# FUCHS LUBRICANTS GERMANY GMBH

## Verträglichkeit von Polyurethanwerkstoffen mit Hydrauliköl en

| 23.10.2025 | Mannheim | Dr. Jürgen Braun | Tobias Schürmann

LUBRICANTS. TECHNOLOGY. PEOPLE. FUCHS

# Thermoplastische Urethane
## Polyurethane in der Normung

- ISO 15380: Einzige Anforderungsnorm, die zumindest in der Vergangenheit Kompatibilitätsanforderungen bzgl. AU enthielt.

**Lubricants, industrial oils and related products (class L) — Family H (Hydraulic systems) — Specifications for hydraulic fluids in categories HETG, HEPG, HEES and HEPR**

*Lubrifiants, huiles industrielles et produits connexes (classe L) — Famille H (Systèmes hydrauliques) — Spécifications applicables aux fluides hydrauliques des catégories HETG, HEPG, HEES et HEPR*

**Table 2** *(continued)*

| Characteristics of test | Units | Requirements | | | | Test method or Standard |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Viscosity grade** | | **22** | **32** | **46** | **68** | **ISO 3448** |
| Elastomer compatibility [f] after 1 000 h at given test temperature | | | | | | ISO 6072 |
| NBR 1 | °C | 60 | 80 | 80 | 80 | |
| HNBR | °C | 60 | 80 | 80 | 80 | |
| FPM AC 6 | °C | 60 | 80 | 80 | 80 | |
| AU[g] | °C | 60 | 80 | 80 | 80 | |
| Change in Shore-A-hardness, max. | grade | ± 10 | ± 10 | ± 10 | ± 10 | |
| Change in volume, max. | % | – 3 to + 10 | – 3 to + 10 | – 3 to + 10 | – 3 to + 10 | |
| Change in elongation, max. | % | 30 | 30 | 30 | 30 | |
| Change in tensile strength, max. | % | 30 | 30 | 30 | 30 | |

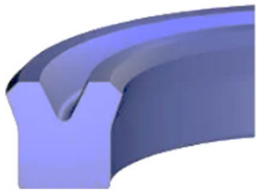
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Elastomer compatibility[c] 1 000 h at given temperature | | | | | | |
| NBR 1 according to ISO 6072 | °C | 60 | 80 | 80 | 80 | |
| HNBR/1 according to ISO 13226 | °C | 60 | 80 | 80 | 80 | |
| FKM/2 according to ISO 13226 | °C | 60 | 80 | 80 | 80 | ISO 1817 |
| Change in shore A hardness | grade | ±10 | ±10 | ±10 | ±10 | |
| Change in volume | % | −3 to +10 | −3 to +10 | −3 to +10 | −3 to +10 | |
| Change in elongation, max. | % | 30 | 30 | 30 | 30 | |
| Change in tensile strength, max. | % | 30 | 30 | 30 | 30 | |

[g] No hydrolytic stabilized elastomer exists for AU. Manufacturers produce stabilized AU materials for practical applications. It is recommended for users to clarify this item with the elastomer manufacturer.

ISO 15380 – 2009: AU ✓

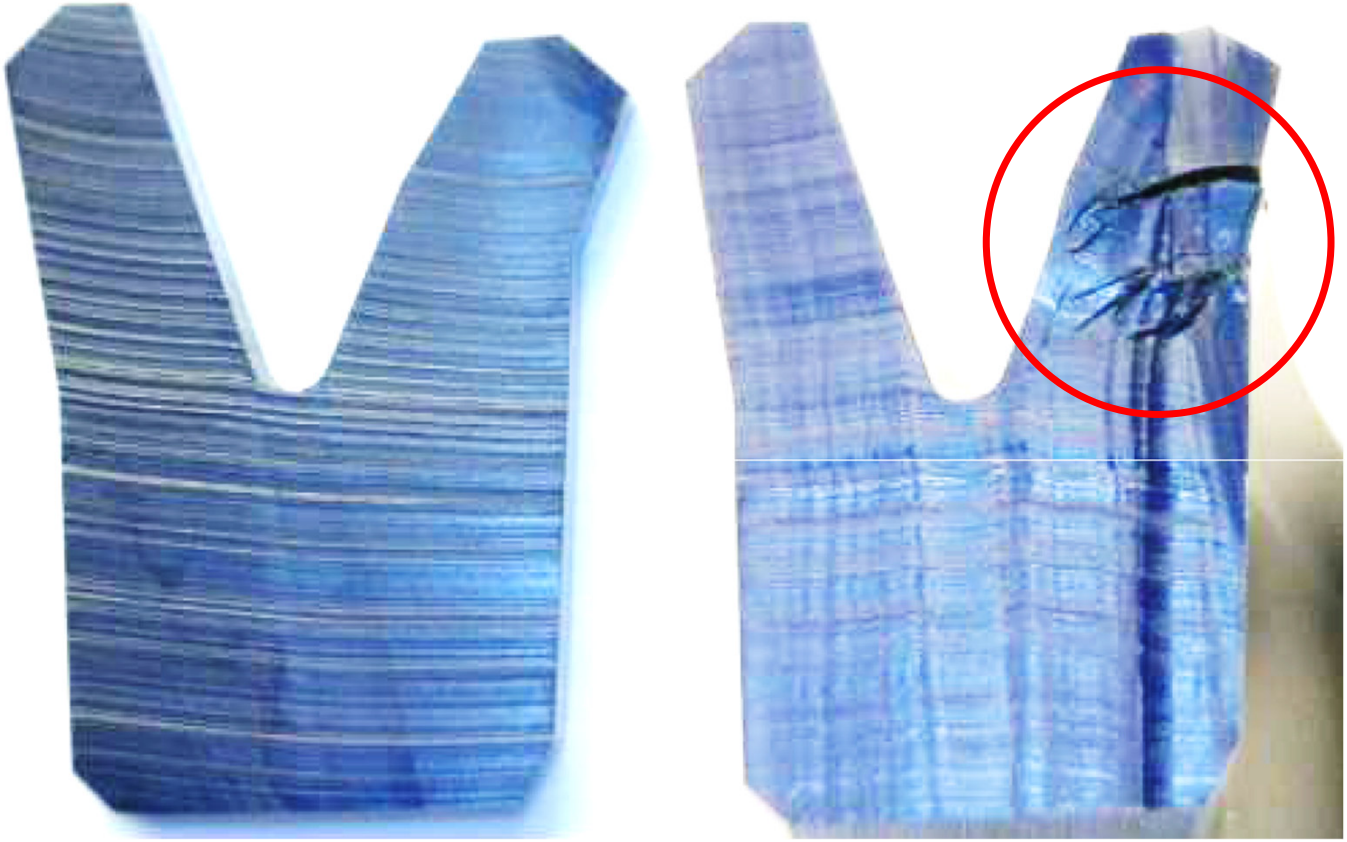
ISO 15380 – 2016 & 2023: AU ∅

# Thermoplastische Urethane
## Schadensfälle aus der Praxis - Polyester PUR



- Nutring Mobilkran
- Einsatzbedingungen im Regelfall -20°C bis +60°C, p <10 bar
- HVLP ZnDTP Ölfüllung unauffällig, quasi neuwertig
  - TAN: 0,35 mg KOH/g
  - 115 ppm Wasser

