

# Ganz eng aneinander – die Welt der Klebstoffe

Ein Beitrag von Birte Bathen, Duisburg

**G**eklebt wird nahezu überall – ob zu Hause, in der Schule, im Büro, auf Baustellen oder in der Industrie bei der Herstellung von Gütern aller Art. Wo wir gehen und stehen, treffen wir auf Gegenstände, die Klebstoffe enthalten oder die mithilfe von Klebstoffen miteinander verbunden sind. Mit dem richtigen Klebstoff lassen sich erstaunlich kräftige Verbindungen herstellen, die auch große Belastungen standhalten.

Aber worin besteht das Geheimnis des Klebens? Was haben Adhäsion und Klebekraft miteinander zu tun? Und warum muss ein Kleber trocknen, damit er dauerhaft klebt? Diesen und anderen spannenden Fragen gehen Ihre Schüler in einem Lerntempoduett auf den Grund.



Foto: Thinkstock/iStock

Beim Tapezieren macht man sich die Klebeigenschaften des Kleisters zu Nutze.

**Klebstoffe selbst  
herstellen**

## Das Wichtigste auf einen Blick

**Klasse:** 9/10

**Dauer:** 8 Stunden (Minimalplan: 5)

**Kompetenzen:** Die Schüler ...

- leiten aus einem Versuchsergebnis den Einfluss von Adhäsion und Kohäsion auf die Klebewirkung ab.
- erklären an Modellen die Bildung von Makromolekülen aus Monomeren.
- recherchieren eigenständig zur Geschichte von Klebstoffen und zu Klebstoffen in der Natur.
- führen selbstständig eine arbeitsteilige Gruppenarbeit durch.

**Versuche:**

- Modellversuch zum Kleben (SV)
- Klebstoffe aus Lebensmitteln: Der Gummibärchenkleber (SV)
- Klebstoffe aus Lebensmitteln: Der Milchleim (SV)

**Übungsmaterial:**

- Die Geschichte der Klebstoffe und Beispiele aus der Natur
- Warum kleben Klebstoffe? – Lerntempoduett
- Klebstoffe – chemisch betrachtet
- Klebstoffe – kreuz und quer

## Was Sie zum Thema wissen müssen

### Die Klebewirkung

Unter Kleben versteht man das Verbinden von zwei Füge­teilen mithilfe eines Klebstoffs, welcher als Verbindungselement fungiert. Der Klebstoff verbindet die beiden Füge­teile durch Oberflächenhaftung (**Adhäsion**) und durch innere Festigkeit (**Kohäsion**).

Die Klebewirkung der meisten handelsüblichen Flüssigklebstoffe beruht auf den unterschiedlichen chemischen Reaktionen der Monomere beim Aushärten (Auspolymerisieren).

### Physikalisch abbindende vs. chemisch härtende Klebstoffe

Die handelsüblichen Klebstoffe lassen sich in zwei große Gruppen unterteilen. Bei dieser Einteilung wird das Kriterium Aushärtung herangezogen. Man unterscheidet zum einen die **chemisch härtenden Klebstoffe** und zum anderen die **physikalisch abbindenden Klebstoffe**. Zu den physikalisch abbindenden Klebstoffen zählen z. B. die Heißkleber. Ein Basisrohstoff für Heißkleber ist u. a. Polyester. Sekundenkleber und Epoxidharze sind chemisch härtende Klebstoffe.

Bei den physikalisch abbindenden Klebstoffen liegt der Klebstoff schon in der Packung als **Polymer** vor. Bei den chemisch härtenden Klebstoffen findet der Aushärtungsprozess, d.h. die **Polymerbildung**, dagegen erst beim eigentlichen Einsatz des Klebstoffes statt. Die Verfestigung entsteht durch chemische Reaktion der **Monomere**:

Die einzelnen Bausteine reagieren miteinander (polymerisieren aus) und bilden ein Makromolekül. Je nach der Art der „Kettenbildung“ unterscheidet man die Polymerisation, die Polyaddition und die Polykondensation. Dementsprechend lassen sich auch Polymerisationsklebstoffe, Polykondensationsklebstoffe und Polyadditionsklebstoffe unterscheiden.

