

BODO MÖLLER CHEMIE AG

SCHWEIZ



Capol Philipp ✓

Director Bodo Möller Chemie Schweiz AG | Polymer Engineering

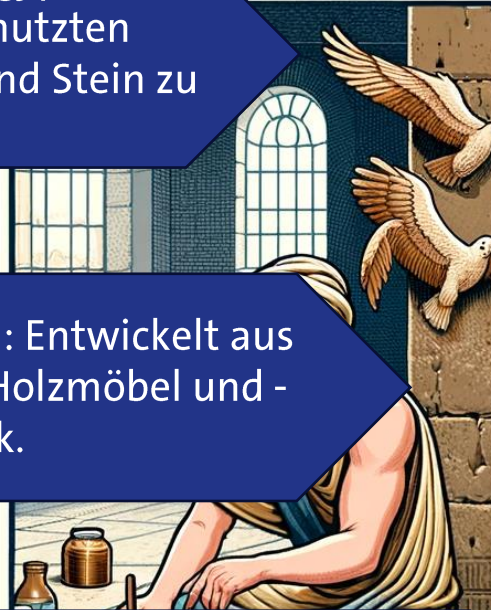
Chur, Graubünden, Schweiz · [Kontaktinfo](#)

BODO MÖLLER CHEMIE

Engineer chemistry

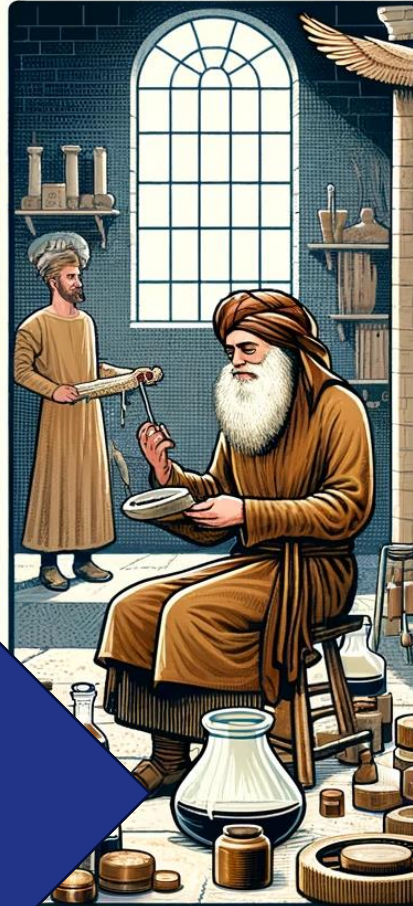
Tierleime (ca. 4000 v. Chr.): Ägypter und andere alte Zivilisationen nutzten Tierleime, um Holz, Keramik und Stein zu verkleben.

Animal glue

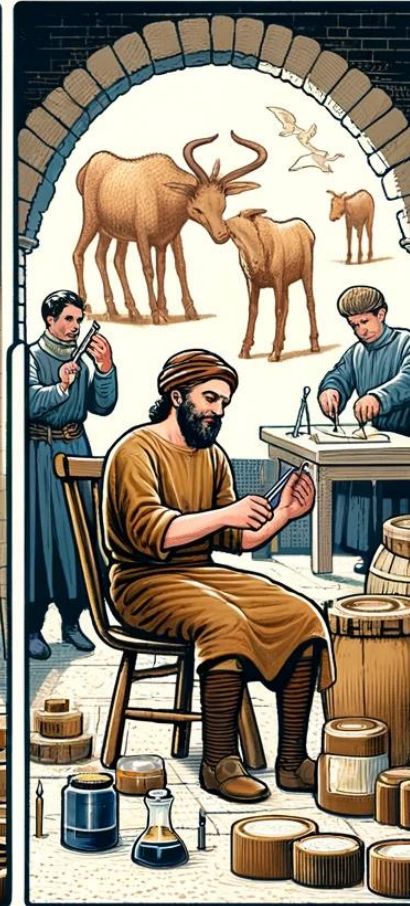


Kaseinleime (ca. 1500 n. Chr.): Entwickelt aus Milchproteinen, genutzt für Holzmöbel und -kunsthandwerk.

