



Engineering progress
Enhancing lives

Nahwärme- systeme RAUTHERMEX und RAUVITHERM

Technische Information



Inhalt

01	Informationen und Sicherheitshinweise	5
02	Einführung	7
02.01	Die Zukunft der Wärmeversorgung	8
02.02	REHAU Wärmeversorgungssysteme	9
02.03	Lösungen für die Wärmeversorgung	10
03	Materialeigenschaften der Rohre	11
03.01	Mediumrohre	11
03.01.01	Anwendungsfall Nahwärme: Mediumrohr PE-Xa SDR 11	12
03.01.02	Anwendungsfall Nahwärme für erhöhte Druckfestigkeit: Mediumrohr PE-Xa SDR 7,4	13
03.01.03	Anwendungsfall Trinkwasser: Mediumrohr PE-Xa SDR 7,4 - Universalrohr RAUTITAN flex	13
03.01.04	Kontinuierliche Qualitätskontrolle	14
03.02	RAUTHERMEX SDR 11 / SDR 7,4	15
03.02.01	Rohrdämmung	15
03.02.02	Außenmantel	16
03.02.03	Abmessungen	16
03.03	RAUVITHERM SDR 11	18
03.03.01	Rohrdämmung	18
03.03.02	Außenmantel	19
03.03.03	Abmessungen	19
04	Verbindungstechnik und Nachisolierung	20
04.01	Verbindungstechnik Schiebehülse	20
04.02	Verbindungstechnik FUSAPEX	24
04.03	Schraub-/Klemmverbindungen	26
04.04	Clipmuffensystem für RAUTHERMEX	27
04.05	Schrumpfmuffensystem für RAUVITHERM und RAUTHERMEX	28
04.06	Muffenschaum zur Nachisolierung	30
04.07	Sonderzubehör	31
04.07.01	REHAU NEXUS	31
04.07.02	Hosenrohr	33
04.07.03	Unterflur-Absperrarmatur	35
04.07.04	Vorgedämmte T-Abzweige 125 –160 (Stahl)	36
05	Gebäudeanschluss und Hauseinführung	37
05.01	Eindichtung in Mauerdurchbrüche	38
05.02	Eindichtung in Kernlochbohrungen	39
05.02.01	Mauerdichtring und Quellschicht	39
05.02.02	Dichtflansch	40
05.03	Eindichtung mit aufgerauter Stützhülse	42
05.04	Eindichtung mit REHAU Hauseinführungsset	42
05.05	Vorgefertigte Hausanschlüsse	43
05.05.01	Hauseinführungsbogen (starr)	43
05.05.02	Hauseinführung durch Leerrohrtrasse bei nicht unterkellerten Gebäuden	44
05.06	Endabschlüsse	45
05.07	Ausdehnung/Fixpunktschellen	46

06	Planung und Bemessung von Wärmenetzen	47
06.01	Wärmenetzformen	48
06.02	Verlegevarianten	49
06.03	Netzdimensionierung	50
06.03.01	Vorermittlung Anschlussnehmer/ Wärmebedarfsermittlung	51
06.03.02	Klärung Wärmebereitstellungs- und Pufferspeicherkonzept	51
06.03.03	Festlegung Trassenverlauf und Standort Heizzentrale	52
06.03.04	Ermittlung der Gleichzeitigkeit	52
06.03.05	Auslegung Wärmeerzeuger und Pufferspeicher	54
06.03.06	Ermittlung der erforderlichen Volumenströme/ Temperaturspreizung	55
06.03.07	Vordimensionierung der Nahwärmeleitung / Ermittlung des ungünstigsten Stranges	56
06.03.08	Finale Dimensionierung	58
06.03.09	Pumpenauslegung	59
06.04	Wärmeverluste RAUTHERMEX und RAUVITHERM Rohre	63
06.05	Temperatur- und Druckbegrenzungen	66
06.06	Lebensdauerberechnung mit der Miner'schen Regel	67
06.07	Anschlussfragebogen für ein Nahwärmenetz	68
06.08	Objektfragebogen für ein Nahwärmenetz	68
07	Bauausführung Nahwärmeleitungen	69
07.01	Transport und Lagerung	69
07.02	Verlegemethoden	71
07.02.01	Allgemeine Hinweise	71
07.02.02	Offene Bauweise	72
07.02.03	Einziehverfahren	72
07.02.04	Einpflügverfahren für RAUTHERMEX	73
07.02.05	Spülbohrverfahren für RAUTHERMEX	73
07.03	Grabenquerschnitte und Verlegeabstände	75
07.03.01	Grabenquerschnitte	75
07.03.02	Verlegeabstände zu Versorgungsleitungen	76
07.03.03	Rohrsicherung bei speziellen Einbausituationen	76
07.04	Flexibilität	77
07.05	Biegeradien und Biegekräfte	77
07.05.01	Biegeradien	77
07.05.02	Biegekräfte	78
07.06	Handhabung bei Verlegung	79
07.07	Spezielle Einbausituationen	82
07.08	Nachträglicher Anschluss	83
07.08.01	Abquetschvorrichtung	83
07.08.02	Anbohrarmatur NEXUS	84
07.09	Verlegehilfsmittel	84
07.09.01	Horizontale Abwickelvorrichtung	84
07.09.02	Vertikale Abwickelvorrichtung	84
07.09.03	Rohrdreher (DUO Rohre)	85
07.09.04	Verlegehilfe STRAITA	85
07.10	Durchschnittliche Richtzeiten zur Verlegung und Montage in der Praxis	86
08	Hinweise zu Inbetriebnahme und Betrieb	88
08.01	Anforderungen an Heizungswasser	88
08.01.01	Allgemeines	88
08.01.02	Inbetriebnahme	89
08.01.03	Betrieb, Wartung, Instandhaltung	90
08.01.04	Wasserbehandlung	90
08.01.05	Wasserprobe zur externen Analyse im Labor entnehmen	90
08.01.06	Zentrale Filterstation	91
08.02	Druck- und Dichtheitsprüfung	91
08.02.01	Grundlagen zur Druckprüfung	91
08.02.02	Dichtheitsprüfungen mit Wasser	91
08.02.03	Druckprüfungsprotokoll	92
Normen und Richtlinien		94
REHAU Service		96
REHAU Verkaufsbüros		102
REHAU Gebäudetechnik		103



Diese Technische Information „Nahwärmesysteme RAUTHERMEX und RAUVITHERM“ ist gültig ab Juni 2020.

Mit ihrem Erscheinen verlieren die bisherige Technische Information 817602 (Stand März 2014) und ihre Ergänzung 817602-ERG (Stand Januar 2019) ihre Gültigkeit.

Unsere aktuellen Technischen Unterlagen finden Sie unter www.rehau.com/TI zum Download.

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.

Alle Maße und Gewichte sind Richtwerte. Irrtümer und Änderungen vorbehalten.

01 Informationen und Sicherheitshinweise

Gültigkeit

Diese Technische Information ist für Deutschland gültig.

Navigation

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

Piktogramme und Logos



Sicherheitshinweis



Rechtlicher Hinweis



Wichtige Information, die berücksichtigt werden muss



Ihre Vorteile



Information im Internet

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 finden Sie rechts unten auf der Rückseite bzw. auf der Titelseite. Die aktuelle Technische Information erhalten Sie bei Ihrem REHAU Verkaufsbüro, Fachgroßhändler sowie im Internet als Download unter www.rehau.de/ti-nahwaerme.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Die REHAU Rohrsysteme dürfen nur wie in dieser Technischen Information bzw. in den zu den einzelnen Komponenten zugehörigen Montageanleitungen beschrieben geplant, installiert und betrieben werden. Jeder andere Gebrauch ist nicht bestimmungsgemäß und deshalb unzulässig. Für eine ausführliche Beratung wenden Sie sich an Ihr REHAU Verkaufsbüro.

Zur bestimmungsgemäßen Verwendung gehört das Beachten aller Hinweise dieser Technischen Information sowie die der Montage-, Bedienungs- und Wartungsanleitungen. Für die nicht bestimmungsgemäße Verwendung oder unzulässige Änderung am Produkt sowie sämtliche sich daraus ergebende Folgen wird keine Haftung übernommen.

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 Sach-, Umwelt- oder 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 und Vorschriften (z. B. DIN, EN, ISO, DVGW, TRGI, VDE und VDI) sowie Vorschriften zu Umweltschutz, Bestimmungen der Berufsgenossenschaften und Vorschriften der örtlichen Versorgungsunternehmen. Beachten Sie jeweils den gültigen Stand der Richtlinien, Normen und Vorschriften. Die Planungs- und Montagehinweise sind unmittelbar mit dem jeweiligen Produkt von REHAU verbunden. Es wird auszugsweise auf allgemein gültige Normen oder Vorschriften verwiesen. Weitergehende Normen, Vorschriften und Richtlinien bezüglich der Planung, der Installation und des Betriebs von Trinkwasser- oder Heizungsanlagen sowie gebäudetechnischen Anlagen sind ebenfalls zu berücksichtigen und nicht Bestandteil dieser Technischen Information.

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.

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.

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 Sanierungen im bewohnten Bereich.
- Verwenden Sie nur die für das jeweilige REHAU System vorgesehenen Komponenten. Die Verwendung systemfremder Komponenten oder der Einsatz von Werkzeugen, die nicht aus dem jeweiligen REHAU Installationssystem stammen, kann zu Unfällen oder anderen Gefährdungen führen.

Arbeitskleidung

- Tragen Sie eine Schutzbrille, geeignete Arbeitskleidung, Sicherheitsschuhe, Schutzhelm und bei langen Haaren ein Haarnetz.
- Tragen Sie keine weite Kleidung oder Schmuck, diese könnten von beweglichen Teilen erfasst werden.

Bei der Montage

- Lesen und beachten Sie immer die jeweiligen Bedienungsanleitungen des verwendeten REHAU Montagewerkzeugs.
- 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 REHAU Rohrscheren haben eine scharfe Klinge. Lagern und handhaben Sie diese so, dass keine Verletzungsgefahr von den REHAU Rohrscheren ausgeht.
- Beachten Sie beim Ablängen der Rohre den Sicherheitsabstand zwischen Haltehand und Schneidwerkzeug.
- 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 (Memory-Effekt). Stecken 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 und 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- und Regeleinrichtungen sicherzustellen (z. B. Druckminderer, Sicherheitsventile und Ähnliches).

Systemspezifische Sicherheitshinweise

- Entgraten oder entfernen Sie Kanten an Isoliermuffen, um möglichen Verletzungen vorzubeugen.
- Beim Arbeiten mit PUR-Muffenschäum (Polyol- und Isocyanat-Komponente) müssen die Sicherheitsdatenblätter beachtet und immer chemikalienbeständige Schutzhandschuhe und Schutzbrille getragen werden.
- Beim Sägen oder Abschleifen von PUR-Hartschaum muss eine Staubmaske getragen werden.
- Beim Schweißen von Elektroschweißmuffen und Schäumen mit PUR-Muffenschäum erwärmt sich das Bauteil.
- Beim Arbeiten mit Spanngurten zur Fixierung der Rohre besteht Quetschgefahr. Greifen Sie nicht in die Gefahrenbereiche.

02 Einführung



Bildquelle: Naturstrom AG

Heizen von Morgen: Umweltfreundlich, wirtschaftlich und effizient

Der Gesetzgeber hat die "Wärmewende" eingeläutet. Fossile ineffiziente Wärmeerzeuger in Einzelgebäuden werden zunehmend ersetzt durch effiziente, umweltfreundliche und wirtschaftliche Verbundlösungen. Für viele Wohnbauten in Quartieren - sowohl im Neubau als auch im Gebäudebestand - macht es Sinn, eine gemeinsame Wärmeversorgung vorzusehen, weil dadurch insbesondere erneuerbare Wärme kostengünstiger erschlossen bzw. bereitgestellt werden kann als bei dezentralen Einzellösungen. Über ein Nahwärmenetz sind die zu versorgenden Gebäude mit der gemeinsamen Heizzentrale verbunden.

