

Kunststoffe und ihre Eigenschaften - Struktur-Eigenschafts-Beziehungen erklären

Arbeitsblatt 1: Kunststoffe – Grundlagen und Beispiele

Aufgabe 1:

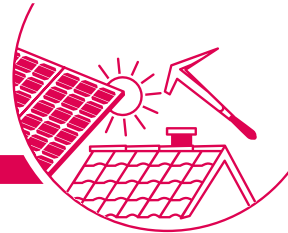
a) Kunststoffgegenstände untersuchen

Mögliche Lösungen:

Gegenstand	Form	Härte	Verformbarkeit	Verwendung	Kategorie
PET-Flasche	hohl, dünnwandig	eher hart	begrenzt eindrückbar	Getränkebehälter	Thermoplast
Frischhaltefolie	dünn, flächig	weich	gut verformbar	Verpackung	Thermoplast
Gummiband	länglich, dünn	weich	elastisch dehnbar	Bündeln, Befestigen	Elastomer
Smartphonehülle	passgenau, flexibel	weich bis mittelhart	elastisch/ verformbar	Schutz	Elastomer/ Thermoplast
Steckdosengehäuse	fest, formstabil	hart	kaum verformbar, bricht eher	Schutz, elektrische Isolation	Duroplast
Lineal aus Kunststoff	länglich, flach	hart	begrenzt biegbare	Messen, Zeichnen	Thermoplast
Kabelisolierung	schlauchförmig	weich	flexibel	elektrische Isolation	Thermoplast/ Elastomer

b) Erste Vermutung

- unterschiedliche Kunststoffe mit unterschiedlichen Eigenschaften
- Eigenschaften abhängig von:
 - Aufbau der Polymerketten
 - Vernetzungsgrad
 - verwendeten Monomeren
 - Zusatzstoffen
- Auswahl je nach Verwendung
- wichtige Eigenschaften:
 - Härte
 - Elastizität
 - Verformbarkeit
 - Temperaturbeständigkeit
 - Wasserdichtigkeit
 - UV-Beständigkeit
 - Reißfestigkeit



Aufgabe 2

Kunststoff

- Werkstoff aus überwiegend synthetisch oder halbsynthetisch hergestellten Polymeren
- häufig mit Zusatzstoffen:
 - Weichmacher
 - Farbstoffe
 - Stabilisatoren
 - Füllstoffe
- Eigenschaften gezielt veränderbar

Polymer

- Makromolekül
- aus vielen gleichen oder ähnlichen Bausteinen aufgebaut
- Bausteine kovalent miteinander verbunden
- hohe Molekülmasse

Monomer

- kleiner, reaktionsfähiger Grundbaustein
- Ausgangsstoff für die Bildung von Polymeren
- viele Monomere verbinden sich zu einem Polymer

Zusammenhang

- Monomere reagieren miteinander
- daraus entstehen lange Polymerketten
- Polymere bilden den Hauptbestandteil von Kunststoffen
- Struktur der Polymere bestimmt die Eigenschaften des Kunststoffs

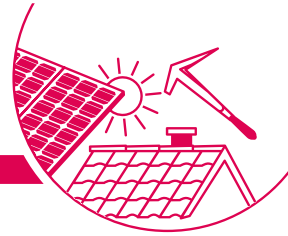
Aufgabe 3

a) Duroplaste, Elastomere und Thermoplaste vergleichen

Kunststofftyp	Eigenschaften	Mechanische Belastung	Erwärmung
Thermoplast	weich bis hart, formbar, schmelzbar	plastisch verformbar, teilweise biegsam	wird weich, schmilzt, neu formbar
Elastomer	gummiartig, elastisch, flexibel	dehnbar, kehrt weitgehend in Ausgangsform zurück	schmilzt nicht, zersetzt sich bei starker Erwärmung
Duroplast	hart, formstabil, spröde	kaum verformbar, bricht eher	schmilzt nicht, zersetzt sich

b) Kategorien zuordnen

- PET-Flasche: Thermoplast
- Frischhaltefolie: Thermoplast
- PVC-Dachbahn: Thermoplast
- Lineal: Thermoplast
- Gummiband: Elastomer
- EPDM-Dichtungsbahn: Elastomer
- Gummidichtung: Elastomer