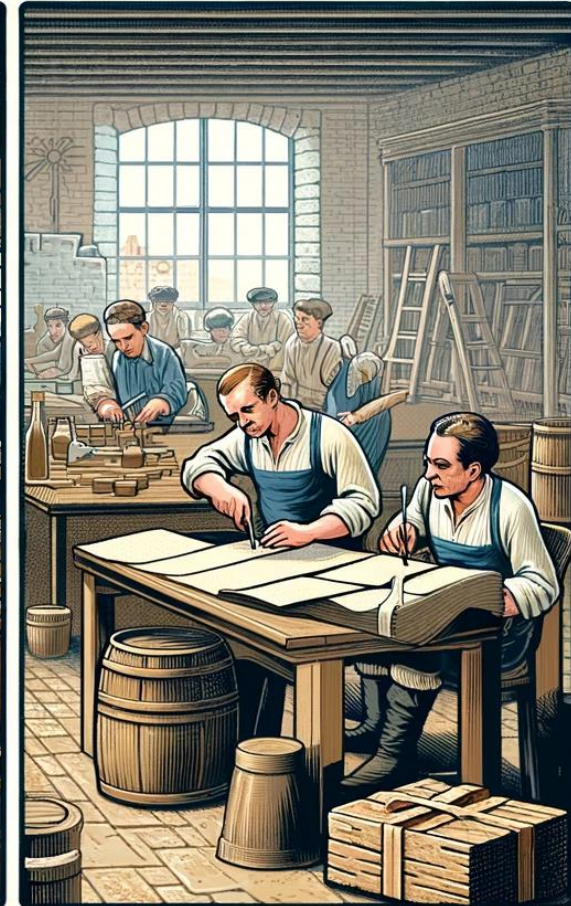
Causein glue



Casein glue



Natural rubber adhesion



Naturkautschukklebstoffe (ca. 1830): Entwicklung von Klebstoffen auf Kautschukbasis mit verbesserten wasserabweisenden Eigenschaften.
Fischleim (19. Jahrhundert): Nutzung von aus Fischblasen gewonnenen Proteinen.

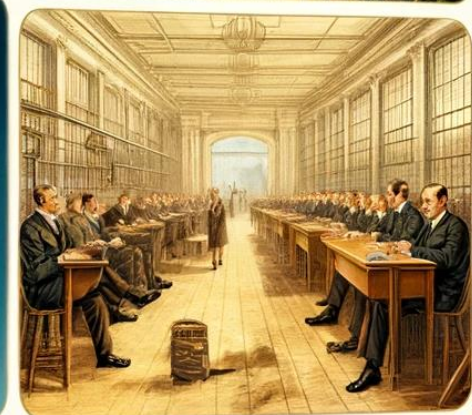
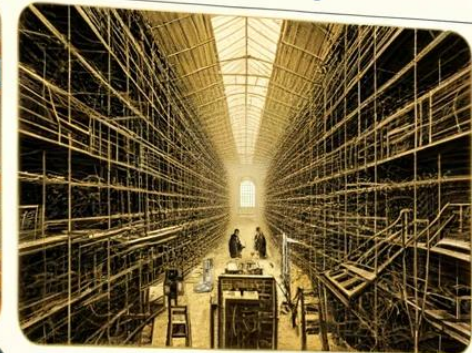
Polyvinylacetat (PVA, PVAc) (1912) und später auch Hot-Melt (1940) Systeme für eine breite Anwendungspalette

Epoxidharze (1936): Entwicklung durch Dr. Pierre Castan in der Schweiz und Dr. Sylvan Greenlee in den USA, bekannt für ihre starke Haftung und Beständigkeit.

Cyanoacrylate (1942): Zufällige Entdeckung während der Forschung an klarem Kunststoff für Waffensvisiere im Zweiten Weltkrieg, kommerziell genutzt ab den 1950er Jahren.

Anaerobe Klebstoffe (1950): Entdeckt durch Vernon Krieble für den breiten Einsatz zwischen metallischen Oberflächen.

Visual representations of chemistry during the 120th century



Entwicklungen in die Moderne

UV-Härtende Klebstoffe (1960):
Polymerisationsklebstoffe wie Arclate für
den Einsatz im Dentalbereich.

Polyurethanklebstoffe (1950er Jahre): Entwicklung für
flexible und dauerhafte Verbindungen in der Automobil- und
Bauindustrie.

