

Herstellung eines Polyesters

Bei der Herstellung von Textilien kommen neben Naturfasern (wie z.B. Wolle oder Baumwolle) in großer Menge auch Kunststofffasern wie Polyester und Polyamide (z.B. Nylon) zum Einsatz. So betrug die Produktion von Polyamid-6 im Jahr 2014 ca. 4800 Kilotonnen, von denen 64% in der Textilindustrie verarbeitet wurden.

Polyester- und Polyamidfasern sind Polymere, die durch Polykondensation aus Monomeren mit reaktionsfähigen funktionellen Gruppen hergestellt werden.

Stelle durch Polykondensation aus Zitronensäure und Glycerin einen Polyester her und untersuche Eigenschaften des Produktes.

Geräte:

Reagenzglas mit Reagenzglasklammer, Uhrglasschälchen, Brenner, Spatel, Pipette, Holzstab, Waage

Chemikalien:

Zitronensäure (3-Carboxy-3-hydroxypentandisäure) , Glycerin (Propan-1,2,3-triol)

Durchführung:

Wiege 2 g Zitronensäure ab und fülle die Menge in ein Reagenzglas.

Gib 2 mL Glycerin dazu und vermische den Reagenzglasinhalt etwas durch Schütteln.

Erwärme die Mischung langsam und vorsichtig mit dem Bunsenbrenner, bis sie siedet.

Setze das vorsichtige Sieden ca. 2 min fort. Halte dabei das Reagenzglas immer nur kurz in die Flamme.

Gieße den Reagenzglasinhalt auf ein Uhrglasschälchen (alternativ Alufolie).

Versuche, aus der leicht abgekühlten Masse mit einem Holz- oder Glasstab Fäden zu ziehen.

Gib anschließend etwas Wasser auf das Produkt im Uhrglas.

Beobachtungen:

→ Veränderungen im Reagenzglas:

→ Eigenschaften des Reaktionsproduktes (Polyesterfaden):

- Stabilität:
- Elastizität:
- Reißfestigkeit:
- Löslichkeit:
- Farbe:
- Geruch:
- Aggregatzustand:







Auswertung:

- 1) Beschreibe die vorliegende Stoffumwandlung.
- 2) Bewerte die Eignung deines Polyesterfadens als Textilfaser anhand der Eigenschaften.
- 3) Benenne die funktionellen Gruppen der beiden Ausgangsstoffe.
- 4) Formuliere die Reaktionsgleichung für die ablaufende Reaktion*.
- 5) Zeige, dass es sich um eine Polykondensation handelt.

*alternativ: schematische Darstellung

Kunststofffaser – Naturfaser – künstliche Naturfaser

Ergänze mit Hilfe der jeweils zur Verfügung gestellten Arbeitsmaterialien spaltenweise die folgende Tabelle.

Fasermaterial	Kunststoff (Nylon)	Natürlicher Spinnenfaden	Künstlicher Spinnenfaden
Produkt			
Verwendung		---	
Edukte (Ausgangsstoffe)	Adipinsäuredichlorid  Hexamethyldiamin  	Aminosäuren	
Eigenschaften			
Dehnbarkeit			
Belastbarkeit	Mittel		
Wasserlöslichkeit			
Umwelt			
Biologische Abbaubarkeit			
Beteiligung von Gefahrstoffen			
Hautverträglichkeit		Sehr gut	Sehr gut
Antimikrobielle Wirkung	Nein	Ja	
Produktion			
Nachwachsende Rohstoffe			
Nachhaltige Produktion		Keine Produktion möglich	

Künstliche Spinnenseide

Bearbeitet in der Gruppe die folgenden Aufgaben. Nutzt dazu auch die Textausschnitte:

1. Ergänzt die dritte Tabellenspalte auf **Arbeitsblatt 2**.
2. Reflektiert die Vorteile der künstlichen Spinnenseide als Obermaterial von Turnschuhen gegenüber herkömmlichen Materialien (z.B. Nylon). Formuliert auch Bedenken. Würdet ihr den vorgestellten Turnschuh kaufen? Präsentiert anschließend eure Arbeitsergebnisse in der Klasse.