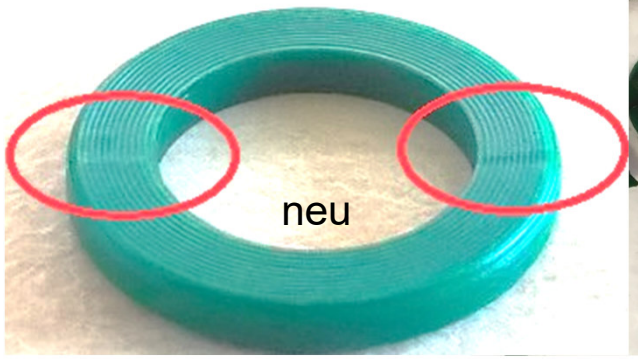
➢ Umrüstung der Serie auf NBR Nutringe

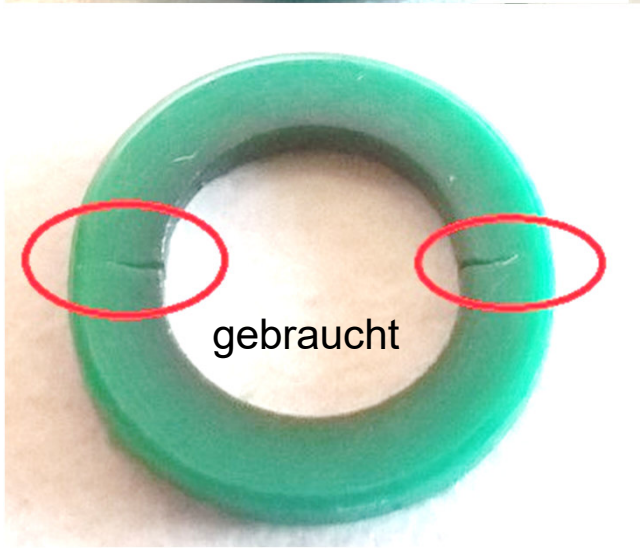


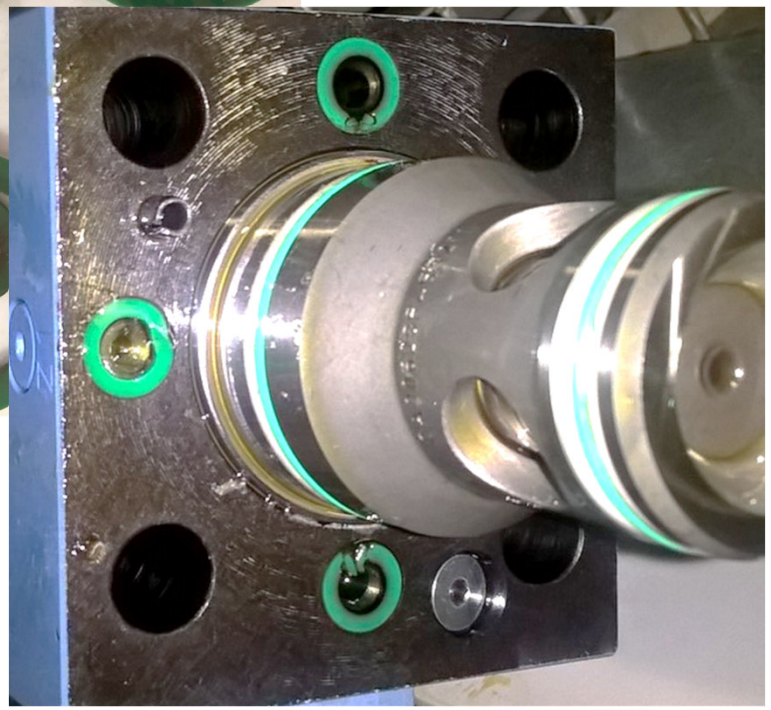
# Thermoplastische Urethane
## Schadensfälle aus der Praxis - Polyester PUR

- Statischer Einbau, „O-Ring“.
- Steuerblock eines Ziehkissens in der Karosseriefertigung

- HLP ZAF Füllung, Kennwerte unauffällig, Füllung in moderatem Gebrauchtzustand
  - Δ TAN: 0,45 mg KOH/g
  - 122 ppm Wasser





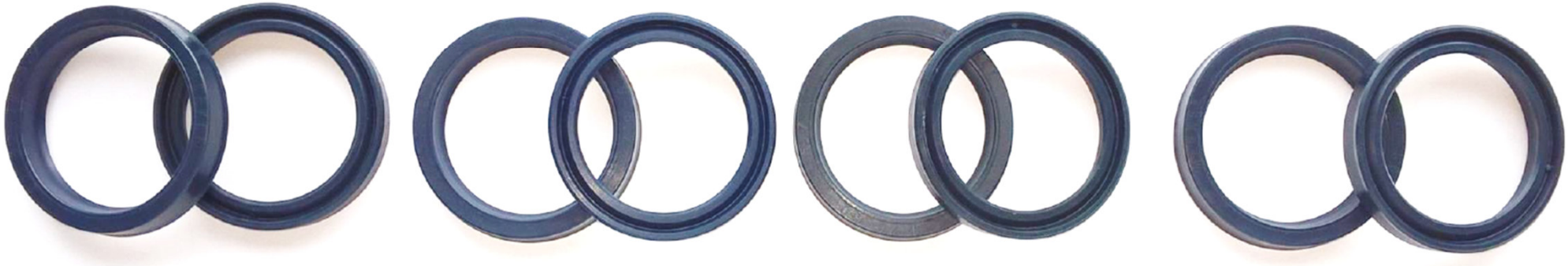
# Thermoplastische Urethane
## Schadensfälle aus der Praxis - Polyester PUR

- Stangendichtung Spritzgussmaschine
- HVLP ZAF Ölfüllung, quasi neuwertig, Kennwerte unauffällig
  - TAN: 0,11 mg KOH/g

# Thermoplastische Urethane

## Laborversuche an Nutringen auf PUR-Polyesterbasis Teil I

| a1) HVLP ZnDTP Öl<br>**Gebrauchtöl**_KA 61131<br><br>80 °C / 1008 h | a2) HVLP ZnDTP Öl<br>**Frischöl**<br><br>80 °C / 1008 h | b1) HVLP ZnDTP Öl<br>**Frischöl + 10% dest. Wasser**<br><br>80 °C / 1008 h / Rühren | b1) HVLP ZnDTP Öl<br>**Frischöl + 10% dest. Wasser + 0,5% Emulgator**<br><br>80 °C / 1008 h / Rühren |
|---|---|---|---|



| nach Testende | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | a1) HVLP ZnDTP ÖlGebrauchtöl | a2) HVLP ZnDTP Öl Frischöl | b1) HVLP ZnDTP Öl Frischöl + 10% dest.Wasser + Rühren | b2) HVLP ZnDTP Öl Frischöl +10 % dest. Wasser + 0,5% Emulgator + Rühren |
| Volumenänderung % | 0,57 ✓ | 0,73 ✓ | 0,35 ✓ | 0,56 ✓ |
| TAN mgKOH/g | 0,58 | 0,73 | 0,77 | 0,77 |

# Thermoplastische Urethane

## Laborversuche an Nutringen auf PUR-Polyesterbasis Teil I

| b3) HVLP ZnDTP Öl<br>**Frischöl + 10% dest. Wasser**<br><br>80 °C / 1008 h / ohne Rühren | c) **dest. Wasser**<br><br>80 °C / 1008 h | d) **dest. Wasser**<br><br>60 °C / 1008 h / Rühren |
|---|---|---|

