

# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

## Auszug aus: *Der Kohlenstoffkreislauf*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](https://www.school-scout.de)



## III.19

### Atombau und Periodensystem

# Der Kohlenstoffkreislauf – Eine Einführung in das Daltonsche Atommodell

Nach einer Idee von Kim Möhrke



© RAABE 2024

© Pietro Cappa/iStock/Getty Images Plus

Bei dieser Einführung des Atombegriffs mithilfe des Kohlenstoffkreislaufs versetzen sich Ihre Schülerinnen und Schüler in die Rolle eines Forscherteams. Die Lernenden planen die Versuche selbst und formulieren eigene Fragestellungen. Diese Form der naturwissenschaftlichen Bildung soll es den Schülerinnen und Schülern später ermöglichen, an gesellschaftlicher Kommunikation und Meinungsbildung über technische Entwicklungen und naturwissenschaftliche Forschung teilzunehmen. Eine besonders zentrale Bedeutung im Chemieunterricht der Sekundarstufe I nehmen die Untersuchung von chemischen Reaktionen und das Feststellen der daraus resultierenden Gesetzmäßigkeiten wie der des Massenerhalts und der konstanten Masseverhältnisse ein.

---

#### KOMPETENZPROFIL

<b>Klassenstufe:</b>	7, 8, 9
<b>Dauer:</b>	7 Unterrichtsstunden
<b>Kompetenzen:</b>	1. Erkenntnisgewinnungskompetenz; 2. Fachkompetenz; 3. Kommunikationskompetenz
<b>Inhalt:</b>	Kohlenstoff, Kohlenstoffkreislauf, Atommodell, Atommodell von Dalton, Verbrennung, Kohlenstoffdioxid, $\text{CO}_2$ , Massenerhalt, chemische Reaktion, Sauerstoff

---

## Fachliche Hinweise

Geschichtlich gesehen gab es auch schon vor der Einführung des Atombegriffs, der zu den elementaren Grundkenntnissen der heutigen Chemie zählt, naturwissenschaftliche Forschung. Bereits die antiken Griechen haben Vorstellungen zum Aufbau von Materie entwickelt. Eine Strömung der antiken Philosophie sagte die Existenz von kleinsten unteilbaren Teilchen, den Atomen (altgr. *átomos* – unteilbar), voraus. Erstmalige Versuche zum Massenerhalt wurden von Robert Boyle in Form einer Reaktion von Blei und Zinn mit Luftsauerstoff in einem geschlossenen System durchgeführt. Aus der wiederholten Durchführung dieser Experimente durch Lomonossow und Lavoisier resultierte die Erkenntnis, dass bei einer chemischen Reaktion die beteiligten Elemente in einem bestimmten Verhältnis reagieren. Auf Basis dieser Erkenntnis begründete Dalton das erste moderne Atommodell, welches in den Grundsätzen bis heute noch gültig ist.

Dalton postulierte die folgenden Punkte: als ersten Punkt führte er an, dass die Bausteine jedes Elementes, die Atome, nicht weiter teilbar sind. Alle Atome eines Elements besitzen die gleiche Masse. Verschiedene Atome unterschiedlicher Elemente unterscheiden sich hingegen in ihren Massen. Sowohl in chemischen Reaktionen als auch in biologischen Prozessen können Atome weder zerstört noch erschaffen werden. Bei chemischen Reaktionen werden die Atome eines Ausgangsstoffs nur neu angeordnet. Die Anzahl der Atome bleibt demnach bei Reaktionen konstant.

Besonders überzeugend ist der Punkt der Existenz von Atomen. Als Bausteine der Teilchen aus dem Teilchenmodell sind sie Grundlage für die Betrachtung von Stoffkreisläufen. Nur mit der Existenz von Atomen kann erklärt werden, wieso die Stoffumwandlungen beliebig oft wiederholt werden können, sodass ein Kreisprozess entsteht.

In dieser Unterrichtseinheit werden zunächst die wichtigsten Aussagen zum Atommodell nach Dalton zusammengefasst. Die Tatsache, dass Atome in Protonen, Neutronen und Elektronen zerlegt werden können, wird hier im Sinne der didaktischen Reduktion außer Acht gelassen. Für die früheren Jahrgangsstufen ist der detaillierte Aufbau der Atome jedoch zunächst unbedeutend. Ähnlich dem forschenden Denken von Lomonossow, Lavoisier und Boyle entwickeln die Schülerinnen und Schüler Präkonzepte, die sie auf die Spuren des Atommodells bringen. Die Schülerinnen und Schüler äußern hierfür Vermutungen bezüglich der Verbrennung von Streichhölzern. Anschließend werden die selbst entwickelten Fragestellungen mit naturwissenschaftlichen Methoden überprüft. Die Lernenden planen hierfür eigene Experimente mit dem Fokus auf der Massendifferenz. Durch die Nachweismethoden wird die Vermutung der Gasentstehung bei der Verbrennung von Holz bzw. Kohle überprüft. Dies geschieht hauptsächlich durch die Erklärung des Kohlenstoffkreislaufs und die Vertiefung des Wissens zur Fotosynthese.

