

Vortrag

Polyurethan für den Einsatz im Rohrgraben *Worauf kommt es an?*

Im Rahmen des BFW Expertenforums
Fernwärme 2020

Dipl.-Ing. Christof Grieser-Schmitz
BASF Polyurethanes GmbH, Lemförde



Agenda

- 1) Grundlagen der Polyurethanchemie
- 2) Verarbeitungsbedingungen und Einflüsse
- 3) Lagerung und Sicherheitsaspekte

1. Grundlagen der Polyurethanchemie

Grundlagen der Polyurethanchemie

Wie entsteht PU-Schaum eigentlich?



Grundlagen der Polyurethanchemie

A-Komponente / Polyol-Komponente

- Polyole
- Katalysatoren
- Treibmittel (chemisch oder physikalisch)
- sonstige Additive
- Stabilisatoren

B-Komponente

- Diisocyanat



Grundlagen der Polyurethanchemie

Was ist das Mischungsverhältnis (MV)?

→ Verhältnis von Polyol zu Isocyanat bei der Verarbeitung

Angabe in Gewichtsteilen (GT) oder in Volumenteilen (VT)

z.B. MV = 100 GT Polyol : 160 GT Isocyanat
 Dichte Isocyanat : 1,24 g/ml
 Dichte Polyol : 1,07 g/ml

Umrechnung: $100 : \text{Gewicht}(\text{Iso}) * \frac{\text{Dichte}(\text{Poly})}{\text{Dichte}(\text{Iso})} \rightarrow 100 : 160 * \frac{1,07}{1,24} = 138$

Das bedeutet: 2 Angaben für das gleiche System sind gültig:

MV (gravimetrisch) → 100 : 160 GT

MV (volumetrisch) → 100 : 138 VT

Grundlagen der Polyurethanchemie

Welche Treibmittelarten gibt es?

Chemische Treibmittel → Gasbildung

→ **Wasser** ($-NCO + H_2O \rightarrow CO_2$)

Physikalische Treibmittel → Verdampfung

→ **cyclo-Pentan** (Kohlenwasserstoff, Siedepunkt 49°C)

Grundlagen der Polyurethanchemie

Charakteristische Schaumparameter

Startzeit:

Zeit vom Beginn der Vermischung bis zur ersten Volumenvergrößerung

Abbindezeit:

Zeit vom Beginn der Vermischung bis zum Zeitpunkt, an dem aus dem aufsteigenden Reaktionsgemisch durch Eintauchen eines Stabes Fäden gezogen werden können (Fadenziehzeit)

Steigzeit:

Zeit vom Beginn der Vermischung bis zur vollendeten Volumenvergrößerung des Schaumes

Rohdichte:

Gewicht eines Schaumstückes bezogen auf sein Volumen (kg/m^3)

Grundlagen der Polyurethanchemie

Becherrohichte

- Relevant für Qualitätsprüfungen
- Schaumpilz am Becherrand abschneiden

$$\text{Becherrohichte} = \frac{\text{Masse Schaum im Becher (g)}}{\text{Bechervolumen (l)}}$$

Kernrohichte

- Relevant für Prüfung nach EN 489
- Schaumstück aus dem Inneren der Muffe
- Dichtebestimmung über Wasserverdrängung

$$\text{Kernrohichte} = \frac{\text{Masse Schaumstück (g)}}{\text{Volumen Schaumstück (l)}}$$

Grundlagen der Polyurethanchemie

Gesamtrohdichte

- Relevant für Auslegung der Schäumtable
- Gesamtheit aus Kernrohddichte und Randzonenverdichtung
- Dichtebestimmung über Muffenvolumen und eingefüllter Menge

$$\text{Gesamtrohdichte} = \frac{\text{eingefüllte Menge Schaum (g)}}{\text{Muffenvolumen (l)}}$$

2. Verarbeitungsbedingungen und Einflüsse

PUR-System für die Muffenverschäumung

Typische Polyolkomponente für die Muffenverschäumung

- z. B. Elastopor H 2130/38 (Treibmittel: cyclo-Pentan)
- Mischungsverhältnis → 100 : 160 ± 5 Gewichtsteile
100 : 138 ± 4 Volumenanteile
- Reaktionsparameter (Laborrührervermischung bei 20 °C)
 - Startzeit : 52 s
 - Abbindezeit : 252 s
 - Rohdichte (Labor) : 50 kg/m³
- Viskosität Polyolkomponente : 950 mPa*s

Verarbeitungsbedingungen und Einflüsse

Das Mischungsverhältnis

- Mischungsverhältnis **zu hoch** (Iso > 5 % zu viel)
 - spröde Schaumstruktur → schlechte Haftung, mangelnde Flexibilität
 - hohe Rohdichte → Füllgrad
- Mischungsverhältnis **zu niedrig** (Iso > 5 % zu wenig)
 - weiche Schaumstruktur → ungenügende Druckfestigkeit
zu hohe Wasseraufnahme
zu geringe Temperaturstabilität

