Engineering progress
Enhancing lives

Industrierohr-system RAUPEX

Technische Information

REHAU
Water Technologies

INHALTSVERZEICHNIS

1 . . . . . Informationen und Sicherheitshinweise 5

2 . . . . . Sicherheitsbeschreibung 7
2.1 . . . . Anwendungsbereiche 7
2.2 . . . . Einsatzgrenzen 7
2.3 . . . . Programmbestandteile 8

3 . . . . . Rohr 9
3.1 . . . . Rohrwerkstoff 9
3.1.1 . . . Werkstoffeigenschaften 9
3.1.2 . . . Eigenschaftswerte PE-Xa 9
3.1.3 . . . Chemische Beständigkeit 9
3.2 . . . . Zeitstandsfestigkeit 10
3.3 . . . . Rohrarten 11
3.3.1 . . . RAUPEX-A 11
3.3.2 . . . RAUPEX-K 11
3.3.3 . . . RAUPEX-O 11
3.3.4 . . . RAUPEX-UV 11
3.3.5 . . . RAUTHERM-FW 11

4 . . . . . Schiebehülsenverbindung 12
4.1 . . . . Metallische Schiebehülsenverbindung 12
4.1.1 . . . Verarbeitungshinweise Schiebehülsenverbindung 12
4.1.2 . . . Beschreibung 12
4.1.3 . . . Werkstoff der Formteile 12
4.1.5 . . . Montagewerkzeug 13
4.1.6 . . . Verbindungsherstellung 20 – 40 15
4.1.7 . . . Verbindungsherstellung 40 – 110 15
4.1.8 . . . Verbindungsherstellung 125 – 160 16

5 . . . . . Elektroschweissmuffe aus PE 17
5.1 . . . . Allgemeine Beschreibung 17
5.2 . . . . Werkstoff 17
5.3 . . . . Einsatzgrenzen 17
5.4 . . . . Montagewerkzeuge 17
5.4.1 . . . Schweißgerät monomatic 17
5.4.2 . . . Rohrabschneider und Rohrschäler 18
5.5 . . . . Verbindungsherstellung 19
5.6 . . . . Montage Anbohrschelle 21
5.7 . . . . Hinweise zum Schweißen mit Elektroschweißmuffen und Anbohrschellen 22
5.8 . . . . Stutzenschelle 23

6 . . . . . Druckgeräterichtlinie 97/23/EG 24

7 . . . . . Drucklufttechnik 25
7.1 . . . . Allgemeines 25
7.2 . . . . Energiekosten der Druckluft 25
7.3 . . . . Vorteile des RAUPEX-Industrierohrsystems in der Drucklufttechnik 25
7.4 . . . . Qualität der Druckluft 25
7.4.1 . . . Qualitätsklasse für maximale Teilchengröße und maximale Teilchenanzahl 25
7.4.2 . . . Qualitätsklasse für den Wassergehalt 26
7.4.3 . . . Qualitätsklasse für den Ölgehalt 26
7.4.4 . . . Beispiele für die Qualitätsbeschreibung von Druckluft 26
7.5 . . . . Auslegung 27
7.5.1 . . . Ermittlung des Betriebsdruckes 27
7.5.2 . . . Ermittlung des Volumenstromes 27
7.5.3 . . . Ermittlung der Rohrlänge 27
7.5.4 . . . Ermittlung des Druckabfalles 27
7.5.5 . . . Ermittlung des Rohrdurchmessers mit Hilfe eines Nomogramms 28
7.5.6 . . . Druckluft Rohrdimensionierung SDR 11 29
7.5.7 . . . Druckluft Rohrdimensionierung SDR 7,4 30
7.6 . . . . Anwendungsbeispiele 31
7.6.1 . . . Kugelhahn 31
7.6.2 . . . Druckluftverteilerdose 31

8 . . . . . Kühlwassertechnik 32
8.1 . . . . Allgemeines 32
8.2 . . . . Auslegung 32
8.2.1 . . . Formular zur Druckverlustberechnung 33
8.2.2 . . . Beispiel einer Druckverlustberechnung 33
8.2.3 . . . Kühlwasser SDR 11 34
8.2.4 . . . Kühlwasser SDR 7,4 35
8.2.5 . . . Formular Druckverlustermittung 36

9 . . . . . Feststofftransport 37
9.1 . . . . Hydraulischer Feststofftransport 37
9.2 . . . . Pneumatischer Feststofftransport 37

10. . . . . Montage und Verlegung 38
10.1. . . . Erdverlegung 38
10.1.1. . . Erdarbeiten 38
10.1.2. . . Überprüfung der Rohre 38
10.1.3. . . Besonderheiten bei der Verarbeitung von Ringbunden 38
10.1.4. . . Mindestbiegeradien bei Erdverlegung 38
10.1.5. . . Verfüllen des Rohrgrabens 38
10.2. . . . Verlegung im Leerrohr 39
10.3. . . . Verlegung im Kabelkanal 39
10.4. . . . Verlegung in Verbindung mit Kabelträgersystem 39
10.4.1. . . Verlegung im Kabelträgersystem 39
10.4.2. . . Verlegung unter oder neben Kabelträgersystem 39
10.5. . . . Freie Verlegung mit Cliphalbschale 39
10.5.1. . . Biegeschenkelmontage mit Cliphalbschale 39
10.5.2. . . Berechnung Biegeschenkel 40
10.5.3. . . Beispielrechnung 40
10.5.4. . . Biegeschenkelermittlung per Diagramm 40
10.6. . . . Freie Verlegung ohne Cliphalbschale 44
10.6.1. . . Verlegung mit Biegeschenkel 44
10.6.2. . . Verlegung mit Vorspannung 46

11. . . . . Rohrklemmen von REHAU 47
11.1. . . . Rohrklemmen mit und ohne Bügel 47

12. . . . . Kennzeichnung von Rohrleitungen 49
12.1. . . . Kennzeichnungsfarben 49
12.2. . . . Klebeschilder 49

13. . . . . Brandschutz 50
13.1. . . . Brandlast 50
13.2. . . . Brandschutzmanschetten 50

14. . . . . Beispiele aus der Praxis 51

15. . . . . Druckprüfungsprotokoll / Kopiervorlage 52

16. . . . . Normen, Vorschriften, Richtlinien 53

Informationen zu unserer FUSAPEX Elektroschweißmuffe finden Sie in der separaten Technischen Inforamtion - Druck-Nr. 847600.

1 INFORMATIONEN UND SICHERHEITSHINWEISE

Hinweise zu dieser Technischen Information

Gültigkeit
Diese Technische Information ist für Deutschland gültig.

Navigation
Am Anfang dieser Technischen Information finden Sie ein detailliertes Inhaltsverzeichnis mit den hierarchischen Überschriften und den entsprechenden Seitenzahlen.

Piktogramme und Logos

Sicherheitshinweise

Rechtlicher Hinweis

Wichtige Information, die berücksichtigt werden muss

Information im Internet

Ihre Vorteile

Aktualität der Technischen Information
Bitte prüfen Sie zu Ihrer Sicherheit und für die korrekte Anwendung unserer Produkte in regelmäßigen Abständen, ob die Ihnen vorliegende Technische Information bereits in einer neuen Version verfügbar ist.
Das Ausgabedatum Ihrer Technischen Information ist immer links unten auf der Umschlagseite aufgedruckt.
Die aktuelle Technische Information erhalten Sie bei Ihrem REHAU Verkaufsbüro, Fachgroßhändler sowie im Internet als Download unter www.rehau.de oder www.rehau.de/downloads

Sicherheitshinweise und Bedienungsanleitungen
- Lesen Sie die Sicherheitshinweise und die Bedienungsanleitungen zu Ihrer eigenen Sicherheit und zur Sicherheit anderer Personen vor Montagebeginn aufmerksam und vollständig durch
- Bewahren Sie die Bedienungsanleitungen auf und halten Sie sie zur Verfügung
- Falls Sie die Sicherheitshinweise oder die einzelnen Montagevorschriften nicht verstanden haben oder diese für Sie unklar sind, wenden Sie sich an Ihr REHAU Verkaufsbüro
- **Nichtbeachten der Sicherheitshinweise kann zu Sachschäden oder zu Personenschäden führen**

Beachten Sie alle geltenden nationalen und internationalen Verlege-, Installations-, Unfallverhütungs- und Sicherheitsvorschriften bei der Installation von Rohrleitungsanlagen sowie die Hinweise dieser Technischen Information.

Beachten Sie ebenfalls die geltenden Gesetze, Normen, Richtlinien, Vorschriften (z.B. DIN, EN, ISO, VDE, VDI) sowie Vorschriften zu Umweltschutz, Bestimmungen der Beruftsgenossenschaften und Vorschriften der örtlichen Versorgungsunternehmen.

Die Planungs- und Montagehinweise sind unmittelbar mit dem jeweiligen Produkt von REHAU verbunden. Es wird auszugsweise auf allgemein gültige Normen und Vorschriften verwiesen.
Beachten Sie jeweils den gültigen Stand der Richtlinien, Normen und Vorschriften.
Weitergehende Normen, Vorschriften und Richtlinien bezüglich der Planung, der Installation und des Betriebs von Industrierohranlagen sind ebenfalls zu berücksichtigen und nicht Bestandteil dieser Technischen Information.

Allgemeine Vorsichtsmaßnahmen
- Halten Sie Ihren Arbeitsplatz sauber und frei von behindernden Gegenständen
- Sorgen Sie für ausreichende Beleuchtung Ihres Arbeitsplatzes
- Halten Sie Kinder und Haustiere sowie unbefugte Personen von Werkzeugen und den Montageplätzen fern. Dies gilt besonders bei Installationen während des Produktionsbetriebs
- Verwenden Sie nur die für das jeweilige Rohrsystem von REHAU vorgesehenen Komponenten. Die Verwendung systemfremder Komponenten oder der Einsatz von Werkzeugen, die nicht aus dem jeweiligen Installationssystem von REHAU stammen, kann zu Unfällen oder anderen Gefährdungen führen

Personelle Voraussetzungen
- Lassen Sie die Montage unserer Systeme nur von autorisierten und geschulten Personen durchführen
- Lassen Sie Arbeiten an elektrischen Anlagen oder Leitungsteilen nur von hierfür ausgebildeten und autorisierten Personen durchführen

Arbeitskleidung
- Tragen Sie eine Schutzbrille, geeignete Arbeitskleidung, Sicherheitsschuhe, einen Schutzhelm und bei langen Haaren ein Haarnetz
- Tragen Sie keine weite Kleidung oder Schmuck. Diese könnten von beweglichen Teilen erfasst werden
- Tragen Sie bei Montagearbeiten in Kopfhöhe oder über dem Kopf einen Schutzhelm

Bei der Montage

- Lesen und beachten Sie immer die jeweiligen Bedienungsanleitungen des verwendeten Montagewerkzeugs von REHAU
- Unsachgemäße Handhabung von Werkzeugen kann schwere Schnittverletzungen, Quetschungen oder Abtrennung von Gliedmaßen verursachen
- Unsachgemäße Handhabung von Werkzeugen kann Verbindungskomponenten beschädigen oder zu Undichtheiten führen
- Die Rohrscheren von REHAU haben eine scharfe Klinge. Lagern und handhaben Sie diese so, dass keine Verletzungsgefahr von den Rohrscheren ausgeht
- Beachten Sie beim Ablängen der Rohre den Sicherheitsabstand zwischen Haltehand und Schneidewerkzeug
- Greifen Sie während des Schneidvorgangs nie in die Schneidzone des Werkzeugs oder auf bewegliche Teile
- Nach dem Aufweitvorgang bildet sich das aufgeweitete Rohrende in seine ursprüngliche Form zurück (Memoryeffekt). Schieben Sie in dieser Phase keine Fremdgegenstände in das aufgeweitete Rohrende
- Greifen Sie während des Verpressvorgangs nie in die Verpresszone des Werkzeugs oder auf bewegliche Teile
- Bis zum Abschluss des Verpressvorgangs kann das Formteil aus dem Rohr fallen. Verletzungsgefahr
- Ziehen Sie bei Pflege- oder Umrüstarbeiten und bei Veränderung des Montageplatzes grundsätzlich den Netzstecker des Werkzeugs oder sichern Sie es gegen unbeabsichtigtes Anschalten

Betriebsparameter

- Werden die Betriebsparameter überschritten, kommt es zu einer Überbeanspruchung der Rohre und Verbindungen. Das Überschreiten der Betriebsparameter ist deshalb nicht zulässig
- Das Einhalten der Betriebsparameter ist durch Sicherheits-/Regeleinrichtungen (z.B. Druckminderer, Sicherheitsventile und ähnliches) sicherzustellen

2 SICHERHEITSBESCHREIBUNG

In immer mehr Industriezweigen, wie Automobil-, Chemie-, und Kraftwerksindustrie, wird das RAUPEX Industrierohrsystem für verschiedene Anwendungen eingesetzt.
Die schnelle und sichere Verlegetechnik, die Korrosionssicherheit, der leichte Rohrwerkstoff und die damit verbundenen günstigen Montagekosten zeigen, dass RAUPEX viele Vorteile in einem System vereint.
Das Industrierohrsystem RAUPEX erfüllt die Forderung der Industrie nach sicheren und kompletten Systemlösungen. Es bietet ein umfangreiches Sortiment an verschiedenfarbigen Rohren, Fittingen, Werkzeugen und anderen Zubehörteilen, die nachfolgend in dieser Technischen Information näher erläutert und beschrieben werden.

2.1 Anwendungsbereiche

Das Industrierohrsystem RAUPEX ist für industrielle Gase, Flüssigkeiten und Feststoffe innerhalb der in dieser Technischen Information für die verschiedenen Rohre und Fittinge freigegebenen Einsatzgrenzen hinsichtlich Druck, Temperatur und chemischer Beständigkeit geeignet.

Typische Industrierohranwendungen, für die sich das Industrierohrsystem RAUPEX bewährt hat, sind:
- Druckluft
- Vakuum
- Inerte Gase
- Kühlwasser
- Brauchwasser
- Kältetransport (kein Kältemittel!)
- Feststofftransport

Für Anwendungen, die eine spezielle Systemzulassung benötigen, wie Transport von Erdgas, Flüssiggas, brennbaren Gasen, Trinkwasser, Lebensmittel und dgl. sowie für den Einsatz in Feuerlöschanlagen ist das Industrierohrsystem RAUPEX nicht zugelassen.
REHAU bietet für diese Anwendungsfälle andere, explizit entwickelte Systeme im Produktsortiment.

2.2 Einsatzgrenzen

Für Druck und Temperatur sind die Einsatzgrenzen der Systemkomponenten an folgenden Stellen in dieser Unterlage definiert:
- Rohre: Tabelle 3 in Kapitel 3.2
- Elektroschweißmuffe aus PE: Tabelle 4 in Kapitel 5.3

Für Aussagen zur chemischen Beständigkeit beachten Sie bitte die Erläuterungen in Kapitel 3.1.3.

§

Die Verantwortung für die Überprüfung der Einsatzfähigkeit der Produkte von REHAU in der konkreten Anwendung liegt beim Planer bzw. Installateur, da nur diese die individuellen Einsatz- und Randbedingungen kennen.

Industrierohrsystem RAUPEX			
Systemkomponente	**Abbildung (exemplarisch)**	**Kurzbeschreibung**	**Anwendung**
RAUPEX Industrierohr		PE-Xa-Rohre mit farbiger Beschichtung in zwei Druckstufen in den Dimensionen von 20 mm bis 160 mm	Industrierohranwendungen, wie z.B. Drucklufttechnik,Vakuum, inerte Gase, Kühlwassertechnik, Feststofftransport etc.
RAUTHERM-FW Industrieheizungsrohr		PE-Xa-Rohre in rot mit zusätzlicher Sauerstoffsperrschicht (EVOH) in den Dimensionen von 20 mm bis 160 mm	für geschlossene Kreisläufe, in denen Sauerstoffeintrag durch Diffusion vermieden werden muss
Schiebehülsenverbindung		Formteile aus Messing bzw. Rotguss zur Verbindung von RAUPEX-Rohren	Verbindungstechnik in den Dimensionen von 20 mm bis 160 mm
Elektroschweißmuffen-verbindung aus PE100		Formteile aus PE100 mit integriertem Widerstandsdraht zur Verbindung von RAUPEX-Rohren ⚠ nicht geeignet zur Verbindung von RAUTHERM-FW und RAUTHERMEX-Rohren	Verbindungstechnik für Betriebstemperaturen von -40 °C bis +50 °C in den Dimensionen von 20 mm bis 160 mm ⚠ Betriebsbedingungen (Medium, Druck) beachten!
Elektroschweißmuffen-verbindung FUSAPEX		Formteile mit integriertem Widerstandsdraht zur Verbindung von RAUPEX-, RAUTHERM-FW und RAUTERMEX-Rohren	Verbindungstechnik im Temperaturbereich von -40 °C bis +95 °C ⚠ Betriebsbedingungen (Medium, Druck) beachten! Siehe Technsiche Information FUSAPEX 847600
Zubehör	 	Rohrklemmen, Cliphalbschalen, Kugelhähne, Druckluftverteilerdosen, Sicherheitsschnellkupplungen etc.	ergänzende Komponenten für das Industrierohrsystem RAUPEX
Werkzeuge RAUTOOL	 	Werkzeugsets zur Herstellung von Schiebehülsen- und Elektroschweißmuffen-Verbindungen, Rohrschaber, Rotationsschäler, Rohrscheren, Rohrabschneider etc.	zu verwendendes Werkzeug ist abhängig von der Verbindungsart (Schiebehülse oder Elektroschweißmuffe)

Tab. 1 Übersicht Programmbestandteile RAUPEX

3 ROHR

RAUPEX-Rohre bestehen aus einem Basisrohr aus vernetztem Polyethylen (PE-Xa) nach DIN 16892/93 und einer farbigen Beschichtung. RAUPEX-Rohre werden in zwei Druckstufen mit unterschiedlichen Wandstärken angeboten (SDR 11 und SDR 7,4).
Der Begriff SDR steht für “Standard Dimension Ratio” und beschreibt das Verhältnis von Außendurchmesser zur Wanddicke des Rohres.

$$SDR = \frac{d}{s} = \text{Gleichung 1}$$

d: Außendurchmesser des Rohres [mm]
s: Wanddicke [mm]

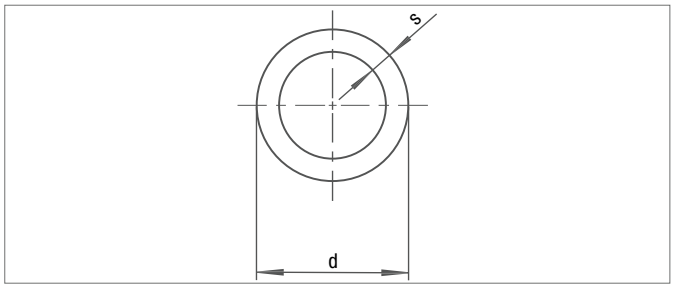


Abb. 1: Außendurchmesser und Wandstärke eines RAUPEX-Rohres

Beispiel
Industrierohr RAUPEX 110 x 10mm
d = 110 mm
s = 10 mm

Einsetzen in Gleichung 1:

$$SDR = \frac{d}{s} = \frac{110\ mm}{10\ mm}$$

SDR = 11

Aus Gleichung 1 geht hervor, dass die Rohre SDR 7,4 eine dickere Wand besitzen als die Rohre gemäß SDR 11. Dadurch können diese Rohre nach SDR 7,4 auch mit höherem Innendruck belastet werden als SDR 11 Rohre. Durch den geringeren Innendurchmesser sinkt bei SDR 7,4 Rohren allerdings die Durchflussleistung auf ca. 60% des Wertes von SDR 11 Rohren ab. Aus diesem Grund ist es wichtig, bei der Auswahl des idealen Rohres Druck- und Temperaturverhältnisse sowie Durchflussleistungen zu berücksichtigen, um eine wirtschaftliche Gesamtlösung zu erhalten.

3.1 Rohrwerkstoff

Die Rohre des Industrierohrsystems RAUPEX bestehen aus dem Material RAU-PE-Xa, einem peroxidisch vernetzten Polyethylen, das nach dem Verfahren REHAU hergestellt wird. Hierbei wird Polyethylen durch Zugabe von Peroxid unter hohem Druck und hoher Temperatur vernetzt. Bei diesem Prozess werden Verbindungen zwischen den Makromolekülen so hergestellt, dass sich diese zu einem Netzwerk verbinden.
Kennzeichnend für die Hochdruckvernetzung ist die Vernetzung in der Schmelze, oberhalb des Kristallitschmelzpunktes. Die Vernetzungsreaktion erfolgt während der Rohrformung im Extrusionswerkzeug. Dieses Verfahren sichert auch bei dickwandigen Rohren eine gleichmäßige Vernetzung über die gesamte Wandstärke. Hochdruckvernetzte Rohre können ohne Qualitätsverlust über die Rekristallisationstemperatur erwärmt werden. Dies ermöglicht dauerhafte Formänderungen oder Rückführungen des Rohres in den Urzustand durch Wärmebehandlung.

3.1.1 Werkstoffeigenschaften

Durch die Vernetzung des Polyethylens werden wichtige Werkstoffeigenschaften deutlich verbessert.

