

2.1 Das Material

Das universelle Jentro PEX Rohr wird hergestellt, indem Polyethylen mit hochmolekularem PE hoher Dichte und Stärke peroxidisch vernetzt wird. Die Vernetzung findet beim Schmelzen, also oberhalb des Kristallschmelzpunktes statt, was kennzeichnend für die Vernetzung unter hohem Druck ist.

Die Vernetzungsreaktion findet während der Formung des Rohrs im Werkzeug statt. Diese Vernetzungsprozedur garantiert eine gleichmäßige Vernetzung über den gesamten Rohrquerschnitt, auch bei dickwandigen Rohren.

Die verschiedenen Polyethylenmoleküle verbinden sich zu einem dreidimensionalen Netzwerk. Die bereits ausgezeichneten Materialeigenschaften werden dabei noch bedeutend verbessert (vor allem die Beständigkeit gegen Temperatur und Druck, der Schlagwiderstand bei Kälte und die Beständigkeit gegen Spannungsrisse). Die koextrudierte Sauerstoffsperrschicht besteht aus Ethylvinylalkohol (EVAL), dem Polymer mit der höchsten Sperrwirkung.

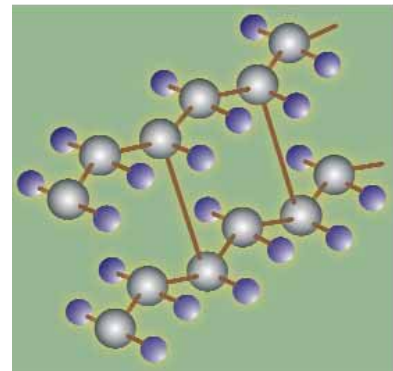
Die Anforderungen im Bereich der Sauerstoffdichtheit gemäß DIN 4726 werden großzügig übertroffen. Die Klebeschicht zwischen dem Basisrohr und der Sperrschicht garantiert für eine sehr starke Befestigung. Was die Beständigkeit gegen Abnutzung und Wetter betrifft, bietet die nicht wasserlösliche Schicht aus EVAL eine sehr große Reserve, sodass das Rohr auch gegen die rauen Umstände auf der Baustelle beständig ist

Trinkwasser

Das universelle Jentro PEX Rohr wird für den Trinkwassertransport gemäß DIN 2000 für kaltes und warmes Wasser bis zu einem Betriebsüberdruck von 10 bar angewendet und kann unterhalb einer Temperatur von 70° C konstant genutzt werden; kurzzeitig (Störfall) bis 100° C.

Heizung

Für die Anwendung in Heizungssystemen kann das Rohr bis zu einer maximalen Zuführungstemperatur von 90° C genutzt werden. Kurzzeitig (Störfall) sind Temperaturen bis zu 100° C möglich.



▲ Abb. 1: Vernetztes Polyethylen

2.2 Technische Daten

• Material	PE-Xa mit EVAL-Mantel
• Farbe	Grau Ral 9006
• Dichtigkeit	0,93 g/cm ³ (gemäß DIN 53497)
• Elastizitätsmodul	ungefähr 600 N/mm ²
• Kerbschlagwiderstand	kein Bruch
bei 20° C	kein Bruch
bei - 20° C	0,15 mm/m°K
• Mittlerer Ausbreitungskoeffizient	0,35 W/m ² K
• Wärmeleitfähigkeit	sauerstoffdicht
• Sauerstoffdiffusion gemäß DIN 4726	0,007 mm
• Unebenheit des Rohrs k	12
• Materialkonstanten C	90° C
• Max. Betriebstemperatur	100° C
• Kurzzeitige max. Temp. (Störfall)	8 x d
• Minimaler Biegeradius ohne Hilfsmittel	

Jentro® 

2.3 Eigenschaften von PEX Leitungen

Aufgrund der Vernetzung des PE werden die wichtigsten Eigenschaften des Materials noch bedeutend verbessert. Das universelle Jentro PEX Rohr besitzt die folgenden Eigenschaften:

- Ausgezeichnete Dauerhaftigkeit, auch bei höheren Temperaturen
- Unempfindlich gegen die Bildung von Spannungsrissen
- Eine reichliche Auswahl an Verbindungsstücken und Zubehörteilen
- Betriebssichere Anschlusstechnik:
- Dauerhaft dichte Schiebepulsenverbindung
- O-Ringe werden nicht verwendet
- Sichtkontrolle
- Kann direkt unter Druck eingebaut werden
- Formbeständig
- Schiebepulsen ist bei PEX und STABIL die Gleiche
- Optimales Verhältnis zwischen Flexibilität / Druckbelastbarkeit

- Vorzügliche Beständigkeit gegen Wärmealterung
- Sehr gute Schlag- und Kerbschlagfestigkeit bis zu Temperaturen von weniger als 50° C
- Hohe Abnutzungsfestigkeit und höchste Unempfindlichkeit gegen Kerbschlag
- Keine Materialbeschädigung beim Knicken des Rohrs
- Ausgezeichnete Eigenschaften der Rückstellung von Verformung (Memory-Effekt)
- Ausgezeichnete Beständigkeit gegen Chemikalien
- Sauerstoffdicht, gemäß DIN 4726, aufgrund einer Sperrschicht aus Ethylvinyl-Alkohol (EVAL).
- Hohe Wärmestabilität
- Beständig gegen Alterung
- Wenige Strömungsgeräusche im Rohr
- Wenig Druckverlust
- Frei von Schwermetallionen
- Beständig gegen Korrosion
- Frei von Ablagerungen, auch nach jahrelangem Gebrauch

- Flexible Platzierung
- Gebrauch der gleichen Zubehörteile für STABIL und PEX Rohre, Rohrserie 2, SDR 7,4
- Rohrabmessungen PEX: 16 - 63 mm

Achtung!
Die hier im Nachfolgenden angegebenen technischen Daten sind Richtwerte. Das gleichzeitige Erreichen der Grenzwerte für Druck und Temperatur ist unter Betriebsbedingungen NICHT gestattet!

2.4 Verhalten auf lange Sicht

Bei polymeren Materialien, die einer bestimmten mechanischen Belastung ausgesetzt sind, ist auf das Kriechverhalten zu achten. Das bedeutet, dass Verformung und Dicke von Temperatur und Belastungsdauer abhängen. Zur Bestimmung der zulässigen Werte bei lang andauernder Belastung muss man also das mechanische Verhalten bei längerer Belastung und verschiedenen Temperaturen untersuchen. Das gilt auch für Rohre, die einer starken inneren Druckbelastung ausgesetzt sind. Auf Grundlage einer mehr als zwanzigjährigen Erfahrung – im Labor und in der Praxis - und zahlreicher Prüfungen und Tests mit Rohren aus Polyethylen, die unter Hochdruck vernetzt wurden, werden die notwendigen Parameter bestimmt.

Die Resultate dieser Haltbarkeits- und inneren Druckprüfungen werden in Diagrammen wiedergegeben. Dabei wird ein Extrapolationsverfahren genutzt, das bereits mehr als 50 Jahre lang seinen Nutzen bewies, um Resultate längerfristig als die Messperiode zu berechnen. Diese Extrapolationsprozedur, die auch bei der Konstruktion von stählernen Installationen für erhitzten Dampf angewendet wird, basiert auf der Projektion von hohen Testtemperaturen auf niedrige Betriebstemperaturen. Die Resultate der zahlreichen Haltbarkeits- und inneren Druckprüfungen werden in einem Diagramm für Haltbarkeit / inneren Druck wiedergegeben. Um diesem Diagramm Gültigkeit für alle Rohrabmessungen zu verleihen, wird als Vergleichswert nicht die innere Druckbelastung, sondern die sogenannte Vergleichsspannung verwendet.