## Vorschläge für Ihre Unterrichtsgestaltung

### Voraussetzungen der Lerngruppe

Die Schülerinnen und Schüler\* sollten Grundkenntnisse über Molekülstrukturen und zwischenmolekulare Kräfte haben. Außerdem sind Erfahrungen in der selbstständigen Versuchsdurchführung und -auswertung hilfreich.

### Aufbau der Reihe

Mithilfe der **Farbfolie M 1** gelingt der motivierende Einstieg in das Thema Klebstoffe. Die Schüler erfahren wo Klebstoffe in Natur und Technik eingesetzt werden. Durch das **Arbeitsblatt M 2** erarbeiten sich die Schüler selbstständig Wissen um die Geschichte der Klebstoffe und das Vorkommen von Klebstoffen in der Natur.

Ein methodischer Schwerpunkt dieser Unterrichtseinheit ist das **Lerntempoduett (M 3, M 4 und M 5)**. Diese Methode ist für die Aneignung von Wissen oder als Wiederholung mit (unterschiedlichen) Texten geeignet. Dem einzelnen Schüler wird die Gelegenheit gegeben, im eigenen Tempo zu arbeiten und zu lernen und das Gelernte anschließend mit einem anderen Schüler zu überprüfen. In diesem Lerntempoduett lernen die Schüler die Begriffe Kohäsion und Adhäsion kennen. Zur Veranschaulichung dient am Ende des Lerntempoduets ein **Modellversuch M 6**

\* Im weiteren Verlauf wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit nur „Schüler“ verwendet.

Am Ende der Einheit dient das **Kreuzworträtsel M 10** der Lernerfolgskontrolle.

Üben

Zur Weiterführung in das Thema Klebstoffe werden aus Gummibärchen und aus Milch in den **Versuchen M 7** und **M 8** in Gruppenarbeit Kleber bzw. Kleister hergestellt. Im Anschluss wird den Lernenden durch **Arbeitsblatt M 9** die Polymerisation als Beispiel für die Aushärtung von chemisch härtenden Klebstoffen nähergebracht.

### Angebote zur Differenzierung

Bei einigen Arbeitsblättern ist eine Differenzierung durch **Zusatzaufgaben** möglich. So können schnellere und stärkere Schüler u.a. noch zusätzlich zu einem Kurzvortrag recherchieren. Als **Zusatzmaterial auf CD** () steht Ihnen außerdem ein **Arbeitsblatt** zur Verfügung. Hierbei recherchieren die Schüler eigenständig, warum Geckos auch ohne Flüssigkleber an der Wand haften.

### Ideen für die weitere Arbeit

Bei dieser Unterrichtseinheit lässt sich gut ein Bogen zum **Biologieunterricht** schlagen, indem man mehr auf das Vorkommen der Klebstoffe in der Natur eingeht. *Warum nutzen Tiere und Pflanzen die Klebstoffe? Welche Strategien stecken dahinter?*

## Diese Kompetenzen trainieren Ihre Schüler

### Die Schüler ...

- leiten aus den Versuchsergebnissen den Einfluss von Adhäsion und Kohäsion auf die Klebewirkung ab.
- erklären an Modellen die Bildung von Makromolekülen aus Monomeren.
- recherchieren eigenständig zur Geschichte von Klebstoffen und zu Klebstoffen in der Natur.
- führen in Teamarbeit Versuche durch.
- führen selbstständig eine arbeitsteilige Gruppenarbeit durch.

VORSCHAU

## Die Einheit im Überblick

🕒 V = Vorbereitung

FO = Folie

AB = Arbeitsblatt

🕒 D = Durchführung

SV = Schülerversuch

LEK = Lernerfolgskontrolle

📁 = Zusatzmaterial auf CD

Stunde 1: Einführung in die Welt der Klebstoffe	
M 1 (FO)	Klebstoffe in Natur und Technik
M 2 (Ab)	Die Geschichte der Klebstoffe und Beispiele aus der Natur <input type="checkbox"/> Pro Schüler einen internetfähigen Computer; oder ansonsten Partnerarbeit