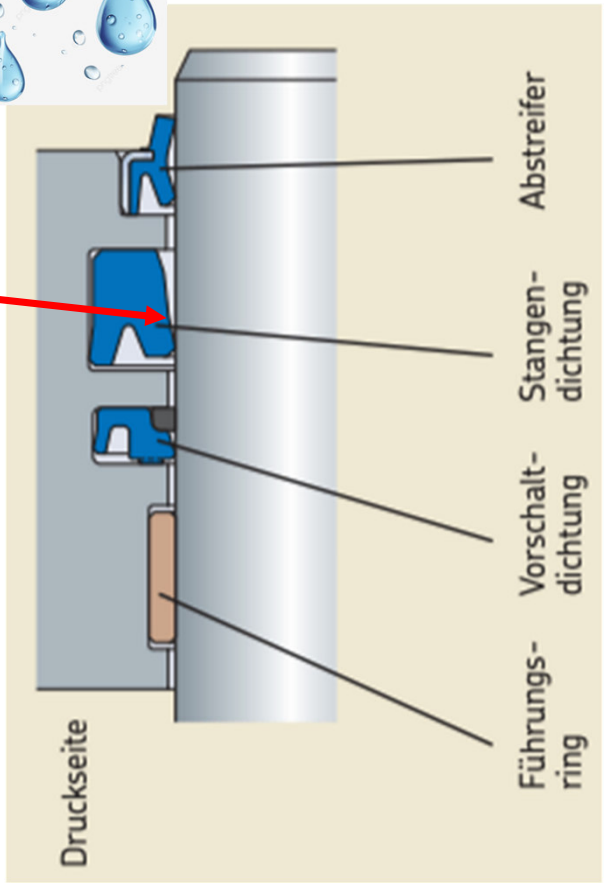
| nach Testende | | | |
|---|---|---|---|
| | b3) HVLP ZnDTP Öl<br>Frischöl<br>+ 10 % dest. Wasser<br>ohne Rühren | c) Wasser / 80°C | d) Wasser / 60°C |
| Volumenänderung % | 0,53 ✓ | 0,29 ✓ | 0,61 ✓ |
| TAN mgKOH/g | 0,82 | - | - |

# Thermoplastische Urethane

## Schadensfälle aus der Praxis - Polyester PUR

- Nutring Mobilkran
- Einsatzbedingungen im Regelfall -20°C bis +60°C, p <10 bar
- HVLP ZnDTP Ölfüllung unauffällig, quasi neuwertig
  - TAN 0,35 mg KOH/g
  - 115 ppm Wasser

- ABER: Ständiger Kontakt mit Wasser-Öl Gemisch durch vertikale Anordnung
- Flüssigkeit zwischen Abstreifer und Nutring 9,6% Wassergehalt




Source: SKF Economos
https://dichtungen-knowhow.com/

# Thermoplastische Urethane

## Laborversuche an Nutringen auf PUR-Polyesterbasis Teil II

| A | B | C | D |
|---|---|---|---|
| **0,4% Zinkdialkyldithiophosphat**<br>in Mineralöl VG 32<br>+ 10% dest. Wasser<br><br>80 °C / 1008 h / verschlossen | **0,1% Aschefreies Dithiophosphat**<br>in Mineralöl VG 32<br>+ 10% dest. Wasser<br><br>80 °C / 1008 h / verschlossen | **1,0% Ester**<br>in Mineralöl VG 32<br>+ 10% dest. Wasser<br><br>80 °C / 1008 h / verschlossen | **1,0% Ölsäure**<br>in Mineralöl VG 32<br>+ 10% dest. Wasser<br><br>80 °C / 1008 h / verschlossen |

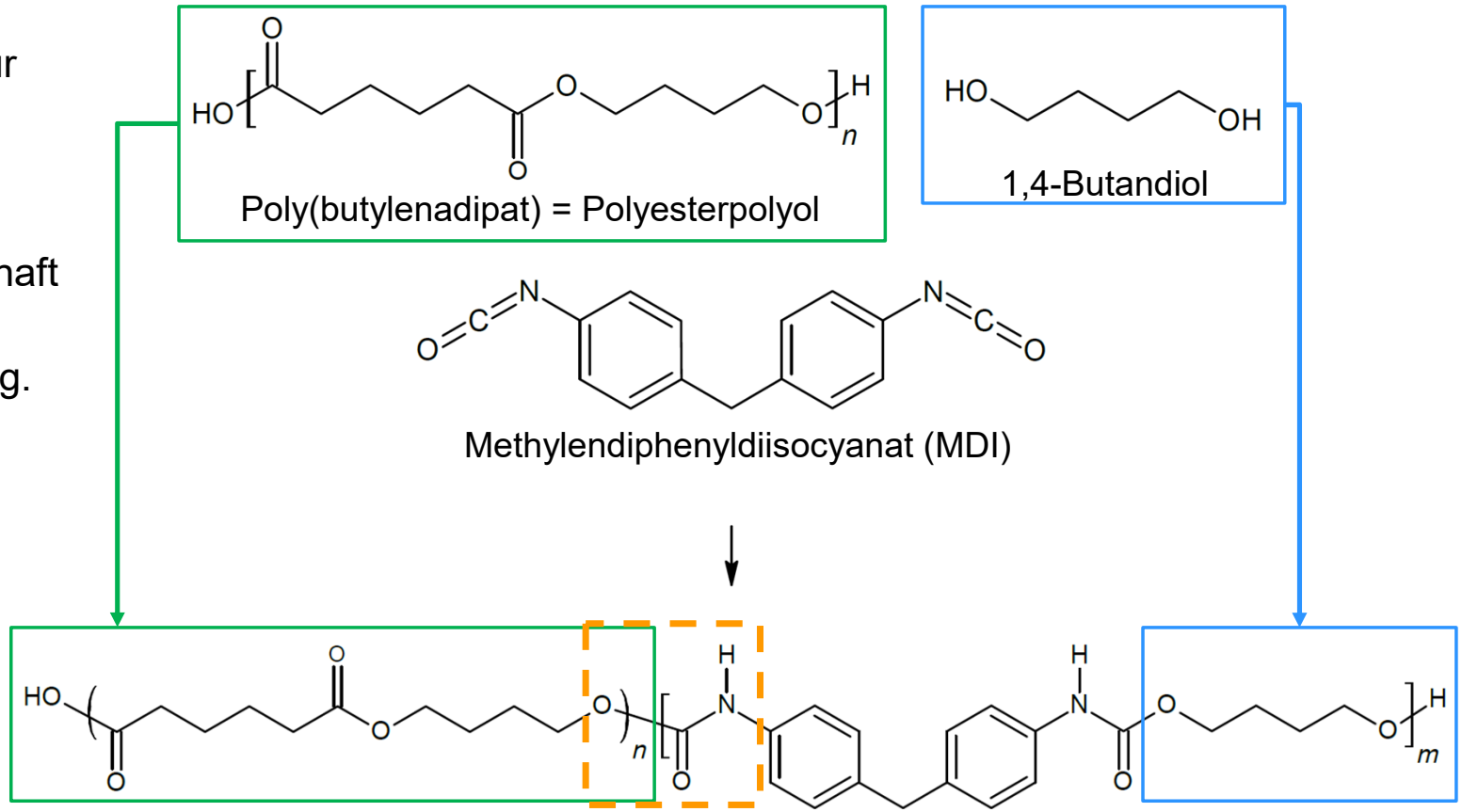
- Grundsätzlich lässt sich feststellen, dass diese PUR Dichtung bei Vorliegen gewisser Bedingungen beträchtlich geschädigt werden kann - insbesondere durch saure Komponenten (Formulierungs-bestandteile oder Hydrolyse von Schmierstoffbestandteilen).
- Die Vermutung liegt nahe, dass das PUR Polymer durch eine säurekatalysierte Hydrolyse zersetzt wird.

