

# I. Chemische Bindung und Zwischenmolekulare Kräfte

---



## A. Ausgangslage

Die klare Unterscheidung der chemischen Bindungs- und der Zwischenmolekularen Kräfte und die korrekte Zuordnung der Stoffeigenschaften zu den verursachenden Kräften ist eines der grösseren Probleme, mit denen die Schülerinnen und Schüler im gymnasialen Unterricht zu kämpfen haben. Dieses Kapitel greift einige der möglichen Fehlvorstellungen auf und soll vermeiden, dass die Lernenden in den nachfolgenden Ausführungen die neu gewonnenen Erkenntnisse mit ihren alten Fehlvorstellungen zu kombinieren versuchen.

<b>Thema</b>	Geeignete Experimente, Erklärungen und selbstständige Arbeit mit Arbeitsblättern sollten den Lernenden ermöglichen, die Chemische Bindung von den Zwischenmolekularen Kräften klar zu unterscheiden. Ebenso wichtig ist auch die Herstellung korrekter Beziehungen zwischen den jeweiligen Stoffeigenschaften und den diese Eigenschaften verursachenden Kräften.
<b>Ziele</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, den prinzipiellen Unterschied zwischen den Kräften zu erklären, welche die Atome in einem Molekül zusammenhalten (Chemische Bindung) und den Kräften, welche einzelne Moleküle in einer Stoffportion zusammenhalten (Zwischenmolekulare Kräfte).</li><li>• Sie können den kausalen Zusammenhang zwischen der chemischen Beständigkeit eines Stoffes und der Stärke der chemischen Bindungen in den entsprechenden Molekülen erklären.</li><li>• Sie können den kausalen Zusammenhang zwischen den Schmelz- und Siedepunkten und der Löslichkeit eines Stoffes und den Zwischenmolekularen Kräften erklären, welche zwischen den Molekülen der beteiligten Stoffe wirken.</li></ul>
<b>Vorwissen</b>	Die Lernenden sollten den Bau der Atome verstehen und alle Arten der Chemischen Bindung bereits kennen.

## B. Synopsis

Inhalte	Form	Material	Zeit
<p><b>WARUM IST WASSER NICHT BRENNBAR?</b></p> <p>Bindungskräfte in einem Molekül</p>	Input <b>LP</b> Diskussion	PPP I_1 AB I.1	
<p><b>WARUM IST WASSER BEI ZIMMERTEMPERATUR FLÜSSIG?</b></p> <p>Zwischenmolekulare Kräfte</p> <p>Ergebnis: Unterscheidung der Bindungskräfte und der Zwischenmolekularen Kräfte</p>	Input <b>LP</b>	PPP I_1 AB I.1  PPP	
<p><b>KOGNITIVE AKTIVIERUNG:</b></p> <p>Fragen zur Selbsterklärung</p>	Aufträge	AB I.2	

## C. Mögliche Fehlvorstellungen

Für die Lehrkraft ist es von grosser Bedeutung, die Fehlvorstellungen der Lernenden zu kennen, damit sie diese in ihrem Unterricht gezielt aufgreifen kann. Hier ist eine kleine Auswahl möglicher Fehlvorstellungen, die darauf hindeuten, dass die Schülerinnen und Schüler den Unterschied zwischen den Kräften innerhalb eines Moleküls (Chemische Bindung) und den Kräften zwischen verschiedenen Molekülen (Zwischenmolekulare Kräfte) nicht verstanden haben:

- Ein Stoff ist stabil und hat deshalb einen hohen Siedepunkt.
- Die Moleküle eines Stoffes bilden starke H-Brücken untereinander aus, so muss der entsprechende Stoff chemisch stabil sein.
- Die Dipole in einem Kohlenstoffdioxidmolekül heben sich gegenseitig auf, deshalb ist  $\text{CO}_2$  instabil.

## D. Warum ist Wasser nicht brennbar?



Abb. 1 Feuerwehreinsatz mit Wasser im Zweiten Weltkrieg

Die Lernenden sollten eingangs mit Fragen konfrontiert werden, welche sie anregen, über die Erklärung wohl bekannter Sachverhalte aus ihrem Alltag nachzudenken.

Die Lösung der Aufgaben im Arbeitsblatt I/1 ermöglicht es den Lernenden, den Unterschied zwischen den Bindungen innerhalb eines Moleküls und den Zwischenmolekularen Kräften klar zu erkennen. Die nachfolgenden Erörterungen erlauben es der Lehrkraft, diese Zusammenhänge im Unterricht aufzugreifen.

Bei der Suche nach der Antwort auf diese Frage greift man naturgemäss auf die Vorstellungen über die Struktur der kleinsten Teilchen zurück. Deshalb sollten wir uns zunächst den Aufbau des Wassermoleküls ansehen.

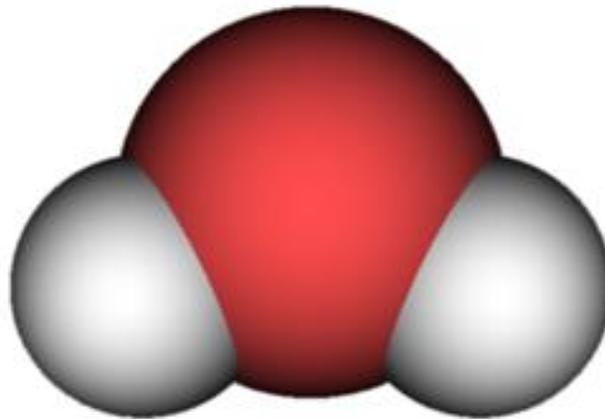


Abb. 2 Aufbau des Wassermoleküls

**Frage 1:** Was müsste auf der molekularen Ebene passieren, damit Wasser eine chemische Reaktion mit einem anderen Stoff eingehen kann? Bei einer Verbrennung wäre dies beispielsweise die Reaktion mit Sauerstoff.