- Fahrradschlauch: Elastomer
- Steckdosengehäuse: Duroplast
- Melamingeschirr: Duroplast
- PUR-Hartschaum: Duroplast beziehungsweise stark vernetzter Kunststoff
- ausgehärtetes Harz: Duroplast

Aufgabe 4

EPDM-Dichtungsbahn

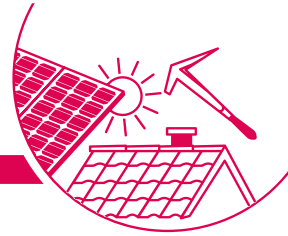
- Einsatzbereich:
 - Abdichtung von Flachdächern
- benötigte Eigenschaften:
 - wasserdicht
 - elastisch
 - reißfest
 - UV-beständig
 - witterungsbeständig
 - temperaturbeständig
- Begründung:
 - muss Bewegungen des Daches ausgleichen
 - muss Regen, Sonne, Wind und Temperaturwechsel aushalten

PVC-Dachbahn

- Einsatzbereich:
 - Kunststoff-Dachbahn zur Abdichtung
- benötigte Eigenschaften:
 - wasserdicht
 - flexibel
 - verschweißbar
 - witterungsbeständig
 - temperaturbeständig
- Begründung:
 - Nähte können dicht verschweißt werden
 - schützt Dachkonstruktion vor Feuchtigkeit

PUR-Hartschaum

- Einsatzbereich:
 - Wärmedämmung
- benötigte Eigenschaften:
 - geringe Wärmeleitfähigkeit
 - formstabil
 - druckfest
 - geringes Gewicht
 - geringe Wasseraufnahme
- Begründung:
 - reduziert Wärmeverluste
 - muss Lasten des Dachaufbaus aufnehmen

**Polymermodifizierte Bitumenbahn**

- Einsatzbereich:
 - Abdichtung
- benötigte Eigenschaften:
 - wasserundurchlässig
 - temperaturbeständig
 - flexibel
 - rissüberbrückend
 - haftfähig
- Begründung:
 - Polymere verbessern Elastizität und Beständigkeit des Bitumens

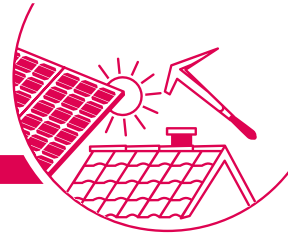
PU-Harz / Flüssigkunststoff

- Einsatzbereich:
 - Detailabdichtung
 - Reparatur von Rissen
 - Anschlüsse
- benötigte Eigenschaften:
 - flüssig verarbeitbar
 - haftfähig
 - schnell aushärtend
 - wasserdicht
 - mechanisch belastbar
- Begründung:
 - geeignet für komplizierte Stellen und Reparaturen

Aufgabe 5

Aussage: „Für den Einsatz im Flachdach reicht es nicht aus, dass ein Kunststoff wasserdicht ist.“

- Aussage zutreffend
- Wasserdichtigkeit allein nicht ausreichend
- weitere notwendige Eigenschaften:
 - UV-Beständigkeit gegen Sonneneinstrahlung
 - Temperaturbeständigkeit gegen Hitze, Frost und Temperaturwechsel
 - Reißfestigkeit gegen mechanische Belastung
 - Elastizität zur Aufnahme von Bewegungen
 - Witterungsbeständigkeit gegen Regen, Wind, Schnee
 - Druckfestigkeit bei Dämmstoffen
 - Standfestigkeit bei Wärme
 - chemische Beständigkeit gegenüber Umwelteinflüssen
- Begründung:
 - Flachdächer dauerhaft unterschiedlichen Belastungen ausgesetzt
 - Material darf nicht spröde werden
 - Material darf nicht reißen
 - Material darf sich nicht unkontrolliert verformen
 - Abdichtung muss langfristig funktionsfähig bleiben



