Aktivierungsenergie und Katalysator ...

Klicken, um das Medienmodul aufzurufen!
Etwas nach unten scrollen.

Elemente Chemie

Auswahl

- Experiment
- Modell

Energiediagramm

- ohne Katalysator
- mit Katalysator
- Vergleich

Aktivierungsenergie und Katalysator | Medieninfo | Aufgabe

Strömt Wasserstoff über eine Keramikperle, die mit fein verteilem Platin beschichtet ist, beginnt diese nach kurzer Zeit zu glühen. Wasserstoff entzündet sich und verbrennt mit dem Sauerstoff der Luft zu Wasser. Platin wirkt bei dieser Reaktion als Katalysator und ermöglicht Wasserstoff auf einem anderen Reaktionsweg mit Sauerstoff zu reagieren. Die Aktivierungsenergie für diese Reaktion ist bei Anwesenheit von Platin deutlich herabgesetzt. So kommt die Verbrennung von Wasserstoff zu Wasser ohne äußere Energiezufuhr schon bei Zimmertemperatur in Gang.

Experiment und Modell

Ohne dass von außen Energie zugeführt würde, entzündet sich Wasserstoff, wenn es an dem **Katalysator Platin** vorbeiströmt.

Das Modell zeigt, dass die **Bindungskräfte**, die zwischen den Molekülen bestehen, durch **Wechselwirkungen** mit dem Katalysator „gelockert“ werden, so dass die Moleküler „leichter“ miteinander reagieren können.

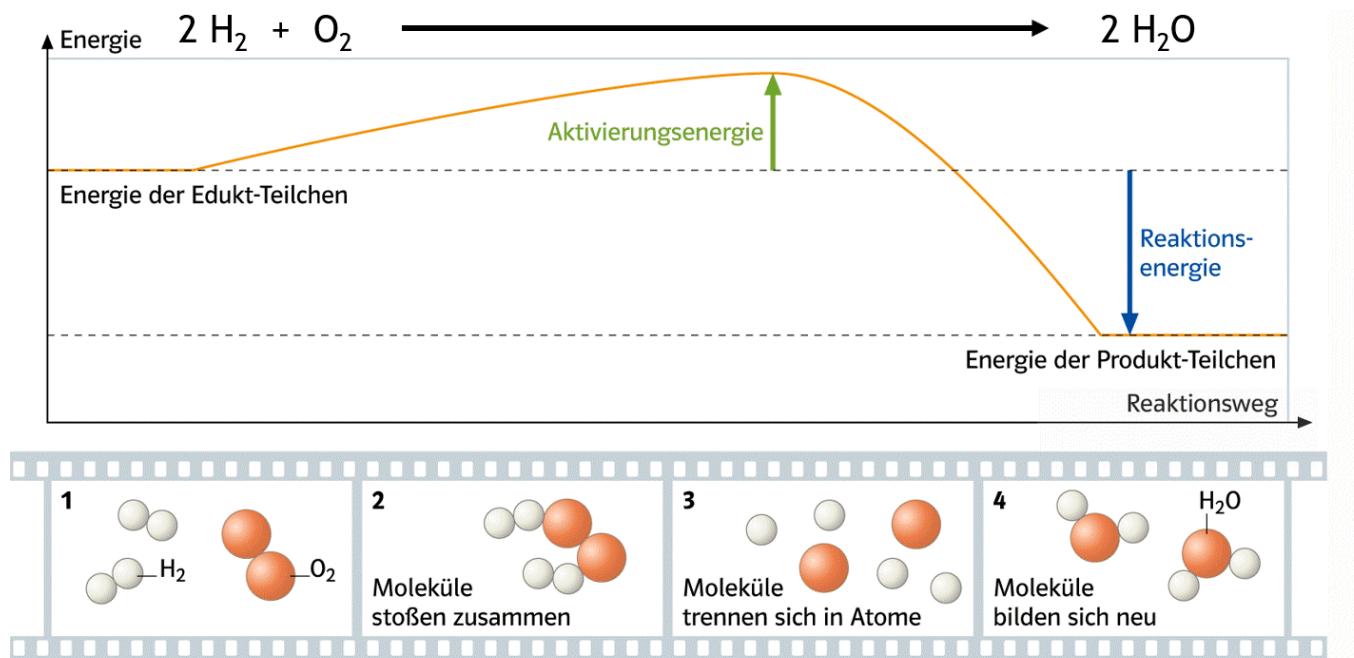
Das Energiediagramm zeigt, dass der Katalysator die **Aktivierungsenergie** herabsetzt.

Wir schauen uns das Medienmodul „Aktivierungsenergie und Katalysator“ an ...



Chemische Reaktion :: Aktivierungsenergie ohne Katalysator

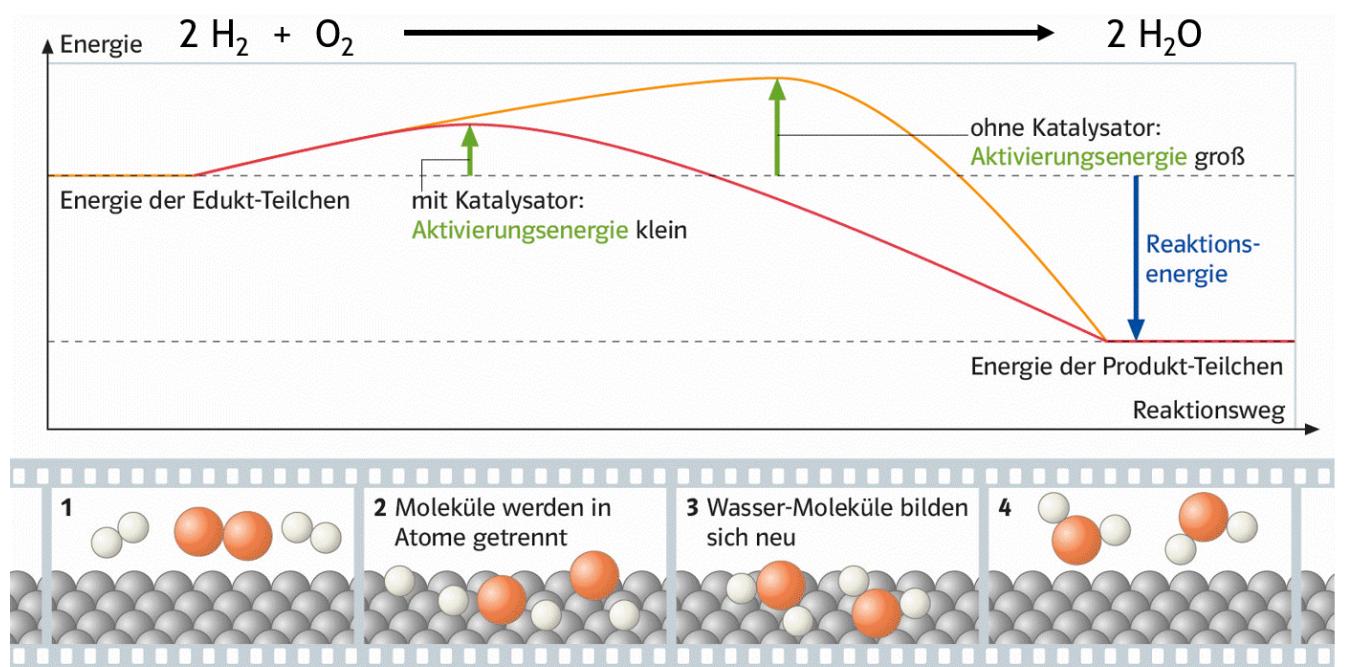
Betrachten wir die Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff auf **Teilchenebene** und im **Energiediagramm**. Durch Zufuhr von **Wärme bewegen** sich die Moleküle der Edukte **schneller** und **stoßen stärker und heftiger zusammen**. **Bindungen** zwischen den Molekülen **brechen auf** und werden **neu geknüpft**. Die dabei abgegebene Energie lässt weitere Moleküle wie bei einem **Dominoeffekt** reagieren.



Chemische Reaktion :: Aktivierungsenergie mit Katalysator

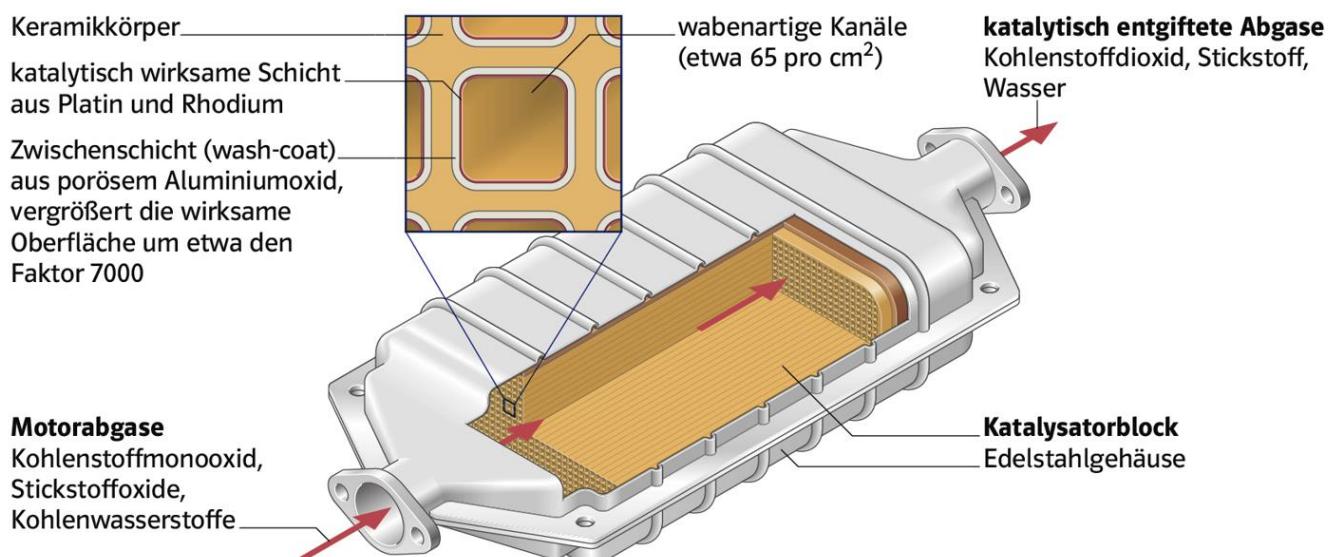
Beim Vorbeiströmen am **Katalysator** geraten die Wasserstoff- und Sauerstoff-Moleküle mit der Oberfläche des Katalysators in **Wechselwirkung**. Die **Bindungskräfte** zwischen ihnen werden „gelockert“, so dass sie sich „leichter“ trennen und eine neue Verbindung eingehen können.

Der Katalysator setzt die **Aktivierungsenergie** herab und geht **unverändert** aus der Reaktion hervor.