Silikonklebstoffe (1940er Jahre): Erste Nutzungen im Zweiten
Weltkrieg, später breite Anwendung in Bau und Industrie.

Modifikationen von Klebstoffen: höhere Flexibilität, Aushärtung nach
Bedarf, Low-Odor, Toughening of Epoxy.

Debonding on Demand: Strukturellen Verklebungen wie lösen, um Ressourcen in
die Kreislaufwirtschaft zu führen.



Chemisch härtend

POLYADDITION

- Epoxid
- PUR

2K Epoxy
2K MMA
1K PU

POLYKONDENSATION

- Silicone
- MS Polymere
- Phenolharze

POLYMERISATION

- Cyanacrylate
- Methylmethacrylate
- Anerobe Systeme
- UV Systeme & Polyesterharze

Physikalisch abbindend

Durch Erstarrung

- Schmelzklebstoffe

Durch Abdampfung

- Lösemittelklebstoffe
- Dispersionen
- Kontaktklebstoffe

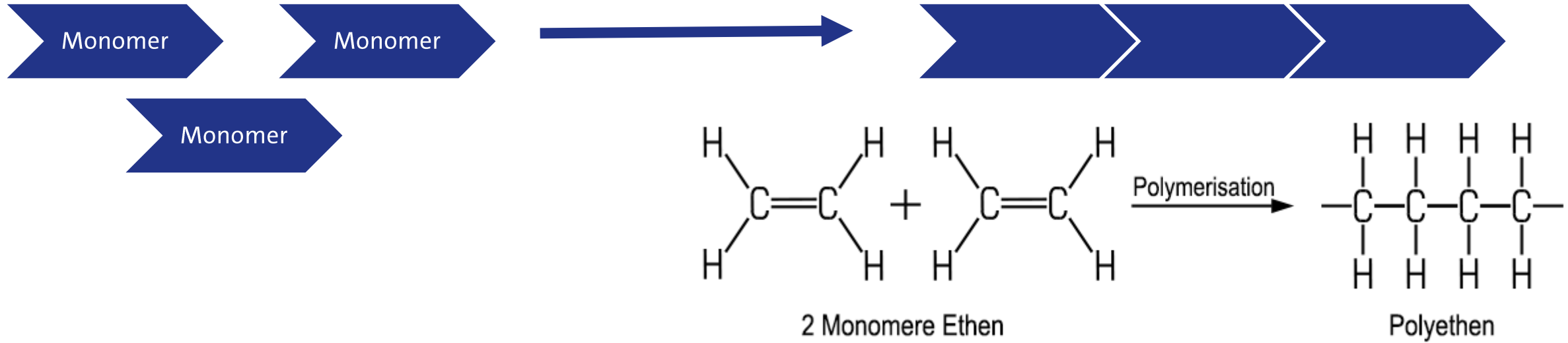
Dauerhaft klebrig

- Haftklebstoffe
- Butylkautschuke

Durch Gelierung

- Plastisole

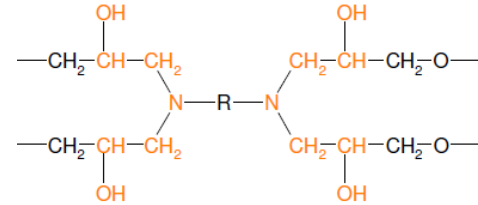
Aus Monomer wird Polymer



Wichtig zu verstehen für Klebstoffanwendungen:

- > Ist die Basis des Klebstoffes Monomere oder ein bereits vorhandenes Polymer?
- > Ist mein Substrat ein Polymer?

- + Sehr hohe Werte auf Metal und Composites
 - + Geringe Ermüdung
 - + Geringes Kriechverhalten
 - + Geringe Bruchdehnung
 - + Hohe Temperaturstabilität
 - + Geruchsarme Verarbeitung
-
- Temperaturempfindliche Aushärtung
 - Hintergründe zu chem. und Temp. Stabilität (via TG) Kunden oft unverständlich
 - Hautunverträglichkeit wird von Anwendern nicht immer eingehalten
 - Aushärtung erfolgt linear -> sprich üblicherweise lange Topfzeiten
 - Üblicherweise keine hohen Bruchdehnungen