Die gesetzlichen Rahmenbedingungen führen dazu, dass solche Lösungen wirtschaftlich vorteilhaft realisiert werden können. Und darüber hinaus gibt es seitens des Bundes und der Länder eine Reihe von Förderprogrammen, die eine Umsetzung solcher Lösungen unterstützen.



Nahwärmenetze mit polymeren Rohrsystemen von REHAU bieten eine Reihe von Vorteilen gegenüber Systemen mit Stahlrohren. Nutzen Sie die Expertise von REHAU. Erfahren Sie mehr unter: www.rehau.com/de-de/nahwaerme.



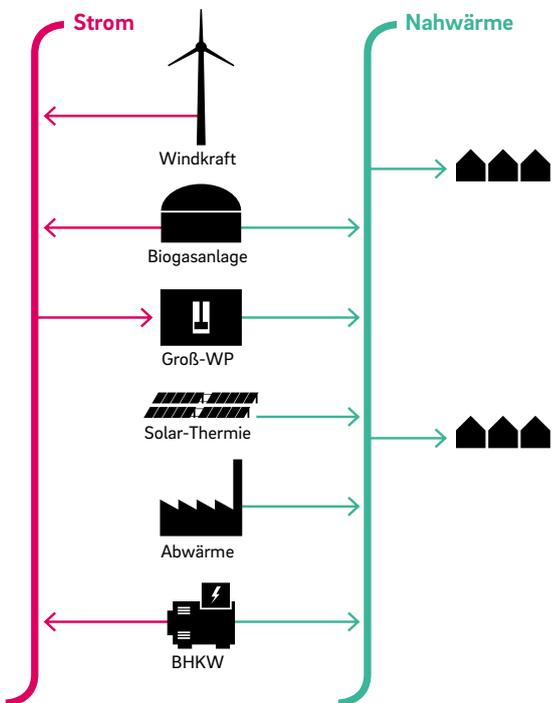
02.01 Die Zukunft der Wärmeversorgung

Multivalente Wärmeverbundlösungen mit Nahwärme-Rohrsystemen

Warum multivalente Wärmeverbundlösungen?

- „Wärmeverbundlösung“ heißt: Zusammenschluss mehrerer Abnehmer, die „im Verbund“ mit Wärme versorgt werden.
- „Multivalent“ bedeutet: Sinnvolle Kombination mehrerer Energiequellen beim Heizen gegenüber einer Einzelheizung.
- Der Nutzen: Sie sind vielfach effizienter, wirtschaftlicher und umweltfreundlicher als viele Einzelsysteme.

Die Zukunft ist multivalent

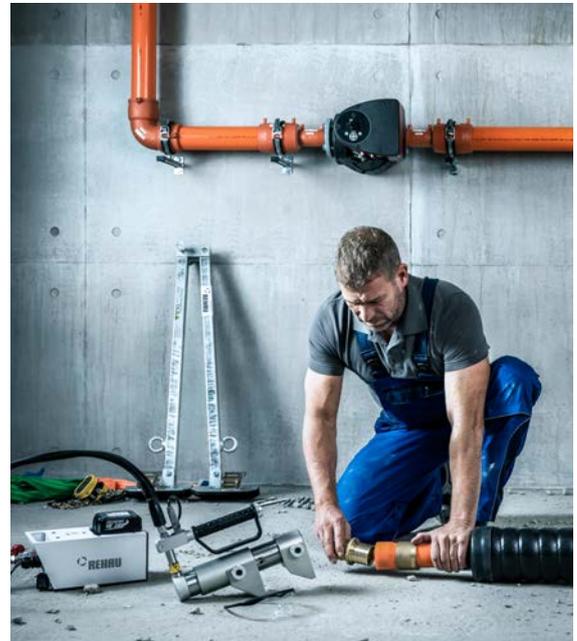


Der Unterschied von Nah- zu Fernwärme?

Fernwärmenetze versorgen meist große Gebiete und die Energie fließt über weite Distanzen. Nahwärmenetze sind anders. Sie zeichnen sich durch kurze Wege aus, durch eine deutlich geringere Anzahl von Anschlussnehmern und sie sind vergleichsweise klein und kompakt. Verbrauchernah. Auch ihre Anschlussleistung und andere technische Kennzahlen unterscheiden sich:

	Nahwärme	Fernwärme
Leistung	< 1 – 2 MWth	> 1 – 2 MWth
Vorlauftemperatur	≤ 80 – 90 °C	≥ 80 – 90 °C
Druck	≤ 6 – 8 bar	> 8 bar
Leitungsdimension	≤ DN 100	> DN 100

Unabhängig von dieser orientierenden Differenzierung zwischen Nah- und Fernwärme wird bei leitungsgebundener Wärmeversorgung oft ausschließlich von Fernwärme gesprochen.



Weitere und immer aktuelle Informationen zu den Themen

- Referenzen
- Wirtschaftlichkeit
- Serviceleistungen
- Flexibilität
- Veranstaltungen
- Sicherheit
- Netzeffizienz

sowie weitere Unterlagen (Montageanleitungen, Preislisten usw.) in elektronischer Form finden Sie online unter www.rehau.com/de-de/nahwaerme.



02.02 REHAU Wärmeversorgungssysteme

Diese Zukunft der nachhaltigen Wärmeversorgung lässt sich mit den Nahwärmeverbundlösungen von REHAU realisieren. Die Technische Information gilt für die Planung, Verlegung und den Einsatz der vorgedämmten Rohrleitungssysteme RAUVITHERM und RAUTHERMEX.

Anwendungen:

- Nah- und Fernwärmeversorgung
- Trink- und Warmwasserversorgung
- Kühltechnik
- Industrie und Landwirtschaft
- Anbindung von Luft-Wasser-Wärmepumpen
- Erdwärmeanschlussleitungen

Systemkomponenten:



Abb. 02-1 RAUTHERMEX



Abb. 02-2 RAUVITHERM



Abb. 02-3 Schiebehülstechnik



Abb. 02-4 FUSAPEX Schweißtechnik



Abb. 02-5 Clipmuffensystem



Abb. 02-6 Schrumpfmuffensystem



Abb. 02-7 NEXUS Anbohrarmatur



Abb. 02-8 Lösungen für Hausanschlüsse,
z.B. Mauerdichtflansch

02.03 Lösungen für die Wärmeversorgung

RAUVITHERM – Die besonders flexible Lösung

Dank mehrerer weicher Dämmschaumlagen und des gewellten, besonders widerstandsfähigen Außenmantels ist RAUVITHERM ein Rohrsystem mit höchster Flexibilität bei gleichzeitig sehr hoher Robustheit. Dies ermöglicht sowohl außerordentlich komplexe Anbindungen in Wärmenetzen wie auch Anbindungen in Wärmenetzen unter beengten Platzverhältnissen.



Gleitrohrsystem RAUVITHERM

Systemeigenschaften

- Längswasserdichtes Gleitrohrsystem durch Verschweißung von Vollmantel und oberster Dämmlage
- Profilierter Außenmantel sorgt für Flexibilität mit geringen Biegekräften und kleinen Biegeradien
- Robuste, baustellengerechte Vollummantelung
- Hohe Wärmedämmung durch mehrlagigen Aufbau und geringe Wärmeleitfähigkeit der Dämmlagen
- Hohe Betriebssicherheit dank Korrosionsbeständigkeit der verwendeten Materialien
- Ringbundlängen von bis zu 300 m in Verbindung mit praxiserprobten Werkzeugen reduzieren den Einsatz von Verbindungsmuffen und garantieren hohe Verlegeleistungen
- Komplettes Rohr- und Formteilprogramm:
 - UNO-Leitungen (bis 125 mm Rohrdurchmesser)
 - effiziente DUO-Leitungen (bis 2 x 63 mm Rohrdurchmesser)

RAUTHERMEX – Die besonders energieeffiziente Lösung

Die exzellenten Wärmedämmeigenschaften der Polyurethan-Schaumdämmung und der gewellte Außenmantel machen RAUTHERMEX zu einem Rohrsystem, das die Verluste beim Wärmetransport besonders gering hält, ohne ein hohes Maß an Flexibilität vermissen zu lassen.



Verbundrohrsystem RAUTHERMEX

Systemeigenschaften

- Höchste Wärmedämmung seiner Klasse durch spezielle Prozesstechnologie, feinporigen PU-Schaum und zusätzliche Dämmstärke (Plus-Abmessung)
- Ringbundlängen von bis zu 570 m ermöglichen sehr lange Trassen ohne Kupplungen
- Keine Dehnpolster oder Kompensatoren bei der Verlegung erforderlich
- Langlebig aufgrund von korrosionsfreien Materialien, wasserdichter Nachisolierung und längswasserdichtem Rohrsystem
- Komplettes Rohr- und Formteilprogramm:
 - UNO-Leitungen (bis 160 mm Rohrdurchmesser)
 - DUO-Leitungen (bis 2 x 75 mm Rohrdurchmesser)

03 Materialeigenschaften der Rohre

03.01 Mediumrohre

Das wasserführende Mediumrohr bei RAUVITHERM und RAUTHERMEX besteht aus hochdruckvernetztem Polyethylen PE Xa. Die Mediumrohre werden durch Zugabe von Peroxid bereits während der Herstellung unter hohem Druck und hoher Temperatur vernetzt. Bei diesem Prozess werden Verbindungen zwischen den Makromolekülen so hergestellt, dass sich diese zu einem dreidimensionalen, stabilen Netzwerk verbinden. PE-Xa Rohre werden gemäß DIN 16892 / DIN 16893 und DIN EN ISO 15875 in den Druckstufen SDR 11 oder SDR 7,4 (gem. DVGW-Arbeitsblatt W 544, W 270 und BGA KTW) gefertigt.

Die REHAU Mediumrohre für die Anwendung Nahwärme erfüllen darüber hinaus die Anforderungen der DIN EN 15632 1-3.



- Sehr hohe chemische Beständigkeit (DIN 8075 Beiblatt 1)
- Sehr niedrige Rauigkeit ($k = 0,007 \text{ mm}$)
- Dauerhaft niedriger Druckverlust
- Langfristige Korrosionsbeständigkeit
- Hohes Rückstellvermögen
- Temperaturbeständigkeit, sogar im Störfall
- Hohe Druckbeständigkeit
- Robustheit bei gleichzeitiger Flexibilität
- Hervorragende Punktlastbeständigkeit

Technische Daten Mediumrohre

Bezeichnung	Wert	Norm	
Dichte ρ	$0,94 \text{ g/cm}^3$	ISO 1183	
Mittlerer thermischer Längenausdehnungskoeffizient ($0 \text{ °C} - 70 \text{ °C}$)	$1,5 \cdot 10^{-4} / \text{K}$	–	
Wärmeleitfähigkeit λ	$0,35 \text{ W/m}\cdot\text{K}$	In Anlehnung an ASTM C 1113	
Elastizitätsmodul E	bei 20 °C	600 N/mm^2	ISO 527
	bei 80 °C	200 N/mm^2	ISO 527
Oberflächenwiderstand	$10^{12} \Omega$	–	
Baustoffklasse	B2 (normal entflammbar)	DIN 4102	
Oberflächenrauigkeit k	$0,007 \text{ mm}$	–	
Sauerstoffdichtheit	bei 40 °C	$0,16 \text{ mg}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	DIN 4726
	bei 80 °C	$1,8 \text{ mg}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	

Tab. 03-1 Materialeigenschaften Mediumrohre PE-Xa



Der Begriff „SDR“ steht für „Standard Dimension Ratio“ und beschreibt das Verhältnis von Außendurchmesser zu Wanddicke des Rohrs, siehe Abb. 03-1. Die SDR-Zahl dient damit indirekt zur Angabe der Druckbeständigkeit. Je kleiner die SDR-Zahl ist, desto dickwandiger und damit druckbeständiger ist das Rohr.