Katalysatoren in der Technik – der Autoabgas-Katalysator



Reaktionen der Kohlenwasserstoffe (Beispiele):

$$\text{C}_7\text{H}_{16} + 11 \text{O}_2 \rightarrow 7 \text{CO}_2 + 8 \text{H}_2\text{O}$$

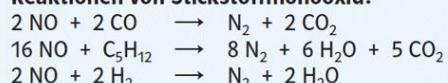
$$\text{C}_2\text{H}_6 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{CO}_2 + 7 \text{H}_2$$

Reaktionen von Kohlenstoffmonooxid:

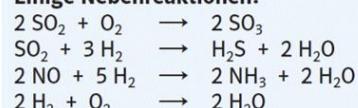
$$2 \text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}_2$$

$$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$$

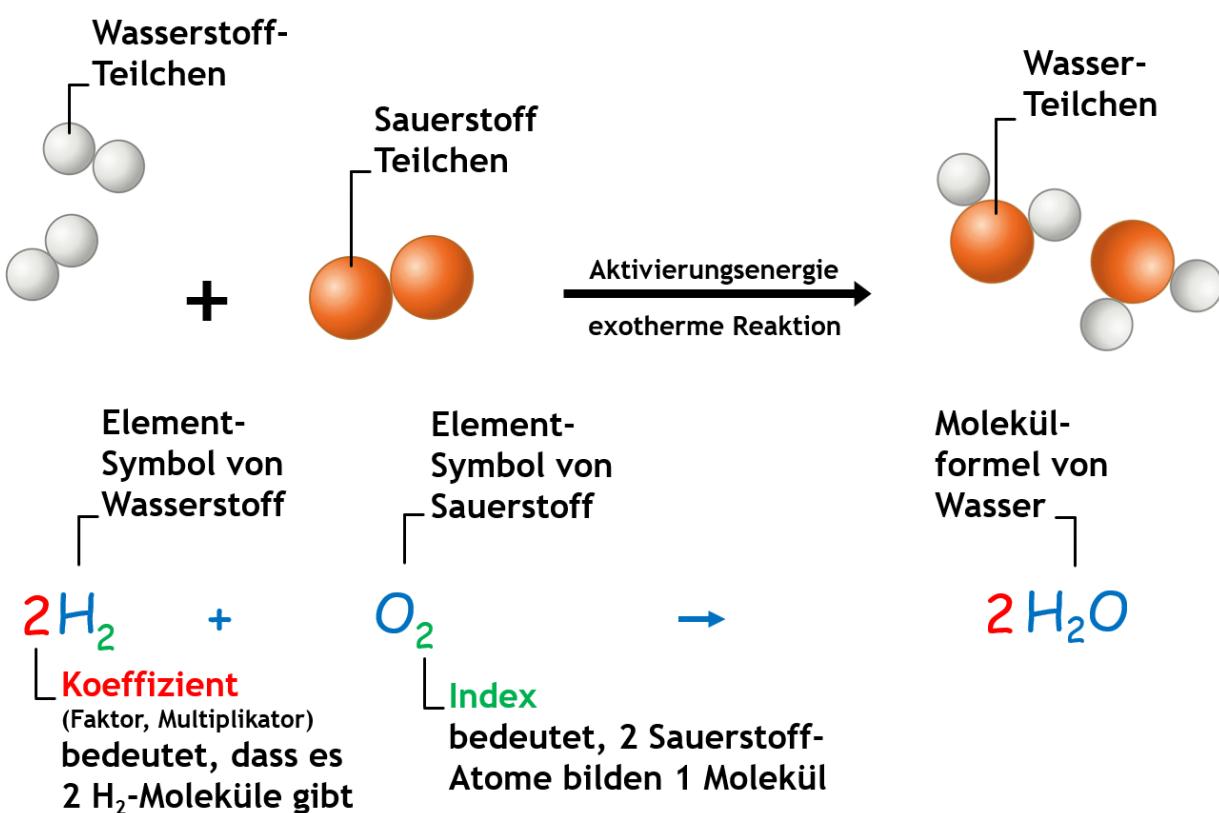
Reaktionen von Stickstoffmonooxid:



Einige Nebenreaktionen:



Reaktionsgleichung - Koeffizienten und Indices



Ihr Arbeitsauftrag...

...bearbeiten Sie ein interaktives Medienmodul

Klicken, um das
Arbeitsblatt
aufzurufen!

Elemente Chemie

Katalysatoren | Medieninfo | Aufgabe

Zahlreiche Schadstoffe im Verbrennungsgas des Motors werden mithilfe des Abgaskatalysators in weniger schädliche Stoffe umgewandelt.

Dazu werden die Schadstoffe auf dem zentralen Katalysator abgebaut:

- Kohlenwasserstoffe
- Stickstoffmonoxid
- Kohlenstoffdioxid
- Stickstoffdioxid
- Platinmetalle

Auswahl

- Anorganischer Katalysator (Abgaskatalysator)
- Biokatalysator (Eiweißverdauung)

Legende

	Stickstoffmonoxid
	Kohlenwasserstoff
	Wasserstoff Dampf Ergänzung
	Stickstoff Kohlenstoff dioxid
	stickstoff stoffs stoff

Chemische Reaktionen am Autobogen-Katalysator

Erstmals wurde der Autobogen-Katalysator um 1950 von Gustav Holzschu. Im Jahr 1975 kommen Zirconia-Litium und Cobalt mit dem Dreifach-Katalysator zur Serienreife hinzu. Seit 1991 wird in der EU nur noch Fahrzeuge mit „Autobogen-Katalysator“ zugelassen.

Chemische Schritte bei der Verbrennung eines Motoren-Öls sind:

- Verbrennung des Kraftstoffes zu Kohlenwasserstoffen
- Reduktion von Stickstoffoxiden zu Ammonium
- Reduktion von Stickstoffoxiden zu Ammonium
- Umwandlung von Ammonium zu Ammonium

Daher werden die anorganischen Katalysatoren Platin, Rhodium und Iridium eingesetzt.

Bereich Aufführung:

Engpass für die unten genannten Reaktionsschritte ist das Reaktionsschema im zentralen Katalysator auf der linken Seite.

Reaktionen der Kohlenwasserstoffe (Benzin):

$$\text{C}_6\text{H}_6 + 11 \text{O}_2 \rightarrow 6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$$

Über die Befestigungspunkte der Katalysatoren auf der rechten Seite der Reaktionsschritte verfügen.

$$\text{C}_6\text{H}_6 + 4 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2$$

Über die Befestigung auf der rechten Seite der Reaktionsschritte verfügen.

Reaktionen von Kohlenstoffmonoxid:

$$\text{CO} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$$

Über die Befestigung auf der rechten Seite der Reaktionsschritte verfügen.

$$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$$

Über die Befestigung auf der rechten Seite der Reaktionsschritte verfügen.

Reaktionen von Stickstoffmonoxid:

$$\text{NO} + \text{CO} \rightarrow \text{N}_2 + 2 \text{CO}_2$$

Bei dieser Reaktion erkennt sich Stickstoffmonoxid.

$$16 \text{NO} + \text{C}_6\text{H}_6 \rightarrow 8 \text{N}_2 + 6 \text{CO}_2$$

Bei dieser Reaktion erkennt sich Stickstoffmonoxid.

$$2 \text{NO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$$

Bei dieser Reaktion erkennt sich Stickstoffmonoxid.

Reaktionen von Schwefelkohlenstoff:

$$3 \text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{SO}_3$$

Bei dieser Reaktion erkennt sich Schwefelkohlenstoff.

$$5 \text{SO}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{S} + \text{SO}_3$$

Bei dieser Reaktion erkennt sich Wasser auch Schwefelkohlenstoff.

Abgas-Katalysator

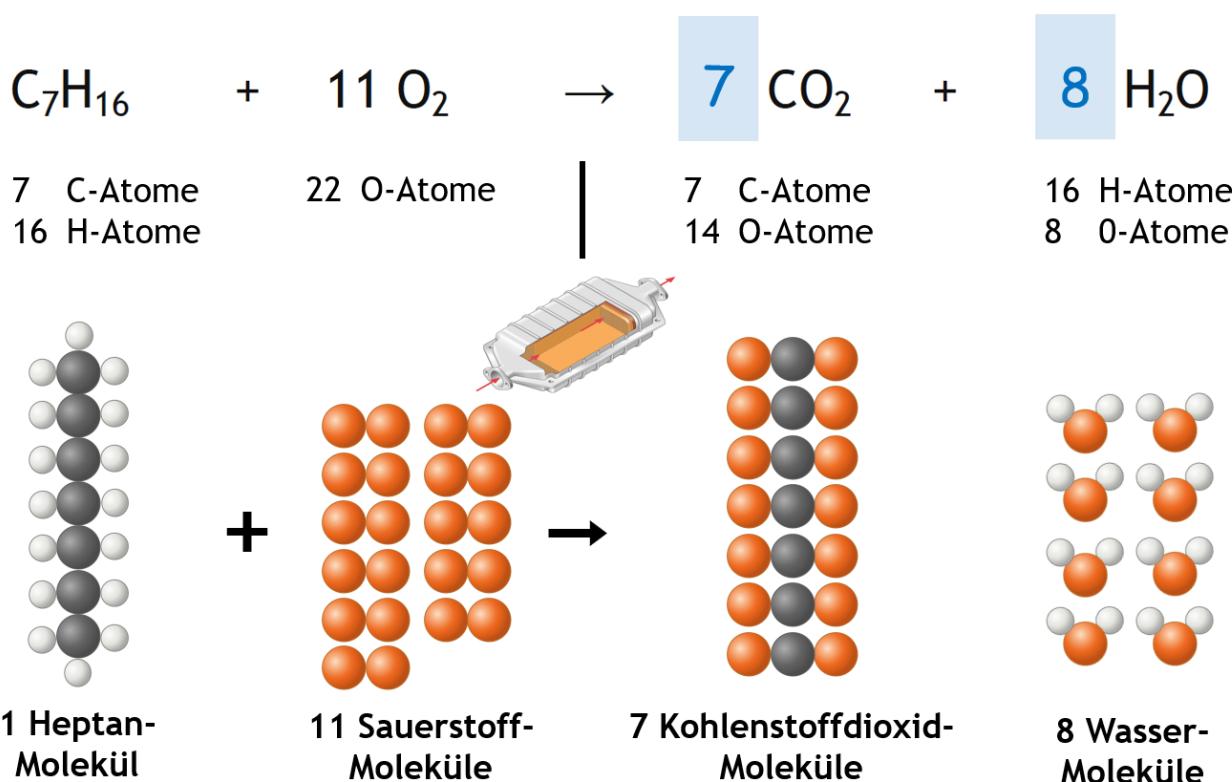
Erfunden wurde der Autoabgas-Katalysator um 1950 von **EUGENE HOUDRY**. Im Jahr 1973 konnten **JOHN J. MOONEY** und **CARL D. KEITH** den **DREI-WEGE-KATALYSATOR** zur Serienreife entwickeln. Seit 1993 werden in der EU nur noch Fahrzeuge mit „Kat“ zugelassen.

Schauen Sie sich im Medienmodul „**Katalysatoren**“ die Animation zum **Abgas-Katalysator** zuhause an.

Sie erhalten ein Arbeitsblatt zu den Reaktionen im Auto-Kat.