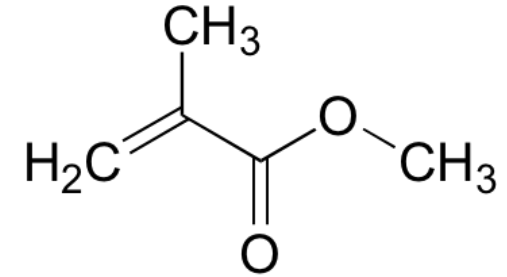
ARALDITE® 2014-2 ADHESIVE

	International units	US customary units	
Tensile resistance at ISO 527	Tensile strength	Tensile modulus	Elongation at break
-40°F	7,252 psi	508 ksi	2%
-4°F	7,977 psi	493 ksi	2%
32°F	6,962 psi	508 ksi	2%
73°F	5,802 psi	464 ksi	2%
104°F	3,771 psi	305 ksi	2%
140°F	1,160 psi	42 ksi	30%
176°F	725 psi	7.7 ksi	22%
212°F	580 psi	5.5 ksi	11%

ARALDITE® 2011 ADHESIVE

	International units	US customary units	
Tensile resistance at ISO 527	Tensile strength	Tensile modulus	Elongation at break
-40°C	74 MPa	2,300 MPa	4%
-20°C	75 MPa	2,100 MPa	7%
0°C	59 MPa	1,900 MPa	11%
23°C	18 MPa	1,500 MPa	25%
40°C	14 MPa	260 MPa	46%
60°C	5 MPa	6 MPa	33%
80°C	3 MPa	15 MPa	23%
100°C	2 MPa	14 MPa	14%

- + Hervorragende Haftung auf Metallen, vielen Thermoplasten und Duroplasten
 - + Sehr latente Systeme, nach offener Zeit sehr schnell aushärtend
 - + Tolerant gegenüber Mischungsverhältnis und Oberflächenverunreinigung
 - + Hohe Festigkeit kombiniert mit hoher Bruchdehnung
-
- Starker Geruch und starkes Schrumpfen während des Aushärtens (hohe exotherme Reaktion!)
 - Aushärtung durch Polymerisation nicht sehr temperaturempfindlich
 - Die Aushärtung könnte durch Sauerstoff gehemmt werden
 - Substrate auf maximal 35 ° C vorheizen und nicht über 40 ° C aushärten
 - Lagerung nur bei tiefen Temperaturen

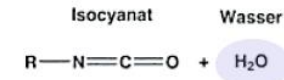
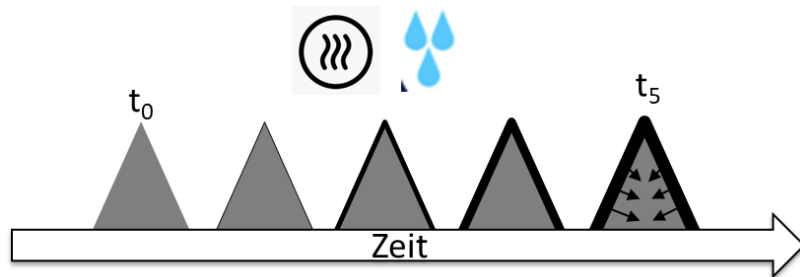


methyl methacrylate

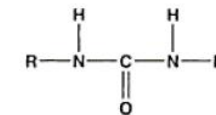
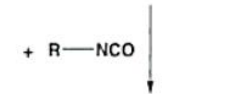
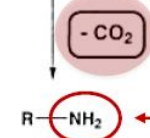
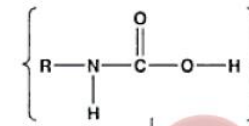




- ausreichende Luftfeuchtigkeit (30-70%)
- Aushärtung erfolgt inhomogen von außen nach innen (Hautbildung)
- Vergleichsweise langsame Reaktion (1-3 mm / 24h)
- Produkte können Spaltprodukte absondern (je nach Typ)



