

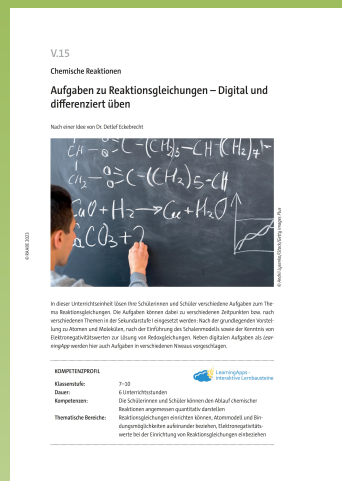
# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

## Auszug aus: *Chemische Reaktionen: Aufgaben zu Reaktionsgleichungen*

Das komplette Material finden Sie hier:

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

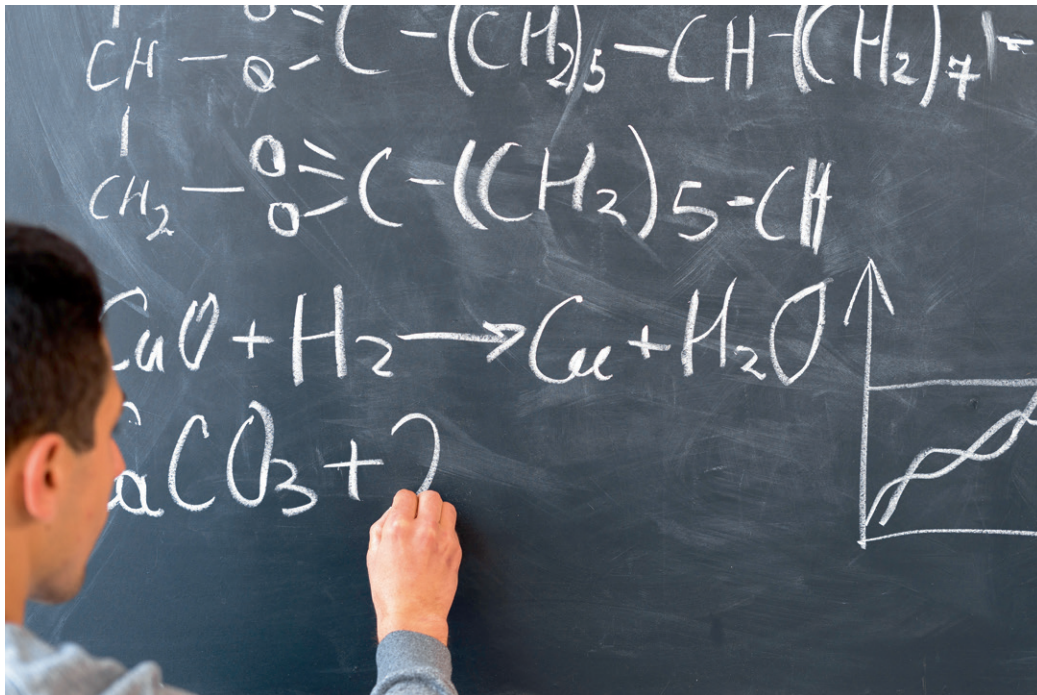


## V.15

### Chemische Reaktionen

# Aufgaben zu Reaktionsgleichungen – Digital und differenziert üben

Nach einer Idee von Dr. Detlef Eckebrecht



© RAABE 2023

© Andrii Lyosenko/iStock/Getty Images Plus

In dieser Unterrichtseinheit lösen Ihre Schülerinnen und Schüler verschiedene Aufgaben zum Thema Reaktionsgleichungen. Die Aufgaben können dabei zu verschiedenen Zeitpunkten bzw. nach verschiedenen Themen in der Sekundarstufe I eingesetzt werden: Nach der grundlegenden Vorstellung zu Atomen und Molekülen, nach der Einführung des Schalenmodells sowie der Kenntnis von Elektronegativitätswerten zur Lösung von Redoxgleichungen. Neben digitalen Aufgaben als *LearningApp* werden hier auch Aufgaben in verschiedenen Niveaus vorgeschlagen.