Mithilfe von Kreisprozessen kann beeindruckend nachvollziehbar belegt werden, dass Atome bei biologischen oder chemischen Reaktionen nicht vernichtet werden können. Chemisch gesehen sind Lebewesen besonders komplexe Systeme aus organischen Verbindungen, die für ihre Strukturen Kohlenstoffatome benötigen. Der größte Anteil an Kohlenstoff in Verbindungen von Lebewesen stammt entweder aus Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre oder aus Hydrogencarbonat im Wasser. Durch Fotosynthese von autotrophen Organismen wird der Kohlenstoff fixiert, in Verbindungen eingebaut und damit der Atmosphäre entzogen. Die heterotrophen Organismen decken ihren Bedarf an Kohlenstoffverbindungen entweder durch autotrophe oder durch andere heterotrophe Organismen. Durch Atmung und Verdauung gelangt der Kohlenstoff schließlich zurück in die Umwelt in Form von Kohlenstoffdioxid und Verdauungsendprodukten. In ferner Vergangenheit wurde der Kohlenstoff unter anaeroben Bedingungen mit der Entstehung von Erdöl und Erdgas aus dem Kreisprozess entfernt. Seit der industriellen Revolution werden diese Kohlenstoffspeicher vom

Menschen genutzt, um deren Energiebedarf zu decken. Dies führt zu einer erhöhten Freisetzung von Kohlenstoffdioxid und damit einhergehend zum menschlich induzierten Treibhauseffekt.

### Worum geht es inhaltlich?

Die Lernenden können

- Versuche mit Anleitung durchführen.
- Versuche eigenständig planen.
- eigenständig das Gesetz zur Erhaltung der Masse erschließen.
- Experimente, Erkenntnisse und Fakten in angemessener Fachsprache präsentieren.
- mithilfe des Daltonschen Atommodells den Kohlenstoffkreislauf erläutern.

### Didaktisch-methodische Hinweise

#### Wie ist die Unterrichtseinheit aufgebaut?

Da in dieser Unterrichtseinheit mehrere Schülerversuche geplant sind, sollte das Durchführen der Versuche in immer den gleichen Forscherteams erfolgen, um den Schülerinnen und Schülern Sicherheit und Routine zu gewährleisten. Um die Gruppenarbeit effektiver zu machen, bietet es sich an, verschiedene Rollen zu verteilen. Denkbar wären die Rollen eines **Gruppenleiters**, eines **Protokollanten**, eines **Zeitwächters** (sorgt nebenbei für Ruhe und Sicherheit) und eines **Materialbeschaffers**. Besonders geeignet für den Einstieg in die Unterrichtseinheit ist das Material **M 1**. Mit der Einstiegsfrage, warum Streichhölzer nicht ein zweites Mal verwendet werden, können die Schülerinnen und Schüler ihre Alltagserfahrung einbringen. Die meisten wissen daher, dass das Streichholz beim Verbrennen verkohlt und an Masse verliert. Auch wenn das Problem einfach erscheint, fordert die Protokollierung eine besonders starke Lenkung der Lehrkraft. Statt den Versuchsaufbau vorzugeben, kann der Versuch von den Schülerinnen und Schülern selbst geplant werden. Dabei muss auch die Messungsgenauigkeit der Waage berücksichtigt werden und somit auf die mehrmalige Durchführung des Versuchs geachtet werden. Sollte die Lerngruppe bereits sehr erfahren im Experimentieren sein, kann bei Zeitknappheit **M 1** gekürzt werden. Mit der Frage: „Warum werden die Streichhölzer beim Verkohlen leichter?“ kann **M 2** eingeleitet und anschließend bearbeitet werden. Ein besonderes Extra der Materialien stellen die „*Wusstest du schon ...?*“-Kästchen dar. Hier werden z. B. als Vorbereitung auf die Stöchiometrie bzw. die Avogadrozahl erstmals Exponenten in anschaulicher Weise erwähnt (siehe **M 1**).

