

# Unterrichtsreihe „Kleben“

## Informationen für Lehrkräfte

Die vorliegenden Materialien basieren auf einem einwöchigen Forscherkurs für Grundschul Kinder im Rahmen der Bildungsinitiative „Forscherwelt“. Sie ergänzen die Arbeitsblätter für die Kinder und geben zusätzliche Informationen über benötigte Materialien. Außerdem sollen sie eine Hilfestellung für die Ausgestaltung der Unterrichtsstunden geben.

Didaktisches Konzept und Programm sind unter der Führung von Prof. Dr. Katrin Sommer, Lehrstuhl für Didaktik der Chemie an der Ruhr-Universität Bochum, mit Unterstützung von Klebstoffexperten von Henkel entstanden.

Die Experimente eignen sich für Kinder im dritten oder vierten Schuljahr.

## Unterrichtsreihe Kleben

Konzept für 8-9 Doppelstunden im Sachunterricht

### Einführung

Klebstoffe und die Technik des Klebens sind sowohl aus dem normalen Alltag als auch aus industriellen Fertigungsprozessen schon lange nicht mehr wegzudenken. Die Palette der Klebstoffe reicht von einfachen Bastelklebern bis zu industriellen Hochleistungsklebstoffen, mit denen ganze Flugzeugflügel geklebt werden können.

Die Unterrichtsreihe „Kleben“ soll Kinder in die Welt der Klebstoffe einführen. Zum einen bekommen sie einen ersten Einblick in die Vielfalt der Klebstoffe und Anwendungen, zum anderen erfahren sie exemplarisch an einem ihnen bekannten Klebstoff, woraus und wie Klebstoffe hergestellt werden können. Außerdem gibt die Unterrichtsreihe Anlass, sich mit der Frage phänomenologisch zu beschäftigen, warum Kleber kleben.

### Module der Unterrichtsreihe

- U1 Die Vielfalt der Klebstoffe
- U2 a) Auswertung U1  
b) Untersuchung von vier „Rohstoffen“ auf ihre Klebrigkeit
- U3 Rohstoffquelle für Klebstoffe: Stärkenachweis
- U4 Gewinnung von Stärke aus Lebensmitteln
- U5 a) Herstellung von Stärkekleister  
b) Vergleich Klebestift mit Stärkekleister
- U6 a) Stärkekleister mit Strukturverstärker Seife  
b) Herstellung von Teststreifen
- U7 a) Klebstoffe aus Lebensmitteln (Gummibärchenkleber und andere)  
b) Herstellung von Teststreifen
- U8 Testverfahren für Klebstoffe: eigene Testapparatur entwickeln und bauen
- [U9 Experteninterview]

Gute Hintergrundinformationen über Klebstoffe:

[http://www.klebstoffe.com/07\\_publication/pdf/Infoserie.pdf](http://www.klebstoffe.com/07_publication/pdf/Infoserie.pdf)

Unter anderem mit diesen Themen: Klebstoffe in der Natur, Tiere als Klebekünstler, andere Verbindungstechniken, industrielle Anwendungen (vom Auto bis zum Handy)

## U1: Die Vielfalt der Klebstoffe

Die Kinder kennen oft nur Haushalts- und Bastelkleber. Damit können aber nicht alle Dinge geklebt werden. Deshalb gibt es eine sehr große Vielfalt von Klebstoffen.

Die ersten Experimente sollen den Kindern eine Idee von der Vielfalt der Klebstoffe geben. Dazu bekommen sie Klebeaufgaben / Problemstellungen, für die ein geeigneter Kleber gefunden werden soll. Abschließend sollen den Problemstellungen die dafür am besten geeigneten Klebstoffe zugeordnet werden.