# Thermoplastische Urethane

## Synthese von thermoplastischen Urethanen (Polyaddition)
## Beispiel Polyurethanester

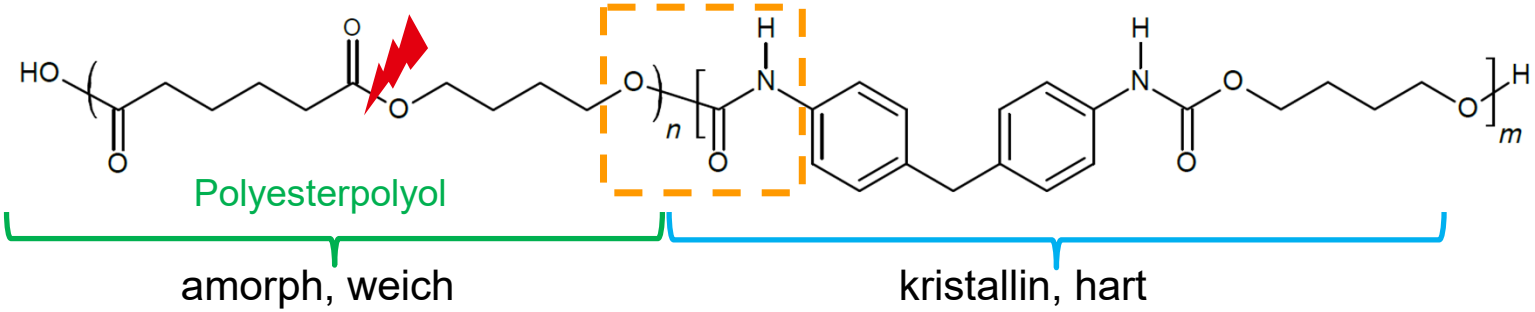
- Je nach gewünschtem Eigenschaftsprofil stehen zur Synthese diverse Stoffe zur Verfügung

- Poly(butylenadipat) beispielhaft für einen Polyesterpolol
- Butandiol beispielhaft als sog. „chain extender“ zwischen aufeinander folgenden Urethanblöcken
- Typische Diisocyanate sind MDI, Toluoldiisocyanat, Hexandiisocyanat

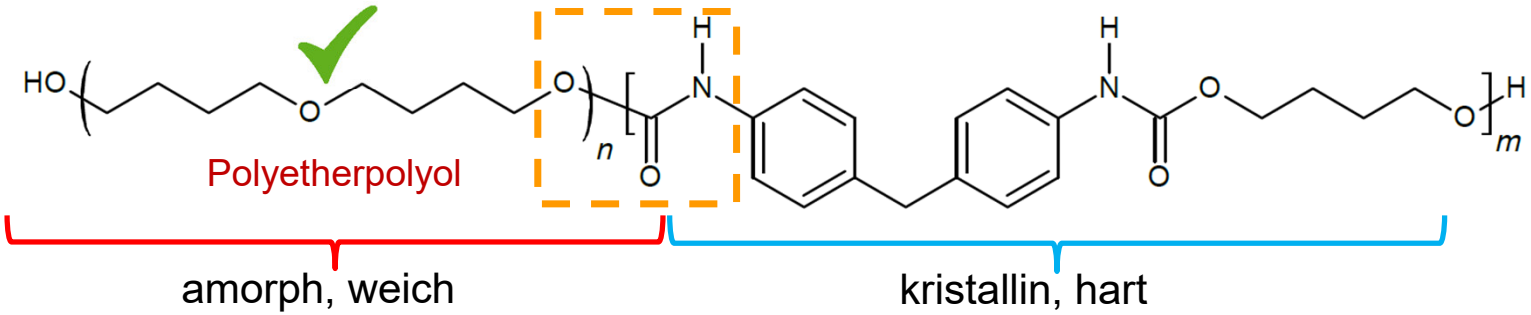


# Thermoplastische Urethane
## Chemische Eigenschaften

- <u>Polyesterurethane</u>
  - Die Estergruppen im Molekül sind hydrolyse-anfälliger als Polyether- oder Urethangruppen.
  - Kurzzeichen AU (ISO 1629)




- <u>Polyetherurethane</u>
  - Hydrolyestabil
  - Kurzzeichen EU (ISO 1629)



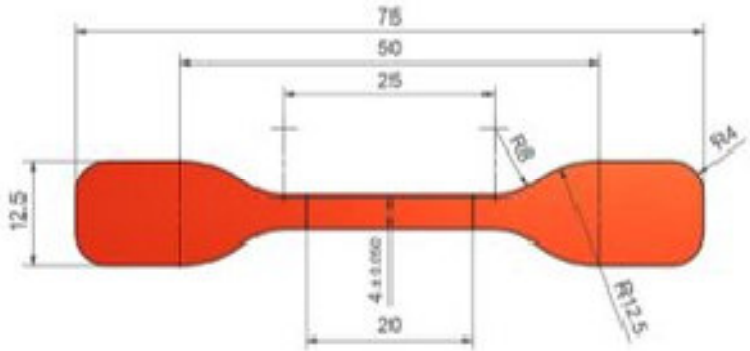
# Thermoplastische Urethane
## ISO 1817 / ISO 48 / ISO 37 Elastomer Prüfung

- ISO 1817: Prüfkörper werden bei definierter Temperatur und Dauer in das Öl eingelagert
  - Vor und nach Einlagerung werden die Eigenschaften der Prüfkörper bestimmt

- ISO 48: Shore A/D Härte Messung, microShore A als vergleichbare Alternative zu Shore A für kleine, dünne Prüfkörper wie etwa O-Ringe.

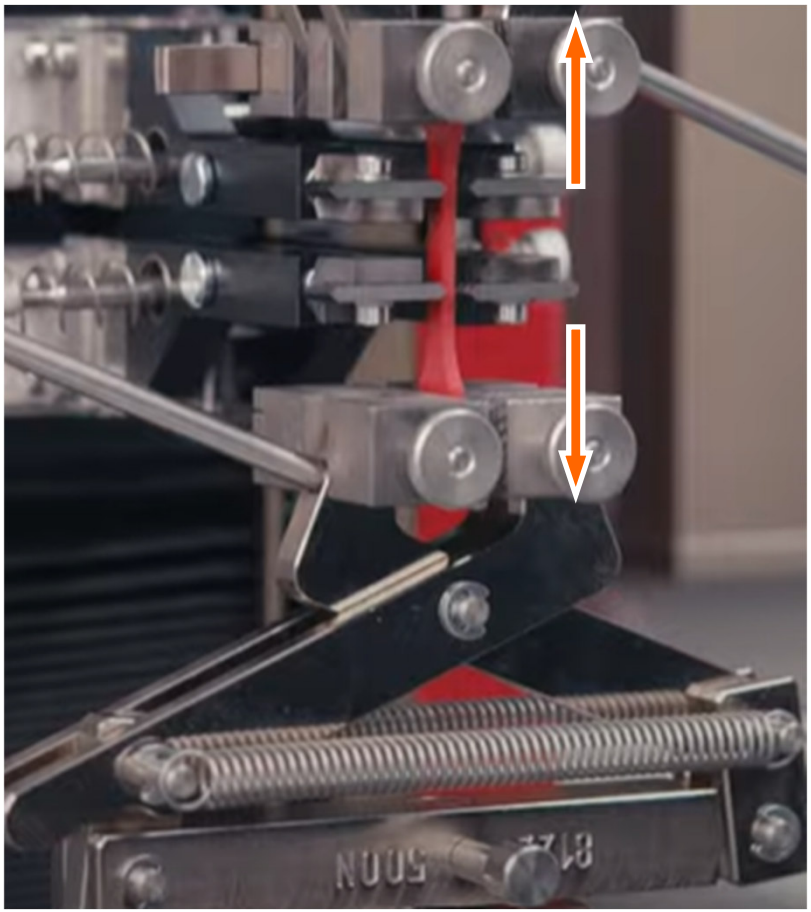
# Thermoplastische Urethane
## ISO 1817 / ISO 48 / ISO 37 Elastomer Prüfung