Der Zusammenhang zwischen der inneren Druckfestigkeit und der Vergleichsspannung kann mit Hilfe der sogenannten „Kesselformel“ berechnet werden.

$$\sigma_v = p \times \frac{(D-s)}{20 \times s}$$

σ_v = Vergleichsspannung in N/mm²
 p = innerer Druck in bar
 D = Außendurchmesser des Rohrs in mm
 s = Rohrwanddicke in mm

(siehe Abbildung 2)



2.5 Betriebsbedingungen gemäß DIN 1988 Teil 2 für PEX Rohre und Rohrverbindungen

TRINKWASSER-INSTALLATIONEN

Alle Rohrleitungen von Trinkwasserinstallationen müssen gemäß der DVGW Richtlinie für einen zulässigen Betriebsüberdruck (PB) von 10 bar mit einem Sicherheitsfaktor von $\geq 1,5$ dimensioniert werden. Die Jentro Rohre erfüllen die DIN 16892 (Qualitätsanforderungen) und die DIN 16893 (Abmessungen).

Zugelassener Betriebsüberdruck gemäß DIN 16893 für Jentro PE-Xa Rohre:

Betriebs-temperatur	Betriebs-dauer	Rohrserie SDR 7.4 Nominaldruck PN20 Zulässiger Betriebsüberdruck PB
°C	Jahre	
20	50	20
70	50	11,2
95	10	8,6

▲ Tabelle 1

ZENTRALHEIZUNG

Alle Rohrleitungen von Trinkwasserinstallationen müssen laut DIN 4726 für einen zulässigen Betriebsüberdruck (PB) von 3 bar mit einem Sicherheitsfaktor von $\geq 2,5$ dimensioniert werden.

Abb. 2 stellt die Resultate für Rohre, aus unter Hochdruck vernetztem PE, dar. Das sind Minimalkurven und die gemessenen Werte liegen daher oberhalb dieser Kurven. Bei 95°C werden Werte von mehr als 120.000 Stunden ohne Knickverhalten festgestellt (ein typischer Wert für vernetztes PE).

Gleichzeitig kann man sehen, dass eine Vergleichsspannung von 5,3 N/mm² für eine Betriebsdauer von 50 Jahren bei 70°C erreicht wird. Für ein 16 x 2,2 PEX Rohr (Außendurchmesser 16 mm, Wanddicke 2,2 mm) stimmt dieser Wert mit einem Innendruck von 16,9 bar überein. Selbst nach einer Betriebsdauer von 50 Jahren bei 70°C beträgt die

Druckfestigkeit des Rohrs noch das 5,6 fache des max. Betriebsdrucks von 3 bar. Diesen Wert nennt man den Sicherheitsfaktor.

Der in Übereinstimmung mit DIN 4726 verlangte Sicherheitsfaktor von $> 2,5$ bei 70°C wird also durch die Jentro PEX Rohre großzügig erreicht.

2.6 Dimensionierungsanforderungen der DVGW

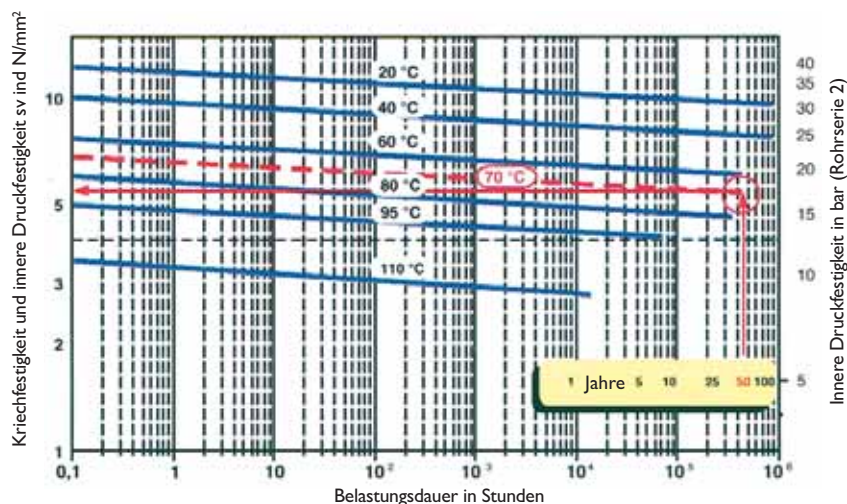
- Permanenter Betriebsdruck 10 bar
- Permanente Betriebstemperatur 70°C
- Betriebsdauer 50 Jahre
- Danach noch ein Sicherheitsfaktor von $\geq 1,5$ fach

Die Jentro Rohre erfüllen diese Anforderungen:
Aus Abb. 2 ergibt sich:
70°C, 50 Jahre, 17 bar
Sicherheit: 17 bar: 10 bar = 1,7fach

2.7 Dimensionierungsanforderungen laut DIN 4726

- Permanenter Betriebsdruck von 3 bar
- Permanente Betriebstemperatur von 70°C
- Betriebsdauer 50 Jahre
- Danach noch ein Sicherheitsfaktor von $> 2,5$ fach.