Arbeitsblatt 2: Struktur-Eigenschafts-Beziehungen von Kunststoffen

Einstieg

a) Drei Anforderungen an Kunststoffe im Flachdach

Anforderung	Belastung
Wasserdichtigkeit	Regen, Schnee, stehendes Wasser
UV-Beständigkeit	Sonneneinstrahlung
Temperaturbeständigkeit	Hitze, Frost, Temperaturwechsel
Reißfestigkeit	Wind, Bewegung des Daches, mechanische Belastung
Elastizität	Dehnung und Schrumpfung durch Temperaturänderungen
Druckfestigkeit	Begehung, Auflast, Dachschichten
geringe Wärmeleitfähigkeit	Wärmeverluste
chemische Beständigkeit	Luftschadstoffe, saurer Regen, Kontakt mit Baustoffen

b) Einsatzbereich und wichtige Eigenschaften

Abdichtung

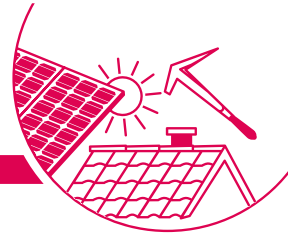
- wasserdicht
- elastisch
- reißfest
- UV-beständig
- witterungsbeständig
- temperaturbeständig
- rissüberbrückend

Dämmung

- geringe Wärmeleitfähigkeit
- druckfest
- formstabil
- leicht
- geringe Wasseraufnahme
- alterungsbeständig

Reparatur von Rissen

- flüssig verarbeitbar
- haftfähig
- schnell aushärtend
- elastisch oder rissüberbrückend
- wasserdicht
- mechanisch belastbar

**c) Geeigneter Kunststofftyp****Abdichtung**

- Elastomer:
 - elastisch
 - dehnbar
 - rissüberbrückend
 - rückstellfähig
- Thermoplast:
 - flexibel
 - verschweißbar
 - bei Wärme verformbar
 - geeignet für PVC-Dachbahnen

Dämmung

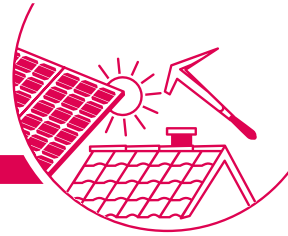
- Duroplast beziehungsweise stark vernetzter Kunststoff:
 - formstabil
 - druckfest
 - wärmebeständig
 - geringe Wärmeleitfähigkeit bei Schaumstruktur

Reparatur von Rissen

- Duroplast beziehungsweise vernetzender Flüssigkunststoff:
 - härtet aus
 - haftet gut
 - bildet feste Schutzschicht
- Elastomer:
 - geeignet bei beweglichen Rissen
 - rissüberbrückend

Aufgabe 1**Thermoplaste**

- lange, meist lineare oder verzweigte Polymerketten
- keine kovalenten Vernetzungen zwischen den Ketten
- zwischenmolekulare Kräfte:
 - Van-der-Waals-Kräfte
 - Dipol-Dipol-Wechselwirkungen
 - Wasserstoffbrückenbindungen
- bei Erwärmung:
 - Ketten werden beweglicher
 - Material erweicht
 - Material wird formbar oder schmilzt
- nach Abkühlung:
 - neue Form bleibt erhalten
- Eigenschaften:
 - verformbar
 - schmelzbar



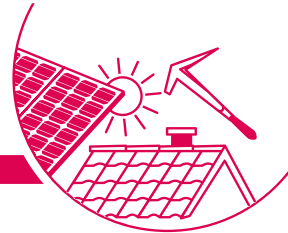
- häufig recycelbar
 - je nach Struktur weich bis hart
- Beispiele:
 - Polyethylen
 - Polypropylen
 - PVC
 - PET

Duroplaste

- stark kovalent vernetzte Polymerketten
- dreidimensionales Netzwerk
- Ketten kaum beweglich
- Eigenschaften:
 - hart
 - formstabil
 - spröde
 - kaum elastisch
 - nicht schmelzbar
- bei Erwärmung:
 - keine Erweichung
 - Zersetzung bei hoher Temperatur
- bei mechanischer Belastung:
 - Bruch statt Verformung
- Beispiele:
 - Epoxidharz
 - Phenolharz
 - Melaminharz
 - ausgehärtetes Polyurethanharz

Elastomere

- Polymerketten geringfügig vernetzt
- weitmaschiges Netzwerk
- Ketten beweglich, aber durch Vernetzung verbunden
- Eigenschaften:
 - elastisch
 - gummiartig
 - dehnbar
 - rückstellfähig
 - fest, aber flexibel
- bei mechanischer Belastung:
 - Ketten werden gestreckt
 - Rückkehr in Ausgangsform nach Entlastung
- bei Erwärmung:
 - nicht schmelzbar
 - Zersetzung bei starker Erwärmung
- Beispiele:
 - Naturkautschuk
 - EPDM