SDR 11 und SDR 7,4 weisen eine hohe Druckbeständigkeit auf.

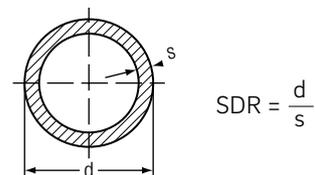


Abb. 03-1 SDR

- d Außendurchmesser [mm]
- s Wanddicke [mm]

**03.01.01 Anwendungsfall Nahwärme:
Mediumrohr PE-Xa SDR 11**

Die REHAU PE-Xa Mediumrohre für den Heizwasser-einsatz SDR 11 sind besonders temperaturbeständig und werden hauptsächlich in geschlossenen Kreislaufsystemen für den Transport von Heizungswasser verwendet. Aus diesem Grund besitzen sie eine zusätzliche Sauerstoffsperrschicht aus EVOH nach DIN 4726. Die Rohre haben eine spezielle Stabilisierung, um den höchsten Temperaturanforderungen, die aus dem Einsatzbereich Nahwärme entstehen, gerecht zu werden. Die Farbe der Rohre ist orange.



Abb. 03-2 Nahwärme Mediumrohre SDR 11

Druck- und Temperaturbeständigkeit

Für diese in den Rohrsystemen RAUVITHERM und RAUTHERMEX eingesetzten Mediumrohre SDR11, die nach den Anforderungen der DIN EN 15632 gefertigt und geprüft werden, gelten die in der folgenden Tabelle genannten Temperatur- und Druckbegrenzungen bei den jeweiligen Dauertemperaturen und Sicherheitsfaktoren. Die Erfüllung der im Vergleich zur DIN 16892 und DIN 16893 deutlich höheren Prüf-anforderungen gemäß DIN EN 15632 wird durch eine verbesserte thermische Stabilisierung in der Material-rezeptur erreicht. In Tab. 03-2 sind für den Anwen-dungsbereich bei Betriebstemperaturen von 50 °C bis 95 °C die Mindestlebensdauern unter Verwendung des Umrechnungsmodells nach Arrhenius analog zum Vorgehen gemäß DIN 16892 und DIN 16893 benannt.

In der Tabelle werden je nach Bemessungstemperatur unterschiedliche Sicherheitsfaktoren (SF) bezogen auf den zulässigen Betriebsdruck angesetzt:

- Im Normalbetrieb bei Dauertemperaturen ≤ 80 °C wird SF_D = 1,5 verwendet.
- Im Normalbetrieb bei Dauertemperaturen > 80 °C wird ein reduzierter SF_D = 1,3 angesetzt.

Betriebs-temperatur °C	Sicherheits-faktor SF	Zulässiger Betriebsdruck bar	Mindest-lebensdauer Jahre
50	1,5	8,7	100
55	1,5	8,2	100
60	1,5	7,8	100
65	1,5	7,3	100
70	1,5	6,9	95
75	1,5	6,6	55
80	1,5	6,3	32
85	1,3	6,9	19
90	1,3	6,3	11
95	1,3	6,3	7

Tab. 03-2 Max. Betriebsdruck und Mindestlebensdauer unter Dauertemperatur für REHAU SDR 11 Nahwärme-rohre PE-Xa nach DIN EN 15632

Für werksmäßig gedämmte flexible Rohrsysteme mit Mediumrohren aus PE-Xa gilt für den Einsatz in Fern- bzw. Nahwärmenetzen eine Mindestanforderung an die Lebensdauer gemäß DIN EN 15632. Diese Norm fordert eine Mindestlebensdauer von 30 Jahren und 100 h in einem sog. Lastkollektiv bei einem Nenndruck von 6 bar unter Berücksichtigung der jeweiligen Sicherheitsfaktoren und Einsatzzeiten bei den jewei-ligen Temperaturen.

	Sicherheits-faktor	Tempe-ratur	Zeit
Betriebs-temperatur	T _D SF _D = 1,5	80 °C	29 Jahre
max. Betriebs-temperatur	T _{max} SF _{max} = 1,3	90 °C	7760 h
		95 °C	1000 h
Störfall-temperatur	T _{mal} SF _{mal} = 1,0	100 °C	100 h

Tab. 03-3 Lastkollektiv Nahwärme

Die REHAU Nahwärme Mediumrohre PE-Xa sind entsprechend den Anforderungen der DIN EN 15632 geprüft und vom IMA Dresden extern zertifiziert.

Bei abweichender Druck- und Temperaturbeanspruchung kann die zu erwartende Lebensdauer anhand der „Miner’schen Regel“ nach DIN 13760 in Verbin-dung mit DIN EN ISO 9080 ermittelt werden (siehe „06.06 Lebensdauerberechnung mit der Miner’schen Regel“ auf Seite 67).

Die zu erwartende Lebensdauer bei einem vorge-gbenen Lastkollektiv können Sie auch bei unserem REHAU Planungsservice anfragen. Bitte setzen Sie sich hierzu mit Ihrem REHAU Ansprechpartner in Verbindung.

03.01.02 Anwendungsfall Nahwärme für erhöhte Druckfestigkeit: Mediumrohr PE-Xa SDR 7,4

Beim REHAU System RAUTHERMEX gibt es neben den SDR 11 Mediumrohren auch dickwandigere Mediumrohre mit SDR 7,4. Die Mediumrohre aus dem System „RAUTHERMEX strong für Nahwärme SDR 7,4“ haben die gleiche thermische Stabilisierung wie die unter Kapitel 03.01.01 beschriebenen Mediumrohre SDR 11. Durch die höhere Wandstärke haben sie hingegen eine erhöhte Druckbeständigkeit. Solche Rohre werden u. a. dann eingesetzt, wenn größere geodätische Höhenunterschiede auftreten.

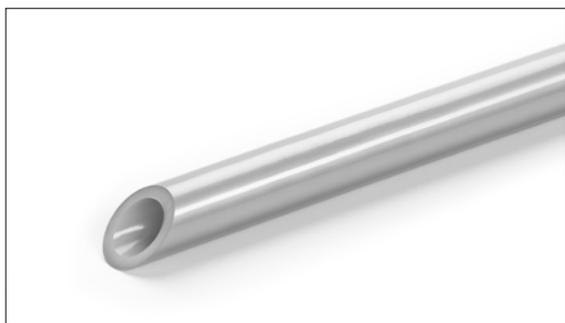


Abb. 03-3 Mediumrohre SDR 7,4 - Anwendungsfall Nahwärme

Angaben zur Temperatur und Druckbeständigkeit erhalten Sie auf Anfrage.



Abb. 03-4 RAUTHERMEX strong für Nahwärme SDR 7,4

03.01.03 Anwendungsfall Trinkwasser: Mediumrohr PE-Xa SDR 7,4 - Universalrohr RAUTITAN flex

Das Mediumrohr PE-Xa SDR 7,4 kommt in einer trinkwasserzugelassenen Ausführung in vielen Ländern bspw. bei einer zentralen Trinkwarmwasserbereitung in einem offenen System zur Anwendung. Diese Rohre unterscheiden sich bezüglich ihrer thermischen Stabilisierung und ihrer Eignung für die Anwendung Trinkwasser von den Nahwärme Mediumrohren gemäß Kapitel 03.01.01 sowie Kapitel 03.01.02 und sind speziell für den Transport von Trinkwasser / Trinkwarmwasser konzipiert. Sie werden im System „RAUTHERMEX für den Sanitärbereich SDR 7,4“ eingesetzt.

Für die Trinkwasseranwendung gelten die Normanforderungen der DIN EN ISO 15875, die die Verwendung der Rohre in unterschiedliche Anwendungsklassen unterteilt.

Für die Versorgung mit Trinkwasser gelten die Anwendungsklassen 1 und 2, wobei die Klasse 2 „Warmwasserversorgung (70 °C)“ die höhere Anforderung an die Temperaturfestigkeit stellt. Die Norm fordert für diese Rohre eine Beständigkeit von 50 Jahren unter folgenden Betriebsbedingungen:

	Sicherheitsfaktor	Temperaturen am Beispiel der Klasse 2	Zeit
Kalttemperatur	T_{kalt} $SF_{\text{kalt}} = 1,25$	–	–
Berechnungstemperatur	T_D $SF_D = 1,5$	70 °C	49 Jahre
max. Temperatur	T_{max} $SF_{\text{max}} = 1,3$	80 °C	1 Jahr
Störfalltemperatur	T_{mat} $SF_{\text{mat}} = 1,0$	95 °C	100 h

Tab. 03-4 Lastkollektiv nach DIN EN ISO 15875 Klasse 2



Abb. 03-5 RAUTHERMEX für den Sanitärbereich SDR 7,4

Die Mediumrohre sind im System mit der REHAU Verbindungstechnik Schiebehülse in der Anwendungsklasse 2 nach DIN EN ISO 15875 bis zu einem Systemdruck von 10 bar zertifiziert.

03.01.04 Kontinuierliche Qualitätskontrolle

Die Qualität der Mediumrohre von REHAU wird laufend sowohl von hauseigenen akkreditierten Laboren als auch von externen Instituten geprüft.



Abb. 03-6 Punktlastprüfung



Abb. 03-8 Berstdruckprüfung



Abb. 03-7 Zugversuch



Abb. 03-9 Zeitstandsinnendruckprüfung



03.02 RAUTHERMEX SDR 11 / SDR 7,4



Abb. 03-10 Verbundrohr RAUTHERMEX

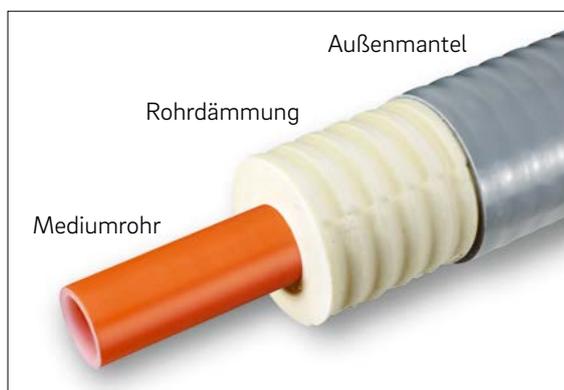


Abb. 03-11 RAUTHERMEX Rohr Hauptbestandteile

03.02.01 Rohrdämmung

Die Dämmung der RAUTHERMEX Rohre besteht aus PU-Schaum. Bei Ringbundware wird die Dämmung kontinuierlich, bei Stangenware und Sonderbauteilen diskontinuierlich hergestellt. Der PU-Schaum wird FCKW- und HFCKW-frei hergestellt.

RAUTHERMEX ★

Bei den Rohren des Produktprogrammes RAUTHERMEX wurden durch verbesserte Schaumtechnologie und Schäumungsverfahren die Wärmedämmeigenschaften der Rohre im Vergleich zur Vorgängerversion im Bereich von 7% – 8% verbessert.

Diese Rohre, die mit der verbesserten Schaumtechnologie hergestellt sind, werden mit einem ★ in der Signierung gekennzeichnet.

Technische Daten Rohrdämmung

Eigenschaft		RAUTHERMEX ★	RAUTHERMEX	RAUTHERMEX Sanitär	Norm
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{50,initial}$	W/m · K	≤ 0,0199	0,0260 für Stangenware und Konfektionsteile	≤ 0,0234	EN 15632
GWP (Treibhauspotential)		1	0,5	1	–
ODP (Ozonabbaupotential)		0	0	0	–
Dichte ρ	kg/m ³	> 50	> 50	> 50	ISO 845
Druckfestigkeit	Mpa	0,15	0,2	0,3	ISO 844
Wasseraufnahme	%	≤ 10	≤ 10	≤ 10	EN 15632-1
Axiale Scherfestigkeit	kPa	≥ 90	≥ 90	≥ 90	EN 15632-2
Baustoffklasse		B2 (normal entflammbar)	B2 (normal entflammbar)	B2 (normal entflammbar)	DIN 4102

Tab. 03-5 Eigenschaften Rohrdämmung RAUTHERMEX Außenmantel

03.02.02 Außenmantel

RAUTHERMEX Rohre besitzen einen gewellten Außenmantel. Die Wellung verbessert die statischen Eigenschaften, erhöht die Flexibilität und ermöglicht geringe Biegeradien. Zur Erhöhung der Flexibilität wird der Außenmantel der RAUTHERMEX Rohre aus dem flexiblen Werkstoff PE-LLD gefertigt.

