

**Mario Gerwig**

**Versuch:** **Experimentelle Untersuchung zweier Kunststoffe aus dem Alltag**

**Dauer:** Vorbereitung: 40 Minuten  
Durchführung: 30 Minuten  
Entsorgung: 15 Minuten

**Chemikalien:** Magnesiumchlorid (MgCl<sub>2</sub>): Ethansäureethylester (C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>):  
Xi, F  
Natriumchlorid (NaCl): R: 11, 36, 66, 67  
S: 2, 16, 26, 33  
Kunststoffproben: PE und PC

**Geräte:** Bechergläser, Spatel, Messzylinder, Pinzette, Waage, Bunsenbrenner, Kupferdraht, Tiegelzange

**Durchführung:** *Schwimmprobe:*  
Die einzelnen Kunststoffe (hier: PE und PC) werden nacheinander in eine gesättigte Magnesiumchlorid-Lösung, eine gesättigte Natriumchlorid-Lösung und in Wasser gegeben. Man notiert, ob der entsprechende Kunststoff schwimmt.

*Dichtebestimmung:*  
Nachdem die Kunststoffproben gewogen und ein Überlaufbecher (Becherglas) mit Wasser gefüllt wurde, werden die Kunststoffproben nacheinander hinein gegeben. Die überlaufende Wassermenge wird aufgefangen und das Volumen in einem Messzylinder gemessen. Aus den Ergebnissen kann die Dichte in g/cm<sup>3</sup> (= g/mL) bestimmt werden.

*Brennbarkeit in und außerhalb der Flammen / Indikatorprobe der Schwaden / Geruchsprobe:*  
Zur Untersuchung der Brennbarkeit wird ein kleines Stück der Probe mit einer Pinzette in die Sparflamme des Bunsenbrenners gehalten. Dabei unterscheiden sich die Erscheinungen: Entzündung, Brennen, Erlöschen und Weiterbrennen außerhalb der Flamme, Abtropfen, Dämpfe, Rauchbildung, Rußbildung, Farbe der Flamme etc. In die entstehenden Schwaden wird ein feuchtes Indikatorpapier gehalten, um den pH-Wert zu bestimmen. Nach dem Erlöschen oder Ausblasen der Flamme wird der Geruch bestimmt, der einen weiteren Hinweis auf den vorliegenden Kunststoff geben kann.

*Beilstein-, Quell- und Fingernagelritzprobe:*  
Man erhitzt einen Kupferdraht in der rauschenden Flamme des Brenners, bis sich die Flamme nicht mehr verfärbt. Anschließend berührt man den jeweiligen Kunststoff mit dem noch heißen Kupferdraht, den man dann wieder in die Flamme hält.  
Für die Quellprobe gibt man einige Tropfen Ethansäureethylester auf

die zu untersuchende Probe und wartet, bis sich der Kunststoff löst oder aufquillt.

Um die Härte des Kunststoffes einzuteilen versucht man, sie mit dem Fingernagel einzuritzen.

**Beobachtungen:**

*Dichtebestimmung und Schwimmprobe:*

Es stellte sich heraus, dass PE in allen drei Lösungen, PC nur in der gesättigten  $MgCl_2$ -Lösung schwimmt.

Bei der Dichtebestimmung verdrängten 25 g PE 29 mL Wasser

→  $\rho_{PE} = 0,86 \text{ g/cm}^3$ ,

25 g PC verdrängten 22 mL Wasser →  $\rho_{PC} = 1,14 \text{ g/cm}^3$ .