Carbaminsäure



Harnstoff-Derivat

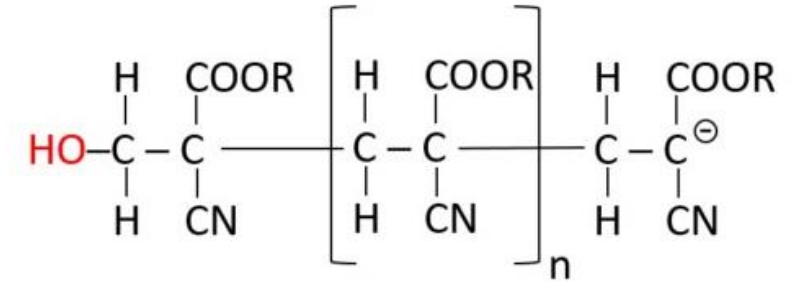
Härtungsreaktion:
Isocyanat-terminierte Präpolymere reagieren mit Luftfeuchtigkeit

Durch Einwirkung von Wasser wird ein Teil der Isocyanatgruppen in Aminogruppen umgewandelt, die mit den restlichen Isocyanaten reagieren (Polyaddition)

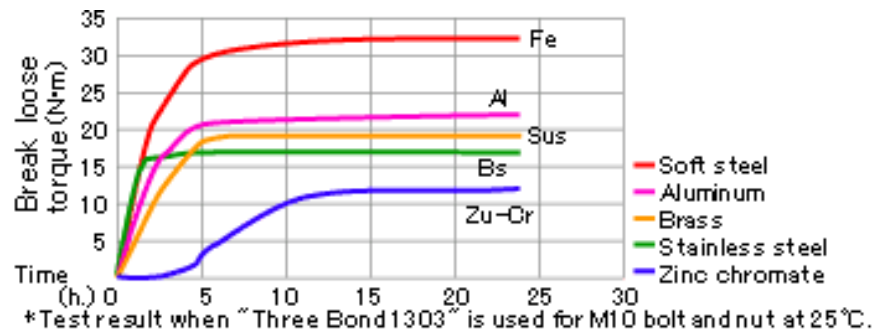


Nach Aushärtung:
schaumige Struktur

- + Schnelle Fixierung
 - + Härter innert Sekunden durch Luftfeuchtigkeit (und Ausschluss Sauerstoff)
 - + Weites Spektrum an Formulierungen (flexibel, hoch Temp. etc)
 - + Weites Spektrum an Substraten verklebbare (z.B. Elastomere)
 - + Ein-Komponenten-System
-
- Nicht beständig gegen aromatische Ester, Ketone (Aceton)
 - Nur geringe Schichtdicken möglich
 - Feuchtigkeit und Wärme lösen CA's
 - Nicht für strukturelle Verklebungen geeignet
 - Lagerung im Kühlschrank



- + Schnelle Fixierung
- + Ein-Komponenten-System
- + hohe Festigkeiten
- + gute Chem. und Temp. Belastbarkeiten
- + Benötigt keinen Sauerstoff etc. aus Umwelt
- Geringe Spaltüberbrückung
- Eher spröder Klebstoff (Duomer)
- Schlechte Eigenschaften bei dynamischen Belastungen
- Braucht Metallionen zur Aushärtung (oder Primer)