Ergänzen Sie die fehlenden Koeffizienten und Indices in den Reaktionsgleichungen.

Autoabgas-Katalysator - Kohlenwasserstoffe (C_xH_y)





Ihr Arbeitsauftrag gehen Sie auf Entdeckungsreise

Klicken, um das
Medienmodul
aufzurufen!

Elemente Chemie

DALTON'sches Atommodell THOMSON'sches Atommodell RUTHERFORD'sches Atommodell

Atome sind nach außen elektrisch neutral erscheinende Teilchen, aus denen sich alle Stoffe zusammensetzen. Chemische Elemente bestehen aus nur einer Art von Atomen. Es gibt genau so viele Atomsorten wie chemische Elemente.

Um sich atomare Vorgänge besser veranschaulichen und sie damit besser verstehen zu können, verwendet man Modelle von Atomen.

Atommodelle **Medieninfo**

Erste Atomvorstellungen wurden - noch ohne experimentelle Hinweise - bereits in der Antike entwickelt, u. a. von DEMOKRIT (ca. 460-371 v. Chr.), LEUKIPP (5. Jahrhundert v. Chr.) oder EPIKUR (ca. 341-270 v. Chr.). Frühe Atommodelle wie das Modell von JOHN DALTON eignen sich nicht zur Erklärung elektrischer Phänomene durch Ladungsträger, da sie von unteilbaren Atomen ausgehen. Zur einfachen Beschreibung elektrischer Vorgänge ist das Atommodell von JOSEPH JOHN THOMSON oder das Atommodell von ERNEST RUTHERFORD geeignet.

Nutzung des Medienmoduls: Mit freundlicher Genehmigung des Ernst Klett Verlages, Stuttgart

Die Entdeckung des Atoms

Der griechische Gelehrte und Philosoph **DEMOKRIT** formulierte um 400 vor Christus:

„Nur scheinbar hat ein Ding eine Farbe, nur scheinbar ist es süß oder bitter, in Wirklichkeit gibt es nur **Atome** im leeren Raum“.

Über die Jahrhunderte bis in die heutige Zeit entstand ein immer genaueres Bild vom Aufbau der Atome und formte so die **Atomtheorie**.

Gehen Sie auf Entdeckungsreise und erkunden Sie das Medienmodul „Atommodelle“.

Der Streuversuch von RUTHERFORD – die Apparatur ...

ERNEST RUTHERFORD hat sich etwa 1910 ein cleveres Experiment ausgedacht. In einem **Streuversuch** fand er heraus, dass Atome – wie **DEMOKRIT** vor bald 2.500 Jahren vorhersagte – mehr oder weniger aus **leerem Raum** bestehen. Hier gezeigt ist ein Nachbau seiner verwendeten Apparatur.

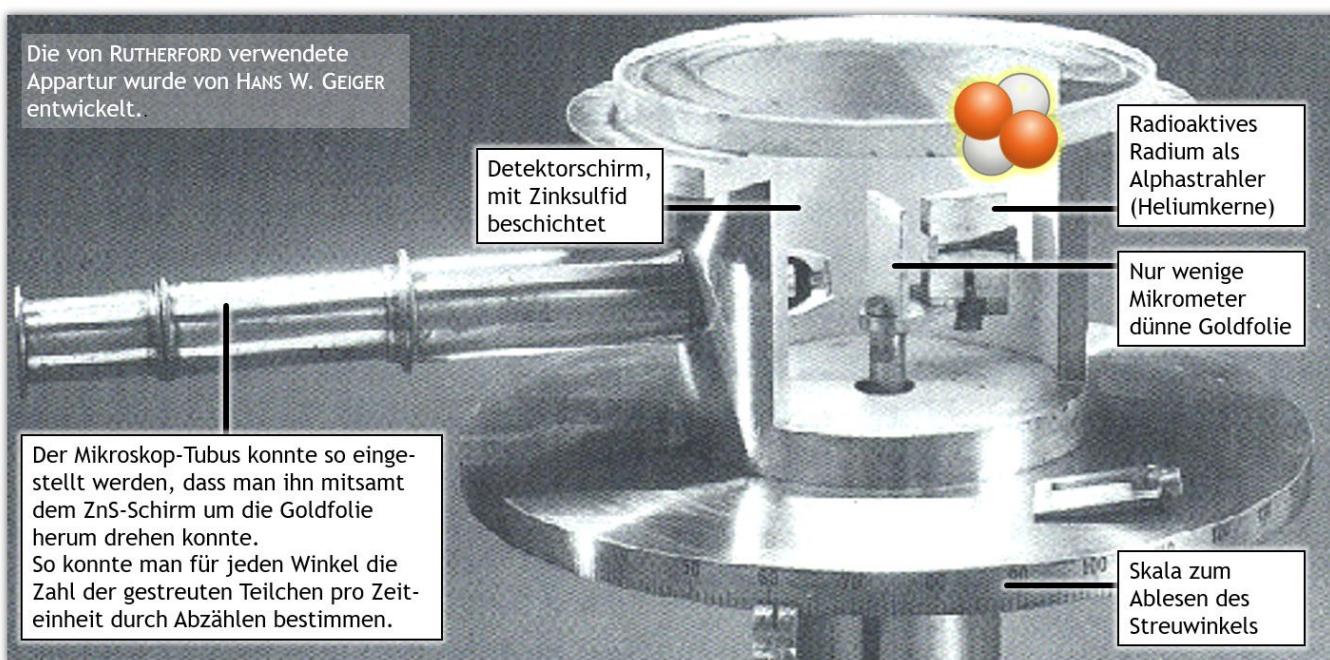


Foto von: https://www.physicsmasterclasses.org/exercises/erlangen/de/exp_stoss/stoss_ruth_02.html



Der Streuversuch von RUTHERFORD – das Ergebnis ...

Anders als erwartet, durchquerten die **Alpha-Teilchen** die Goldfolie fast ungehindert und wurden nur hin und wieder in der Goldfolie gestreut. Der Aufbau eines Atoms gleicht also einem **Kern-Hülle-Modell**.

Elemente Chemie

Klicken, um das Medienmodul aufzurufen! Etwas nach unten scrollen.

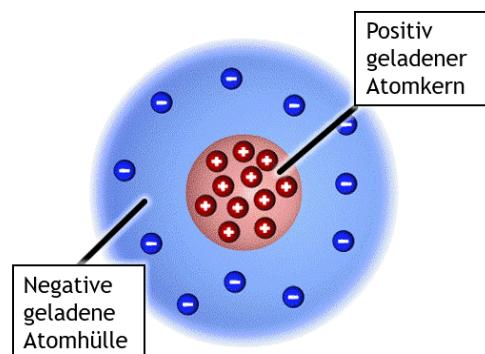
dieninfo 2/2

2. In der Hülle befinden sich Elektronen, weshalb die Hülle negativ geladen ist.
3. Insgesamt ist das Atom nach außen elektrisch neutral.

Nutzung des Medienmoduls:
Mit freundlicher Genehmigung des Ernst Klett Verlag

Quelle des Fotos von RUTHERFORD: wikipedia :: Sadi Carnot, 2007 :: CC BY-SA 3.0

Fast die gesamte Masse eines Atoms ist im **Atomkern** konzentriert, die sehr viel leichteren Elektronen befinden sich entfernt in einer 10.000fach größeren **Atomhülle**.



Achtung: Darstellung nicht maßstabsgerecht

Wir schauen uns das Medienmodul „STREUVERSUCH VON RUTHERFORD“ gemeinsam an ...

Grafik: Medienmodul „Atommodelle“, Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart

Hinweis: Klicken Sie auf das Foto von RUTHERFORD, um ein Video zu seinem Experiment zu sehen.

Das Kern-Hülle-Modell - so um 1920

Auf der Grundlage des Kern-Hülle-Modells berechneten **NILS BOHR** und **ARNOLD SOMMERFELD**, dass sich die Elektronen in bestimmten „**Bahnen**“ bzw. auf bestimmten „**Schalen**“ in der Kernhülle bewegen. Elektronen können nur ganz bestimmte - **diskrete - energetische Zustände** in der Hülle annehmen.



Wikipedia :: Nobel Prize, 1922
Gemeinfrei

Positiv geladener Atomkern (hier schon mit Protonen und Neutronen dargestellt)

Elektronen umkreisen in der Atomhülle auf diskreten Bahnen den Atomkern

Positiv geladener Atomkern (hier schon mit Protonen und Neutronen dargestellt)

Elektronen befinden sich in der Atomhülle auf konzentrischen Schalen um den Atomkern herum



Wikipedia :: als Student 1897
Gemeinfrei



Das Kern-Hülle-Modell - so um 1930

Anfang des 20. Jahrhunderts wurde immer klarer, dass sich die Elektronen nicht nur wie **Teilchen** in der Kernhülle verhalten, sondern auch wie **Wellen** (Welle-Teilchen-Dualismus). **WERNER HEISENBERG** und **ERWIN SCHRÖDINGER** beschrieben die Kernhülle mit Hilfe der **Quantenmechanik**.



Werner Heisenberg

Positiv geladener Atomkern (hier schon mit Protonen und Neutronen dargestellt)

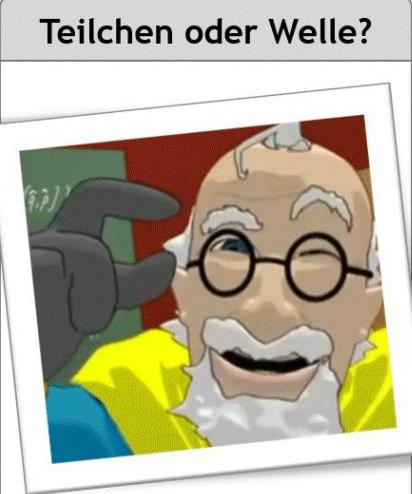
Elektronen verhalten sich in der Atomhülle auch wie Wellen

Wikipedia :: Aufnahme von Friedrich Hund, 1926; CC-BY 3.0



Erwin Schrödinger

Wikipedia :: Nobelpreis-Komitee, 1933 Gemeinfrei

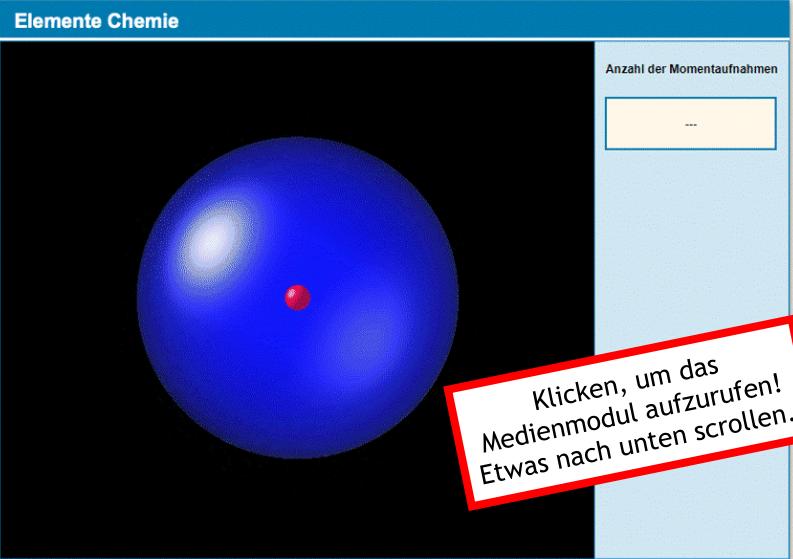


Teilchen oder Welle?

