



Einsatz von PE 80, PE-X und PE 100-RC in der Geothermie

Inhaltsverzeichnis

1. Eigenschaften und Merkmale von Polyethylen (PE)	3
1.1. Abkürzungen	3
1.2. Molekularer Aufbau von Polyethylen	3
1.3. Klassifizierung	4
1.4. Werkstoffbezeichnung	4
1.5. Rohrkennzeichnung	5
1.6. Verbesserte Eigenschaften von PE 100-RC	6
1.7. Referenzkennlinie PE 80	8
1.8. Referenzkennlinie PE 100	9
1.9. Referenzkennlinie PE-X	10
1.10. Zulässige Bauteilbetriebsdrücke	11
1.11. Außendruckberechnung bei PE-Rohren	11
1.12. Zulässige Systembetriebsdrücke und Verbindungskombinationen	12
1.13. Mindestbiegeradien	13
1.14. Wärmeausdehnung	13
2. Normen, Richtlinien und Regelwerke	14
Tabellenverzeichnis	18
Abbildungsverzeichnis	19

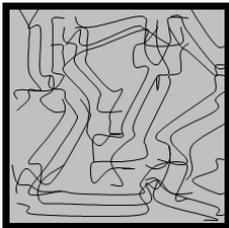
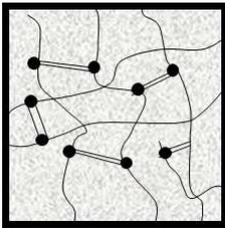
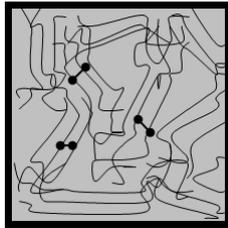
1. Eigenschaften und Merkmale von Polyethylen (PE)

1.1. Abkürzungen

MRS	erforderliche Mindestfestigkeit nach DIN EN 12162
PE	Polyethylen
PN	Nenndruck
S	Rohrserie S nach ISO 4065
SDR	Durchmesser/Wanddicken-Verhältnis

1.2. Molekularer Aufbau von Polyethylen

Tabelle 1: Molekularer Aufbau von Polyethylen

Name	Polyethylen	Vernetztes Polyethylen	Polyethylen – RC (Resistance to cracks)
Kurzzeichen	PE	PE-X	PE-RC
Abbildung			
Molekularer Aufbau	Teilkristalline Molekülstruktur (teilweise geordnete Struktur)	Vernetzte Molekülstruktur (Bindung)	Teilkristalline Molekülstruktur (teilweise geordnete Struktur, kürzere Moleküle, Bildung kurzer Querketten)

1.3. Klassifizierung

Die Klassifizierung des Werkstoffs Polyethylen wird in drei Kategorien vorgenommen:

- Dichte (PE-LD, PE-MD, PE-HD)
- Länge der Molekülketten (PE 300, PE 500, PE 1000)
- Festigkeitsklassen gemäß ISO 9080 (PE 63, PE 80, PE 100)

Gemäß DIN 8074:2011-12 wurden die Bezeichnung PE-HD gestrichen. Der Werkstoff PE-HD wird in einer eigenen Norm behandelt (DIN 16842, Rohre aus PE für drucklose Anwendungen). Der Werkstoff PE für Druckrohre wird nur noch nach seiner Festigkeitsklasse bezeichnet (PE 80 oder PE 100).

1.4. Werkstoffbezeichnung

MRS ist die erforderliche Mindestdruckfestigkeit (Minimum Required Strenght). Sie ist bestimmt durch die Zeitstand-Innendruckfestigkeit bei 20°C nach 50 Jahren mit Prüfmedium Wasser und ist festgelegt in DIN EN ISO 12162.

Tabelle 2: Erforderliche Mindestfestigkeit (Zeitstand-Innendruckfestigkeit, Quellen: DIN 8074 und DIN 16893)

Werkstoffbezeichnung	MRSa [MPa, bar]
PE 80	8,0
PE-Xa	9,5
PE 100	10,0

^a MRS: Minimum Required Strenght in MPa (N/mm²)(Definition siehe DIN EN ISO 12162)

1.5. Rohrkennzeichnung

Gemäß den geltenden Normen und Richtlinien müssen die Rohre fortlaufend, dauerhaft und lesbar in Abständen von max. 1 m mit den Angaben der folgenden Tabelle gekennzeichnet sein. Eine zusätzliche Kennzeichnung zur Bauteil-Rückverfolgbarkeit mittels Barcodes kann angebracht sein.