- Silikonkautschuk

Aufgabe 2

a) Spezifische Eigenschaften

Eigenschaft	Thermoplast	Elastomer	Duroplast
Härte	weich bis hart	weich bis fest	hart
Elastizität	gering bis mittel	hoch	gering
Verformbarkeit bei Erwärmung	sehr gut	kaum, keine Schmelze	keine, keine Schmelze
Verhalten bei mechanischer Belastung	plastische Verformung möglich	elastische Verformung	spröder Bruch
Schmelzbarkeit	schmelzbar	nicht schmelzbar	nicht schmelzbar
Formstabilität	temperaturabhängig	elastisch formstabil	sehr formstabil

b) Vernetzungsgrad vergleichen

Thermoplaste

- keine kovalente Vernetzung
- Ketten nur durch zwischenmolekulare Kräfte zusammengehalten
- Ketten können bei Wärme gegeneinander gleiten
- schmelzbar und verformbar

Elastomere

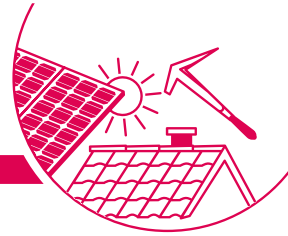
- geringe kovalente Vernetzung
- Ketten beweglich
- Vernetzung verhindert dauerhaftes Gleiten
- elastische Rückstellung nach Belastung

Duroplaste

- starke kovalente Vernetzung
- starres dreidimensionales Netzwerk
- Ketten kaum beweglich
- hart, spröde, formstabil
- nicht schmelzbar

Zusammenhang

- steigender Vernetzungsgrad:
 - höhere Formstabilität
 - geringere Verformbarkeit
 - geringere Schmelzbarkeit
 - zunehmende Sprödigkeit
- geringe Vernetzung:
 - höhere Elastizität
 - Rückstellfähigkeit



- keine Vernetzung:
 - thermische Verformbarkeit
 - Recycling durch Einschmelzen möglich

c) Strukturelle Merkmale

- Länge der Polymerketten
- linearer oder verzweigter Aufbau
- Vernetzungsgrad
- Art der Monomere
- funktionelle Gruppen
- Polarität der Bindungen
- zwischenmolekulare Kräfte:
 - Van-der-Waals-Kräfte
 - Dipol-Dipol-Wechselwirkungen
 - Wasserstoffbrückenbindungen
- Kristallinität beziehungsweise amorphe Bereiche
- Zusatzstoffe:
 - Weichmacher
 - Stabilisatoren
 - Farbstoffe
 - Füllstoffe
- Einfluss auf:
 - Härte
 - Elastizität
 - Schmelzverhalten
 - Temperaturbeständigkeit
 - chemische Beständigkeit
 - mechanische Belastbarkeit

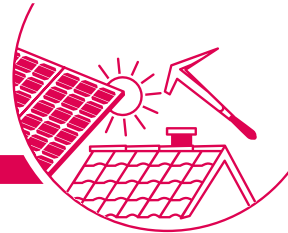
Aufgabe 3

a) Thermoplaste beim Erwärmen

- keine kovalenten Bindungen zwischen den Polymerketten
- nur zwischenmolekulare Kräfte zwischen den Ketten
- Wärme erhöht Beweglichkeit der Polymerketten
- zwischenmolekulare Kräfte werden teilweise überwunden
- Ketten können gegeneinander gleiten
- Kunststoff wird weich, zähflüssig oder schmelzbar
- neue Form nach Abkühlung stabil

Nachhaltigkeitsvorteil

- Einschmelzen möglich
- erneute Formgebung möglich
- Recycling grundsätzlich möglich
- Rohstoffeinsparung
- Verringerung von Kunststoffabfällen
- Einschränkungen:



- Verschmutzungen
- Materialmischungen
- Zusatzstoffe
- Qualitätsverlust durch wiederholtes Recycling

b) Hochdruck-PE und Niederdruck-PE

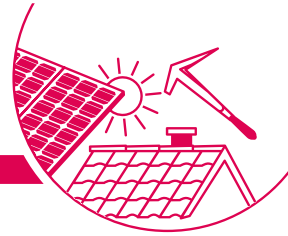
Merkmal	Hochdruck-Polyethylen / LDPE	Niederdruck-Polyethylen / HDPE
Struktur	stark verzweigte Ketten	weitgehend lineare Ketten
Dichte	niedriger	höher
Kristallinität	geringer	höher
Festigkeit	geringer	höher
Härte	weicher	härter
Flexibilität	flexibler	steifer
Packung der Ketten	weniger dicht	dichter
Schmelzbereich	niedriger	höher
typische Anwendungen	Folien, Müllsäcke, Frischhaltefolie, flexible Verpackungen	Kanister, Rohre, Flaschen, Behälter, technische Bauteile