Kriechfestigkeit und innere Druckfestigkeit von Jentro PEX Rohren



◀ Abb. 2: Kriechfestigkeit und innere Druckfestigkeit von Jentro PEX Rohren



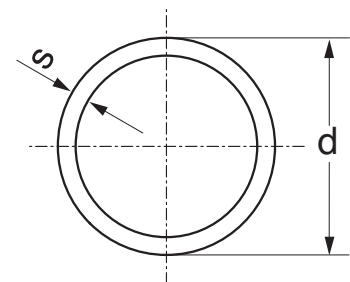
2.8 Rohrabmessungen PEX

- Material: Unter hohem Druck gemäß
- DIN 16892 vernetztes Polyethylen;
- Farbe: Aluminiumgrau, RAL 9006,
- sauerstoffdicht gemäß DIN 4726 und aufgrund der EVAL Sperschicht für Trinkwasser geeignet.

Achtung!
 Beim Erstellen einer Schiebehülsenverbindung dürfen nur original Jentro Formstücke, Schiebehülsen, universelle Jentro Rohre und Werkzeuge genutzt werden.

Rohrreihe 2 gemäß DIN 16892

DN selon DIN 1988	d mm	s mm	Gewicht kg/m	Inhalt l/m
12	16	2.2	0.098	0.10
15	20	2.8	0.153	0.16
20	25	3.5	0.238	0.25
25	32	4.4	0.382	0.42
32	40	5.5	0.594	0.66
40	50	6.9	0.926	1.03
50	63	8.7	1.470	1.63



▲ Tabelle 2

2.9 Angaben auf dem Rohr

Mit einem Abstand von 1 m werden auf den Rohren mindestens die folgenden Daten genannt:

- Durchgängige Meterangabe
- Nennung des Herstellers
- Rohstoff des Rohrs und Art der Vernetzung
- Abmessung
- DIN Nummer
- Zulässige max. Betriebstemperatur und max. Betriebsdruck
- Max. für PEX zugelassene Temperatur
- Kennzeichen des Rohrs mit Registernummer des DVGW
- Kennzeichen des Jentro Systems mit DVGW Registernummer
- Russische Zulassung
- Herstellungsnummer
- Nr. des Rohrherstellers
- Herstellungsdatum

Beispiel für die Angaben auf einem Jentro PEX Rohr

M 25	Durchgängige Meterangabe: 25M
Logo Golan-Logo Jentro	Nennung des Rohrherstellers bzw. Systemlieferanten
PE-Xa	Rohstoff des Rohrs und Art der Vernetzung
16 x 2,2	Abmessung
Universalrohr Sauerstoffdicht DIN 4726	DIN Nummer für Zentralheizungsrohr sauerstoffdicht
70° C / 10 bar	Zulässige max. Betriebstemperatur und max. Betriebsdruck für Trinkwasser gemäß DVGW
90° C max	Maximal zugelassene Temp. für PEX
DW-8301AF2000	DVGW-Kennzeichen und Registernummer des Rohrs
DW-8501BQ0347	DVGW-Kennzeichen Jentro System (Rohr + Verbindungsstücke)
PCT	Russische Zulassung
No 1234	Herstellungsnummer
469	Nr. des Rohrherstellers
01.09.07	Herstellungsdatum

Beispiel für die Angaben auf einem Jentro PEX Rohr

M 25 / Golan-Jentro / PE-Xa / 16 x 2.2 / Universalrohr Sauerstoffdicht DIN 4726 / 70 ° C / 10 bar / (90max) / DW-8301AF2000 / DW-8501BQ0347 / PCT / Nr 1234 / 469 / 01.09.07



▲ Abb. 3: Universelle Jentro PEX Rohre 16 - 63 mm

Jentro® 