- ISO 1817: Volumenänderung (über Dichte) um Quellung oder Schrumpf zu bestimmen
- ISO 37: Änderung der mechanischen Eigenschaften (Zugfestigkeit, Reißdehnung), benötigt 2mm Prüfplatten
- S2 Schulterstäbe werden aus 2mm Platten gestanzt



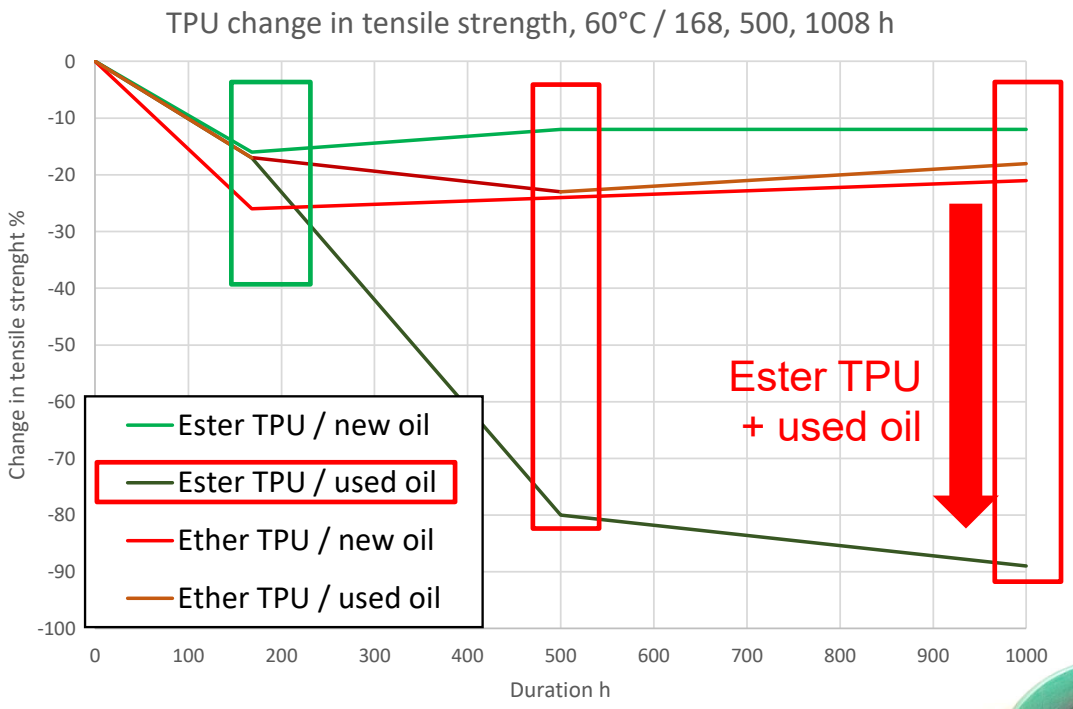
# Thermoplastische Urethane
## ISO 1817 / ISO 48 / ISO 37 Elastomer Prüfung

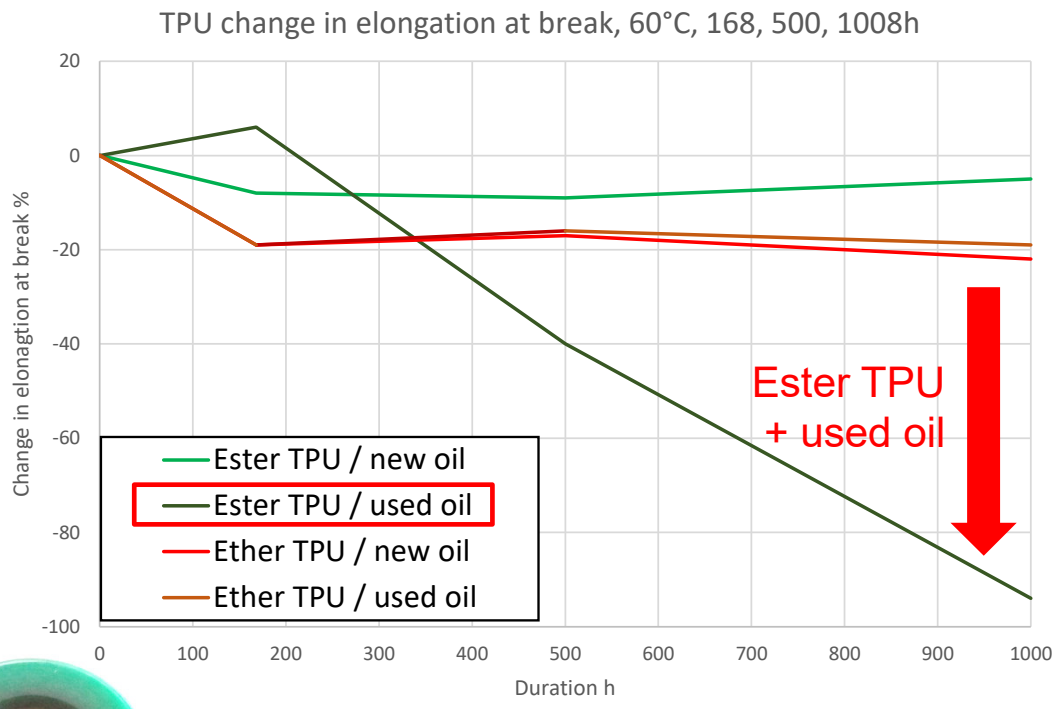
- ISO 37: Prüfmethode Zugversuch für Elastomere
- Tensile Strength (Zugfestigkeit)
  - Maximal gemessene Zugkraft (TS)
  - Aufgewandte Kraft pro Fläche [N/mm²] bezogen auf die Querschnittsfläche des S2 Stabs im Ausgangszustand
- Elongation at break (Reißdehnung)
  - Max. Dehnung bei Bruch [%]