#### KOMPETENZPROFIL

<b>Klassenstufe:</b>	7–10
<b>Dauer:</b>	6 Unterrichtsstunden
<b>Kompetenzen:</b>	Die Schülerinnen und Schüler können den Ablauf chemischer Reaktionen angemessen quantitativ darstellen
<b>Thematische Bereiche:</b>	Reaktionsgleichungen einrichten können, Atommodell und Bindungsmöglichkeiten aufeinander beziehen, Elektronegativitätswerte bei der Einrichtung von Reaktionsgleichungen einbeziehen



## Was Sie zum Thema wissen müssen

Reaktionsgleichungen sind Beschreibungen von chemischen Reaktionen, bei denen international einheitliche Symbole verwendet werden. Sie enthalten sowohl qualitative als auch quantitative Informationen über die Reaktion. Auf der linken Seite stehen die Formeln der Edukte, mehrere werden durch ein Pluszeichen getrennt. Das Gleiche gilt auf der rechten Seite für die Produkte der Reaktion. Der Pfeil zwischen Edukten und Produkten wird gelesen als „reagieren zu“ bzw. „reagiert zu“.

Die Formeln der Stoffe können auf Teilchenebene gedeutet werden als ganzzahlige Proportionen der in einem Molekül verbundenen Atome, wie z. B. zwei Wasserstoffatome und ein Sauerstoffatom im Wassermolekül  $\text{H}_2\text{O}$ . Der tiefgestellte Index hinter einem Elementsymbol gibt an, wie viele Atome des Elements in einem Molekül enthalten sind. Kenntnisse über die Struktur der Elektronenhülle der an den Molekülen beteiligten Atome ermöglichen das Verständnis der Anzahl der Bindungsmöglichkeiten der Atome und damit der Zusammensetzung der Moleküle. Die hier zusammengestellten Aussagen gelten entsprechend für Ionen. Bei vielen Elementen wie z. B. bei Metallen werden in der Regel einzelne Atome als reagierende Teilchen angenommen.

In Reaktionsgleichungen werden Koeffizienten verwendet, um die Anzahl der Atome, Moleküle oder Ionen anzugeben, die an der Reaktion beteiligt sind bzw. dabei entstehen, wenn man die kleinsten denkbaren Portionen aller beteiligten Stoffe annimmt. Sie werden vor die Formel des entsprechenden Stoffes platziert. Nach dem Gesetz von der Erhaltung der Masse müssen die Koeffizienten so gewählt werden, dass alle beteiligten Atome auf der Edukt- und der Produktseite in gleicher Anzahl vorkommen.

Beispiel:  $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$  (Indizes rot/kursiv, Koeffizienten blau/fett)

Bei Bedarf können in die Reaktionsgleichungen weitere Zustandsangaben eingefügt werden, wie Ladungen der Teilchen, Aggregatzustand oder (aq) für „in Wasser gelöst“. Das Entweichen von Gasen oder Ausfällungen können mit Pfeilen nach oben bzw. unten hinter den Formeln angegeben werden.

Korrekt eingerichtete Reaktionsgleichungen können für unterschiedliche stöchiometrische Berechnungen genutzt werden. Mithilfe der relativen Atommassen kann dies in makroskopische Massenangaben umgerechnet werden. Entsprechend dem Gesetz der konstanten Proportionen besteht z. B. eine beliebige Portion Wasser aus Wasserstoff und Sauerstoff im Massenverhältnis von 2 : 16 bzw. 1 : 8. Auf diesem Wege ist es möglich, auf der Basis von Reaktionsgleichungen zu berechnen, wie viel der Ausgangsstoffe benötigt wird, um eine bestimmte Menge bzw. Masse des Produkts herzustellen.

Bei Redoxreaktionen kann die Bestimmung der Koeffizienten komplexere Überlegungen erfordern. Es liegt dann eine Oxidation vor, wenn Elektronen real abgegeben werden oder aufgrund der Elektronegativitätsdifferenz von Atomen in einer Bindung formal einem anderen Atom zugerechnet werden. Geben Atome, Moleküle, Ionen oder Gruppen in einem Molekül eines Stoffes in einer chemischen Reaktion Elektronen ab, so werden diese von einem Elektronenakzeptor aufgenommen. Dieser Stoff wird reduziert. Elektronenabgabe (Oxidation) und Elektronenaufnahme durch den Reaktionspartner ergeben zusammen eine Redoxreaktion. Die Oxidation eines Alkanols  $\text{R-CH}_2\text{OH}$  zu einem Alkanal  $\text{R-CHO}$  kann vereinfacht über den steigenden Anteil von Bindungen zwischen Sauer-

stoffatomen und einem Kohlenstoffatom im Molekül erkannt werden. Der korrekte Hintergrund ergibt sich aus der Berücksichtigung der Elektronegativitäten der beteiligten Elemente.