Materialien:

Beispiele für Problemstellungen (eventuell von den Kindern mitbringen lassen)

- Textilien (Hosen) mit Löchern, auf die ein Flicker aufgeklebt werden muss.
- Blätter, Hefte oder Freundschaftsbücher, in die Fotos eingeklebt werden sollen.
- Schuhe mit abgelösten Schuhsohlen (Alternative: Fahrradschlauch)
- Holzleisten oder andere Holzstücke, die aufeinander geklebt werden sollen
- Kaputtes Plastikspielzeug

Dazu passende, in neutrale Fläschchen umgefüllte und anonymisierte Spezialklebstoffe, zum Beispiel:

- Holzleim
- Bastelkleber
- Modellbaukleber
- Textilkleber
- Kraftkleber



Die Kinder arbeiten am besten in Vierer-Gruppen. Jede Vierergruppe erhält einen Satz von vier verschiedenen Problemstellungen und je einen der Klebstoffe. Je nach Klassenstärke und Gruppenzahl müssen die Mengen der benötigten Klebeaufgaben und Klebstoffe angepasst werden. Hier ist ein Beispiel für eine Testmatrix:

Klebstoff/Gruppe	1	2	3	4	5
<b>Klebeproblem</b>					
Holz					
Stoff					
Foto/Papier					
Schuhsohle					
Plastik					

Innerhalb der Vierer-Gruppen sollten jeweils zwei der Kinder zwei der Problemstellungen in Einzelarbeit bearbeiten. Nachdem die Kinder ihre Gegenstände mit dem jeweiligen Kleber zusammengefügt haben, werden diese bei 50°C für insgesamt 30 Minuten in den

Trockenschrank gestellt. (Alternativ kann ein Backofen verwendet, oder eine längere Trocknungszeit gewählt werden).

Bei der anschließenden Auswertung werden den Kindern drei Kategorien zur Beurteilung der Klebeleistung vorgestellt: Smiley, Gesicht mit waagrechtem Mund, Gesicht mit nach unten gezogenen Mundwinkeln.

Alternativ dazu könnten die Kinder auch eigene Bewertungssysteme entwickeln. Beim anschließenden Zusammentragen der Ergebnisse würden die Kinder merken, dass damit die Vergleichbarkeit der Ergebnisse erschwert wird. Damit hätte man einen Anknüpfungspunkt für ein Gespräch, warum man sich in vielen Bereichen deutschlandweit und sogar international auf einheitliche Standards und Maßeinheiten festlegt.



*Die Fotos von den Klebstoffen in ihren Originalverpackungen zeigen die Auflösung der Problemstellung – die Zuordnung geschieht im Gespräch mit den Kindern.*

Mit dieser ersten Doppelstunde lernen die Kinder also, dass verschiedene Materialien auch unterschiedliche Klebstoffe erfordern. Außerdem erfahren sie, dass die Klebekraft von dem richtigen Gebrauch abhängt.

Für die nächste Stunde: Tafelbild fotografieren!

## U2: Natürliche Rohstoffe für Klebstoffe

### Teil 1: Zuordnung der Klebstoffe aus der U1

Es ist ratsam, die Diskussion und Auswertung der Ergebnisse aus der ersten Doppelstunde zu Beginn der zweiten Doppelstunde noch einmal aufzugreifen. Es gilt ja, die anonymisierten Klebstoffe noch den richtigen Klebstoffkategorien zuzuordnen. Das sollen die Kinder aufgrund ihrer Klebeergebnisse tun und begründen. Am Schluss wird aufgelöst, hinter welcher Nummer sich welcher Klebstoff verbirgt. Es kann herauskommen, dass die Klebeergebnisse gar nicht so gut waren, wie sie eigentlich hätten sein sollen. Die widersprüchlichen Ergebnisse lassen sich schließlich damit erklären, dass die Klebstoffe unterschiedlich angewendet werden müssen, um ihre Klebekraft zu enthalten. Man kann mit den Kindern die Gebrauchsanweisungen auf den Originalpackungen durchlesen und mit der eigenen Vorgehensweise vergleichen lassen.

### Teil 2: „Was klebt, was klebt nicht“

Schwerpunkt der nächsten Stunden ist ein ausgewählte Kleber: der Klebestift. Ziel ist es, mit den Kindern den Weg vom Rohstoff über die Rezeptur der Klebestiftmasse bis zum fertigen Klebestift experimentell zu beschreiten.

