

## I.D.25

Grundlagen: chemische Reaktionen

# Quantitative Betrachtungen in der Chemie – eine Interaktionsbox

Paul Suppan



© RAABE 2023

© SDI Productions/E+

Der Umgang mit quantitativen Betrachtungen stellt viele Schülerinnen und Schüler vor große Herausforderungen. Diese Unterrichtseinheit stellt schülerfreundliche und binnendifferenzierte Arbeitsmaterialien zu den einzelnen Themen der quantitativen Betrachtungen bereit. Das Format der Interaktionsbox fördert ein selbst gesteuertes Lernen, welches durch digitale Hilfekarten gestützt wird.

### KOMPETENZPROFIL



<b>Klassenstufe:</b>	8–10
<b>Dauer:</b>	6 Unterrichtsstunden (Minimalplan: 4)
<b>Inhalt:</b>	Stöchiometrie, Mol, Masse, Stoffmenge, molare Masse, Massenkonzentration, Stoffmengenkonzentration, quantitative Betrachtungen, chemisches Rechnen
<b>Kompetenzen:</b>	1. Vorgänge, bei denen sich Stoffeigenschaften ändern, beschreiben, 2. stöchiometrische Berechnungen durchführen, 3. Teilchenmodelle nutzen, 4. aufgabenbezogen Beobachtungskriterien festlegen, 5. mit geeigneten Kriterien ordnen und vergleichen, 6. Stoffeigenschaften selbstständig experimentell erforschen, 7. Elemente der Mathematik anwenden.

## Hinweise zur Methodik und Didaktik

Das Material ist methodisch-didaktisch als Interaktionsbox konzipiert. Eine Interaktionsbox ist ein physisches Behältnis, zum Beispiel in Form einer Kunststoffkiste oder eines Schuhkartons, das alle Materialien zur Erarbeitung eines Themengebietes (Arbeitsblätter sowie Materialien zum Experimentieren) enthält. Die Interaktionsbox kann von den Schülerinnen und Schülern selbstständig bearbeitet werden und folgt so dem Gedanken des offenen Unterrichts. Es empfiehlt sich die Bearbeitung als Gruppenarbeit, da die Lernenden so gemeinsam problemlösend interagieren und sich gegenseitig unterstützen können.

### Voraussetzungen der Lerngruppe

Der Themenkomplex Quantitative Betrachtungen zeichnet sich dadurch aus, dass er viele abstrakte und mathematisierte Elemente für die Schülerinnen und Schüler bereithält. So müssen die Lernenden zum Beispiel auf Teilchenebene denken und Formelsprache nachvollziehen. Außerdem müssen sie zahlreiche Rechenoperationen anwenden. Das stellt die Schülerinnen und Schüler, je nach Lernentwicklungsstufe, vor verschiedenen großen Herausforderungen. Schülerinnen und Schüler, die sich gemäß Piagets Theorie, noch im konkret-operatorischen Stadium befinden, brauchen eher phänomenologische Zugänge zur Thematik. Wieder andere Schülerinnen und Schüler befinden sich bereits im formal-operatorischen Stadium und sind durchaus in der Lage, mit abstrakten Phänomenen wie der Formelsprache umzugehen. Da die Lernenden für den Umgang mit dem Themenkomplex der quantitativen Betrachtungen besonders die Kompetenzen des formal-operatorischen Stadiums benötigen, müssen speziell die Lernenden unterstützt werden, die sich noch im konkret-operatorischen Stadium befinden. Gleichwohl muss auch den Lernenden eine ansprechende Lernumgebung geschaffen werden, die bereits formal-operatorisch denken können. Dieser Spagat wird durch die Methode der Interaktionsbox ermöglicht. Sie stellt ein offenes Unterrichtssetting, das ein selbst gesteuertes und binnendifferenziertes Lernen ermöglicht. Das gelingt, indem phänomenologische Zugänge wie Alltagsbeispiele oder Experimente mit den neuen abstrakt-mathematischen Inhalten verknüpft werden. Ein Einsatz der Interaktionsbox ist damit prinzipiell bereits in der Sekundarstufe I variabel möglich. Bei einem Einsatz in Klassenstufe 8 oder 9 ist eher darauf zu achten, dass die Lernenden bereits die notwendigen Basisbegriffe wie *Teilchen* und *Stoffe* beherrschen und sicher mit dem Periodensystem der Elemente umgehen können. Auch die chemische Formelsprache sollte bekannt und etabliert sein. Nicht zu vergessen, ist auch der sichere Umgang mit Geräten und Chemikalien beim Experimentieren eine Grundvoraussetzung für das Bearbeiten der Interaktionsbox.