Begründung

- LDPE:
 - viele Verzweigungen
 - Ketten können nicht dicht gepackt werden
 - geringere Dichte
 - geringere Festigkeit
 - höhere Flexibilität
- HDPE:
 - lineare Ketten
 - dichtere Packung
 - höhere Kristallinität
 - höhere Dichte
 - höhere Festigkeit
 - größere Formstabilität

c) Vermutung überprüfen

- ursprüngliche Vermutung mit neuem Wissen vergleichen
- Entscheidung anhand von Struktur und Eigenschaften begründen
- Abdichtung:
 - Elastomer geeignet wegen Elastizität und Rückstellfähigkeit
 - Thermoplast ebenfalls möglich, wenn flexibel und verschweißbar



- Dämmung:
 - Duroplast beziehungsweise Hartschaum geeignet wegen Formstabilität und geringer Wärmeleitfähigkeit
- Reparatur:
 - vernetzender Flüssigkunststoff geeignet wegen Aushärtung und Haftfähigkeit
- Kunststoffklasse allein nicht ausreichend
- konkrete Materialeigenschaften entscheidend
- Einsatzbedingungen berücksichtigen:
 - Wasser
 - Temperatur
 - UV-Strahlung
 - mechanische Belastung
 - Bewegungen des Daches

Aufgabe 4

PUR-Hartschaum

a) Einsatzbereich

- Wärmedämmung im Flachdach
- Dämmplatten im Dachaufbau

b) Wichtige Eigenschaften

- geringe Wärmeleitfähigkeit
- geringe Dichte
- leicht
- druckfest
- formstabil
- geringe Wasseraufnahme
- alterungsbeständig

c) Strukturbezug

- geschäumte Struktur mit vielen Gaszellen
- eingeschlossene Gase leiten Wärme schlecht
- vernetzte Polymerstruktur
- hohe Formstabilität
- gute Druckfestigkeit

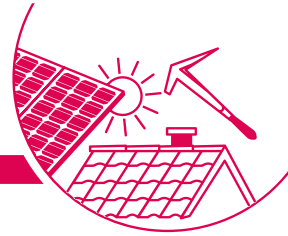
EPDM-Dichtungsbahn

a) Einsatzbereich

- Abdichtung von Flachdächern
- flexible Dichtungsbahnen

b) Wichtige Eigenschaften

- wasserdicht
- elastisch
- dehnbar
- reißfest
- UV-beständig



- witterungsbeständig
- temperaturbeständig
- alterungsbeständig

c) Strukturbezug

- Elastomer
- gering vernetzte Polymerketten
- Ketten bei Zug streckbar
- Rückkehr in Ausgangsform durch Vernetzung
- unpolare beziehungsweise gesättigte Struktur begünstigt Witterungs- und Alterungsbeständigkeit

Polymermodifizierte Bitumenbahn**a) Einsatzbereich**

- Abdichtung von Flachdächern
- Dachbahnen
- mehrlagige Abdichtungssysteme

b) Wichtige Eigenschaften

- wasserundurchlässig
- flexibel
- rissüberbrückend
- temperaturbeständig
- kälteflexibel
- wärmebeständig
- haftfähig
- mechanisch belastbar

c) Strukturbezug

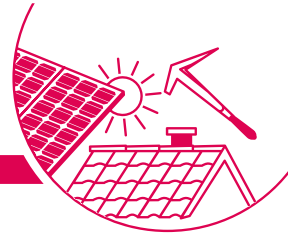
- Bitumen durch Polymere modifiziert
- Polymeranteile verbessern Elastizität
- bessere Kälteflexibilität
- höhere Wärmebeständigkeit
- bessere Rissüberbrückung
- Kunststoffanteile beeinflussen mechanische Eigenschaften