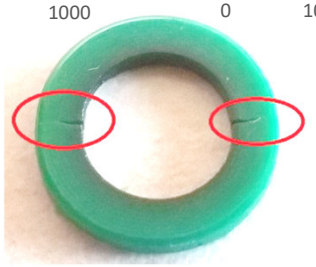


# Thermoplastische Urethane

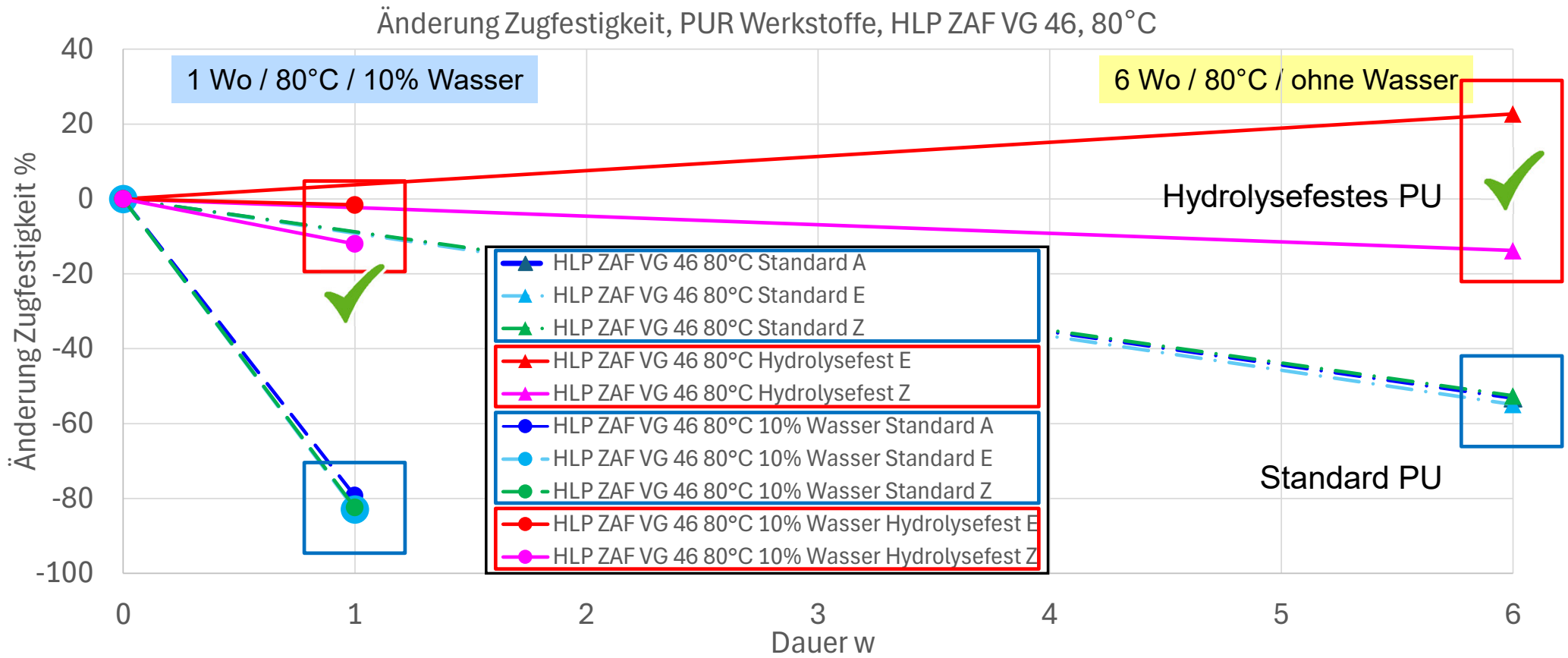
## Zugreißversuch an TPUs auf Polyester- und Polyetherbasis – ZAF Frisch- und Gebrauchtöl aus Schadensfall „statischer Einbau O-Ring im Steuerblock“.