Im Falle der Kürzung von **M 1** muss die Messungsgenauigkeit der Waage auf anderem Wege eingeführt werden, da diese in den Versuchen **M 3** und **M 4** benötigt wird. Zur Besprechung von **M 2** bietet es sich an, das Material auf eine Folie zu kopieren und anschließend die einzelnen Laborgeräte auszuschneiden, um dann den Versuchsaufbau auf einem Tageslichtprojektor anzuordnen. Alternativ kann hierfür auch ein Smartboard verwendet werden. Die Aufgaben von **M 2** fordern die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler, indem sie zunächst den Versuch eigenständig planen. Gleichzeitig üben sie das Skizzieren von Versuchsaufbauten, welches ebenfalls für das Schreiben eines Protokolls notwendig ist. Die dritte Aufgabe von **M 2** erleichtert den Schülerinnen und Schülern das kritische Hinterfragen von Experimenten an dem selbst entwickelten Versuchsaufbau. Nach dem Besprechen des Versuchs sollte dieser unbedingt auch von Schülerinnen und Schülern durchgeführt werden. Die Schülerinnen und Schüler werden überrascht sein, dass nach dem Verkohlen der Streichhölzer die Masse im Kolben erhalten bleibt. Einige Schülerinnen und Schüler werden die Vermutung aufstellen, dass ein Gas entstanden ist, welche sie mit Nachweisen überprüfen. Aus dem Biologieunterricht sind den Schülerinnen und Schülern möglicherweise bereits einer oder mehrere der folgenden Nachweise bekannt: der Kohlenstoffdioxidnachweis mit Kalkwasser, die

Glimmspanprobe zum Nachweis von Sauerstoff oder die Knallgasprobe zum Nachweis von Wasserstoff. Vor der Unterrichtseinheit sollte die Kenntnis der Schülerinnen und Schüler über diese Nachweise mit der Biologielehrkraft abgesprochen werden. Nur so können im Unterricht die richtigen Impulse gesetzt werden.

Mit dem Boyle-Versuch in **M 3** wird die in den vorherigen Versuchen gewonnene Kenntnis der Schülerinnen und Schüler in einem anschaulichen Versuch über das Gewicht von Gasen überprüft. Um den Versuch noch spektakulärer zu gestalten, bietet es sich an, die Einwaage der Kohle vor den Augen der Schülerinnen und Schüler vorzunehmen. Mit einer Dokumentenkamera kann die Anzeige der Waage an die Wand projiziert werden. Zwecks eines wissenschaftlicheren Vorgehens sollte der Versuch zwei Mal durchgeführt werden. Beim zweiten Mal ist die Durchführung des Versuchs im Dunkeln von Vorteil, damit das Glühen der Kohle besser zur Geltung kommt. Nach zweimaliger Beobachtung des Massenerhalts bei der Verbrennung kann nun ein Gesetz zum Erhalt der Masse von den Schülerinnen und Schülern aufgestellt werden. Nachdem geklärt wurde, dass Masse nicht vernichtet werden kann, bleibt noch die Frage nach der Erzeugung von Masse. Diese Frage wird mit einem Versuch mithilfe von Kresse in **M 4** behandelt. Nach der Einführung des Atommodells sollte das Thema noch einmal besprochen werden. Die Schülerinnen und Schüler stellen Bezüge über die fachlichen Grenzen hinweg zur Biologie (Kohlenstoffkreislauf, Fotosynthese, Atmung) her. Die Tipps zur Durchführung und Auswertung von **M 4** sollten in einer separaten Hilfestation ausgelegt werden.

In **M 5** könnte der Versuchsaufbau, der sich an den Aufbau von **M 2** anlehnt, von den Schülerinnen Schülern ebenfalls selbst überlegt werden. Aus zeitökonomischen Gründen und wegen des zu geringen Anspruchs an die Schülerinnen und Schüler ist es jedoch an dieser Stelle nicht notwendig. Das Arbeitsblatt **M 5** schließt die Versuche zum Kohlenstoffkreislauf ab.

Alle Materialien sind stark miteinander verknüpft und sehr praxisorientiert. Die theoretischen Teile der Materialien können als Hausaufgabe dienen. In **M 6** kann das Auswendiglernen der Atomsymbole und deren Namen als Hausaufgabe gestellt werden.