Dr. Quantum erklärt (4:53 min):
Das Doppelspalt-Experiment
<https://www.youtube.com/watch?v=3ohjOlta06Y>

Hinweis: Klicken Sie auf das die Folie, um ein Video zum Doppelspalt-Experiment zu sehen.
Dieses ist jedoch nicht klausurrelevant!

Das Kern-Hülle-Modell von heute...



Elemente Chemie

Kern-Hülle-Modell Medieninfo

Anzahl der Momentaufnahmen

...

Klicken, um das Medienmodul aufzurufen!
Etwas nach unten scrollen.

Das gezeigte Kern-Hülle-Modell entwickelt sich "statistisch" auf Basis von Messungen. Dabei werden die gemessenen Momentaufnahmen des Aufenthaltsortes eines Elektrons modellhaft erfasst und zusammen projiziert. Nach heutigem Kenntnisstand bewegen sich Elektronen in der Elektronenhülle nicht auf Bahnen.

Ein Elektron kann dort überall angetroffen werden, sein Weg in der Hülle lässt sich nicht verfolgen. Die Ladung des Elektrons ist über die gesamte Hülle verteilt. Zur Veranschaulichung kann man sich wie hier im Modell viele Messungen des Elektrons (bzw. seiner Ladung) übereinandergelegt denken.

Nutzung des Medienmoduls: Mit freundlicher Genehmigung des Ernst Klett Verlages, Stuttgart

Elektron - wo bist du?

Nach heutigem Kenntnisstand bewegen sich die Elektronen in der Kernhülle nicht auf Bahnen. Ein Elektron kann sich überall in der Kernhülle befinden, sein Weg lässt sich nicht vorhersagen.

Die negative Ladung des Elektrons ist damit über die gesamte Atomhülle verteilt. Zur Veranschaulichung kann man sich viele „Momentaufnahmen“ des Elektrons über-einandergelegt vorstellen. Je dichter die Punkte erscheinen, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, das Elektron in diesem Bereich zu finden.

Wir schauen das Medienmodul „Kern-Hülle-Modell“ an.



Ihre Aufgabebearbeiten Sie ein Arbeitsblatt

Klicken, um das
Arbeitsblatt
aufzurufen!

Arbeitsblatt: Bearbeiten Sie anhand der Abbildung des Atommodells, den oder die Forscher, die es entwickelt haben und beschreiben Sie es im Kasten.

Atommodell	Name des Modells und Forscher	Kennzeichen
	Rutherford und andere griechische Gelehrte um 400 v. Christus	Seine Vermutung war, dass Stoffe aus festen, unteilbaren Teilchen bestehen. Materie besteht aus kleinen, unteilbaren Teilchen, aus Atomen. Sie haben unterschiedliche Größen und Formen.
	Orbitale Modell (in der Oberfläche) Erwin Schrödinger, Wolfgang Pauli und andere, ca. 1930	Elektronen befinden sich mit konzentrischen Wahrrscheinlichkeitswellen in Orbiten, den Aufenthalts-Wahrscheinlichkeits-Räumen.

Atommodelle im Wandel

Atommodelle haben sich über die Zeit je nach Erkenntnisstand der Wissenschaft immer wieder gewandelt.

Von ersten Vermutungen vor bald 2.500 Jahren über die Erkenntnis, dass das Atom aus einem Kern und einer Hülle besteht, bis hin zur Wellentheorie werden die Kenntnisse immer genauer.

Sie haben 20 Minuten Zeit.

Wir schauen uns die Ergebnisse gemeinsam an.

Vom Kern-Hülle-Modell zu Protonen, Neutronen, Elektronen

Der Streuversuch von **RUTHERFORD** zeigte, dass Atome nach einem **Kern-Hülle-Modell** aufgebaut sind. Heute wissen wir, dass Atome aus **Protonen**, **Neutronen** und **Elektronen** bestehen.

Klicken, um das Medienmodul aufzurufen!

Elemente Chemie

Bauteilchen der Atome

Ein Atom ist aus dem Atomkern - auch als Nuklid bezeichnet - und der Atomhülle aufgebaut. Hier finden sich Elementarteilchen unterschiedlicher elektrischer Ladung.

Im Atomkern befinden sich die Protonen und Neutronen. In der Atomhülle die Elektronen; die Atomhülle wird daher auch als Elektronenhülle bezeichnet. Nach außen ist das Atom elektrisch neutral.

Nutzung des Medienmoduls: Mit freundlicher Genehmigung des Ernst Klett Verlages, Stuttgart

Die Elementarteilchen

Schon **ERNEST RUTHERFORD** vermutete um das Jahr 1920, dass es einen **neutralen Kernbaustein** im Atomkern gibt. **WILLIAM DRAPER HARKINS** gab diesem Teilchen wenig später den Namen **Neutron**.

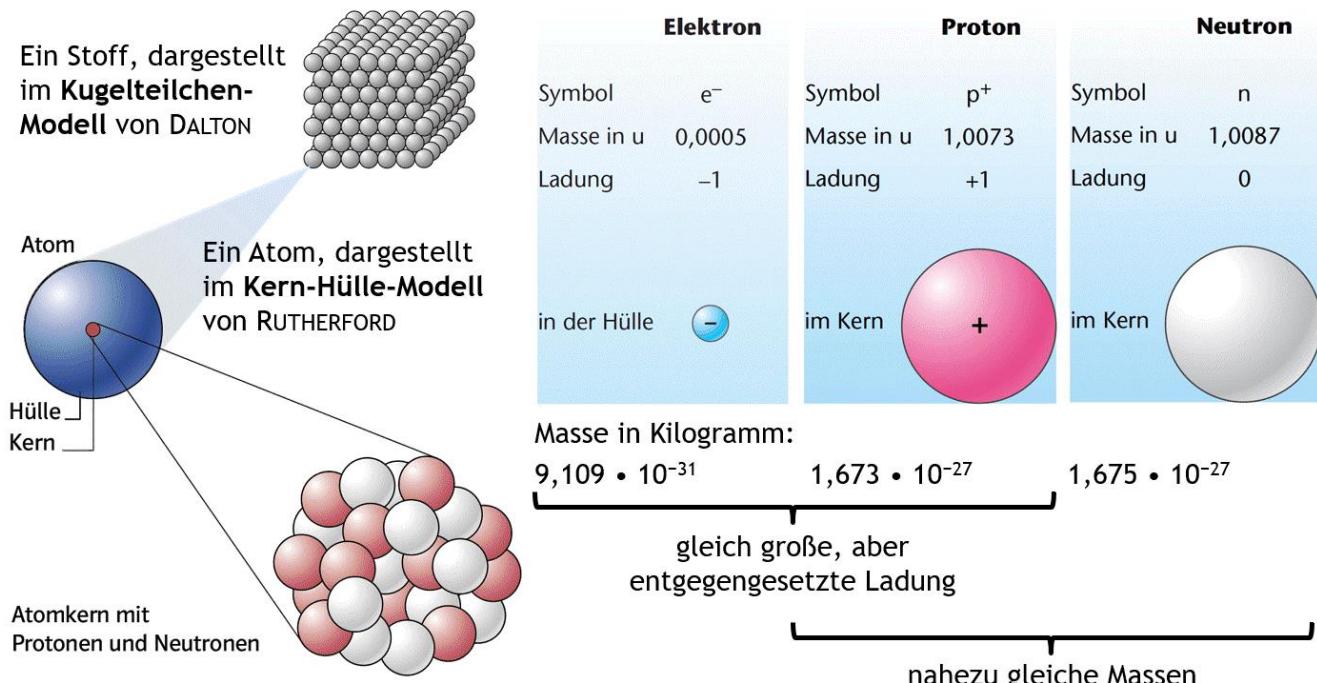
Erst 1935 gelang es dann **JAMES CHADWICK** auf der Grundlage von Experimenten des Ehepaars **CURIE** das Neutron als ungeladenes, also **elektrisch neutrales Teilchen** im Atomkern zu bestätigen.

Wir schauen uns das Medienmodul „Bauteilchen der Atome“ gemeinsam an und beantworten die Aufgabe.



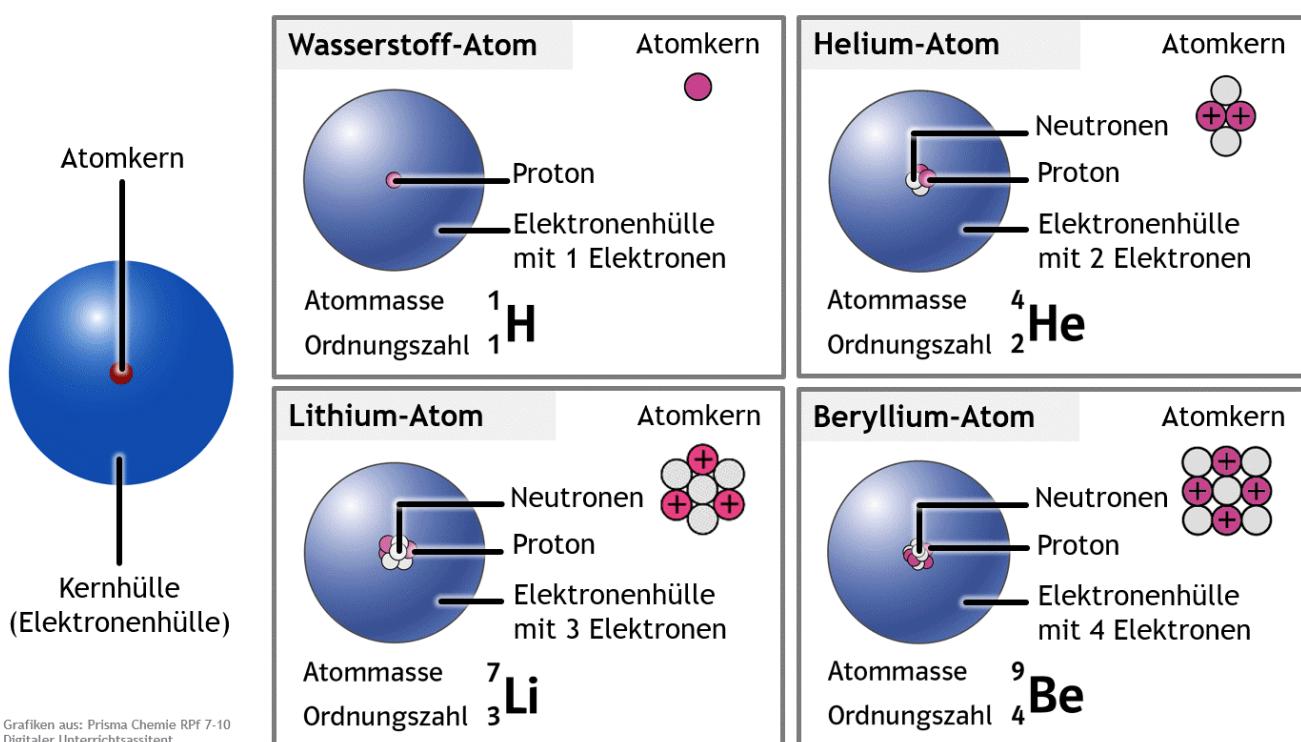
Bausteine des Atoms - Protonen, Neutronen, Elektronen

Zu den Grundbausteinen eines Atoms zählen **Protonen**, **Neutronen** und **Elektronen**. Während das **Proton positiv** und das **Elektron negativ** geladen ist, trägt das **Neutron keine Ladung**. Im Hinblick auf die **Atommasse** sind die Teilchen ebenfalls verschieden.