Tabelle 3: Mindestkennzeichnung von Rohren

Herstellerzeichen	z.B. xyz
DVGW-Prüfzeichen mit Registriernummer und/oder GKR-Gütezeichen	z.B. DVGW ...
Produktnorm	z.B. PAS 1075
Medium	G (Gas), TW (Wasser)
Werkstoffbezeichnung	z.B. PE 100-RC
Durchmesser-Wanddicken-Verhältnis (SDR) _q	z.B. SDR 11
Nenndruck (PN)	z.B. PN 16
Außendurchmesser x Wanddicke	z.B. 180 x 16,4
Toleranz des Grenzmaßes	Grad B (nach ISO 11922-1:4/1997)
Herstelldatum	Tag/Monat/Jahr
Maschinennummer	z.B. 41

1.6. Verbesserte Eigenschaften von PE 100-RC

Die Eigenschaften, Anforderungen und Prüfverfahren für Rohre aus PE für alternative Verlegetechniken sind in der PAS 1075: *Rohre aus Polyethylen für alternative Verlegetechniken* aufgeführt.

Der sichere Betrieb von Rohren aus Polyethylen für alternative Verlegetechniken (z.B. Verlegung ohne Sandbettung und die damit mögliche Wiederverwendung des Aushubmaterials bei Verlegung im offenen Graben sowie grabenlose Verlegetechniken) setzt entsprechende Eigenschaften der Rohre aus Polyethylen im Hinblick auf deren Spannungsrisssverhalten voraus. Nach PAS 1075 gefertigte PE 100-RC Rohre haben gegenüber PE 100-Rohren nach DIN 8075 einen wesentlich höheren Widerstand gegenüber langsamen Rissfortschritt (Spannungsrisssbeständigkeit). Die für PE 100 genormte Dimensionierung bei Innendruck-belastung gilt auch für alternativ Verlegte Rohre aus PE 100-RC.

Qualitätssicherungs-Prüfungen werden gemäß PAS 1075 durchgeführt. Die zu erreichenden Mindestkennwerte sind wie folgt.

- Punktlastbeständigkeit (PLT): >8760 Std.
- Spannungsrisssbeständigkeit (FNCT): >3300 Std.

Diese Werkstoffe dürfen als PE 100-RC (Resistant to Cracks) gekennzeichnet werden.

PE 100-RC wurde für alternative Verlegetechniken entwickelt und wird unter anderem in sandbettfreier Verlegung, im Relining- oder Burstlining-Verfahren eingesetzt.

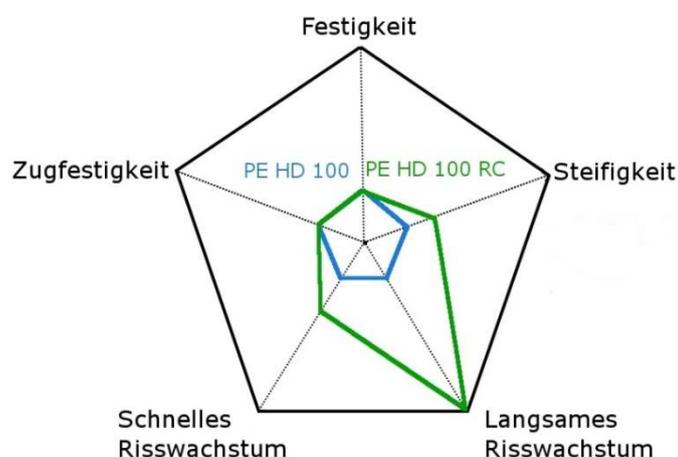
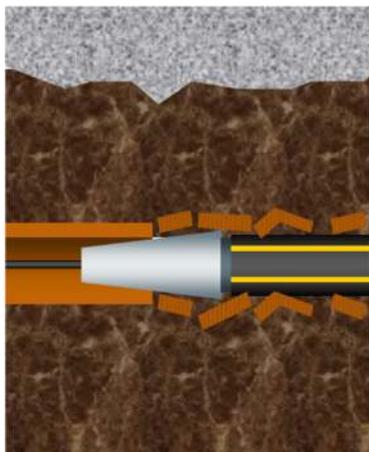


Abbildung 1: Verbesserte Eigenschaften von PE 100-RC, Quelle: WKN

PE 100-RC Werkstoffe zeichnen sich aus durch:

- Hohe Spannungsrisssbeständigkeit
- Erhöhte Punktlastbeständigkeit
- Stumpf- und Muffenschweißung möglich
- Normativ und wissenschaftlich abgesicherte Lebensdauer von mehr als 100 Jahren
- Korrosions-, Ablagerungs- und Verkrustungsbeständig