- Korrosionsbeständigkeit
- Günstiges Alterungsverhalten
- Kriechfestigkeit
- Rückstellvermögen
- Temperaturbeständigkeit
- Schlechte Schallübertragung
- Druckbeständigkeit
- Toxikologische und physiologische Unbedenklichkeit
- Ausgezeichnete Kerbschlagzähigkeit
- Gute Abriebfestigkeit

3.1.2 Eigenschaftswerte PE-Xa

Dichte	0,94 g/cm^3
Mittlerer thermischer Längenausdehnungskoeffizient im Temperaturbereich 0 bis 70°C	1,5 10^{-4} K^{-1}
Wärmeleitfähigkeit	0,41 W/mK
Elastizitätsmodul bei 20°C	600 N/mm^2
Oberflächenwiderstand	>10^{12} Ω
Baustoffklasse	B2 (normal entflammbar)
Rohrrauhigkeit	0,007 mm

Tab. 2 Eigenschaftswerte von PE-Xa

3.1.3 Chemische Beständigkeit

RAUPEX-Rohre weisen eine besondere Beständigkeit gegenüber Chemikalien auf.
Sicherheitsfaktoren und Temperaturbeständigkeiten sind medienabhängig, teilweise unterschiedlich zu den Werten für Wasser und Luft. Sollen RAUPEX-Rohre für Chemikalientransport bzw. in einer aggressiven Atmosphäre eingesetzt werden, wenden Sie sich zur Information an Ihr REHAU Verkaufsbüro.

Allgemein gültige Aussagen zur chemischen Beständigkeit können aus folgenden Gründen nicht getroffen werden:

1. Die zu transportierenden Medien können aus einer Vielzahl verschiedener Stoffe, Inhibitoren, Zusätzen usw. bestehen, deren Einfluss auf die Komponenten des Industrierohrsystems RAUPEX nicht umfassend geprüft werden kann.
2. Neben dem zu transportierenden Medium ist die chemische Beständigkeit auch von den genauen Betriebsbedingungen abhängig (Druck, Temperatur, Umgebungsbedingungen).

Auf Anforderung stellt REHAU eine Beständigkeitsliste als Orientierung zur Verfügung, aufgrund derer eine Abschätzung der Einsetzbarkeit bestimmter Medien in Kombination mit dem Industrierohrsystem RAUPEX unter drucklosen Bedingungen erfolgen kann.
Alternativ bietet REHAU an, nach Zusendung des Sicherheitsdatenblattes des transportierten Mediums und der genauen Einsatzbedingungen eine Einschätzung durch die chemische Fachabteilung vorzunehmen, die eine genauere Beurteilung der Anwendbarkeit ermöglicht.

Die Verantwortung für die Überprüfung der Anwendbarkeit der REHAU Produkte in der konkreten Anwendung verbleibt dennoch beim Planer bzw. Installateur, da nur dieser die individuellen Einsatz- und Randbedingungen kennt. Wird eine Freigabe benötigt, ist diese beim Hersteller des Mediums einzuholen, da häufig die genaue chemische Zusammensetzung nur durch diesen definiert werden kann. Die erforderlichen Materialangaben der Systemkomponenten des Industrierohrsystems RAUPEX können dieser Technischen Information entnommen werden.

Wenden Sie sich für Unterstützung bei der Einschätzung der chemischen Beständigkeit an den Hersteller des zu transportierenden Mediums.

3.2 Zeitstandsfestigkeit

Die Zeitstandsinnendruckfestigkeit von RAUPEX-Rohren ist abhängig vom Zusammenspiel von Druck, Temperatur und Zeit. In der jeweiligen Kombination ergibt sich ein maximal zulässiger Druck für bestimmte Temperaturen und Betriebsjahre. Diese technischen Angaben sind ermittelt nach DIN 16892/93 und können nur eine generelle Aussage zur Zeitstandsfestigkeit geben, da die maximalen Temperatur- und Druckwerte in der konkreten Anwendung stark schwanken können.

Nebenstehende Tabelle gilt nur für die Durchflussmedien Luft und Wasser. Andere Medien bewirken ein abweichendes Alterungsverhalten des Rohrwerkstoffes und damit abweichende Zeitstandsinnendruckfestigkeiten.

Temperatur [°C]	Betriebsjahre	SDR 11	SDR 7,4
		Zulässiger Betriebsdruck p [bar]	
10	1	17,9	28,3
	5	17,5	27,8
	10	17,4	27,6
	25	17,2	27,3
	50	17,1	27,1
20	1	15,8	25,1
	5	15,5	24,6
	10	15,4	24,4
	25	15,2	24,2
	50	15,1	24,0
30	1	14,0	22,3
	5	13,8	21,9
	10	13,7	21,7
	25	13,5	21,4
	50	13,4	21,3
40	1	12,5	19,8
	5	12,2	19,4
	10	12,1	19,3
	25	12,0	19,1
	50	11,9	18,9
50	1	11,1	17,7
	5	10,9	17,3
	10	10,8	17,2
	25	10,7	17,0
	50	10,6	16,8
60	1	9,9	15,8
	5	9,7	15,5
	10	9,7	15,3
	25	9,5	15,2
	50	9,5	15,0
70	1	8,9	14,1
	5	8,7	13,8
	10	8,6	13,7
	25	8,5	13,6
	50	8,5	13,4
80	1	8,0	12,7
	5	7,8	12,4
	10	7,7	12,3
	18,8*	7,6*	12,0*
90	1	7,2	11,4
	5	7,0	11,1
	6,7*	6,9*	11,0*
95	1	6,8	10,8
	4,1*	6,6*	10,5*

Durchflussmedium Luft und Wasser
Sicherheitsfaktor 1,25

Tab. 3 Zeitstandsinnendruckfestigkeiten von RAUPEX-Rohren nach DIN 16892/93 (Oktober 2019).
(Zeitstandsfestigkeit kann in konkreter Anwendung variieren).
*Die *Werte wurden gemäß den der DIN 16893 zu Grunde liegenden Berechnungsformeln ermittelt.*

3.3 Rohrarten

DIN 2403 empfiehlt bestimmte Rohrfarben für verschiedene Medien. Die Farbgebung der RAUPEX-Rohre lehnt sich an diese Empfehlung an.

Abb. 2 Rohrarten im Überblick

3.3.1 RAUPEX-A

Das RAUPEX-A-Rohr besteht aus einem UV-stabilisierten Basisrohr aus RAU-PE-Xa gemäß DIN 16892/93 und einer Ummantelung aus PE 100 der Farbe silbergrau (ähnlich RAL 7001). Typische Anwendungen sind: Druckluft, Vakuum, inerte Gase.

3.3.2 RAUPEX-K

Das RAUPEX-K-Rohr besteht aus einem UV-stabilisierten Basisrohr aus RAU-PE-Xa gemäß DIN 16892/93 und einer Ummantelung aus PE 100 der Farbe gelbgrün (ähnlich RAL 6018). Typische Anwendungen sind: Kühlwasser, Brauchwasser.

3.3.3 RAUPEX-O

Das RAUPEX-O-Rohr besteht aus einem UV-stabilisierten Basisrohr aus RAU-PE-Xa gemäß DIN 16892/93 und einer Ummantelung aus PE 100 der Farbe himmelblau (ähnlich RAL 5015). Typische Anwendung: Druckluft außerhalb des Geltungsbereichs der DIN 2403.

3.3.4 RAUPEX-UV

Das RAUPEX-UV-Rohr besteht aus einem UV-stabilisierten Basisrohr aus RAU-PE-Xa gemäß DIN 16892/93 und einer Ummantelung aus PE 100 der Farbe tiefschwarz (ähnlich RAL 9005). Diese Rohre haben sich für Anwendungsfälle bewährt, bei denen es zu erhöhten UV-Strahlungswerten kommen kann. Beim Einsatz dieser Rohre im Außenbereich ist besonders darauf zu achten, dass durch Sonneneinstrahlung die Temperatur des Rohres stark ansteigen kann, was bei der Druckauslegung berücksichtigt werden muss.

3.3.5 RAUTHERM-FW

Das RAUTHERM-FW-Rohr besteht aus einem Basisrohr aus RAU-PE-Xa gemäß DIN 16892/93 und einer Sauerstoffsperrschicht gemäß DIN 4726. Aufgrund der Sauerstoffsperrschicht eignet sich das RAUTHERM-FW-Rohr speziell für geschlossene Kreisläufe, bei denen ein Sauerstoffeintrag durch Diffusion vermieden werden soll.
RAUTHERM-FW-Rohre besitzen keine Stabilisierung gegen UV-Licht, jedoch eine erhöhte Stabilisierung gegenüber Wärmealterung.

4 SCHIEBEHÜLSENVERBINDUNG

4.1 Metallische Schiebehülsenverbindung

4.1.1 Verarbeitungshinweise Schiebehülsenverbindung

Gefahr der Verwechslung von Formteilen
- Abmessungsangabe auf den Formteilen beachten. Diese muss zur Abmessungsangabe auf den Rohren passen
- Entnehmen Sie die genaue Zuordnung der Formteilprogramme und Rohrtypen der aktuellen Preisliste

Vermeidung von Korrosionsschäden
- Formteile und Schiebehülsen vor dem Kontakt mit Mauerwerk bzw. mit Estrich, Zement, Gips, Schnellbinder, aggressiven Medien und sonstigen korrosionsauslösenden Materialien und Stoffen durch geeignete Umhüllung schützen
- In aggressiver Umgebung (z. B. Tierhaltungen, in Beton eingegossen, Seewasseratmosphäre, Reinigungsmittel) Rohrleitungen und Formteile ausreichend und diffusionsdicht (z. B. gegen aggressive Gase, Gärgase) gegen Korrosion schützen
- Formteile, Rohre und Schiebehülsen vor Feuchtigkeit schützen
- Sicherstellen, dass verwendete Dichtmittel, Reinigungsmittel, Montageschäume etc. keine Spannungsriss auslösenden Bestandteile, z. B. Ammoniak, ammoniakhaltige Mittel enthalten

Vermeidung von Verschmutzung und Beschädigung
- Keine verschmutzten oder beschädigten Systemkomponenten, Rohre, Formteile, Schiebehülsen oder Dichtungen verwenden
- Bei Lösen von Verbindungen mit Flachdichtungen (o.ä.) vor erneuter Verbindung die Dichtfläche auf Unversehrtheit prüfen und gegebenenfalls eine neue Dichtung einsetzen

Verwendung geeigneter Richtwerkzeuge

Formteile nur mit geeigneten Richtwerkzeugen ausrichten, z. B. Rohrnippel oder Gabelschlüssel.

Montagewerkzeug von REHAU
- Vor der Verwendung der Werkzeuge von REHAU die Hinweise in der jeweiligen Bedienungsanleitung genau durchlesen und beachten
- Falls diese Bedienungsanleitungen nicht mehr dem Werkzeug beigelegt sind oder nicht zur Verfügung stehen, diese anfordern
- Beschädigte oder eingeschränkt funktionsfähige Werkzeuge nicht mehr verwenden und zur Reparatur an das zuständige REHAU Verkaufsbüro senden
- Alle Wartungshinweise aus den Bedienungsanleitungen des jeweiligen Werkzeuges von REHAU sind einzuhalten

Vermeidung von Überbelastung bei der Montage
- Zu starkes Anziehen der Gewindeverbindung vermeiden
- Passende Gabelschlüssel einsetzen. Formteil nicht zu stark in Schraubstock einspannen
- Die Verwendung von Rohrzangen kann zur Beschädigung von Formteilen führen
- Gewindeverbindungen nicht übermäßig einhanfen. Gewindespitzen müssen noch erkennbar sein
- Formteil nicht plastisch verformen, z. B. durch Hammerschläge
- Nur Gewinde nach ISO 7-1, DIN EN 10226-1 und ISO 228 einsetzen. Andere Gewindetypen sind nicht zulässig

Verarbeitung von Gewindeformteilen
- Nur zugelassene Dichtmittel verwenden (z. B. DVGW-zertifizierte Dichtmittel)
- Hebelarm von Montagewerkzeugen nicht verlängern, z. B. mit Rohren
- Gewindeverbindungen so zusammenschrauben, dass der Gewindeauslauf (am Gewindeende) sichtbar bleibt
- Kombinationsmöglichkeit von unterschiedlichen Gewindearten (gemäß ISO 7-1, DIN EN 10226-1 und ISO 228) vor dem Zusammendrehen prüfen, z. B. auf Toleranzlage, Leichtgängigkeit
- Andere Gewindearten sind nicht zulässig
- Bei Verwendung von Langgewinden auf die maximal mögliche Einschraublänge und ausreichende Gewindetiefe in den Gegenstücken mit Innengewinde achten

Gewinde bei Formteilen mit Gewindeübergang sind folgendermaßen ausgeführt:
- Gewinde nach ISO 7-1 und DIN EN 10226-1:
  - Rp = zylindrisches Innengewinde
  - R = kegeliges Außengewinde
- Gewinde nach ISO 228:
  - G = zylindrisches Gewinde, nicht im Gewinde dichtend

REHAU empfiehlt zur Systemergänzung Schraubfittings aus Messing oder Rotguss.

4.1.2 Beschreibung

Die Verbindungstechnik Schiebehülse ist eine von REHAU entwickelte Methode zur schnellen, sicheren und dauerhaft dichten Verbindung von RAUPEX-Rohren.

Sie zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus:
- Robuste Verbindungstechnik für hohe Baustellentauglichkeit
- Ohne O-Ring (Rohrwerkstoff dichtet selbst)
- Einfache optische Kontrolle
- Sofort druckbelastbar
- Eigenes REHAU Werkzeug (RAUTOOL)
- Breites Formteilprogramm

Abb. 3 Schiebehülsenverbindung im Schnitt

4.1.3 Werkstoff der Formteile

Die Schiebehülsenfittings bestehen aus Messing nach DIN EN 12164, DIN EN 12165 und DIN EN 12168 oder Rotguss. Die Schiebehülsen sind aus Messing oder Rotguss gefertigt. Genauere Materialspezifikationen können dem Lieferprogramm von REHAU entnommen werden.

4.1.5 Montagewerkzeug

REHAU bietet dem Verarbeiter mehrere Schiebehülsenwerkzeuge an. Die verschiedenen Werkzeugvarianten erlauben dem Verarbeiter, das optimale Werkzeug für den jeweiligen Anwendungsbereich auszuwählen.
Alle Schiebehülsenwerkzeuge sind so konzipiert, dass sie den Anforderungen auf der Baustelle voll gerecht werden. Vom Verarbeiter ist zu entscheiden, welches Werkzeug für seinen Anwendungsfall die optimale Lösung bietet.

Bedienungsanleitungen zu Werkzeugen von REHAU können Sie im Internet unter www.rehau.de oder www.rehau.de/montagewerkzeuge herunterladen.

Den Lieferumfang des Montagewerkzeugs RAUTOOL entnehmen Sie der Preisliste Industrierohrsystem RAUPEX.

RAUTOOL M1

Abb. 4 RAUTOOL M1

- Manuelles Werkzeug
- Anwendungsbereich: Abmessungen 16 – 40

Die hydraulischen Werkzeuge RAUTOOL H2, RAUTOOL E2/E3 und RAUTOOL A2/A3/A-light/A-light2 sind untereinander kombatibel und können mit den gleichen Ergänzungssätzen bestückt werden. Aufweitzangen und Aufweitköpfe des Aufweitsystems RO sind bei allen Werkzeugen untereinander kombatibel.

RAUTOOL H2

Abb. 5 RAUTOOL H2

- Mechanisch-hydraulisches Werkzeug
- Anwendungsbereich: Abmessungen 16 – 40
- Antrieb über Fuß-/Handpumpe
- Ergonomisches Gelenk am Verpresszylinder

RAUTOOL E3

Abb. 6 RAUTOOL E3

- Elektro-hydraulisches Werkzeug
- Anwendungsbereich: Abmessungen 16 – 40
- Antrieb über elektrisches Hydraulikaggregat, das über einen Elektro-Hydraulikschlauch mit dem Werkzeugzylinder verbunden ist
- Werkzeugzylinder kann wahlweise zum hydraulischen Aufweiten genutzt werden

RAUTOOL A3

Abb. 7 RAUTOOL A3

- Akku-hydraulisches Werkzeug
- Anwendungsbereich: Abmessungen 16 – 40
- Antrieb über ein akkubetriebenes Hydraulikaggregat, das sich direkt am Werkzeugzylinder befindet
- Werkzeugzylinder kann wahlweise zum hydraulischen Aufweiten genutzt werden

RAUTOOL A-light2

Abb. 8 RAUTOOL A-light2

- Akku-hydraulisches Werkzeug
- Anwendungsbereich: Abmessungen 16 – 40
- Antrieb über ein akkubetriebenes Hydraulikaggregat, das sich direkt am Werkzeugzylinder befindet
- Werkzeugzylinder kann wahlweise zum hydraulischen Aufweiten genutzt werden

RAUTOOL G2

Abb. 9 RAUTOOL G2

- Werkzeug für die Rohrabmessungen 50 – 63 (optional in den Abmessungen 40 sowie 75 – 110 verfügbar)
- Antrieb über ein Elektro-Hydraulik-Aggregat (optional über eine Fußpumpe)
- Werkzeugzylinder wird zum Aufweiten und Verpressen verwendet

RAUTOOL G1 125-160

Abb. 10 RAUTOOL G1 125-160

- Elektro-hydraulisches Werkzeug für die Dimensionen 125 und 160

Das Werkzeug RAUTOOL G1 125-160 darf ausschließlich für die Abmessungen 125 und 160 eingesetzt werden.

4.1.6 Verbindungsherstellung 20 – 40

Abb. 11

1. Rohr mit Rohrschere gratfrei und rechtwinklig auf das gewünschte Maß ablängen.

Abb. 12

2. Schiebehülse über das Rohr schieben. Innere Anfasung muss zum Rohrende zeigen.

Abb. 13

3. Rohr zweimal um 30° versetzt mit Aufweitzange ausweiten.
Alternativ dazu ist auch das Aufweiten mit Expanderbit möglich.
(Nicht in der Abbildung dargestellt).
Aufweitwerkzeug grundsätzlich bis zum Anschlag einstecken und nicht verkanten.
Schiebehülse darf sich nicht in der Aufweitzone befinden.

Abb. 14

4. Fitting in das Rohr stecken. Nach kurzer Zeit steckt der Fitting im Rohr fest.

Abb. 15

5. Werkzeug an der Verbindung ansetzen. Werkzeug nicht verkanten!
Werkzeug muss vollflächig und im rechten Winkel angesetzt werden.

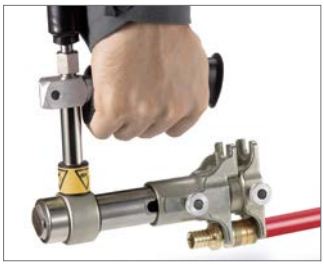


Abb. 16

6. Schiebehülse bis zum Fittingkragen aufschieben.
Die Verbindung ist sofort nach Fertigstellung mit Druck und Temperatur belastbar.

4.1.7 Verbindungsherstellung 40 – 110

Abb. 17

1. Rohr gratfrei und rechtwinklig auf das gewünschte Maß ablängen.

Abb. 18

2. Schiebehülse über das Rohr schieben. Innere Anfasung muss zum Rohrende zeigen.

Abb. 19

3. Rohr zweimal um 30° versetzt mit Aufweiteinheit des RAUTOOL G1 aufweiten.
Aufweitwerkzeug grundsätzlich bis zum Anschlag einstecken und nicht verkanten.
Schiebehülse darf sich nicht in der Aufweitzone befinden.

Abb. 20

4. Fitting in das Rohr stecken. Nach kurzer Zeit steckt der Fitting im Rohr fest.
Bei RAUTHERM-FW-Rohren ab Dimension 110 ist das Rohr im Verbindungsbereich gleichmäßig mit Gleitmittel von REHAU zu benetzen.

Abb. 21

5. Die Aufweiteinheit vom Werkzeug demontieren.

Abb. 22

6. Joche auf den Zylinder stecken.

Abb. 23

7. Werkzeug an der Verbindung ansetzen. Werkzeug nicht verkanten!
Werkzeug muss vollflächig und im rechten Winkel angesetzt werden.

Abb. 24

8. Schiebehülse bis zum Fittingkragen aufschieben.
Verbindung ist sofort nach Fertigstellung mit Druck und Temperatur belastbar.

4.1.8 Verbindungsherstellung 125 – 160

Abb. 25

1. Rohr auf das gewünschte Maß rechtwinklig mittels Guillotine ablängen…

Abb. 26

… alternativ kann auch der Rollenrohrabschneider eingesetzt werden.

Abb. 27

2. Schiebehülse über das Rohr schieben. Innere Anfasung muss zum Rohrende zeigen.

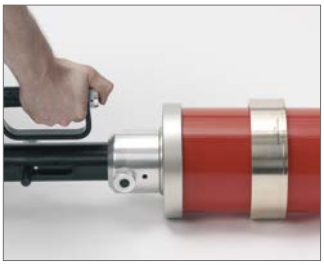


Abb. 28

3. Rohr zweimal um 30° versetzt aufweiten.
Aufweitwerkzeug grundsätzlich bis zum Anschlag einstecken und nicht verkanten.
Schiebehülse darf sich nicht in der Aufweitzone befinden.

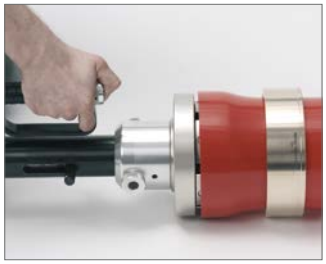


Abb. 29

4. Die Einsteckzeit des Fittings in das Rohr kann durch das Halten des Aufweitdruckes bei voll geöffnetem Aufweitkopf (Endposition beim Aufweitvorgang) beeinflusst werden.

Abb. 30

5. Fitting in das Rohr einstecken. Nach kurzer Zeit sitzt der Fitting im Rohr fest (memory effect).

Abb. 31

6. Es muss ein gleichmäßiger Spalt zwischen Fittingkragen und Rohrende sein. Wenn nötig, muss die Position unmittelbar nach dem Einstecken mittels Gummihammer ausgerichtet werden.