Als Alternative zum Kohlenstoffkreislauf kann auch die Gewinnung von Kupfer in der Steinzeit im Unterricht bearbeitet werden. Der Steinzeitmensch Ötzi dient hierbei als Leitfigur. Die Kupfergewinnung aus Malachit ist jedoch weiter vom Alltag der Schülerinnen und Schüler entfernt als der Kohlenstoffkreislauf. Die Schülerinnen und Schüler besitzen meist schon bestimmte Vorstellungen zum Thema Verbrennung. Diese können genutzt werden, um das Gesetz des Massenerhalts zu erarbeiten. Die Einführung des Atommodells von Dalton über den Kohlenstoffkreislauf oder über die Gewinnung von Kupfer wäre auch allein über eine theoretische Einführung denkbar. Die Lernenden erfahren bei dieser Methode die Grenzen der Modelle. Dieses Wissen bleibt jedoch nicht in den Köpfen der Schüler hängen, da es nicht auf Selbsterkenntnis beruht. Das Thema Kohlenstoffkreislauf bietet eine gute Möglichkeit, die Fachgrenzen zu überschreiten und damit eine nachhaltigere und tiefergehende Bildung für die Schüler zu ermöglichen.

#### **Fächerübergreifender Einsatz**

Die Thematik Kohlenstoffkreislauf ermöglicht einen fächerübergreifenden Unterricht Chemie-Biologie über das Thema Fotosynthese. Üblicherweise ist dies bereits Thema der Klassen 7 und 8. Ebenfalls wird Wissen zur Keimung benötigt. Diese wird meistens in der 5. und 6. Klasse behandelt.

## Weiterführende Medien

### Bücher

- ▶ Friedrich, Jens u.a.: Der Kohlenstoffkreislauf. Zur Einführung des Daltonschen Atommodells. PdN-ChiS 2005 (54) S. 35–39.  
Die Idee zu dieser Unterrichtseinheit ist aufgrund dieses Artikels entstanden. Weitere Hinweise zur Didaktik und Methodik können hier entnommen werden.
- ▶ Mortimer, Charles E.; Müller, U.: Chemie: Das Basiswissen der Chemie. Thieme Verlag. Stuttgart 2003. S. 16–19.  
Hier werden noch einmal kurz die wichtigsten Grundlagen des Atommodells nach Dalton behandelt.
- ▶ Purves, William K. u.a.: Biologie. Spektrum Verlag. München 2006. S. 1388f.  
Sollte noch Bedarf an weiteren Informationen zum Kohlenstoffkreislauf bestehen, ist dieses Werk zu empfehlen.

### Internetseiten

- ▶ <https://kinder.wdr.de/tv/wissen-macht-ah/bibliothek/dasfamoseexperiment/riechenund-schmecken/bibliothek-kresse-experiment-100.html>  
Diese Seite bietet Informationen zum Thema Keimungsfaktoren.
- ▶ <https://www.simplyscience.ch/teens/wissen/wie-entsteht-eigentlich-holzkohle?r=1>  
Nützliche Informationen über die Geschichte der Holzkohle.

[letzter Abruf: 24.07.2024]

## Auf einen Blick



### Vorbemerkung

Die GBU zu den verschiedenen Versuchen finden Sie als Download.

### 1./2. Stunde



**Thema:** Verbrennung von Streichhölzern

**M 1** Was passiert bei einer Verbrennung?

**Dauer:** **Vorbereitung:** 10 min, **Durchführung:** 10 min

**Chemikalien:**  10 Streichhölzer pro Gruppe

**Geräte:**  2 Reagenzgläser pro Gruppe  Waage (ablesbar auf 2 Nachkommastellen)  
 Gasbrenner  feuerfeste Unterlage  Stativmaterial pro Gruppe



**M 2** Versuchsoptimierung – Verbrennung von Streichhölzern

**Dauer:** **Vorbereitung:** 10 min, **Durchführung:** 10 min

**Chemikalien:**  10 Streichhölzer pro Gruppe

**Geräte:**  2 Reagenzgläser pro Gruppe  Waage (ablesbar auf 2 Nachkommastellen)  
 2 Luftballons pro Gruppe  Stativmaterial pro Gruppe  
 Gasbrenner  feuerfeste Unterlage

