

# Ist ...das MÖGLICH ...

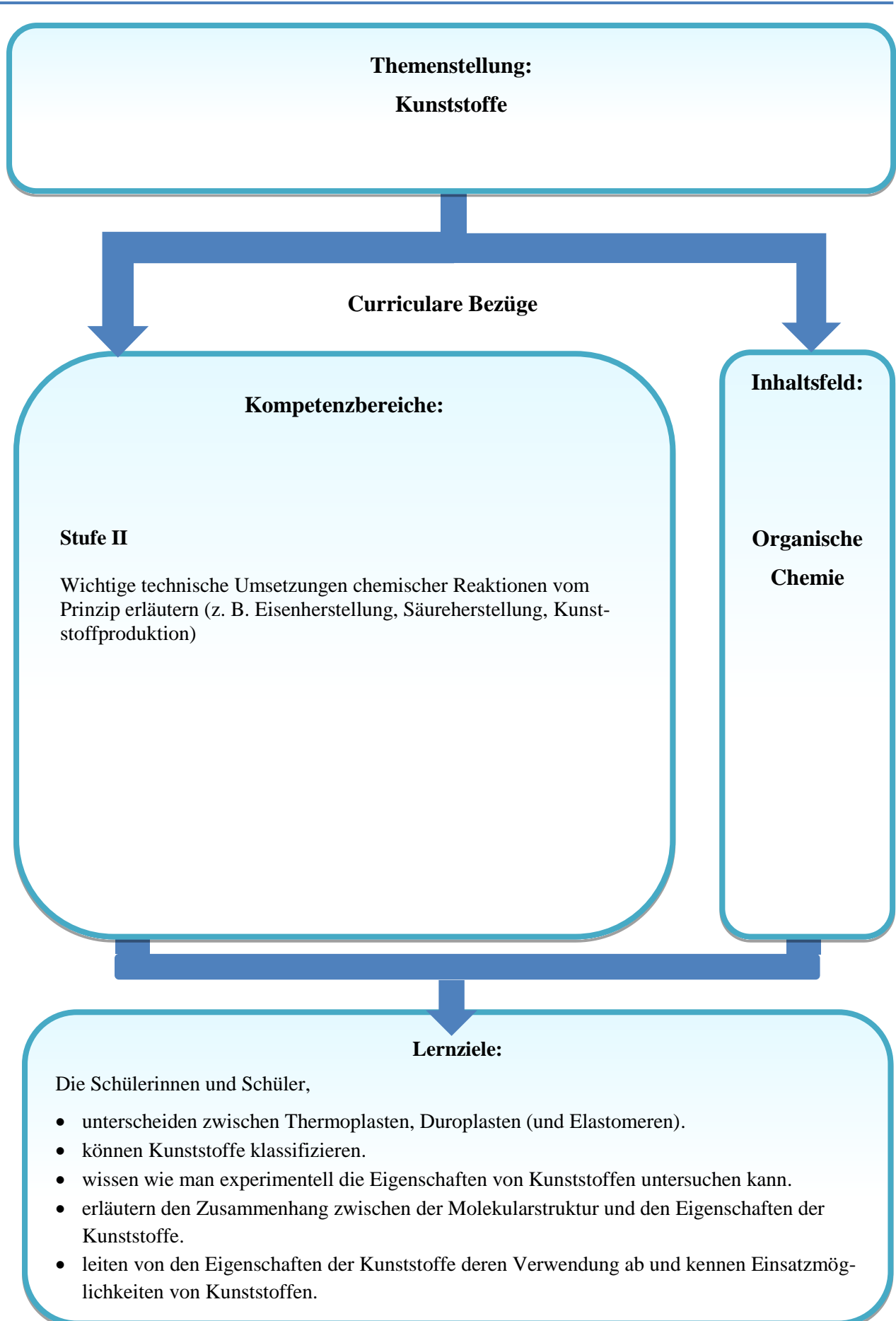
Unterrichtsmaterialien

Fach: Chemie

Jahrgangstufe: 9./10.

## Inhalt

Lernziele und curriculare Bezüge.....	3
<i>Themenstellung, Inhaltsfeld, Kompetenzbereiche, Lernziele</i>	
Die Lernsituation .....	4
<i>Handlungsanlass, Aufgabenstellung, Materialvorgaben</i>	
Möglicher Unterrichtsverlauf .....	5
<i>Tabellarisch</i>	
Die korrespondierende Ausstellungseinheit im Museum.....	7
<i>Aufbau und Beschreibung der Experimentierstation 6 – Heb- und Schweb-Experiment</i>	
Informationsmaterialien.....	8
<i>Kunststoffe, Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere</i>	
Schülerarbeitsblätter .....	10
<i>Experiment: Stoffeigenschaften von Thermo- und Duroplasten</i>	
Ergebnissicherung .....	12
<i>Folie</i>	
Stoffeigenschaften .....	13
<i>Infotexte zu Eigenschaften und atomarem Aufbau von Thermo- und Duroplasten</i>	
Musterlösung .....	14

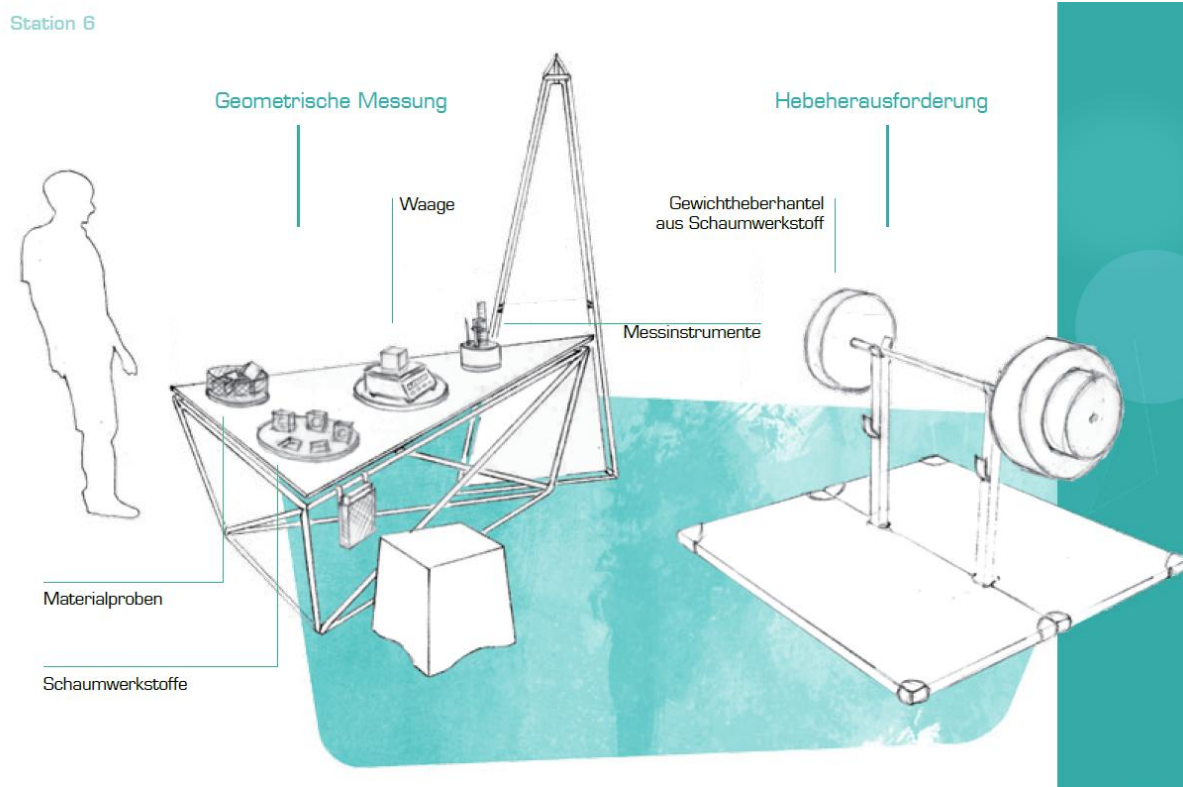


<p><b>Handlungsanlass</b></p>	<p>Die örtliche Feuerwehr beauftragt deine Firma damit, neue Feuerwehrhelme zu produzieren.</p> <p>Mit dem Auftrag schickt euch die Feuerwehr Materialproben zweier Kunststoffe.</p> <p>Besonders wichtig ist den Verantwortlichen, dass der Helm unempfindlich gegenüber Hitze ist.</p> <div data-bbox="794 712 1098 1010" data-label="Image"> </div>
<p><b>Aufgabenstellung</b></p> <div data-bbox="228 1256 456 1509" data-label="Image"> </div>	<p>Untersuche, welcher der beiden vorliegenden Kunststoffe sich am besten für einen Feuerwehrhelm eignet.</p>
<p><b>Materialvorgaben</b></p> <div data-bbox="228 1653 456 1912" data-label="Image"> </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metallplatte</li> <li>• Dreifuß</li> <li>• Bunsenbrenner</li> <li>• Glasröhrchen</li> <li>• Thermoplast-Probe</li> <li>• Duroplast-Probe</li> <li>• pH-Papier/Lackmuspapier</li> <li>• Chemikalien: Aceton, Ethanol, Wasser, Essigsäureethylester</li> <li>• Schutzbrille</li> </ul>

Unterrichtsphase	Unterrichtsgeschehen	Sozialform	Medien	Eigener Kommentar
Einstiegsphase/ Motivation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Begrüßung</li> <li>• Handlungsanlass darlegen</li> <li>• Arbeitsauftrag</li> </ul>	Unterrichtsgespräch	Tafel Proben Power Point	
Methodische Reflexion	<p>SuS sollen Vorschläge äußern, wie die Problemfrage beantwortet werden könnte. Mögliche SuS-Antworten könnten wie folgt aussehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Kunststoff muss feuerfest sein.</li> <li>• Der Helm muss harte Stöße aushalten.</li> <li>• Der Kunststoff muss unempfindlich gegenüber Wasser und Chemikalien sein.</li> </ul> <p>Falls die SuS nicht zeitnah auf Ideen kommen, welche Eigenschaften ein Feuerwehrlhelm haben sollte, werden diese Informationen vorgegeben.</p>	Unterrichtsgespräch		
Erarbeitung	<p>SuS erhalten Arbeitsblatt 06. Das AB wird laut von den SuS vorgelesen. Fragen werden geklärt. Es wird noch einmal auf die Sicherheitshinweise hingewiesen. Die SuS erhalten das benötigte Material und führen die Experimente selbstständig durch. Des Weiteren sammeln sie die Ergebnisse eigenständig auf dem AB.</p> <p><i>Optional: Rollenverteilung in den Gruppen festlegen (Aufgabenkarten) um eine positive Abhängigkeit zu schaffen. Jeder ist auf den anderen angewiesen (kooperatives Lernen).</i></p>	Gruppenarbeit	Arbeitsblatt Experiment	
Ergebnisvorstellung	<p>Die Versuchsergebnisse werden in einer vorstrukturierten Tabelle gesammelt. Die SuS sollen Vermutungen äußern, welcher Kunststoff ein Thermo- bzw. Duroplast ist.</p>	Unterrichtsgespräch	OHP-Folie Infotexte	

	<p>Im Anschluss werden Texte über die grundlegenden Eigenschaften von Thermo- und Duroplasten ausgeteilt. Die SuS sollen nun die Stoffe identifizieren, indem sie ihre Untersuchungsergebnisse mit den Informationen aus den Texten vergleichen.</p>			
Ergebnissicherung	<p>Die SuS sollen Bezug auf den Handlungsanlass nehmen und sich für einen Kunststoff entscheiden, zudem sollen sie ihre Entscheidung an Hand ihrer vorliegenden Informationen (Experiment, Texte) begründen.</p> <p><i>Merksatz:</i> <i>Thermoplastische Kunststoffe gehen langsam vom festen über einen weichen bis in den flüssigen Zustand über.</i> <i>Duroplaste sind schwer entflammbar. Sie schmelzen nicht, sondern bleiben lange hart und spröde, bis sie verkohlen.</i></p>	Unterrichtsgespräch	Tafel	

## Station 6: Heb- und Schweb-Experiment



Der Aha-Effekt dieser Station basiert auf den Eigenschaften zukunftsweisender Schaumwerkstoffe (u. a. Metallschäume). Sie sind stabil und leicht zugleich. Demonstriert wird letzteres im Experiment. Als Aufhänger dient eine spielerische Herausforderung:

Eine aus Schaumwerkstoff gefertigte, riesige Gewichtheberhantel lädt zum Krafttest ein. Es gelingt überraschend leicht sie anzuheben, was lustige Erinnerungsfotos in der Ausstellung erlaubt.

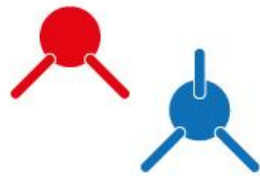
Die Besucher vergleichen zudem eine Reihe von Werkstoffproben in Bezug auf ihre Dichte. Dazu machen sie eine Volumenmessung in einem Wasserbehälter und wiegen Proben.

Die Welt der Kunststoffe bietet eine riesige Anzahl von Möglichkeiten. Durch die Auswahl von Ausgangsmaterialien, Herstellungsverfahren und beigemischten Additiven lassen sich die technischen Eigenschaften wie beispielsweise Formbarkeit, Temperaturbeständigkeit, Härte und viele weitere variieren. Diese Vielfalt macht die Entscheidung für den richtigen Kunststoff allerdings nicht unbedingt leichter. In der dazugehörigen Unterrichtsstunde im Fach Chemie werden die verschiedenen Eigenschaften von Kunststoffen in einem Experiment untersucht und die Schülerinnen und Schüler treffen eine eigene Wahl.

**Kunststoffe** sind auf Grund ihrer vielfältigen Eigenschaften in fast allen Bereichen des täglichen Lebens zu finden. Egal ob die Innenverkleidung des Autos, Zahnbürsten, Schwämme, Trinkbecher oder Spielekonsolen, Kunststoffe finden sich überall.

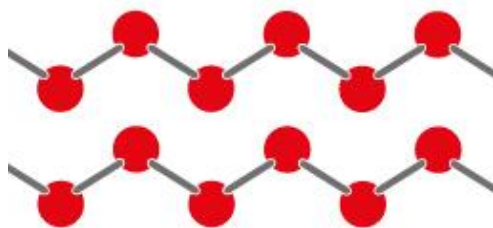
Chemisch gesehen sind Kunststoffe Makromoleküle, die durch eine Verknüpfung vieler kleinerer Moleküle entstanden sind. Die einzelnen Bausteine eines Kunststoffs nennt man Monomere, die entweder bi- oder trifunktionell sind.

Kunststoffe lassen sich auf Grund ihrer physikalischen Eigenschaften und ihrer chemischen Struktur in drei Klassen einteilen: Thermoplaste, Duroplaste und Elasto-



mere.

bi- und trifunktionelles Monomer



Zwei lineare Polymerketten

### Thermoplaste

<i>Polyethylen (PE)</i>	Plastikbeutel, Eimer, Frischhaltefolie, Bierkästen, Schläuche
<i>Polyvinylchlorid (PVC)</i>	Fußbodenbeläge, Kabelummantelungen, Abflussrohre, Schallplatten, Duschvorhänge
<i>Polypropylen (PP)</i>	Einwegbecher, Batteriekästen, Schuhabsätze
<i>Polystyrol (PS)</i>	Joghurtbecher, Kugelschreiber, Diarahmen, Tonbandkassetten, Styropor®
<i>Polyamid (PA)</i>	Dübel, Angelschnur, Brillengestelle, Nylon, Perlon
<i>Polymethylmethacrylat (PMMA)</i>	Autorücklichter, Lineale, bruchfeste Verglasungen, Plexiglas

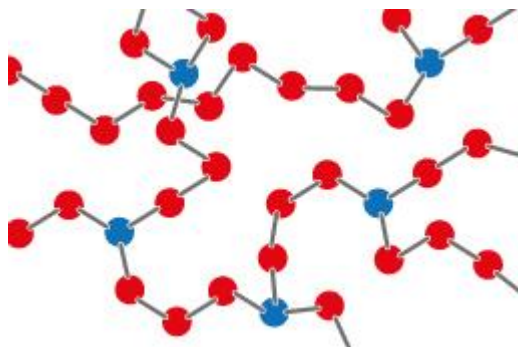
Monomere, die sich ausschließlich mit zwei anderen verbinden, nennt man bifunktionell. Wird diese Verbindung eingegangen, entstehen lange lineare Polymerketten. Diese Polymerketten werden von physikalischen Wechselwirkungen wie den Van-der-Waal-Kräften und der Wasserstoffbrückenbindung zusammengehalten. Wird hier nun Wärme zugeführt, fangen die einzelnen Bauteile der Polymerketten an zu schwingen und die oben beschriebenen Wechselwirkungen werden aufgehoben. Wird genug Energie hinzugeführt, verlieren die Polymerketten ihren Zusammenhalt und lassen sich gegeneinander verschieben. Der Kunststoff wird weich und verformbar (plastisch). Daher wird er Thermoplast genannt. Wird er in eine neue Form gebracht, so behält er diese nach dem Abkühlen.



### Duroplast

Melamin-Formaldehyd-Harz (Phenoplaste) (MF)	Kochlöffel, Oberfläche von Küchenmöbeln, elektr. Isoliermaterialien, Bakelit ®
Aminoplaste (UF)	Steckdosen, elektr. Isoliermaterialien, Eierbecher, Tablett, Lichtschalter, Becher

Monomere, die sich mit drei verschiedenen Stellen binden können, nennt man trifunktionell. Bei Duroplasten sind die Monomere daher netzartig miteinander verknüpft. Im Gegensatz zu den Thermoplasten liegen hier nicht nur physikalische Wechselbedingungen zwischen den einzelnen Polymerketten vor, sondern es be-



stehen echte Atomverbindungen zwischen den verschiedenen Strängen des Makromoleküls.

bi- und trifunktionelle Monomere (Duroplast)

Da die Atomverbindungen durch Hitze nicht so leicht zu Spalten sind, bleiben Duroplasten auch bei höheren Temperaturen formstabil. Bei sehr hohen Temperaturen zerreißt das Netz. Die Atombindungen werden dabei gespalten und der Kunststoff zersetzt sich in kleinere Moleküle. Seine ursprüngliche Struktur ist nicht mehr herstellbar, er verkohlt.

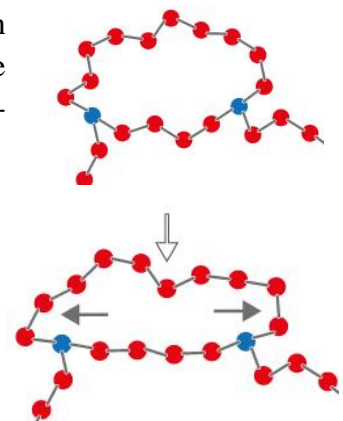
### Elastomere

(In diesem Versuch nicht verwendet)

Polyurethan (PUR)	Matratzen, Fugendichtung, Wärmedämmung, Schaumstoffe, Moltopren ®
-------------------	---

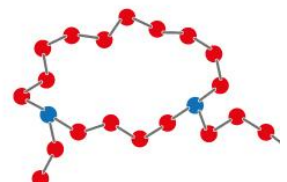
Ist die Anzahl der bifunktionellen Bausteine zwischen den trifunktionellen groß, dann besteht die Möglichkeit das Polymer zu dehnen. Elastomere sind also Kunststoffe, die sich bei mechanischer Belastung wie Gummi verhalten. Sie lassen sich bei normaler Umgebungstemperatur (Raumtemperatur) durch Druck oder Zug verformen und kehren danach, auf Grund ihrer hohen Elastizität, in ihre ursprüngliche Form zurück. Die Polymerketten sind wie bei den Duroplasten mit echten Atomverbindungen verknüpft. Allerdings ist die Netzstruktur der Elastomere weitmaschiger. Werden Elastomere in gespanntem Zustand erwärmt, zieht sich der Kunststoff zusammen. Grund dafür ist die stärkere Schwingung der Netzfäden. Die Netzknoten rücken dabei näher zusammen.

Bei starkem Erhitzen verhalten sich Elastomere ähnlich wie Duroplasten.



---

Elastomere verhalten sich bei mechanischer Belastung  
(hier Druck) elastisch



06 1/2

## Untersuchung von Kunststoffen

Auf den ersten Blick ähneln sich viele Kunststoffe und doch haben sie unterschiedliche Eigenschaften.

### Vorbereitung:

Geräte: Metallplatte, Dreifuß, Bunsenbrenner, Becherglas, Schutzbrille  
Chemikalien: Thermoplast, Duroplast, Aceton, Ethanol, Wasser, Essigsäureethylester

### Aufbau:

Lege die Metallplatte auf den Dreifuß. Erhitze mit Hilfe des Bunsenbrenners die Metallplatte leicht.  
Fülle 100 ml je einer Chemikalie in je ein Becherglas.



### Arbeitsauftrag

Notieren deine Beobachtungen in der Tabelle



### Durchführung:

a) Lege jeweils eine Kunststoffprobe in ein Becherglas. Die Kunststoffe werden für 10 Minuten (führe in der Zeit b) und c) durch) in ein mit dem jeweiligen Lösungsmittel gefülltes Becherglas gegeben. Anschließend wird der Kunststoffstreifen herausgenommen und abgetrocknet. Die Oberfläche des Kunststoffs wird untersucht.

a)	Chemikalie	Stoff 1	Stoff 2
Veränderung der Oberfläche	Aceton		
	Wasser		
	Essigsäureethylester		
	Ethanol		

b) Lege eine der Kunststoffproben vorsichtig auf die erwärmte Metallplatte. Beobachte, was passiert und notiere deine Beobachtung. Lege nun die zweite Probe auf die Metallplatte.

06 2/2



Der Versuch muss in einem Abzug durchgeführt werden, wenn Kunststoffe untersucht werden, bei denen ätzende und giftige Gase entstehen können.

b)	Stoff 1	Stoff 2
Veränderung		

c) Gib eine Probe des Kunststoffes (ca. 100 mg) in ein Glasröhrchen an dessen offenem Ende sich ein angefeuchtetes pH-Papier befindet. Erhitze das Röhrchen nun langsam mit der Sparflamme des Bunsenbrenners. Achte bei der Rauchentwicklung auf dein pH-Papier.



Der Versuch muss in einem Abzug durchgeführt werden, wenn Kunststoffe untersucht werden, bei denen ätzende und giftige Gase entstehen können.

c)	Stoff 1	Stoff 2
Farbe des pH-Papiers		
Bedeutung		

Name der Gruppenteilnehmer:

Datum:

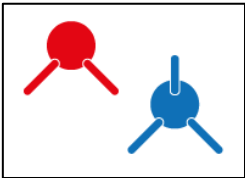
	Verhalten beim Erhitzen:	Farbe des Indikators/ Bedeutung:	Veränderung der Oberfläche Chemische Beständigkeit/ Löslichkeit:	
Stoff 1			Aceton:	
			Ethanol:	
			Wasser:	
			Essigsäureethylester:	
Stoff 2			Aceton:	
			Ethanol:	
			Wasser:	
			Essigsäureethylester:	

## Thermoplasten

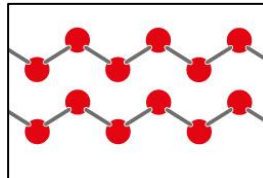
z. B. *Polyethylen (PE)*, *Polypropylen (PP)*, *Polystyrol (PS)*, *Polyvinylchlorid (PVC)*,  
*Polyester (PES)*

Chemisch gesehen sind Kunststoffe Makromoleküle, die durch eine Verknüpfung vieler kleinerer Moleküle entstanden sind. Die einzelnen Bausteine eines Kunststoffs nennt man Monomere, die entweder bi- oder trifunktionell sind. Monomere, die sich ausschließlich mit zwei anderen verbinden nennt man bifunktionell. Wird diese Verbindung eingegangen, entstehen lange lineare Polymerketten. Thermoplasten bestehen aus einzelnen Polymerketten, die nicht durch chemische Verbindungen, sondern durch zwischenmolekulare Kräfte (Van-der-Waal-Kräfte, Wasserstoffbrückenbindung) miteinander verbunden sind.

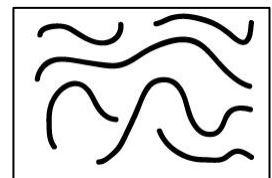
Wird hier nun Wärme hinzugefügt, können sich die Polymerketten bei einem unvernetzten Kunststoff leicht gegeneinander verschieben, wodurch er verformbar wird und schließlich schmilzt. Auch bei anderen Kräften, wie z. B. Zugkräften, können diese Kunststoffe verformt werden. Die Polymerketten gleiten aneinander entlang bis der Kunststoff schließlich reißt.



bi-/ trifunktionelle Monomere



lineare Polymerketten



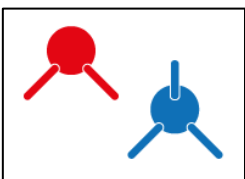
unvernetzter Kunststoff

## Duroplasten

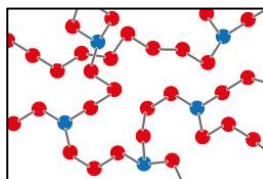
z. B. *Epoxidharze*, *Polyurethane*, *Aminoplaste*, *Phenoplaste*

Chemisch gesehen sind Kunststoffe Makromoleküle, die durch eine Verknüpfung vieler kleinerer Moleküle entstanden sind. Die einzelnen Bausteine eines Kunststoffs nennt man Monomere, die entweder bi- oder trifunktionell sind. Monomere, die sich mit drei verschiedenen Stellen binden können, nennt man trifunktionell. Bei Duroplasten sind die Monomere daher netzartig miteinander verknüpft. Es bestehen echte Atomverbindungen zwischen den verschiedenen Strängen des Makromoleküls.

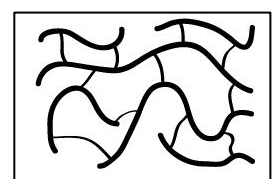
Duroplasten werden beim Erhitzen nicht weich und schmelzen nicht. Bei starker Hitzezufuhr zersetzen sie sich, da ihre Schmelztemperatur über der Zersetzungstemperatur liegt. Darüber hinaus verformen sie sich nicht, wenn man z. B. Zugkräfte auf sie ausübt. Eher brechen sie, da sie insgesamt eher hart und spröde sind. Da die Atomverbindungen durch Hitze nicht so leicht zu spalten sind, bleiben Duroplasten auch bei höheren Temperaturen formstabil. Bei sehr hohen Temperaturen zerreißt das Netz. Die Atombindungen werden dann gespalten und der Kunststoff zersetzt sich in kleinere Moleküle. Seine ursprüngliche Struktur ist nicht mehr herstellbar.



bi-/trifunktionelle Monomere



Molekularaufbau Duroplast



vernetzter Kunststoff

Zu a) Bei einer Löslichkeit des Kunststoffes in der Chemikalie wird die Oberfläche matt.

Zu b) Tab. 1: Schmelzwerte und maximale Nutzttemperaturen von Kunststoffen

	Schmelzbereich (°C)		max. Temperatur dauernd (°C)
Thermoplast	Polyvinylchlorid (PVC)	> 180 80–120 (Erweichung)	60
	Polyester (PES)	225 80–115 (Erweichung)	100
	Polyethylen (PE)	130-145	80–100
	Polypropylen (PP)	160–170 (isotaktisch <sup>1</sup> ) 120–130 (ataktisch <sup>2</sup> )	100
	Polystyrol (PS)	100	50–70
	Schmelzbereich (°C)		max. Temperatur dauernd (°C)
Duroplast	Epoxidharz	–	170–250
	Phenoplaste (Phenolharz)	>170 (Erweichung)	130
	Polyurethane		
	Aminoplaste (MF) (UF)	Kaum entzündbar, selbsterlöschend	160–250 80

<sup>1</sup>isotaktisch ist ein Polymer, wenn alle Reste in eine Richtung zeigen  
<sup>2</sup>ataktisch ist ein Polymer, bei einer zufälligen räumlichen Anordnung der Reste

Zu c) Tab. 2: pH-Werte von Kunststoffen

(Anmerkung: Dieser Versuchsteil muss nicht durchgeführt werden, wenn nur Chemikalien aus dem neutralen Bereich (5–5,5) untersucht werden)

	Lackmuspapier: rot	kaum verändert	blau
	pH-Papier: 0,5–4,0	5,0–5,5	8,0–9,5
Duroplast		Epoxidharze Phenoplaste (Phenolharze) Polyurethane (vernetzt)	Aminoplaste (Anilin-, Melamin-, Harnstoff-, Formaldehyd-Harze)
Thermoplaste	Polyvinylchlorid (PVC) Polyester (PES)	Polyethylen (PE) Polypropylen (PP) Polystyrol (PS)	

Die Tabellen können allenfalls als Orientierung dienen. Die genauen Werte hängen von den jeweilig genutzten Kunststoffen und ihren spezifischen Eigenschaften ab.