Verarbeitungsbedingungen und Einflüsse



Verarbeitungsbedingungen und Einflüsse

Einfluss der Mischqualität - schlechte Vermischung

- Schlieren – inhomogene Schaumqualität
 - Grobe, offene Zellen
 - Spröde Schaumstruktur
-
- ➔ höhere Wasseraufnahme
 - ➔ schlechtere Wärmeleitfähigkeitswerte
 - ➔ ungenügende Scherfestigkeit
 - ➔ schlechtere physikalische Eigenschaften

Verarbeitungsbedingungen und Einflüsse



Verarbeitungsbedingungen und Einflüsse

Einfluss der Komponententemperatur

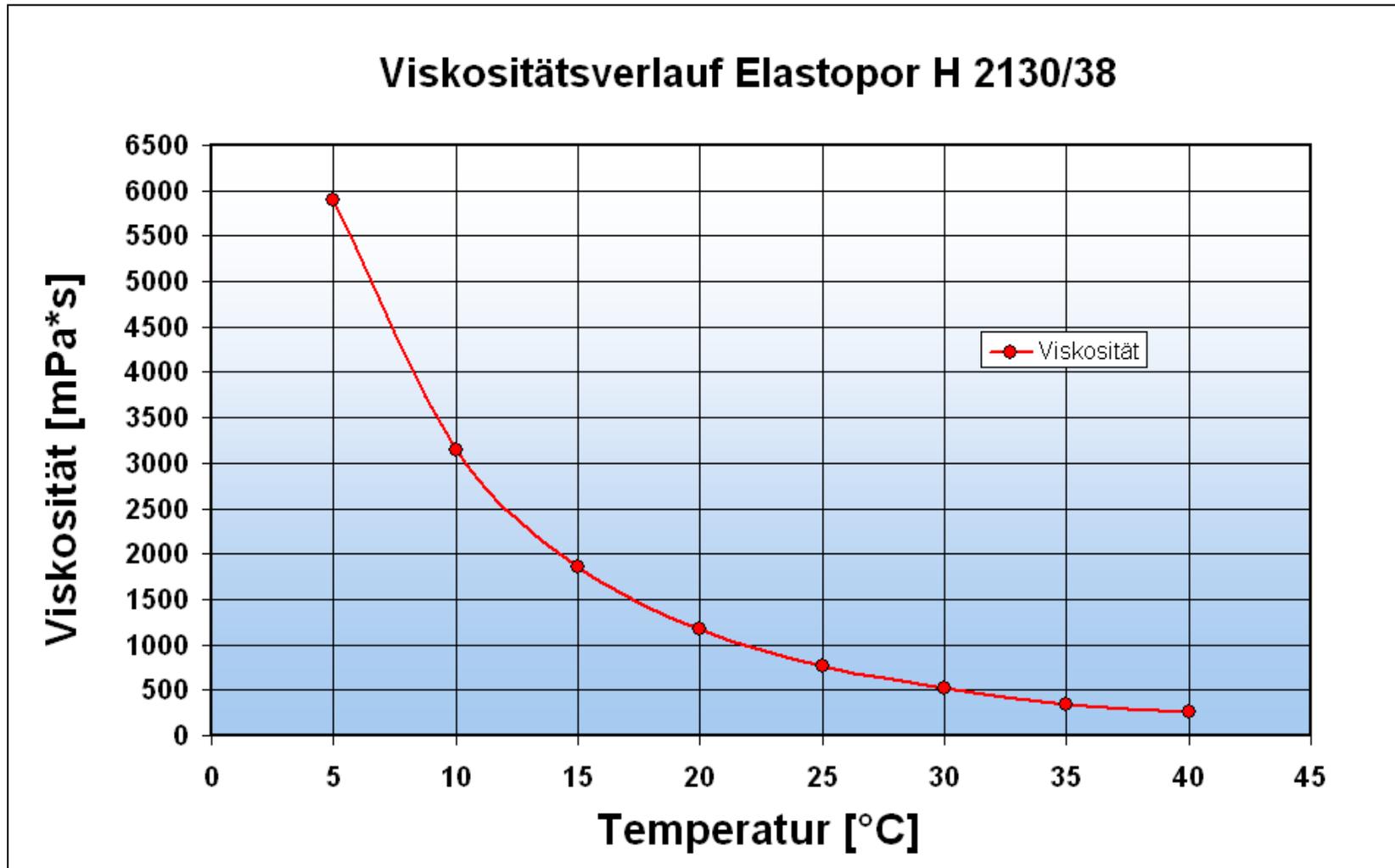
Poly- oder Iso-Komponente **zu kalt** ($\ll 20\text{ °C}$)