### Aufbau der Unterrichtssequenz

Die Interaktionsbox enthält Materialien für sechs Unterrichtseinheiten. Die einzelnen Einheiten sind bewusst so gestaltet, dass sie immer einen Inhaltsbereich der quantitativen Betrachtung bearbeiten. Da Wissen aus einem Inhaltsbereich teilweise für einen anderen Inhaltsbereich Grundvoraussetzung ist, ist es sinnvoll, die Einheiten in der vorgegebenen Reihenfolge abzuarbeiten. Das erste Kapitel schafft einen fachlichen Einstieg über die Thematik Massen und Volumen. Anschließend folgen die Themenkomplexe Stoffmenge und Molare Masse. In Unterrichtseinheit 4 werden dann die Themen Stoffmenge, Masse und molare Masse im Zusammenhang thematisiert, bevor es in Einheit 5 um die Auseinandersetzung mit der Stoffmengenkonzentration geht. Die Unterrichtseinheit 6 bildet den Abschluss und behandelt die Massenkonzentration sowie ein zusammenfassendes Spiel zum chemischen Rechnen.

## Auf einen Blick

Ab = Arbeitsblatt, In = Infotext, Sv = Schülerversuch



### Vorbemerkungen

Die GBU zu den verschiedenen Versuchen finden Sie im **Online-Archiv**.

### 1. Stunde

Thema: **Masse und Volumen**

M 1 (Ab) Masse und Volumen im Alltag

Benötigt  1 mobiles Endgerät pro Lernenden

M 2 (Sv) Bestimmung von Masse und Volumen

Dauer **Vorbereitung: 5 min, Durchführung: 20 min**

Chemikalien  Natriumchlorid  Wasser  
 Eisenerz  Lebensmittelfarbe  
 Öl

Geräte  1 Schutzbrille pro Person  1 Becherglas (250 ml)  
 1 Personenwaage  1 Standzylinder (100 ml)  
 1 Küchenwaage  1 Pipette  
 1 Laborwaage (Feinwaage)

### 2. Stunde

Thema: **Die Stoffmenge**

M 3 (Ab) Stoffmenge  $n$  – Millionen kleiner Teilchen

Benötigt  1 mobiles Endgerät pro Lernenden  
 1 Taschenrechner pro Lernenden  
 1 verschlossenes Reagenzglas mit Schwefel 

M 4 (In) Informationstext zur Stoffmenge

### 3. Stunde

<b>Thema:</b>	<b>Molare Masse</b>
<b>M 5 (Ab)</b>	Die molare Masse kennenlernen
<b>M 6 (Ab)</b>	Karten fürs Molare-Masse-Memory
<b>Benötigt</b>	<input type="checkbox"/> Memorykarten <input type="checkbox"/> Schere <input type="checkbox"/> Periodensystem der Elemente <input type="checkbox"/> Taschenrechner
<b>M 7 (In)</b>	Methodenblatt: Bestimmung der molaren Masse über das Periodensystem

### 4. Stunde

<b>Thema:</b>	<b>Die Stoffmenge, Masse und molare Masse</b>
<b>M 8 (Ab)</b>	Stoffmenge und (molare) Masse – bringen Kuchen dieser Klasse
<b>Benötigt</b>	<input type="checkbox"/> Periodensystem der Elemente <input type="checkbox"/> Taschenrechner <input type="checkbox"/> 1 mobiles Endgerät pro Lernenden

### 5. Stunde

<b>Thema:</b>	<b>Stoffmengenkonzentration</b>	
<b>M 9 (Ab)</b>	Stoffmengenkonzentration – Einblicke in die Biochemie des menschlichen Magens	
<b>Benötigt</b>	<input type="checkbox"/> Taschenrechner <input type="checkbox"/> 1 mobiles Endgerät pro Lernenden	
<b>M 10 (Sv)</b>	Ätzende Wirkung der Magensäure	
<b>Dauer</b>	<b>Vorbereitung:</b> 10 min, <b>Durchführung:</b> 20 min	
<b>Chemikalien</b>	<input type="checkbox"/> Salzsäure  <input type="checkbox"/> Destilliertes Wasser	<input type="checkbox"/> Hähnchenfleisch
<b>Geräte</b>	<input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille pro Person <input type="checkbox"/> 1 Petrischale	<input type="checkbox"/> 2 Pipetten