Für alle Rohre mit Außendurchmesser 76-142 wurde die Wellung des Außenmantels hinsichtlich einer größeren Wellenhöhe optimiert, wodurch sich die mechanischen Eigenschaften hinsichtlich Biegekräften und Biegeradien verbessert haben.

Technische Daten Außenmantel

Bezeichnung	Wert	Norm
Wärmeleitfähigkeit λ	0,33 W/m·K	DIN 52612
Kristallitschmelzbereich	122 °C	ISO 11357-3
Dichte ρ	0,92 g/cm ³	ISO 1183
Elastizitätsmodul E	325 N/mm ²	–
Baustoffklasse	B2 (normal entflammbar)	DIN 4102

Tab. 03-6 Eigenschaften Außenmantel RAUTHERMEX

03.02.03 Abmessungen

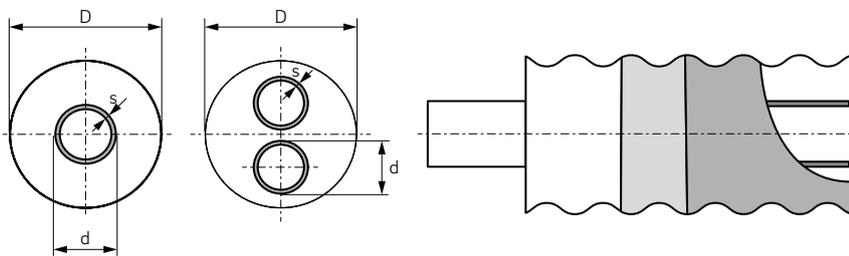


Abb. 03-12 Prinzipschnitt RAUTHERMEX

Typ	d	s	D ²⁾	Volumen Innenrohr	Gewicht	max. Ringbundlänge Ringbund Ø 2,8 m x 1,2 m	U-Wert RAUTHERMEX ★
	[mm]	[mm]	[mm]	[l/m]	[kg/m]	[m]	[W/m·K]
UNO 25/91	25	2,3	93	0,327	1,28	570	0,091
UNO 32/91	32	2,9	93	0,539	1,38	570	0,111
UNO 32/111 ¹⁾	32	2,9	113	0,539	1,69	400	0,096
UNO 40/91	40	3,7	93	0,835	1,48	570	0,138
UNO 40/126 ¹⁾	40	3,7	128	0,835	2,18	305	0,102
UNO 50/111	50	4,6	113	1,307	2,11	400	0,142
UNO 50/126 ¹⁾	50	4,6	128	1,307	2,64	305	0,126
UNO 63/126	63	5,8	128	2,075	2,86	305	0,162
UNO 63/142 ¹⁾	63	5,8	144	2,075	3,49	225	0,142
UNO 75/162	75	6,8	164	2,961	4,37	150	0,149
UNO 90/162	90	8,2	164	4,254	5,02	150	0,190
UNO 90/182 ¹⁾	90	8,2	185	4,254	5,61	86	0,162
UNO 110/162	110	10,0	164	6,362	5,78	150	0,274
UNO 110/182 ¹⁾	110	10,0	185	6,362	6,64	86	0,218
UNO 110/202 ¹⁾	110	10,0	206	6,362	7,29	75 ³⁾	0,186
UNO 125/182	125	11,4	185	8,203	7,20	86	0,281
UNO 125/202 ¹⁾	125	11,4	206	8,203	7,85	75 ³⁾	0,229
UNO 140/202	140	12,7	206	10,315	8,38	75 ³⁾	0,289
UNO 160/250	160	14,6	257	13,437	14,17	12 m Stangenware	0,303

Typ	d	s	D ²⁾	Volumen Innenrohr	Gewicht	max. Ringbundlänge Ringbund Ø 2,8 m x 1,2 m	U-Wert RAUTHERMEX ★
	[mm]	[mm]	[mm]	[l/m]	[kg/m]	[m]	[W/m·K]
DUO 20 + 20/111	20	1,9	113	2 x 0,206	1,50	400	0,107
DUO 25 + 25/111	25	2,3	113	2 x 0,327	1,85	400	0,129
DUO 32 + 32/111	32	2,9	113	2 x 0,539	2,11	400	0,169
DUO 32 + 32/126 ¹⁾	32	2,9	128	2 x 0,539	2,50	305	0,143
DUO 40 + 40/126	40	3,7	128	2 x 0,835	2,75	305	0,191
DUO 40 + 40/142 ¹⁾	40	3,7	144	2 x 0,835	3,32	225	0,159
DUO 50 + 50/162	50	4,6	164	2 x 1,307	4,25	150	0,178
DUO 50 + 50/182 ¹⁾	50	4,6	185	2 x 1,307	4,90	86	0,151
DUO 63 + 63/182	63	5,8	185	2 x 2,075	5,45	86	0,213
DUO 63 + 63/202 ¹⁾	63	5,8	206	2 x 2,075	5,90	75 ³⁾	0,178
DUO 75 + 75/202	75	6,8	206	2 x 2,961	6,70	75 ³⁾	0,243

¹⁾ Plus-Abmessungen mit höherer Dämmstärke.

²⁾ Maximaler Außendurchmesser am Wellenberg.

³⁾ Bei Außendurchmesser 202 mm ist der max. Außendurchmesser des Ringbundes 2,9 m.

Tab. 03-7 Abmessungen RAUTHERMEX, SDR 11

03.03 RAUVITHERM SDR 11



Abb. 03-13 Gleitrohr RAUVITHERM

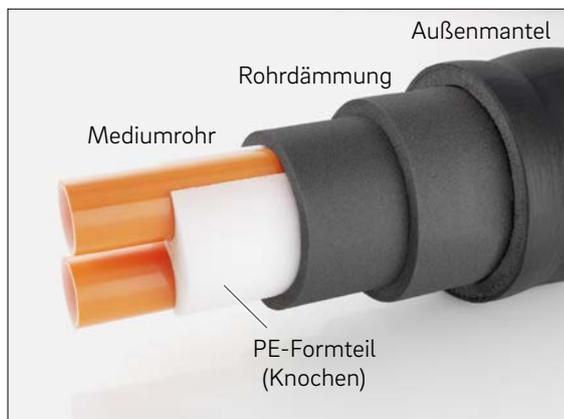


Abb. 03-14 RAUVITHERM Rohr Hauptbestandteile

03.03.01 Rohrdämmung

Die Dämmung des RAUVITHERM Rohrs SDR 11 besteht aus vernetzten PEX-Schaumplatten und bei DUO Röhren zusätzlich aus einem geschäumten PE-Formteil (Knochen).



- Sehr feinporige Dämmschaumstruktur
- Geschlossenzelligkeit $\geq 99\%$
- Hohe Wasserdampfleitzahl

Technische Daten der Rohrdämmung

Bezeichnung	Wert	Norm
Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{50, initial}$	$\leq 0,043 - 0,044 \text{ W/m}\cdot\text{K}$	EN 15632
Dichte ρ Dämmschaum	$\geq 30 \text{ kg/m}^3$	DIN 53420
Dichte ρ Knochen	$\leq 45 \text{ kg/m}^3$	-
Stauchhärte	$0,073 \text{ N/mm}^2$	DIN 53577
Wasseraufnahme	$\leq 1\% \text{ Vol}$	DIN 53428
Langzeittemperaturbeständigkeit	$\geq 95 \text{ }^\circ\text{C}$	-

Tab. 03-8 Eigenschaften Rohrdämmung RAUVITHERM

03.03.02 Außenmantel

Die RAUVITHERM Rohre besitzen einen gewellten Außenmantel. Die Wellung des Außenmantels erhöht die statischen Eigenschaften und die Flexibilität des Rohrs.



- Nahtlos auf den PEX-Schaum extrudiert
- Hohe Robustheit, Wandstärke ≥ 2 mm
- Längswasserdicht nach DIN 15632-2

Technische Daten des Außenmantels

Bezeichnung	Wert	Norm
Wärmeleitfähigkeit λ	0,09 W/m·K	DIN 52612
Kristallitschmelzbereich	125 °C	ISO 11357-3
Dichte ρ	0,65 g/cm ³	ISO 1183
Elastizitätsmodul E	150 N/mm ²	–
Baustoffklasse	B2 (normal entflammbar)	DIN 4102

Tab. 03-9 Eigenschaften Außenmantel RAUVITHERM

03.03.03 Abmessungen

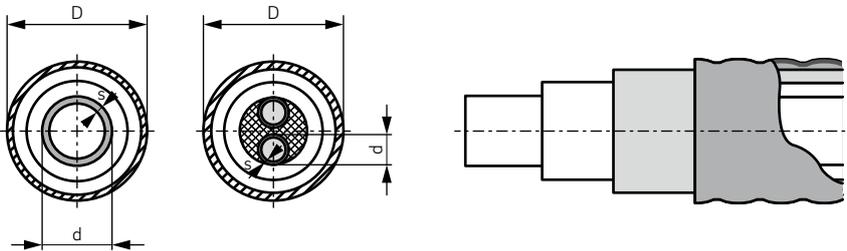


Abb. 03-15 Prinzipschnitt RAUVITHERM

Typ	d [mm]	s [mm]	D [mm]	Volumen Innenrohr [l/m]	Gewicht [kg]	Wanddicke Ummantelung [mm]	max. Ringbundlänge Ringbund \varnothing 3 m x 1,2 m [m]	U-Wert [W/m·K]
UNO 25/120	25	2,3	113	0,327	0,98	2,0	330	0,16
UNO 32/120	32	2,9	114	0,539	1,07	2,0	330	0,19
UNO 40/120	40	3,7	116	0,835	1,22	2,0	330	0,22
UNO 50/150	50	4,6	144	1,307	1,75	2,0	260	0,23
UNO 63/150	63	5,8	145	2,075	2,08	2,0	260	0,28
UNO 75/175	75	6,8	170	2,961	2,99	2,0	160	0,28
UNO 90/175	90	8,2	175	4,254	3,64	2,5	160	0,34
UNO 110/190	110	10,0	187	6,362	4,60	2,5	100	0,41
UNO 125/210	125	11,4	209	8,203	6,10	3,0	100	0,42
DUO 25 + 25/150	25	2,3	144	2 x 0,327	1,66	2,0	260	0,25
DUO 32 + 32/150	32	2,9	146	2 x 0,539	1,87	2,0	260	0,26
DUO 40 + 40/150	40	3,7	148	2 x 0,835	2,24	2,0	260	0,32
DUO 50 + 50/175	50	4,6	177	2 x 1,307	3,31	2,5	160	0,34
DUO 63 + 63/210	63	5,8	208	2 x 2,075	4,77	3,0	100	0,38

Tab. 03-10 Abmessungen RAUVITHERM SDR 11

04 Verbindungstechnik und Nachisolierung

04.01 Verbindungstechnik Schiebehülse

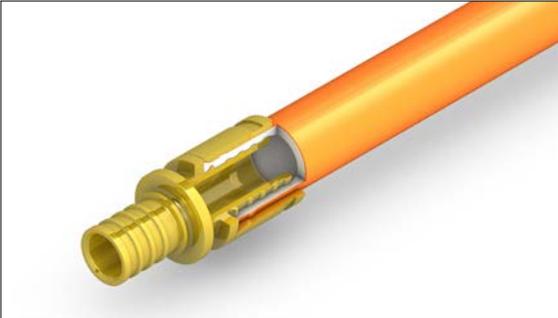


Abb. 04-1 Schiebehülseverbindung

Die Verbindungstechnik Schiebehülse ist eine von REHAU entwickelte und Jahrzehnte lang bewährte Methode zur schnellen, sicheren und dauerhaft dichten Verbindung von PE-Xa-Rohren. Sie besteht lediglich aus einem Fitting und der Schiebehülse. Zusätzliche Dichtelemente werden nicht benötigt, da das Rohr selbst als Dichtung fungiert. Vier Dichtrippen garantieren die absolute Sicherheit der Verbindung, die auch hartem Baustelleneinsatz standhält. Spezielle Widerhaken an den Schiebehülsen verhindern dauerhaft ein selbstständiges Lösen im Betrieb. Die Fittings bestehen aus Messing, Rotguss oder Stahl. Die Schiebehülsen sind aus Messing oder Rotguss gefertigt.



