

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Polykondensate und Polyaddukte mit ihren Eigenschaften und Synthesen

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](https://www.school-scout.de)



Polykondensate und Polyaddukte mit ihren Eigenschaften und Synthesen

Dr. Verena Jannack und Dr. Dietmar J. Abt



© Martin Völ / iStock / Getty Images Plus

Der Themenschwerpunkt „Kunststoff“ ist bundesweit Bestandteil aller Lehrpläne für das Abitur. Der Schwerpunkt des Materials liegt auf der Erarbeitung der Polykondensation und Polyaddition als typische Herstellungsverfahren sowie Polyester, Polyamide und Polyurethane als typische Kunststoffklassen. Als Einstieg in die Thematik dient ein aktueller Zeitungsartikel zu den sogenannten „Plastikfressern“, die in den Küstennähe von Dänemark gefunden und beschrieben wurden. Ausgehend von verschiedenen Materialien bekommen die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, die Inhalte dieses Themenblocks neu zu erarbeiten oder vor der abschließenden Prüfung eigenständig zu wiederholen. Das Material kann als eigenständige Einheit oder zur Erweiterung der bereits erschienenen Einheit „Polystyrol – Herstellung, Verarbeitung, Recycling“ verwendet werden. Die Materialien wurden für den Einsatz im Leistungsfach gestaltet, können aber mit Unterstützung oder in Ausgängen auch im Basiskonzept eingesetzt werden. Als Ergänzung ist eine passende Klausuraufgabe in Vorbereitung.

RAABE

Polykondensate und Polyaddukte mit ihren Eigenschaften und Synthesen

Dr. Verena Jannack und Dr. Dietmar J. Abt



© Marina Vol / iStock / Getty Images Plus

Der Themenschwerpunkt „Kunststoffe“ ist bundesweit Bestandteil aller Lehrpläne für das Abitur. Der Schwerpunkt des Materials liegt auf der Erarbeitung der Polykondensation und Polyaddition als typische Herstellungsverfahren sowie Polyester, Polyamide und Polyurethane als typische Kunststoffklassen. Als Einstieg in die Thematik dient ein aktueller Zeitungsartikel zu den sogenannten „Plastikfressern“, die in den Küstensalzwiesen von Dafeng gefunden und beschrieben wurden. Ausgehend von verschiedenen Materialien bekommen die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, die Inhalte dieses Themenblocks neu zu erarbeiten oder vor der abschließenden Prüfung eigenständig zu wiederholen. Das Material kann als eigenständige Einheit oder zur Erweiterung der bereits erschienenen Einheit „Polystyrol – Herstellung, Verarbeitung, Recycling“ verwendet werden. Die Materialien wurden für den Einsatz im Leistungsfach gestaltet, können aber mit Unterstützung oder in Auszügen auch im Basisfach eingesetzt werden. Als Ergänzung ist eine passende Klausuraufgabe in Vorbereitung.

Polykondensate und Polyaddukte mit ihren Eigenschaften und Synthesen

Niveau: einführend, vertiefend

Klassenstufe: 11/12/13

Dr. Verena Jannack und Dr. Dietmar J. Abt

Methodisch-didaktische Hinweise	1
M1: Übersicht über die Materialien zu Polymeren	5
M2: Aktuelle Forschung zum Umgang mit Plastikmüll	7
M3: Polyester durch Polykondensation	9
M4: Die drei Typen von Biokunststoffen	12
M5: Versuch: Hydrolytischer Abbau von Polymilchsäure	15
M6: Polyamide – dünn wie Seide und stark wie ein Drahtseil	20
M7: Polyurethane und deren Herstellung durch Polyaddition	22
M8: Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere	25
Lösungen	28
Literatur	44
Gefährdungsbeurteilungen	45

Kompetenzprofil:

Niveau	Einführend, vertiefend
Fachlicher Bezug	Typische Polymere und ihre Eigenschaften, Verfahren zur Herstellung von Polykondensaten und Polyaddukten
Methode	Einzelarbeit, Gruppenarbeit
Basiskonzepte	Struktur-Eigenschafts-Beziehungen
Erkenntnis- methode	Vergleichen als naturwissenschaftliche Methode nutzen; qualitative und quantitative Experimente unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten auswerten; Modelle und Simulationen nutzen, um sich naturwissenschaftliche Sachverhalte zu erschließen; chemische Fragestellungen erkennen; einen Versuch zur Herstellung eines Polykondensats planen und durchführen
Kommunikation	Chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und gegebenenfalls mithilfe von Modellen und Darstellungen beschreiben, Zusammenhänge zwischen Alltagserscheinungen und chemischen Sachverhalten herstellen und dabei Alltagssprache bewusst in Fachsprache übersetzen; veranschaulichen oder erklären; fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren; in unterschiedlichen analogen und digitalen Medien zu chemischen Sachverhalten recherchieren; die Bedeutung der Wissenschaft Chemie und der chemischen Industrie für eine nachhaltige Entwicklung exemplarisch darstellen
Bewertung/ Reflexion	Ihr eigenes Handeln unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit einschätzen; Pro- und Kontra-Argumente unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Aspekte vergleichen und bewerten
Inhalt in Stichworten	Polymer, Kunststoffe, Thermoplaste, Duromere, Elastomere, Polykondensation, Polyaddition, Polycaprolacton, Plastikfresser, Plastikkrise, hydrolytischer Abbau, Polymilchsäure, Lactone, Polyamide, Polyurethane, Monomer, Monomer-Baustein, Monomer-Molekül, Repetiereinheit, Wiederholeinheit, Recycling

Überblick:

Legende der Abkürzungen:

AB Arbeitsblatt TX Text

Thema	Material	Materialart
Einleitung für die Schülerinnen und Schüler	M1	TX
Artikel zu plastikfressenden Pilzen und Bakterien	M2	TX
Polyester durch Polykondensation Die konstitutionelle Repetiereinheit als Darstellung für Polymer-Moleküle	M3	AB
Die drei Typen von Biokunststoffen Bewertung von Biokunststoffen Aufgaben zu Biokunststoffen am Beispiel von PLA und PLC	M4	TX, AB
Hydrolytischer Abbau von Polymilchsäure	M5	TX, AB
Herstellung und Verwendung von Polyamiden	M6	TX, AB
Herstellung von Polyurethanen Übungen zur Polyaddition	M7	TX, AB
Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere Übungen zu Struktur und Eigenschaften von Kunststoff	M8	TX, AB

Didaktisch-methodische Hinweise

Ziele und organisatorische Anmerkungen

Die Autoren sind mit dem Ziel gestartet, Materialien zu entwerfen, welche die Möglichkeit bieten, alle Inhalte des Bildungsplans zum Themenbereich „Kunststoffe“ schülerzentriert zu erarbeiten oder diese zur Prüfungsvorbereitung eigenständig zu wiederholen. Als inhaltliche Grundlage dient der Bildungsplan 2016 (V2, 25.03.2022) für das Leistungsfach Chemie im Land Baden-Württemberg, wobei ein Vergleich mit den Bildungsplänen der anderen Bundesländer und auch mit den Bildungsplänen für das Basisfach sehr große Übereinstimmungen ergab.

Ergänzend zum bereits erschienenen Beitrag *Polystyrol – Herstellung, Verarbeitung, Recycling* ermöglicht der vorliegende Beitrag, die **Verfahren zur Herstellung von Polykondensaten und Polyaddukten** zu erarbeiten sowie **typische Polymere** und ihre **Eigenschaften** kennenzulernen.

Im Folgenden wird ein **Überblick** gegeben, welche Inhalte in welchem Material aufgegriffen werden, sodass auch für Lehrkräfte aus **anderen Bundesländern** eine schnelle Auswahl erfolgen kann.

Überblick über die Aufgaben und Zuordnung der angestrebten Kompetenzen

Aufgaben	Material	Angestrebte Kompetenzen im BP 2016 (V2) BW
1: Vom Ester zum Polyester 2: (PET) Polyethylenterephthalat	M3	(2) (2), (3)
1: Bewertung von Biokunststoffen 2: Polymilchsäure (PLA) – ein Polyester 3: Polycaprolacton: PLC	M4	(8), (9) (2), (3) (3)
1: Abbau von Polymilchsäure	M5	(5), (8)
1: Polyamide	M6	(2), (3)
1: Polyurethane	M7	(2), (3)
1: Eigenschaften von Kunststoffen 2: Vernetzung von Polymerketten 3: Polyesterharze	M8	(1) (1), (6) (2), (3), (4)

Die Materialien und deren Aufgaben können auch einzeln im Unterricht eingesetzt werden. Der Einsatz im Basisfach ist grundsätzlich möglich, hängt aber von der Lerngruppe ab und sollte auf jeden Fall im Unterricht begleitet werden.