Zinc coated

Nickle coated

Stainless steel

Yellow chromated

Brass

Black oxide

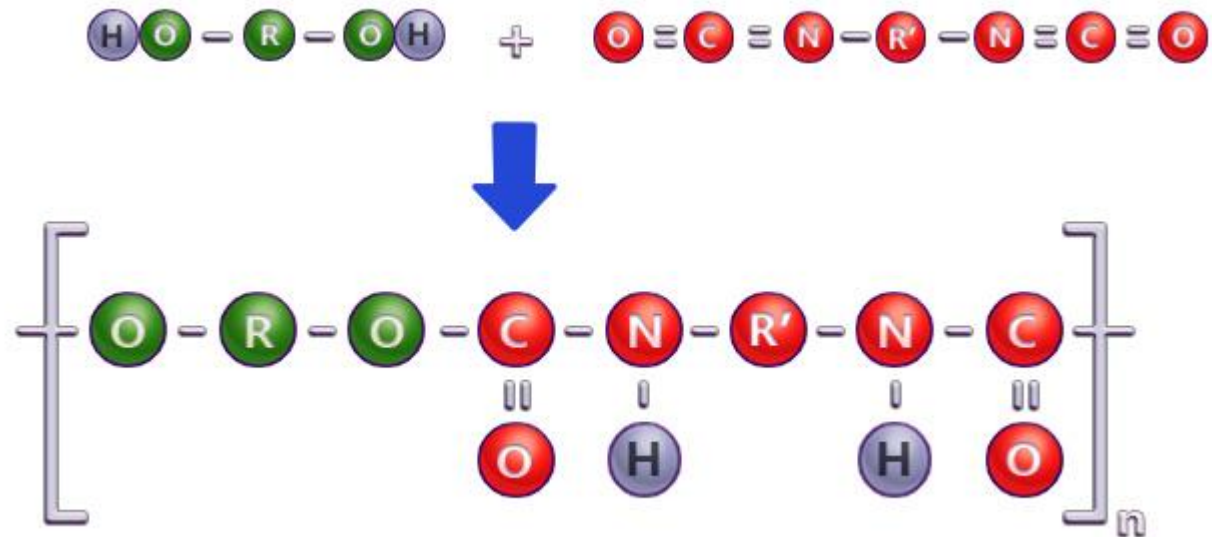


Active substrate
(fast curing)

Steel, brass, bronze, copper, mild steel

Inactive substrates
(slow curing)

Stainless steel, aluminium, oxide layers, zinc, tin, gold, anorganic coatings, chromate coatings, plastic,



“Bei der Polyaddition reagieren Monomere, die zwei oder mehr funktionelle Gruppen aufweisen, miteinander zu Makromolekülen, wobei es bei der Bindungsknüpfung zur Umlagerung eines Wasserstoffatoms kommt. Im Gegensatz zur Polykondensation entstehen hierbei keine Reaktionsnebenprodukte.“

1K Epoxy

1K PUR

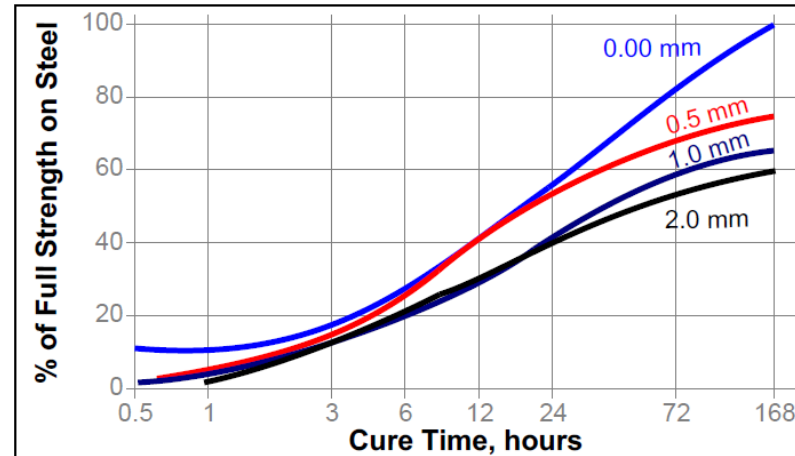
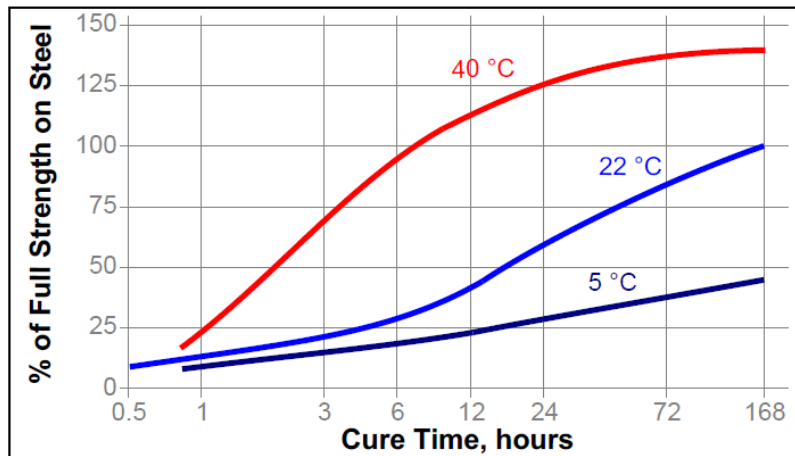
2K Epoxy

2K PUR

Typische Härtingsbedingungen

Temperatur	°C	10	15	23	40	60	100
Härtungsdauer	Stunden	-	-	-	-	-	-
ZSF > 1MPa	Minuten	35	20	20	5	2	<1
Härtungsdauer	Stunden	2	-	-	-	-	-
ZSF > 10MPa	Minuten	-	70	60	25	10	2