- Optisch kontrollierbare, bauseits unlösbare Verbindung nach AGFW FW420
- Nahezu keine Querschnittsreduzierung, da die Mediumrohre an der Verbindung aufgeweitet werden. Dadurch vernachlässigbarer Druckverlust
- Schnelle und sichere Montage
- Sofort druckbelastbar, kein „Nachziehen“ erforderlich
- Witterungsunabhängig verarbeitbar
- Keine zusätzlichen Dichtelemente wie z. B. O-Ringe, Hanf etc. erforderlich



Einsatzmöglichkeiten:

- Druckstufe SDR 11 für die Abmessungen 20-160 mm
- Druckstufe SDR 7,4 für die Abmessungen 20-63 mm

Sämtliche Abmessungen der Fittings sind in der aktuellen Preisliste angegeben.



Details zur Herstellung von Schiebehülseverbindungen finden Sie in der Montageanleitung unter www.rehau.de/ti-nahwaerme.



Abb. 04-2 Schiebehülse-Verbindungskombinationen

Die REHAU Verbindungstechnik Schiebehülse für den Anwendungsfall Trinkwasser erfüllt höchste Ansprüche an die Verbindungsqualität und insbesondere folgende Ansprüche:

DVGW

- DVGW-Registrierung für Rohr und Verbindungstechnik (alle Abmessungen).
- Dauerhaft dichte Verbindungstechnik Schiebehülse gemäß DIN EN 806, DIN 1988 und DVGW-Arbeitsblatt W 534 mit DVGW-Registrierung.
- Für Anwendungsbereiche mit besonderen Hygieneanforderungen gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 270 (Vermehrung von Mikroorganismen auf Materialien für den Trinkwasserbereich) geeignet.

DIN-Normen, Gesetze, Richtlinien

- Universalrohre RAUTITAN flex sowie die Fittings RAUTITAN RX, RX+, LX und LX +G entsprechen den KTW-Leitlinien (Kunststoffe und Trinkwasser) des Umweltbundesamts.
- Im System RAUTHERMEX Sanitär verwendete Fittings RAUTITAN, die bestimmungsgemäß von Trinkwasser durchströmt werden, bestehen aus Standardmessing (System LX und LX +G) oder Rotguss (RX oder RX+).
Die von REHAU für die Trinkwasserinstallation gelieferten RAUTITAN Schiebehülsefittings entsprechen dem jeweils gültigen Stand der DIN 50930-6 (Korrosion der Metalle - Korrosion metallischer Werkstoffe im Innern von Rohrleitungen, Behältern und Apparaten bei Korrosionsbelastung durch Wässer - Teil 6: Beeinflussung der Trinkwasser Beschaffenheit).



Fittings aus dem Programm RAUTITAN PX aus PPSU bzw. PVDF dürfen bei den im Erdreich verlegten und/ oder nachgedämmten RAUTHERMEX Sanitärrohren nicht verwendet werden.

Anforderungen an das Trinkwasser

Das Trinkwasser muss den aktuell gültigen Grenzwerten folgender Regelwerke entsprechen:

- DIN 2000
- Deutsche Trinkwasserverordnung¹⁾
- Europäische Richtlinie 98/83/EG des Rates vom 3. November 1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch



REHAU erfüllt mit seinen Fittings RAUTITAN LX aus Standardmessing die Anforderungen nach DIN EN 1254-3. Dennoch gilt grundsätzlich, dass es keinen für jeden Anwendungsfall idealen Werkstoff gibt. Korrosion auslösende Wasserqualitäten und besondere Wechselwirkungen innerhalb einer Installation (DIN EN 12502-1) können bei Fittings aus Standardmessing Schäden verursachen.

1) Die in der Trinkwasserverordnung angegebenen Grenzwerte für maximale Desinfektionsmittel-Konzentrationen sind nicht als permanente dauerhafte Anwendungskonzentrationen zu interpretieren. Sie stellen die unter hygienischen und toxikologischen Aspekten definierten temporären Maximalwerte dar. Oberstes Gebot der Trinkwasserverordnung ist das Minimierungsprinzip, d. h. dem Wasser ist grundsätzlich nichts zuzumischen. Nur falls im Kontaminationsfall eine absolute Notwendigkeit chemischen Zusatz erfordert, darf das nötige Minimum zugegeben werden.

Einsatzgrenzen RAUTITAN LX und LX +G

Das Verhältnis von Chlorid- und Hydrogencarbonatgehalten kann die Wasseraggressivität negativ beeinflussen und die selektive Korrosionsform „Entzinkung“ bei den Fittings RAUTITAN LX oder LX +G hervorrufen. Zur Vermeidung von Korrosionseffekten beim Einsatz von RAUTITAN LX oder LX +G in Installationen dürfen folgende, maximale Konzentrationen grundsätzlich nicht überschritten werden:

- Chloridgehalt (Cl_-) ≤ 200 mg/l
- Sulfatgehalt (SO_4^{2-}) ≤ 250 mg/l
- Calcitlösekapazität berechnet ≤ 5 mg/l (erfüllt, sobald pH-Wert $\geq 7,7$)

Darüber hinaus ist zur Bewertung, ob ungünstige wasserseitige Voraussetzungen vorliegen, das nachfolgende Turner-Diagramm (Abb. 04-4) heranzuziehen.

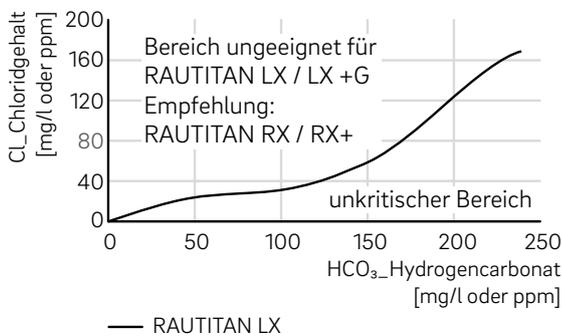


Abb. 04-3 Turner-Diagramm
(Quelle: Wieland Werke Deutschland)

Bei Wasserqualitäten, die oberhalb der Grenzkurve für RAUTITAN LX bzw. LX +G liegen, muss mit Entzinkung gerechnet werden. In diesem Fall dürfen die Fittings RAUTITAN LX und LX +G nicht zum Einsatz kommen. Die Verwendbarkeit alternativer Fittingwerkstoffe ist zu prüfen.

In solchen Wasserversorgungsgebieten empfehlen wir den Einsatz von Fittings RAUTITAN RX oder RX+ aus Rotguss.



Der Einsatz einer Wassernachbehandlung, wie z. B. einer Wasserenthärtung, hat prinzipiell eine Änderung des korrosionschemischen Verhaltens des Wassers zur Folge. Zur Vermeidung von Korrosionsschäden durch fehlerhaften Einsatz und Betrieb einer Wassernachbehandlungsanlage empfehlen wir ausdrücklich, Ihre individuelle Situation im Vorfeld durch einen Fachmann, beispielsweise den Anlagenersteller, prüfen zu lassen.

Weiterhin sind für eine Bewertung der Korrosionswahrscheinlichkeit auch praktische Erfahrungen mit dem im vorgesehenen Anwendungsbereich zur Verteilung kommenden Wassers heranzuziehen.

In der Verantwortung der Anlagenplanung ist es, die oben genannten Faktoren und Einflussgrößen hinsichtlich Korrosionsschutz und Steinbildung für den konkreten Anwendungsfall zu berücksichtigen.

Bei Bedarf steht Ihnen auch unsere anwendungstechnische Abteilung zum Anwendungsbereich von RAUTITAN unterstützend zur Verfügung.

Liegt die Trinkwasser-Qualität außerhalb der Grenzwerte der Trinkwasserverordnung, ist für den Einsatz des Systems RAUTITAN in jedem Fall die Prüfung und Freigabe durch unsere anwendungstechnische Abteilung erforderlich.

Bitte kontaktieren Sie hierzu Ihr REHAU Verkaufsbüro.

RAUTOOL Werkzeuge

Zur Verarbeitung der REHAU Schiebehülstechnik stehen die RAUTOOL Werkzeuge von REHAU zur Verfügung. Je nach Einsatzbereich kommen manuelle, hydraulische oder elektrohydraulische Ausführungen zur Anwendung:

RAUTOOL A light2 – Akku hydraulisch

Werkzeug mit akkubetriebenen Hydraulikgerät
(Abb. 04-4)

Einsatzbereich: Dimensionen 20 – 40

RAUTOOL A-one – Akku hydraulisch

Werkzeug mit akkubetriebenen Hydraulikgerät
Einsatzbereich: Dimensionen 16 – 32

RAUTOOL A3 – Akku hydraulisch

Werkzeug mit akkubetriebenen Hydraulikgerät
Einsatzbereich: Dimensionen 20 – 40

RAUTOOL A5 – Akku hydraulisch

Werkzeug mit akkubetriebenen Hydraulikgerät
(Abb. 04-5)

Einsatzbereich: Dimensionen 40 – 75

RAUTOOL G2 – elektro-/Akku hydraulisch

Werkzeug mit Hydraulikgerät einschließlich Li-Ionen
Akku und Hydraulikschlauch (Abb. 04-6)

Einsatzbereich: Dimensionen 50 – 63

Erweiterbar bis Dimension 40 sowie bis Dimension 110 mit jeweiligem Ergänzungssatz

RAUTOOL G2 XL – elektro- / Akku hydraulisch

Werkzeug mit Hydraulikgerät einschließlich Li-Ionen
Akku und Hydraulikschlauch (Abb. 04-7)

Einsatzbereich: Dimensionen 120 – 160

Mit optionalem Ergänzungssatz Dimension 140

RAUTOOL Expand QC – elektro- / Akku hydraulisch

Aufweitwerkzeug mit akkubetriebenen Hydraulikgerät
Einsatzbereich: Dimension 16 - 40

RAUTOOL Expand big – elektro- / Akku hydraulisch

Aufweitwerkzeug mit akkubetriebenen Hydraulikgerät
Einsatzbereich: Dimension 40 - 75



Abb. 04-4 RAUTOOL A light2



Abb. 04-5 RAUTOOL A5



Abb. 04-6 RAUTOOL G2



Abb. 04-7 RAUTOOL G2 XL 125-160

04.02 Verbindungstechnik FUSAPEX



Abb. 04-8 FUSAPEX-Schweißmuffen

Die Elektroschweißmuffe FUSAPEX dient zur schnellen, einfachen und sicheren Verbindung von RAUVITHERM und RAUTHERMEX SDR 11 Mediumrohren für Betriebstemperaturen von -40 °C bis $+95\text{ °C}$.



- Temperaturbeständig von -40 °C bis $+95\text{ °C}$
- Korrosionsbeständig
- Kostengünstig
- Vollkunststoffsystem
- Sehr gute Chemikalienbeständigkeit
- Baukastenprinzip für die kostengünstige Zusammenstellung des gewünschten Fittings je nach Baustellenanforderung
- Abmessungsbereich 50 – 160 SDR 11

Im Lieferprogramm der FUSAPEX Verbindungstechnik stehen Fittings für Kupplungen, Winkel, Reduzierungen, Flansche, Gewindeübergänge sowie Abzweigungen zur Verfügung.

