

Allgemein

1. folgende Polymere verändern ihre Form, wenn Druck auf sie ausgeübt wird

- A. Thermoplaste
- B. Elastomere
- C. Duroplaste
- D. Duroplaste und Elastomere

2. folgende Polymere beginnen sich beim Erhitzen zu verformen

- A. Thermoplaste
- B. Elastomere
- C. Duroplaste
- D. Duroplaste und Elastomere

3. die Makromoleküle liegen hauptsächlich nebeneinander vor bei

- A. Thermoplasten
- B. Elastomeren
- C. Duroplasten
- D. Thermoplasten und Elastomeren

4. Makromolekülen werden aufgebaut, die engmaschig miteinander vernetzt sind. Das ist der Fall bei

- A. Thermoplasten
- B. Elastomeren
- C. Duroplasten
- D. Thermoplasten und Elastomeren

5. Die Makromoleküle bilden dichte "Knäule" bei

- A. Thermoplasten
- B. Elastomeren
- C. Duroplasten
- D. Thermoplasten und Elastomeren

6. Folgende Stoffe sind typische Thermoplaste:

- A. Polyethen, Polyvinylchlorid und Polyurethan
- B. Polyethen, Formaldehyd-Harz und Polyurethan
- C. Polyethen, Polyvinylchlorid und Polystyrol
- D. Polyesterharze, Formaldehyd-Harz und Polystyrol

7. Folgende Stoffe sind typische Elastomere:

- A. Styrol-Butadien-Kautschuk, Polyurethan, und Butadien-Kautschuk
- B. Polyamid, Polystyrol und Polyethen
- C. Polyethen, Polyvinylchlorid und Polystyrol
- D. Polyesterharze, Formaldehyd-Harz und Polystyrol

8. Erste chemische Entwicklungen rund um Polymere begann etwas in Jahren ...

- A. 1550
- B. 1740
- C. 1860
- D. 1946

9. Die meisten heute bekannte Polymere waren bereits bekannt und hergestellt in ...

- A. 1780
- B. 1900
- C. 1930
- D. 1990

10. Lückentext. Fügen Sie die richtige Begriffe rein. Benutzen Sie nur alle oder einige der Wörter „Thermoplast“, „Duroplast“ oder „Elastomer“.

Während _____ durch Erwärmung eingeschmolzen werden können und nach der Abkühlung wieder die ursprünglichen Materialeigenschaften einnehmen, ändert sich bei _____ die chemische Zusammensetzung, wenn man sie erwärmt. Daher können diese Kunststoffe nicht eingeschmolzen und wiederverwertet werden.

11. Die folgende Eigenschaften: hohe Viskosität, bedingt Lösemittelbeständig, sind schweißbar, Unbeschränkte Haltbarkeit können zuschrieben werden

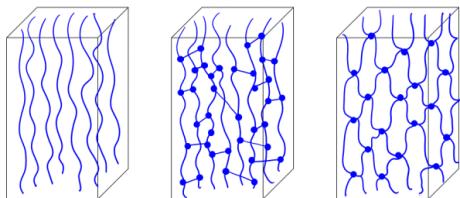
- A. den Duroplasten
- B. den Thermoplasten
- C. Elastomeren
- D. Elastomeren und Duroplasten

12. Die folgende Eigenschaften: Chemische Aushärtungsreaktion, niedrige Viskosität, Eingeschränkte Haltbarkeit (Lagerung), Recycling bedingt

möglich können zuschrieben werden

- A. den Duroplasten
- B. den Thermoplasten
- C. Elastomeren
- D. Elastomeren und Duroplasten

13. Duroplast? Thermoplast oder Elastomer? Welche Struktur ist wo dargestellt?



- A. Duroplast Thermoplast Elastomer
- B. Duroplast Elastomer Thermoplast
- C. Thermoplast Duroplast Elastomer
- D. Thermoplast Elastomer Duroplast