Abb. 32

7. Rohr im Verbindungsbereich am kompletten Umfang gleichmäßig mit Gleitmittel von REHAU benetzen.

Abb. 33

8. Verpresswerkzeug RAUTOOL G1 125-160 vollständig ansetzen.
Werkzeug nicht verkanten!
Werkzeug muss vollflächig und im rechten Winkel angesetzt werden.

Abb. 34

9. Durch Betätigen des Druckschalters am Master-Zylinder Schiebehülse bis zum Fittingkragen aufschieben. Gegebenenfalls Steckstiftpostitionen am beweglichen Joch verändern, um Schiebehülse komplett aufzuschieben.
Verbindung ist sofort nach Fertigstellung mit Druck und Temperatur belastbar.

5 ELEKTROSCHWEISSMUFFE AUS PE

5.1 Allgemeine Beschreibung

Elektroschweißfittinge von REHAU sind Formteile mit integriertem Widerstandsdraht. Durch elektrischen Strom wird dieser Draht auf die benötigte Schweißtemperatur erwärmt und dadurch die Schweißung durchgeführt.
Jeder Fitting besitzt einen integrierten Erkennungswiderstand, der eine automatische Einstellung der Schweißparameter am Schweißgerät sicherstellt. Der Barcode auf allen Elektroschweißfittingen von REHAU ermöglicht den Einsatz aller marktüblichen Schweißgeräte mit Lesestift.
Durch eingebaute Anzeigenippel, die während des Schweißens hervortreten können, kann jeder Fitting optisch auf eine bereits erfolgte Schweißung überprüft werden. Bei Rohren aus polymeren Werkstoffen kann es im Randbereich der Wandung durch Umwelteinflüsse zu Oxidationen kommen. Aus diesem Grund muss die Außenschicht unmittelbar vor einem Schweißvorgang durch Abschaben oder Abschälen entfernt werden.

Abb. 35 Elektroschweißmuffe im Schnitt

Abb. 36 Integrierte Schweißdrähte

5.2 Werkstoff

Elektroschweißmuffen von REHAU bestehen aus schwarzem UV-stabilisiertem Polyethylen (PE 100).
Der Schmelzindex MFR 190/5 beträgt 0,3 – 1,7 g/10 min. nach DIN EN ISO 1133.

5.3 Einsatzgrenzen

Temperatur [°C]	Maximaler Betriebsdruck [bar]	Betriebsjahre [a]
20	16,0	50
30	13,5	50
40	11,5	50
50	10,3	15

Sicherheitsfaktor 1,25; Medium: Wasser und Luft

Tab. 4 Einsatzgrenzen Elektroschweißmuffen PN16 aus PE100 (ohne LightFit) nach DIN 8075 (Einsatzgrenzen variieren in konkreter Anwendung)

5.4 Montagewerkzeuge

5.4.1 Schweißgerät monomatic

Abb. 37 Schweißgerät monomatic

Das Schweißgerät monomatic von REHAU arbeitet vollautomatisch. Es hat ein stabiles Gehäuse und verfügt über ein hintergrundbeleuchtetes Display. Die Menüführung kann in andere Landessprachen umgeschaltet werden. Über zwei verschiedenfarbige Schweißkontakte (schwarz und rot) wird das Schweißgerät an den Fitting angeschlossen.
Dabei ist das rote Kabel in den roten Kontakt am Fitting zu stecken. Über einen eingebauten Widerstand im Elektroschweißfitting werden die Schweißparameter im Schweißgerät automatisch eingestellt. Eine automatische Überwachung kontrolliert anhand der Stromkurve den Schweißvorgang. Im Fehlerfall wird der Bediener durch einen Warnton und eine Anzeige auf dem Display informiert.
Der Verarbeitungsbetrieb hat sicherzustellen, dass vorschriftsmäßig gewartete Geräte verwendet werden.

Hinweise zur Nutzung

Wartung

Die Wartung des Schweißgerätes monomatic hat alle 12 Monate oder alle 200 Betriebsstunden zu erfolgen (abhängig davon, welcher Fall zuerst eintritt).

Verlängerungskabel

Für die Verlängerung des Netzkabels sind folgende Regeln anzuwenden:

Kabellänge	Querschnitt
bis 20 m	3 x 1,5 mm²
20 – 50 m	3 x 2,5 mm²
50 – 100 m	3 x 4,0 mm²

Tab. 5 Kabellänge Verlängerungskabel

Das Schweißkabel darf nicht verlängert werden.

Verwendung von Generatoren

- Erst Generator starten, dann Gerät einstecken
- Es darf kein anderer Verbraucher am Generator angeschlossen sein
- Leerlaufspannung sollte auf etwa 260 V eingeregelt werden
- Schweißgerät abtrennen, bevor der Generator abgeschaltet wird
- Die nutzbare Generatorleistung vermindert sich je 1000 m Standorthöhenlage um 10 %
- Prüfen Sie den Tankinhalt vor dem Start eines Schweißprozesses

Um eine Beschädigung des Schweißgerätes zu vermeiden und sicherzustellen, dass die geräteinternen Überwachungsfunktionen den Schweißprozess nicht abbrechen, müssen die verwendeten Generatoren die folgenden Anforderungen erfüllen:

- Eignung für Phasenanschnittsteuerung und induktive Lasten
- Leerlaufspannung auf 245 V – 260 V einstellbar
- 18 A Ausgangsstrom auf einer Phase
- Stabile Ausgangsspannung bzw. Motordrehzahl auch bei schnell wechselnder Belastung
- Synchrongeneratoren mit mechanischer Drehzahlregelung bevorzugt
- Spannungsspitzen dürfen 800 V nicht überschreiten

Generator-Nennabgabeleistung: 1-phasig 230/240 V, 50/60 Hz

Durchmesser	Abgabeleistung
20 – 75 mm	2 kW
90 – 160 mm	3,2 kW
160 – 355 mm	4,5 kW (mechanisch geregelt) 5 kW (elektronisch geregelt)

Tab. 6 Generator-Nennabgabeleistung

Bei Generatoren mit schlechtem Regelverhalten oder bei schlecht spannungsstabilisierten Generatoren muss die gewährleistete Leistung das 3 – 3,5-fache der Last betragen, um einen störungsfreien Betrieb sicherzustellen. Bei Generatoren mit elektronischer Regelung sollte die Eignung vorher getestet werden, da hier verschiedene Geräte zu Drehzahlschwingungen neigen und dieser Zustand extreme Spannungsspitzen erzeugt.

Eingangsspannung (AC)	230 V (185 – 300 V)
Eingangsfrequenz	50 Hz (40 – 70 Hz)
Stromstärke Eingang	16 A
Ausgangsspannung	40 V
Stromstärke Ausgang	max. 60 A
Leistung	2600 VA / 80 % ED
Temperaturbereich	-10 °C bis +50 °C
Gerätesicherheit	CE, IP 54
Gewicht	ca. 18 kg
Länge Stromkabel	4,5 m
Länge Schweißkabel	4,7 m
Display	2 x 20 Zeichen Hindergrundbeleuchtung
Abmessung	440 x 380 x 320 mm
Parametereingabe	automatisch
Elektr. Überwachung Eingang	Spannung / Stromstärke / Frequenz
Elektr. Überwachung Ausgang	Spannung, Kontakt, Widerstand, Kurzschluss, Stromstärkenkurve, Schweißzeit, Arbeitstemperatur, Systemcheck
Fehlermeldung	Dauerwarnton, Angabe im Display

Tab. 7 Technische Daten Schweißgerät Elektroschweißmuffe

Bei Einsatz der 110-V-Version des Schweißgerätes muss der verwendete Generator zum Teil abweichende Anforderungen erfüllen. Wenden Sie sich in diesem Fall an Ihr zuständiges Verkaufsbüro.

5.4.2 Rohrabschneider und Rohrschäler

Zum Trennen der Rohre von REHAU und zur Vorbereitung der Rohrenden für die Elektroschweißmuffenverbindung stehen verschiedene Werkzeuge zur Verfügung. Nähere Angaben hierzu finden Sie in der aktuell gültigen Preisliste.

Abb. 38 Werkzeuge zur Verbindungsherstellung

5.5 Verbindungsherstellung

Abb. 39

1. Rohr rechtwinklig und gratfrei auf das gewünschte Maß ablängen.

Abb. 40

2. Das Abschabmaß gemäß Tabelle 8 anzeichnen.

Dimension	Abschabbereich
20	30 mm
25	30 mm
32	35 mm
40	39 mm
50	44 mm
63	53 mm
75	56 mm
90	66 mm
110	67 mm
125	80 mm
160	81 mm

Tab. 8: Abschabbereich

Abb. 41

3. Beschichtung mit Handschaber vollständig entfernen. Nicht über die Markierung hinwegschaben. Der Span sollte eine Dicke von ca. 0,2 mm haben.

Abb. 42

4. Bei Verwendung eines Abschälgerätes kann auf das Anzeichnen verzichtet werden. Dabei darf nur einmal geschält werden!

Abb. 43

5. Abschabbereich muss staub- und fettfrei sein. Mit ausreichend Tangit-Reiniger säubern und komplett verdunsten lassen.

Abb. 44

6. Elektroschweißmuffe erst unmittelbar vor dem Verarbeiten aus dem Beutel entnehmen. Wenn erforderlich Schweißmuffe mit Tangit säubern.

Abb. 45

7. Elektroschweißmuffe vollständig auf das erste Rohrende aufschieben.

Abb. 46

8. Zweites Rohrende vorbereiten und in Elektroschweißmuffe vollständig einschieben.

Abb. 47

9. Schweißgerät anschließen; rotes Kabel auf roten Kontakt. Schweißparameter werden automatisch erkannt.

Abb. 48

10. Startknopf des Schweißgerätes drücken und Anweisung wie folgt überprüfen.
Schweißparameter im Display mit Werten auf dem Elektroschweißfitting vergleichen.

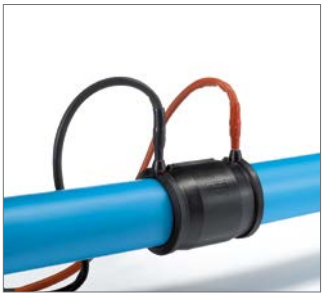


Abb. 49

11. Ausrichtung und Einstecktiefe überprüfen.
Schweißung muss spannungsfrei erfolgen. Ggf. sind Runddrückklemmen oder Rohrhalteklemmen einzusetzen.

Abb. 50

12. Nochmaliges Drücken des Startknopfes löst den Schweißvorgang aus.

Abb. 51

13. Ein akustisches Signal ertönt nach Abschluss des Schweißvorganges. Im Display erscheint „OK".
Die Stecker können entfernt werden.

Während der am Fitting angegebenen Abkühlzeit „cool…min" darf die Verbindung nicht mechanisch belastet werden.
Der volle Betriebsdruck darf erst nach folgenden Abkühlzeiten aufgebracht werden:

Dimension	Abkühlzeit
20 – 63	20 Min.
75 – 110	30 Min.
125	45 Min.
160	70 Min

Tab. 9 Abkühlzeiten Elektroschweißmuffen

5.6 Montage Anbohrschelle

Anbohrschellen ermöglichen die Erweiterung eines Leitungsnetzes unter Druck, ohne Medienaustritt. Die Schweißzone befindet sich in einem Ring um das Abgangsloch.
Der Montagevorgang beim Einbinden einer Anbohrschelle weicht daher vom Schweißvorgang einer Muffe ab.

Abb. 52
Anbohrschelle im Schnitt

Abb. 53
1. Anbohrschellenunterteil an gewünschter Position anlegen und anzeichnen.

Abb. 54
2. Zwischen den beiden Markierungen Ummantelung auf halbem Umfang des Basisrohres mit Handschaber entfernen. Der Span sollte eine Dicke von ca. 0,2 mm haben.

Abb. 55
3. Abschabbereich muss staub- und fettfrei sein. Mit ausreichend Tangit-Reiniger säubern und komplett verdunsten lassen.

Abb. 56
4. Anbohrschelle befestigen

Abb. 57
5. Schweißgerät anschließen; rotes Kabel auf roten Kontakt. Schweißparameter werden automatisch erkannt.

Abb. 58
6. Startknopf des Schweißgerätes drücken und Anweisungen folgen. Schweißparameter im Display mit Werten auf der Anbohrschelle vergleichen.

Abb. 59
7. Ein akustisches Signal ertönt nach Abschluss des Schweißvorganges. Die Stecker können entfernt werden.

Abb. 60
8. Nach 20 Minuten Abkühlzeit Rohrleitung des Abzweiges fertigstellen. Dann den gesamten Rohrleitungsstrang am Abzweig einer Druckprobe unterziehen.

Abb. 61
9. Nach der Druckprobe mit Inbusschlüssel NW 12 das Locheisen in das Hauptrohr einschrauben

Abb. 62
10. Nach Durchbruch der Leitung das Locheisen gegen den Uhrzeigersinn bis zum Anschlag zurückschrauben.

Abb. 63
11. Einführhilfe abziehen.

Abb. 64
12. Kappe aufdrehen bis Rückdrehsicherung anschlägt.

5.7 Hinweise zum Schweißen mit Elektroschweißmuffen und Anbohrschellen

Abb. 65
Zum Anzeichnen PE-Stift in Kontrastfarbe verwenden.

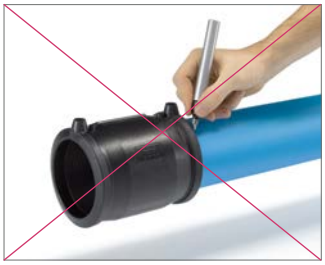


Abb. 66
Muffen nicht zum Anzeichnen verwenden.

Abb. 67
Anbohrschellenoberteile nicht zum Anzeichnen verwenden.

Abb. 68
Wenn Abschälgerät eingesetzt wird, nur einmal schälen. Reste der Ummantelung auf dem Rohr stören den Schweißablauf nicht, sofern die oberste Schicht (Oxidschicht) entfernt wurde.

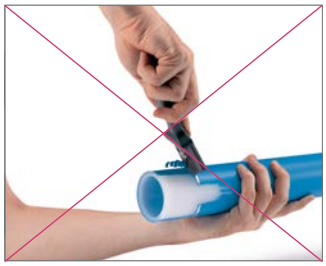


Abb. 69
Nicht über Markierung hinaus schaben.

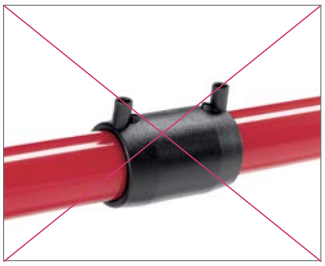


Abb. 70
Rohre mit EVOH-Schicht (=Sauerstoffsperrschicht)dürfen nicht in Verbindung mit Elektroschweißmuffen aus PE eingesetzt werden.

Abb. 71
Schweißzone nicht berühren.

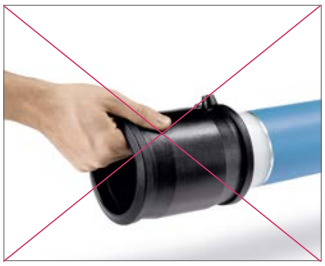


Abb. 72
Elektroschweißmuffe nicht innen berühren.

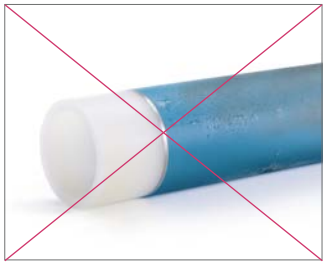


Abb. 73
Schweißfläche darf weder nass noch verschmutzt sein.

Abb. 74
Keine gebrauchten Lappen zum Reinigen einsetzen. Nur wasserfeste, unbenutzte, nicht eingefärbte oder faserende und saugfähige Zellstofftücher verwenden.

Abb. 75
Neben Tangit-Reiniger (Sicherheitsdatenblatt beachten!) kann auch 99%iger Äthylalkohol (C_2H_5OH) verwendet werden.

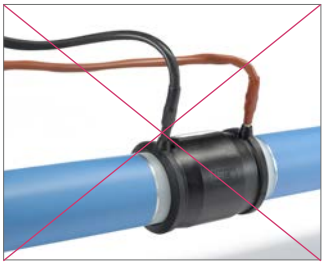


Abb. 76
Unvollständig eingesteckte Rohre nicht verschweißen.

Abb. 77
Falls Muffe als Überschiebmuffe eingesetzt werden soll, sind die Anschlagnippel zu entfernen.

Abb. 78
Bei eingeschweißter Elektroschweißmuffe sind je Rohrende die Anzeigenippel hervorgehoben.

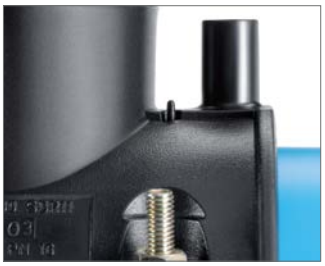


Abb. 79
Bei Anbohrschellen gibt es nur einen Anzeigenippel.

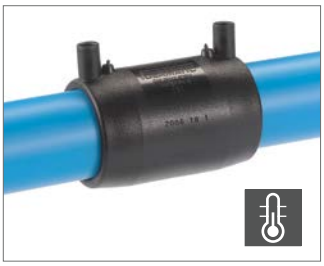


Abb. 80
Die Verarbeitungstemperatur für Rohr, Fitting und Schweißgerät muss zwischen -10 °C und +46 °C liegen.

Die Schweißungen müssen spannungsfrei erfolgen. Gegebenenfalls sind Runddrückklemmen und Halteeinrichtungen zu benutzen. Nach Beendigung der auf den Fittings angegebenen Zeit (cool: ...min.) können die Hilfseinrichtungen entfernt werden.
Während des Schweißvorgangs und der Abkühlzeit die Rohre nicht bewegen.
Während des Schweißvorgangs nicht den Netzstecker ziehen.
Kommt es zu einer Fehlermeldung durch das Schweißgerät, sind die Elektroschweißmuffen auszubauen und zu verwerfen.
Alle zum Schweißprozess gehörenden Arbeiten müssen unmittelbar aufeinanderfolgend durchgeführt werden.
Wenn Elektroschweißmuffe schwergängig aufzuschieben ist, dann Außendurchmesser mit Umfangsbandmaß gemäß nachfolgender Tabelle überprüfen und gegebenenfalls mit Rotationsschäler erneut schälen.

Dimensionen	unteres Abmaß
20 – 160	-0,4 mm

Tab. 10 Mindestmaße der Außendurchmesser

5.8 Stutzenschelle

Alternativ zur Anbohrschelle ist auch der Einsatz einer Stutzenschelle möglich mit dem Unterschied, dass das Leitungsnetz nicht unter Druck stehen darf und entleert sein muss.

Verarbeitungshinweise Stutzenschelle

Die Stutzenschelle ist zuerst zu verschweißen, danach ist das Loch herzustellen. Das Loch ist spanlos mit geeignetem Gerät herzustellen.
Für eine ausführliche Beratung wenden Sie sich an Ihr REHAU Verkaufsbüro bzw. die REHAU Anwendungstechnik.

Abb. 81 Stutzenschelle

6 DRUCKGERÄTERICHTLINIE 97/23/EG

Seit dem 29.5.1997 gilt auf dem Gebiet der Europäischen Union für den Handel mit Druckgeräten ausschließlich die Druckgeräterichtlinie 97/23/EG. Die Druckgeräterichtlinie hat Gesetzesfunktion und ist innerhalb der Europäischen Union verbindlich. Seit diesem Zeitpunkt sind abweichende nationale Vorschriften für den Handel mit Druckgeräten nicht mehr gültig.
Druckgeräte im Sinne der Richtlinie sind Behälter, Rohrleitungen, Ausrüstungsteile mit Sicherheitsfunktion bzw. zur Druckhaltung und Baugruppen derselben mit einem maximal zulässigen Druck > 0,5 bar.
Da auch Rohrleitungen unter die Bestimmungen der Druckgeräterichtlinie fallen, muss vom Hersteller der Rohrleitung (vgl. nachfolgender rechtlicher Hinweis) eine CE-Kennzeichnung angebracht und eine Konformitätserklärung ausgestellt werden.

Im Sinne der Druckgeräterichtlinie ist der Hersteller der Rohrleitung der Installateur, Verarbeiter oder Anlagenbauer, der aus den Einzelkomponenten (wie Rohre, Fittings, Schiebehülsen) eine Rohrleitung zusammensetzt. Die Druckgeräterichtlinie nennt diese Einzelkomponenten „Werkstoffe".
Somit sind im Sinne der Druckgeräterichtlinie die Artikel des Industrierohrsystems RAUPEX, wie Rohre, Fittings, Schiebehülsen sowie das Zubehör, als „Werkstoff" zu bezeichnen. Ausnahmen davon sind Kugelhähne, Druckluftverteilerdosen und Sicherheitsschnellkupplungen.

Steht ein Anlagenbauer als „Hersteller der Rohrleitung" vor der Aufgabe, eine Konformitätserklärung auszustellen und eine CE-Kennzeichnung an der Anlage anzubringen, muss er nachweisen, dass alle Komponenten und Werkstoffe den Anforderungen der Systemgrenzen der Rohrleitung gerecht werden. Konkret müssen gegebenenfalls Unterlagen über die Einsatzgrenzen der eingesetzten Komponenten hinterlegt und Werkszeugnisse 2.2 oder Abnahmeprüfzeugnisse 3.1 nach DIN EN 10204 zur Verfügung gestellt werden.