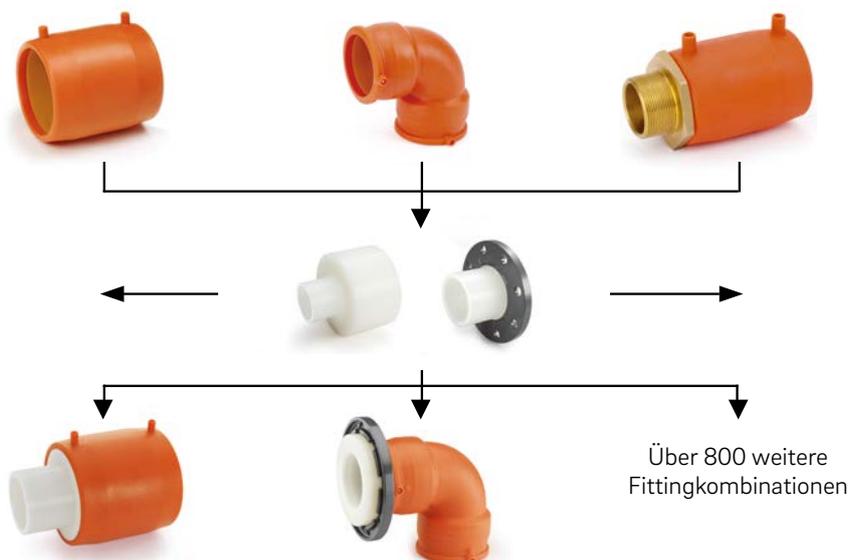


Abb. 04-10 FUSAPEX-Fittingkombinationen



Abb. 04-9 Betriebstemperaturen FUSAPEX

Die FUSAPEX-Elektroschweißfittings sind Fittings mit integriertem Widerstandsdraht. Durch elektrischen Strom wird dieser Draht auf die benötigte Schweißtemperatur erwärmt und die Schweißung automatisch durchgeführt. Jeder Fitting besitzt einen integrierten Erkennungswiderstand, der eine automatische Einstellung der Schweißparameter am REHAU Schweißgerät Monomatic sicherstellt.

FUSAPEX-Flanschübergänge und -Reduzierstücke bestehen aus PE-Xa und können universell mit FUSAPEX-Fittings mit integrierter Heizwendel eingesetzt werden.

FUSAPEX Werkzeug

Für die Verarbeitung von FUSAPEX stehen Ihnen zum System passende Werkzeuge zur Verfügung. Benötigt werden

- ein vollautomatisches Schweißgerät Monomatic oder SMARTFUSE 160 BT,
- Universalrohrhalteklemmen,
- ein Rotationsschälgerät zum Entfernen der Deckschicht auf den Rohren, wobei je nach Anwendung bzw. Dimension der zu verarbeitenden Rohre zwei Schäler zur Verfügung stehen:
 - SMARTFUSE UNO (63-200 mm)
 - SMARTFUSE DUO (25-75 mm).

Weiterhin werden Tangit-Spezialreinigungsmittel für PE (Tangit-KS + Tangit-Reinigungstücher) und ein Hand-Rohrabschaber benötigt.



Abb. 04-11 SMARTFUSE 160 BT, Monomatic



Abb. 04-12 Rohrschäler SMARTFUSE UNO 63-200



Abb. 04-13 Rohrschäler SMARTFUSE DUO 25-75



Nähere Informationen zum System FUSAPEX sowie die Montageanleitung finden Sie unter www.rehau.com/de-de/industrierohrsystem und in der Technischen Information Industrierohrsystem RAUPEX (Druck-Nr. 876600).



Schulungsnachweis FUSAPEX

Zur Verarbeitung der Elektroschweißmuffe FUSAPEX ist eine Schulung mit Prüfung erforderlich. Diese Schulung wird in der Regel vor Ort durchgeführt. Als Schulungsnachweis erhält der Geschulte die FUSAPEX-Verarbeiterkarte mit der persönlichen Identifikationsnummer.

Bei der Verarbeitung ist die FUSAPEX-Verarbeiterkarte stets mitzuführen. Unmittelbar nach der erfolgreich durchgeführten Verschweißung ist der FUSAPEX-Elektroschweißfitting mit der persönlichen Identifikationsnummer und dem aktuellen Datum zu versehen.

Um einen Schulungstermin zu vereinbaren, wenden Sie sich bitte an das für Sie zuständige REHAU Verkaufsbüro.



Abb. 04-14 FUSAPEX Verarbeiterkarte

04.03 Schraub-/Klemmverbindungen



Abb. 04-15 Exemplarisch Schraub-/Klemmverbinder

Schraub-/ Klemmverbindungen für PE-Xa Mediumrohre sind leicht zu handhabende Anschlussfittings. Diese Verbindungstechnik besteht aus wenigen Einzelkomponenten und kann in der Regel ohne Spezialwerkzeuge montiert werden.

Schraub-/Klemmverbindungen dürfen nur an jederzeit zugänglichen Verbindungsstellen von Wärmeleitungen verwendet werden. In der Regel handelt es sich hier um die Anschlüsse an reinen Verbindungsleitungen zwischen zwei Anlagenkomponenten, da üblicherweise nur dort eine Zugänglichkeit gegeben ist.

Es dürfen nur vom jeweiligen Hersteller für den konkreten Anwendungsfall Fernwärme zugelassene Schraub-/ Klemmsysteme sowie dafür geeignetes Montagewerkzeug verwendet werden. Die jeweilige Montageanleitung des Herstellers ist zu beachten.



Für eine sichere Verbindung ist im Heißwassereinsatz nach der Montage der Schraub-/Klemmverbindungen zunächst die Wärmeleitung auf 60-80° C zu erwärmen und anschließend sind sämtliche Druckmutter bzw. Flansche der Schraub-/Klemmverbinder nachzuziehen. Im späteren Betrieb sind diese Verbindungen regelmäßig zu kontrollieren und ggf. nochmals nachzuziehen.

In erdverlegten Wärmeleitungsabschnitten müssen die Verbindungen von PE-Xa Mediumrohren über dauerhaft dichte Verbindungen wie die Schiebehülstechnik oder FUSAPEX-Schweißverbindungen erfolgen, um dauerhaft dichte und unlösbare Verbindungen gemäß AGFW FW 420 herzustellen.

Lösbare Verbindungstechniken wie Schraub- oder Klemmverbinder sind für die Erdverlegung nicht geeignet.

Werkzeug für Schraub-/Klemmverbindungen

Für die Montage von Schraub-/Klemmfittings ist kein spezielles Werkzeug erforderlich.



Abb. 04-16 Montagewerkzeug

Beispielhafte Verwendung von Schraub-/Klemmverbindungen in Kombination mit vorgedämmten Rohrsystemen in der Praxis:

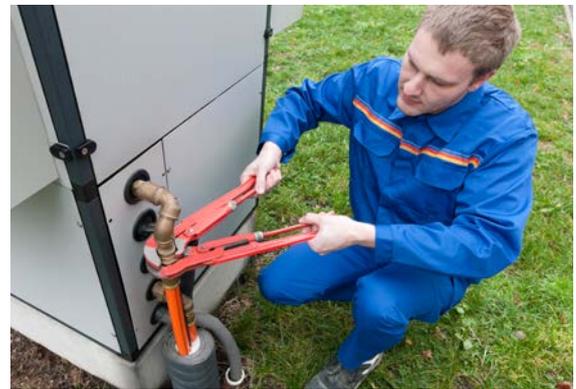


Abb. 04-17 Anbindung Wärmepumpe



- Montage ohne Spezialwerkzeug möglich
- Lösbare Verbindungstechnik für Armaturenanschlüsse
- Temperaturbeständigkeit abhängig vom Hersteller von -40 °C bis +95 °C
- Geeignet für verschiedene herstellerabhängige Abmessungen SDR 11 sowie SDR 7,4

04.04 Clipmuffensystem für RAUTHERMEX



Abb. 04-18 Clipmuffen klein in T-, I- und L-Form

Verbindungsstellen im Erdreich, wie Kupplungen oder T-Stücke, sind mit einer den Rohren gleichwertigen Dämmqualität nachzuisolieren und abzudichten.

Die für RAUTHERMEX speziell entwickelten Clipmuffen bestehen aus zwei Halbschalen, die über der Mediumrohrverbindung platziert werden und ganz einfach mit Spannschnallen nach dem Kniehebel-Prinzip zusammengespannt werden. Die Abdichtung zwischen Muffe und Rohr erfolgt über ein innovatives Dichtringkonzept. Führungsnuten gewährleisten den perfekten Sitz der Muffe. Kombinierte Dicht- und Entlüftungsstopfen sorgen zusätzlich für eine schnelle und einfache Verlegung. Zur Nachisolierung wird hochwertiger Zweikomponenten-PU-Schaum in Flaschen verwendet (siehe Kapitel 04.06).

Werkstoffeigenschaften ABS

Streckspannung	40 MPa
Zug-Modul	2200 MPa
Bruchdehnung	>15 %
Formbeständigkeitstemperatur 1,8 Mpa	94 °C
Brennverhalten (UL 94; 1,6 mm)	HB

Tab. 04-1 Werkstoffeigenschaften ABS



Abb. 04-19 Dichtringe für Clipmuffensystem klein

Zur Abdichtung dient ein innovatives Dichtringkonzept aus EPDM (Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk), das eine Anpassung auf die verschiedenen Mantelrohrdurchmesser ermöglicht. Für die individuellen Rohr-abgänge wird je ein Dichtring mit entsprechender Größe eingesetzt.

Werkstoffeigenschaften EPDM

Shore-Härte A	35 ± 5 Shore
Dichte	1,16 ± 0,02 g/cm ³
Reißfestigkeit	8 MPa
Reißdehnung	600 %
DVR 22h bei 70 °C	0,18
DVR 22h bei 100 °C	0,5

Tab. 04-2 Werkstoffeigenschaften EPDM



Abb. 04-20 T-Clipmuffe groß, Dichtringe groß



Die Montageanleitung zur Herstellung von Clipmuffen-Verbindungen ist zu finden unter www.rehau.de/ti-nahwaerme.



Abb. 04-21 T-Clipmuffe klein, Winkelabweichung

Die REHAU T-, I- und L- Clipmuffensysteme sind geprüft wasserdicht bis 3 mWS, auch bei maximaler Winkelabweichungen der Rohreinführung von bis zu 20° bei den kleinen Muffen bzw. 10° bei den großen Muffen (Prüfgrundlage EN 489 mit zusätzlich erhöhten Anforderungen. Geprüft durch MFPA Leipzig GmbH).



- Effiziente und sichere Dämmung von Abzweigen und Verbindungen an erdverlegten RAUTHERMEX Wärmeleitungen
- Nahezu werkzeuglose Installation
- Einfache Positionierung der Halbschalen über Führungsnuten
- Schnelle Anpassung an Rohrabmessungen durch flexibles Dichtringsystem
- Die Außenverrippung gewährleistet die Stabilität auch bei großen statischen Belastungen
- Spritzgusshalbschalen aus hochwertigem ABS-Kunststoff

04.05 Schrumpfmuffensystem für RAUVITHERM und RAUTHERMEX



Abb. 04-22 Schrumpfmuffen in T-, I- und L-Form

Die universellen Schrumpfmuffen dienen zur sicheren Nachisolierung von Verbindungen, Abzweigungen und Richtungsänderungen der Rohrsysteme RAUVITHERM und RAUTHERMEX.

Die Muffen bestehen aus extrem robustem und schlagzähem PE-HD.