### 6. Stunde

<b>Thema:</b>	<b>Abschluss chemisches Rechnen</b>
<b>M 11 (Ab)</b>	Die Massenkonzentration
<b>Benötigt</b>	<input type="checkbox"/> 1 Taschenrechner pro Lernenden <input type="checkbox"/> 1 mobiles Endgerät pro Lernenden
<b>M 12 (Ab)</b>	Suchsel – chemische Reaktion

## Minimalplan

Die Unterrichtssequenz kann auf vier Stunden gekürzt werden. Bei ausreichend Vorwissen der Schülerinnen und Schüler kann Stunde 1 zur Masse und zum Volumen (**M 1–M 2**) entfallen. Weiterhin kann Stunde 6 (**M 11–M 12**) bei Bedarf weggelassen werden.

## 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
	Zusatzaufgaben				

VORSCHAU

## Masse und Volumen im Alltag

M 1

*Schnell ist es passiert! Einmal nicht aufgepasst und schon wurde dem Essen Salz statt Zucker hinzugegeben. Aber auch wenn man die richtige Zutat verwendet, kann das so manches Gericht verderben. Zum Beispiel wenn man viel zu viel oder viel zu wenig dazugibt. Ähnlich wie beim Kochen kommt es auch in der Chemie nicht nur auf die Art der Chemikalie an, die für eine chemische Reaktion eingesetzt wird, sondern auch auf deren Menge. Wichtige Messgrößen, um die Menge von Stoffen genau zu benennen, sind die Masse und das Volumen. Beide kennt ihr wahrscheinlich bereits aus eurem Alltag!*

### Aufgabe 1

Benenne Beispiele, an welcher Stelle im Alltag Massen- und Volumenangaben eine wichtige Rolle spielen:

Masse:

---

---

---

Volumen:

---

---

---

---

Euch fällt es schwer, Alltagsbeispiele für Massen- und Volumenangaben zu finden? Scannt den QR-Code und schaut euch die Beispielbilder an.



### Aufgabe 2

Les den kurzen Informationstext. Erfahrt so, was es mit den Begriffen Masse und Volumen in der Chemie auf sich hat.

Die Masse und das Volumen sind wichtige physikalische Größen, um Stoffportionen näher zu beschreiben. Neben ihrer Relevanz in unserem Alltag, zum Beispiel dem Abwiegen von Lebensmitteln oder beim Abmessen von Flüssigkeiten, sind sie auch in den Naturwissenschaften von großer Relevanz.

Die Größe der **Masse**  $m$  gibt dir Auskunft darüber, wie schwer oder leicht eine Stoffportion ist. Die Masse einer Stoffportion wird beispielsweise mithilfe der Einheiten Gramm g, Kilogramm kg und Tonne t angegeben.

Das **Volumen**  $V$  beschreibt, wie viel Raum eine Stoffportion beansprucht. Der eingenommene Raum wird beispielsweise mithilfe der Einheiten Milliliter ml, Liter l oder Kubikmeter  $m^3$  angegeben.

## M 2

## Bestimmung von Masse und Volumen

## Aufgabe 1

Ermittelt die Massen und Volumen verschiedener fester und flüssiger Stoffe experimentell. **Plant** dazu selbstständig eine geeignete Versuchsdurchführung. **Beachtet** dabei die Vorgaben unter dem Punkt Versuchsdurchführung.