Burstlining

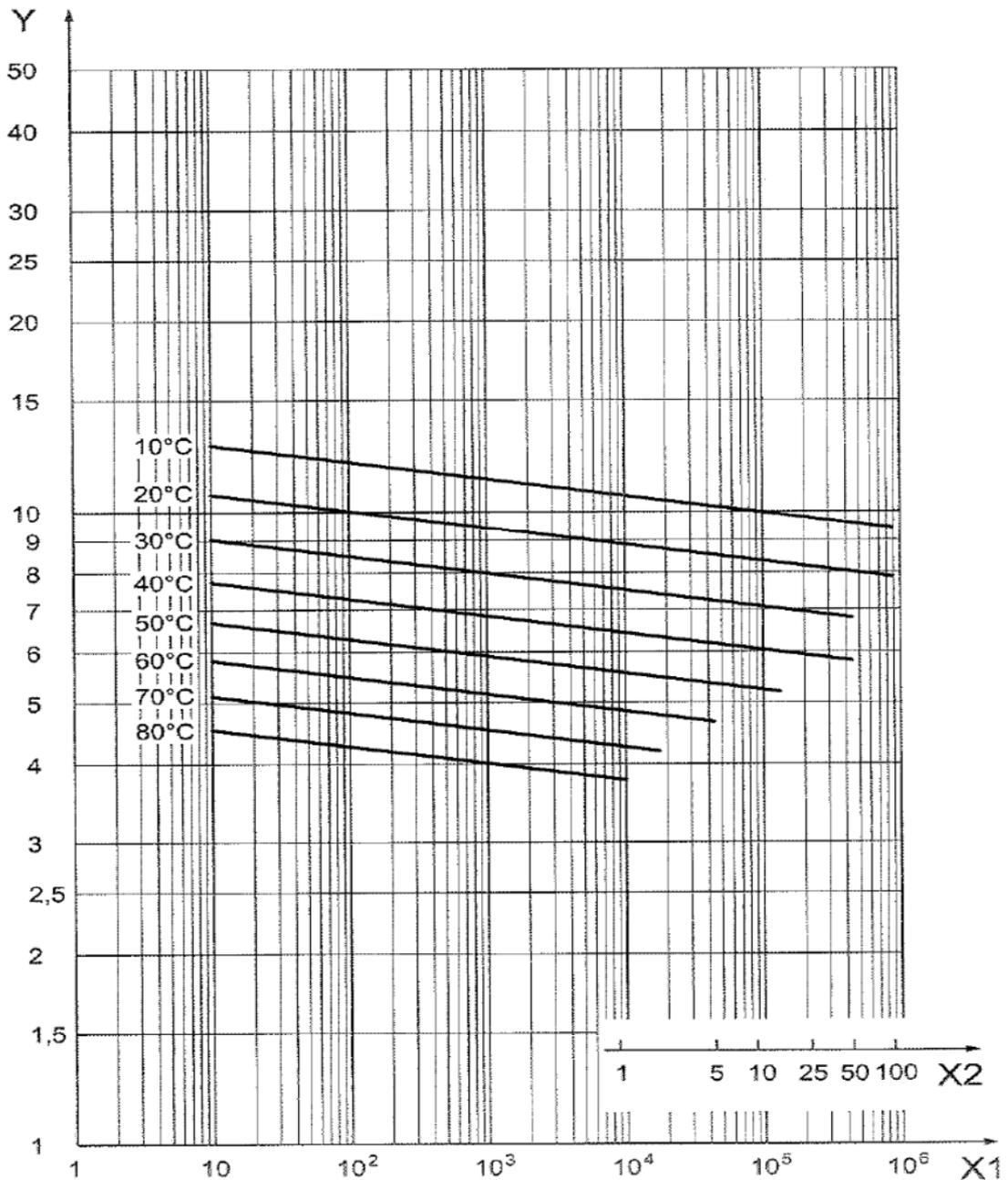


Relining



Abbildung 2: Alternative Verlegetechniken (PE 100-RC), Quelle: Lyondellbasel

1.7. Referenzkennlinie PE 80



Legende

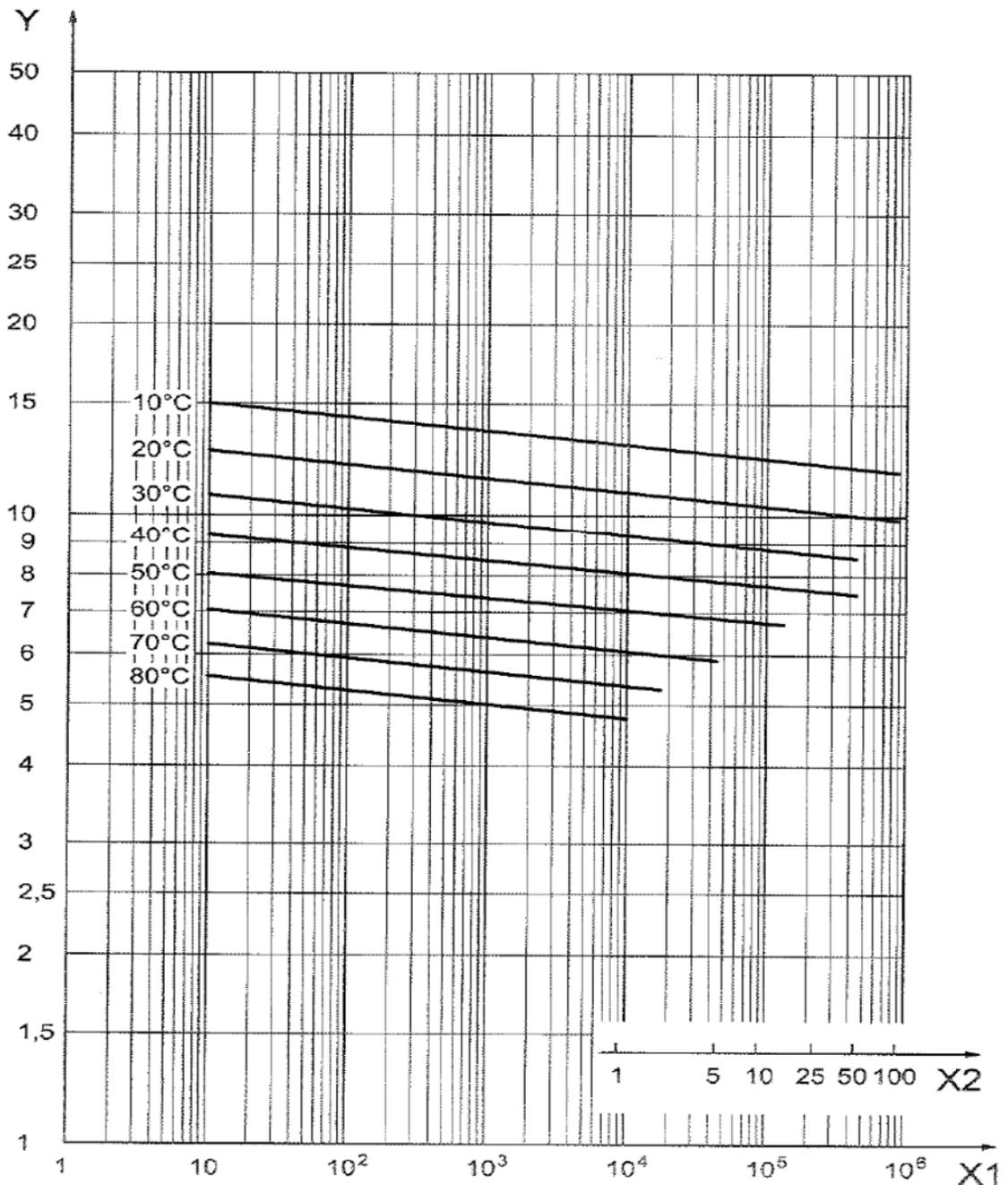
Y Zeitstand-Innendruckfestigkeit in MPa
X1 Standzeit in Stunden
X2 Standzeit in Jahren

Key

Y Hydrostatic (comparison) stress in MPa
X1 Time to fracture in hours
X2 Time to fracture in years

Abbildung 3: Referenzkennlinie der Zeitstandinnendruckfestigkeit (Mindestkurven) von Rohren aus PE 80 (Quelle: DIN 8075)

1.8. Referenzkennlinie PE 100



Legende

Y Zeitstand-Innendruckfestigkeit in MPa
X1 Standzeit in Stunden
X2 Standzeit in Jahren

Key

Y Hydrostatic (comparison) stress in MPa
X1 Time to fracture in hours
X2 Time to fracture in years

Abbildung 4: Referenzkennlinie der Zeitstandinnendruckfestigkeit (Mindestkurven) von Röhren aus PE 100 (Quelle: DIN 8075)