PU-Harz**a) Einsatzbereich**

- Flüssigabdichtung
- Reparatur von Rissen
- Detailabdichtung
- Anschlüsse und Durchdringungen

b) Wichtige Eigenschaften

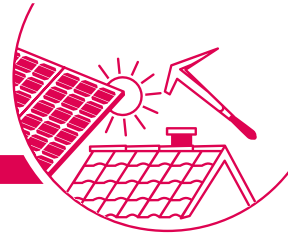
- flüssig verarbeitbar
- gute Haftung
- schnelle Aushärtung
- wasserdicht
- mechanisch belastbar
- rissüberbrückend



- witterungsbeständig

c) Strukturbezug

- reagierende Komponenten bilden Polymernetzwerk
- Vernetzung beim Aushärten
- feste, widerstandsfähige Schicht
- Vernetzungsgrad beeinflusst Härte, Elastizität und Beständigkeit
- flüssiger Ausgangszustand ermöglicht Verarbeitung an komplexen Stellen



Arbeitsblatt 3: Vom Monomer zum Polymer

Aufgabe 1

Definition

- Atom oder Molekül mit mindestens einem ungepaarten Valenzelektron
- sehr reaktives Teilchen
- entsteht zum Beispiel durch:
 - thermische Zersetzung
 - UV-Strahlung
 - ionisierende Strahlung

Lewis-Schreibweise

- ungepaartes Elektron als einzelner Punkt
- Beispiele:
 - Cl·
 - R·
 - ·CH₃
 - RO·

Reaktivität

- ungepaartes Elektron energetisch ungünstig
- Radikale reagieren leicht mit anderen Molekülen oder Radikalen
- Ziel: Bildung eines Elektronenpaars
- Angriff auf Doppelbindungen möglich
- Start von Kettenreaktionen möglich

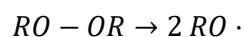
Aufgabe 2

a) Reaktionsmechanismus der radikalischen Polymerisation

1. Initiation / Startreaktion

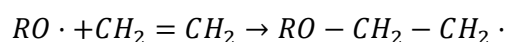
Bildung eines Startradikals aus dem Initiator

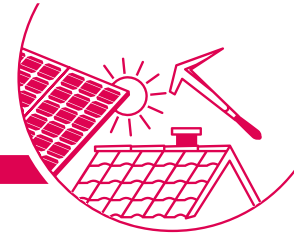
Bei einem Peroxid wird die Sauerstoff-Sauerstoff-Bindung homolytisch gespalten. Dabei entstehen zwei Radikale:



Angriff des Radikals auf Ethen

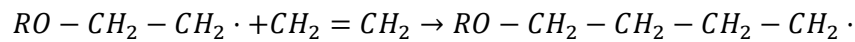
Das Radikal greift die Doppelbindung des Ethens an. Die Doppelbindung wird geöffnet und es entsteht ein neues Radikal am Kettenende:



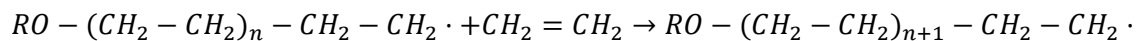


2. Propagation / Kettenwachstum

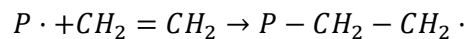
Das Kettenradikal reagiert mit einem weiteren Ethen-Molekül. Dabei wird erneut die Doppelbindung geöffnet und das Radikal bleibt am Ende der wachsenden Kette erhalten:



Allgemein lässt sich das Kettenwachstum so darstellen:



Oder vereinfacht mit einem Polymerradikal $P \cdot$:

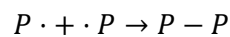


3. Termination / Kettenabbruch

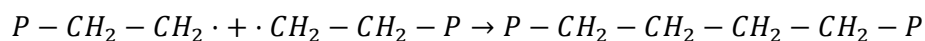
Beim Kettenabbruch reagieren zwei Radikale miteinander. Dadurch verschwindet das Radikalzentrum und das Kettenwachstum endet.

a) Kombination zweier Radikale

Zwei Kettenradikale verbinden sich zu einem längeren Polymermolekül:

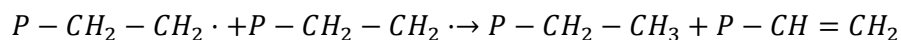


Genauer:



b) Disproportionierung

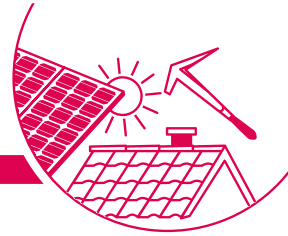
Ein Radikal überträgt ein Wasserstoffatom auf das andere. Dabei entsteht eine gesättigte und eine ungesättigte Polymerkette:



b) Reaktionsschritte

- Initiation / Startreaktion
 - Radikalbildung
 - Angriff auf Doppelbindung
- Propagation / Kettenwachstum
 - wiederholte Anlagerung von Ethen
 - Wachstum der Polymerkette
- Termination / Kettenabbruch
 - Reaktion zweier Radikale
 - Abfangen des Radikals
 - Ende des Kettenwachstums

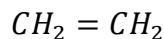
c) Beschreibung in eigenen Worten



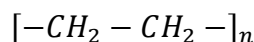
- Initiator zerfällt in Radikale
- Radikal greift Doppelbindung des Ethens an
- Doppelbindung öffnet sich
- neues Radikal entsteht am Ende des Moleküls
- dieses Radikal reagiert mit weiteren Ethen-Molekülen
- Kette wächst durch wiederholte Anlagerung
- Polyethylen entsteht
- Reaktion endet durch:
 - Zusammentreffen zweier Radikale
 - Abfangreaktion
 - Inhibitor
 - Verbrauch des Monomers

d) Wiederholeinheit

Das Monomer bei der Herstellung von Polyethylen ist Ethen:



Bei der Polymerisation wird die Doppelbindung des Ethens geöffnet. Dadurch entsteht als Wiederholeinheit im Polymer:



Aufgabe 3

a) Kombination zweier Radikale

- zwei Radikale treffen aufeinander
- ungepaarte Elektronen bilden gemeinsames Elektronenpaar
- neue kovalente Bindung entsteht
- keine ungepaarten Elektronen mehr vorhanden
- kein Angriff auf weitere Ethen-Moleküle möglich
- Kettenwachstum stoppt

b) Weitere Möglichkeiten des Kettenabbruchs

Inhibitor / Radikalfänger

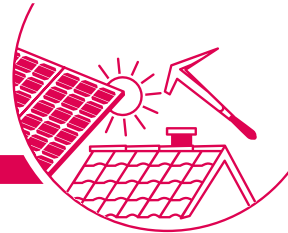
- Inhibitor reagiert mit Kettenradikal
- stabiles oder wenig reaktives Produkt entsteht
- keine weitere Anlagerung von Monomeren
- Polymerisation stoppt

Disproportionierung

- zwei Radikale reagieren miteinander
- Wasserstoffatom wird übertragen
- ein gesättigtes und ein ungesättigtes Molekül entstehen
- beide Radikale verschwinden
- Kettenwachstum endet

Kettenübertragung

- Radikal wird auf anderes Molekül übertragen
- ursprüngliche Polymerkette wächst nicht weiter



- Kettenlänge wird begrenzt

Verbrauch des Monomers

- keine Ethen-Moleküle mehr vorhanden
- keine weitere Anlagerung möglich
- Reaktion stoppt

Zusatzaufgabe

Reaktionstyp	Anforderungen an Monomere	Mechanismus	Besonderheit / Produkt	Beispiel
Radikalische Polymerisation	C=C- Doppelbindung, zum Beispiel Alkene	Kettenwachstum über Radikale	keine Abspaltung kleiner Moleküle	Polyethylen, Polypropylen, Polystyrol, PVC
Polyaddition	mindestens zwei funktionelle Gruppen	Stufenwachstum über Additionsreaktionen	keine Abspaltung kleiner Moleküle	Polyurethan, Epoxidharz
Polykondensation	mindestens zwei funktionelle Gruppen, zum Beispiel –OH, – COOH, –NH ₂	Stufenwachstum über Kondensationsreaktionen	Abspaltung kleiner Moleküle, zum Beispiel Wasser, Methanol, HCl	Polyester, Polyamid, Polycarbonat, Phenoplast

Polykondensation

- Monomere mit mindestens zwei funktionellen Gruppen
- Reaktion unter Bildung kovalenter Bindungen
- Abspaltung kleiner Moleküle:
 - Wasser
 - Methanol
 - Chlorwasserstoff
- stufenweises Wachstum:
 - Monomere
 - Dimere
 - Oligomere
 - Polymere
- Beispiele:
 - Polyester aus Dicarbonsäure und Diol
 - Polyamid aus Dicarbonsäure und Diamin
 - Phenolharz aus Phenol und Formaldehyd