14. Geben Sie (auf einem Extrazettel) einen strukturierten Überblick über die Stoffklasse der Kunststoffe

15. Erklären Sie an einem eigenen Beispiel den Zusammenhang zwischen Struktur und Eigenschaften eines Elastomers

16. Erklären Sie an einem eigenen Beispiel den Zusammenhang zwischen Struktur und Eigenschaften eines Duroplastes

17. Wie bezeichnet man das ungeordnete Vorliegen von Molekülketten?

18. Warum sind die Duroplasten „brüchig“?

19. Wie reagieren Duroplasten unter hohen mechanischen Einwirkungen?

20. Duroplaste werden bekanntlich nicht von der Hitze gelöst. Grund dafür ist

21. Wie bezeichnet man das ungeordnete Vorliegen von Molekülketten im Polymer?

22. Plastomere ist ein zweites Wort für ?

23. Das Kunststoffrecycling erfolgt mithilfe von drei Verfahren. Welches Verfahren dabei zum Einsatz kommt, wird von der Reinheit der entsorgten Kunststoffprodukte beeinflusst. Nenne diese drei Verfahren und erkläre im Kürzen mit Ihren eigenen Worten, was sie darstellen. Nennen Sie die Vor- und Nachteile dieser Prozesse

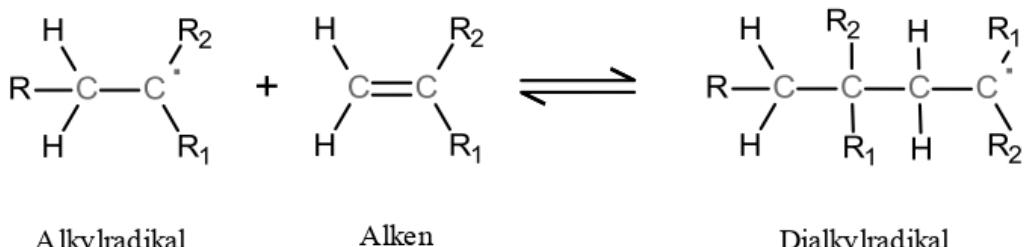
24. Welche beiden Strukturen können bei Thermoplasten auftreten?

25. Was geschieht auf Molekülebene, wenn Duroplasten gedehnt werden?

26. Bei Erwärmung eines Elastomers auch bei hohen Temperaturen behält der Stoff seine Elastizität. Grund dafür ist ... ?

27. Beim chemischen Recycling werden Kunststoffabfälle teilweise oder komplett in ihre chemischen Bausteine zurückverwandelt, da sie sonst verbrannt werden müssten. Nennen Sie dazu die Vor- und Nachteile