Die ersten Atome bzw. Elemente im Steckbrief

Betrachten wir die ersten vier Elemente bzw. Atome des Periodensystems, so zeigt sich, dass die **Anzahl der Protonen** stets um eins zunimmt - aber wie verhält es sich mit den **Neutronen**?

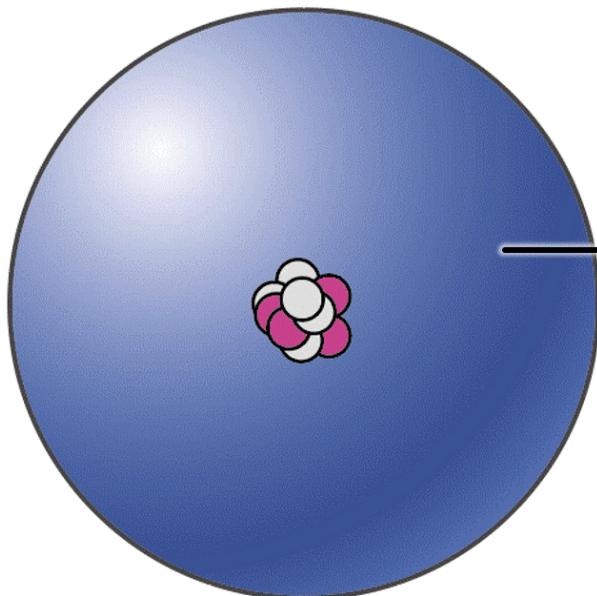




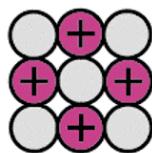
Bezeichnungen am Atom genauer betrachtet

Damit man Atome eindeutig **identifizieren** und **benennen** kann, hat die Wissenschaft eine bestimmte **Schreibweise mit Zahlen bzw. Bezeichnungen** am Atom eingeführt.

Das Beryllium-Atom



Bausteine im Atomkern



4 Protonen
5 Neutronen

Nukleonen
(Kernbausteine)

Elektronenhülle
mit 4 Elektronen

Atommasse (in u)
Massenzahl
Nukleonenzahl

Kernladungszahl
Protonenzahl
Ordnungszahl

9
Be
4
Element-Symbol
(Atom-Symbol)

Grafiken aus: Prisma Chemie RPf 7-10 :: Digitaler Unterrichtsassistent

Stellung der Atome im PSE – Ordnungszahl

Im PSE sind die Elemente bzw. deren Atome nach der **steigenden Anzahl der Protonen im Atomkern** angeordnet. Das lässt sich an der **Ordnungszahl** ablesen. Addiert man die Anzahl der Protonen und die Anzahl der Neutronen, so erhält man die **Nukleonenzahl** bzw. die **Massenzahl**.

 Wasserstoff H 1,0 1	Berechnen Sie für die gekennzeichneten Elemente bzw. Atome die Anzahl der Neutronen im Atomkern ...						 Helium He 4,0 2
6,9 Li Lithium	9,0 Be Beryllium	10,8 B Bor	12,0 C Kohlenstoff	14,0 N Stickstoff	16,0 O Sauerstoff	19,0 F Fluor	20,2 Ne Neon
23,0 Na Natrium	24,3 Mg Magnesium	27,0 Al Aluminium	28,1 Si Silizium	31,0 P Phosphor	32,1 S Schwefel	35,5 Cl Chlor	39,9 Ar Argon
Closed open							

Abbildung aus: Prisma Chemie Gesamtausgabe, 068594 :: Mit freundlicher Genehmigung der Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart



Stellung der Atome im PSE – Isotope

Im PSE sind die Elemente bzw. deren Atome nach der **steigenden Anzahl der Protonen im Atomkern** angeordnet. Dabei fällt auf, dass bei **einigen Elementen** die **Nukleonenzahl nicht ganzzahlig** ist, sondern eine **Kommazahl** darstellt. Was könnte der Grund dafür sein?



Abbildung aus: Prisma Chemie Gesamtausgabe, 068594 :: Mit freundlicher Genehmigung der Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart

Isotope stehen im PSE am gleichen Platz

Isotope unterscheiden sich durch die Anzahl der Neutronen im Atomkern. Da sich aber in ihrem chemischen Verhalten **nicht** voneinander unterscheiden, stehen sie **im PSE am gleichen Platz**.

Elemente Chemie

Isotopengemisch von Chlor

75% ^{35}Cl 25% ^{37}Cl

Klicken, um das Medienmodul aufzurufen!
Etwas nach unten scrollen.

Atommasse von Isotopengemischen Medieninfo

Atome, die sich nur in der Anzahl ihrer Neutronen unterscheiden, werden **isotope Atome** oder **Isotope** genannt. Sie sind Bestandteil einer Atomart und stehen im Periodensystem am gleichen Platz. Isotope Atome eines Elements unterscheiden sich nicht in ihrem chemischen Verhalten, daher haben sie dieselben Zeichen.

Mal 35, mal 37 Nukleonen

Chlor ist bei Zimmertemperatur ein gelbliches Gas.

Ampulle mit Chlorgas :: Wikipedia :: W. Oeten, 2008 :: CC BY-SA 3.0

Das Element besitzt in seinem Atomkern stets **17 Protonen** aber eine unterschiedliche Anzahl von **Neutronen** - es kommt also in der Natur in verschiedenen **Isotopen** vor.

Wir schauen uns das Modul „Atommasse von Isotopen-gemischen“ gemeinsam an.

Nutzung des Medienmoduls: Mit freundlicher Genehmigung des Ernst Klett Verlages, Stuttgart

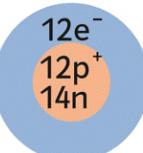
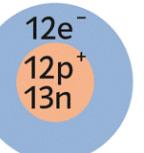
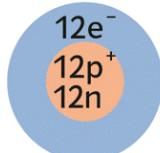


Ihr Auftragbestimmen Sie die mittlere Atommasse von Magnesium

24,3
12 Mg

Magnesium

Isotope des Magnesium-Atoms



Anzahl der Neutronen

12

13

14

Masse der Atome

24u

25u

26u

Anteil im Isotopen-gemisch

79%

10%

11%

Berechnung der mittleren Atommasse:

$$\begin{aligned}
 &= (0,79 \cdot 24u) + (0,10 \cdot 25u) + (0,11 \cdot 26u) \\
 &= 18,96u + 2,5u + 2,86u \\
 &= \mathbf{24,32u}
 \end{aligned}$$

Abbildung aus: Prisma Chemie Multimedial zur Gesamtausgabe, 068594
Mit freundlicher Genehmigung der Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart

Atome mit mehr als 83 Protonen sind radioaktiv

Die **elektrostatische Abstoßung** der Protonen wird durch die **starke Kernkraft** verringert, allerdings, befinden sich mehr als **83 Protonen** im Kern, ist der Atomkern **nicht mehr stabil**.

Klicken, um das Medienmodul aufzurufen!

Elemente Chemie

Zerfallsereignisse

Jahr	Anzahl
0	N_0
1600	$N_0 / 2$
3200	$N_0 / 4$
4800	$N_0 / 8$
6400	$N_0 / 16$

88 Ra

1600 a

Radium

Halbwertszeit und Alpha-Zerfall Medieninfo | Aufgabe

Die Simulation veranschaulicht modellhaft den α -Zerfall von Radium 226 mit einer Halbwertszeit von 1600 Jahren. In Diagramm und Tabelle wird die Anzahl der vorhandenen Kerne bzw. Zerfallsereignisse ausgehend von der Menge N_0 in Relation zur Zeit gesetzt. Die Anzahl radioaktiver Zerfälle lässt sich mit Messgeräten bestimmen. Sie halbiert sich in für jedes radioaktive Isotop charakteristischen, konstanten Zeitschritten. Unter der Halbwertszeit ($T_{1/2}$) eines radioaktiven Isotopes versteht man also die Zeitspanne, in der die Zahl der Kernumwandlungen auf den halben Wert zurückgeht.

Alpha-Zerfall (α -Zerfall)

Radium besitzt in seinem Atomkern **88 Protonen** und hat die **Massenzahl von 226**. Der Atomkern von Radium ist instabil und zeigt einen **radioaktiven Zerfall**. Beim Zerfall von Radium werden **Heliumkerne** - bestehend aus 2 Protonen und 2 Neutronen - abgespalten.

Betrachtet man eine bestimmte Portion von Radium, so ist nach ca. 1.600 Jahren die Hälfte dieser Portion zerfallen. Man spricht von der **Halbwertszeit $T_{1/2}$** .

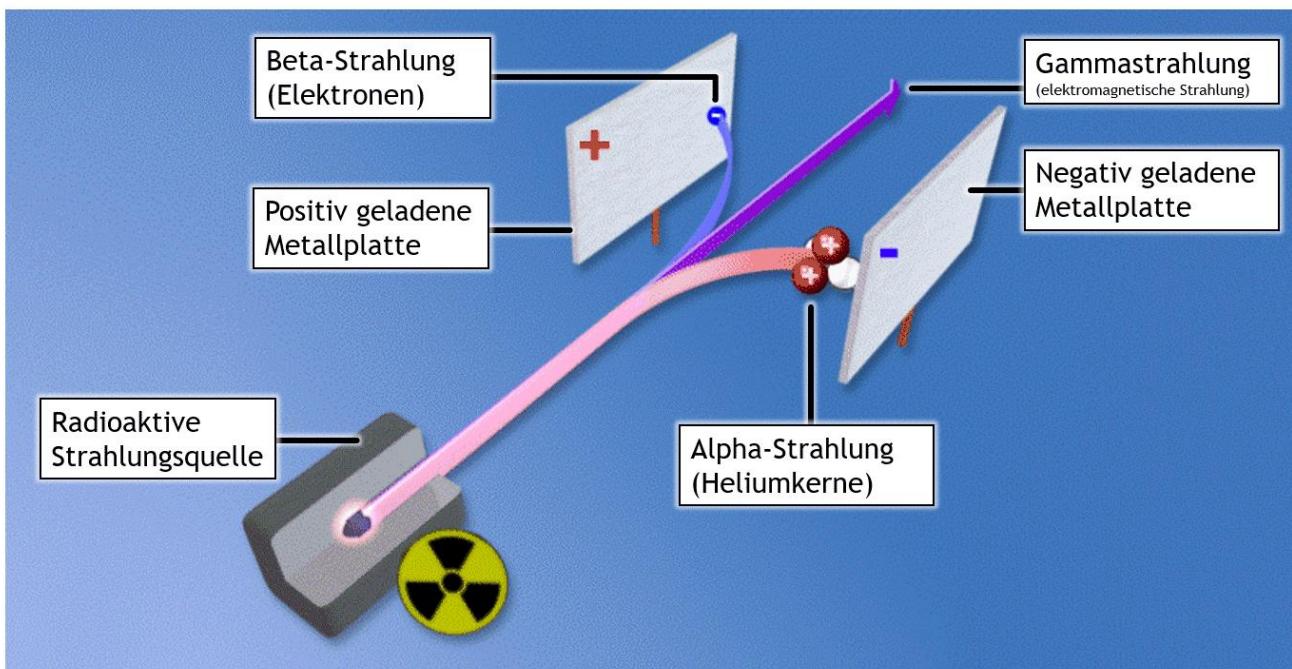
Wir schauen uns das Modul „Halbwertszeit und Alpha-Zerfall“ gemeinsam an.