1.9. Referenzkennlinie PE-X

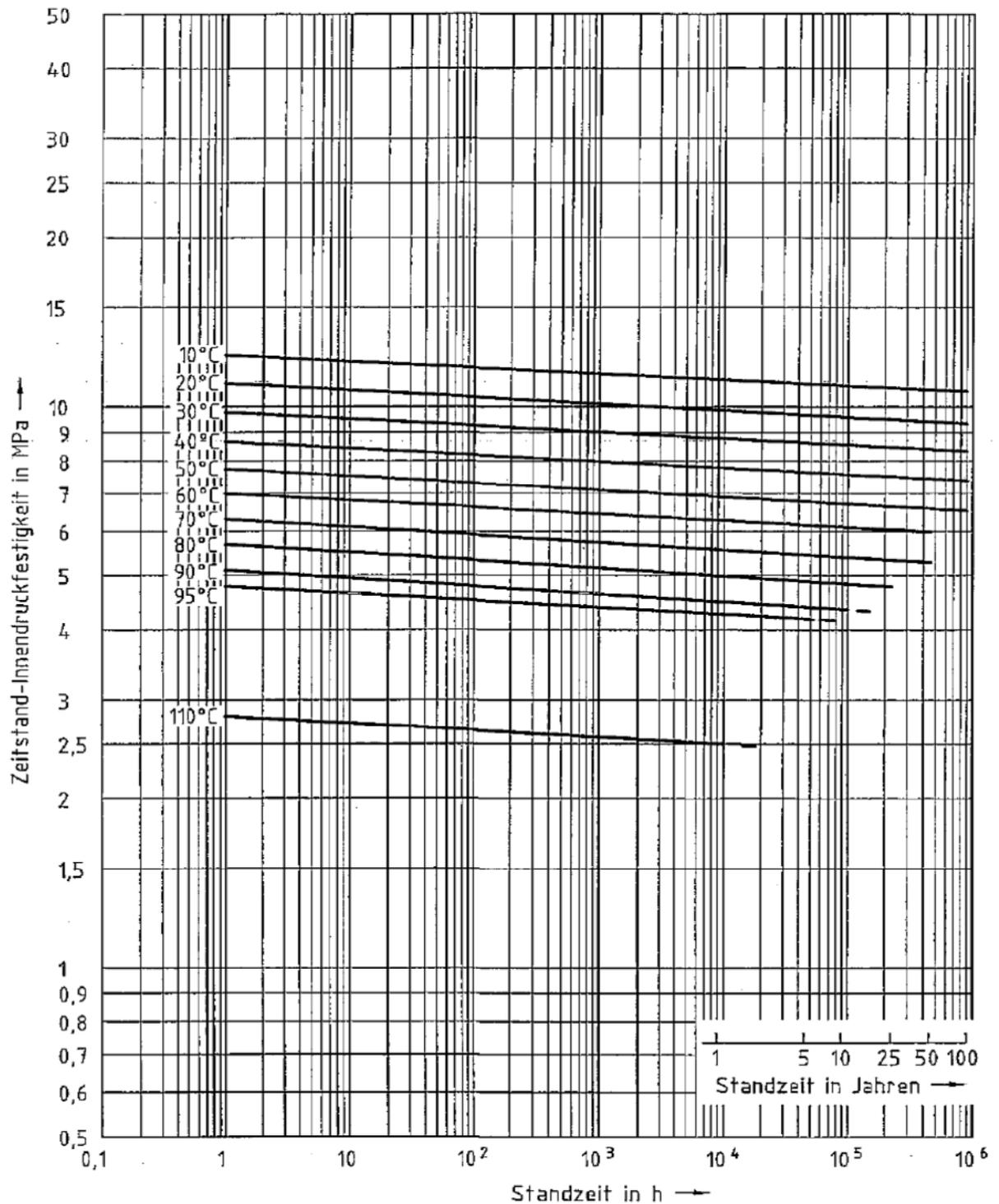


Abbildung 5: Referenzkennlinien der Zeitstand-Innendruckfestigkeit (Mindestkurven) von Rohren aus PE-X (Quelle: DIN 16892)

1.10. Zulässige Bauteilbetriebsdrücke

In der Mitteilung des DVGW Information Nr. 17: „Einsatz von PE 80, PE 100 und PE-Xa in der Gas- und Wasserverteilung“ sind die aus den Referenzkennlinien resultierenden Betriebsdrücke, in Abhängigkeit von SDR-Reihe und Werkstoff, wiedergegeben.

Tabelle 4: Wasserverteilung - SDR-Reihen - zul. Bauteilbetriebsdrücke (Quelle: DVGW Information Nr. 17)

	PE 80	PE-Xa	PE 100 PE 100-RC
SDR 11	12,5 bar	12,5 bar	16 bar
SDR 17	-	-	10 bar

Bei SDR 11 weisen Rohrleitungen aus PE 80 und PE-Xa gleichermaßen eine Druckstufe von PN 12,5 auf, Rohrleitungen aus PE 100 eine Druckstufe von PN 16.

1.11. Außendruckberechnung bei PE-Rohren

In vielen Anwendungen ist die Außendruckfestigkeit eines Rohres ein Faktum, welches insbesondere beim Einbau berücksichtigt werden muss, um später ein funktionierendes System zu erhalten.

$$P [\text{bar}] = 10 * E / (SF * 4 * (1-\mu^2)) * (e / r m)^3$$

E = E-Modul (PE 100, $E_{\text{Kurzzeit}} = 1000 \text{ MPa}$) SF = Sicherheitsfaktor gegen Einbeulen

μ = Querkontraktionszahl = 0,4 e = Wanddicke des Rohres

rm = mittlerer Rohrradius = $0,5 * (d - e)$

Beispiele :

32x3,0 PE 100; SDR 11; SF 3,0; zulässiger Außendruck = 8,8 bar

32x3,0 PE 100; SDR 11; SF 2,0; zulässiger Außendruck = 13,3 bar

63x3,8 PE 100; SDR 17; SF 3,0; zulässiger Außendruck = 2,1 bar

63x3,8 PE 100; SDR 17; SF 2,0; zulässiger Außendruck = 3,2 bar

1.12. Zulässige Systembetriebsdrücke und Verbindungskombinationen

Die zulässigen *Systembetriebsdrücke* und *Verbindungskombinationen* von Rohrleitungsteilen untereinander sind ebenfalls in der DVGW Information Nr. 17: „Einsatz von PE 80, PE 100 und PE-Xa in der Gas- und Wasserverteilung“ aufgeführt.