Für den Bezug eines Werkszeugnisses 2.2 nach DIN EN 10204 bzw. eines Abnahmeprüfzeugnisses 3.1 nach DIN EN 10204 wenden Sie sich bitte an Ihre Ansprechpartner bei REHAU.

Den Wortlaut der Druckgeräterichtlinie finden Sie im Internet auf den offiziellen Seiten der Europäischen Union.

7 DRUCKLUFTTECHNIK

7.1 Allgemeines

Druckluft wird in der gesamten Industrie von der kleinen Werkstatt bis zu großen Produktionsbetrieben genutzt. Ob zum Antrieb von Werkzeugen und Maschinen oder für Komponenten, zum Steuern oder zum Reinigen, ist Druckluft aus modernen Produktionsprozessen nicht mehr wegzudenken.

7.2 Energiekosten der Druckluft

Hohe Energiekosten sind ein großer Nachteil der Druckluft. Dabei tragen Leckagen im Rohrleitungssystem einen nicht unerheblichen Teil zu den Energiekosten bei. Der Grund für den Verlust von Energie sind häufig undichte Gewindeverschraubungen, ausgetrockneter Hanf in Gewindeverbindungen, durch Korrosion hervorgerufene Löcher, durch Kompressoröl zerstörte Dichtungen, fehlerhafte Klebestellen etc.. Aus diesem Grund ist bei der Auswahl des Rohrleitungssystems auf Leckagefreiheit zu achten. Das Industrierohrsystem RAUPEX wurde so konstruiert, dass es den Anforderungen an Druckluftanlagen hinsichtlich Rohrleitungswerkstoff und Verbindungstechnik gerecht wird. Durch die Leckagefreiheit ist RAUPEX die Lösung für Energiekostenprobleme.

Loch Ø [mm]	Luftverlust bei 6 bar [l/s]	Energieverlust [kWh/h]	Kosten* [€/a]
1	1,238	0,3	390,–
3	11,14	3,1	4.070,–
5	30,95	8,3	10.890,–
10	123,8	33,0	43.310,–

* Kostenermittlung:
kW x 0,15 €/kWh x 8750 Betriebsstunden/a

Tab. 11 Kosten für Leckagen definierter Lochgrößen

7.3 Vorteile des RAUPEX-Industrierohrsystems in der Drucklufttechnik

Das Industrierohrsystem RAUPEX eignet sich aufgrund der Kombination von RAUPEX-Rohren und der Verbindungstechniken Schiebehülse und Elektromuffenschweißen hervorragend für den Einsatz als Druckluftleitung. Für den Anwender ergeben sich viele Vorteile.

- Keine Leckagen im Rohrleitungssystem, keinen Energieverlust und geringere Betriebskosten
- Keine Korrosion, dadurch längere Standzeiten des Rohrleitungssystems und geringere Investitionskosten
- Gleichbleibende Druckluftqualität, keine Verunreinigung durch Korrosionsprodukte, reduziert den Einsatz von zusätzlichen Filtern
- Rohrleitung in Anlehnung an Normfarbe, Lackieren der Rohrleitung entfällt
- Schnelle Verlegetechnik, Reduzierung der Installationskosten, Termineinhaltung
- Leicht erlernbare Montagetechnik
- Leichter Rohrwerkstoff, einfachere Verlegung über Kopf und geringerer Aufwand für Aufhängung als bei Stahlrohr notwendig
- Als flexible oder starre Rohrleitung einsetzbar
- Verlegung im Erdreich oder Verlegung im Gebäude möglich
- Rohr als Stangenware oder Rollenware erhältlich
- Erweiterungen während des Betriebes möglich (Anbohrschelle)
- Geeignet für Sanierung und Neubau
- Gute Beständigkeit gegenüber Kompressorölen
- Wirtschaftliche Gesamtinstallation

7.4 Qualität der Druckluft

Unterschiedliche Druckluftanwendungen bedingen unterschiedliche Qualitäten der Druckluft. Für Druckluftanwendungen ist gleichbleibende Qualität an jeder Stelle des Netzes wichtig. Daher darf durch das Material der Rohrleitungen die Druckluft nicht beeinträchtigt werden. Das Industrierohrsystem RAUPEX garantiert eine gleichbleibende Luftqualität im gesamten Netzbereich von der Erzeugung und Aufbereitung bis zum Verbraucher.
Die Qualität einer Druckluft wird nach ISO 8573/VDMA 15390 durch folgende drei Faktoren beschrieben: Feststoffgehalt, Wassergehalt und Ölgehalt der Luft.
Da für bestimmte Anwendungsfälle unterschiedliche Anforderungen an jede der drei Faktoren gestellt werden können, werden diese durch eine Klasseneinteilung beschrieben.

7.4.1 Qualitätsklasse für maximale Teilchengröße und maximale Teilchenanzahl

Aufgrund von Verunreinigungen in der Luft finden sich auch in der Druckluft Feststoffe wieder. Durch Filter können Teilchengröße und Teilchenanzahl je nach Anforderung reduziert werden.

	Feste Verunreinigungen			
Klasse	≤ 0,1 µm	> 0,1 – ≤ 0,5 µm	>0,5 – ≤ 1,0 µm	> 1,0 – ≤ 5,0 µm
0	besser als Klasse 1 und gesondert zu vereinbaren			
1	n.V.	100	1	0
2	–	100000	1000	10
3	–	–	10000	500
4	–	–	–	1000
5	–	–	–	20000

maximale Teilchenanzahl pro m^3 der gegebenen Größen in mm gemessen nach ISO 8573-4

Bezugsbedingungen 1 bar absolut, 20 °C, 0% r.F.

Tab. 12 Qualitätsklassen für Feststoffe gemäß ISO 8573-1 / VDMA 15390

7.4.2 Qualitätsklasse für den Wassergehalt

Durch die Verdichtung atmosphärischer Luft steigt der Wassergehalt in der Druckluft sehr stark an. In der Regel wird in der Druckluftaufbereitung die Luft getrocknet, damit in der Anlage möglichst kein Kondensat anfällt. Um den Wassergehalt in der Druckluft qualitativ zu bestimmen und zu klassifizieren, hat sich als Kenngröße der Drucktaupunkt bewährt.
Der Drucktaupunkt beschreibt die Temperatur, bei der das in der Druckluft befindliche Wasser zu kondensieren beginnt. Parallel dazu ist in der nachfolgenden Tabelle auch die Restfeuchte in g/m³ angegeben.

Feuchtigkeit (dampfförmig)		
Klasse	Drucktaupunkt	Restfeuchte
0	besser als Klasse 1 und gesondert zu vereinbaren	
1	≤ -70°C	≤ 0,003 g/m³
2	≤ -40°C	≤ 0,11 g/m³
3	≤ -20°C	≤ 0,88 g/m³
4	≤ +3°C	≤ 6,0 g/m³
5	≤ +7°C	≤ 7,8 g/m³
6	≤ +10°C	≤ 9,4 g/m³

maximaler Drucktaupunkt gemessen nach ISO 8573-3

Bezugsbedingungen 7 bar Betriebsdruck, 20 °C

Tab. 13 Qualitätsklassen für Wassergehalt nach Drucktaupunkt gemäß ISO 8573-1 / VDMA 15390

7.4.3 Qualitätsklasse für den Ölgehalt

Klasse	Gesamtölgehalt (flüssig und gasförmig)
0	besser als Klasse 1 und gesondert zu vereinbaren
1	≤ 0,01 mg/m³
2	≤ 0,1 mg/m³
3	≤ 1 mg/m³
4	≤ 5 mg/m³

maximaler Ölgehalt gemessen nach ISO 8573-2 und ISO 8573-5

Bezugsbedingungen 1 bar absolut, 20 °C, 0% r.F.

Tab. 14 Qualitätsklassen für Ölgehalt gemäß ISO 8573-1 / VDMA 15390

7.4.4 Beispiele für die Qualitätsbeschreibung von Druckluft

In VDMA 15390 ist eine Liste empfohlener Reinheitsklassen getrennt nach Industriezweigen dargestellt. In nachfolgender Tabelle sind exemplarisch einige der Empfehlungen aufgeführt.

Anwendungen		Güteklassen				
		feste Verunreinigungen	Feuchtigkeit (dampfförmig)		Gesamtölgehalt	steril
			Umgebungstemperatur >3 °C	Umgebungstemperatur ≤3 °C		
		A	B1	B2	C	D
34	**Chemische Industrie, chemische Faserherstellung**					
35	Steuerluft	2	4	2 – 3	2	
36	Förderluft	2	4	2 – 3	1	
50	**Metallerzeugung und -verarbeitung**					
52	Ausblasen von Formen	3	4	2 – 3	3	
62	**Maschinen- und Anlagenbau**					
64	Blasluft	2 – 3	4	2 – 3	2	
66	Prozessluft	2	4	2 – 3	1	
67	**Elektrotechnik, Elektronik**					
69	Chipherstellung – Blasluft, Instrumentenluft	0 – 1	1 – 2	–	1	
71	CD-Herstellung	1 – 2	4	–	1	

Tab. 15 Auszug aus Liste empfohlener Reinheitsklassen gemäß VDMA 15390

7.5 Auslegung

Zur näherungsweisen Auslegung einzelner Rohrleitungsabschnitte eignen sich Nomogramme. Zur Auslegung mittels Nomogramm müssen folgende Werte vorliegen:

- Betriebsdruck
- Volumenstrom
- Rohrlänge
- Druckabfall

Für die Bestimmung des Volumenstromes ist eine betriebsabhängige Gleichzeitigkeit individuell festzulegen. Ebenso sind Zuschläge für Leckagen und zukünftige Erweiterungen des Druckluftnetzes einzukalkulieren.

7.5.1 Ermittlung des Betriebsdruckes

Zur Ermittlung des Betriebsdrucks einer Druckluftanlage sind mehrere Faktoren maßgebend:

- Je niedriger der Betriebsdruck, desto niedriger sind die Betriebskosten
- Der Betriebsdruck muss größer sein als der von den Verbrauchern benötigte Druck
- Maßgebend ist der Verbraucher, der den höchsten Druck benötigt. Der Betriebsdruck der Anlage sollte 1 bar höher sein
- Der Betriebsdruck wird durch den maximal erzeugbaren Druck des Kompressors oder der Kompressorstation begrenzt
- Bestehen mehrere Verbraucher mit stark unterschiedlichen Druckanforderungen, ist es of wirtschaftlicher, verschiedene Netze in unterschiedlicher Druckstufe zu betreiben

7.5.2 Ermittlung des Volumenstromes

Zur Ermittlung des Volumenstroms (Normvolumen) von Rohrleitungsabschnitten müssen die Verbrauchswerte aller Verbraucher zur Berechnung herangezogen werden. Maschinen- und Werkzeughersteller können darüber Auskunft geben. In Einzelfällen können diese Werte nicht explizit vorliegen.
Anhaltswerte für Druckluftwerkzeuge können der folgenden Tabelle entnommen werden.

Werkzeug	Luftverbrauch[l/s]
Blaspistole	2 – 5
Spritzpistole	2 – 7
Schleifgriffel	3 – 14
Schwingschleifer	4 – 7
Blechknabberer	8 – 11
Bohrmaschine	9 – 30
Rotorschrauber	2 – 11
Schlagschrauber	2 – 35
Schleifmaschine	5 – 20

Tab. 16 Verbrauchszahlen für Druckluftwerkzeuge

7.5.3 Ermittlung der Rohrlänge

Zusätzlich zum Druckverlust in der Rohrlänge muss der erhöhte Druckverlust der Fittings berücksichtigt werden. Dies geschieht durch Addition von äquivalenten Rohrlängen zur tatsächlichen Rohrlänge.
Da zur Ermittlung der äquivalenten Rohrlängen auch die Rohrdimension benötigt wird, muss der Rohrdurchmesser zuerst ohne Fittinge überschlägig ermittelt werden. Anschließend wird das Ergebnis unter Berücksichtigung der Ersatzlängen überprüft und falls nötig korrigiert.

Anhaltswerte für äquivalente Rohrlängen der Formteile SDR 11

Formteil	20x1,9	25x2,3	32x2,9	40x3,7	50x4,6	63x5,8	75x6,8	90x8,2	110x10	125x11,4	160x14,6
Winkel 90°	0,8 m	1,0 m	1,2 m	1,5 m	2,4 m	3,0 m	3,7 m	4,5 m	6,0 m	7,0 m	8,0 m
Winkel 45°	0,3 m	0,3 m	0,4 m	0,5 m	0,6 m	0,8 m	1,0 m	1,3 m	1,6 m	1,8 m	2,0 m
T-Stück Durchgang	0,1 m	0,2 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m	0,5 m	0,7 m	0,8 m	1,0 m	1,2 m	1,3 m
T-Stück Abgang	0,8 m	1,0 m	1,2 m	1,5 m	2,4 m	3,0 m	3,9 m	4,8 m	6,0 m	7,0 m	8,0 m
Reduktion	0,2 m	0,3 m	0,4 m	0,5 m	0,7 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m	2,5 m	2,8 m	3,0 m

Tab. 17 Äquivalente Rohrlängen für Formteile SDR 11

Anhaltswerte für äquivalente Rohrlängen der Formteile SDR 7,4

Formteil	20x2,8	25x2,3	32x4,4	40x5,5	50x6,9	63x8,6
Winkel 90°	0,8 m	1,0 m	1,2 m	1,5 m	2,4 m	3,0 m
Winkel 45°	0,3 m	0,3 m	0,4 m	0,5 m	0,6 m	0,8 m
T-Stück Durchgang	0,1 m	0,2 m	0,2 m	0,3 m	0,4 m	0,5 m
T-Stück Abgang	0,8 m	1,0 m	1,2 m	1,5 m	2,4 m	3,0 m
Reduktion	0,2 m	0,3 m	0,4 m	0,5 m	0,7 m	1,0 m

Tab. 18 Äquivalente Rohrlängen für Formteile SDR 7,4

7.5.4 Ermittlung des Druckabfalles

Für die gesamte Rohrleitung soll der Druckabfall bei Volllast 0,1 bar nicht überschreiten. Um die Ermittlung der Rohrdurchmesser zu erleichtern, teilt man bei Rohrnetzen die gesamte Leitung in drei Abschnitte ein. In diesen Rohrleitungsabschnitten sollen folgende Maximaldruckabfälle nicht überschritten werden.

Hauptleitung	**0,04 bar**
Ring- oder Verteilleitung	**0,03 bar**
Stichleitung	**0,03 bar**

Ringleitung als Verteilleitung

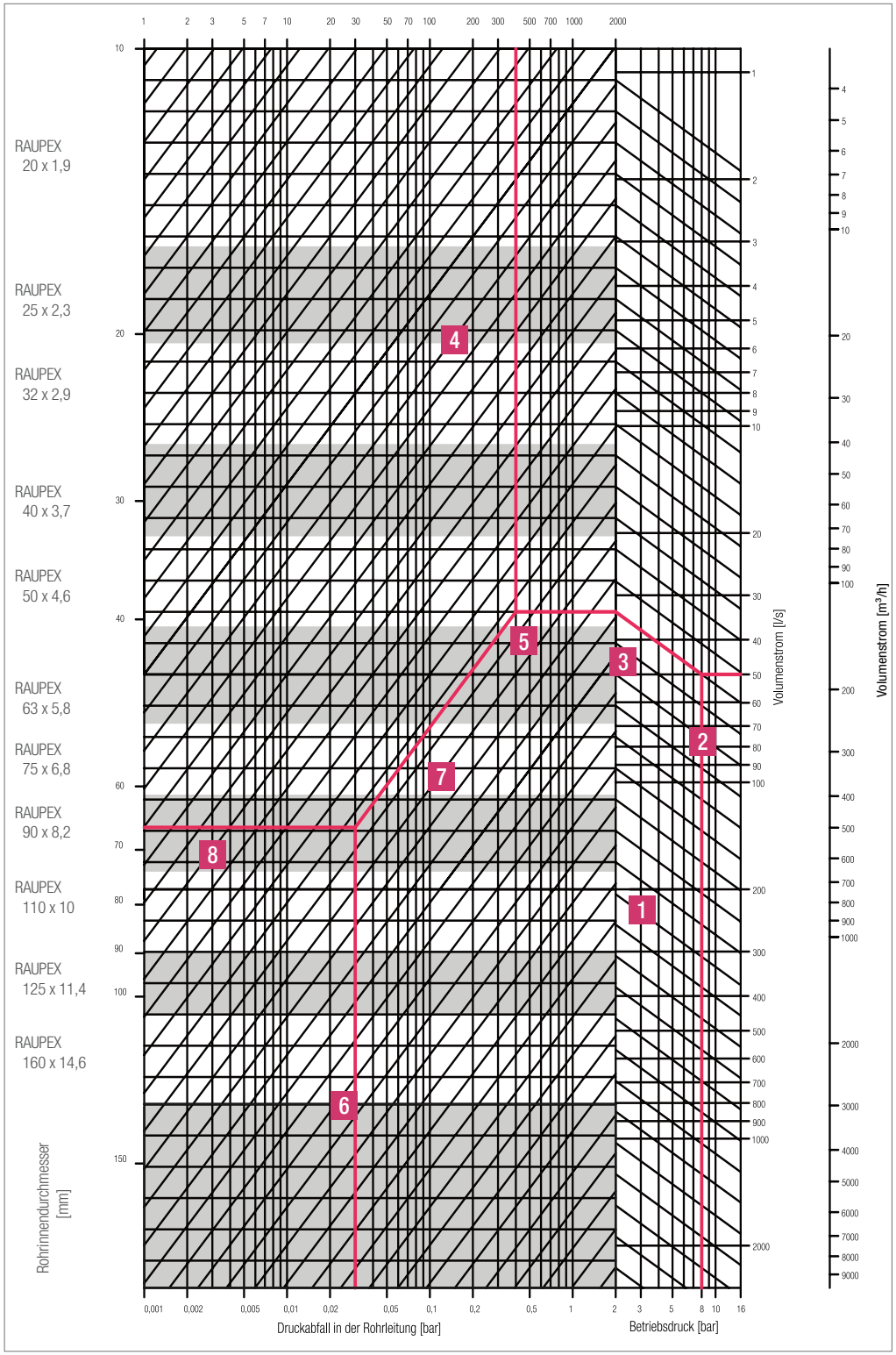
Wird für die Verteilung der Druckluft ein Ringleitungssystem gewählt, so erhöht sich dadurch die Betriebssicherheit des Druckluftnetzes.
Zudem ist ein Ringleitungssystem i.d.R. wirtschaftlicher als ein Verteilsystem mit Stichleitungen, da zur Dimensionierung der halbe Volumenstrom bei halber Rohrleitungslänge angesetzt werden kann.

7.5.5 Ermittlung des Rohrdurchmessers mit Hilfe eines Nomogramms

Das Nomogramm erlaubt die graphische Ermittlung des Rohrdurchmessers. Als Hilfsmittel wird ein Farbstift und ein Lineal benötigt.

Vorgehensweise:

1. Betriebsdruck als Linie vom X-Achsenwert nach oben zeichnen.
2. Volumenstrom von rechter Y-Achse horizontal nach links ziehen.
3. Vom Schnittpunkt der Volumenstrom- und Betriebsdrucklinie parallel zu den vorhanden Diagonalen bis zur 2000-m-Linie weiterfahren.
4. Tatsächliche Rohrlänge von der oberen X-Achse ausgehend nach unten einzeichnen.
5. Von Endpunkt der Linie 3 horizontal nach links bis zur Linie der tatsächlichen Rohrlänge (4) zeichnen.
6. Linie des Druckabfalls von der unteren X-Achse ausgehend nach oben einzeichnen (Druckabfall vgl. Kapitel 7.5.4).
7. Vom Endpunkt der Linie 5 parallel zu den vorhandenen Diagonalen nach links unten bzw. rechts oben zeichnen, bis Linie des Druckabfalls (6) geschnitten wird.
8. Von diesem Schnittpunkt nach links ziehen bis zum Wert des benötigten Innendurchmessers.