Nutzung des Medienmoduls: Mit freundlicher Genehmigung des Ernst Klett Verlages, Stuttgart



Strahlungsarten und deren Ablenkbarekeit

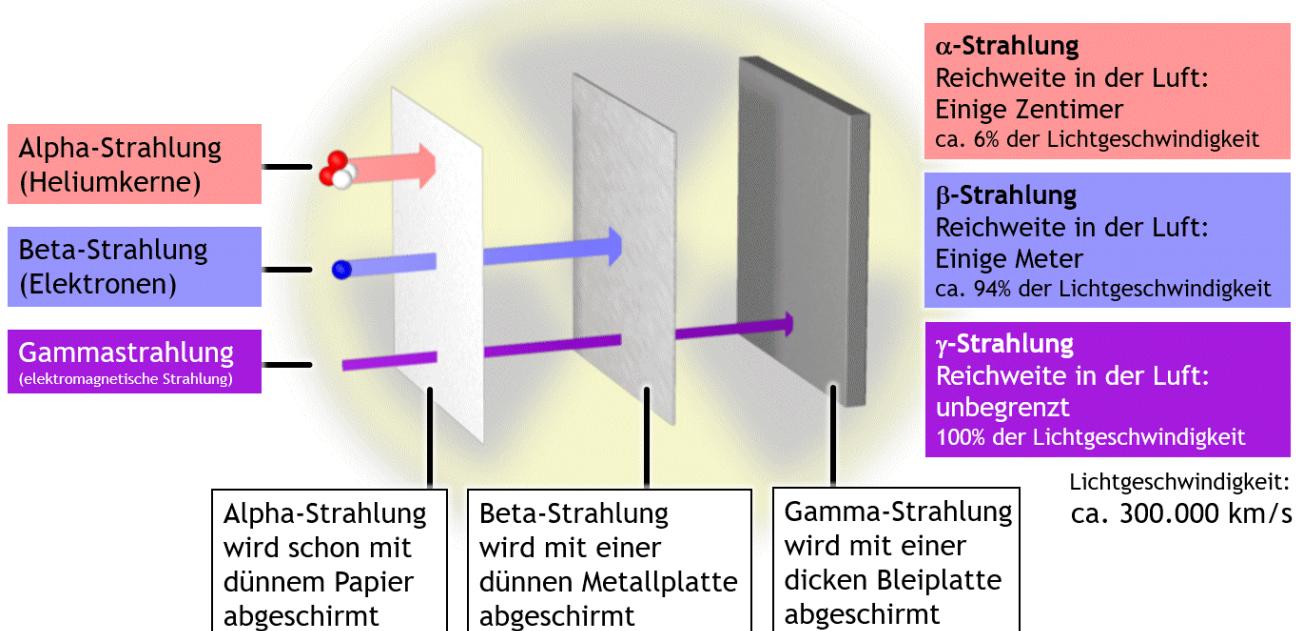
Bei der Radioaktivität unterscheidet man **drei Strahlungsarten**: Alpha-, Beta- und Gammastrahlung. Experimentell lassen sich Alpha- und Betastrahlen mithilfe von **geladenen Metall-Platten** ablenken und damit auch nachweisen. Gammastrahlen lassen sich damit nicht ablenken.



Quelle der Grafik: Mediothek Chemie 1, Ernst Klett Verlag, GmbH

Abschirmung radioaktiver Strahlung

Radioaktive Strahlung führt zu **schweren und schmerzhaften Verletzungen** bis hin zum **Tod**. Während Alpha-Strahlung schon mit einem **dünnen Papier abgeschirmt** werden kann, braucht es bei Beta-Strahlung eine **dünne Metallplatte** und bei Gammastrahlung eine **dicke Bleiplatte**.

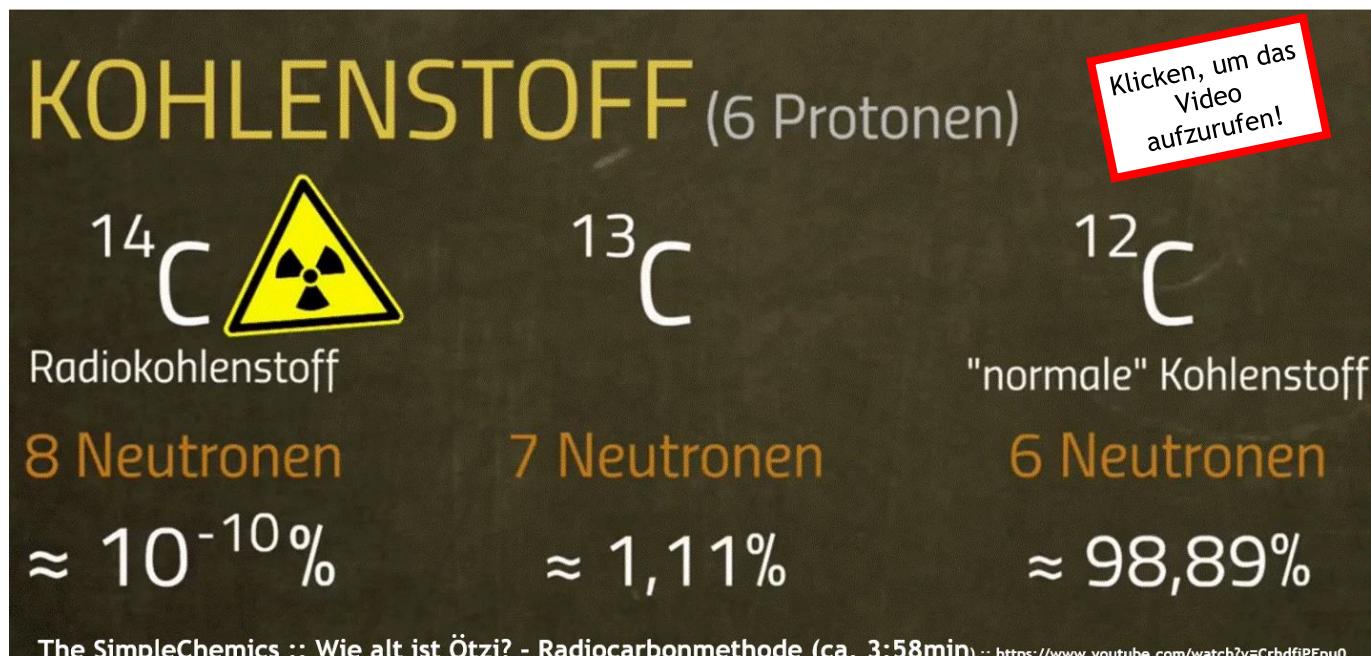


Quelle der Grafiken: Mediothek Chemie 1, Ernst Klett Verlag, GmbH



Radioaktivität in der Technik :: Radiocarbon-Methode

Mit der **Radiocarbon-Methode** können archäologische Funde mit einem Alter bis ca. **60.000 Jahre** datiert werden. **C-14** ist ein radioaktives Kohlenstoff-Isotop, dass in allen Lebewesen vorkommt. Nach dem Tod eines Organismus nimmt der Anteil an C-14 entsprechend der Halbwertszeit ab.



The SimpleChemics :: Wie alt ist Ötzi? - Radiocarbonmethode (ca. 3:58min) :: <https://www.youtube.com/watch?v=CrhdflPEpu0>

Quelle der Abbildung: Aus dem im Unterricht gezeigten Youtube-Video von SimpleClub

Hinweis: Sie müssen die **Radiocarbon-Methode in der Klausur erläutern können!**

Elektrostatische Phänomene – Reibungselektrizität

Vor mehr als 3000 Jahren nutzen schon die alten Griechen **Bernstein** zum Reinigen ihrer Kleidung. Reibt man den Bernstein an Schafsfell, lassen sich so Wollfusseln und Strohreste entfernen.

Das Bild zeigt ein Elektroskop mit einer geladenen Kugel, die an einer Kette hängt. Ein roter Klickbox über dem Bild mit der Aufschrift: "Klicken, um das Medienmodul aufzurufen!" weist auf den verlinkten Inhalt hin.

Elektrische Ladungarten

Glas Entladung Kunststoff Entladung Ladungsausgleich

Katzenfell

Glasstab

Die unterschiedliche Ladung lässt die Glühlampe bei Berührung mit einem geladenen Körper an verschiedenen Seiten aufleuchten. Die Ladung wird bei geriebenem Glas als positiv, bei geriebenem Kunststoff als negativ bezeichnet. Positive und negative Ladung kann sich ausgleichen (neutralisieren).

Nutzung des Medienmoduls: Mit freundlicher Genehmigung des Ernst Klett Verlages, Stuttgart

Das Bild zeigt einen orangefarbenen Bernstein und eine weiße Wollfussel. Ein schwarzer Pfeil weist von der Fussel auf den Bernstein. Ein roter Klickbox über dem Bild mit der Aufschrift: "Klicken, um das Medienmodul aufzurufen!" weist auf den verlinkten Inhalt hin.

Bernstein als Kleiderbürste

Elektron ist das griechische Wort für Bernstein.