### Vorschläge für Ihre Unterrichtsgestaltung

Als einfachste kurze Darstellung eines Reaktionsablaufs lernen die Schülerinnen und Schüler im Chemie-Anfangsunterricht das Reaktionsschema kennen, in dem die Edukte und Produkte namentlich genannt werden. Beim Übergang von der Stoffebene auf die Teilchenebene gelangen sie zu der Erkenntnis, dass Atome in einem bestimmten ganzzahligen Verhältnis in Molekülen oder zusammengesetzten Ionen vorkommen. Das Teilchenmodell bietet die Möglichkeit, dies anschaulich darzustellen. Nach der Behandlung der Struktur von Elektronenhüllen der Atome kann das Modell um Bindungsmöglichkeiten der Atome erweitert werden. Die Schülerinnen und Schüler können Moleküle modellhaft konstruieren, indem sie die einfache Regel anwenden, dass keine Bindung ungenutzt bleibt, und ihr Wissen über die möglichen Produktgruppen bei bestimmten Ausgangsstoffen nutzen. Mit Elementensymbolen und Indizes können sie die entsprechenden Formeln angeben. Obwohl klassische Beispiele wie die Oxidbildung bei Metallen und Nichtmetallen oder die Entstehung von Hydroxid bei der Reaktion von Alkalimetallen mit Wasser in der Regel gut verstanden werden, fällt es vielen Schülerinnen und Schülern schwer, entsprechende Reaktionsgleichungen mit den richtigen Koeffizienten zu versehen. Das Abzählen der Atome der verschiedenen Elemente auf beiden Seiten der Reaktionsgleichung scheint einfach zu sein, wird jedoch häufig nur von einem Teil der Lernenden problemlos beherrscht. Die konsequente Benutzung des Teilchenmodells (vgl. Eckbrecht 2020), häufiges Üben und die gemeinsame Fehlersuche haben sich als hilfreich bei Förderung eines angemessenen Verständnisses erwiesen. So können z. B. als Ergebnis einer betrachteten Reaktion mehrere Versionen der Reaktionsgleichung präsentiert werden, entweder als Lösungsvorschläge aus der Lerngruppe oder von der Lehrkraft hinzugefügt. Dabei sind teilweise Indizes und teilweise Koeffizienten falsch. Das Erkennen von Fehlern und deren Besprechung helfen schwächeren Schülerinnen und Schülern später, selbst Fehler zu vermeiden oder zu korrigieren.

Jeder Schritt bei der Erweiterung der Kompetenzen zu chemischen Reaktionen bietet zusätzliche Möglichkeiten, Reaktionsgleichungen je nach Bedarf ausführlicher oder reduzierter zu formulieren. So kann man z. B. bei Reaktionen von Ionenverbindungen in Wasser nur die Ionen aufführen, die reagieren bzw. entstehen. Dabei sollten in der Lerngruppe nicht nur die Erweiterungen eingeführt werden, sondern es sollte dabei schwächeren Schülerinnen und Schülern auch immer wieder die Chance gegeben werden, die Grundlagen aufzuarbeiten, um ihnen den Anschluss zu ermöglichen.



Aufgabe 1 des Arbeitsblattes **M 3** steht Ihnen auch als *LearningApp* kostenlos in digitaler Form und ohne Registrierung unter folgendem Link <https://learningapps.org/watch?v=pObsa8ccc21> oder dem nebenstehenden QR-Code zur Verfügung.

Diese Alternative gibt Ihnen durch die unmittelbare Rückmeldung zu den Lösungen die Möglichkeit, die Lernenden noch selbstständig arbeiten zu lassen. Außerdem bekommt das Lernen dadurch einen spielerischen Charakter.