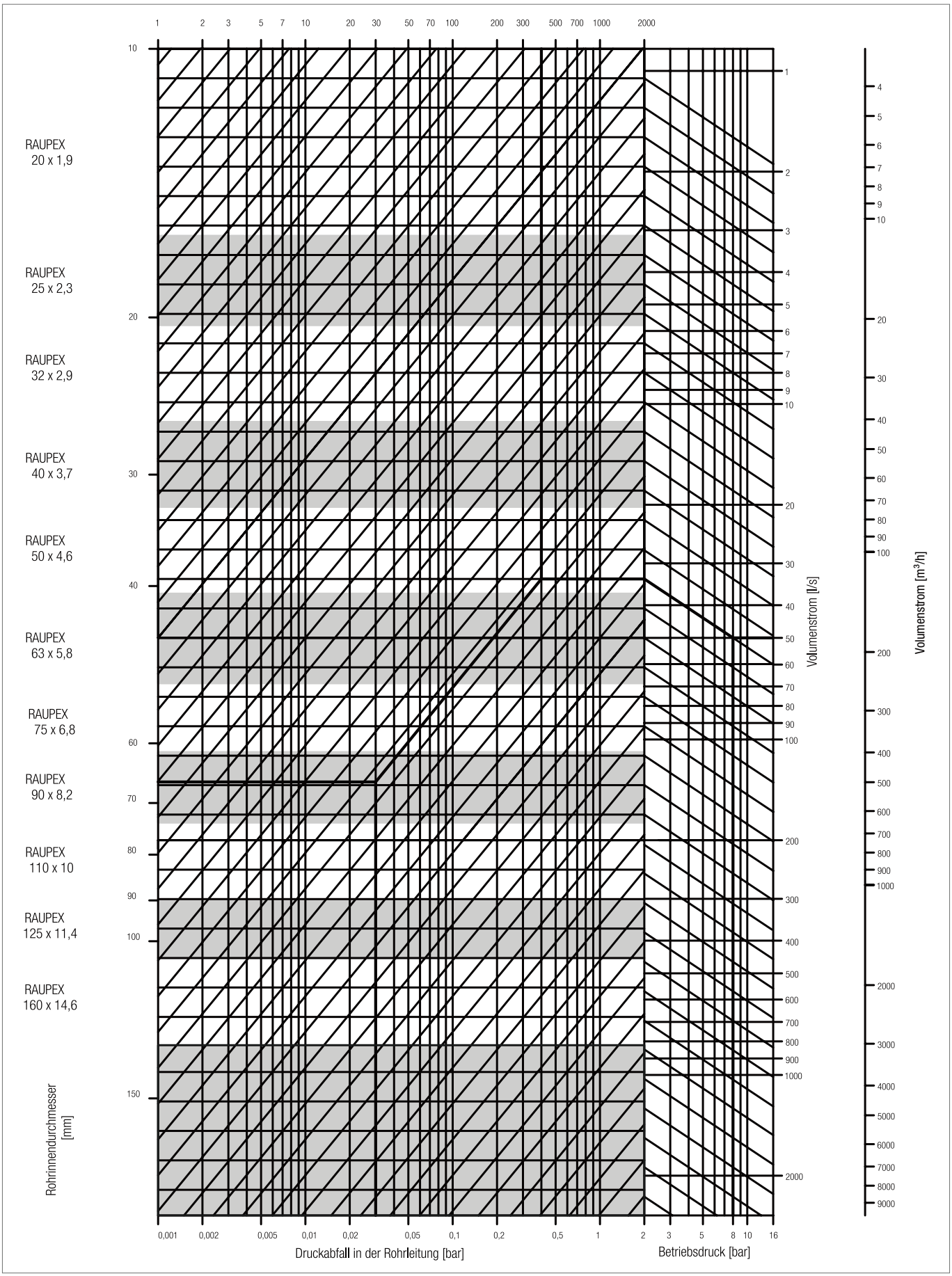


Beispiel:
Betriebsdruck: 8 bar
Volumenstrom: 50 l/s
Rohrlänge: 400 m
Druckabfall: 0,03 bar
ergibt ein Rohr RAUPEX-A 90 x 8,2

Anmerkung:
Alle Werte beziehen sich auf das Normvolumen. Das Normvolumen ist das Volumen, welches die trockene Luft im Normzustand (Temperatur = 0 °C, Luftdruck = 1, 01325 bar) einnimmt.

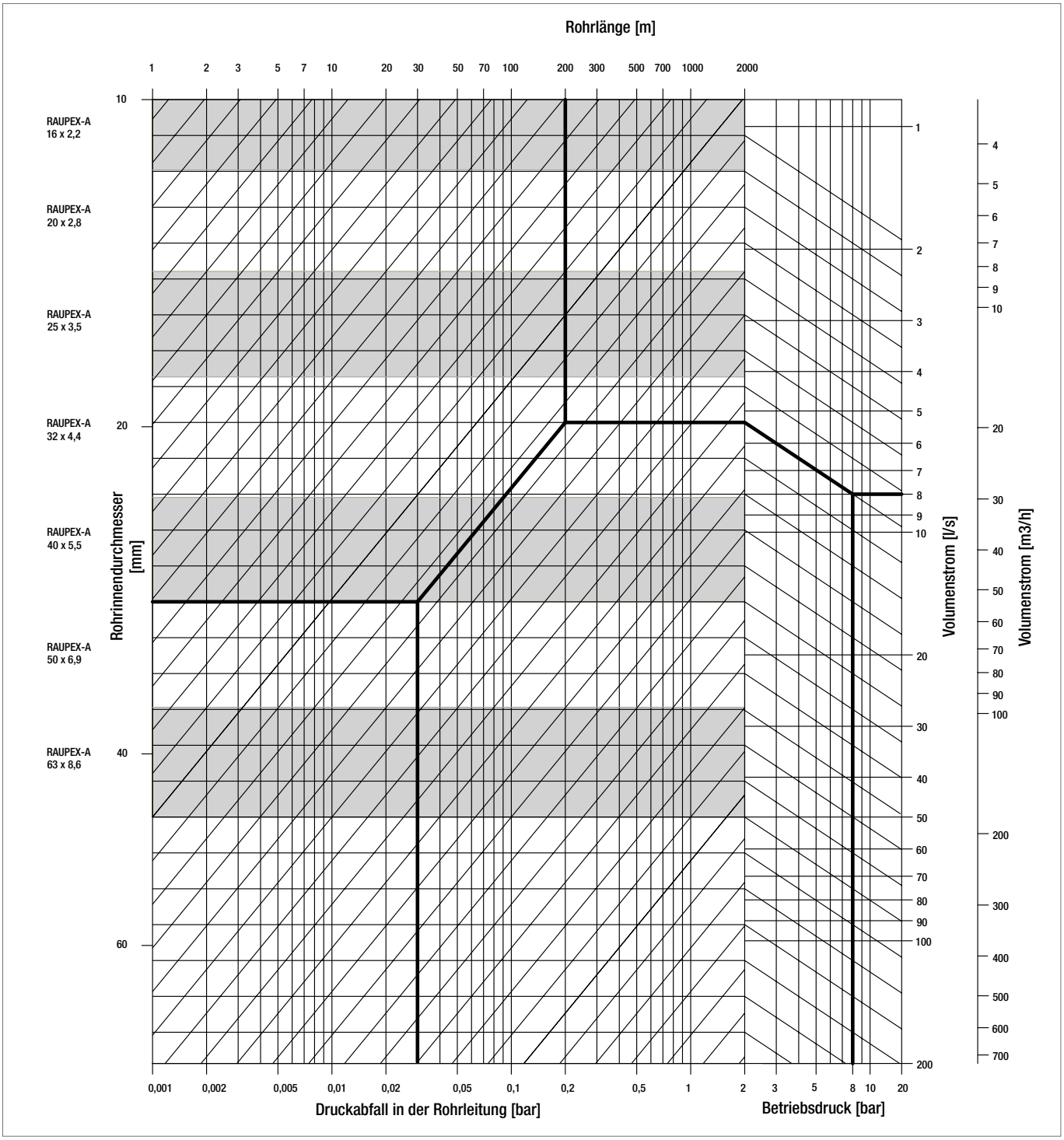
7.5.6 Druckluft Rohrdimensionierung SDR 11

Betriebsdruck: _____bar
Volumenstrom: _____l/s
Rohrlänge: _____m
Druckabfall: _____bar
RAUPEX-Rohr: _____x_____



7.5.7 Druckluft Rohrdimensionierung SDR 7,4

Betriebsdruck: _____bar
Volumenstrom: _____l/s
Rohrlänge: _____m
Druckabfall: _____bar
RAUPEX-Rohr: _____x_____



Alternativ zur Ermittlung des Rohrdurchmessers mittels Nomogrammen kann unter www.rehau.de/industrierohrsysteme ein Auslegungsprogramm heruntergeladen werden.

7.6 Anwendungsbeispiele

7.6.1 Kugelhahn

Passend zum Industrierohrleitungssystem RAUPEX bietet sich zum einfachen Absperren einzelner Abschnitte oder Stichleitungen der Kugelhahn von REHAU an.

- Direkter Anschluss an das Industrierohrsystem RAUPEX durch Schiebehülsenabgang
- Schnelle und einfache Montage
- Mit PTFE-Dichtung
- Gute Verträglichkeit mit Kompressorölen
- Geringer Druckverlust durch vollen Durchgang
- Kein Systemwechsel notwendig
- Auch mit Gewindeanschluss erhältlich

Abb. 82a Kugelhahn mit Schiebehülsenabgang einseitig

Abb. 82b Kugelhahn mit Schiebehülsenabgang beidseitig

7.6.2 Druckluftverteilerdose

Zur Druckluftverteilung an Werkzeugen und Maschinen bietet sich besonders die von REHAU speziell entwickelte Druckluftverteilerdose aus Aluminium an. Sie kann entweder direkt oder auch mittels eines Halters an der Wand montiert werden. Die Druckluftverteilerdose wird mit der bewährten Schiebehülsen-Verbindungstechnik direkt mit der entsprechenden RAUPEX-Rohrleitung verbunden. Zusätzlich ist die Dose auch mit Gewindeanschluss erhältlich. Über diese Druckluftverteilerdose ist es möglich, mit Hilfe der Sicherheitsschnellkupplung von REHAU bis zu drei verschiedene Werkzeuge und/oder Maschinen gleichzeitig mit Druckluft zu versorgen. Werden nicht alle drei Ausgänge der Dose benötigt, können sie mit den Verschlussstopfen von REHAU verschlossen werden.

Abb. 83 Kugelhahn mit Druckluftverteilerdose

8 KÜHLWASSERTECHNIK

8.1 Allgemeines

Kühlwasser wird überall dort benötigt, wo Wärme abgeführt werden muss. Oft werden diese Rohrleitungen als Kreislauf gestaltet.

Soll bei geschlossenen Kühlwasser-Kreisläufen eine Sauerstoffdiffusion verhindert werden, so ist das RAUTHERM-FW-Rohr zu verwenden, da dieses mit einer Sauerstoffsperrschicht ausgestattet ist.

Das Kühlwasser in offenen und geschlossenen Kreisläufen muss in den meisten Fällen entsprechend der Anwendung konditioniert werden, z.B. durch Biozid-Dosierung, pH-Wert-Einstellung, Teil- oder Vollentsalzung, Enthärtung, Entfernung von Feststoffen, Dosierung von Inhibitoren gegen Korrosion usw. Da sich die Eigenschaften des Kühlwassers im Betrieb verändern, ist die Qualität des Kühlwassers in regelmäßigen Abständen zu kontrollieren und ggf. eine Nachkonditionierung vorzunehmen.

8.2 Auslegung

Zur Auslegung von Kühlwasserrohrleitungen kann folgendermaßen vorgegangen werden:
Die benötigte Dimension der Rohrleitung wird vorab geschätzt. Hierbei können die Diagramme unter 8.2.3, bzw. 8.2.4 zugrunde gelegt werden. Anschließend wird der Druckverlust der Rohrleitung berechnet. Liegt der Druckverlust außerhalb des gewünschten Wertes, muss die Rohrleitung mit einem anderen Rohrdurchmesser erneut gerechnet werden.

Druck:	p [Pa]
Druckverlust:	Δ p [Pa]
Druckverlustgefälle:	R [Pa/m]
Volumenstrom:	V [l/s]
Rohrlänge:	l [m]
Widerstandsbeiwert:	ζ
Stückzahl:	n
Mediengeschwindigkeit:	v [m/s]

Der Druckverlust setzt sich aus einem rohrlängenabhängigen und einem formteilabhängigen Druckverlust zusammen. Er wird mit Gleichung 2 berechnet.

$\Delta p = \Delta p_{Rohr} + \Delta p_{Formteile}$ Gleichung 2

$\Delta p_{Rohr} = R \cdot l$ Gleichung 3

Das Rohrreibungsgefälle R kann dem Diagramm unter 8.2.3 für SDR 11 oder dem Diagramm unter 8.2.4 für SDR 7,4 entnommen werden. Diese Diagramme wurden für Kühlwasser der Temperatur 15°C gestaltet.
Zur Ermittlung des Druckverlustgefälles R werden Rohrdimension und Volumenstrom V benötigt. Der zusätzliche Druckverlust $\Delta p_{Formteile}$, der durch die Formteile erzeugt wird, setzt sich aus der Summe der Einzeldruckverluste der Formteile zusammen und wird mit Gleichung 4 ermittelt.

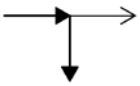
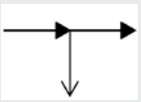
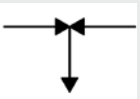
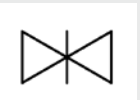
$\Delta p_{Formteile} = n_{Formteil1} \cdot \Delta p_{Formteil1} +$

$n_{Formteil2} \cdot \Delta p_{Formteil2} + n_{Formteil3} \cdot \Delta p_{Formteil3} + \ldots$ Gleichung 4

Der Druckverlust des einzelnen Formteils kann unter Einsatz der Gleichung 5 ermittelt werden. Die dazu nötigen ζ-Werte werden Tabelle 28 entnommen.

$\Delta p_{Formteil1} = \zeta_{Formteil1} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2$ Gleichung 5

Der Wert für die Geschwindigkeit v kann aus den Diagrammen unter 8.2.3 bzw. 8.2.4 graphisch ermittelt werden. Dieser Wert ist dann zu potenzieren, um v^2 zu erhalten. Die Werte für ζ können aus Tabelle 28 entnommen werden.
Die Ergebnisse aus Gleichung 5 werden in Gleichung 4 eingesetzt. Danach kann das Ergebnis von Gleichung 4 und Gleichung 3 in Gleichung 2 eingesetzt werden.
Liegt der Wert von Gleichung 2 unter dem zur Verfügung stehenden Δp, ist die Rohrleitung richtig ausgelegt. Ist dies nicht der Fall, muss die Rohrleitung mit einem größeren Rohrdurchmesser nochmals nachgerechnet werden, bis die benötigten Werte für Δp erreicht sind.

Bezeichnung	Symbol	ζ-Wert
Winkel 90°		1,3
Winkel 45°		0,5
T-Stück Abzweig		1,3
T-Stück Durchgang		0,3
T-Stück Verteilung		1,5
T-Stück Vereinigung		1,3
Reduzierung		0,4
Absperrschieber		0,5
Kugelhahn		0,1

Tab. 19 Überschlägige ζ-Werte für Formteile

8.2.1 Formular zur Druckverlustberechnung

Um die Druckverlustermittlung einfach durchführen zu können, eignet sich das REHAU Formular Druckverlustermittlung.

In Zeile 1 wird die Rohrdimension und in Zeile 2 der Volumenstrom eingetragen. Das Rohrreibungsgefälle wird mittels der Diagramme unter 8.2.3 bzw. 8.2.4 ermittelt und in Zeile 3 eingetragen.

Mit der Rohrlänge, die man in Zeile 4 einträgt, kann man durch Multiplikation den Druckabfall $\Delta p_{Rohrleitung}$ errechnen. Aus dem Diagramm ermittelt man die Geschwindigkeit v, trägt sie in Zeile 5 ein und das Quadrat daraus in Zeile 6.

Dieser Wert wird in den Zeilen 7 – 15 übernommen.

Zur Berechnung von $\Delta p_{Formteile}$ werden in die Zeilen 7 – 15 die entsprechenden Stückzahlen eingetragen. Durch Multipliklation ergeben sich die Druckverluste für $\Delta p_{Formteile}$ der einzelnen Formteile. Durch Addition ergibt sich $\Delta p_{Formteile}$ und wird in Zeile 16 eingetragen. Der Gesamtdruckverlust Δp wird zuletzt in Zeile 17 errechnet.

Alternativ zur Ermittlung des Rohrdurchmessers kann unter www.rehau.de/industrierohrsysteme ein Auslegungsprogramm heruntergeladen werden.

8.2.2 Beispiel einer Druckverlustberechnung

Ermittlung Druckverlust für Rohrstrang

REHAU Unlimited Polymer Solutions

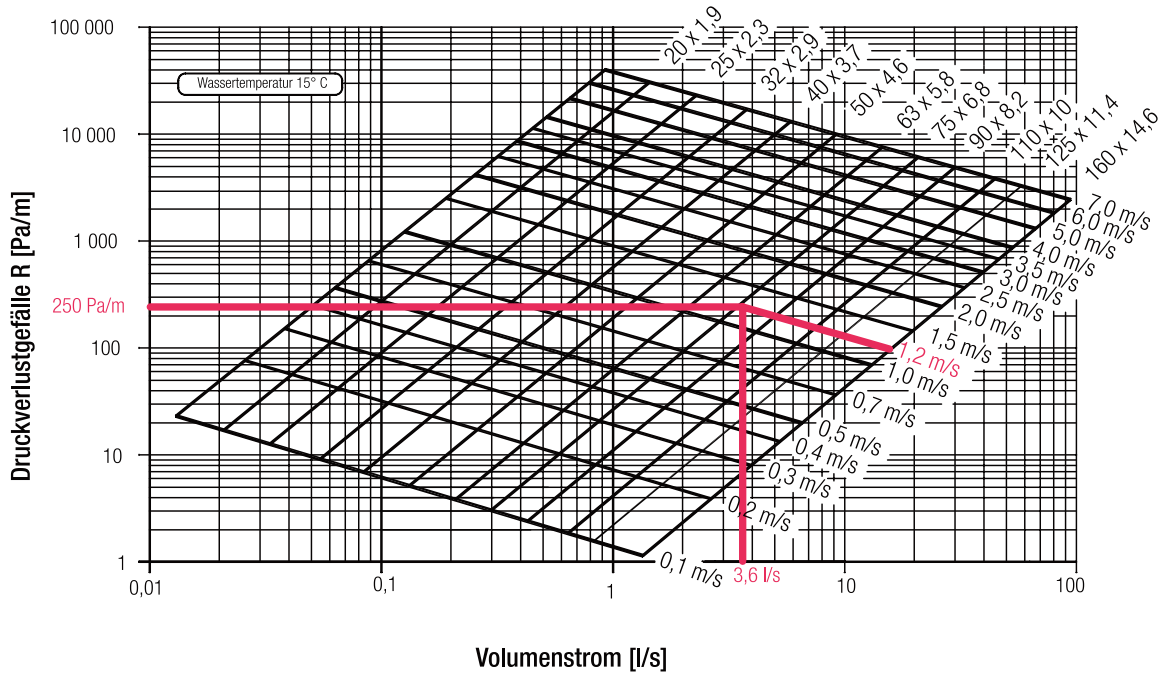
1	Rohrdimension:		75 x 6,8		
2	Volumenstrom:	V =	3,6	l/s	
3	Rohrreibungsgefälle:	R =	250	Pa/m	← aus Diagramm
4	Rohrlänge:	l =	60	m	
		=			
5	Geschwindigkeit:	v =	1,2	m/s	← aus Diagramm
6		v^2 =	1,44	m^2/s^2	

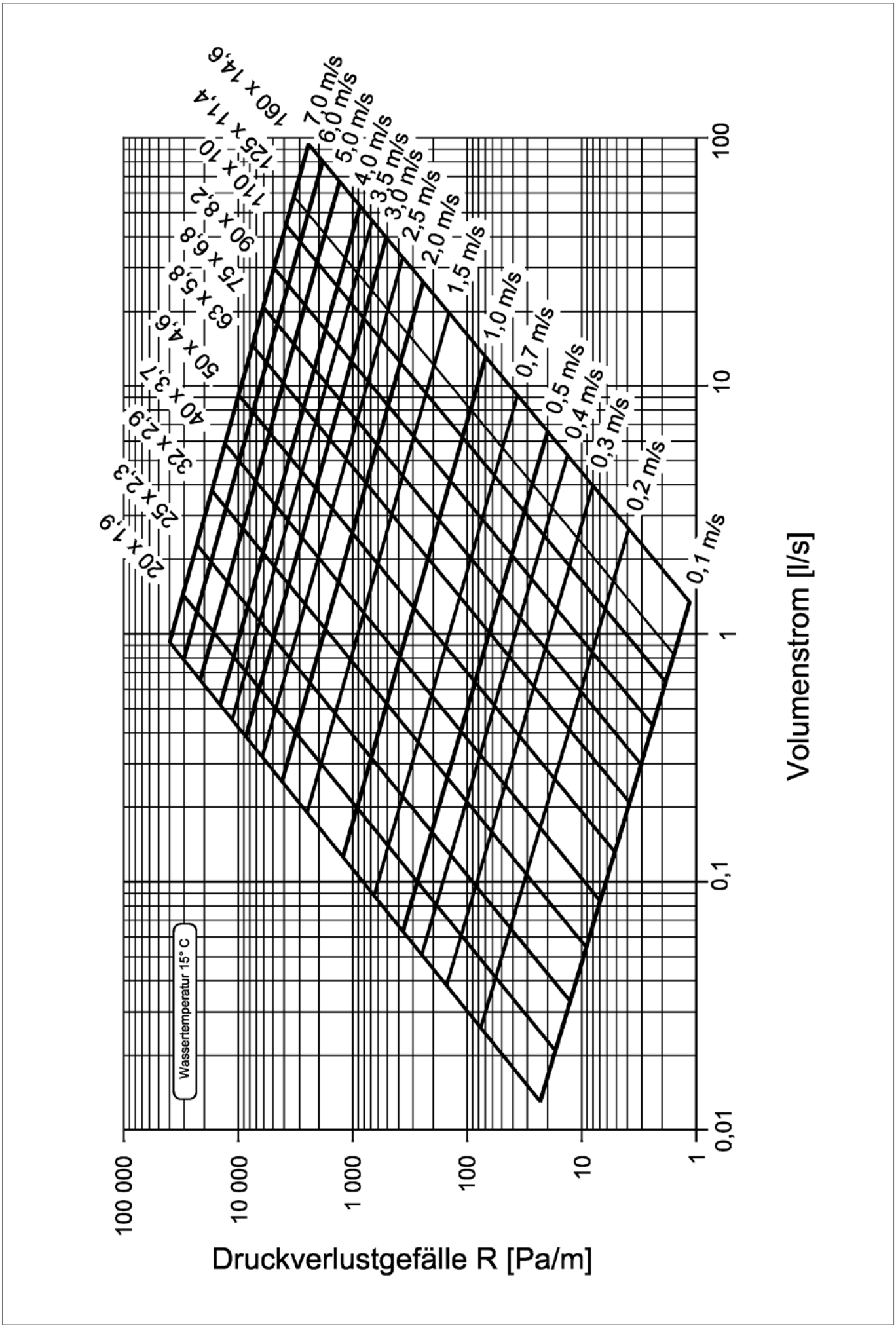
$\Delta p_{Rohrleitung} = R \times l$ = 15000 Pa