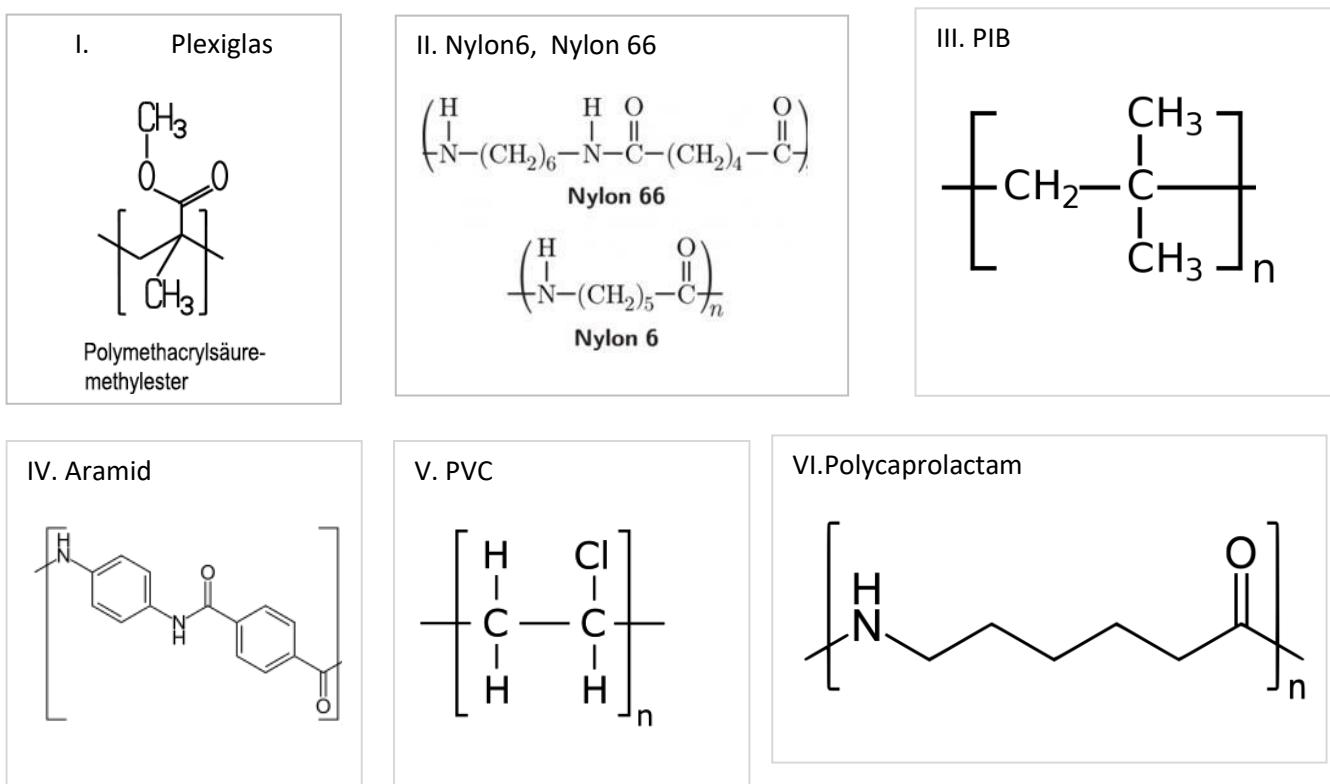
28. Polymerisation bei Alkenen kann für verschiedene Stoffe angewendet werden. Dabei entstehen unterschiedliche Produkte mit einer Vielzahl der Anwendungsbereiche. Allgemein lässt sich Alken-Molekül mit Seitenradikalen wie folgt darstellen:



Prüfen Sie sich selbst. Wie gut Sie sich mit den Polymere aus Ethen auskennen. Füllen Sie die Tabelle aus:

R₁	R₂	Polymer	Verwendung
H	H	Polyethylen PE	Rohre, Flaschen, Folien
-CH ₃	H		Küchengeräte, KFZ-Teile
-Cl	H		Fußböden, Rohre, Kunstleder
	H	Polystyrol PS, Styropor	Verpackungen
-CN	H	Polyacrylnitril PAN, Dralon, Orlon	Textilfasern
-COOCH ₃	CH ₃		Gebrauchsgegenstände
-CH=CH ₂			Schlüsse
	CH ₃	Polyisopren, Naturkautschuk	Reifen, OP-Handschuhe
-F	-F		Beschichtungen, Rohre, Folien
	s.o.	Acrylnitril-Butadien-Styrol ABS	Schlagzähe Gehäuse

29. Schreiben Sie die Formel für die Monomere folgender Polymer-Molekülen:



ERGEBNISSE:

23. 1. das werkstoffliche Verfahren; 2. das rohstoffliche Verfahren; 3. das thermische Verfahren

