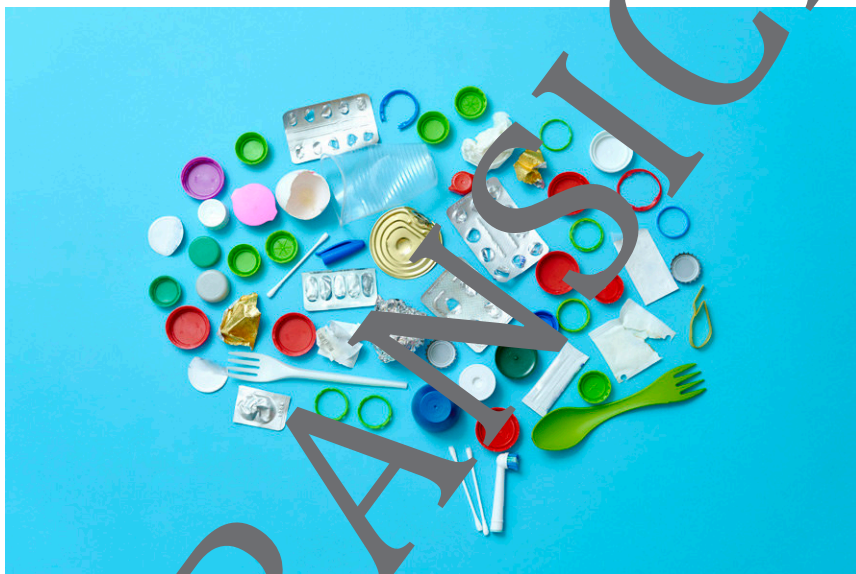


Sabine Flügel



Theorie und Praxis gehen in dieser Einheit Hand in Hand. Mehrere Gruppen stellen Kunststoffe (teils unkonventionell) selbst her und veranschaulichen die Reaktionstypen mithilfe einfacher selbst hergestellter Modelle. Weitere Gruppen ermitteln die Eigenschaften der Kunststoffe und begründen diese mithilfe von selbst gebauten Modellen. Mithilfe von Künstlerischer Intelligenz (KI) ermitteln die Jugendlichen die Vor- und Nachteile der Biokunststoffe.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	9/10
Dauer:	3 Unterrichtsstunden
Kompetenzen:	1. Erkenntnisgewinnungskompetenz; 2. Kommunikationskompetenz; 3. Bewertungskompetenz; 4. Fachkompetenz
Inhalt:	Kunststoffe, Biokunststoffe, Thermoplaste, Duroplaste, Elastomer, Nylon, Polyaddition, Polykondensation, radikalische Polymerisation, Styropor

Fachliche Hinweise

Im Vordergrund stehen bei dem Lehrplankapitel Kunststoffe als Beispiel der modernen Werkstoffe die Basiskonzepte Struktur-Eigenschafts-Beziehungen und chemische Reaktion.

Zum Struktur-Eigenschafts-Konzept

Aus den langen, aber gegeneinander verschiebbaren Molekülketten der Kunststoffe sollen die Lernenden das Schmelzverhalten der Kunststoffe ableiten. Da diese bei Raumtemperatur nur über London-Dispersions-Kräfte im festen Aggregatzustand gehalten werden, schmelzen sie bei entsprechender Wärmezufuhr leicht. Werden die Molekülketten jedoch untereinander durch feste Atombindungen über weitere kleine Moleküle verbunden, so entstehen nicht schmelzende Duroplaste. Diese Atombindungen werden in der Hitze gespalten, sodass der Kunststoff sich zersetzt, bevor er schmelzen kann. Werden die Ketten über größere, auf Druck und Zug reagierende Moleküle verbunden, so entstehen Elastomere. Die Thematik lässt sich auch bei den Wechselwirkungen der Alkane einbauen.

Zum Konzept der chemischen Reaktion

Aus den kleinen, reaktiven Monomeren (Einzelmoleküle) werden über Polykondensation, Polyaddition oder Polymerisation lange Molekülketten, also Polymere oder Makromoleküle. Dabei können zwei gleiche Moleküle mit einer Doppelbindung untereinander verbinden und die Doppelbindung dabei auflösen, oder es schließen sich zwei verschiedene Monomere abwechselnd zusammen, die mindestens bifunktional sind. Entsteht dabei ein Nebenprodukt, handelt es sich um eine Kondensationsreaktion, ohne Nebenprodukt um eine Addition. Es bietet sich auch bei der Veresterung oder bei Reaktionen der Alkene an, die Kunststoffherstellung mit einfließen zu lassen.