Stunden 2–4: Warum Klebstoffe kleben	
M 3 (AB)	Warum kleben Klebstoffe? – Lerntempoduett (Text A)
M 4 (AB)	Warum kleben Klebstoffe? – Lerntempoduett (Text B)
M 5 (AB)	Adhäsion und Kohäsion halten alles zusammen
M 6 (SV/AB)	Modellversuch zum Kleben 🕒 V: 5 min <input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille pro Schüler <input type="checkbox"/> 4 Objektträger aus Glas, alternativ: 4 CDs 🕒 D: 5 min <input type="checkbox"/> 2 Tropfen destilliertes Wasser <input type="checkbox"/> 2 Tropfpipetten <input type="checkbox"/> 2 Tropfen Speiseöl

Stunden 5–7: Klebstoffe herstellen und chemisch betrachten	
M 7 (SV/AB)	Klebstoffe aus Lebensmitteln: Der Gummibärchenkleber 🕒 V: 5 min <input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille pro Schüler <input type="checkbox"/> 1 Heizplatte <input type="checkbox"/> 2 Stück Papier 🕒 D: 10 min <input type="checkbox"/> destilliertes Wasser <input type="checkbox"/> 1 Glasstab <input type="checkbox"/> 2 Holzspatel <input type="checkbox"/> 10 Gummibärchen einer Farbe <input type="checkbox"/> 1 Tropfpipette <input type="checkbox"/> 2 Kronkorken <input type="checkbox"/> 1 Becherglas <input type="checkbox"/> 1 Thermometer
M 8 (SV/AB)	Klebstoffe aus Lebensmitteln: Der Milchleim 🕒 V: 5 min <input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille pro Schüler <input type="checkbox"/> 1 Becherglas 100 ml <input type="checkbox"/> 1 Trichter und Filterpapier 🕒 D: 10 min <input type="checkbox"/> 50 ml Milch (max. 1,5 % Fett) <input type="checkbox"/> 1 Messzylinder 100 ml <input type="checkbox"/> 1 Spatel <input type="checkbox"/> 5 ml Speiseessig <input type="checkbox"/> 1 Heizplatte <input type="checkbox"/> 2 Stück Papier <input type="checkbox"/> 2 Spatel Natriumhydrogencarbonat <input type="checkbox"/> 1 Glasstab <input type="checkbox"/> 2 Holzspatel <input type="checkbox"/> 2 Bechergläser 250 ml <input type="checkbox"/> 1 Tropfpipette <input type="checkbox"/> 2 Kronkorken
M 9 (AB)	Klebstoffe – chemisch betrachtet <input type="checkbox"/> Molekülbaukästen im halben Klassensatz
📁 (AB)	Der Gecko – Kletterkünstler mit Superklebstoff?

Stunde 8: Lernerfolgskontrolle	
M 10 (LEK)	Klebstoffe – kreuz und quer

## Minimalplan

Sie haben nur wenig Zeit zur Verfügung? Dann lässt sich die Unterrichtseinheit auch auf **fünf Unterrichtsstunden** verkürzen. Die Planung sieht dann wie folgt aus:

Stunde 1–2: Die Welt der Klebstoffe und warum sie kleben	
M 1 (FO) M 3 (AB) M 4 (AB) evtl. M 6 (SV)	Steigen Sie mit der <b>Farbfolie M 1</b> ein und gehen Sie anschließend direkt zum Lerntempoduett ( <b>Arbeitsblätter M 3–M 4</b> ) über. Besprechen Sie zum Abschluss der Stunde die Begriffe Kohäsion und Adhäsion im Plenum.  Nach der Besprechung kann, falls ausreichend Zeit zur Verfügung steht, zur Veranschaulichung der <b>Versuch M 6</b> durchgeführt werden.
Stunde 3: Klebstoffe herstellen	
M 7 (SV/AB) M 8 (SV/AB)	Die <b>Schülerversuche M 7</b> und <b>M 8</b> können in einer Stunde durchgeführt werden, wenn Sie arbeitsteilig vorgehen. Eine Schülergruppe stellt den Gummibärchenkleber, die andere Gruppe stellt den Milchleim her.
Stunde 4: Klebstoffe chemisch betrachtet	
M 9 (AB)	Dieser Minimalplan gilt, wenn Sie Klebstoffe als Makromoleküle erarbeiten wollen. Liegt der Fokus allein auf dem Aspekt Klebstoff, kann <b>Arbeitsblatt M 9</b> ausgelassen werden und stattdessen die <b>Schülerversuche M 7</b> und <b>M 8</b> von jedem Schüler bearbeitet werden.
Stunde 5: Lernerfolgskontrolle	
M 10 (AB)	Die <b>Lernerfolgskontrolle M 10</b> sollte in jedem Fall von jedem Schüler durchgeführt werden, um den aktuellen Wissensstand der Schüler zu ermitteln. Das Kreuzworträtsel kann auch als Hausaufgabe aufgegeben und in der nächsten Stunde besprochen werden.