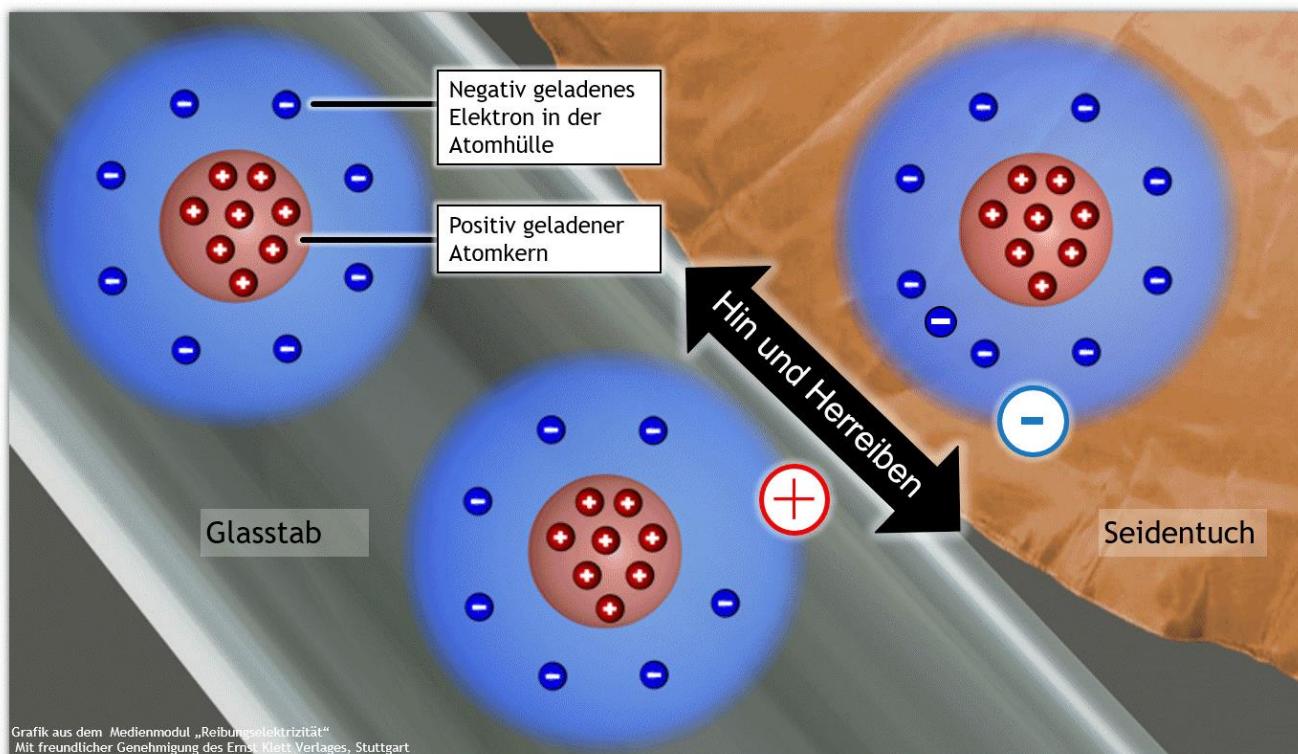
Wir schauen uns das Medienmodul „Elektrische Ladungsarten“ gemeinsam an

Fotos von www.bernsteindirekt.de



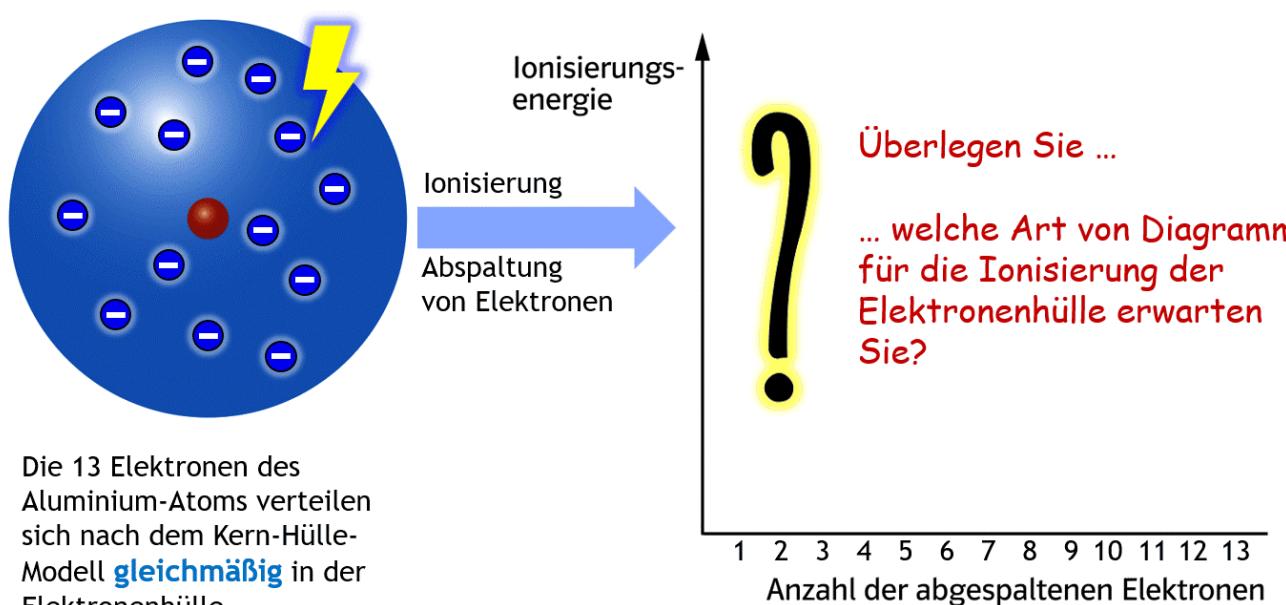
Elektronen lassen sich auf der Kernhülle entfernen

Mithilfe des einfachen Kern-Hülle-Modells von RUTHERFORD lässt sich eine modellhafte Vorstellung der **Reibungselektrizität** bzw. der **Elektrostatik** entwickeln.



Ionisierung von Atomen mit diskreten Energiebeträgen (1)

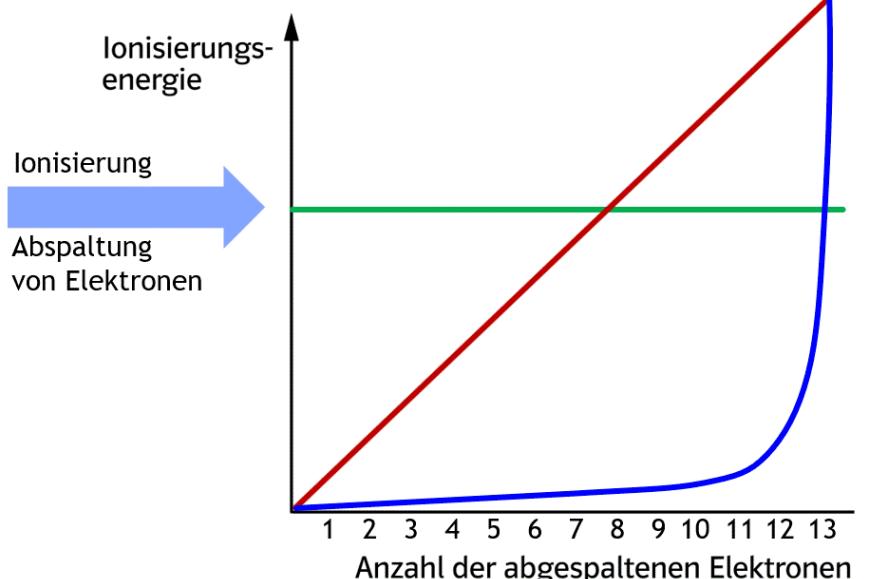
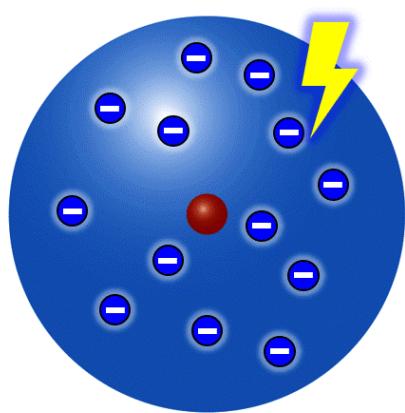
Nach dem Kern-Hülle-Modell von Rutherford verteilen sich die Elektronen in der Atomhülle bzw. **Elektronenhülle gleichmäßig**. Um Genaueres über den Aufbau der Elektronenhülle in Erfahrung zu bringen, versuchten Wissenschaftler gegen 1930 **Elektronen aus der Hülle abzuspalten**.





Ionisierung von Atomen mit diskreten Energiebeträgen (1)

Nach dem Kern-Hülle-Modell von Rutherford verteilen sich die Elektronen in der Atomhülle bzw. **Elektronenhülle gleichmäßig**. Um Genaueres über den Aufbau der Elektronenhülle in Erfahrung zu bringen, versuchten Wissenschaftler gegen 1930 **Elektronen aus der Hülle abzuspalten**.

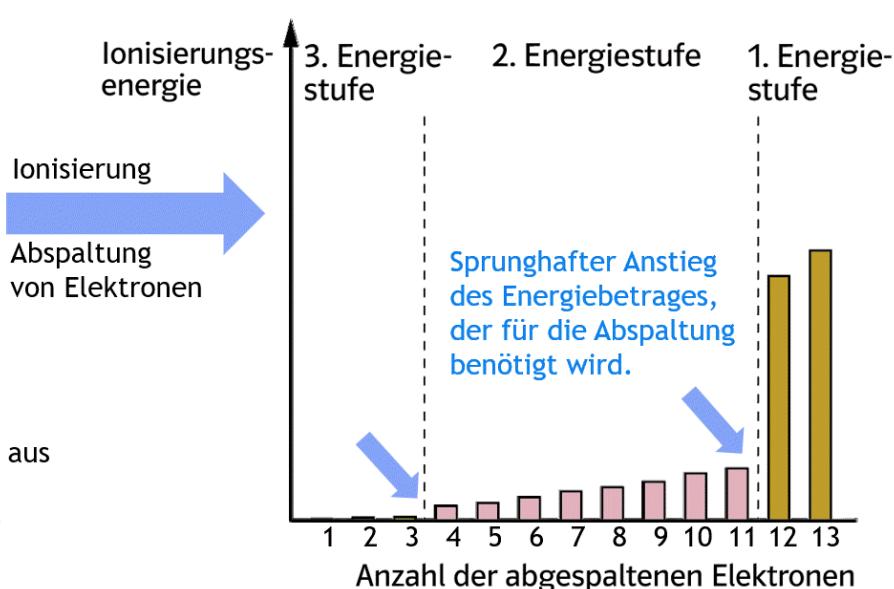
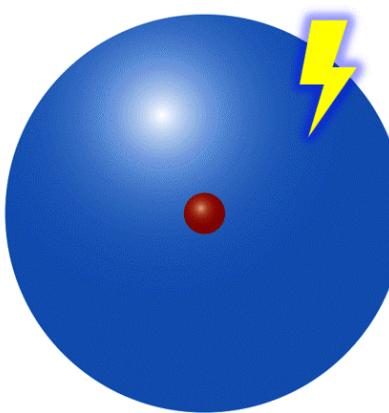


Die 13 Elektronen des Aluminium-Atoms verteilen sich nach dem Kern-Hülle-Modell **gleichmäßig** in der Elektronenhülle

Hinweis: Sie müssen die verschiedenen denkbaren Energiediagramme im Hinblick auf die Energie und den Abstand der Elektronen vom Atomkern erläutern können!