- höhere Viskosität → Probleme bei der Vermischung
- Reaktion zu langsam → hohe freie Rohdichte (Füllgrad)

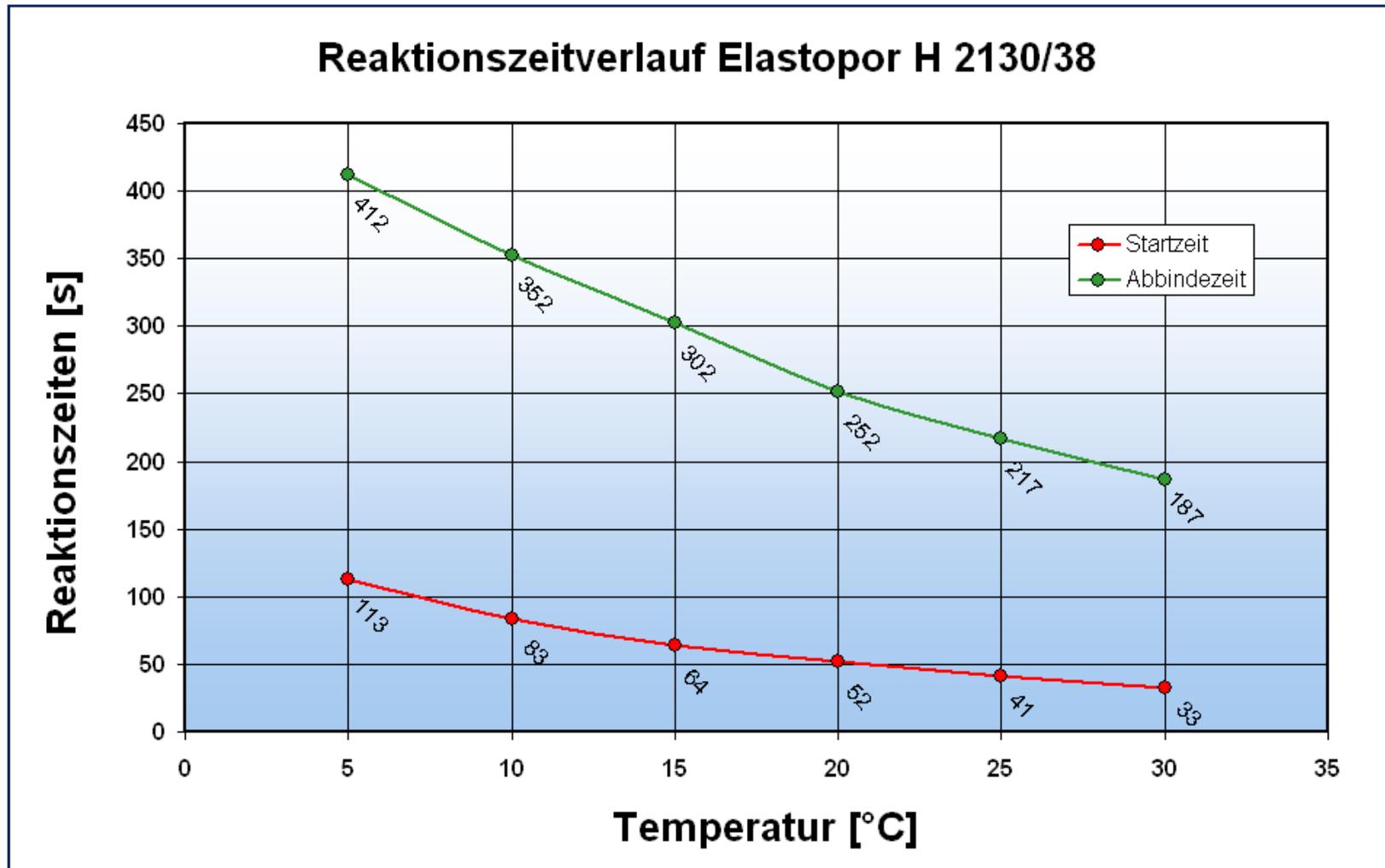
Poly- oder Iso-Komponente **zu warm** ($\gg 20\text{ °C}$)

- Reaktion zu schnell → schwieriges Einfüllen
- Verlust von Treibmittel → hohe freie Rohdichte (Füllgrad)

PU-System für Muffenverschäumung



PU-System für Muffenverschäumung



Verarbeitungsbedingungen und Einflüsse

Oberflächentemperatur

- Stahl- oder Mantelrohr **zu kalt** ($< 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$)
 - langsame Reaktion an der Grenzfläche → schlechtere Haftung
höhere Rohdichte
(mangelnde Füllung)
- Stahl- oder Mantelrohr **zu warm** ($> 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$)
 - schnelle Reaktion an der Grenzflächen → schlechtere Haftung
niedrigere Rohdichte
(Überfüllung)

Die Verschäumung außerhalb des angegebenen Temperaturfensters ist prinzipiell möglich. Bei entsprechender Arbeitsweise (Nachweis!) können Muffenverbindungen hergestellt werden, die - bei Qualitätseinbußen - die geforderten Eigenschaften besitzen.