Tabelle 5: Leitungssystem Trinkwasserversorgung - maximal zulässige Betriebsdrücke und Verbindungskombinationen (Quelle: DVGW Information Nr. 17)

Rohre		Sonstige Rohrleitungsteile		
Rohrtyp	zul. Betriebsdruck (bar)	PE 80		PE 100
		SDR 11	SDR 11	SDR 17
Vorhandene Rohrleitungen aus PE-HD, PN 10, Rohrreihe 5	10	HM/HS	HM/HS	HM
Vorhandene Rohrleitungen aus PE-HD, PN 16, Rohrreihe 5	16	-	HM	-
PE 80 – SDR 11	10	HM/HS	HM/HS	HM
PE 80 – SDR 7,4	16	-	HM	-
PE-Xa – SDR 7,4	10	HM	HM	HM
PE-Xa – SDR 11	16	-	HM	-
PE 100 – SDR 11	16	-	HM/HS	-
PE 100 – SDR 17	10	HM	HM	HM/HS

1) Bei Kombinationen gelten für den zulässigen Betriebsdruck der Rohrleitung entsprechend Spalte 2
 2) Gilt auch für Rohr/Rohr bei HS
 3) Bezeichnung nach DIN 8074 (Ausgabe 9/87); gilt sinngemäß auch für PE-Rohre, die Bezeichnungen nach früheren Ausgaben der DIN 8074 aufweisen (z.B.: HDPE, PE hart, PE Typ II)

HM: Heizwendelmuffenschweißen, HS: Hezelementstumpfschweißen

1.13. Mindestbiegeradien

Die zulässigen Mindestbiegeradien für Rohrleitungen aus PE sind sehr stark temperaturabhängig und werden gemäß DVGW W 400-2 berechnet mit:

$$R_{\min} = 20 \times DN \text{ (Bei Rohrwandtemperatur von } 20^{\circ}\text{C)}$$

Bei einer Rohrwandtemperatur von 0°C ist dieser Wert mit dem Faktor 2,5 zu multiplizieren; bei Rohrwandtemperaturen zwischen 0 und 20°C kann der jeweils zulässige Mindestbiegeradius der PE-Rohre durch lineare Interpolation ermittelt werden. In der Verlegeanleitung A 135 des Fachverbands der Kunststoff-Industrie (KRV) ist folgende Tabelle aufgeführt:

Verlegetemperatur [°C]	kleinster zulässiger Biegeradius R
0	50 x d
10	35 x d
20	20 x d

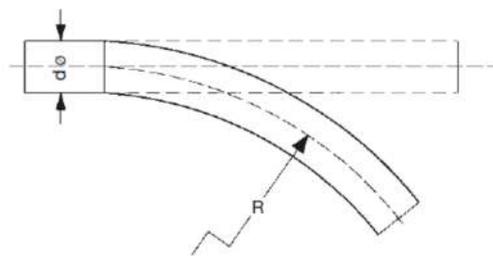


Abbildung 6: Mindestbiegeradien (Quelle: KRV A 135)

1.14. Wärmeausdehnung

Material	Rohrlänge L [m]	Temperaturänderung $\Delta\vartheta$ [K]	Linearer Längenausdehnungskoeffizient A ((mm/m)/K)	Längenänderung ΔL [mm]
Stahl	10	10	0,012	1,2
PVC-U	10	10	0,08	8
PE	10	10	0,20	20

2. Normen, Richtlinien und Regelwerke

Tabelle 6: Grundnormen

DIN 8074	Rohre aus Polyethylen (PE) – PE 63, PE 80, PE 100, PE-HD – Maße
DIN 8075	Rohre aus Polyethylen (PE) – PE 63, PE 80, PE 100, PE-HD – Allgemeine Güteanforderungen, Prüfungen
DIN 16963-5	Rohrverbindungen und Formstücke für Druckrohrleitungen aus Polyethylen (PE) – PE 80 und PE 100 – Teil 5: Allgemeine Qualitätsanforderungen, Prüfung
DIN 16892	Rohre aus vernetztem Polyethylen hoher Dichte (PE-X); Allgemeine Güteanforderungen, Prüfung
DIN 16893	Rohre aus vernetztem Polyethylen hoher Dichte (PE-X); Maße
DIN EN ISO 12162	Thermoplastische Werkstoffe für Rohre und Formstücke bei Anwendungen unter Druck – Klassifizierung und Werkstoffkennzeichnung
ISO 11922-1	Thermoplastische Rohre für den Transport von Fluiden – Maße und Toleranzen – Teil 1: Metrische Reihen

Tabelle 7: Anwendungsbezogene Produktnormen (Gebrauchstauglichkeitsnormen)

DIN EN 1555-Reihe	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Gasversorgung – Polyethylen (PE)
DIN EN 12201-Reihe Ersatz für DIN 19533	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Wasserversorgung – Polyethylen (PE)
DIN 19533	Rohrleitungen aus PE hart (Polyäthylen hart) und PE weich (Polyäthylen weich) für die Trinkwasserversorgung; Rohre, Rohrverbindungen, Rohrleitungsteile