# Klebstoffe in Natur und Technik

M 1



tos: Thinkstock/istock

## M 2

## Die Geschichte der Klebstoffe und Beispiele aus der Natur

Verschiedene Klebstoffe sind dem Menschen schon lange bekannt. Aber wie hat der Mensch die Klebstoffe entdeckt? Hat er von der Natur abgeschaut? Mithilfe der Rechercheaufträge sollst du dir ein besseres Bild machen.



### Aufgabe 1

Dass man Kleber aus natürlichen Stoffen herstellen kann, kann man sich heutzutage nur noch schwer vorstellen. Doch schon in der Steinzeit stellten die Neandertaler aus Birkenpech Kleber für ihre Waffen und Werkzeuge her.

- Recherchiere im Internet zum Thema „Geschichte der Klebstoffe“
- Führe den Zeitstrahl fort.



### Aufgabe 2

Viele Tiere und Pflanzen setzen Kleber ein. Der Nutzen ist dabei ganz unterschiedlich. Schwalben benötigen eine Art Kleber zum Nestbau, der Sonnentau fängt mit seinem selbstproduzierten Kleber seine Beute.

- Recherchiere im Internet zum Thema „Klebstoffe in der Natur“
- Führe die Tabelle mit Beispielen aus der Tier- und Pflanzenwelt fort.

Beispiel	Tier	Pflanze
Beutefang		Sonnentau
Nestbau	z. B. Schwalben	
...		

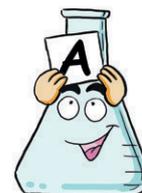
### Zusatzaufgabe

Erarbeite einen Kurzvortrag zum Thema „Klebstoffe in der Natur“

## M 3

## Warum kleben Klebstoffe? – Lerntempoduett

Vom Flugzeug bis zum Buch werden Klebstoffe verwendet, ja sogar Wunden lassen sich heutzutage mit dem entsprechenden Klebstoff zusammenhalten. Trotz der vielfältigen Anwendungsbereiche beruht die Klebewirkung der einzelnen Klebstoffe auf zwei Kräften: Adhäsion und Kohäsion. Du beschäftigst dich im Folgenden mit dem Begriff **Adhäsion**.



## Aufgabe 1

Lies dir den folgenden Text zum Thema Adhäsion durch und markiere die wichtigsten Informationen farbig.

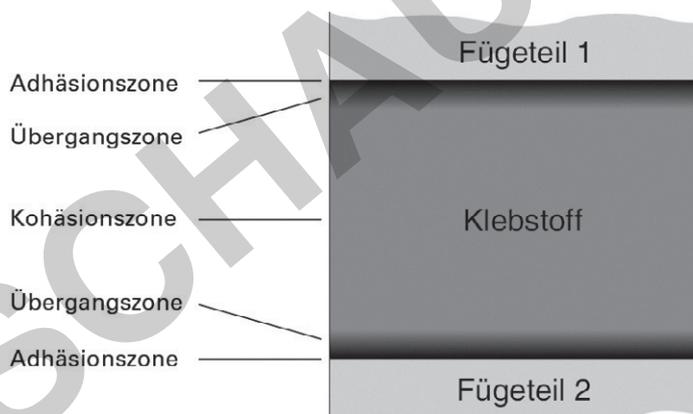
Als **Adhäsion** (lat. *adhaerere*: anhaften) bezeichnet man die Oberflächenhaftung zwischen Klebstoff und Füge­teil. Je besser sich Klebstoff und Füge­teil miteinander verbinden können, desto besser ist die Klebekraft. Flüssigkleber können besonders gut die Oberfläche des Füge­teils benetzen und somit auch gut auf der Oberfläche haften.