ZSF = Zugsheerfestigkeit



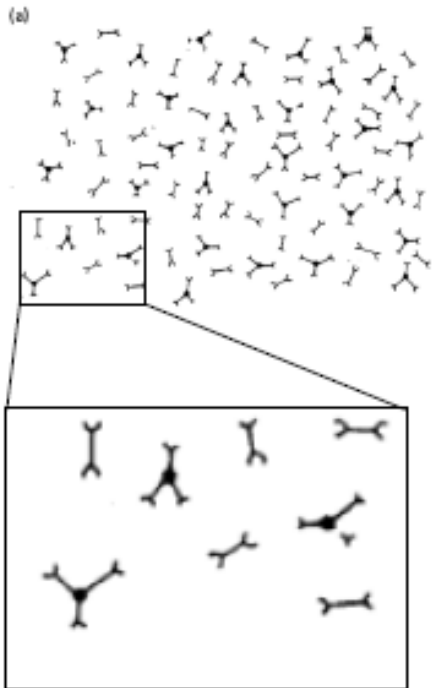
Aushärtung des Epoxidharzes: Netzwerkbildung

Monomere Harz und Härter

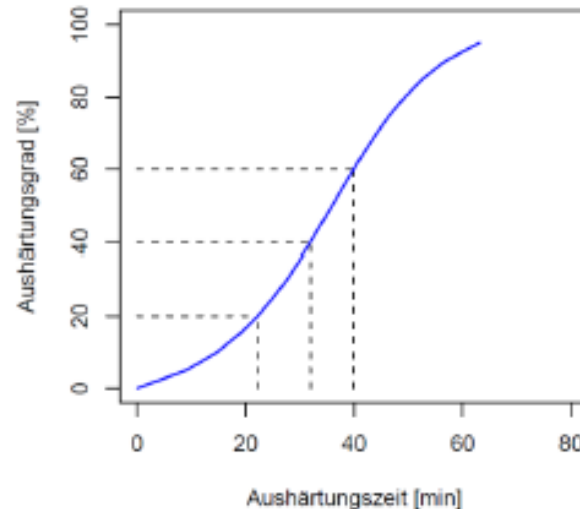
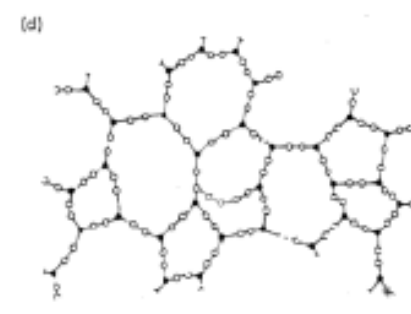
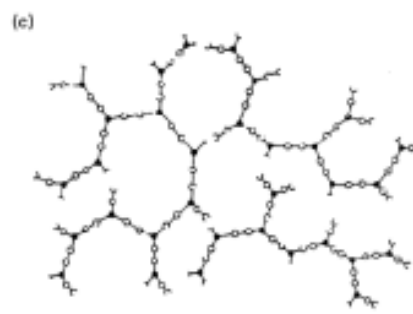
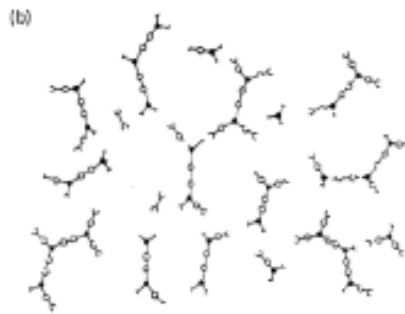
Lineares Wachstum und "Branching"

Gelpoint erreicht, unvollständig ausgehärtet

"Vollständig" ausgehärtet / vernetzt!