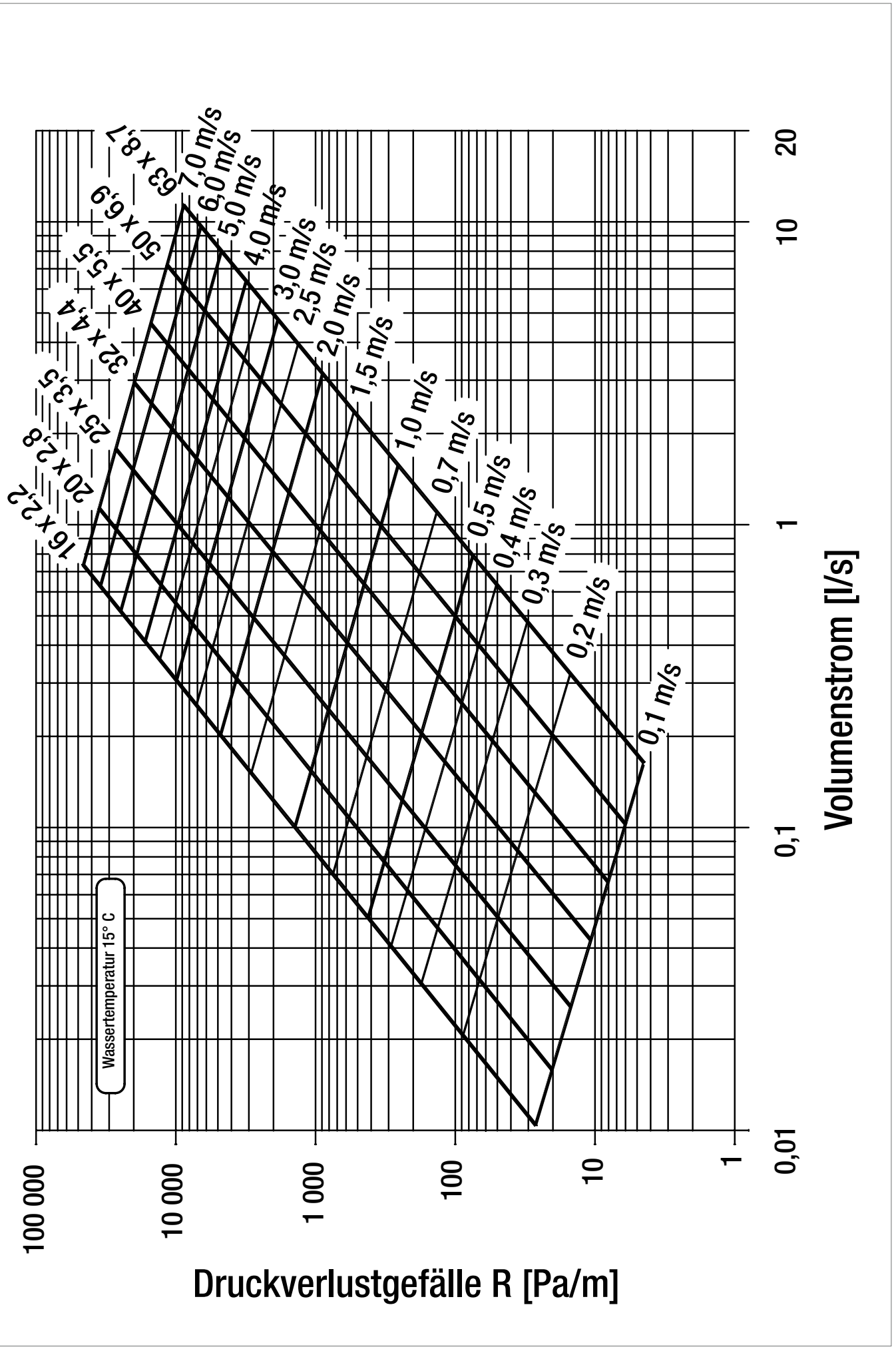
	Bezeichnung	Symbol	$\Delta p_{Formteile}$ =	Anzahl	x	ζ-Wert	x	ρ/2	x	v^2	=		
7	Winkel 90°		$\Delta p_{Winkel\ 90°}$ =	10	x	1,3	x	500	x	1,44	=	9360	Pa
8	Winkel 45°		$\Delta p_{Winkel\ 45°}$ =	2	x	0,5	x	500	x	1,44	=	720	Pa
9	T-Stück Abzweig		$\Delta p_{T\text{-}Stück\ Abzweig}$ =	-	x	1,3	x	500	x	1,44	=	-	Pa
10	T-Stück Durchgang		$\Delta p_{T\text{-}Stück\ Durchgang}$ =	4	x	0,3	x	500	x	1,44	=	864	Pa
11	T-Stück Verteilung		$\Delta p_{T\text{-}Stück\ Verteilung}$ =	-	x	1,5	x	500	x	1,44	=	-	Pa
12	T-Stück Vereinigung		$\Delta p_{T\text{-}Stück\ Vereinigung}$ =	-	x	1,3	x	500	x	1,44	=	-	Pa
13	Reduzierung		$\Delta p_{Reduzierung}$ =	-	x	0,4	x	500	x	1,44	=	-	Pa
14	Absperrschieber		$\Delta p_{Absperrschieber}$ =	2	x	0,5	x	500	x	1,44	=	720	Pa
15	Kugelhahn		$\Delta p_{Kugelhahn}$ =	-	x	0,1	x	500	x	1,44	=	-	Pa

16 $\Delta p_{Formteile} = \Delta p_{Winkel\ 90°} + \Delta p_{....} + \Delta p_{....}$ = 11664 Pa ← Σ Zeile 7 - 15

17 $\Delta p = \Delta p_{Rohrleitung} + \Delta p_{Formteile}$ = 26664 Pa ← Σ Zeile 4 + 16



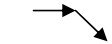
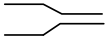
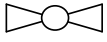

Druckverlustgefälle R [Pa/m]
100 000
10 000
1 000
100
10
1
Volumenstrom [l/s]
100
10
1
0,1
0,01
Wassertemperatur 15° C
20 x 1,9
25 x 2,3
32 x 2,9
40 x 3,7
50 x 4,6
63 x 5,8
75 x 6,8
90 x 8,2
110 x 10
125 x 11,4
160 x 14,6
7,0 m/s
6,0 m/s
5,0 m/s
4,0 m/s
3,5 m/s
3,0 m/s
2,5 m/s
2,0 m/s
1,5 m/s
1,0 m/s
0,7 m/s
0,5 m/s
0,4 m/s
0,3 m/s
0,2 m/s
0,1 m/s


Druckverlustgefälle R [Pa/m]
100 000
10 000
1 000
100
10
1
Volumenstrom [l/s]
0,01
0,1
1
10
20
Wassertemperatur 15° C
16 x 2,2
20 x 2,8
25 x 3,5
32 x 4,4
40 x 5,5
50 x 6,9
63 x 8,7
7,0 m/s
6,0 m/s
5,0 m/s
4,0 m/s
3,0 m/s
2,5 m/s
2,0 m/s
1,5 m/s
1,0 m/s
0,7 m/s
0,5 m/s
0,4 m/s
0,3 m/s
0,2 m/s
0,1 m/s

Ermittlung Druckverlust für Rohrstrang

REHAU® Unlimited Polymer Solutions

1	Rohrdimension:					
2	Volumenstrom:	V	=		l/s	
3	Rohrreibungsgefälle:	R	=		Pa/m	← aus Diagramm
4	Rohrlänge:	l	=		m	$\Delta p_{Rohrleitung} = R \times l =$ Pa
			=			
5	Geschwindigkeit:	v	=		m/s	← aus Diagramm
6		v^2	=		m^2/s^2	→

	Bezeichnung	Symbol	$\Delta p_{Formteile}$ =	Anzahl	x	ζ-Wert	x	ρ/2	x	v^2	=	
7	Winkel 90°		$\Delta p_{Winkel\ 90°}$ =		x	1,3	x	500	x		=	Pa
8	Winkel 45°		$\Delta p_{Winkel\ 45°}$ =		x	0,5	x	500	x		=	Pa
9	T-Stück Abzweig		$\Delta p_{T\text{-}Stück\ Abzweig}$ =		x	1,3	x	500	x		=	Pa
10	T-Stück Durchgang		$\Delta p_{T\text{-}Stück\ Durchgang}$ =		x	0,3	x	500	x		=	Pa
11	T-Stück Verteilung		$\Delta p_{T\text{-}Stück\ Verteilung}$ =		x	1,5	x	500	x		=	Pa
12	T-Stück Vereinigung		$\Delta p_{T\text{-}Stück\ Vereinigung}$ =		x	1,3	x	500	x		=	Pa
13	Reduzierung		$\Delta p_{Reduzierung}$ =		x	0,4	x	500	x		=	Pa
14	Absperrschieber		$\Delta p_{Absperrschieber}$ =		x	0,5	x	500	x		=	Pa
15	Kugelhahn		$\Delta p_{Kugelhahn}$ =		x	0,1	x	500	x		=	Pa

16 $\Delta p_{Formteile} = \Delta p_{Winkel\ 90°} + \Delta p_{.....} + \Delta p_{.....} =$ Pa ← Σ Zeile 7 - 15

17 $\Delta p = \Delta p_{Rohrleitung} + \Delta p_{Formteile} =$ Pa ← Σ Zeile 4 + 16

9 FESTSTOFFTRANSPORT

Für den Transport von Feststoffen sind RAUPEX-Rohre hervorragend geeignet (Ausnahmen siehe unter 10.1 und 10.2).
Durch die hohe Widerstandskraft des Werkstoffes RAU-PE-Xa gegenüber abrasiven Medien erreichen RAUPEX-Rohre wesentlich bessere Zeitstandswerte als Stahl oder PE.
Allerdings ist hierbei zu beachten, dass Richtungsänderungen aus gebogenem RAUPEX-Rohr gestaltet werden müssen, da die höchsten Abriebwerte im Bogenbereich auftreten. Als Verbindungstechnik empfehlen wir Elektroschweißmuffen.

9.1 Hydraulischer Feststofftransport

Das Industrierohrsystem RAUPEX hat sich für den hydraulischen Feststofftransport mit dem Trägermedium Wasser bewährt.

Werden andere Trägerflüssigkeiten neben Wasser eingesetzt, so darf der spezifische Widerstand der Flüssigkeit den Wert 106 Ω x cm nicht überschreiten, da es sonst zu elektrostatischer Aufladung kommen kann.

9.2 Pneumatischer Feststofftransport

Für pneumatischen Feststofftransport sind RAUPEX-Rohre nur bedingt geeignet, da RAUPEX-Rohre nicht elektrisch leitfähig sind. In Folge dessen kann beim Transport von Luft-/Feststoffgemischen elektrostatische Aufladung entstehen.

Beim Transport bestimmter Luft-Feststoff-Gemische kann es unter Umständen durch elektrostatische Aufladung zu einer Explosionsgefahr kommen.

Beim Luft-/Feststoffgemisch-Transport werden Aufladungen vermieden, wenn die relative Luftfeuchte ≥ 65 % beträgt. Für diesen Fall ist ein pneumatischer Feststofftransport auch zulässig (siehe auch Richtlinien zur Verhütung von Gefahren durch elektrostatische Aufladung, Herausgeber: Berufsgenossenschaft der Chemischen Industrie, Verlag Chemie GmbH, D-69469 Weinheim).

10 MONTAGE UND VERLEGUNG

RAUPEX-Rohre können sowohl frei im Gebäude, unter Putz, im Kabelkanal oder in Kabelträgersystemen verlegt werden. Ebenso ist die Verlegung im Erdreich, in Kanälen oder Schutzrohren möglich.

Abwickeln von Ringbunden

Beim Abwickeln von Ringbunden ist zu beachten, dass die Rohrenden beim Lösen der Abbindungen federnd wegschnellen können.
Da besonders bei größeren Durchmessern erhebliche Kräfte frei werden, ist entsprechend vorsichtig vorzugehen.
Es ist darauf zu achten, dass die Rohre beim Ablängen frei von Spannungen sind. Gegebenenfalls ist eine Fixierung der beiden zu trennenden Rohrteile anzubringen, da diese sonst federnd wegschnellen können.
Bei stehender Lagerung der Ringbunde müssen diese seitlich gegen Umfallen gesichert werden.
Die Rohrstapelhöhe (bei Stangenware) sollte maximal 1m betragen. Dabei sind die Rohre gegen seitliches Wegrollen zu sichern.

10.1 Erdverlegung

Für die Erdverlegung eignen sich RAUPEX-Rohre sowohl als Stangen- wie auch als Bundware, wobei bei größeren Strecken der Einsatz von Rohrbunden im Normalfall wirtschaftlicher ist. Aufgrund ihrer Materialeigenschaften sind RAUPEX-Rohre für die Erdverlegung ideal. Insbesondere grabenlose Verlegetechniken oder die Verlegung ohne Sandbettung stellen in Bezug auf Kerben, Risse und schnelle Rissfortpflanzung erhöhte Anforderungen an das Rohrmaterial. RAUPEX-Rohre werden auch diesen Ansprüchen gerecht.

Schiebehülsenfittinge und Schiebehülsen sind bei Erdverlegung durch geeignete Umhüllung (z.B. Dichtungsbänder) vor Feuchtigkeit, aggressiven bzw. Korrosion auslösenden Medien und Materialien zu schützen.

10.1.1 Erdarbeiten

Bei Erd- und Verlegearbeiten sind grundsätzlich die Anforderungen der DVGW-Regel W400 zu beachten. Die Abmessungen des Rohrgrabens beeinflussen Größe und Verteilung der Erd- und Verkehrslasten und somit die Belastung der Rohrleitung. Die Breite der Grabensohle richtet sich nach dem Außendurchmesser des Rohres und danach, ob zum Verlegen der Rohre ein betretbarer Arbeitsraum notwendig ist (Mindestarbeitsräume nach DIN 4124). Die Grabensohle ist in der angegebenen Breite und Tiefe so herzustellen, dass die Leitung auf der ganzen Länge aufliegt. In felsigem und steinigem Untergrund ist die Grabensohle mindestens 0,1 m tiefer auszuheben und der Aushub durch eine steinfreie Schicht zu ersetzen. Bei nicht tragfähiger und stark wasserhaltiger Grabensohle sowie bei wechselnden Bodenschichten verschiedener Tragfähigkeit ist die Leitung durch geeignete Baumaßnahmen zu sichern, z.B. durch eine Feinkiesschüttung. In Gefällestrecken muss durch Einbau von Querriegeln das Abschwemmen der Auflageschicht verhindert werden. Gegebenenfalls ist eine Dränung vorzusehen.

10.1.2 Überprüfung der Rohre

Die Rohre und Rohrleitungsteile sind gemäß DVGW-Regel W400-1 vor dem Einbringen in den Rohrgraben auf eventuelle Transport- und Lagerschäden zu überprüfen. Rohre und Rohrleitungsteile mit scharfkantigen Beschädigungen dürfen nicht eingebaut werden. Riefen und Kratzer an Rohren aus RAU-PE-Xa dürfen maximal 20 % der Wanddicke betragen.

10.1.3 Besonderheiten bei der Verarbeitung von Ringbunden

Das Abwickeln von Ringbunden kann auf mehrere Arten erfolgen. Bei Rohren bis 63 mm Außendurchmesser wird im allgemeinen der Bund in senkrechter Stellung abgerollt.
Bei größeren Rohrabmessungen empfiehlt sich die Verwendung von Abwickelvorrichtungen.
Die Ringbunde können dann beispielsweise flach auf Drehkreuze gelegt und von Hand oder einem langsam fahrenden Fahrzeug abgezogen werden. Es ist darauf zu achten, dass sich die abgezogene Rohrlänge nicht verdrillt, weil sich sonst Knicke bilden können.
Die Ringbunde werden auf Wunsch werkseitig lageweise abgebunden. Dadurch wird ermöglicht, dass nach Lösen der entsprechenden Abbindungen nur die jeweils äußerste Lage abgewickelt werden kann. Die inneren Lagen bleiben fest miteinander verbunden. Somit wird verhindert, dass der gesamte Bund nach dem Lösen der Abbindung aufgeht.
Die Abnahme der Flexibilität bei niedrigen Temperaturen hat zur Folge, dass sich die Rohre bei Verlegetemperaturen um den Gefrierpunkt weniger leicht abwickeln bzw. verlegen lassen. In diesem Fall ist unmittelbar vor der Verlegung eine Zwischenlagerung der Ringbunde in einer geheizten Halle oder einem geheizten Zelt über einen Zeitraum von einigen Stunden empfehlenswert. Alternativ kann auch eine Erwärmung der Rohre durch das Durchleiten von Warmluft oder Dampf mit max. 80 °C erfolgen.

10.1.4 Mindestbiegeradien bei Erdverlegung

Bei der Erdverlegung von RAUPEX-Rohren sind in Abhängigkeit von der Verlegetemperatur folgende Mindestbiegeradien einzuhalten:

Verlegetemperatur	Mindestbiegeradius PE-Xa
20 °C	10 x d
10 °C	15 x d
0 °C	25 x d

d: Außen-Ø Rohr

Tab. 20 Mindestbiegeradius bei Erdverlegung

10.1.5 Verfüllen des Rohrgrabens

Sofern die Temperatur der Leitung infolge direkter Sonneneinstrahlung wesentlich über der Rohrgrabentemperatur liegt, ist die Leitung zur Gewährleistung einer spannungsarmen Verlegung vor dem endgültigen Verfüllen des Rohrgrabens leicht einzudecken.
Abweichend von der DVGW-Regel W400 kann für die Rohrleitungszone und die Verfüllung des restlichen Rohrgrabens bei Rohren aus RAU-PE-Xa das Aushubmaterial verwendet werden, sofern folgende Bedingungen eingehalten werden:
- Das Aushubmaterial muss gut verdichtbar sein
- Die maximale Korngröße sollte 63 mm nicht überschreiten

Auch Schutt, Bauschutt-Rezyklat und gemahlene Schlacke sind in der Rohrleitungszone einsetzbar. Das Verfüllen des restlichen Rohrgrabens im Bereich des Straßenkörpers ist entsprechend der ZTV A-StB 97 „Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen“ vorzunehmen. Maschinelle Geräte können unter Beachtung der zulässigen Schütthöhe verwendet werden.

10.2 Verlegung im Leerrohr

Sind bereits Leerrohre vorhanden, ist eine Verlegung von RAUPEX-Rohren auch hier möglich. Je nach den örtlichen Gegebenheiten kann Stangen- oder Bundware verlegt werden. Grenzen werden durch den Innendurchmesser des Rohres und dem Außendurchmesser der Verbindungsstücke gesetzt. Hier können auf Anfrage Ringbunde in den benötigten Längen geliefert werden. Sind Temperaturänderungen im verlegten Rohr zu erwarten, sind an den Austrittsstellen des RAUPEX-Rohres Festpunkte zu setzen.

10.3 Verlegung im Kabelkanal

Durch ihre Flexibilität eignen sich RAUPEX-Rohre zur Verlegung im Kabelkanal. T-Stücke, Ein- und Austritt sowie Armaturen sind mit REHAU Rohrklemmen zu fixieren.
Die Fixierung ist durch je eine Rohrklemme vor und hinter dem Formteil herzustellen um einen Formschluss zu erzeugen.

10.4 Verlegung in Verbindung mit Kabelträgersystem

Um Aufhängungen einzusparen, ist eine Verlegung von RAUPEX-Rohren in Verbindung mit Kabelträgersystemen sinnvoll. Durch das leichte Gewicht und die Flexibilität der RAUPEX-Rohre bieten sich folgende Verlegearten mit Kabelträgersystemen an.

10.4.1 Verlegung im Kabelträgersystem

Die Rohre werden in das Kabelträgersystem gelegt. T-Stücke, Armaturen und Abgänge sind mit REHAU Rohrklemmen beidseitig zu fixieren, um einen Formschluss zu gewährleisten. Dazwischen ist eine Fixierung nur bei Bedarf notwendig.

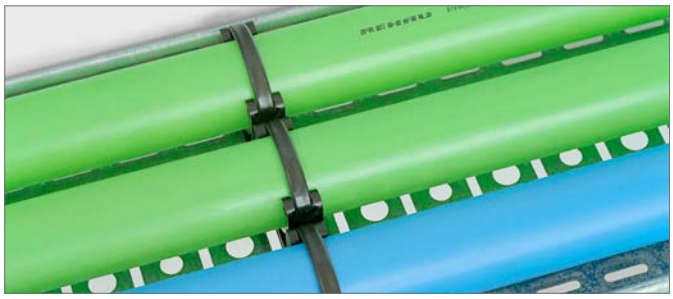


Abb. 84 RAUPEX-Rohre im Kabelträgersystem verlegt

10.4.2 Verlegung unter oder neben Kabelträgersystem

Für die Verlegung von RAUPEX-Rohren unter und neben einem Kabelträgersystem sind REHAU Rohrklemmen einzusetzen. Hier sind die Rohrschellenabstände nach Tabelle 33 einzuhalten. Um Kollisionen mit Haltern zu vermeiden, sind REHAU Distanzhalter einzusetzen.