Auf einen Blick



Vorbemerkung

Die GBU zu den verschiedenen Versuchen finden Sie als Download.

1./2. Stunde

Thema: Gruppenarbeit zur Herstellung von Kunststoffen

- M 1** Gruppe 1 – Polykondensation: Herstellung von Polyester
- M 2** Gruppe 2 – Polykondensation: Herstellung von Nylon
- M 3** Gruppe 3 – Polymerisation von Sekundenkleber
- M 4** Gruppe 4 – Herstellung einer Styroporkugel
- M 5** Gruppe 5 – Duroplast, Thermoplast und Elastomer
- M 6** Gruppe 6 – Kunststoff – ein Produkt für die Freiheit?

3. Stunde

Thema: Biokunststoffe

M 7 Biokunststoff – ein Widerspruch?

Benötigt: ☐ 1 digitales Endgerät pro Lernenden mit Internetzugang

M 8 Kunststoff – ein wertvoller Werkstoff

Benötigt: ☐ 1 digitales Endgerät pro Lernenden mit Internetzugang

Minimalanforderungen

Die Einheit kann auf 2 Unterrichtsstunden gekürzt werden. Eine der beiden Kondensationen (**M 1** oder **M 2**) kann bei Zeitmangel weggelassen werden. Auch die Herstellung der Styroporkugel (**M 4**) kann bei Bedarf entfallen.

Gruppe 1 – Polykondensation: Herstellung von Polyester

Schülerversuch: Herstellung von Polyester

Vorbereitung: 5 min, Durchführung: 15 min

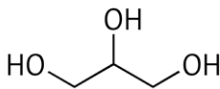
Chemikalien	Geräte
☐ Glycerin ☐ Zitronensäure  ☐ Wasser ☐ Universalindikator  ☐ dunkle, flüssige Lebensmittelfarbe	☐ Schutzbrille pro Person ☐ 2 Bechergläser (100 ml) ☐ Pipetten ☐ Waage ☐ Spatel ☐ 2 Glas- oder Holzstäbe ☐ 2 Uhrgläser ☐ Mikrowelle ☐ pH-Wert-Skala
Entsorgung: Hausmüll	

Versuchsdurchführung

1. Wiegt im Becherglas 1,5 g Glycerin ab und rührt 1–2 Tropfen Lebensmittelfarbe ein.
2. Gebt 7 g Zitronensäure dazu und rührt gut um.
3. Erhitzt das Gemisch bei 600 Watt für 25 Sekunden in der Mikrowelle.
4. Seht nach, ob eine klare, ganz leicht dickflüssige Flüssigkeit aus dem Gemisch entstanden ist.
Wenn ja, gießt diese auf ein Uhrglas, wenn nicht, müsst ihr noch mal kurz (5 s) erhitzen.
5. Versucht mithilfe des Glas-/Holzstabes Fäden aus der erkaltenden Masse zu ziehen.
6. Lasst einen Teelöffel Zitronensäure mit einigen Tropfen Wasser (max. 0,5 ml) und einem Tropfen Farbstoff in der Mikrowelle schmelzen (800 Watt, 25 s).
7. Gießt auch diese Flüssigkeit auf ein Uhrglas und versucht daraus Fäden zu ziehen.
8. Lasst über die erkalteten Stoffe auf den Uhrgläsern Wasser (Waschbecken) laufen, gebt dann jeweils 1–3 Tropfen Universalindikator zu und lest den pH-Wert an der Skala ab.

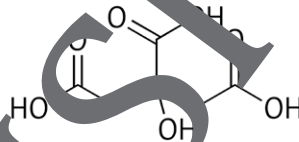
Aufgaben

1. **Vergleicht** die beiden Schmelzen auf ihre Viskosität (Zähflüssigkeit) und die Fähigkeit auf Wasserlöslichkeit und Brüchigkeit.
2. **Nennt** die Stoffgruppen, zu denen die Edukte und das gewünschte Endprodukt gehören.
3. **Markiert** alle miteinander reagierenden funktionellen Gruppen in den Strukturformeln.
4. **Stellt** mithilfe der Modelle und den Strukturformeln die Reaktion zwischen den Hydroxygruppen des Glycerins und den Carboxygruppen der Zitronensäure dar. **Ordnet** dabei die Begriffe Monomer und Polymer zu. Falls ihr Hilfe braucht, nutzt die Hilfenarten.
5. **Erklärt**, weshalb die Herstellung dieser Produktgruppe nicht mit Propanol und Zitronensäure funktioniert.
6. **Nennt** das Nebenprodukt der Reaktion sowie den Reaktionstyp.
7. **Begründet** das unterschiedliche Ergebnis zum pH-Wert des Universalindikators.