*Brennbarkeit in und außerhalb der Flamme / Indikatorprobe der Schwaden / Geruchsprobe:*

PE: Brennt auch außerhalb der Flamme weiter, beginnt zu tropfen, keine Veränderung des pH-Papiers, Geruch: schwach paraffinartig (nach Kerzenwachs)

PC: Brennt rußend, pH-Wert der Schwaden: 5 - 6, Geruch: schwach phenolartig

*Beilstein-, Quell- und Fingernagelritzprobe:*

PE: Beilsteinprobe: negativ, Quellprobe: unlöslich, quellbar, Fingernagelritzprobe: Ritzspuren

PC: Beilsteinprobe: negativ, Quellprobe: quellbar, Fingernagelritzprobe: negativ

**Entsorgung:**

Die Kunststoffe, der Kupferdraht und das pH-Papier werden in der Feststofftonne, die Lösungen der Dichtebestimmung im Ausguss, die Ethansäureethylester-Lösung im organischen Abfall entsorgt.

**Fachliche Analyse und didaktische Diskussion:**

*Allgemein:*

Bei diesem Versuch wurden mit zwei Kunststoffen, Polyethylen (PE) und Polycarbonat (PC), folgende Versuche durchgeführt: Schwimmprobe und Dichtebestimmung, Brennbarkeit in und außerhalb der Flamme, Indikatorprobe der Schwaden, Geruch nach dem Schwelen, Beilstein-, Quell und Fingernagelritzprobe.

*Dichtebestimmung und Schwimmprobe:*

Die Dichte der verwendeten Kunststoffe liegt zwischen  $0,90 \text{ g/cm}^3$  (PE) und  $1,20 \text{ g/cm}^3$  (PC). Eine erste Unterscheidung und Einteilung der Dichtegruppen kann durch die Schwimmprobe in Lösungen unterschiedlicher Dichte (Wasser:  $1,0 \text{ g/cm}^3$ , gesättigte NaCl-Lösung:  $1,18 \text{ g/cm}^3$ , gesättigte  $MgCl_2$ -Lösung:  $1,33 \text{ g/cm}^3$ ) durchgeführt werden.

Um eine genaue Dichte bestimmen zu können muss man ein anderes Bestimmungsverfahren anwenden. Die Rohdichte ergibt sich dabei aus der Bestimmung der Masse und dem Volumen, wobei die Masse durch Wägen und das Volumen durch Flüssigkeitsverdrängung ermittelt wird (Abweichungen: PE: - 4,4 %, PC: - 5 %).

*Brennbarkeit in und außerhalb der Flamme / Indikatorprobe der Schwaden / Geruchsprobe:*

Aus dem Verhalten der Kunststoffe beim vorsichtigen Erhitzen und Entzünden lassen sich viele von ihnen bereits überwiegend identifizieren. Dabei muss in der Schule unbedingt darauf hingewiesen werden, dass die Prüfung mit kleinen Mengen und

vorsichtig vorgenommen werden muss, damit die charakteristischen Erscheinungen bei zu raschem oder zu starkem Erhitzen nicht hinter einer zu weitgehenden Zersetzung verborgen bleiben.  
Außerdem muss darauf hingewiesen werden, dass bei PVC, sofern man in der Schule auch diesen Kunststoff untersucht, auf Grund der Giftigen Dämpfe keine Geruchsprobe durchgeführt werden darf.

*Beilstein-, Quell- und Fingernagelritzprobe:*

Die Beilsteinprobe ist dazu gedacht, halogenierte Kunststoffe zu erkennen, die anderen Proben um Kunststoffe wie PE, PP, PC und CA zu unterscheiden. Bei der Beilsteinprobe, bei der ein glühender Kupferdraht auf eine Kunststoffprobe gepresst wird und im Anschluss daran in der Brennerflamme erhitzt wird, zeigt mit einer grünen Flammenfärbung halogenierte Kunststoffe an.

Die Quellprobe unterscheidet Kunststoffe, die ansonsten ähnliche Eigenschaften haben und aus diesem Grund schwer zu identifizieren sind, z.B. CA und PC.

Die Fingernagelritzprobe hinterlässt im weicheren PE im Gegensatz zum PP eine Kratzspur.

**Literatur:**

- GESTIS Stoffdatenbank
- Praxis der Naturwissenschaften 4/49, S. 39