Tabelle 8: Prüfgrundlagen für Rohre aus PE 80 und PE 100

DVGW GW 335-A2 Ersatz für DVGW G 477, W 320 und VP 608	Kunststoff-Rohrleitungssysteme in der Gas und Wasserverteilung; Anforderungen und Prüfungen – Teil A2: Rohre aus PE 80 und PE 100
DVGW G 477	Herstellung, Gütesicherung und Prüfung von Rohren aus PVC (Polyvinylchlorid hart) und HDPE (Polyethylen hart) für die Gasleitungen und Anforderungen an Rohrverbindungen und Rohrleitungsteile
DVGW W 320	Herstellung, Gütesicherung und Prüfung von Rohren aus PVC hart (Polyvinylchlorid hart), HDPE (Polyethylen hart) und LDPE (Polyethylen weich) für die Wasserversorgung und Anforderungen an Rohrverbindungen und Rohrleitungsteile
DVGW VP 608	Rohre aus Polyethylen (PE 80 und PE 100) für Gas- und Trinkwasserleitungen; Anforderungen und Prüfungen (gilt in Verbindung mit G 477 bzw. W 320)
GKR-R 14.3.1 TW	Druckrohre aus PE 80 und PE 100 für Trinkwasser mit dem Gütezeichen der Gütegemeinschaft Kunststoffrohre e.V.
GKR-R 14.3.1 G	Druckrohre aus PE 80 und PE 100 für Gas mit dem Gütezeichen der Gütegemeinschaft Kunststoffrohre e.V.

Tabelle 9: Prüfgrundlagen für Rohre aus PE-Xa

DVGW GW 335-A3 Ersatz für DVGW VP 605	Kunststoff-Rohrleitungssysteme in der Gas und Wasserverteilung; Anforderungen und Prüfungen – Teil A 3: Rohre aus PE-Xa
DVGW VP 605	Druckrohre aus vernetztem Polyethylen (PE-X) für die Gas- und Trinkwasserverteilung (gilt in Verbindung mit G 477 bzw. W 320)
GKR-R 1.10.30	Druckrohre aus PE-Xa und PE-Xb (Polyethylen hoher Dichte vernetzt) mit dem Gütezeichen der Gütegemeinschaft Kunststoffrohre e.V.

Tabelle 10: Prüfgrundlagen für Formstücke aus PE

DVGW GW 335-B2 Ersatz für DVGW VP 607	Kunststoff-Rohrleitungssysteme in der Gas- und Wasserverteilung; Anforderungen und Prüfungen – Teil B2: Formstücke aus PE 80 und PE 100
DVGW VP 607	Formteile aus PE-HD für Gas- und Trinkwasserleitungen (gilt in Verbindung mit G 477 bzw. W 320)
GKR-R 12.3.10	Rohrleitungsteile aus PE-HD (Polyethylen hoher Dichte) für Druckrohrleitungen mit dem Gütezeichen der Gütegemeinschaft Kunststoffrohre e.V.

Tabelle 11: Prüfgrundlagen für Klemm-, Steck- und Werkstoffübergangsverbinder

DVGW VP 600	Werkstoffübergangsverbinder aus Metall für Rohre aus PE
DVGW VP 609	Klemmverbinder aus Kunststoffen zum Verbinden von PE-Rohren in der Wasserverteilung (in Verbindung mit DIN 8076-3)
DIN 8076-1	Druckrohrleitungen aus thermoplastischen Kunststoffen, Klemmverbinder aus Metall für Rohre aus Polyethylen (PE); Allgemeine Güteanforderungen, Prüfung
DIN 8076-3	Druckrohrleitungen aus thermoplastischen Kunststoffen, Klemmverbinder aus Kunststoffen für Rohre aus Polyethylen (PE); Allgemeine Güteanforderungen, Prüfung

Tabelle 12: Prüfgrundlagen für Armaturen

DIN EN 331, Ersatz für DIN 3537-1	Handbetätigte Kugelhähne und Kegelhähne mit geschlossenem Boden für die Gas-Hausinstallation
DIN 3537-1	Gasabsperrrmaturen bis PN 4; Anforderungen und Anerkennungsprüfung
DIN 3547-1	Gas- und Wasserabsperrrmaturen PN 4 bis PN 16; Anforderungen und Anerkennungsprüfung
DVGW W 336 Ersatz für VP 610	Wasser-Anbohrarmaturen; Anforderungen und Prüfungen
DVGW VP 302	Absperrarmaturen aus Polyethylen (PE 80 und PE 100); Anforderungen und Prüfung (gilt nur für Gas)
DVGW VP 304	Gas-Anbohrarmaturen mit eingebauter Betriebssperrung für Polyethylen-Rohrleitungen (PE 80, PE 100, PE-Xa); Anforderungen und Prüfung
DVGW VP 602-1	Absperrarmaturen aus Polyethylen (PE 80 und PE 100) für die Trinkwasserversorgung; Anforderungen und Prüfung
DVGW VP 610	Vorläufige Prüfgrundlage für Wasser-Anbohrarmaturen; Anforderungen und Prüfung