Sie wollen die *LearningApp* gerne noch passgenauer für Ihre Klasse? Hierfür rufen Sie den Link <https://learningapps.org/display?v=pObsa8ccc21> auf und klicken links unten auf „ähnliche LearningApp erstellen“. In der Maske können Sie nach Belieben Veränderungen vornehmen und die abgeänderte Kollektion in Ihrem eigenen Account abspeichern. Bitte beachten Sie, dass sich der Zugangslink dadurch ändert

### Aufbau der Unterrichtseinheit

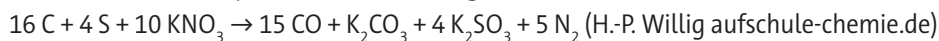
In **M 1** wird die Wahl eines Versuchsergebnisses einerseits für den anschaulichen Übergang von der Stoffebene zur Teilchenebene genutzt. Außerdem weisen die Werte auf die möglichen Berechnungen der Stöchiometrie hin, wenn auf der Basis der Reaktionsgleichung die richtigen Stoffmengen für die vollständige Reaktion oder für die Bildung einer bestimmten Menge Produkt berechnet wird. Nachdem die Bedeutung von Indizes in Summenformeln geklärt ist, können die Koeffizienten für die verschiedenen Stoffe so gewählt werden, dass von jeder Atomsorte die gleiche Anzahl auf der linken und der rechten Seite der Reaktionsgleichung vorliegt. Für die Nutzung des Modells gibt es zwei Möglichkeiten zur Darstellung (siehe Abbildung unten). Die Modellelemente können entweder umgeordnet werden (nichts darf übrig bleiben, keine Bindungsmöglichkeit bleibt ungenutzt) oder Edukte- und Produktseite werden beide dargestellt und verglichen.

Die Elektronenkonfiguration von Atomen führt in **M 2** über die Anzahl der Bindungsmöglichkeiten zum Verständnis der Formeln von Verbindungen und damit zu den Indizes in Formeln. Die Edelgasregel besagt, dass die Anzahl der Bindungsmöglichkeiten von Atomen meist dadurch bestimmt wird, dass die äußere Elektronenschale durch die Aufnahme, die Abgabe oder die Mitbenutzung von Elektronen Edelgaskonfiguration aufweist. Das sind in der ersten Periode zwei Elektronen und bei Atomen der weiteren Perioden 8 Elektronen (daher die gebräuchliche Bezeichnung Oktettregel). Das Verständnis des Periodensystems kann so eine wichtige Hilfe bei der Formulierung und Prüfung von Formeln für Stoffe sein. Kenntnisse zu den Stoffeigenschaften in den verschiedenen Gruppen, in der Sekundarstufe I insbesondere der Hauptgruppen, erleichtern durch Vergleiche mit Bekanntem ebenfalls das Aufstellen und Prüfen von Reaktionsgleichungen. Mithilfe von **M 2** soll geübt werden, das Periodensystem zum Aufstellen von Formeln und Reaktionsgleichungen zu nutzen. Wie in **M 1** führt auch in **M 2** der Weg über die Formel zur Reaktionsgleichung.

In **M 3** können die Lösungen einzelner Schüler und Schülerinnen oder Gruppen zu Aufgabe 1 bei der Besprechung als Folien oder digital präsentiert werden, sodass alle in der Lerngruppe üben können, Fehler zu finden und zu korrigieren. Dies hilft ihnen später bei der kritischen Prüfung ihrer eigenen Lösungen.

In **M 4** sind verschiedene Stoffe so angeordnet, dass nach Entzünden des Schwarzpulvers durch den in Brand geratenen Phosphor ein komplexes Reaktionsgeschehen in Gang gesetzt wird. Die in Redoxreaktionen gebildeten Oxide reagieren zumindest teilweise mit dem mechanisch freigesetzten Wasser.

In der Literatur findet man unterschiedliche Angaben zu den verschiedenen Reaktionen beim Abbrennen von Schwarzpulver, wie z. B. die folgende:



Das Reaktionsgeschehen wird u. a. beeinflusst von den Anteilen der Reaktanden sowie der Fein-

körnigkeit und dem Grad der Durchmischung. Im hier beschriebenen unterrichtlichen Kontext wird die Rolle des Oxidationsmittels Kaliumnitrat sehr vereinfacht dargestellt und die Entstehung von Kohlenstoffmonoxid außer Acht gelassen. Die didaktische Reduktion erscheint sinnvoll, zumal die Komplexität der Aufgabenstellung und das spektakuläre Geschehen einen Teil der Aufmerksamkeit binden. Das entspricht der Situation im experimentellen Unterricht und schult die Fähigkeit, auch unter solchen Bedingungen chemische Reaktionen angemessen durch Reaktionsgleichungen zu beschreiben.

