

Alle polymeren Möglichkeiten für Polykondensation

Polykondensation bedeutet:

Funktionelle Gruppen reagieren unter Abspaltung kleiner Moleküle (H_2O , HCl , NH_3 , MeOH ...).

Die folgenden Kombinationen decken alle üblichen Fälle ab.

1. Bildung von Polyester

Funktionelle Gruppen: Carbonsäure + Alkohol

1.1. Zweifunktionelle Monomere (AB-Typ)

- **Hydroxycarbonsäuren**
z. B. $\text{HO}-\text{R}-\text{COOH}$
→ Polyester (z. B. Polymilchsäure)

1.2. A-A + B-B Typ

- **Diol + Dicarbonsäure**
 $\text{HO}-\text{R}-\text{OH} + \text{HOOC}-\text{R}'-\text{COOH}$
→ Polyester (z. B. PET)
- **Diol + Carbonsäurechlorid**
 $\text{HO}-\text{R}-\text{OH} + \text{CLOC}-\text{R}'-\text{COCl}$
→ Polyester, Nebenprodukt HCl

2. Bildung von Polyamiden

Funktionelle Gruppen: Carbonsäure + Amin

2.1. AB-Typ

- **Aminocarbonsäuren**
 $\text{H}_2\text{N}-\text{R}-\text{COOH}$
→ Polyamide (z. B. Nylon-6 aus ϵ -Aminocapronsäure)

2.2. A-A + B-B Typ

- **Diamin + Dicarbonsäure**
 $\text{H}_2\text{N}-\text{R}-\text{NH}_2 + \text{HOOC}-\text{R}'-\text{COOH}$
→ Polyamid (Nylon-6,6)
- **Diamin + Carbonsäurechlorid**
 $\text{H}_2\text{N}-\text{R}-\text{NH}_2 + \text{CLOC}-\text{R}'-\text{COCl}$
→ Polyamid, Nebenprodukt HCl
-

3. Bildung von Polyester *oder* Polyamiden mit bifunktionellen Monomeren

- **Diisocyanat + Diol**
→ Polyurethane (genauer: Polyurethan durch Polyaddition, aber oft in Polykondensation-Listen aufgeführt, da H_2O abgespalten werden kann)
- **Diisocyanat + Diamin**
→ Polyharnstoffe (Urea-Polymere)
- **Diisocyanat + Wasser** (Folgeprodukte)
→ ebenfalls Polyharnstoff-Strukturen

4. Bildung von Polyacetal-Polymeren

- **Diol + Dialdehyd**
 $\text{HO}-\text{R}-\text{OH} + \text{OHC}-\text{R}'-\text{CHO}$
→ Polyacetale ($-\text{O}-\text{CH}_2-\text{O}-$)
- **Aldehyd + Alkohol (AB- oder A-A/B-B)**
z. B. Formaldehyd + Diol
→ Polyoxymethylen-Derivate

5. Bildung von Polysiloxanen (Silikone)

Dies sind formal Polykondensationen:

- **Dihydroxysilane + Dialkoxy silane**
 $\text{HO}-\text{SiR}_2-\text{OH} + \text{RO}-\text{SiR}_2-\text{OR}'$
→ $-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-$ Silikon-Polymeren + ROH
- **Chlorsilane + Wasser**
 $\text{Cl}-\text{SiR}_2-\text{Cl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Siloxan} + 2 \text{ HCl}$

6. Dx (Phenoplaste)

Klassische Polykondensate:

- **Phenol + Formaldehyd**
→ Novolake oder Resole (unter H_2O -Abspaltung)

7. Bildung von Melamin-Formaldehyd-Harzen

- **Melamin (mehrfunktionell: 3× NH_2) + Formaldehyd**
→ duroplastische Harze

8. Bildung von Harnstoff-Formaldehyd-Harzen

- **Harnstoff (2× NH_2) + Formaldehyd**
→ Duroplaste für Klebstoffe, Pressmassen

Übersicht als kompakte Tabelle

Polymerklasse	Reaktive funktionelle Gruppen
Polyester	Diol + Dicarbonsäure / Hydroxycarbonsäure
Polyamid	Diamin + Dicarbonsäure / Aminocarbonsäure
Polyurethan	Diisocyanat + Diol (meist Polyaddition)
Polyharnstoff	Diisocyanat + Diamin
Polyacetale	Diol + Dialdehyd
Polysiloxane	Silanol + Alkoxy silan / Chlorsilan
Phenoplast	Phenol + Formaldehyd
Aminoplaste	Melamin + Formaldehyd / Harnstoff + Formaldehyd

1. Beispiele für Monomere zur Bildung von Polyestern

Beispiel 1: PET (Polyethylenterephthalat)

- **Ethandiol** (1,2-Ethandiol, *Ethylenglykol*)
- **Terephthalsäure** (oder Dimethylterephthalat)

→ ergeben zusammen **PET**.

Beispiel 2: PLA (Polymilchsäure)

- **Milchsäure** (2-Hydroxypropansäure, HO-CH(CH₃)-COOH)
→ AB-Monomer (Hydroxycarbonsäure)

→ ergibt **Polylactid / PLA**.

Beispiel 3: Polybutylenterephthalat (PBT)

- **1,4-Butandiol**
- **Terephthalsäure**

→ ergibt **PBT**.

2. Beispiele für Monomere zur Bildung von Polyamiden

Beispiel 1: Nylon-6,6

- **Hexandiamin** (1,6-Hexandiamin)
- **Adipinsäure** (Hexandicarbonsäure)

→ ergeben **Polyamid 6,6**.

Beispiel 2: Nylon-6

- **ε-Aminocapronsäure** (6-Aminocapronsäure)
AB-Monomer mit -NH₂ und -COOH

→ ergibt **Polyamid 6**.

Beispiel 3: Nylon-12

- **ω-Aminododecansäure** (12-Aminododecansäure)

→ ergibt **Polyamid 12**.

3. Beispiele für Monomere zur Bildung von Polyurethanen

Beispiel 1: Weiche PU-Schäume

- **Toluylendiisocyanat (TDI)**
- **Polyetherdiol** (z. B. Poly(propylenglykol))

→ ergibt flexible **PU-Schäume**.

Beispiel 2: Harte PU-Schäume

- **Methylendiphenyldiisocyanat (MDI)**
- **Polyesterdiol** (z. B. Adipinsäure-Ethylenglykol-Polyester)

→ ergibt harte **PU-Schäume / Platten / Harze**.

Beispiel 3: Elastische Polyurethane

- **Hexamethylendiisocyanat (HDI)**
- **1,4-Butandiol** (als Kettenverlängerer)

→ ergibt elastische, abriebfeste **PU-Elastomere**.