Für die Kinder stellt sich zu Beginn die Frage: Woraus kann man einen Klebstoff herstellen? Aus ihrem Alltag kennen die Kinder die Situation, dass sie klebrige Hände bekommen, wenn sie Süßigkeiten essen. Überhaupt gibt es in der Küche einige Substanzen, die manchmal ganz unfreiwillig alles verkleben. Puddingpulver ist zum Beispiel auch so eine Substanz. Diese Erfahrung lässt sich nutzen, um die Kinder in einem Vorversuch an einen Stoff heranzuführen, der sowohl in der Küche als auch in der Klebstoffproduktion seinen Patz hat: Stärke.

Bei dem Vorversuch bekommen die Kinder vier ähnlich aussehende Pulver zur Untersuchung. Die Pulver haben eine Nummer zugeteilt bekommen; die Kinder wissen nicht, was sich dahinter verbirgt. Die Aufgabe für die Kinder ist: Sie sollen testen, mit welchem der Pulver sich zusammen mit Wasser eine klebrige Masse herstellen lässt, die vielleicht als Rohstoff für einen Klebstoff geeignet sein könnte. Hierbei dürfen die Kinder die angerührten Massen zwischen den Fingern zerreiben, damit sie merken, was klebrig ist, und was nicht.

Materialien pro Vierer-Gruppe:

- 4 kleine Gefäße für die pulverförmigen Proben, z.B. kleine Bechergläser
- Folienstift zum Beschriften der Bechergläser
- 1 Wasserbecher
- 2-4 Einmalpipetten
- 4 Uhrgläser (kleine Glasschälchen) oder alternativ 4 Marmeladenglasdeckel
- Papier zum Testen
- Zucker, Backpulver, Salz, Speisestärke oder ähnliche Proben

Mit hoher Wahrscheinlichkeit werden die Kinder feststellen, dass die Wasser-Speisestärke-Mischung am klebrigsten ist.

## U3: Nachweis von Stärke

In der vorangegangenen Stunde haben die Kinder festgestellt, dass Stärke zusammen mit Wasser eine klebrige Masse ergibt. Stärke ist ein natürlicher Rohstoff. Doch woher kommt er? Wie kann man Stärke gewinnen? Was ist Stärke?

In dieser Stunde lernen die Kinder einen Stärkenachweis mit Iod-Kaliumiodid-Lösung (Lugolsche Lösung) kennen. Solch eine „Nachweismethode“ gehört zum Handwerkszeug von Forschern. Die Kinder machen eine (positiv verlaufende) Blindprobe mit Speisestärke; optional können sie auch eine Negativprobe mit einem der Speisestärke ähnlich sehenden Stoff (Puderzucker, Kalk) durchführen. Dieses Vorgehen unterstützt die Vorstellungen über die Aussagefähigkeit von Nachweisreaktionen. Die Anwendung der Nachweisreaktion auf den Klebestift bestätigt das Vorhandensein von Stärke. Damit ist das Ziel klar: Es soll ein natürlicher stärkehaltiger Rohstoff gefunden werden, aus dem Stärke isoliert werden kann.

Im nächsten Schritt wird den Kindern ein Angebot von verschiedenen Lebensmitteln wie Kartoffeln, Gurken, Milch, zerriebene Reis- oder Maiskörner vorgestellt, die Stärke enthalten könnten.

Vor dem eigentlichen Experiment sollen sich die Kinder zunächst selbst überlegen, welche Lebensmittel stärkehaltig sein könnten. Danach überprüfen die Kinder ihre Vermutung mit der zuvor erlernten Nachweismethode und dokumentieren ihre Ergebnisse.

Materialien:

- Lugolsche Lösung (Iod/Kaliumiodid-Lsg.)
- Einmalpipetten
- Reagenzgläser oder Uhrgläser, in denen die zu testenden Substanzen gut mit der Lugolschen Lösung versetzt werden können
- Speisestärke, Puderzucker für die Blindproben
- Stärkehaltige Lebensmittel wie Kartoffeln, eingeweichte Weizenkörner, Maisgrieß
- Lebensmittel ohne Stärke wie Gurken

Für den Stärkenachweis füllt man die pulverförmigen Substanzen zusammen mit wenig Wasser auf ein Uhrglas und träufelt etwas Lugolsche Lösung darauf. Ist Stärke enthalten, färbt sich die Substanz dunkelblau/lila bis schwarz.

Bei Kartoffeln, Gurken oder Weizenkörnern empfiehlt es sich, die Lebensmittel von den Kindern vorher etwas zerkleinern zu lassen.