- Einfache und sichere Abdichtung durch bewährte Schrumpftechnik
- Kein erhöhter Wärmeverlust
- Robuste, baustellengerechte Bauteile
- Einsatzbereich umfasst RAUVITHERM, RAUTHERMEX sowie unterschiedliche Rohrkombinationen und Anschlüsse an Systeme anderer Hersteller
- Bauseits flexibel einsetzbar

Die Schrumpfmuffen (siehe Abb. 04-22) sind als T-, I- und L-Formteile in jeweils zwei Größen lieferbar.

Werkstoffeigenschaften Muffenkörper (PE-HD)

Wärmeleitfähigkeit λ	0,43 W/m·K
Kristallschmelzbereich	105 – 110 °C
Dichte ρ	0,93 N/mm ²
Elastizitätsmodul E	600 N/mm ²
Baustoffklasse (DIN 4102)	B2 (normal entflammbar)

Tab. 04-3 Werkstoffeigenschaften Schrumpfmuffenkörper

Schrumpfschlauch für Muffenset



Abb. 04-23 T-Schrumpfmuffenset

Der Schrumpfschlauch dichtet die Muffe zur vorgedämmten Rohrleitung hin ab. Er ist innen mit einem Heißschmelzkleber beschichtet, um eine sichere und dauerhafte Abdichtung zu ermöglichen.

Werkstoffeigenschaften Schrumpfschlauch

Zugfestigkeit	14 MPa
Max. Dehnung	300 %
Dichte ρ	1,1 g/cm ³
Wasserabsorption	< 0,1 %
Kleberweichungstemperatur	80 – 90 °C
Baustoffklasse (DIN 4102)	B2 (normal entflammbar)

Tab. 04-4 Werkstoffeigenschaften Schrumpfschlauch

REHAU Schrumpfmuffen sind universell einsetzbar. Sie können für Verbindungen von RAUVITHERM und RAUTHERMEX Rohren ebenso verwendet werden wie für Kombinationen mit diversen anderen Rohrsystemen oder Sonderbauteilen.



Abb. 04-24 Montage T-Schrumpfmuffe



Die Anleitung für die Schrumpfmuffen-Montage finden Sie unter www.rehau.de/ti-nahwaerme.



Die Weiterentwicklung der Schrumpfmuffenfamilie T-, I- und L inklusive der Schrumpfschlauchtechnologie ermöglicht bei allen Baugrößen und -formen Winkelabweichungen (α) von bis zu 20°, geprüft und zertifiziert durch die MFPA Leipzig bis 5 m Wassersäule.



Abb. 04-25 Winkelabweichungen



04.06 Muffenschaum zur Nachisolierung



Abb. 04-26 REHAU Muffenschaum

Die Dämmung der REHAU Muffen wird aus Zweikomponenten-PU-Schaum hergestellt.

Der Schaum wird im Set geliefert und besteht aus:

- Schaumflaschen Komponente A + B
- Einfüllaufsatz
- Montageanleitung



Vor Gebrauch der Schaumprodukte muss die beigelegte Montageanleitung genau gelesen und beachtet werden. Bei der Montage ist eine entsprechende persönliche Schutzausrüstung zu tragen. Sicherheitsdatenblätter zu den Schaumkomponenten erhalten Sie auf Anfrage bei Ihrem REHAU Ansprechpartner.



Abb. 04-27 Muffenbefüllvorgang



Um Berstgefahr zu vermeiden und ein fachgerechtes Ausschäumen der Muffe zu erzielen:

Sicherstellen, dass bei der Verarbeitung die Temperatur der Schaumkomponenten zwischen 15° und 25 °C liegt. Wenn nötig müssen die Schaumkomponenten vortemperiert werden.

Sicherstellen, dass die Schüttel- und Verarbeitungszeit gemäß Angabe in der Montageanleitung eingehalten werden.

Mischung der Komponenten muss in unmittelbarer Nähe der zu verarbeiteten Muffe stattfinden und die nachfolgenden Arbeitsschritte sind direkt im Anschluss auszuführen.

04.07 Sonderzubehör

04.07.01 REHAU NEXUS



Abb. 04-28 REHAU Anbohrarmatur NEXUS

Die Anbohrarmatur REHAU NEXUS dient zum schnellen, einfachen und sicheren Abzweigen von RAUTHERMEX oder RAUVITHERM im Betrieb, bei Betriebstemperaturen und maximalen Betriebsdrücken nach DIN 16892/93 bzw. DIN EN 15632 (vgl. Kap. 03).

Die Anbohrarmatur ist in folgenden Dimensionen des Mediumrohrs der REHAU Rohrsysteme RAUVITHERM und RAUTHERMEX verfügbar:
63 mm, 75 mm, 90 mm, 110 mm, 125 mm SDR 11



- Einfache und sichere Netzerweiterung im laufenden Heizbetrieb unter Druck und Temperatur
- Keine aufwändigen Baustellenvorbereitungen
- Keine Entleerung des Netzes
- Kein Aushub großer Grabenlängen oder Abquetschen der Rohre
- Umfassende Funktionalität z.B. durch die nachträgliche Installation von intelligenten Messstellen
- Netzerweiterung ohne Außerbetriebnahme des Netzes oder Teilnetzes möglich
- Das Anbohrsystem NEXUS ist baumustergeprüft vom TÜV Süd und zugelassen für die beiden Rohrsysteme RAUTHERMEX und RAUVITHERM.

Die Anbohrarmatur NEXUS wird mit einem Schiebepöhlensabgang versehen und es können folgende Mediumrohr-Abmessungen am Abgang realisiert werden:

Ø Mediumrohr außen mm	Wandstärke mm	Abmessungsreihe
25	2,3	SDR 11
32	2,9	SDR 11
40	3,7	SDR 11

Tab. 04-5 Mediumrohr-Abmessungen am Abgang

Für die Inhouse-Montage gibt es zusätzlich die Möglichkeit den Abgang mit einem Universaladapter (1" IG) zu versehen.

Programmbestandteile

Anbohrbrücke

Die gusseiserne Anbohrbrücke kann an Mediumrohren mit Außenabmessungen von 63 bis 125 mm anschließen. Sie besteht aus der Verschraubung von Anschluss- und Haltestück um das Rohr

- für PE-Xa-Mediumrohre mit Rohr-Nennweiten d 63 bis d 125 lieferbar
- Anschluss- und Haltestück aus GGG, mit roter hochtemperaturbeständiger Beschichtung
- Heißwasserbeständige Silikondichtung
- Die Montage ist witterungsunabhängig bei Umgebungstemperaturen > 5 °C

Kugelhahn zur seitlichen Anbohrung

Der Kugelhahn mit einer Absperrkugel aus Edelstahl und Teflon-Abdichtung dient zur Betriebs- und Hilfsabsperrung. Die Verbindung zwischen Anschlussstück und Anbohr-Ventil stellt ein besonderes Merkmal der REHAU Anbohrarmatur NEXUS dar. Alle Anbohrarmaturen werden mit einer O-Ring-Dichtung sowie einer speziellen dreidimensionalen Silikondichtung gedichtet. Gehäuse und Oberteil bestehen aus Silicium-Messing.

Stützhülse aus Messing

Nach erfolgreicher Anbohrung unter Druck wird die Stützhülse in einem zweiten Montagevorgang mit dem Hülsensetzgerät durch die Armatur in das Bohrloch in der Rohrwandung geschraubt und verlängert somit die Achse der Anbohrarmatur bis in das Rohr. Sie verhindert dadurch ein Verdrehen oder Verschieben der montierten Anbohrarmatur auf dem Hauptrohr sowie ein Wegfließen des Rohrmaterials an der Bohrung.

Stützhülsendetails:

- Hülse schneidet sich mit konischem Gewinde in das Bohrloch des PE-Xa-Rohres
- Schweißaufwand entfällt, die Montage ist witterungsunabhängig
- leichte Montage unter Druck mit dem dazugehörigen Bohrloch-Hülsen-Setgerät
- Systembestandteil der REHAU Anbohrarmatur NEXUS

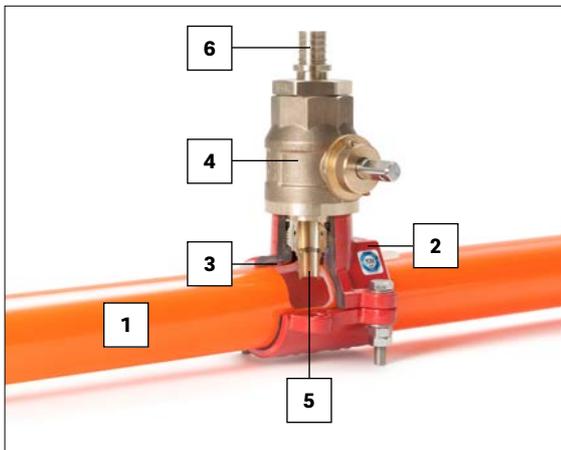


Abb. 04-29 Schnitt Nexus

- 1 Rohr
- 2 Anbohrbrücke (Sattel)
- 3 Silikondichtung
- 4 Kugelhahn
- 5 Stützhülse
- 6 Schiebehülsenadapter

Montagewerkzeug REHAU NEXUS

Die Anbohrwerkzeuge sind integrierter Bestandteil des Anbohrsystems und ermöglichen die Anbohrung unter Druck. Das Bohrloch-Hülsen-Setgerät ist analog zum Anbohrwerkzeug konzipiert und ermöglicht es, während des Netzbetriebes die benötigte Bohrloch-Stützhülse einzusetzen.



Abb. 04-30 Werkzeugset REHAU NEXUS

Weitere Werkzeuge zur Bedienung der Anbohrarmatur wie Bedienungsschlüssel, Übergangsstücke, Ersatzbohrer und Druckprüfvorrichtung komplettieren das Zubehör-Angebot.

Verbindungstechnik und Nachisolierung

RAUTHERMEX / RAUVITHERM – Schiebehülsenanschluss

Zum Anschluss der abgehenden Leitung an die Anbohrarmatur dient ein Schiebehülsenadapter, der in die Armatur eingeschraubt und bei Erdverlegung zusätzlich verklebt wird. Rohrseitig wird der Anschluss an den Adapter mit REHAU Verpresswerkzeug RAUTOOL hergestellt.

Nachisolierung REHAU NEXUS

Zum Dämmen des nachträglichen Anschlusses stehen das „REHAU T-Schrumpfmuffenset groß“, Schrumpfmanschetten sowie der REHAU Muffenschäum zur Verfügung.

Auf der vorhandenen Hauptleitung können nachträglich keine Schrumpfschläuche montiert werden. Die Schrumpfmuffe wird deshalb mit separat erhältlichen Schrumpfmanschetten abgeschlumpft.

Universaladapter

Für die Inhouse-Montage, beispielsweise für den Einbau einer Messarmatur, einer Entlüftungsmöglichkeit oder eines Bypasses ist anstelle des Schiebehülsenadapters zum Anschluss eines Rohres ein Universaladapter mit 1" IG erhältlich.



Schulungsnachweis REHAU NEXUS

Zur Verarbeitung der REHAU Anbohrarmatur NEXUS ist eine Schulung mit Prüfung erforderlich. Als Schulungsnachweis erhält der Geschulte die REHAU NEXUS Verarbeiterkarte mit der persönlichen Identifikationsnummer.

Bei der Verarbeitung ist die REHAU NEXUS Verarbeiterkarte stets mitzuführen. Unmittelbar nach dem erfolgreich durchgeführten nachträglichen Anschluss ist die REHAU Anbohrarmatur NEXUS mit der persönlichen Identifikationsnummer und dem aktuellen Datum zu versehen.

Um einen Schulungstermin zu vereinbaren, wenden Sie sich bitte an das für Sie zuständige REHAU Verkaufsbüro.



Abb. 04-31 NEXUS Verarbeiterkarte

04.07.02 Hosenrohr

Das vorkonfektionierte Bauteil Hosenrohr wird als Übergang von zwei UNO-Leitungen auf eine DUO-Leitung verwendet.

Das Hosenrohr ist für die Abmessungen 25 bis 75 mm verfügbar und sowohl bei RAUVITHERM wie auch RAUTHERMEX einsetzbar.