Als **Einstieg** in die Thematik dient der Artikel „Aktuelle Forschung zum Umgang mit Plastikmüll“ (**M2**), in dem der Fund von „plastikfressenden Pilzen und Bakterien“ als Lösungsansatz für die Umweltprobleme durch Kunststoffmüll vorgestellt wird. Ausgehend von diesem Artikel und der **Problematik des Kunststoff-Recyclings** werden im Folgenden die **Herstellung**, die **Eigenschaften** und die **Verarbeitung** der Kunststoffe beleuchtet, die im Artikel genannt werden.

M3 ermöglicht es, mit dem Vorwissen aus der Mittelstufe zur Esterbildung, die **Synthese** von **Polyestern** zu erarbeiten. Als vielleicht bekanntester Vertreter wird **Polyethylenterephthalat (PET)** in einer Übungsaufgabe thematisiert. Die konstitutionelle **Repetier-einheit** zur Darstellung von Polymer-Molekülen wird eingeführt.

In **M4** werden die drei Typen von Biokunststoffen eingeführt. Mit **Polymilchsäure (PLA)** als ein biobasierter und biologisch abbaubarer Kunststoff und **Polycaprolacton (PCL)** als erdölbasierter biologisch abbaubarer Kunststoff werden zwei Typen von Biokunststoffen näher beleuchtet. Die vorangehende Bewertung verschiedener **Biokunststoffe** trägt zur Verbraucherbildung bei.

In **M5** wird die **Abbaubarkeit** von **Polymilchsäure** an einem **Experiment** erklärt.

In Bundesländern, in denen die Milchsäure nicht explizit im Bildungsplan genannt wird (beispielsweise in Bayern oder Nordrhein-Westfalen), können die Materialien weggelassen werden oder als Material zur **Binnendifferenzierung** dienen. Aufgrund der weiten Verbreitung im Alltag (zum Beispiel als Bio-Müllbeutel oder Einweg-Geschirr) und der Beleuchtung von Biokunststoffen – die im Alltag immer häufiger beworben werden – kann die Polymilchsäure unter dem Aspekt der **Verbraucherbildung** – auch über den Bildungsplan hinaus – eine berechtigte Rolle im Unterricht einnehmen.



Hinweis: Alternativ kann auch die Herstellung von Polycitrat (DEGINTU: Versuch Nr. 2296.14 Polykondensation von Citronensäure) durchgeführt werden. Diese läuft deutlich schneller ab und bietet durch die Farbveränderung ein schöneres Reaktionsprodukt. Die Herstellung von Polymilchsäure oder alternativ Polycitrat im Unterricht wird empfohlen und kann die theoretische Arbeit der Schülerinnen und Schüler abwechslungsreich bereichern und so den Lernprozess fördern. Das Material ist differenziert und kann entsprechend an die Lernenden ausgehändigt werden.

M6 dient zur Erarbeitung der **Stoffklasse** der **Polyamide** mit den typischen Vertretern **Nylon** und **Perlon**. Als Übungsbeispiel mit wiederholenden Aspekten aus der Mittelstufe wird der Versuch zur Herstellung eines Polyamids beschrieben und ausgewertet, der umgangssprachlich auch als „Nylonseil-Trick“ bekannt ist. Die Durchführung des Versuchs im Unterricht soll an dieser Stelle ausdrücklich empfohlen werden.

Hinweis: Herstellung von Nylon 6.10 durch Grenzflächenkondensation (DEGINTU Nr. 1101); Herstellung von Nylon 6.6 durch Grenzflächenkondensation (DEGINTU Nr. 1103); Herstellung von Nylon 6.10 in Natronlauge (DEGINTU Nr. 2296-40).

In **M7** wird die **Polyaddition** als drittes Herstellungsverfahren vorgestellt und an der typischen Stoffklasse der **Polyurethane (PU)** gefestigt. In der Aufgabe wird den Lernenden nahegelegt, die Lehrkraft zu bitten, Polyurethanschaum herzustellen.