## Wie kommt die Adhäsion zustande?

a) mechanische Adhäsion: Die Oberfläche eines Füge­teils ist nicht glatt sondern rau. In die Unebenheiten kann der Klebstoff gut eindringen und sich dort festsetzen. Das kann man sich so ähnlich vorstellen wie bei einem Klettverschluss.

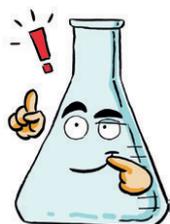
b) zwischenmolekulare Wechselwirkungen: Bei sehr vielen Klebevorgängen spielen die Adhäsionskräfte eine Rolle, die durch van-der-Waals-Kräfte oder Dipolkräfte hervorgerufen werden.

c) echte chemische Bindungen: kommen nur bei wenigen Klebstoffen/Füge­teilen vor (z. B. zwischen Silikon und Glas). Bei echten Bindungen reagiert der Klebstoff mit der Oberfläche des Füge­teils, oft unter Verwendung von sogenannten Haftvermittlern.



## Aufgabe 2

- Kennzeichne in der oberen Abbildung die Bereiche der Adhäsion in Farbe.
- Steh auf, wenn du mit deiner Arbeit fertig bist und warte auf einen Partner aus der anderen Gruppe.
- Erkläre deinem Lernpartner den Begriff der Adhäsion und lass dir von deinem Partner den Begriff der Kohäsion erklären.



## Lexikon

Als **Füge­teil** bezeichnet man den zu verklebenden Gegenstand.

## Modellversuch zum Kleben

M 6

Nach all der Theorie wird jetzt praktisch gearbeitet. Führe mit deinem Partner den Versuch nach der Anleitung durch. Wertet den Versuch anschließend mit eurem neu erworbenen Fachwissen aus.

Schülerversuch in Partnerarbeit

⌚ Vorbereitung: 5 min

⌚ Durchführung: 5 min

### Aufgabe

- Lies dir die Versuchsanleitung aufmerksam durch
- Steh auf, wenn du mit deiner Arbeit fertig bist, warte auf einen Partner und besprecht gegebenenfalls die aufgetretenen Verständnisschwierigkeiten.
- Führt den folgenden Versuch gemeinsam durch.

### So führt ihr den Versuch durch

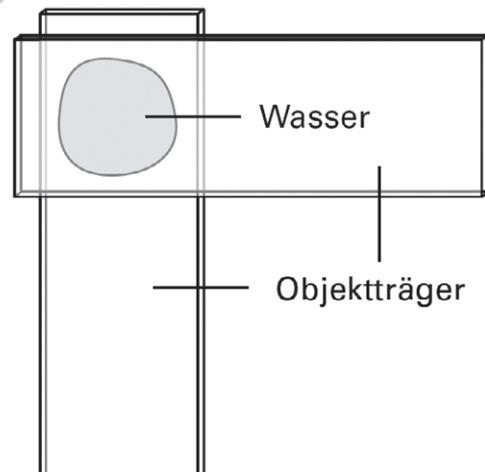
Stellt die folgenden Materialien bereit.

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille pro Schüler     | <input type="checkbox"/> 4 Objektträger aus Glas,<br>alternativ: 4 CDs |
| <input type="checkbox"/> 2 Tropfen destilliertes Wasser | <input type="checkbox"/> 2 Tropfpipetten                               |
| <input type="checkbox"/> 2 Tropfen Speiseöl             |  |



### Versuch

- Gebt auf einen Objektträger 2 Tropfen destilliertes Wasser.
- Setzt anschließend einen zweiten Objektträger im 90°-Winkel auf den ersten Objektträger (siehe Abbildung).
- Versucht, die Objektträger vorsichtig gegeneinander zu verschieben.
- Anschließend versucht ihr vorsichtig, die Objektträger voneinander abzuheben.
- Wiederholt die Versuche mit Speiseöl.
- Nach Versuchsende reinigt ihr die Objektträger und säubert euren Arbeitsplatz.



Gefahr des Glasbruchs bei den Objektträgern. Bitte vorsichtig die Objektträger gegeneinander verschieben bzw. vorsichtig voneinander abheben.