### 3.–5. Stunde



**Thema:** Massenerhalt und konstante Masseverhältnisse

**M 3** Der Boyle-Versuch – Verbrennung von Aktivkohle

**Dauer:** **Vorbereitung:** 10 min, **Durchführung:** 15 min

**Chemikalien:**  0,1 g Aktivkohle  Sauerstoff

**Geräte:**  2 Rundkolben (1000 ml)  Reagenzglas  
 Gasbrenner  3 Korkringe  
 Waage  2 Luftballons



**M 4** Massenzunahme in der Biologie – Wachstum von Kresse

**Dauer:** **Vorbereitung:** 5 min, **Durchführung:** 10 min

**Chemikalien:**  Kressesamen  Wasser

**Geräte:**  Watte  1 Rundkolben pro Gruppe (beliebige Größe)  
 1 Luftballon pro Gruppe  Waage



**M 5** Verbrennung von Kresse

<b>Dauer:</b>	<b>Vorbereitung:</b> 10 min, <b>Durchführung:</b> 15 min	
<b>Chemikalien:</b>	<input type="checkbox"/> Kresse	
<b>Geräte:</b>	<input type="checkbox"/> 1 Luftballon	<input type="checkbox"/> Gasbrenner
	<input type="checkbox"/> Reagenzglas	<input type="checkbox"/> feuerfeste Unterlage
	<input type="checkbox"/> Stativmaterial	

## 6./7. Stunde

<b>Thema:</b>	<b>Atommodell von Dalton</b>
<b>M 6</b>	Das Daltonsche Atommodell
<b>M 7</b>	Der Kohlenstoffkreislauf und das Atommodell

## Minimalplan

Ihnen steht nur wenig Zeit zur Verfügung? Dann lässt sich die Unterrichtseinheit auf **vier Stunden** kürzen. Die Planung sieht dann wie folgt aus:

- 1. Stunde (M 2)** Steigen Sie mit einem stillen Impuls in die Unterrichtseinheit ein und entzünden Sie ein Streichholz. Die zu erforschende Frage dieser Stunde lautet: „Was geschieht eigentlich bei der Verbrennung der Streichhölzer?“ Die Schülerinnen und Schüler optimieren den Versuch und führen ihn im Anschluss noch einmal durch.
- 2. Stunde (M 3)** Beginnen Sie die Stunde mit dem Boyle-Versuch. Während der Rundkolben abkühlt, haben die Lernenden Zeit, um einen Versuch zu planen. Nach anschließender Besprechung des Versuchs wird der Versuch durchgeführt.
- 3. Stunde (M 4–M 6)** Der Versuch **M 4** wird ausgewertet. Anschließend wird die Einheit zum Kohlenstoffkreislauf mit dem Material zur Verkohlung von Kresse abgeschlossen. Die Aufgaben 1–3 (**M 6**) werden im Unterricht besprochen. Die Aufgaben 4–5 (**M 6**) sind Hausaufgabe. Die Expertenaufgabe steht für schnell arbeitende Schülerinnen und Schüler zur Verfügung.
- 4. Stunde (M 7)** Zur Überprüfung des Lernzuwachses wird die Lernkontrolle **M 7** geschrieben.

## Erklärung zu den Symbolen

	Dieses Symbol markiert differenziertes Material. Wenn nicht anders ausgewiesen, befinden sich die Materialien auf mittlerem Niveau.				
	leichtes Niveau		mittleres Niveau		schwieriges Niveau
	Zusatzaufgabe		Alternative		Selbsteinschätzung

# SCHOOL-SCOUT.DE



Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

## Auszug aus: *Der Kohlenstoffkreislauf*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](https://www.school-scout.de)



III.19

Atombau und Periodensystem

Der Kohlenstoffkreislauf – Eine Einführung in das  
Dalton'sche Atommodell

Nach einer Idee von Kim Mülker



Bei dieser Einführung der Atombau- und Periodensystem-Verständnis werden sich die SchülerInnen und Schüler in die Rolle eines Forscherteams. Die Lernenden planen die Versuche selbst und formulieren eigene Hypothesen. Durch die eigenverantwortliche Bildung der SchülerInnen und SchülerInnen werden die geistlichen Kommunikation und Meinungsbildung über die chemischen Prozesse und naturwissenschaftliche Forschung gefördert. Eine besondere zentrale Bedeutung im Chemieunterricht der Sekundarstufe ist die Darstellung von chemischen Reaktionen und den Prozessen der daraus resultierenden Stoffeigenschaften wie die des Kohlenstoffes und des Kohlenstoffdioxid.

KOMPLETTPROFIL

Klassenstufe: 7 bis 9

Dauer: 2 Unterrichtsstunden

Komplexionen: 1. Identifizierung von Kohlenstoff, 2. Fachterminologie

Inhalt: 1. Kohlenstoffisotopen

2. Dalton'sches Atommodell, Atombau, Atommass

3. Dalton'sche Vermutung, Kohlenstoffdioxid, CO<sub>2</sub>, Molekularität, chemische Reaktionen, Sauerstoff