Abb. 85 RAUPEX unter oder neben Kabelträgersystem verlegt

10.5 Freie Verlegung mit Cliphalbschale

Abb. 86 Cliphalbschale

Bei freier Verlegung eignet sich der Einsatz der REHAU Cliphalbschale, die einfach auf das RAUPEX-Rohr geclipst wird. Dadurch wird aus dem flexiblen RAUPEX-Rohr ein starres Rohr, das frei verlegt werden kann. Nebeneffekt ist die Reduzierung des Längenausdehnungskoeffizienten bei den Cliphalbschalen der Dimensionen 20 – 63. Der maximale Rohrschellenabstand bei Verlegung mit 5m Cliphalbschale beträgt 2,5 m. Durch die Halbschalen der Dimension 75, 90, 110, 125 und 160 tritt keine Reduzierung des Längenausdehnungskoeffizienten ein.

Abb. 87 Rohr in Cliphalbschale

10.5.1 Biegeschenkelmontage mit Cliphalbschale

Die temperaturbedingte Längenänderung kann durch Biegeschenkel aufgenommen werden. Besonders geeignet sind hierfür die REHAU Rohre aus RAU-PE-Xa aufgrund des flexiblen Werkstoffs.
Ein Biegeschenkel ist die frei bewegliche Rohrlänge, die die erforderliche Längenänderung aufnehmen kann. Die Länge des Biegeschenkels wird dabei maßgeblich durch den Werkstoff (Werkstoffkonstante C) beeinflusst.
Biegeschenkel ergeben sich häufig durch Richtungsänderungen der Rohrleitungen. Bei langen Rohrstrecken müssen zusätzliche Biegeschenkel in die Rohrleitung eingebaut werden, um die temperaturbedingte Längenänderung abzufangen.
Die Festpunktschellen übernehmen im Fall der Biegeschenkelmontage die Funktion, die durch die Längenänderung verursachte axiale Bewegung der Rohrleitung gezielt in den Biegeschenkel einzuleiten. Die Festpunkte sind so zu platzieren, wie in nachfolgender Abbildung dargestellt (FP).

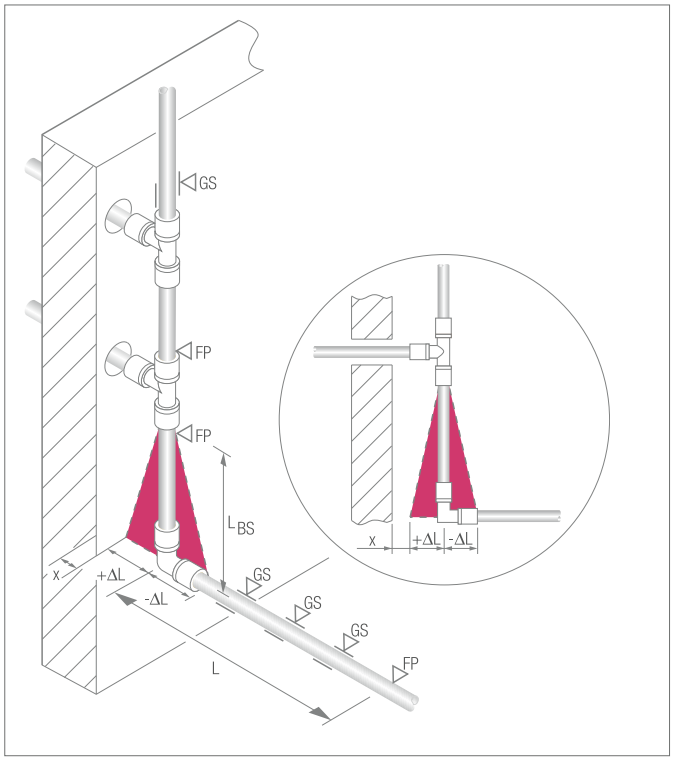


Abb. 88 Biegeschenkel

mit

L_{BS} = Länge des Biegeschenkels
ΔL = temperaturbedingte Längenänderung
L = Rohrlänge
FP = Festpunktschelle
GS = Gleitschelle

Im Bereich von Biegeschenkeln keine Cliphalbschalen oder Rohrbefestigungen montieren, um ein Ausbiegen der Rohrleitungen nicht zu behindern.

Alternativ zur nachfolgend beschriebenen Biegeschenkelermittlung mittels Berechnung oder Diagramm kann unter www.rehau.de/industrierohrsysteme ein Auslegungsprogramm heruntergeladen werden.

10.5.2 Berechnung Biegeschenkel

Zur Festlegung der Biegeschenkellänge muss erst die temperaturbedingte Längenänderung ermittelt werden:

$$\Delta = \alpha \cdot L \cdot \Delta T$$

ΔL = temperaturbedingte Längenänderung [mm]
α = Ausdehnungskoeffizient [mm/mK]
L = Länge Rohrleitung [m]
ΔT = Temperaturdifferenz [K]

Dimension [mm]	Ausdehnungskoeffizient α [mm/mK]
16 – 40	0,04
50 – 63	0,1
75 – 160	0,15

Tab. 21 Längenausdehnungskoeffizienten mit Cliphalbschale

Mit dem Wert der Längenänderung kann die Länge des Biegeschenkels ermittelt werden.

$$L_{BS} = C \cdot \sqrt{d_a \cdot \Delta L}$$

L_{BS} = Länge Biegeschenkel [mm]
d_a = Rohraußendurchmesser [mm]
ΔL = temperaturbedingte Längenänderung [mm]
C = Werkstoffkonstante (für RAUPEX: C = 12)

10.5.3 Beispielrechnung

Rohr	RAUPEX-A 40 x 3,7 (mit Cliphalbschale verlegt)
Rohrlänge	L = 50 m
Temperaturdifferenz	ΔT = 20 K
Ausdehnungskoeffizient	α = 0,04 mm/mK

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta T = 0{,}04\ \text{mm/mK} \cdot 50\ \text{m} \cdot 20\text{K} = 40\ \text{mm}$$

$$L_{BS} = \sqrt{C \cdot d_a \cdot \Delta L = 12} \cdot \sqrt{40\ \text{mm} \cdot 40\ \text{mm}} = 480\ \text{mm} \approx 500\ \text{mm}$$

Der Rohrleitungsabschnitt benötigt einen Biegeschenkel von 0,5 m Länge (vgl. auch Kapitel 10.6.2).

10.5.4 Biegeschenkelermittlung per Diagramm

Aufwändige Rechnungen können durch graphische Ermittlung ersetzt werden. Für RAUPEX-Rohre der Dimension 20 – 63 können die Diagramme nach Abbildung 136 und Abbildung 137 herangezogen werden.
Für RAUPEX-Rohre der Dimensionen 75 – 160 gilt Abbildung 138 (Biegeschenkelermittlung 20 – 160 ohne Cliphalbschale). Bei diesen Dimensionen kommt es durch den Einsatz der Cliphalbschale nicht zu einer Verringerung der Längenausdehnung.

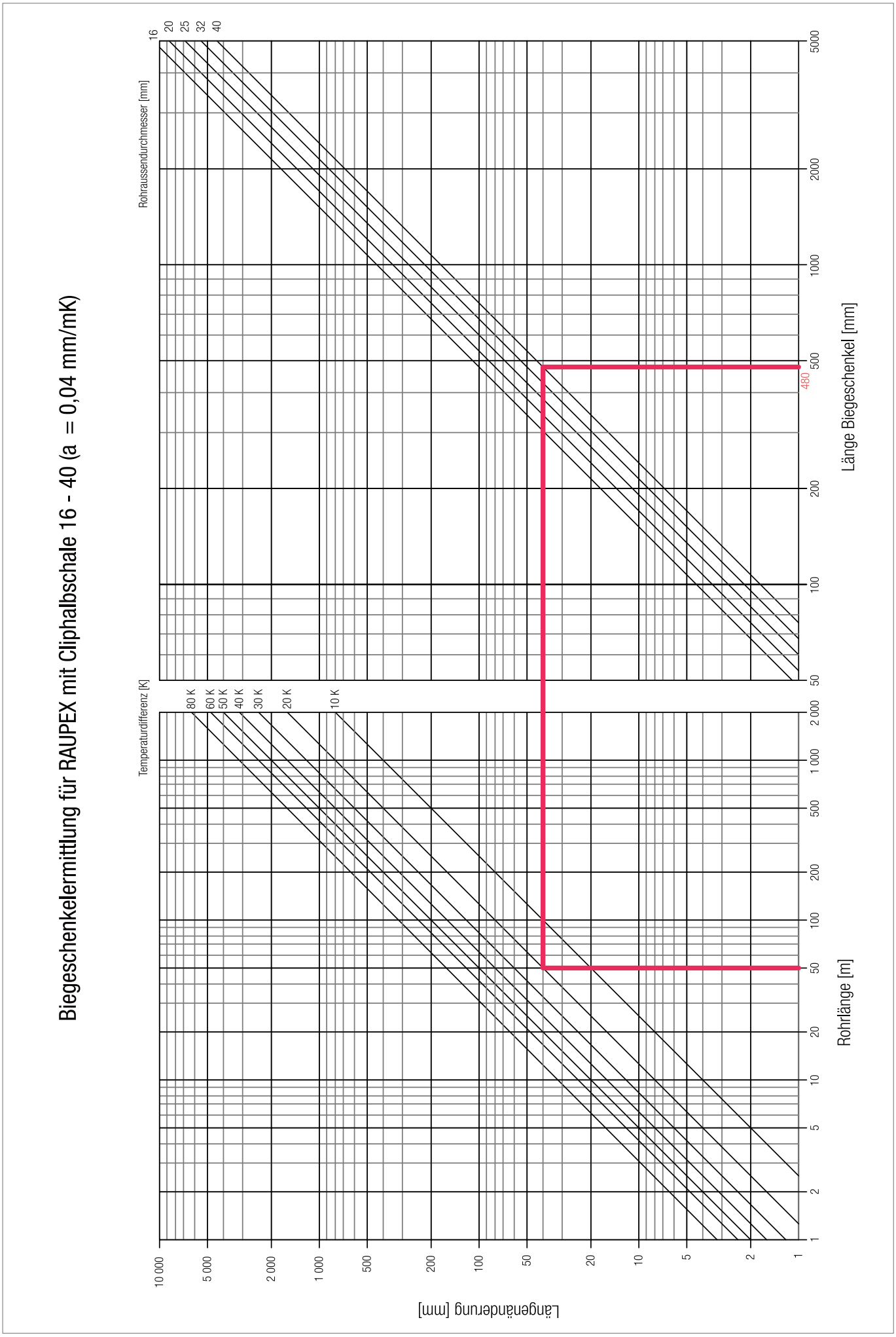


Abb. 89 Biegeschenkelermittlung für Beispielrechnung

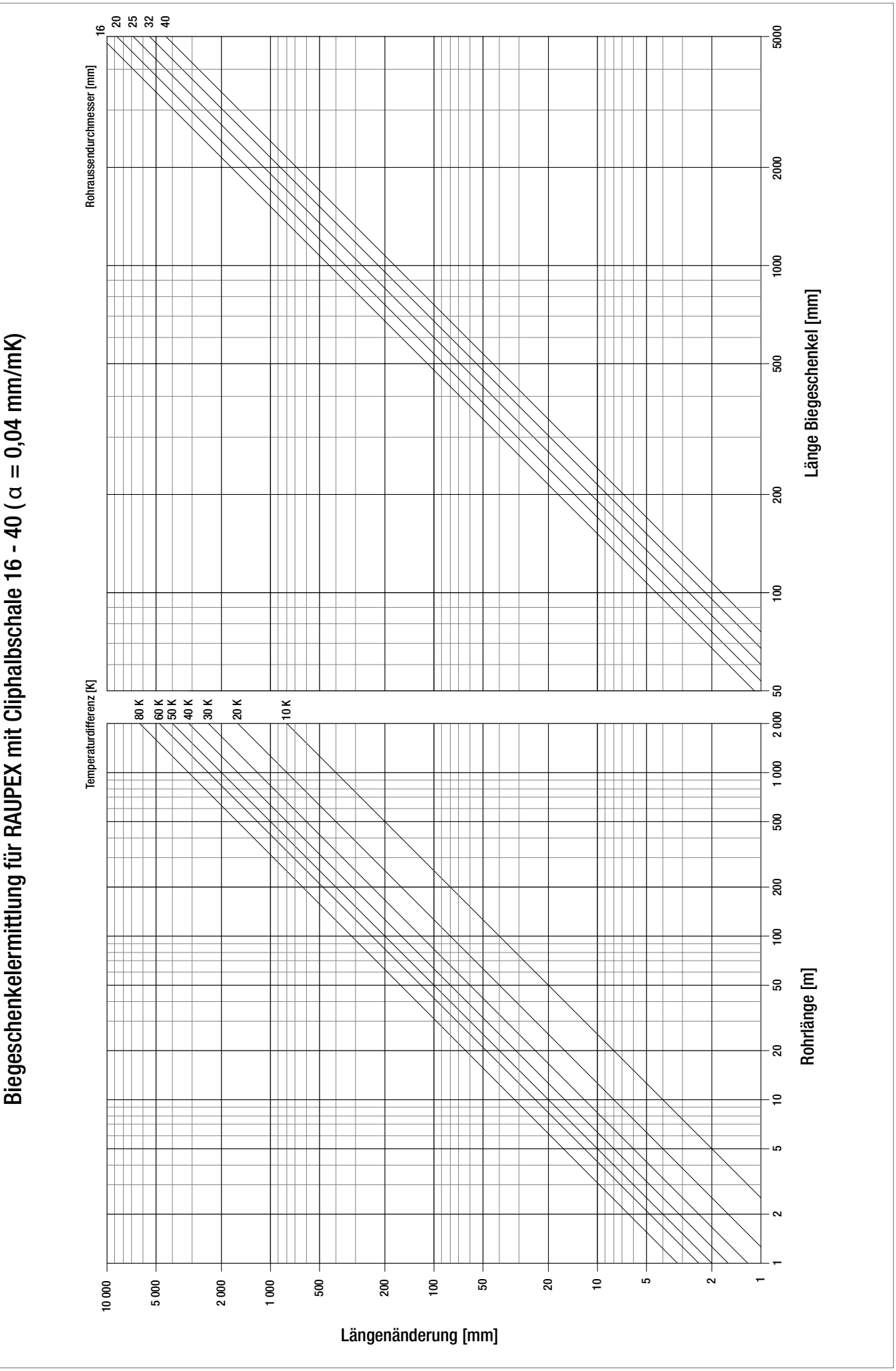
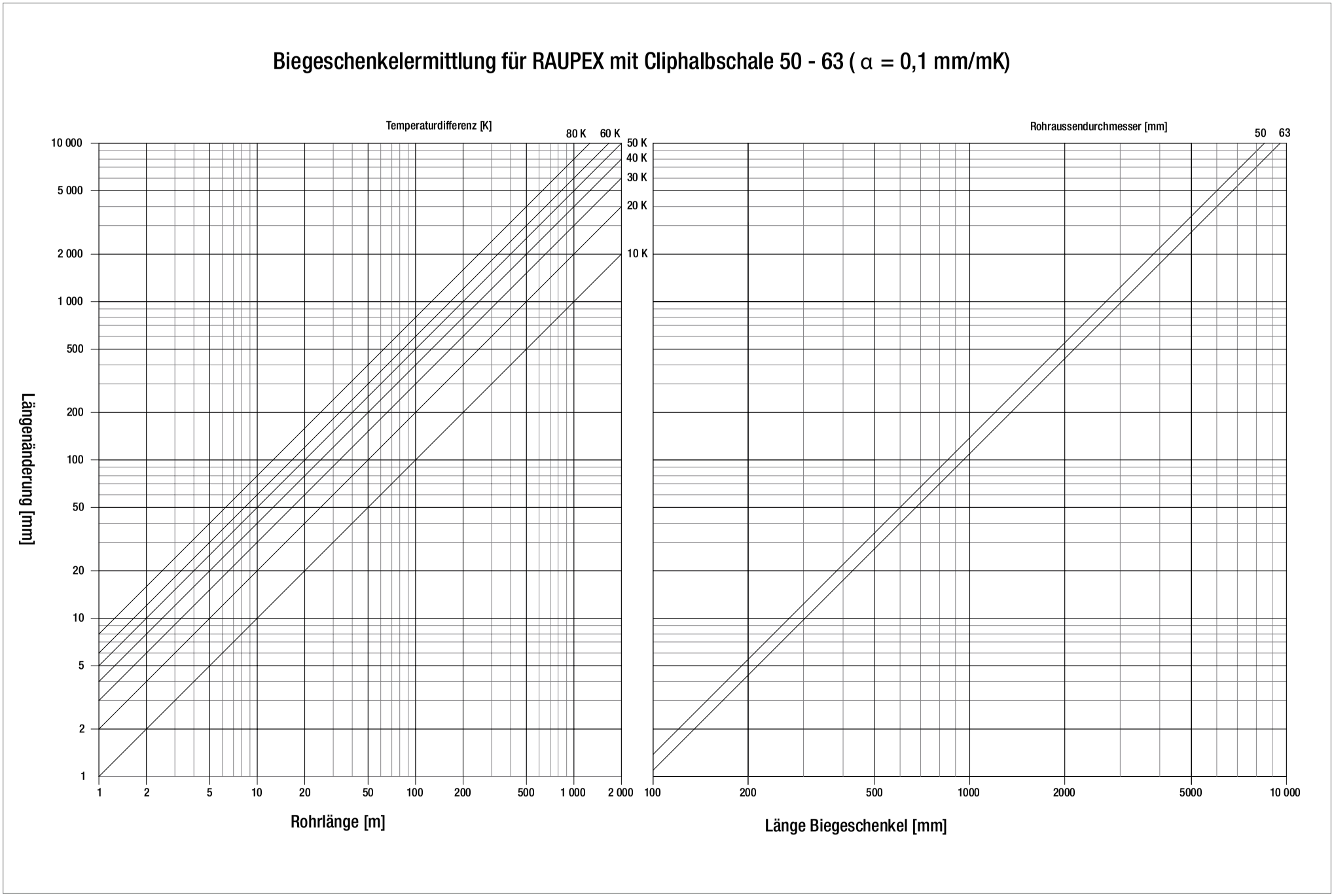


Abb. 90 Biegeschenkelermittlung 20 – 40 mit Cliphalbschale


Biegeschenkelermittlung für RAUPEX mit Cliphalbschale 50 - 63 (α = 0,1 mm/mK)
Temperaturdifferenz [K]
80 K
60 K
50 K
40 K
30 K
20 K
10 K
Längenänderung [mm]
10 000
5 000
2 000
1 000
500
200
100
50
20
10
5
2
1
1
2
5
10
20
50
100
200
500
1 000
2 000
Rohrlänge [m]
Rohraussendurchmesser [mm]
50
63
100
200
500
1000
2000
5000
10 000
Länge Biegeschenkel [mm]

10.6 Freie Verlegung ohne Cliphalbschale

Die freie Verlegung ist die gängigste Methode, Rohre im Gebäude zu verlegen. Neben der Verlegung in der Cliphalbschale können die Rohre auch ohne Cliphalbschale verlegt werden. Hier sind abhängig von der Temperatur die Rohrschellenabstände einzuhalten.

Besonders vorteilhaft ist hier der Einsatz von REHAU Rohrklemmen, die eine schnelle und einfache Montage ermöglichen. Wichtig ist, die Rohre so zu verlegen, dass eine temperaturbedingte Längenausdehnung stattfinden kann. Hier müssen die Biegeschenkellängen berücksichtigt werden. In Tabelle 22 sind die zulässigen Stützweiten aufgeführt.

- Bei vertikaler Installation der Rohrleitung kann die Stützweite um 30 % erhöht werden
- Für Luftleitungen können die Stützweiten um 30% vergrößert werden

Dimension	Stützweite [m]			
	bei 20 °C	bei 40 °C	bei 60 °C	bei 80 °C
20	0,60	0,55	0,45	0,40
25	0,65	0,60	0,50	0,45
32	0,75	0,65	0,60	0,50
40	0,85	0,75	0,65	0,55
50	0,95	0,85	0,75	0,65
63	1,05	0,95	0,85	0,70
75	1,15	1,05	0,90	0,75
90	1,25	1,10	1,05	0,85
110	1,40	1,25	1,10	0,95
125	1,50	1,30	1,15	1,00
160	1,70	1,40	1,30	1,10

Mediumdichte 1 kg/dm^3; maximale Durchbiegung 4mm

Tab. 22 Stützweiten für RAUPEX-Rohre ohne Cliphalbschale

10.6.1 Verlegung mit Biegeschenkel

Zur Ermittlung der benötigten Biegeschenkel kann eine Berechnung analog 10.5.2 durchgeführt werden, wobei der Längenausdehnungsfaktor generell mit $\alpha = 0{,}15$ mm/mK eingesetzt werden muss. Zusätzlich kann die graphische Ermittlung verwendet werden.