## U4: Gewinnung von Stärke aus Lebensmitteln

Ist ein stärkehaltiger Rohstoff (Kartoffeln oder Weizen) gefunden, isolieren die Kinder im nächsten Schritt aus diesem Rohstoff die Stärke.

Zu Beginn kann man mit den Kindern gemeinsam überlegen, wie man die Stärke aus den Lebensmitteln herausholen könnte. Als Hilfestellung kann die Beobachtung dienen, dass sich das Wasser eintrübt, in dem über einige Stunden ein stärkehaltiges Lebensmittel eingeweicht wurde. Besonders deutlich ist das bei Reiskörnern. Die Trübung bedeutet, dass etwas aus dem Lebensmittel ins Wasser „gewandert“ ist. Es bietet sich an, zur Anschauung vorher eine solche Probe vorzubereiten.

Wenn die Kinder darauf gekommen sind, dass man mit Wasser die Stärke aus den Lebensmitteln isolieren kann, startet man den eigentlichen Versuch:

Materialien pro Gruppe:

- 3-6 Kartoffeln
- Oder 150 g Maisgrieß
- Alte Geschirrhandtücher
- 4 mittelgroße Plastikschüsseln
- 1-2 Küchenreibe
- 2 Porzellanschalen oder hitzebeständige Kristallisierschalen
- Messbecher
- Wasser

Die Versuchsvorschrift für die Kinder:

1. Suche dir eines der Lebensmittel (3-6 Kartoffeln oder 150 g Maisgrieß) aus und zerkleinere es wenn nötig mit der Reibe. Fülle dabei das zerkleinerte Lebensmittel in eine Plastikschüssel.
2. Gib 300 mL Wasser zu dem zerkleinerten Lebensmittel in der Plastikschüssel und rühre mit einem Glasstab um.
3. Lege über eine zweite Plastikschüssel ein Geschirrtuch, gieße den Brei hinein und presse das Wasser heraus (= Presssaft). Sammele den Presssaft in der Schüssel.
4. Fülle den ausgepressten Brei zurück in die erste Schüssel und wiederhole die Schritte zwei und drei, aber nur mit 200 mL Wasser. Warte danach fünf Minuten und gieße dann vorsichtig den Presssaft ab. Den weißen Rückstand am Boden der Schüssel lässt du da.
5. Gib den Rückstand in eine Porzellanschale und stelle die Schale für 20 Minuten bei 180°C in den Trockenschrank (Backofen).

Hilfreich ist, wenn ein Backofen zur Verfügung steht, in dem die Stärkemasse getrocknet werden kann. Die Stärke lässt sich am besten aus Kartoffeln isolieren. Sie können geschält oder ungeschält verwendet werden. Nach dem Trocknungsschritt bleibt eine harte, weißliche Substanz in den Schalen: die Stärke.

## U5: Herstellung von Stärkekleister

### Teil 1: Stärkekleister

Bei den Vorversuchen haben die Kinder erlebt, dass Stärke zusammen mit kaltem Wasser eine klebrige Masse ergibt. Trotzdem eignet sich diese Masse noch gar nicht als Klebstoff. Es muss also noch etwas anderes mit dem Gemisch passieren.

Die erste Aufgabe lautet also, Vorschläge zu erarbeiten, was man tun könnte, um die Wasser-Stärke-Mischung klebriger zu machen. Anhaltspunkte können Erfahrungen beim Kochen und Backen sein. Zum Beispiel bei der Herstellung von Tortenguss.

Wenn die Kinder entsprechende Vermutungen angestellt haben, kann man die Herstellvorschrift für den Stärkekleister einführen. Den stellen die Kinder mit (der selbst gewonnen) Stärke her und nutzen ihn zum Einkleben der Versuchsvorschrift in ihr Arbeitsheft.