### Beobachten und Auswerten

Welchen Unterschied kannst du zwischen den beiden Versuchsansätzen feststellen? Versuche, dies mithilfe der Begriffe Adhäsion und Kohäsion zu erklären.

### Zusatzaufgabe

Recherchiere, wie der molekulare Aufbau der einzelnen Stoffe ist und wie er die Verschiebbarkeit der Objektträger beeinflussen kann.

## M 7 Klebstoffe aus Lebensmitteln: Der Gummibärchenkleber

Gummibärchen enthalten neben Zucker, Aromen und Farbstoffen als Hauptbestandteil Gelatine. Wie lässt sich daraus ein Kleber herstellen?

Schülerversuch in Kleingruppen

🕒 Vorbereitung: 5 min

🕒 Durchführung: 15 min



Foto: Thinkstock/iStock

### Aufgabe 1

Führt den folgenden Versuch durch.

#### So führt ihr den Versuch durch

Stellt die folgenden Materialien bereit.

- |  |   |   |
|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille pro Schüler  | <input type="checkbox"/> 1 Heizplatte   | <input type="checkbox"/> 2 Stück Papier |
| <input type="checkbox"/> destilliertes Wasser        | <input type="checkbox"/> 1 Glasstab     | <input type="checkbox"/> 2 Holzspatel   |
| <input type="checkbox"/> 10 Gummibärchen einer Farbe | <input type="checkbox"/> 1 Tropfpipette | <input type="checkbox"/> 2 Kronkorken   |
| <input type="checkbox"/> 1 Becherglas                | <input type="checkbox"/> 1 Thermometer  |   |



#### Versuch

1. Gebt die Gummibärchen in ein Becherglas.
2. Erwärmt die Bärchen vorsichtig im Wasserbad und messt dabei ständig die Temperatur.

**Achtung:** Die Temperatur des Wasserbades sollte 60 °C nicht übersteigen!

3. Gebt nach und nach mit der Tropfpipette Wasser in die geschmolzenen Gummibärchen und rührt mit einem Glasstab, bis ihr eine streichfähige Masse erhaltet.
4. Testet die Klebewirkung der Masse an den drei unterschiedlichen Materialien Papier, Holzspatel und Kronkorken.



Verbrennungsgefahr an der Heizplatte bzw. am Wasserbad



#### Beobachten

Überprüft die Klebewirkung an den drei unterschiedlichen Materialien nach 5 Minuten, 10 Minuten, 20 Minuten und nach einem Tag.

### Aufgabe 2

- a) Welcher Stoff ist für die Klebewirkung im Gummibärchen verantwortlich? Proteine oder Kohlenhydrate? Recherchiert dazu im Internet und streicht anschließend im Info-Text die falschen Wörter aus.

Beim Gummibärchenkleber ist der Zucker/die Gelatine für die Klebewirkung verantwortlich. Somit handelt es sich um einen Proteinkleber/Kohlenhydratkleber. Durch das Wasser/die Hitze wird die Gelatine zum Quellen gebracht und durch das Erhitzen werden die Gummibärchen flüssig/fest. Der Aggregatzustand verändert sich durch Abkühlung bei Raumtemperatur in flüssig/gasförmig/fest und die Klebewirkung setzt ein.