Die steigenden Oxidationszahlen am Kohlenstoffatom vom Alkan bis zum Kohlenstoffdioxid sollten den Schülerinnen und Schülern in **M 5** bekannt sein. Für die Aufgabenstellungen in den Materialien **M 5a** und **M 5b** wurden Beispiele ausgewählt, die üblicherweise im Unterricht in der Sekundarstufe I nicht besprochen werden. Bei der Reaktion in Bild 1 handelt sich um die Additionsreaktion von Ethanal und Methanol zu Methoxy-Ethanol. Die Halbacetalbildung ist eine eher für die Sekundarstufe II relevante Reaktion, bei der Hin- und Rückreaktion im Gleichgewicht stehen. Bekanntes biologisches Beispiel ist die Ringbildung bei Zuckermolekülen. Bei diesen Übungsaufgaben steht nicht die jeweilige Stoffklasse oder der Reaktionsmechanismus (Additionsreaktion) im Vordergrund, sondern formale Aspekte beim Verstehen und Aufstellen von Reaktionsgleichungen. Überschaubare Moleküle erleichtern die Fokussierung auf die zentralen Aufgabenstellungen. Die Arbeitsaufträge sollen aber genügend innovative Impulse enthalten, um über reine Reproduktion hinauszugehen.

#### Angebote zur Differenzierung

Die Materialien **M 5a** und **M 5b** unterscheiden sich im Schwierigkeitsgrad der **Aufgaben 1** und **3**. Die angegebenen Oxidationszahlen in Bild 1 auf **M 5b** können bei schwächeren Schülerinnen und Schülern sicherstellen, dass sie ihr Grundwissen über Oxidationszahlen anwenden können und nicht schon im ersten Schritt scheitern. Dem gleichen Zweck dienen die zusätzlichen Angaben zu **Aufgabe 3a**) in **M 5b**.



#### Literatur

- Eckbrecht, D.: Reaktionsschemata und Reaktionsgleichungen aufstellen. RAABE Verlag, Stuttgart 2020

# Auf einen Blick

Ab = Arbeitsblatt

## 1. Stunde

Thema: **Chemische Reaktionen auf Teilchenebene**

M 1 (Ab) Reaktionsgleichungen zum Teilchenmodell

## 2. Stunde

Thema: **Konstante Proportionen beruhen auf Bindungsmöglichkeiten**

M 2 (Ab) Reaktionsgleichungen zum Schalenmodell

## 3. Stunde

Thema: **Anwendung des Schalenmodells**

M 3 (Ab) Welcher Koeffizient wird gesucht?

## 4. Stunde

Thema: **Mögliche Reaktionen erkennen, in Gleichungen darstellen und ordnen**

M 4 (Ab) Reaktion mit Schwarzpulver

## 5. Stunde

Thema: **Elektronegativitätswerte und Redoxreaktionen**

M 5 (Ab) Aufgaben zu Redoxgleichungen

## 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



# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

## Auszug aus: *Chemische Reaktionen: Aufgaben zu Reaktionsgleichungen*

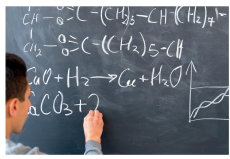
Das komplette Material finden Sie hier:

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



V15  
Chemische Reaktionen  
Aufgaben zu Reaktionsgleichungen – Digital und differenziert üben

Nach einer Idee von Dr. Detlef Schönebeck



In dieser Unterrichtseinheit lösen Ihre Schülerinnen und Schüler verschiedene Aufgaben zum Thema Reaktionsgleichungen. Die Aufgaben dienen dabei zu unterschiedlichen Zielen und nach verschiedenen Themenis den Schwerpunkten (KI) ausgerichtet werden. Nach der grundlegenden Vorlesung zu Atomen und Molekülen, nach der Einführung des Salzmantels sowie der Darstellung von Reaktionsgleichungen zur Lösung von Reaktionsgleichungen. Hier sind digitale Aufgaben die über einige weitere auch Aufgaben in verschiedenen Themen vorgelagert.

**KOMPETENZPROFIL**

**Klassenstufe:** 7-10  
**Quelle:** © Lernaktivitäten  
**Kompetenzen:** Die Schülerinnen und Schüler können die Abaufeinanderfolgenden Reaktionen argumentativ, qualitativ, kinetisch, nach Reaktionsgleichungen erklären können, Atommodell und Bindungsregeln korrekt anzuwenden beschreiben, Zustandsgleichgewichte bei der Erreichung von Reaktionsgleichungen beschreiben.

**Thematische Bereiche:**

© 2019 School-Scout.de