1. Das werkstoffliche Kunststoffrecycling ist ein Verfahren, bei dem aus den Kunststoffabfällen neue Materialien oder Produkte aus Kunststoff, die bereits eine Form besitzen, entstehen. Bei dieser Art der Verwertung bleibt die Zusammensetzung der Makromoleküle des alten Kunststoffs bestehen. Somit verändert sich die chemische Struktur nicht. Die Kunststoffabfälle werden zunächst zerkleinert. Anschließend erfolgt das Einschmelzen des Granulats und schließlich bildet sich eine neue Gestalt aus. Vorteile: hoher Wirkungsgrad bei geringem Aufwand zum Trennen der Kunststoffe; kaum Müll und Reste. Nachteile: nur Wiederverwertung von Abfällen, die aus einer Sorte Kunststoff bestehen; bei einem Gemisch von mehreren Kunststoffarten ist eine Sortierung vorab notwendig; geringere Qualität der neuen Produkte; höherer Preis der neuen Kunstofferzeugnisse
2. Rohstoffliches Kunststoffrecycling. Wenn die entsorgten Kunststoffe nicht mithilfe des werkstofflichen Verfahrens recycelt werden können, kommt das rohstoffliche Verfahren zur Anwendung. Besonders bei Erzeugnissen, die aus mehreren Kunststoffarten zusammengesetzt sind, bietet sich das rohstoffliche Recycling von Kunststoffen an. Bei dieser Form der Verwertung werden die Polymerketten der Kunststoffe aufgespalten. Somit entstehen aus den Makromolekülen wieder Monomere oder Gase und Öle. Beides kann als Ausgangsstoff für neue Produkte dienen. Daraus kannst Du den Namen "rohstoffliches Kunststoffrecycling" ableiten. Denn durch diesen Prozess entstehen wieder Rohstoffe. Hierfür wird die Pyrolyse, eine thermische Verfahrensweise, eingesetzt. Bei diesem Prozess herrschen Temperaturen zwischen 400 °C und 800 °C sowie eine sauerstofffreie Umgebung. Durch den Ausschluss von Sauerstoff findet keine Verbrennung statt, sondern der Kunststoff zersetzt sich. Die Makromoleküle spalten sich durch die hohen Temperaturen in die Monomere auf und es liegt ein Gemisch verschiedener Monomere vor. Die Monomermischung wird in einem nachfolgenden Schritt durch eine Destillation getrennt. Ein weiteres thermisches Verfahren ist die Hydrolyse, welches auch Hydrocracken genannt wird. Bei dieser Methode werden die langen Ketten der Kunststoffe unter Anwesenheit eines Katalysators mittels Wasserstoff gespalten. Bei diesem Prozess herrschen hohe Temperaturen und ein hoher Druck. Vorteile: Keine Trennung der Kunststoffabfälle vorab notwendig. Nachteile: Trennung des Monomergemisches ist kostenintensiv
3. Energetisches Kunststoffrecycling. Eine andere Bezeichnung, die teilweise benutzt wird, ist thermisches Kunststoffrecycling. Dieses Verfahren kommt zum Einsatz, wenn weder eine werkstoffliche noch eine rohstoffliche Wiederverwertung möglich ist. Hier bietet sich die energetische Wiederverwertung an, da Kunststoffe reich an Energie sind. Bei dieser Art des Recyclings werden die Kunststoffe verbrannt, sodass Wärmeenergie frei wird. Dabei bilden sich jedoch auch umweltschädliche und giftige Substanzen. Der Anteil der entstehenden Nebenprodukte wird möglichst gering gehalten. Zudem fangen Filter und Wäscher im Nachgang diese schädlichen Stoffe auf. Prinzipiell ist die energetische Verwertung für jedes Kunstofferzeugnis und jede Art Kunststoff nutzbar. Zum Einsatz kommt es jedoch vor allem bei Duroplasten und Elastomeren. Denn für solche Kunststoffe gibt es derzeit keine andere Möglichkeit des Recyclings. Duroplasten, Elastomere und Thermoplasten sind verschiedene Arten von Kunststoffen. Polymere lassen sich je nachdem, wie ihre physikalischen Eigenschaften sind, klassifizieren. Wenn Du mehr über die unterschiedlichen Kunststoffe wissen willst, schaue gern die Erklärungen dazu an. Vorteile: niedrige Kosten; kein vorheriges Sortieren nötig; Gewinn von Energie in Form von Wärme; bei allen Kunststoffen einsetzbar. Nachteile: Bildung von schädlichen und giftigen Substanzen; Zerstörung der Produkte sowie Rohstoffe

24. Welche beiden Strukturen können bei Thermoplasten auftreten? Thermoplasten können teilkristalline oder amorphe Strukturen aufweisen.