Verarbeitungsbedingungen und Einflüsse

Einfluss von Wasser, Ölen, Fetten, Staub

- Wasser auf Rohroberfläche → ungenügende Haftung
offene Zellen
- Wasser in den Komponenten
 - Poly-Komponente → niedrige freie Rohdichte
falsches Mischungsverhältnis
 - Iso-Komponente → Bildung von Gas (Kohlendioxid)
Haut- und Klumpenbildung

Verarbeitungsbedingungen und Einflüsse



Verarbeitungsbedingungen und Einflüsse

- Staub auf Rohroberfläche → ungenügende Haftung
- Staub in den Komponenten → Verarbeitungsprobleme

- Öle, Fette auf Rohroberflächen → keine Haftung
- Öle, Fette in den Komponenten → grobe Zellstruktur
weicher Schaum

Verarbeitungsbedingungen und Einflüsse



Verarbeitungsbedingungen und Einflüsse



Verarbeitungsbedingungen und Einflüsse

Der Weg zur optimalen Muffe

- das ideale Rohr:
- vorgewärmt
 - trocken
 - sauber

- der ideale Schaum:
- richtiges Mischungsverhältnis
 - intensiv vermischt
 - optimale Komponententemperatur
 - richtige Füllmenge (Schäumtable!)

Qualitätskontrolle

Praktische Prüfung vor Ort

- Schaumprobe
- Schaumaustritt
- Erwärmung
- Klopfen

Schaumprüfung nach EN 489

- Kernrohddichte: > 60 kg/m³
- Kochtest, Wasseraufnahme: < 10 Vol. %
- Geschlossenzelligkeit: > 88 %
- Zellgröße: < 0,5 mm
- Vermischung: keine Schlieren

3. Lagerung und Sicherheitsaspekte

Lagerung und Sicherheitsaspekte

Lagerung der Polyol-Komponente

- Ideale Lagertemperatur: 15 - 25 °C
- Dicht verschlossene Lagergebinde
 - Schutz von Feuchtigkeit und Schmutz
- Bei tieferen Temperaturen kann es bereits nach einigen Stunden zum Entmischen der Komponente kommen.
- Bei höheren Temperaturen (z.B. direkte Sonneneinstrahlung):
 - Anstieg des Dampfdrucks → Bersten des Fasses
 - Zersetzung der Katalyse → Schaum reagiert langsamer
- Bei explosionsfähigem Treibmittel (z.B. cyclo-Pentan):
 - Statische Aufladung vermeiden → Polyol-Gebinde erden
 - Technische Geräte → explosionsgeschützt auslegen



Lagerung und Sicherheitsaspekte

Lagerung der Isocyanat-Komponente

- Ideale Lagertemperatur: 15 - 25 °C
- Dicht verschlossene Lagergebinde
 - Schutz vor Feuchtigkeit und Schmutz
- Längere Lagerung bei höheren Temperaturen
 - irreversibler Anstieg der Viskosität
- Restmengen sorgfältig behandeln
 - Feuchtigkeit führt zu Bildung von Kohlendioxid
 - Gefahr: Bersten des Fasses
 - Leere Gebinde nicht dicht verschließen!
- Polymeres Isocyanat (PMDI) ist gesundheitsschädlich (Xⁿ)
 - Vorschriften beachten



Lagerung und Sicherheitsaspekte

Wichtige Punkte beim Umgang mit Polyurethansystemen

- Landesspezifische Vorschriften, aktuelle Sicherheitsdatenblätter, Technische Informationen beachten
- Sicherung der Komponenten (Diebstahl, spielende Kinder)
- Leckagen → Lagerung auf versiegeltem Boden (z. B. Auffangwanne)
- Kontakt mit den Komponenten vermeiden
- Schutzkleidung tragen (Handschuhe, Schutzbrille, geschlossene Arbeitskleidung, Sicherheitsschuhe (antistatisch))
- Gute Be- und Entlüftung des Lager- und Verarbeitungsplatzes
- Rauchverbot !!!
- Personen, die mit Chemikalien umgehen, müssen mit den Sicherheitsvorschriften und Unfallmaßnahmen vertraut sein!
- **Weitere Sicherheitshinweise unter:** http://www.isopa.org/walkthetalk/MDI_de.pdf



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!!!

Fragen ???