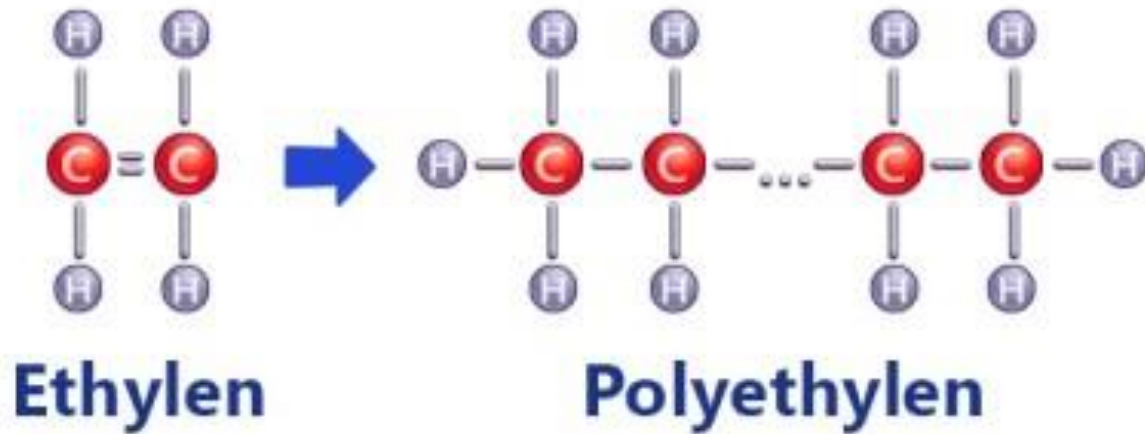


Harz und Härter



Exotherme Reaktion = Wärme wird frei!

→ Aufpassen bei grossen Mengen!



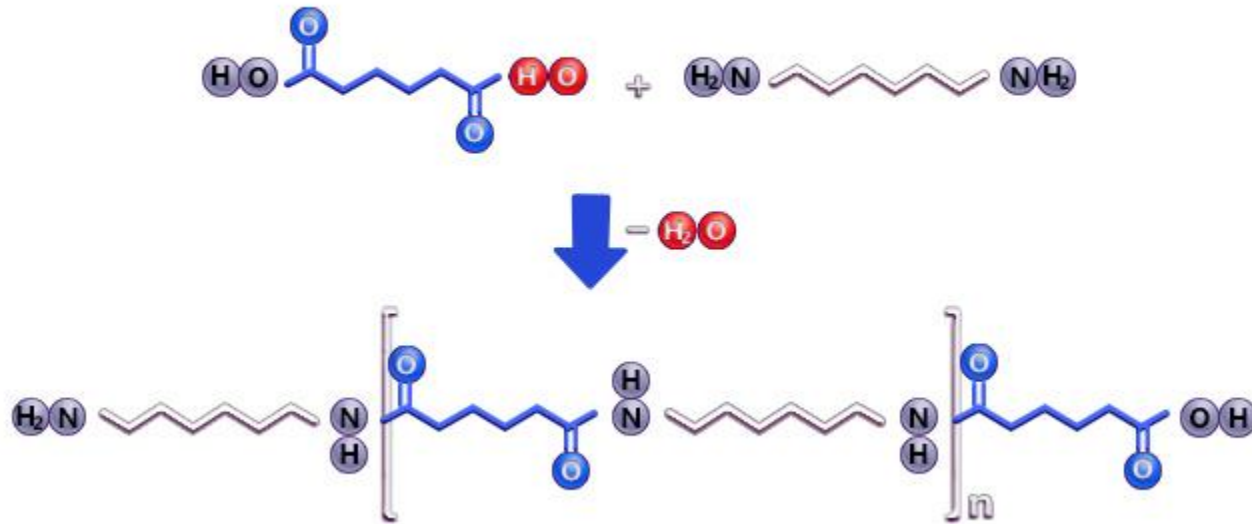
“.. eine sich vielfach wiederholende gleichschrittige Reaktionsfolge – Kettenreaktion genannt – bei der sich einfache Ausgangsstoffe (Monomere) über reaktive Doppelbindungen miteinander verbinden. In der stark exothermen Reaktion werden keine Nebenprodukte abgespalten...”

CA

Polyesterharze

Methylmethacrylate

UV Aktivierte Systeme



“Verbindendes Merkmal der Polykondensation ist die Verknüpfung von Monomeren, die mindestens zwei reaktionsfähige funktionelle Gruppen tragen, zu einem Makromolekül. Dabei werden einfache, niedermolekulare Reaktionsnebenprodukte wie Wasser, Alkohole, Ammoniak oder Chlorwasserstoff abgespalten..“

MS Polymer



1k Silikon