Hinweis: Folgende Versuche wurden bisher im Schulunterricht häufig durchgeführt: Herstellung eines PU-Schaumstoffs (DEGINTU Nr. 2296-43); PU-Schaum im Joghurtbecher (DEGINTU Nr. 2296-45).

Achtung: Da Diisocyanate als **Gefahrstoffe** eingestuft sind, muss die Lehrkraft individuell entscheiden, ob die Herstellung eines Polyurethanschaums im Unterricht durchgeführt werden kann. Das Portal DEGINTU der Deutschen gesetzlichen Unfallversicherung kommt in der Gefährdungsbeurteilung leider zu folgender Schlussfolgerung: „Aufgrund der Gefährdungsbeurteilung wird von diesem Versuch dringend abgeraten.“

Ob ein Experiment z. B. mit den fertigen Komponenten Desmophen® und Desmodur® durchgeführt werden kann, muss die Lehrkraft entscheiden. Es könnte z. B. im Abzug mit Schutzbrille und Handschuhen gearbeitet werden.

Alternativ kann auf ein Video zurückgegriffen werden.







Abschließend thematisiert **M8** die Vernetzung von linearen Polymerketten. Zunächst werden der Zusammenhang zwischen der Struktur von Polymeren und den thermischen Eigenschaften von Kunststoffen hergestellt und die drei Kunststoffgruppen erläutert (**Thermoplasten**, **Duroplasten**, **Elastomere**). Im Anschluss werden zwei mögliche **Verfahren zur Vernetzung** von Kunststoffen theoretisch betrachtet: Die Vernetzung durch funktionelle Gruppen in den linearen Ketten oder die Vernetzung von ungesättigten Polyester, die beispielsweise bei Kunstharzen eingesetzt wird.

Hinweis: Das Material **M8** kann von den Lernenden alternativ auch als digitale *Learning-Apps*-Übung bearbeitet werden. Diese kann von Ihnen als Lehrkraft <https://learningapps.org/display?v=pju0r5jc324> in den eigenen Account kopiert und modifiziert werden. Beachten Sie, dass sich hierbei der Link zum Teilen der App mit den Lernenden ändert.



Für Ihren individuellen Einsatz finden Sie eine Auswahl an **Grafiken** sowie *ChemSketch-Dateien* zur weiteren Bearbeitung dieses Beitrags als Zusatzmaterial zum **Download**.

Erklärung zu den Symbolen

 Finden Sie dieses Symbol in den Lehrerhinweisen, so findet Differenzierung statt. Es gibt drei Niveaustufen, wobei nicht jede Niveaustufe extra ausgewiesen wird.		
 einfaches Niveau	 mittleres Niveau	 schwieriges Niveau
 Zusatzaufgaben	 Alternative	

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Polykondensate und Polyaddukte mit ihren Eigenschaften und Synthesen

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](https://www.school-scout.de)



Polykondensate und Polyaddukte mit ihren Eigenschaften und Synthesen

Dr. Verena Jannack und Dr. Dietmar J. Abt



© Martin Völ / iStock / Getty Images Plus

Der Themenschwerpunkt „Kunststoff“ ist bundesweit Bestandteil aller Lehrpläne für das Abitur. Der Schwerpunkt des Materials liegt auf der Erarbeitung der Polykondensation und Polyaddition als typische Herstellungsverfahren sowie Polyester, Polyamide und Polyurethane als typische Kunststoffklassen. Als Einstieg in die Thematik dient ein aktueller Zeitungsartikel zu den sogenannten „Plastikfressern“, die in den Küstennähe von Dänemark gefunden und beschrieben wurden. Ausgehend von verschiedenen Materialien bekommen die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, die Inhalte dieses Themenblocks neu zu erarbeiten oder vor der abschließenden Prüfung eigenständig zu wiederholen. Das Material kann als eigenständige Einheit oder zur Erweiterung der bereits erschienenen Einheit „Polystyrol – Herstellung, Verarbeitung, Recycling“ verwendet werden. Die Materialien wurden für den Einsatz im Leistungsfach gestaltet, können aber mit Unterstützung oder in Ausgängen auch im Basiskonzept eingesetzt werden. Als Ergänzung ist eine passende Klausuraufgabe in Vorbereitung.

RAABE