25. Was geschieht auf Molekülebene, wenn Duroplasten gedehnt werden? Die normalerweise ungeordneten Molekülketten entwirren sich und werden gestreckt.

26. Ein wichtiges Konzept in der Chemie der Elastomere ist die sogenannte Vernetzung. Dabei handelt es sich um chemische Bindungen zwischen den Polymerketten. Diese Vernetzungen verhindern, dass die Ketten bei Erwärmung auseinandergleiten und sorgen so dafür, dass das Elastomer auch bei höheren Temperaturen seine Elastizität behält.

27. Auf der positiven Seite können diese Bausteine dann teilweise wieder zur Produktion von neuen Kunststoffen genutzt werden. Auf der negativen Seite verbraucht dieser Prozess – je nach gewählter Technologie – viel Energie, verursacht Emissionen, benötigt zusätzliche Chemie oder hinterlässt Rückstände.

R₁	R₂	Polymer	Verwendung
H	H	Polyethylen PE	Rohre, Flaschen, Folien
-CH ₃	H	Polypropylen PP	Küchengeräte, KFZ-Teile
-Cl	H	Polyvinylchlorid PVC	Fußböden, Rohre, Kunstleder
-C ₆ H ₅	H	Polystyrol PS, Styropor	Verpackungen
-CN	H	Polyacrylnitril PAN, Dralon, Orlon	Textilfasern
-COOCH ₃	CH ₃	Polymetacrylsäuremethylester, Plexiglas	Gebrauchsgegenstände
-CH=CH ₂	H	Polybutadien, Synthesekautschuk	Schlüche
-CH=CH ₂	CH ₃	Polyisopren, Naturkautschuk	Reifen, OP-Handschuhe
-F	-F*	Polytetrafluoroethylen, Teflon	Beschichtungen, Rohre, Folien
	s.o.	Acrylnitril-Butadien-Styrol ABS	Schlagzähe Gehäuse

1. **B**2. **A**3. **A**4. **C**5. **A**6. **C**7. **A**8. **C**9. **C**10. **Thermoplast, Duroplast**11. **B**12. **A**

Theorie-Text

Probeklausur – Polymerisation & Kunststoffe (allgemeiner Einführungstext)

Kunststoffe sind Stoffe, die aus sehr großen Molekülen bestehen, den sogenannten Makromolekülen. Diese Makromoleküle entstehen durch Polymerisation, Polyaddition oder Polykondensation. Besonders die radikalische Polymerisation spielt eine große Rolle bei der Herstellung vieler bedeutender Kunststoffarten wie Polyethen, Polypropylen, Polystyrol oder PVC. Die Geschichte der Kunststoffe begann im 19. Jahrhundert: Um etwa 1860 entstanden die ersten künstlichen Polymere, und etwa um 1930 waren die meisten heute bekannten Kunststoffe bereits entwickelt und kommerziell verfügbar.

Struktur von Polymeren und Kunststoffklassen

Kunststoffe werden in drei große Gruppen eingeteilt: Thermoplaste, Elastomere und Duroplaste. Diese Einteilung basiert auf der Anordnung der Makromoleküle sowie der Vernetzungsdichte.

1. Thermoplaste

Thermoplaste besitzen lange, unvernetzte Kettenmoleküle, die hauptsächlich nebeneinander liegen. Zwischen den Ketten wirken lediglich schwache Kräfte (Van-der-Waals-Kräfte). Dadurch können sich die Ketten gegenseitig verschieben, wenn sie erwärmt werden. Thermoplaste erweichen bei Hitze, können geschmolzen werden und behalten nach dem Abkühlen ihre Eigenschaften.