Materialien pro Gruppe:

- Selbst gewonnene Stärke oder handelsübliche Speisestärke
- 1-2 feuerfeste Glasgefäße oder Kochtöpfe
- Heizplatte, Zweiplattenkocher oder Herd
- 1-2 Glasstäbe oder Löffel zum Umrühren
- 1 Thermometer

Dazu wird 1 g Stärke mit 5 ml Wasser vermischt und bei ca. 70°C auf einer Heizplatte erhitzt, bis das Gemisch zu haften beginnt. Durch das Erhitzen quillt die Stärke auf. Das Abbinden beruht darauf, dass das Lösemittel Wasser kapillar gebunden wird und dann verdunstet. Beispiel aus der Praxis: Pudding kochen, Soßen andicken.

Konnte bei der Stärkeextraktion nicht genug Stärke gewonnen werden, kann man etwas Speisestärke hinzufügen.

### Teil 2: Vergleich Klebestift mit Stärkekleister

Wenn die Kinder die Eigenschaften ihres selbst hergestellten Stärkekleisters mit denen der Klebestiftmasse vergleichen, stellen sie Gemeinsamkeiten und Unterschiede fest. So weist der selbst hergestellte Kleister eine Konsistenz wie Honig oder Haargel auf, während die Klebestiftmasse fest ist. Außerdem zeigt sich beim Lösen (unterstützt durch Schütteln) der Klebestiftmasse in Wasser ein besonderes Phänomen: es schäumt; ein Phänomen, was die Kinder vom Händewaschen mit Seife kennen. Zum Vergleich müssen die Kinder den selbst hergestellten Stärkekleister in Wasser lösen und schütteln. In der Tat enthält die Klebestiftmasse einen kleinen Anteil Seife, um den Abrieb zu verbessern.

Geruch: Auch im Geruch unterscheiden sich die beiden Substanzen deutlich. Der Stärkekleister erinnert an gekochte Nudeln, der Klebestift ist parfümiert und riecht künstlich.

Der nächste Schritt ist, die Herstellung des Stärkekleisters unter Zugabe von Seifenspänen zu wiederholen. Das ist Inhalt der darauf folgenden Stunde.



## U6: Stärkekleister mit Strukturverstärker Seife

### Teil 1: Stärkekleister mit Seife

Die Kinder stellen nun Stärkekleberansätze mit unterschiedlichen Seifenanteilen her und erkennen, dass sich der Zusatz dieses Stoffes auf die Eigenschaften auswirkt. So bewirken 1 oder 2 g zugesetzte Seife ein sensorisches Gefühl wie eine Gesichtscrème, 3 g zugesetzte Seife lassen das Produkt fester werden – analog zu einer Wundcrème und bereits 4 g zugesetzte Seife geben ein klebriges Produkt, welches Fäden zieht, wenn man es zwischen zwei Fingern auseinander zieht.

Materialien pro Gruppe:

- Selbst gewonnene Stärke oder handelsübliche Speisestärke
- 1 Stück einfache, möglichst unparfümierte Seife
- 1-2 feuerfeste Glasgefäße oder Kochtöpfe
- Heizplatte, Zweiplattenkocher oder Herd
- 1-2 Glasstäbe oder Löffel zum Umrühren
- 1 Thermometer
- Tonpapier, leichter Karton oder anderes festes Papier für Teststreifen

Versuchsvorschrift für die Kinder:

1. Reibt ungefähr ein Drittel des Seifenstücks mit Hilfe der Kartoffelreibe klein.
2. Löst in einem Becherglas (150 mL) 1 g der klein geriebenen Seife in 14 mL Wasser so gut wie möglich auf; es entsteht eine Seifenlauge.
3. Fügt zu der entstandenen Seifenlauge 4 g Stärke hinzu und rührt mit dem Glasstab gut um.
4. Erhitzt das Gemisch auf einer Heizplatte bis auf eine Temperatur von 70°C. Rührt zwischendurch mit dem Glasstab um.
5. Wiederholt die Schritte 1) bis 4) mit 2 g, 3 g und 4 g Seife. Ändern sich dadurch die Eigenschaften der Klebstoffmasse?

Am Schluss sollen die Kinder mit dem selbst hergestellten Kleber etwa 5 cm breite und ca. 30 cm lange Papierstreifen so zusammenkleben, dass die Klebestelle ca. 10 cm oberhalb des einen Endes ist. Bitte eindeutig beschriften lassen!