Glycerin

© RAABE, erstellt mit ChemDraw



Zitronensäure

Gruppe 3 – Polymerisation von Sekundenkleber

M 3

Schülerversuch: Polymerisation von Sekundenkleber

Vorbereitung: 5 min, Durchführung: 10 min

Chemikalien	Geräte
☐ Natronlauge (5 %)  ☐ Sekundenkleber ☐ Wasser ☐ evtl. Hautcreme	☐ Schutzbrille pro Person ☐ Heizplatte ☐ neue Petrischale aus Polystyrol ☐ Plastikspatel, Zahnstocher (o. Ä.) ☐ 4 Uhrgläser ☐ 4 Filterpapierstreifen ☐ Pinzette
Entsorgung: Hausmüll, Lauge neutralisieren und in den Abfluss geben	

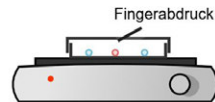
Versuchsdurchführung

1. Gebt in den Boden der Petrischale zunächst einen Tropfen Sekundenkleber. Setzt im Radius von ca. 2 cm drei Tropfen Wasser um den Sekundenklebertropfen herum.
2. Macht einen Fingerabdruck auf die Innenseite des Petrischalendeckels und setzt diesen auf.
Falls ihr sehr trockene Haut habt, schmiert den Finger vorher ein.
3. Stellt die verschlossene Petrischale auf eine warme (40 °C) Heizplatte.

Deckel mit Fingerabdruck aufsetzen



auf die Heizplatte stellen



© RAABE, erstellt mit <https://chemix.org>

4. Gebt in ein Uhrglas ca. 0,5 bis 1 ml Natronlauge, auf ein anderes etwa genauso viel Wasser. Lauft jeweils ein bis zwei möglichst große Tropfen Sekundenkleber zu.
5. Feuchtet 2 Filterpapiere an und klebt sie mit einem Tropfen Sekundenkleber zusammen.
6. Klebt auch 2 trockene Filterpapiere zusammen.
7. Holt die Klebertropfen aus den Uhrgläsern mit dem Plastikspatel oder einem Zahnstocher und untersucht sie auf Festigkeit.

Aufgaben

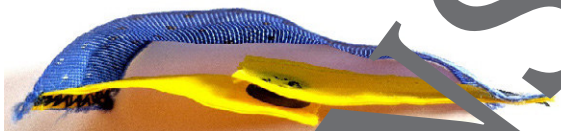
1. **Beschreibt** eure Beobachtungen am Petrischalendeckel, zur Festigkeit der Klebtropfen, die in Wasser bzw. Lauge waren, und der Verklebung der Filterpapiere.
2. **Nennt** 2 Stoffe, welche die Verfestigung des Sekundenklebers beschleunigen.
3. **Erklärt**, weshalb der Sekundenkleber in der Verpackung nicht fest wird.
4. **Stellt** mithilfe der Modelle die Reaktion zwischen den Sekundenkleberteilchen dar. **Benutze** dabei die Begriffe Monomer und Polymer zu. Holt euch, falls nötig, die Hilfekarten.
5. **Nennt** den Reaktionstyp und die Stoffklasse des Edukts, des Zwischenprodukts sowie des Produkts.

Hilfekarten



Tipps

Tipp 1: Der Sekundenkleber enthält Moleküle (Monomere) mit Doppelbindung, dargestellt als verschlossene Druckknöpfe.



© RAABE, erstellt von Sabine Flügel

Tipp 2: Die Hydroxid-Ionen (OH^-) der Lauge öffnen die Doppelbindungen.

Tipp 3: Sobald eine Doppelbindung geöffnet ist, greift das entstandene Teilchen andere Moleküle an, sodass deren Doppelbindung ebenfalls geöffnet wird.



© RAABE, erstellt von Sabine Flügel

Tipp 4: Die Radikale verknüpfen sich zu einer langen Kette, ein fester Kunststoff (Polymer) entsteht.



© RAABE, erstellt von Sabine Flügel