Thermoplaste können amorph (ungeordnete Molekülketten) oder teilkristallin sein (geordnet nebeneinanderliegende Ketten). Amorphe Bereiche werden auch als "Molekülknäule" bezeichnet.

Typische Thermoplaste sind z. B.:
Polyethen (PE), Polyvinylchlorid (PVC), Polystyrol (PS).

2. Elastomere

Elastomere besitzen weitmaschig vernetzte Ketten. Die Molekülstränge können sich bei Zug oder Druck vorübergehend strecken, kehren aber aufgrund der Vernetzung wieder in die Ausgangsform zurück. Sie sind elastisch, aber nicht schmelzbar. Auch bei hohen Temperaturen behalten sie ihre Elastizität, weil die Vernetzung ein Fließen verhindert.

Beispiele: Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR), Butadien-Kautschuk (BR), manche Polyurethane.

3. Duroplaste

Duroplaste besitzen engmaschig vernetzte Makromoleküle. Durch diese feste dreidimensionale Struktur sind sie hart, formstabil, aber auch spröde. Duroplaste schmelzen nicht, da eine Erwärmung zu einer chemischen Zersetzung führt. Deshalb sind sie nicht wieder einschmelzbar und nur begrenzt recycelbar.

Beispiele: Formaldehydharze, Epoxidharze, Polyesterharze.

Amorphe und kristalline Bereiche

Bei Polymeren können die Ketten ungeordnet (amorph) oder geordnet (kristallin) vorliegen.
Das ungeordnete Vorliegen der Molekülketten bezeichnet man als Amorphie.
Die Anordnung beeinflusst Härte, Transparenz, Schmelzverhalten und mechanische Eigenschaften.

Mechanisches Verhalten

- Thermoplaste können sich bei Hitze verformen und bei Druck verschoben werden.
- Elastomere lassen sich dehnen und gehen wieder in die Form zurück.
- Duroplaste bleiben hart und können bei zu starker Krafteinwirkung brechen.

Unter starker mechanischer Belastung können Duroplaste nur geringfügig verformt werden. Die engmaschige Vernetzung verhindert ein Gleiten der Ketten, daher kommt es zum Bruch.

Viskosität und Verarbeitbarkeit

Thermoplaste können im geschmolzenen Zustand viskos sein und durch Schweißen oder Formen verarbeitet werden.

Elastomere besitzen je nach Temperatur eine höhere Viskosität und können eingeschränkt lösungsmittelbeständig sein.

Duroplaste werden meist als niedrigviskose flüssige Harze verarbeitet, die dann chemisch aushärten und danach nicht mehr schmelzbar sind.

Recycling von Kunststoffen

Es gibt drei grundlegende Recyclingverfahren:

1. Mechanisches Recycling
Das Polymer bleibt erhalten. Der Kunststoff wird zerkleinert, geschmolzen und neu geformt.
Vorteile: Wenig Energieverbrauch, einfach.
Nachteile: Funktioniert nur bei reinen, sortierten Kunststoffen.
2. Chemisches (rohstoffliches) Recycling
Die langen Polymerketten werden chemisch in kleinere Moleküle zurückgeführt (z. B. durch Pyrolyse oder Hydrolyse).
Vorteile: Auch Mischkunststoffe können verwertet werden.
Nachteile: Hohe Energiekosten und komplizierte Verfahren.
3. Energetisches Recycling
Kunststoffe werden verbrannt und dienen als Energiequelle.
Vorteile: Nutzt den hohen Brennwert.
Nachteile: Kein echtes Recycling, CO₂-Emissionen.

Zusammenhang zwischen Struktur und Eigenschaften

Die Eigenschaften eines Kunststoffs hängen direkt von seiner Struktur ab:

- Thermoplaste: unvernetzt → schmelzbar → formbar
- Elastomere: weit vernetzt → elastisch → formstabil bei Hitze
- Duroplaste: eng vernetzt → hart & spröde → nicht schmelzbar

Je stärker die Vernetzung, desto geringer die Beweglichkeit der Ketten und desto härter und spröder das Material.