## Klebstoffe – kreuz und quer

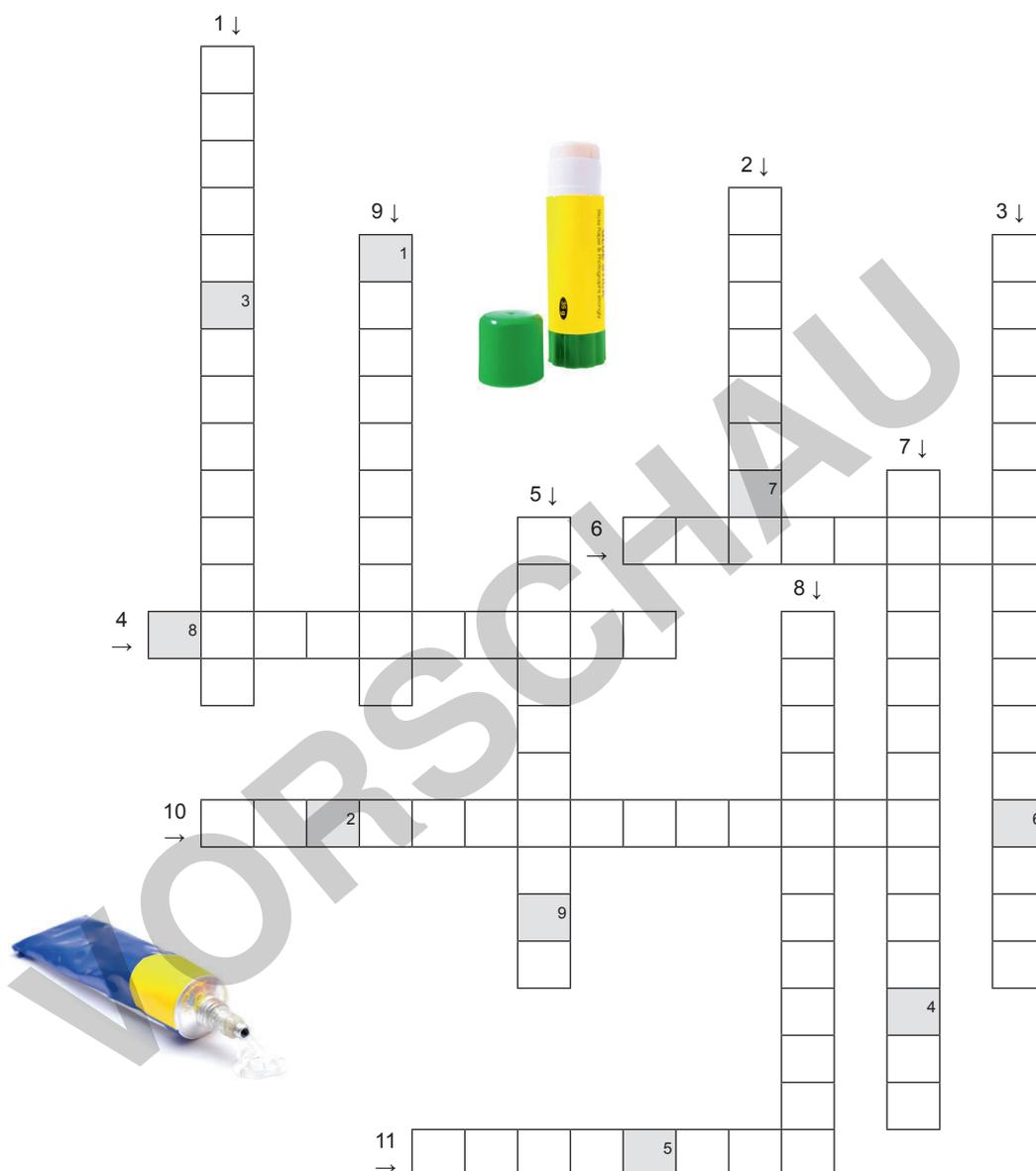
M 10

Teste mit diesem Kreuzworträtsel, ob du auch alles rund um das Thema Klebstoffe verstanden hast.



### Aufgabe

Fülle das folgende Kreuzworträtsel aus.



Fotos: Thinkstock/iStock

Lösungswort: 

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

### Fragen

1. Sie stellen eine echte chemische Bindung zwischen Klebstoff und Oberfläche des Fügeteils her.
2. Die Oberflächenhaftung zwischen Klebstoff und Füge- teil nennt man auch ...
3. Dies ist ein physikalisch abbindender Klebstoff.
4. Das entwickeln Klebstoffe erst, wenn sie aushärten.
5. Das ist umso besser, je besser sich Füge- teil und Kleb- stoff miteinander verbinden können.
6. So nennt man die Bausteine, welche zur Bildung eines Makromoleküls notwendig sind.
7. Dies ist ein chemisch härtender Klebstoff.
8. Aus dieser Süßigkeit kann man Klebstoff herstellen.
9. Diesen Leim kann man mit Milch herstellen.
10. Dies ist eine Reaktion zur Polymerbildung.
11. Die innere Festigkeit nennt man auch ...