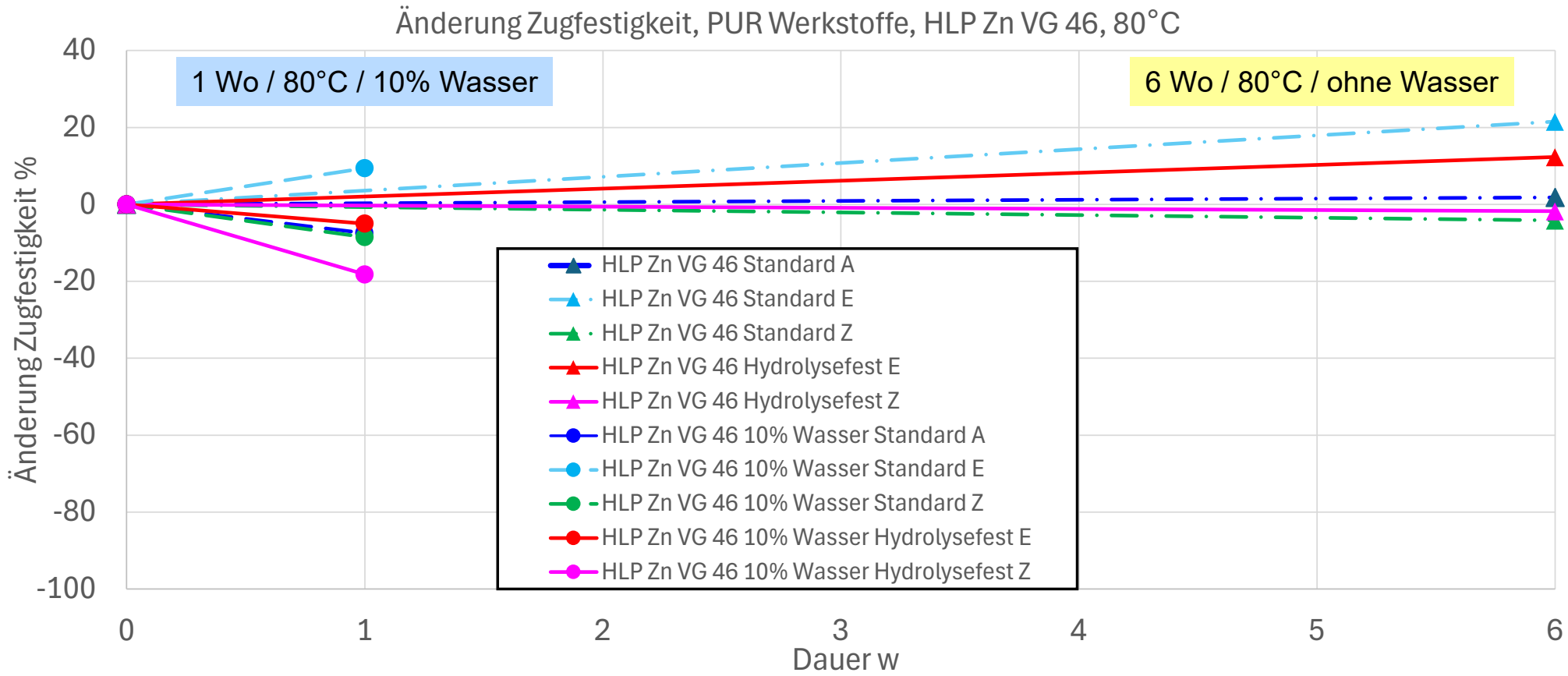



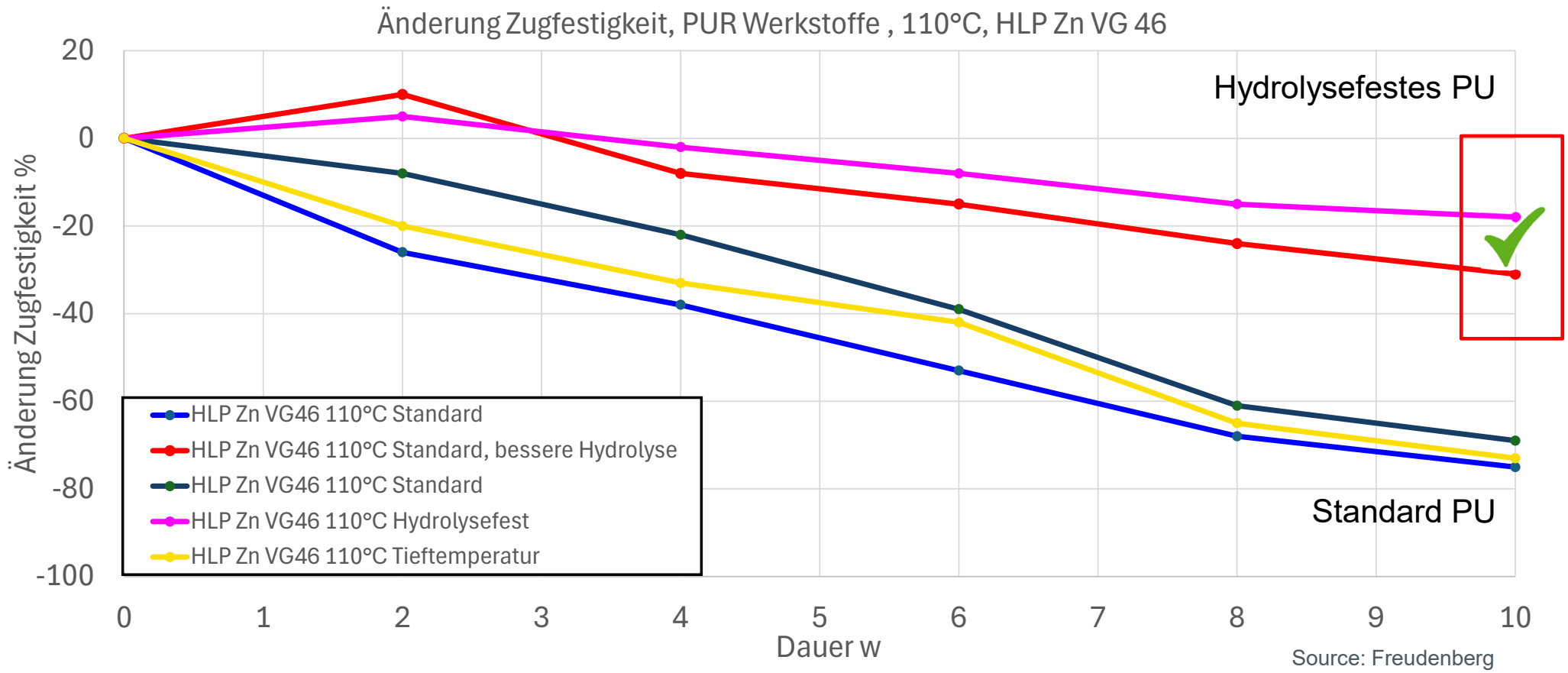
# Thermoplastische Urethane
## Unterschiede Werkstoffe mit und ohne Wasser