Tabelle 13: Grundlagen für Planung, Bau und Betrieb von PE-Rohrleitungen

DVGW G 472	Gasleitungen bis 10 bar Betriebsdruck aus Polyethylen (PE 80, PE 100 und PE-Xa) – Errichtung
DVGW G 469	Druckprüfverfahren für Leitungen und Anlagen der Gasversorgung
DVGW G 459-1	Gas-Hausanschlüsse für Betriebsdrücke bis 4 bar; Planung und Errichtung
DVGW W 400 (Reihe), Ersatz für DVGW W 403	Technische Regeln Wasserverteilung (TRWV)
DVGW W 403	Planungsregeln für Wasserleitungen und Wasserrohrnetze
DVGW W 404	Wasseranschlussleitungen
DVGW GW 330	Schweißen von Rohren und Rohrleitungsteilen aus Polyethylen (PE 80, PE 100 und PE-Xa) für Gas- und Wasserleitungen; Lehr- und Prüfplan
DVGW GW 331	Schweißaufsicht für Schweißarbeiten an Rohrleitungen aus PE-HD für die Gas- und Wasserversorgung; Lehr- und Prüfplan
DVGW GW 332	Abquetschen von PE-Rohrleitungen aus Polyethylen in der Gas- und Wasserverteilung
DIN EN 12007-1	Gasversorgungssysteme – Rohrleitungen mit einem maximal zulässigen Betriebsdruck bis einschließlich 16 bar – Teil 1: Allgemeine funktionale Empfehlungen
DIN EN 12007-2	Gasversorgungssysteme – Rohrleitungen mit einem maximal zulässigen Betriebsdruck bis einschließlich 16 bar – Teil 2: Besondere funktionale Empfehlungen für Polyethylen (MOP bis einschließlich 10 bar)
DIN EN 805 Ersatz für DIN 19630	Wasserversorgung – Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden
DIN 19630	Richtlinien für den Bau von Wasserrohrleitungen; Technische Regeln des DVGW
KRV-A 135	Verlegeanleitung PE 80 und PE 100 Druckrohre, Trink- und Wasserversorgung außerhalb von Gebäuden
KRV-A 435	Verlegeanleitung PE Gasrohre, Gasverteilung außerhalb von Gebäuden
KRV-A 2361/8	Wärmetauschersysteme aus Polyolefinen für geothermische Anlagen, bestehend aus Rohren, Formstücken und Bauteilen
DVS 2207-1	Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen – Heizelementschweißen von Rohren, Rohrleitungsteilen und Tafeln aus PE-HD
DVS 2207-1, Beiblatt 1	Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen – Heizwendelschweißen von Rohren aus PE-Xa mit Rohrleitungsteilen aus PE-HD
DVS 2208-1	Schweißen von thermoplastischen Kunststoffen – Maschinen und Geräte für das Heizelementschweißen von Rohren, Rohrleitungsteilen und Tafeln

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Molekularer Aufbau von Polyethylen.....	3
Tabelle 2: Erforderliche Mindestfestigkeit (Zeitstand-Innendruckfestigkeit, Quellen: DIN 8074 und DIN 16893).....	4
Tabelle 3: Mindestkennzeichnung von Rohren.....	5
Tabelle 4: Wasserverteilung - SDR-Reihen - zul. Bauteilbetriebsdrücke (Quelle: DVGW Information Nr. 17).....	11
Tabelle 5: Leitungssystem Trinkwasserversorgung - maximal zulässige Betriebsdrücke und Verbindungskombinationen (Quelle: DVGW Information Nr. 17).....	12
Tabelle 6: Grundnormen	14
Tabelle 7: Anwendungsbezogene Produktnormen (Gebrauchstauglichkeitsnormen).....	14
Tabelle 8: Prüfgrundlagen für Rohre aus PE 80 und PE 100.....	15
Tabelle 9: Prüfgrundlagen für Rohre aus PE-Xa	15
Tabelle 10: Prüfgrundlagen für Formstücke aus PE	15
Tabelle 11: Prüfgrundlagen für Klemm-, Steck- und Werkstoffübergangsverbinder	16
Tabelle 12: Prüfgrundlagen für Armaturen	16
Tabelle 13: Grundlagen für Planung, Bau und Betrieb von PE-Rohrleitungen	17

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verbesserte Eigenschaften von PE 100-RC, Quelle: WKN	6
Abbildung 2: Alternative Verlegetechniken (PE 100-RC), Quelle: Lyondellbasel	7
Abbildung 3: Referenzkennlinie der Zeitstandinnendruckfestigkeit (Mindestkurven) von Rohre aus PE 80 (Quelle: DIN 8075)	8
Abbildung 4: Referenzkennlinie der Zeitstandinnendruckfestigkeit (Mindestkurven) von Rohre aus PE 100 (Quelle: DIN 8075)	9
Abbildung 5: Referenzkennlinien der Zeitstand-Innendruckfestigkeit (Mindestkurven) von Rohren aus PE-X (Quelle: DIN 16892)	10
Abbildung 6: Mindestbiegeradien (Quelle: KRV A 135)	13