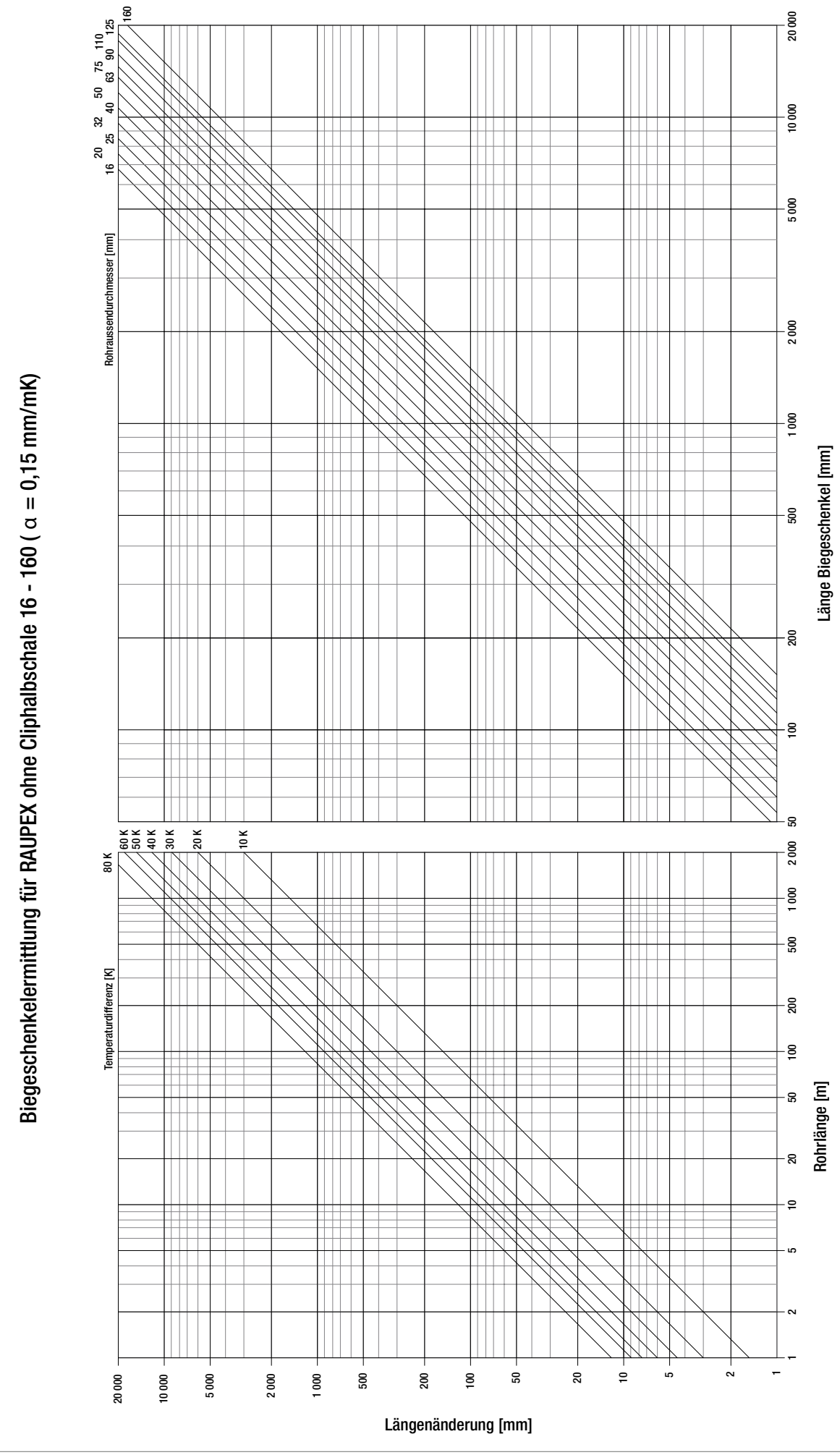


Abb. 92 Biegeschenkel 20 – 160 ohne Cliphalbschale

10.6.2 Verlegung mit Vorspannung

Alternativ zur Verlegung mit Biegeschenkeln kann die Montage unter Vorspannung eingesetzt werden. Diese Methode ist besonders günstig, wenn große Längen gerades Rohr verlegt werden müssen oder für Biegeschenkel kein Platz ist. Bei dieser Technik wird das RAUPEX-Rohr nach dem Einbau auf die maximal zu erwartende Länge gezogen und anschließend fixiert. Die Festpunkte am Anfang und Ende der Rohrleitung sind stabil auszuführen. Die aufhebenden Kräfte sind den Tabellen 34 und 35 zu entnehmen. Nach der Fixierung der Rohrleitung wird sich diese nicht mehr bewegen, aber durch Temperaturunterschiede werden sich die Kräfte in den Festpunkten ändern. Bei Schiebehülsenverbindungen kann die Zugvorrichtung nach Verbindungsherstellung sofort entfernt werden. Elektroschweißmuffen-Verbindungen und FUSAPEX-Schweißmuffen-Verbindungen müssen erst vollständig abkühlen, bevor die Zugvorrichtung demontiert werden darf (Abkühlzeiten beachten). In nebenstehenden Abbildungen ist das Prinzip sowie ein Beispiel aus der Praxis für die Verlegung mit Vorspannung dargestellt.

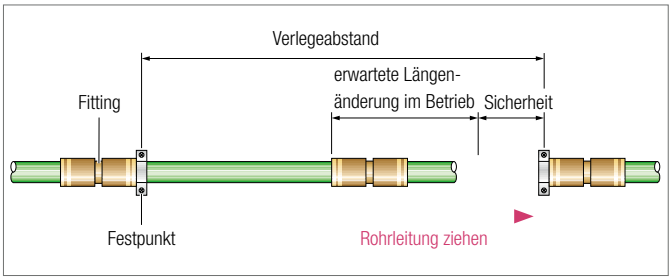


Abb. 93 Prinzipdarstellung Verlegung mit Vorspannung

Abb. 94 Zugvorrichtung und Festpunktkonstruktion im Objekt Winkelmann GmbH + Co. KG

Δ T [K]		**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	**70**	**80**	**90**	**100**
Dimension [mm]		F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]
20	x 1,9	117	233	350	467	583	700	817	933	1.050	1.167
25	x 2,3	177	354	531	709	886	1.063	1.240	1.417	1.594	1.771
32	x 2,9	286	573	859	1145	1.432	1.718	2.004	2.291	2.577	2.863
40	x 3,7	456	911	1.367	1.823	2.279	2.734	3.190	3.646	4.101	4.557
50	x 4,6	709	1.417	2.126	2.834	3.543	4.251	4.960	5.669	6.377	7.086
63	x 5,8	1.126	2.251	3.377	4.503	5.628	6.754	7.879	9.005	10.131	11.256
75	x 6,8	1.574	3.147	4.721	6.294	7.868	9.441	11.015	12.588	14.162	15.735
90	x 8,2	2.276	4.552	6.828	9.103	11.379	13.655	15.931	18.207	20.483	22.758
110	x 10	3.393	6.786	10.179	13.572	16.965	20.358	23.750	27.143	30.536	33.929
125	x 11,4	4.394	8.788	13.182	17.576	21.970	26.364	30.758	35.152	39.546	43.940
160	x 14,6	7.203	14.405	21.608	28.811	36.013	43.216	50.418	57.621	64.824	72.026

Sicherheitsfaktor 1,2; Kräfte wurden bei 20 °C ermittelt. Bei anderen Temperaturen weichen die Kräfte von den genannten Werten ab.

Tab. 23 Festpunktkräfte RAUPEX SDR 11

Δ T [K]		**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	**70**	**80**	**90**	**100**
Dimension [mm]		F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]	F [N]
20	x 2,8	163	327	490	654	817	980	1.144	1.307	1.471	1.634
25	x 3,5	255	511	766	1.021	1.277	1.532	1.787	2.043	2.298	2.553
32	x 4,4	412	824	1.236	1.648	2.060	2.472	2.884	3.296	3.708	4.120
40	x 5,5	644	1.288	1.931	2.575	3.219	3.863	4.507	5.150	5.794	6.438
50	x 6,9	1.009	2.018	3.027	4.036	5.045	6.054	7.063	8.072	9.081	10.090
63	x 8,7	1.603	3.206	4.809	6.411	8.014	9.617	11.220	12.823	14.426	16.028

Sicherheitsfaktor 1,2; Kräfte wurden bei 20 °C ermittelt. Bei anderen Temperaturen weichen die Kräfte von den genannten Werten ab.

Tab. 24 Festpunktkräfte RAUPEX SDR 7,4

11 ROHRKLEMMEN VON REHAU

Die Rohrklemmen von REHAU eignen sich zur Befestigung von RAUPEX-Rohren **ohne** Cliphalbschale. Dabei sind die in den nachfolgenden Tabellen dargestellten Rohrgewichte zu beachten.

Dimension	Rohrgewicht	Volumen	Rohrgewicht wassergefüllt
[mm]	[kg/m]	[l/m]	[kg/m]
20x1,9	0,111	0,196	0,307
25x2,3	0,169	0,311	0,480
32x2,9	0,268	0,519	0,787
40x3,7	0,425	0,804	1,229
50x4,6	0,659	1,263	1,921
63x5,8	1,040	2,011	3,051
75x6,8	1,451	2,875	4,325
90x8,2	2,099	4,128	6,228
110x10,0	3,112	6,193	9,305
125x11,4	4,049	7,964	12,013
160x14,6	6,595	13,090	19,685

Tab. 25 RAUPEX-Rohrgewichte SDR 11

Dimension	Rohrgewicht	Volumen	Rohrgewicht wassergefüllt
[mm]	[kg/m]	[l/m]	[kg/m]
20x2,8	0,153	0,152	0,304
25x3,5	0,238	0,238	0,476
32x4,4	0,382	0,398	0,780
40x5,5	0,594	0,625	1,219
50x6,9	0,926	0,979	1,904
63x8,7	1,468	1,555	3,024

Tab. 26 RAUPEX-Rohrgewichte SDR 7,4

10.1 Rohrklemmen mit und ohne Bügel

Bis zur Dimension 32 werden REHAU Rohrklemmen ohne Bügel ausgeliefert. Das Rohr wird einfach in die Rohrklemme eingeclipst und bei Bedarf auch wieder herausgezogen (Abbildung 95 und Abbildung 96).

Rohrklemmen dürfen nur bis zu einer Medien- und/oder Umgebungstemperatur von maximal 60 °C eingesetzt werden.

Abb. 95 Rohrklemme ohne Bügel

Abb. 96 RAUPEX-Rohr in Rohrklemme eingeclipst

Durch den Einsatz von Distanzhaltern kann der Abstand der Rohrachse zur Befestigungsebene verändert werden (Abbildung 97 und Abbildung 98).

Abb. 97 Distanzhalter

Abb. 98 Distanzhalter mit Rohrklemme

Durch Kombination von Rohrklemme und Distanzhalter können Halter für mehrere parallele Rohre gebaut werden.

Abb. 99 Kombination für mehrere parallele Rohre

Ab Dimension 40 besitzen die Rohrklemmen einen Bügel (Abbildung 100 und Abbildung 101). Falls die Rohrklemmen hängend installiert werden, dürfen die maximalen Haltekräfte nicht überschritten werden (Tabelle 27).

Abb. 100 Rohrklemme mit Bügel

Abb. 101 RAUPEX-Rohr in Rohrklemme eingeclipst

Bezeichnung	Haltekraft max. [N]
Rohrklemme 20	19,25
Rohrklemme 25	20,00
Rohrklemme 32	21,50
Rohrklemme 40	359,50
Rohrklemme 50	338,50
Rohrklemme 63	377,25
Rohrklemme 75	507,50
Rohrklemme 90	458,00
Rohrklemme 110	423,00
Rohrklemme 125	387,50
Rohrklemme 160	752,00
Haltekraft im 90°-Winkel zur Rohrachse;	

Haltekraft ermittelt bei 20°C. Bei anderen Temperaturen weichen die Kräfte von den genannten Werte ab

Tab. 27 maximale Haltekraft der Rohrklemmen

12 KENNZEICHNUNG VON ROHRLEITUNGEN

12.1 Kennzeichnungsfarben

Eine deutliche Kennzeichnung der Rohrleitung nach dem Durchflussstoff ist im Interesse der Sicherheit, der sachgerechten Instandsetzung und der wirksamen Brandbekämpfung unerlässlich. Sie soll auf Gefahren hinweisen, um Unfälle und gesundheitliche Schäden zu vermeiden. Dies gilt insbesondere im Industriebau, wo mehrere Medienleitungen nebeneinander verlegt sind.
Die Kennzeichnung kann durch farbige Schilder oder Aufkleber, Farbringe oder durch farbige Rohrleitungen erfolgen. Wenn Schilder, Aufkleber oder Farbringe eingesetzt werden, müssen diese an allen betriebswichtigen Punkten wie Anfang, Ende, Abzweigen, Wand- und Deckendurchführungen sowie Armaturen angebracht werden. Wesentlich einfacher ist eine farbliche Kennzeichnung der kompletten Rohrleitung. In der DIN 2403 sind Farben für bestimmte Gruppen von Durchflussstoffen festgelegt. Die Farbkennzeichnung der Industrierohre RAUPEX orientiert sich an diesen Vorgaben. Dabei sind die RAL-Farbmuster nicht identisch, sondern nur ähnlich.
Diese Farbkennzeichnung betrifft nur nichterdverlegte Rohre.

Durchflussstoff	Gruppe	Farbe	Farbmuster
Wasser	1	signalgrün	RAL 6032
Wasserdampf	2	signalrot	RAL 3001
Luft	3	signalgrau	RAL 7004
Brennbare Gase	4	signalgelb mit signalrot	RAL 1003 + RAL 3001
Nichtbrennbare Gase	5	signalgelb mit signalschwarz	RAL 1003 + RAL 9004
Säuren	6	signalorange	RAL 2010
Laugen	7	signalviolett	RAL 4008
Brennbare Flüssigkeiten und Feststoffe	8	signalbraun mit signalrot	RAL 8002 + RAL 3001
Nichtbrennbare Flüssigkeiten und Feststoffe	9	signalbraun mit signalschwarz	RAL 8002 + RAL 9004
Sauerstoff	0	signalblau	RAL 5005

Tab. 28 Farbzuordnung für Rohrleitungen im Gebäude nach DIN 2403

12.2 Klebeschilder

Mit Klebeschildern von REHAU können Rohre nach dem Durchflussstoff und der Flussrichtung gekennzeichnet werden. Die Klebeschilder sind auf RAUPEX-Rohren selbstklebend und besitzen einen Pfeil in beide Richtungen. Aufgrund einer Perforation können die Pfeilspitzen leicht vom Mittelteil getrennt werden.

Abb. 102 Klebeschilder von REHAU

13 BRANDSCHUTZ

13.1 Brandlast

RAUPEX-Rohre weisen folgende Brandlasten auf (vgl. Tabelle 29 und Tabelle 30)

Abmessung	Gewicht [kg/m]	Brandlast [kWh/m]	Brandlast [MJ/m]
20 x 1,9	0,111	1,35	4,88
25 x 2,3	0,167	2,04	7,33
32 x 2,9	0,269	3,28	11,81
40 x 3,7	0,425	5,19	18,67
50 x 4,6	0,658	8,03	28,90
63 x 5,8	1,04	12,69	45,68
75 x 6,8	1,45	17,69	63,68
90 x 8,2	2,10	25,62	92,23
110 x 10	3,11	37,94	136,59
125 x 11,4	4,05	49,40	177,83
160 x 14,6	6,59	80,40	289,43

Tab. 29 Brandlast von RAUPEX-Rohr SDR 11

Abmessung	Gewicht [kg/m]	Brandlast [kWh/m]	Brandlast [MJ/m]
16 x 2,2	0,098	1,20	4,30
20 x 2,8	0,153	1,87	6,72
25 x 3,5	0,238	2,90	10,45
32 x 4,4	0,382	4,66	16,78
40 x 5,5	0,594	7,25	26,09
50 x 6,9	0,926	11,30	40,67
63 x 8,6	1,45	17,69	63,68

Tab. 30 Brandlast von RAUPEX-Rohr SDR 7,4

13.2 Brandschutzmanschetten

Zur Realisierung von Brandabschnitten sind zugelassene Brandschutzmanschetten einzusetzen.

14 BEISPIELE AUS DER PRAXIS

Abb. 103 Daimler AG

Abb. 104 Eberspächer GmbH & Co. KG

Abb. 105 Winkelmann GmbH + Co. KG

15 DRUCKPRÜFUNGSPROTOKOLL / KOPIERVORLAGE

Industrierohrsystem RAUPEX®

Druckprüfungsprotokoll

Prüfung in Anlehnung an DIN 1988 Teil 2
Medium: Wasser

1. Anlagedaten

Bauvorhaben: _____

Bauherr: _____

Straße/Hausnummer: _____

Postleitzahl/Ort: _____

2. Vorprüfung

2.1 Prüfdruck _____ bar (empfohlen 1,5 facher Betriebsdruck)
2.2 Aktueller Druck nach 10 min. _____ bar (Prüfdruck wiederherstellen)
2.3 Aktueller Druck nach 20 min. _____ bar (Prüfdruck wiederherstellen)
2.4 Aktueller Druck nach 30 min. _____ bar
2.5 Aktueller Druck nach 60 min. _____ bar (zulässiger Druckabfall < 0,6 bar)

3. Hauptprüfung

3.1 Prüdruck _____ bar (Ergebnis der Vorprüfung wie Pkt. 2.5)
3.2 Aktueller Druck nach 2 Std. _____ bar (zulässiger Druckabfall < 0,2 bar)
3.3 Prüfvermerke:

_____

_____

Komplette Installation, insbesondere Verbindungsstellen, durch Sichtprüfung auf Dichtheit prüfen.
An keiner Stelle der Installation, insbesondere an den Verbindungen, darf Wasser austreten.

Der maximal zulässige Betriebsdruck nach DIN 16892/93 darf bei der Prüfung nicht überschritten werden.

4. Bestätigung

Für den Auftraggeber: _____

Für den Auftragnehmer _____

Ort: _____ Datum: _____

Anlagen: _____

16 NORMEN, VORSCHRIFTEN, RICHTLINIEN

§

Beachten Sie alle geltenden nationalen und internationalen Verlege-, Installations-, Unfallverhütungs- und Sicherheitsvorschriften bei der Installation von Rohrleitungsanlagen sowie die Hinweise dieser Technischen Information.

Beachten Sie ebenfalls die geltenden Gesetze, Normen, Richtlinien, Vorschriften (z.B. DIN, EN, ISO, DVGW, TRGI, VDE und VDI) sowie Vorschriften zum Umweltschutz, Bestimmungen der Berufsgenossenschaften, Vorschriften der lokalen Versorgungsunternehmen.

Anwendungsbereiche, die in dieser Technischen Information nicht erfasst werden (Sonderanwendungen), erfordern die Rücksprache mit unserer anwendungstechnischen Abteilung. Für eine ausführliche Beratung wenden Sie sich an Ihr REHAU Verkaufsbüro.

Die Planungs- und Montagehinweise sind unmittelbar mit dem jeweiligen Produkt von REHAU verbunden. Es wird auszugsweise auf allgemeingültige Normen und Richtlinien verwiesen.

Beachten Sie jeweils den gültigen Stand der Richtlinien, Normen und Vorschriften.

Weitergehende Normen, Vorschriften und Richtlinien bezüglich der Planung, der Installation und des Betriebs der gebäude- und industrietechnischen Anlagen sind ebenfalls zu berücksichtigen und nicht Bestandteil dieser Technischen Information.

DIN 2403
Kennzeichnung von Rohrleitungen nach dem Durchflussstoff

DIN 4124
Baugruben und Gräben; Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten

DIN 4726
Rohrleitungen aus Kunststoffen ; Warmwasser Fußbodenheizungen und Heizkörperanbindungen

DIN 8075
Rohre aus Polyethylen (PE) - PE 63, PE 80, PE 100, PE-HD Allgemeine Güteanforderungen, Prüfungen

DIN 16892
Rohre aus vernetztem Polyethylen hoher Dichte (PE-X); Allgemeine Güteanforderungen, Prüfung

Berichtigung 1
Berichtigungen zu DIN 16892

DIN 16893
Rohre aus vernetztem Polyethylen hoher Dichte (PE-X); Maße, Prüfung

Berichtigung 1
Berichtigungen zu DIN 16893

DIN EN 10204
Metallische Erzeugnisse; Arten von Prüfbescheinigungen

DIN EN 12164
Kupfer und Kupferlegierungen; Stangen für die spanende Bearbeitung

DIN EN 12165
Kupfer und Kupferlegierungen; Vormaterial für Schmiedestücke

DIN EN 12168
Kupfer und Kupferlegierungen; Hohlstangen für die spanende Bearbeitung

DIN EN ISO 1133
Kunststoffe; Bestimmung der Schmelze-Massefließrate (MFR) und der Schmelze-Volumenfließrate (MVR) von Thermoplasten

DIN EN ISO 1183
Kunststoffe; Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen

ISO 8573-1
Compressed air; Contaminants and purity classes

VDMA 15390
Druckluftqualität; Liste empfohlener Reinheitsklassen gemäß ISO 8573-1

DVGW W 400
Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen

ZTV A-StB 97
Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen

NOTIZEN

NOTIZEN

Die Unterlage ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdruckes, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendungen, der Wiedergabe auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben vorbehalten.

Unsere anwendungsbezogene Beratung in Wort und Schrift beruht auf langjährigen Erfahrungen sowie standardisierten Annahmen und erfolgt nach bestem Wissen. Der Einsatzzweck der REHAU Produkte ist abschließend in den technischen Produktinformationen beschrieben. Die jeweils gültige Fassung ist online unter www.rehau.com/TI einsehbar. Anwendung, Verwendung und Verarbeitung der Produkte erfolgen außerhalb unserer Kontrollmöglichkeiten und liegen daher ausschließlich im Verantwortungsbereich des jeweiligen Anwenders/Verwenders/Verarbeiters. Sollte dennoch eine Haftung in Frage kommen, richtet sich diese ausschließlich nach unseren Lieferungs- und Zahlungsbedingungen, einsehbar unter www.rehau.com/conditions, soweit nicht mit REHAU schriftlich etwas anderes vereinbart wurde. Dies gilt auch für etwaige Gewährleistungsansprüche, wobei sich die Gewährleistung auf die gleichbleibende Qualität unserer Produkte entsprechend unserer Spezifikation bezieht. Technische Änderungen vorbehalten.

www.rehau.de/verkaufsbueros

© REHAU Industries SE & Co. KG
Helmut-Wagner-Str. 1
Rheniumhaus
95111 Rehau

876600 DE 05.2026