## Schülerversuch: Massen und Volumen – ganz genau!

Vorbereitung: 5 min, Durchführung: 20 min



Chemikalien	Geräte
<input type="checkbox"/> Natriumchlorid	<input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille pro Person
<input type="checkbox"/> Eisenerz	<input type="checkbox"/> 1 Personenwaage
<input type="checkbox"/> Öl	<input type="checkbox"/> 1 Küchenwaage
<input type="checkbox"/> Wasser	<input type="checkbox"/> 1 Laborwaage (Feinwaage)
<input type="checkbox"/> Lebensmittelfarbe	<input type="checkbox"/> 1 Becherglas (250 ml)
	<input type="checkbox"/> 1 Standzylinder (100 ml)
	<input type="checkbox"/> 1 Pipette

**Entsorgung:** Entsorgt die einzelnen Chemikalien nach Anweisung eurer Lehrkraft.

## Versuchsdurchführung

- Schätzt die Masse/das Volumen des jeweiligen Stoffes bzw. Materials und dokumentiert eure Schätzung tabellarisch.
- Überprüft die Masse/das Volumen mit einem geeigneten Messinstrument. Dokumentiert eure Messwerte sowie die Messwerkzeuge tabellarisch.

**Tipp 1:** In den Naturwissenschaften geht es beim Messen meist darum, möglichst exakte Ergebnisse zu erhalten. Deshalb muss das Messverfahren so gewählt sein, dass es eine exakte, aber auch zeit-effiziente Messung ermöglicht. Es ergibt zum Beispiel wenig Sinn, einen Stoff oder ein Material mit sehr geringer Masse mit einer groben Waage abzuwiegen, die vielleicht nur auf 100 Gramm genau misst. Das wäre nicht exakt. Umgekehrt macht es auch keinen Sinn, ein großes Volumen (zum Beispiel 3 Liter Flüssigkeit) mit einer kleinen Pipette abzufüllen. Das wäre nicht zeiteffizient.

**Tipp 2:** Es fällt euch schwer, euch zu entscheiden, welches Messgerät ihr für welchen Stoff verwenden sollt? Scant den QR-Code.

**Tipp 3:** Ihr wisst nicht genau, wie ihr die Messwerte und Messwerkzeuge in einer geeigneten Tabelle protokollieren sollt? Scant den QR-Code und schaut euch den Vorschlag für eine Messwerttabelle an.

## Aufgabe 2

Vergleicht eure Messergebnisse mit denen einer anderen Gruppe und erklärt euer Vorgehen. Welche Gruppen konnte die Massen/Volumen exakter bestimmen? Scant hierzu den QR-Code und schaut euch die tatsächlichen Massen und Volumen der Wägematerialien an.



## M 11



## Massenkonzentration

Wenn sich ein Unfall ereignet, muss alles ganz schnell gehen. Der Krankenwagen kommt, die Rettungskräfte verschaffen sich schnell einen Überblick über die Lage und verfrachten die verletzten Personen in den Rettungswagen. Der Rettungswagen fährt ab und es wird noch schnell eine Infusion gelegt. – Dieses Szenario hast du bestimmt schon sehr oft in Film und Fernsehen gesehen, aber kannst du eigentlich erklären, was eine Infusion ist?

Infusionen dienen dazu, dem Körper kontrolliert Flüssigkeit zuzuführen. Das ist zum Beispiel wichtig, wenn der Mensch viel Blut verloren hat. Als Infusions-Lösung wird zumeist eine Kochsalz-Lösung (Natriumchlorid-Lösung) verwendet. Da zu viel Salz dem Körper schadet, darf die Lösung nicht zu viel Salz enthalten. Andererseits darf aber auch kein reines Wasser in den Körper verabreicht werden. Es kommt also mal wieder auf die exakte Menge an!

In der Medizin verwendet man deshalb eine 0,9%ige Kochsalzlösung, die auch als isotonische Kochsalzlösung bezeichnet wird. Diese muss im Ernstfall schnell zur Verfügung stehen.



Bei der Angabe „0,9%ig“ handelt es sich nicht um eine Stoffmengenkonzentration (also die Stoffmenge eines Stoffes pro Volumen), sondern um eine Massenkonzentration (also die Masse eines Stoffes pro Volumen). Die Massenkonzentration  $\rho$  beschreibt die Masse eines Stoffes pro Volumen und hat die Einheit [g/l].

Die Gleichung zur Bestimmung der Massenkonzentration lautet:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

**Aufgabe**

**Berechnet** die Masse an Kochsalz (Natriumchlorid), die für die Herstellung von zwei Litern 0,9%iger isotonische Kochsalzlösung benötigt wird.



Ihr habt keine Idee, wie ihr die Masse an Kochsalz bestimmen sollt, die für eine 0,9%ige Kochsalzlösung benötigt wird? Scannt den QR-Code.