Ionisierung von Atomen mit diskreten Energiebeträgen (2)

Gleichgültig, **welches Atom** untersucht wurde und egal, **wie oft** das Ionisierungsexperiment durchgeführt wurde, das Diagramm ergab **weder** eine durchgehende Gerade noch andere durchgehende Kurve. Stattdessen muss die für die Abspaltung von Elektronen nötige **Ionisierungsenergie** immer in bestimmten, also **diskreten Energiebeträgen** aufgebracht werden.

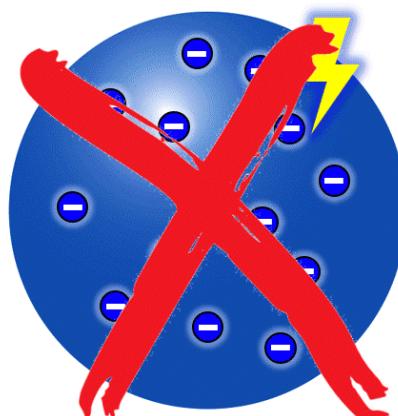


Spaltet man die 13 Elektronen aus der Hülle nacheinander ab, so ergibt sich das nebenstehende **Ionisierungendiagramm**.

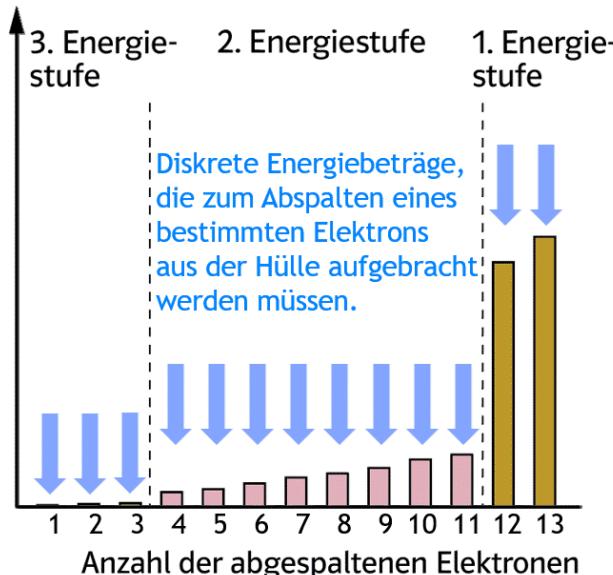


Ionisierung von Atomen mit diskreten Energiebeträgen (3)

Durch die Ionisierungsexperimente wurde klar, das einfache Kern-Hülle-Modell kann die **diskreten Energiebeträge**, die für das Abspalten von Elektronen aufgebracht werden müssen, nicht erklären. Aber, wie muss dann die Elektronenhülle beschaffen sein, damit sie zum **Ionisierungsdiagramm** passt?



Ionisierungsenergie
Abspaltung von Elektronen

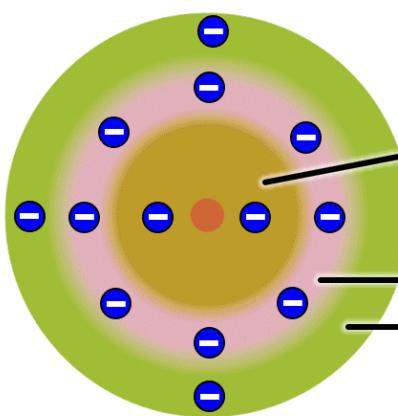


Aufgrund der Ergebnisse von Ionisierungsexperimenten müssen die Elektronen in bestimmten **Bereichen** um den Kern herum angeordnet sein.

Häkchen-Grafik von: sofind auf freepik, 2023

Ionisierung von Atomen mit diskreten Energiebeträgen (4)

Die Ergebnisse der Ionisierungsexperimente belegen, dass sich Elektronen in **bestimmten Bereichen** rund um den Atomkern aufhalten. Diese **Aufenthaltsbereiche** wurden von **BOHR** und **SOMMERFELD** als **Elektronenschalen** bezeichnet. Jede Schale entspricht dabei einer der **Energiestufen** des Ionisierungsdiagramms.



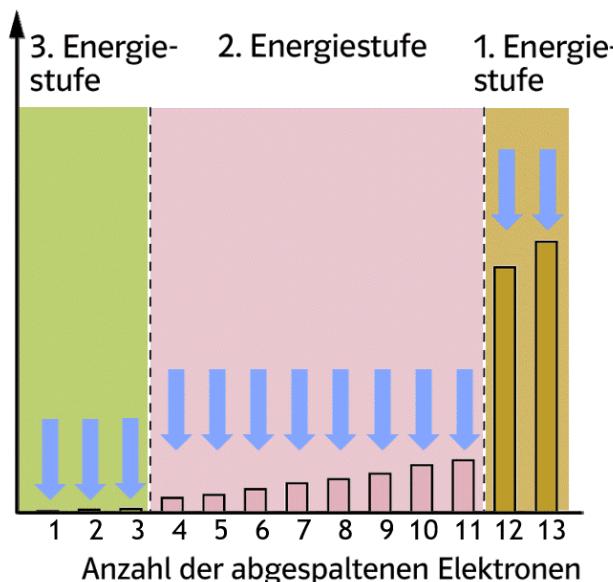
Ionisierungsenergie

1. Energiestufe

2. Energiestufe

3. Energiestufe

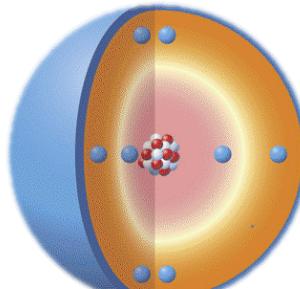
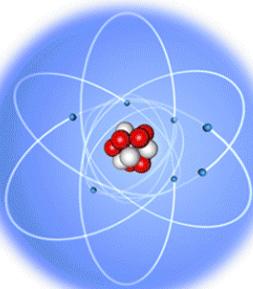
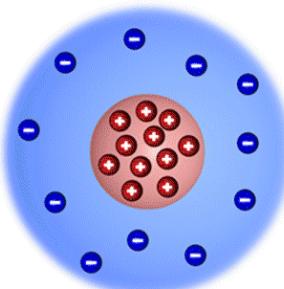
Im **Schalen-Modell** sind die Elektronen in bestimmten **Aufenthaltsbereichen** angeordnet. Jede Schale entspricht hierbei einem bestimmten **Energiebereich** bzw. einer **Energiestufe**.





Elektronenhülle - von gleichmäßig über Bahnen zu Schalen

RUTHERFORD zeigte in seinem Streuversuch, dass das Atom aus einem **Atomkern** und einer **Atomhülle** aufgebaut ist. Wie aber sind die Elektronen in der Atomhülle verteilt? Überall **gleichmäßig** oder gibt es **strukturierte Bereiche**? Erkenntnisse dazu erbrachte die **Ionisierung von Atomen**.



RUTHERFORD nahm in seinem **Kern-Hülle-Modell** noch an, dass die positiven Ladungen im Atomkern und die negativen Ladungen im Kernhülle **gleichmäßig** verteilt sind. Mit diesem Modell lassen sich elektrostatische Phänomene erklären.

Die **Ionisierung von Atomen** zeigte, dass stets **diskrete Energiebeträge** aufgebracht werden müssen, um Elektronen aus der Hülle zu entfernen. BOHR nahm daher in seinem **Planeten-Modell** an, dass Elektronen auf **bestimmten Bahnen** um den Kern kreisen.

Weitere Untersuchungen ergaben, dass Elektronen in **Aufenthaltsbereichen** angeordnet sind. BOHR und SOMMERFELD entwickelten dazu das **Schalenmodell**. Mit diesem Modell lassen sich diskrete **Ionisierungsenergien** gut erklären.

Ihr Arbeitsauftrag ...

... machen Sie sich mit dem Schalen-Modell vertraut

Klicken, um das Medienmodul aufzurufen!
Etwas nach unten scrollen.

Elemente Chemie

Kohlenstoff-Atom und Schalen-Modell Medieninfo

Die Abbildung zeigt das Schalen-Modell des Kohlenstoff-Atoms. Beim Schalen-Modell ist die Elektronenhülle in schalenförmige Aufenthaltsbereiche unterteilt. Diese Vorstellung geht auf NILS BOHR und ARNOLD SOMMERFELD zurück. NILS BOHR erhielt für seine Forschungsarbeiten 1922 den Nobelpreis für Physik.

Wenn man sich ausgehend vom Kern-Hülle-Modell die Aufenthaltsräume der Elektronen in der Atomhülle als verschiedene große, konzentrisch um den Kern angeordnete Kugeln vorstellt, so sind die Schalen die Räume zwischen den Oberflächen dieser Kugeln.

Das Kohlenstoff-Atom

Das **Schalen-Modell** geht auf Forschungsarbeiten von **NILS BOHR** und **ARNOLD SOMMERFELD** zurück und wird daher auch als **Bohr-Sommerfeld-Modell** bezeichnet.

Die Elektronen befinden sich in schalenförmig um den Atomkern angeordneten **Aufenthaltsbereichen**. Jede Schale entspricht dabei einem **Energiebereich** bzw. einer **Energiestufe**.

Machen Sie sich mit den Besonderheiten des Schalen-Modells vertraut und erkunden Sie das Medienmodul „**Kohlenstoff-Atom und Schalen-Modell**“.



MICROTONIC

Verantwortlich im Sinne des Presserechtes für diese PowerPoint-Präsentation ist **Toni Cramer**.

Obwohl die Datei den Kurs „**Chemie**“ am **Wirtschaftsgymnasium** begleitet, handelt es sich um eine rein **private, nicht kommerzielle** für Schulungs- und Bildungszwecke eingerichtete Präsentation.

Meine Adressdaten sind:



Toni Cramer
Irisweg 36
71672 Marbach
Fon: 07144-861177
Fax: 07144-858350
Mail: Softonic@aol.com
Web: www.projectonic.de
www.scientonic.de

Medienquellen

Alle Quellenhinweise zu grafischen Darstellungen und Texten werden auf den jeweiligen Folien selbst wiedergegeben.

Vielfach werden mit freundlicher Genehmigung des Verlages Grafiken aus den Lehrwerken des Ernst Klett Verlages verwendet.

Andere grafische Darstellungen entstammen der Sammlung Hemera Photoobjects 50.000 oder Serif Image Collection

Schutzrechtsverletzungen

Falls Sie vermuten, dass von dieser Website bzw. PowerPoint-Folie aus eines Ihrer Schutzrechte verletzt wird, teilen Sie mir das bitte umgehend per Post, Mail oder Telefon mit.
Es wird sofort Abhilfe geschaffen.

Copyright: MicroToniC, 2024 :: Alle Rechte vorbehalten

Die PowerPoint-Datei und ihre Teile (Folien und grafische Darstellungen) sind urheberrechtlich geschützt. Das gleiche gilt für alle Texte der Folien. Jede Nutzung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des jeweiligen Rechtegebers bzw. Autors.

Hinweis zu §52 a UrhG: Weder die PowerPoint-Dateien noch ihre Teile dürfen ohne eine solche Einwilligung überspielt, gespeichert und in ein Netzwerk eingestellt werden.

Dies gilt auch für Intranets von Firmen, Schulen, Bildungseinrichtungen und anderen Institutionen.