Die Lernenden müssen nun erkennen, dass bei einer chemischen Reaktion die Bindungen in einem Molekül gebrochen werden müssen, damit sich neue Bindungen bilden können.

**Frage 2:** Was können wir demnach über die Stärke der Bindungen im Wassermolekül aussagen, wenn wir wissen, dass es nicht brennbar ist?

Die Bindung zwischen dem Sauerstoffatom und dem Wasserstoffatom muss sehr stark sein.

Die Lernenden haben zu diesem Zeitpunkt möglicherweise bereits die Faktoren kennengelernt, welche die Bindungsstärke in einem Molekül beeinflussen, und könnten die Bindungsstärke im Wassermolekül durch die starke Polarität der O–H-Bindung erklären. Sollte dies nicht der Fall sein, kann man auf den zukünftigen Chemieunterricht (Reaktionslehre) verweisen. In diesem Zusammenhang ist die kausale Erklärung der hohen Bindungsstärke weniger wichtig als die Tatsache, dass die Bindungsstärke bei dieser Betrachtung entscheidend ist.

## E. Warum ist Wasser bei Zimmertemperatur flüssig?

**Frage 3:** Warum ist Wasser bei Zimmertemperatur flüssig, die Luft hingegen bei dieser Temperatur gasförmig?



Abb. 3 Wasser in allen drei Aggregatzuständen

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die Schülerinnen und Schüler versuchen werden, in analoger Weise, wie im vorherigen Abschnitt, vorzugehen, d. h. wiederum die Struktur des Wassermoleküls als Grundlage für ihre Überlegungen nehmen.

Nun ist es zu diesem Zeitpunkt ausserordentlich wichtig, die Lernenden selber zur Erkenntnis gelangen zu lassen, dass sich der Aggregatzustand des Wassers bei Zimmertemperatur (mit anderen Worten der relativ hohe Schmelz- und Siedepunkt) nicht mit der Struktur einzelner Wassermoleküle erklären lässt. Sie sollen selber zur Erkenntnis gelangen, dass sie zur Beantwortung dieser Frage ihren Blickwinkel erweitern müssen und die Beziehungen zwischen den Wassermolekülen in ihre Überlegungen einbeziehen müssen.

**Frage 4:** Wie stellen Sie sich die Ansammlung von Wassermolekülen in einem Glas Wasser vor?

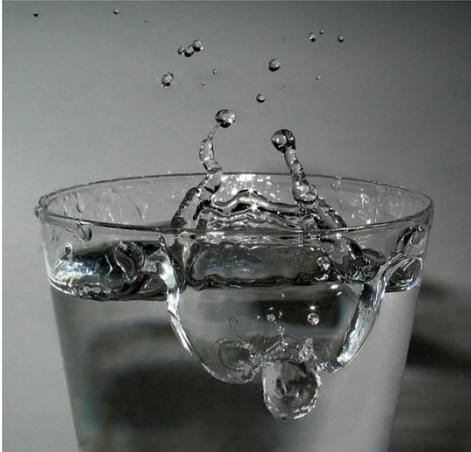


Abb. 4 Wasser im flüssigen Zustand

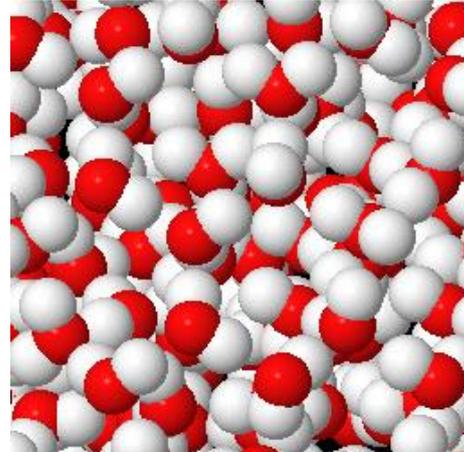


Abb. 5 Wassermoleküle im flüssigen Wasser

**Frage 5:** Warum ist Wasser bei Zimmertemperatur flüssig, der Sauerstoff in der Luft hingegen gasförmig?

Nun sollen die Lernenden erkennen, dass die Wassermoleküle im flüssigen Wasser durch Kräfte zusammengehalten werden müssen, welche von den Bindungskräften innerhalb des Wassermoleküls verschieden sind. Offensichtlich sind diese Kräfte zwischen den Wassermolekülen stark genug, um die Wassermoleküle bei Zimmertemperatur zusammen zu halten. Die Begründung hierfür wird in den nächsten Abschnitten dieser Unterrichtseinheit gegeben.

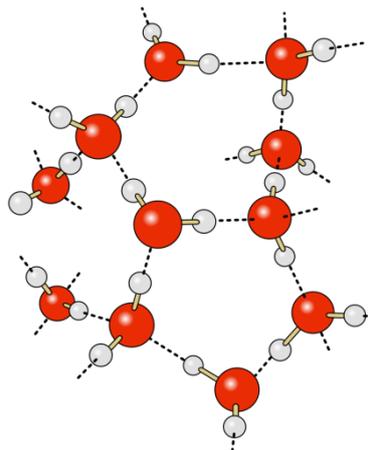


Abb. 6 Zwischenmolekulare Kräfte zwischen einzelnen Wassermolekülen sind durch gestrichelte Linien dargestellt. .

**Ende der Probeansicht**