„Einem Forschungsteam an der Universität Bayreuth um Prof. Dr. Thomas Scheibel ist es jetzt erstmals gelungen, den Prozess der Seidenherstellung in der Spinne vollständig zu entschlüsseln und dabei die Gründe aufzuklären, weshalb Spinnenseide so außerordentlich belastbar ist. Aufbauend auf diesen Einsichten in das ‚Know-how‘ der Spinne haben die Wissenschaftler aus biotechnologisch hergestellten Spinnenseidenproteinen Fasern entwickelt, die genauso belastbar sind wie das natürliche Vorbild ...“

„Dabei hängen die Festigkeit, Elastizität und weitere mechanische Eigenschaften einer Seidenfaser entscheidend davon ab, aus welchen Aminosäuren sich die Kerndomäne zusammensetzt.“

Universität Bayreuth, Pressemitteilung Nr. 031/2015 vom 23. Februar 2015

„... Die AMSilk GmbH mit Sitz in Planegg bei München ist der weltweit erste industrielle Hersteller synthetischer Seidenmoleküle. Die mit einem patentierten biotechnologischen Verfahren nachhaltig produzierten AMSilk-Hochleistungsbiopolymere besitzen die einzigartigen funktionalen Eigenschaften des natürlichen Vorbilds. Das organische Hochleistungsmaterial ist flexibel einsetzbar – sowohl als medizinischer oder technischer Werkstoff als auch als kosmetischer Inhaltsstoff. AMSilk-Hochleistungsbiopolymere verleihen herkömmlichen Produkten wertvolle Alleinstellungsmerkmale. Sie sind unter anderem biokompatibel, atmungsaktiv sowie besonders robust ...“

Adidas®, Pressemitteilung vom 18. November 2016

„Wie bei vielen neuen Materialien kam auch bei der künstlichen Spinnenseide zuerst die Begeisterung und dann die Ernüchterung. Versprochen wurden uns kugelsichere Westen, minenfeste Hosen für Soldaten oder superelastische Kleidung für Spitzensportler und vieles mehr. Bekommen haben wir bisher nur eine Krawatte in einer Auflage von 50 Stück, die man für 314,15 Dollar bestellen kann.“

Technology Review 5/2017 © Heise Medien, Hannover

„Die gemeinsam mit Adidas® entwickelten Sportschuhe sind das weltweit erste Produkt aus einem Hochleistungsmaterial, das aus naturidentischen Seiden-Biopolymeren besteht. Mit dieser Entwicklung setzen wir in Sachen Nachhaltigkeit und Funktionalität von Textilien neue Maßstäbe.“

Jens Klein, CEO von AMSilk Pressemitteilung 17.11.2017

„So eignen sich Spinnenfäden zum Beispiel hervorragend zum Vernähen von Wunden, da die Fasern vom Immunsystem des Körpers nicht abgestoßen werden. Auch durchtrennte Nervenstränge lassen sich mit Spinnenseide reparieren, wobei das Material offenbar dazu beiträgt, dass die Nervenzellen wieder zusammenwachsen.“

TUM 28.04.2008, Pressemitteilungen

	Festigkeit σ_{\max} [GPa]	Dehnbarkeit ϵ_{\max}	Belastbarkeit [MJ/m ³]
Sicherungsfaden (v. Spinne <i>Araneus</i>)	1,1	0,27	160
Fangfaden (v. Spinne <i>Araneus</i>)	0,5	2,7	150
Nylon	0,95	0,18	80
Stahl	1,5	0,008	6
Gummi	0,05	8,5	100
Wolle	0,2	0,5	60
künstliche Spinnenseide	0,38	0,95	172

Tab.1: Mechanische Daten verschiedener Werkstoffe

(verändert nach: The Journal of Experimental Biology und Advanced Materials)