# Thermoplastische Urethane
## Unterschiede Werkstoffe mit und ohne Wasser

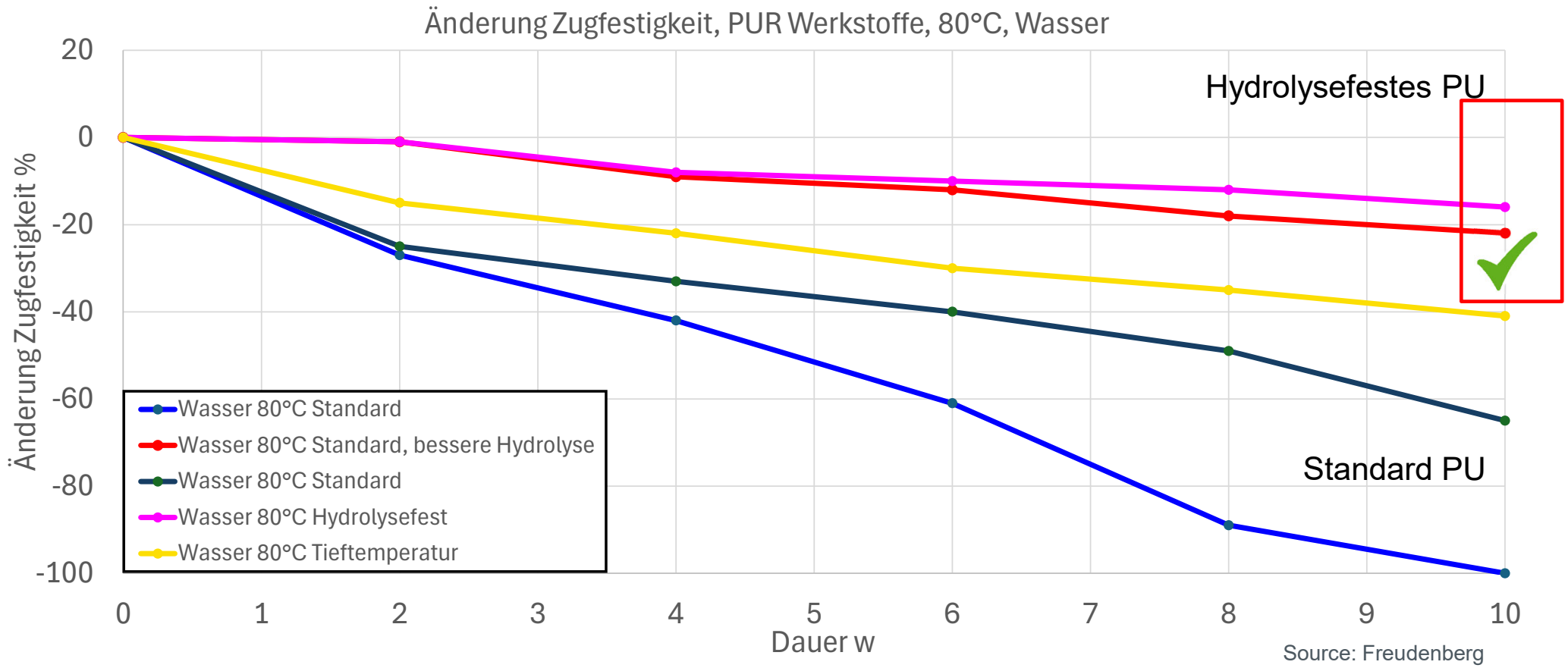


# Thermoplastische Urethane
## Unterschiede Werkstoffe



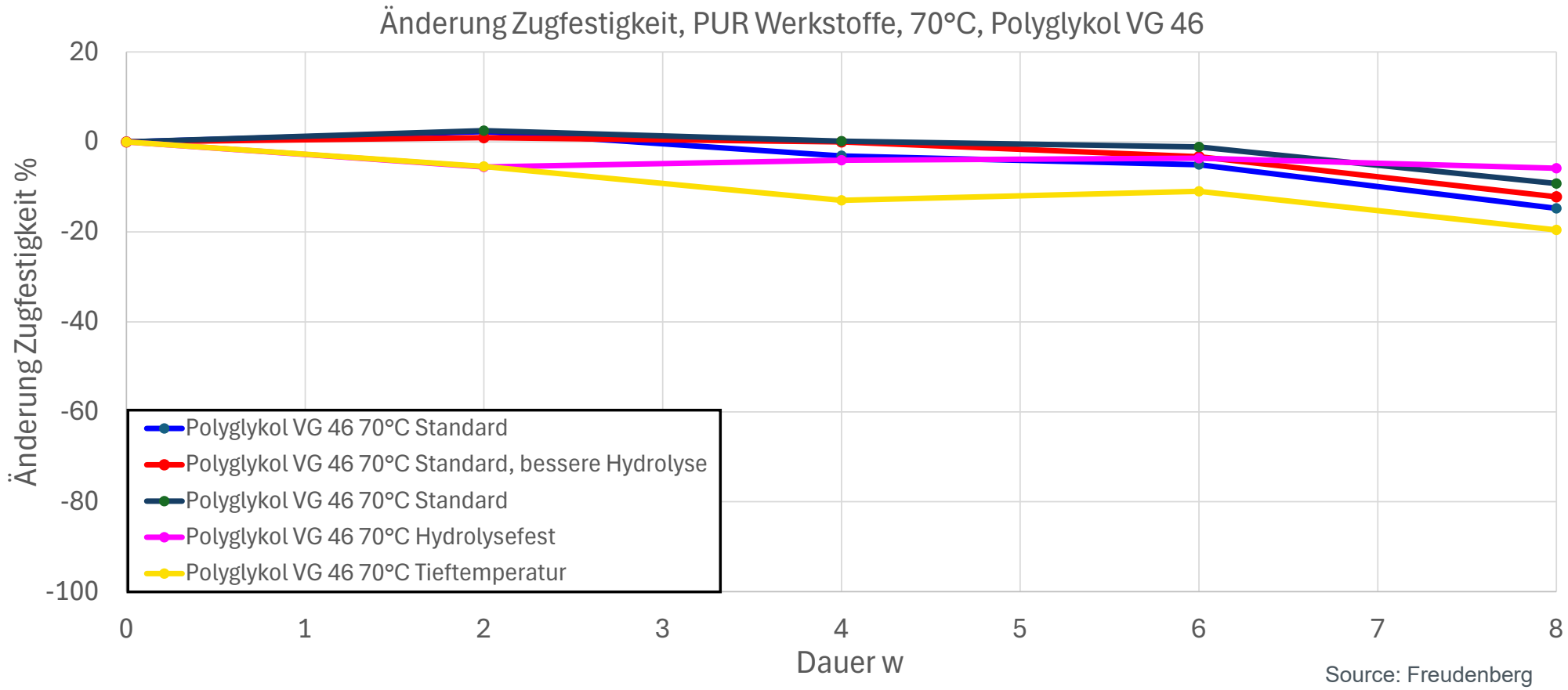

Source: Freudenberg

# Thermoplastische Urethane
## Unterschiede Werkstoffe



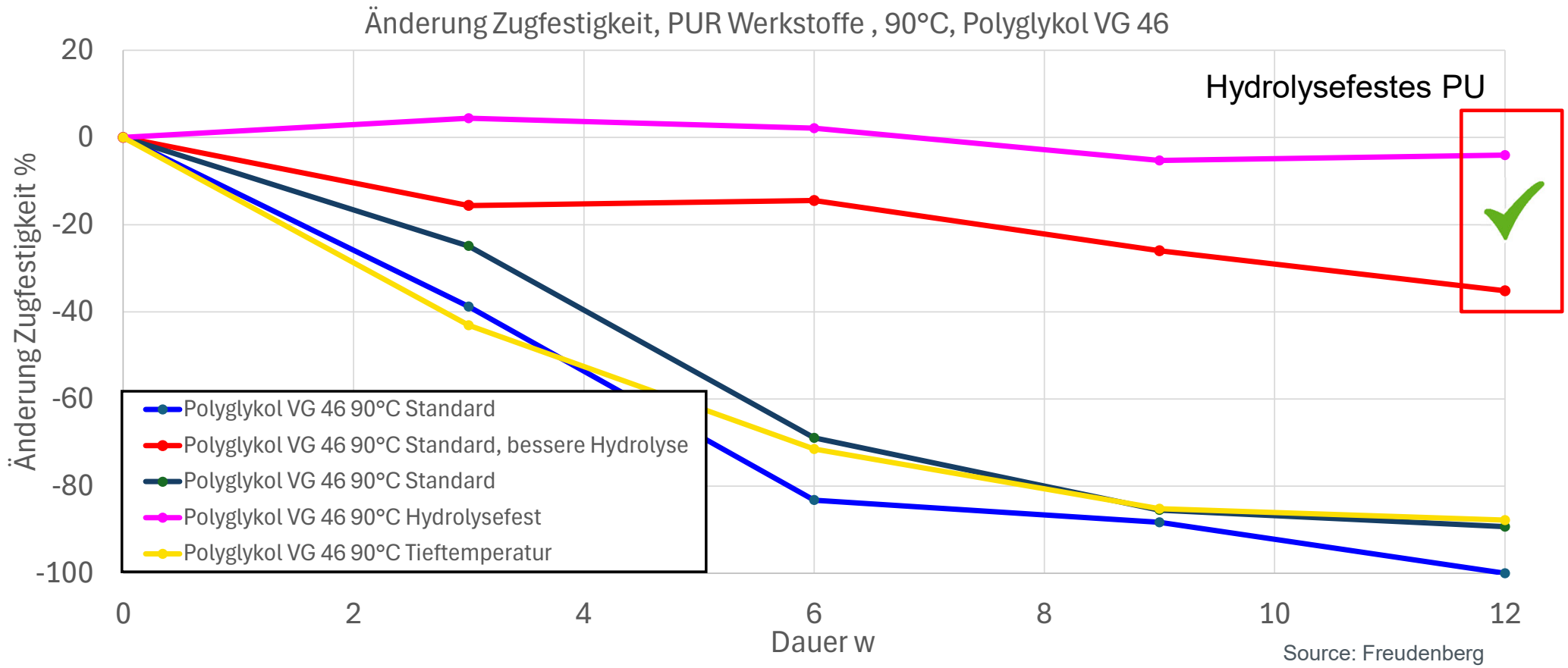

Source: Freudenberg

# Thermoplastische Urethane
## Unterschiede Werkstoffe, Temperatureinfluss




Source: Freudenberg

# Thermoplastische Urethane
## Unterschiede Werkstoffe , Temperatureinfluss




Source: Freudenberg

# Thermoplastische Urethane
# Zusammenfassung

- Polyurethane lassen sich in 2 Grundtypen aufteilen: Polyesterurethane und Polyetherurethane.
- Polyetherurethane sind im Unterschied zu den Polyesterurethanen deutlich stabiler gegenüber Hydrolyse.
- Zink- und aschefreie Hydrauliköle sind gegenüber Polyesterurethanen empfindlicher als Zn-basierte Hydrauliköle.
- ABER: Auch Zn-haltige Hydrauliköle können unter ungünstigen Bedingungen (hohe Einsatztemperaturen, Versäuerung, Langzeitkontakt mit Wasser) Standard-PU Dichtungen angreifen.
- **Einsatzsicherheit gewährleisten nur höherwertige hydrolysestabile PU Werkstoffe (Polyetherurethane).**

Thank you very much for your attention.

LUBRICANTS.
TECHNOLOGY.
PEOPLE.

FUCHS