

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

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 Repeatingeinheit 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)

Übersicht über die Materialien zu Polymeren

M1

Liebe Schülerinnen und Schüler,

das Kapitel „Kunststoffe“ ist eines der großen Themen im Abitur. Ausgehend von verschiedenen Materialien sollen Sie die Möglichkeit bekommen, die Inhalte dieses Themenblocks neu zu erarbeiten oder vor der abschließenden Prüfung eigenständig zu wiederholen.

Mit den hier zusammengestellten Materialien sollen Sie ausgehend von einem wissenschaftlichen Artikel nun Polykondensation und Polyaddition als typische Herstellungsverfahren sowie Polyester, Polyamide und Polyurethane als typische Kunststoffklassen erarbeiten.

Damit Sie Ihren Lernprozess besser planen können, erhalten Sie hier zunächst einen **Überblick über die Inhalte** und anschließend über die Materialien, Aufgaben und Ziele.

Bereits erschienen sind die Materialien zur Erarbeitung der Teilgebiete Recycling, Verarbeitung und Herstellung durch radikalische Polymerisation (siehe Abbildung). Bei Interesse fragen Sie dazu Ihre Fachlehrkraft.

© RAABE 2024

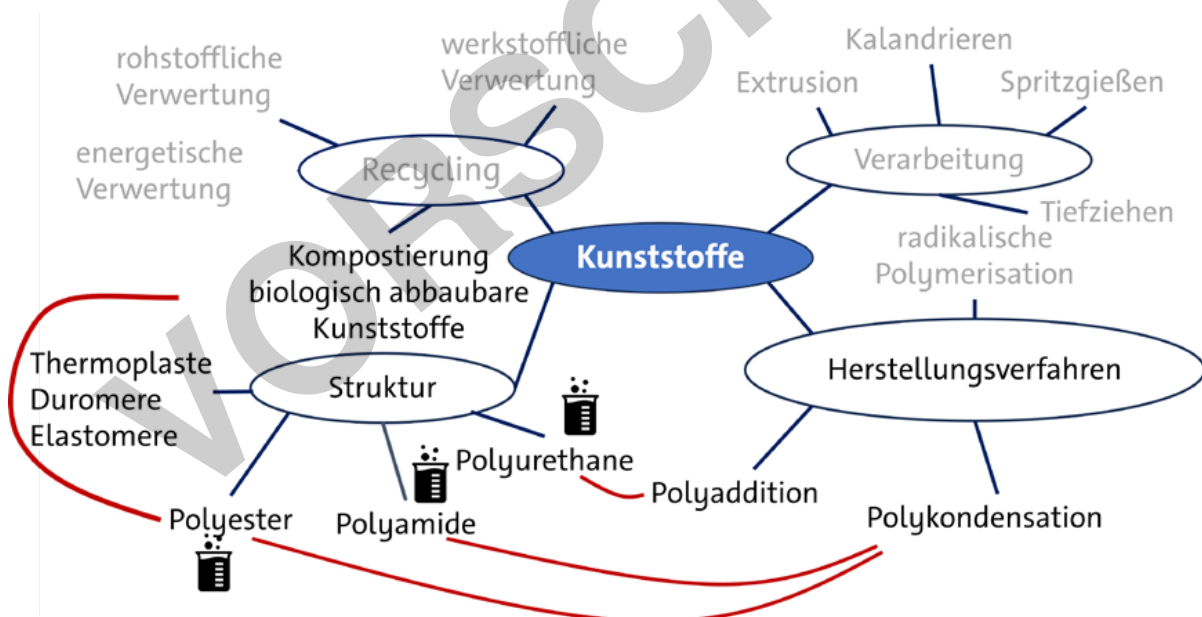


Abbildung: Grober Überblick über das Kapitel Kunststoffe im Bildungsplan BW und die Inhalte, die in diesem Material am Beispiel von typischen Herstellungsverfahren und Kunststoffklassen erarbeitet/geübt werden können (in Grau sind wichtige Themen aufgeführt, die mit den Materialien nicht erarbeitet werden können).

Aktuelle Forschung zum Umgang mit Plastikmüll

M2

Hunderte plastikfressende Pilze und Bakterien gefunden

Plastikproben aus chinesischen Salzwiesen beherbergen 239 plastikabbauende Mikrobenarten.

24. Mai 2023 – Anna Manz



© SamiSert/ iStock.com

Abbildung: Könnten wir umweltschädliche Berge aus PET-Flaschen und anderem Plastikmüll einfach loswerden, indem wir sie von Mikroben „aufessen“ lassen?

Leckeres Plastik: Wissenschaftler haben in den Küstensalzwiesen von Dafeng in China insgesamt 184 plastikabbauende Pilz- und 55 Bakterienstämme nachgewiesen. Diese „Plastikfresser“ können den Kunststoff Polycaprolacton (PCL) abbauen, der häufig bei der Herstellung verschiedener Polyurethane zum Einsatz kommt. Einige Bakterien haben zudem das Potenzial, auch andere Polymere auf Erdölbasis abzubauen, so die Forschenden. Die neuen Plastikfresser könnten dabei helfen, die globale Plastikkrise zu bewältigen. Unser Planet ist voller Müll. Laut dem Umweltprogramm der

Vereinten Nationen werden jährlich 400 Millionen Tonnen Plastikmüll produziert, Tendenz steigend. Da die aus Erdöl erzeugten Polymere kaum biologisch abbaubar sind, lassen sie sich nur schwer wieder aus der Umwelt entfernen. Doch glücklicherweise sind wir beim Kampf gegen die Plastikflut nicht allein. 2016 haben Forschende erstmals ein plastikfressendes Bakterium entdeckt, das den Kunststoff PET mithilfe zweier Enzyme in seine Grundbestandteile zersetzen kann. Mittlerweile sind über 400 plastikabbauende Pilz- und Bakterienarten bekannt.



© Irina Druzhinina und Feng Cai

© SamiSert/ iStock.com

Abbildung: Die Küstensalzwiesen von Dafeng und kultivierte Mikroben, die auf Plastikproben aus dem Gebiet gefunden wurden.

Plastikgourmets in den Salzwiesen

Auf der Suche nach weiteren vielversprechenden Plastikfressern