5

## U7: Klebstoffe aus Lebensmitteln

### Teil 1: Gummibärchenkleber und andere

Die Erfahrung, dass Alltagsprodukte – insbesondere Nahrungs- und Genussmittel – das Phänomen „Kleben“ zeigen, wird hier aufgegriffen. Ziel soll es sein, aus Lebensmitteln eigene Kleber zu kreieren. Es stehen den Kindern zum Beispiel Gummibärchen, Puddingpulver, Pfefferminz-Täfelchen oder Karottensaft zur Verfügung. Die Kinder haben bereits die Kompetenz erlangt, aus Kartoffeln einen Stärkekleister herzustellen, die nun auf das Beispiel Puddingpulver angewandt werden kann. Darüber hinaus besitzen die Kinder aus ihrem Alltag das Wissen darüber, wann Lebensmittel kleben – beispielsweise, wenn Schokolade in der Sonne schmilzt. Dieses Phänomen kann auf die Gummibärchen und die Schokolade übertragen werden, so dass durch ein vorsichtiges Erhitzen dieser Lebensmittel funktionsfähige „Kleber“ entstehen. Unterstützt wird das Vorgehen durch das Methodenwerkzeug der gestuften Lernhilfen mit einer dreistufigen Skala.

Materialien:

- Lebensmittel, die beim Erhitzen klebrig werden: Schokolade, Gummibärchen oder Karottensaft
- 1-2 feuerfeste Glasgefäße oder Kochtöpfe
- Heizplatte, Zweiplattenkocher oder Herd
- 1-2 Glasstäbe oder Löffel zum umrühren
- Tonpapier, leichter Karton oder anderes festes Papier für Teststreifen

### Gestufte Lernhilfen:

Gummibärchenkleber

Wann haben Gummibärchen bei euch schon mal geklebt?

Wie kann man Gummibärchen verflüssigen?

Erhitzt 50 Gummibärchen in einem Topf solange, bis sie geschmolzen sind. Gebt etwas Wasser zu den geschmolzenen Gummibärchen, um sie verstreichbar zu machen.

Schokoladenkleber

Was muss mit der Schokolade passieren, damit sie klebt?

Bringt die Schokolade zum Schmelzen.

Erhitzt 100 g Schokolade in einem Topf, sodass sie schmilzt. Fügt nach und nach 10 mL Wasser zu der abkühlenden Schokolade hinzu, damit sie zähflüssig bleibt.

### Karottenkleber

Karotten enthalten Zucker.

Nehmt Karottensaft und überlegt, wie dieser klebrig werden könnte.

Erhitzt 100 mL Karottensaft in einem Topf auf der Heizplatte auf höchster Stufe solange, bis ein klebriges Gemisch entsteht.

### Kleber aus Pfefferminz-Täfelchen

Was muss mit der Schokolade passieren, damit sie klebt?

Bringt die Schokolade zum Schmelzen.

Erhitzt 100 g Pfefferminz-Täfelchen in einem Topf, sodass sie schmelzen. Fügt nach und nach 10 mL Wasser zu der abkühlenden Masse hinzu, damit sie zähflüssig bleibt.

## Teil 2: Herstellung von Teststreifen

Wie die richtigen Produktentwickler sollen auch die Kinder am Schluss testen, wie stark ihre Kleber sind. Zur Vorbereitung der Test sollen die Kinder am Schluss der Stunde wieder Teststreifen herstellen.



## U8: Testverfahren für Klebstoffe

Am Schluss sollen die selbst hergestellten Kleber mit der Original-Klebestiftmasse bezüglich ihrer Klebekraft verglichen werden. Zu diesem Zweck entwickeln die Kinder entsprechende Prüfmethode inkl. Prüfvorschriften, wobei der Kreativität keine Grenzen gesetzt sind.

Grundprinzip dieser Prüfmethode ist, dass ein mit dem eigenen bzw. dem originalen Klebstoff zusammengefügt Material (konkret: Papierstreifen) einer mechanischen Belastung durch Gewichte ausgesetzt wird, bis es zum Bruch des Materials kommt. Die maximale Belastbarkeit des verklebten Materials wird notiert und die beiden Klebstoffe untereinander verglichen. Damit schließt sich der Kreis dieses Vorgehens „Vom Rohstoff zum Klebestift“.

Beispiel für eine selbstgebaute Prüfapparatur:

