

Kunststoffe

Rizinus - Polyester

Chemikalien: Rizinusöl (Vorsicht: Brennbar!); Zitronensäure

Geräte: Hohes Becherglas oder Weithals-Erlenmeyerkolben 250ml; Bunsenbrenner+Stativ

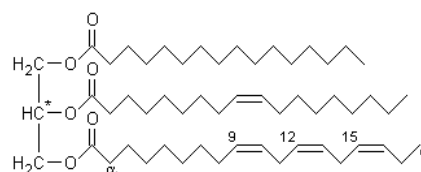
Versuch¹: Im Becherglas oder Kolben werden 4.5g Zitronensäure und 10g Rizinusöl über dem Brenner erhitzt. Es bildet sich ein zäher hellgelber Schaum. Wenn man diesen (beispielsweise in einer Petrischale) abkühlen lässt, erhält man ein dunkelgelbes, zähes, wasserunlösliches Harz.

Theoria I: Rizinusöl enthält nicht nur gesättigte sondern auch ungesättigte Fettsäuren, deren wichtigste die Ricinolsäure ist (Struktur siehe Angabezettel). Rizinusöl besitzt relativ viele Hydroxylgruppen (durchschnittlich 2 pro Triglycerid), die mit Zitronensäure verestert werden können, d.h. es bildet sich ein dreidimensional vernetztes Harz. Bei höheren Temperaturen laufen dabei aber auch andere Reaktionen ab, die zum Aufschäumen der erhitzten Mischung führen (aufgrund von aus der Zitronensäure freigesetztem CO₂ [Decarboxylierung] und H₂O [Dehydration]).

Theoria II: Polyester sind Polymere mit Esterbindungen $[-CO-O-]$ in ihrer Hauptkette. Der Großteil aller Polyester wird heute synthetisch hergestellt.

Theoria III: Fettsäuren (gehören zu den Lipiden) sind unverzweigte Monocarbonsäuren, die aus einer $-COOH$ Gruppe (Carboxylgruppe) und einer verschiedenen langen Kohlenwasserstoffkette bestehen. Fettsäuren unterscheiden sich durch die Anzahl der C-Atome (Kettenlänge) sowie die Anzahl und Position ihrer Doppelbindungen. Die Kohlenstoffkette muss mindestens 4 C-Atome lang sein, somit ist die Buttersäure die einfachste Fettsäure.

Theoria IV: Fette (bzw. auch manche Öle) sind Tri-Ester des dreifachen Alkohols Glycerin und unterschiedlicher, überwiegend geradzahlig und unverzweigter Monocarbonsäuren (Fettsäuren). Die wissenschaftliche Bezeichnung ist Triacylglycerine. Bsp. Abb. rechts →



Herstellung einer Folie aus Maisstärke

Chemikalien: Stärke²; 50% ige Glycerinlösung³; Lebensmittelfarbstoffe

Geräte: Becherglas (250ml)+Abdeckung (beispielsweise Uhrglas); Wasserbad 400ml; Brenner+Stativ; Glasstab

Versuch:

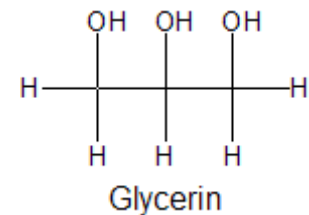
¹ Dieser Versuch wurde im Unterricht – oder zumindest in meiner Gruppe – nicht durchgeführt. Infos zum Teil von Wikipedia et al.

² Auf keinen Fall lösliche Stärke – dieser fehlt der Stärkekleister Amylopectin!

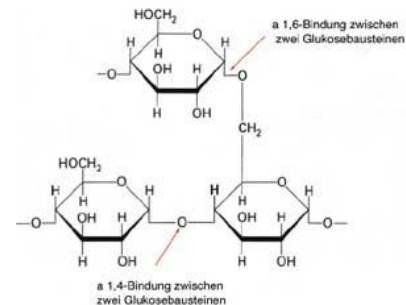
³ Glycerin im Normfall 85%ig: Falls man diese Lösung 1:1 verdünnt, müssen im Versuch 2.5ml statt 2ml eingesetzt werden!!

- 2,5g Stärke⁴ in Becherglas in Mischung aus 20ml Wasser und 2ml Glycerinlösung suspendiert.
- Evtl. Zugabe von Lebensmittelfarbstoff.
- Mit Uhrglas abgedeckt und mind. 15 min lang gekocht und hin und wieder umgerührt.
- Es entsteht ein Gel, das noch aus dem Becher gegossen werden können sollte. Falls das nicht mehr der Fall ist, Wasser zugeben und nochmals aufkochen!
- Heißes Gel auf den Boden einer PE-Schüssel⁵ dünn verstrichen.
- Trocknen: Bei Raumtemperatur eine Nacht; im Trockenschrank 2h bei 100-105°.
- Folie vorsichtig von der Platte abziehen – evtl. Ränder beschneiden⁶.

Theoria I: Glycerol (oder Glycerin) ist der Trivialname von Propantriol und stellt einen dreiwertigen Alkohol dar. Glycerin ist bei Raumtemperatur eine farb- und geruchlose, viskose (zähflüssige) und hygroskopische Flüssigkeit, die süßlich schmeckt (daher auch der Name: gr. glykys = süß und lat. cera = Wachs). Glycerol ist eine sehr vielseitig verwendbare Substanz - für Hautcremes, Frostschutzmittel, Schmierstoff und Weichmacher, Herstellung von Kunststoffen, Farbstoffen sowie Zahnpasta wird sie verwendet, wie auch in der Medizin.



Theoria II: Stärke (lat. Amylum) ist eine organische Verbindung. Und zwar ein Polysaccharid mit der Formel $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$, das aus Glukose-Einheiten besteht. Das Makromolekül zählt zu den Kohlenhydraten. Stärke ist einer der wichtigsten Bestandteile pflanzlicher Zellen → Abb:



Ein Lack aus Kunststoffabfall

Chemikalien: Verpackung aus Polystyrol oder Styropor; Nitroverdünnung (Essigsäureethylester)

Geräte: Becherglas 100ml; Glasstab; Holzbrett; Pinsel

Versuch:

- In das Becherglas werden etwa 20ml Nitroverdünnung gegossen.
- Schmaler Streifen der Styroporverpackung wird in der Nitroverdünnung aufgelöst (Umrühren mit dem Glasstab) - Mit der Lösung wird dann ein Holzbrett bestrichen.
- Beim Verdampfen der Nitrolösung sollte ein Lackfilm auf dem Holz zurückbleiben!

Theoria I: Viele Kunststoffe (wenn auch nicht alle) sind in organischen Lösungsmitteln lösbar und lassen sich so auch zu Lacken verarbeiten.

Theoria II: Polystyrol (PS= Polystyren) ist ein weitverbreiteter Kunststoff. Durch seine physiologische Unbedenklichkeit wird er etwa als Lebensmittelverpackung oder Baustoff für Wohnbauten eingesetzt. Bekannt ist er unter dem Handelsnamen Styropor. Polystyren findet sowohl in solider Form (etwa Plastik von Steckdosen) als auch geschäumt Verwendung. Es kann vollständig recycled werden. Bei aufgeschäumtem Polystyren gibt es einige Sorten, die sich durch die verschiedensten Eigenschaften auszeichnen können (hart, brandhemmend, geringe Wärmeleitfähigkeit – besteht zu 98,7% aus Luft, ...)

⁴ Bei feuchter selbst aus Kartoffeln gewonnener Stärke 4g!

⁵ Auf keinen Fall Glasplatte!

⁶ Wenn die Folie zu trocken wird, kann man sie kurze Zeit in Wasserdampf halten.

Herstellen eines Polyesters aus Zitronensäure

Chemikalien: Feste Zitronensäure.

Geräte: Becherglas; Brenner

Versuch:

- Erhitze einige Gramm der festen Zitronensäure im Becherglas über dem Brenner, bis die Gasentwicklung geringer wird und sich die Schmelze dunkelgelb färbt.
- Lass die Schmelze langsam abkühlen.
- Du erhältst einen halbfesten Kunststoff!

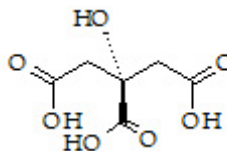
Theoria I: Polykondensation: Voraussetzung für die Polykond. ist, dass die Monomere mind. 2 funktionelle Gruppen im Molekül besitzen. Die Zitronensäure weist sowohl Alkoholgruppen (-OH) als auch Carboxylgruppen (COOH-) auf – sie bildet daher einen Polyester.

Theoria II: Die Formel von Zitronensäure:

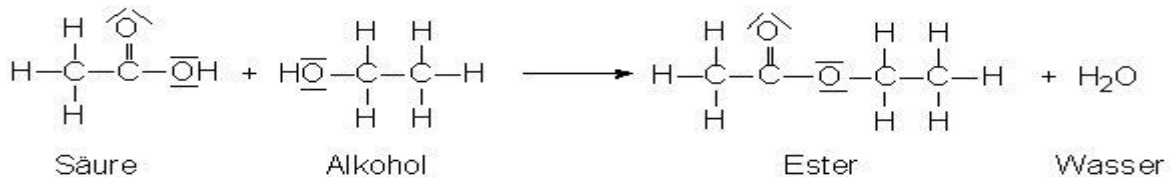
3-Carboxy-3-hydroxy-pentan-1,5-disäure

bzw.

$C_6H_8O_7 \cdot H_2O$



Theoria III: Reaktionsgleichung:



Lösen von Polystyren

Chemikalien: Aceton, Styropor.

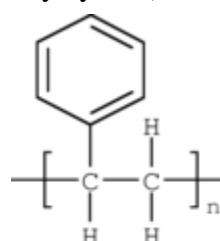
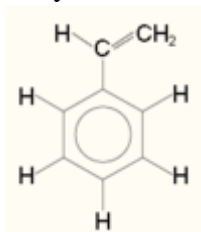
Geräte: Marmeladenglas.

Versuch:

- Fülle in ein Marmeladenglas 1cm hoch Aceton.
- Tauche den Styroporstreifen ein, um ihn aufzulösen (Wettkampf: Wer hat schneller eine bestimmte Menge Styropor aufgelöst – Lösungsgeschwindigkeit überraschend schnell!). Die bis zur „Sättigung“ verbrauchte Menge an Styropor (bis sich kein klares Aceton mehr im Glas befand) war verwunderlich hoch – es dürfte hauptsächlich aus Gasen bestehen (angeblich zu 98,7 % aus Luft)!
- Den entstandenen Brei gieße auf ein Uhrglas.
- Lasse den restlichen Acetonanteil am Fensterbrett verdunsten.
- Es entsteht ein weißer Klumpen (ist übrigens dasselbe Material, aus dem auch Joghurtbecher bestehen).

Theoria I: Entstehung von Polystyren: Durch Polymerisation aus dem Ausgangsstoff Styren.

Theoria II: Styren C_8H_8 \rightarrow Polystyren $(C_8H_8)_n$



Beilsteinprobe

Chemikalien: Schlauchstück, Kreditkarte.

Geräte: Kupferplättchen, Brenner.

Die Beilsteinprobe kann zum Nachweis von Halogenen in Kunststoffen dienen. Dazu wird die betreffende Probe mit einem „vorgeglühten“ Kupferstück oder –draht kurz berührt und wenn genügend Probenmaterial auf dem Kupfer angeschmolzen ist, dieses in die Flammen gehalten. Verfärbt sich die Flamme grün bis blaugrün, kann die Probe ein Halogen enthalten (die Grünfärbung wird durch Kupferhalogenide verursacht, allerdings können auch Dioxone entstehen). Beim Vorgeglühen werden alle möglicherweise kontaminierenden organischen Spuren auf dem Kupfer beseitigt.

Die von uns untersuchten Materialien, dürften alle Halogene enthalten haben, da sich die Flamme zumindest teilweise immer grün verfärbte (Kreditkarte und Schlauchstück – wahrscheinlich chlorhaltig – PVC?).

Brennbarkeit von Polyethen

Chemikalien: Kunststofftragetasche (PE)

Geräte: Brenner, Tiegelzange, Wasserbecken

Versuch:

- Schneide ein Stück von der Tasche ab.
- Zünde es mit Tiegelzange und Brenner an!
- Halte den brennenden Kunststoff über das Wasser.

Ergebnis:

Zischend fallen flammende Tropfen ins Wasser – der Kunststoff brennt von selbst auch ohne Brenner weiter. Im Wasser schwimmen kleine schwarze Plättchen

Flammprobe verschiedener Fasern

Chemikalien: Baumwolle/Watte, Schafwolle, Polyamid (Nylon oder Perlon), Schaumstoff.

Geräte: Brenner, Tiegelzange, feuerfeste Unterlage, Becherglas.

Versuch:

- Die Kunststoffe werden jeweils mit dem Brenner (seitlich – keinesfalls Probe über den Brenner halten – Tropfgefahr!) und der Tiegelzange angezündet.
- Geruch und Brennverhalten notieren!
- Kunststoffe auf feuerfeste Unterlage tropfen lassen. Dem Schaumstoff Wasserglas unterstellen.

Ergebnis:

Wolle: Riecht – no na – nach verbrannten Haaren und brennt „normal“ ohne zu tropfen. Besteht aus Keratin, dieses beinhaltet u.a. Disulfidbrücken (daher der Gestank).

Watte: Raucht, brennt „normal“ und lichterloh, tropft nicht, Rückstände wirken wie schwarzer Zunder. Besteht aus Cellulose.

Nylon: Kräuselt sich, Geruch nach verbranntem Kamillentee, tropft. Ist genauso wie Perlon Polyamid (aus Monomeren, die durch Polykondensation zwischen einer Carboxylgruppe und einer Aminogruppe verknüpft wurden, aufgebaut – Peptidbindung).

Schaumstoffstück: Tropft wild zischend und frei brennend ins Wasser.

Herstellen von Kunststoffen

Geräte: Joghurtbecher, Uhrglas, Spatel

Chemikalien: Benzen-1,3-diol (Resorcin), 30% ige Methanal-Lösung (Formaldehyd), verdünnte HCl

Versuch: IM ABZUG!!!

- Gib in einen sauberen Joghurtbecher 1.5g Resorcin und 2.5g 30% iges Formaldehyd.
- Rühre mit dem Spatel bis alles völlig durchgemischt ist.
- Gib 10 Tropfen verdünnte HCl-Lösung dazu
- Bedecke sofort mit einem Uhrglas!

Ergebnis:

Es entsteht ein rosafarbener Schaum (ein Phenoplast). Bei der zugrunde liegenden Reaktion dürfte es sich um eine Polykondensation handeln.