Eigenschaften:

- Mediumrohr aus vernetztem Polyethylen (PE-Xa) nach DIN EN 15632 und Sauerstoffsperrschicht nach DIN 4726
- Dämmung aus FCKW-freiem, pentangetriebenem Hartschaum
- Glattes Mantelrohr aus PE-HD, Farbe schwarz
- Winkel aus Segmenten im Spiegelschweißverfahren hergestellt

Montagehinweise

Die Anbindung der Mediumrohre des Hosenrohrs an die Rohrleitungen erfolgt üblicherweise mit der Schiebehülstechnik.

Die Verbindung des Außenmantels kann wahlweise mit dem REHAU Clipmuffensystem oder Schrumpfmuffensystem erfolgen. Zur einfacheren Montage und nachträglicher Verfüllung des Rohrgrabens wird empfohlen, Hosenrohre in einem Abstand von ≥ 2 m zu Zwangspunkten (z. B. T-Abzweigen) einzubauen.



Um eine fachgerechte Verfüllung und Verdichtung zu gewährleisten, ist das Hosenrohr weitestgehend liegend einzubauen.

Die Zuordnung von Vor- und Rücklauf muss vor dem Einbau geprüft und bei der Montage beachtet werden.



Abb. 04-32 Hosenrohr

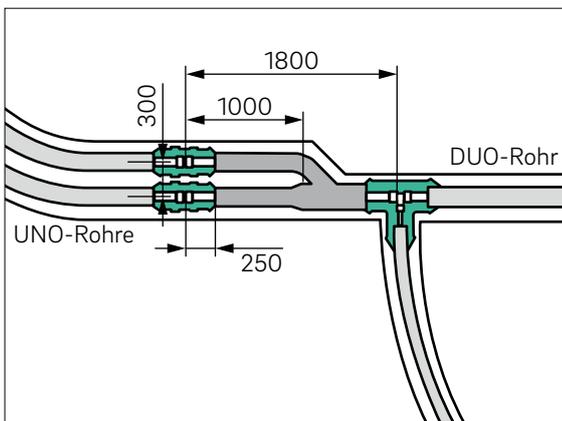


Abb. 04-33 Abmessungen Hosenrohr



Abb. 04-34 Hosenrohrinstallation in der Praxis

Installationsbeispiel

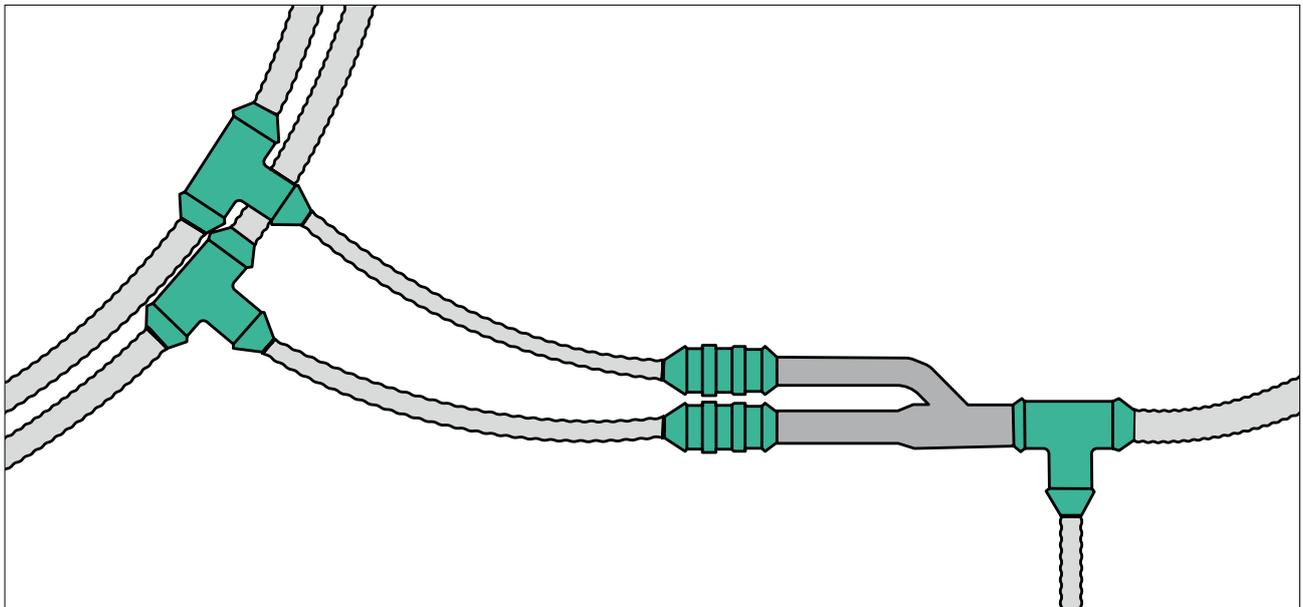


Abb. 04-35 Installationsschema/Komponenten für Abzweig mit Hosenrohrverbindung (Draufsicht)

04.07.03 Unterflur-Absperrarmatur



Abb. 04-36 Absperrarmatur UNO mit Spindelverlängerung und Schlüssel

Die vorgedämmten, sehr kompakten REHAU Absperrarmaturen mit Kugelhahn besitzen einen Sechskant-Anschluss für eine Spindelverlängerung (1 m) bzw. einen Sechskant-Schlüssel.

Zur Verbindung mit RAUVITHERM oder RAUTHERMEX (jeweils SDR 11) sind werkseitig Schiebehülsenübergänge vorinstalliert. Die benötigten Schiebehülsen sind im Lieferumfang enthalten.



Die Anbindung an Rohrleitungen erfolgt über I-Muffen bzw. über Reduziermuffen. Dabei muss der Außendurchmesser des Mantelrohrs gemäß Tab. 04-7 beachtet werden.

Werkstoffe

Absperrarmatur	Stahl S 235 JR
Dämmstoff	PU-Schaum
Außenmantel	PE-HD, glatt

Tab. 04-6 Werkstoffe Absperrarmatur

Montage- und Wartungshinweise

Bei DUO Absperrarmaturen ist die Lage der Mediumrohre nicht senkrecht sondern schräg versetzt, somit bleibt das Bauteil kompakt. Die Lage muss über die Rohrzuleitung angeglichen werden. Zur leichteren Montage muss ein Abstand ≥ 3 m zu Zwangspunkten (wie bspw. Abzweigen) eingehalten werden. Die Hauptleitung ist dann vor und nach der Absperrarmatur in sich zu verdrehen.



Zur langfristigen Funktionserhaltung muss die Armatur mindestens einmal alle 6 Monate vollständig betätigt werden.

Durch die werkseitig montierten Schweißenden auf beiden Seiten, ist eine Verbindung zu den Rohrsystemen RAUVITHERM und RAUTHERMEX möglich.

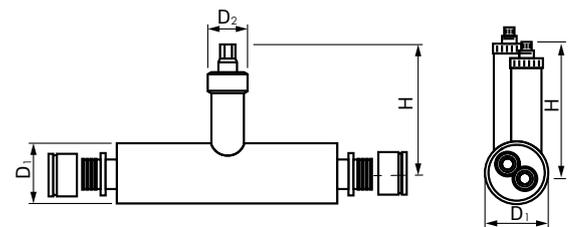


Abb. 04-37 Skizze Absperrarmatur UNO/DUO

Dimension Armatur	$\varnothing D_1$ Mantelrohr [mm]	Höhe H [mm]	$\varnothing D_2$ [mm]	SW Sechskant [mm]
UNO 25	110	475	110	19
UNO 32	110	480	110	19
UNO 40	125	485	110	19
UNO 50	125	495	110	19
UNO 63	140	500	110	19
UNO 75	160	505	110	19
UNO 90	180	515	110	19
UNO 110	225	525	125	27
UNO 125	250	545	125	27
DUO 25	140	475	110	19
DUO 32	140	480	110	19
DUO 40	160	485	110	19
DUO 50	180	495	110	19
DUO 63	225	500	110	19
DUO 75	250	505	110	19

Tab. 04-7 Abmessungen Absperrarmaturen

Einbauschema Unterflur-Absperrarmatur

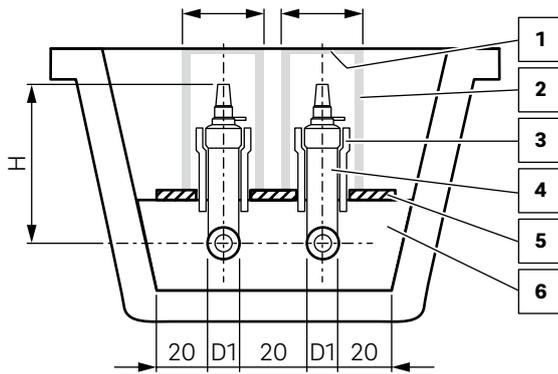


Abb. 04-38 Einbauschema Unterflur-Absperrarmatur

- 1 Gussdeckel, befahrbar (bauseits)
- 2 Betonrohr (bauseits)
- 3 Dehnungspolster (bauseits)
- 4 Absperrarmatur
- 5 Tragplatte (bauseits)
- 6 Sandfüllung, Korngröße 0 – 4 mm

04.07.04 Vorgeärmte T-Abzweige 125 –160 (Stahl)

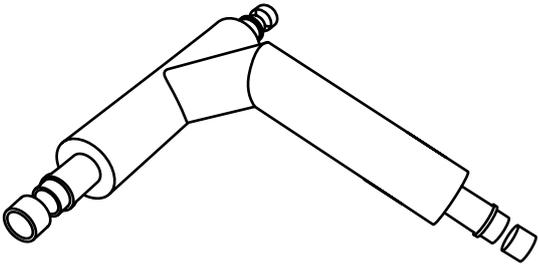


Abb. 04-39 Vorgeärmte T-Abzweige

Die vorgeärmten Stahl-T-Stücke SDR 11 von REHAU werden in gekröpfter Ausführung geliefert.

Die Anschlussfittings sind werkseitig vormontiert und die Schieberöhren sind im Lieferumfang enthalten.

Der Abgang kann je nach benötigter Dimension d 25 – d 160 auf Anfrage konfektioniert werden.

Die verfügbaren Abzweigdimensionen können Tab. 04-9 entnommen werden.

Werkstoffe

T-Stück	Stahl St 37
Dämmstoff	PU-Schaum
Außenmantel	PE-HD, glatt
Schiebehülse Abm. 25-63	Messing
Schiebehülse Abm. 75-160	Rotguss Rg 7

Tab. 04-8 Werkstoffe vorgeärmtes T-Stück



Die Anbindung an Rohrleitungen erfolgt über I-Schrumpfmuffen (d 25 – d 140) bzw. über Verbindungsmuffenset Sondermaße (d 160).

Ausführungsmöglichkeiten vorgeärmter T-Abzweig

Dimension Abzweig	Durchgang egal		
	125/200	140/225	160/250
25/90	x	x	x
32/90	x	x	x
40/90	x	x	x
50/110	x	x	x
63/125	x	x	x
75/160	x	x	x
90/160	x	x	x
110/160	x	x	x
110/180	x	x	x
125/180	x	x	x
140/225	–	x	x
160/250	–	–	x

Tab. 04-9 Ausführungsmöglichkeiten vorgeärmter T-Abzweig

05 Gebäudeanschluss und Hauseinführung



Bildquelle: Naturstrom AG



Wärmequelle/Heizzentrale



Abb. 05-1 Heizzentrale

Der Ausgangspunkt eines jeden Wärmenetzes ist die Heizzentrale, in der die Wärme erzeugt wird oder ohnehin in Form von Abwärme (beispielsweise eines Industrieprozesses) zur Verfügung steht.

Die zu verteilende Wärme wird meist mittels Wärmetauscher und Pufferspeicher an das Wärmeverteilnetz übergeben. In der Regel wird das Wärmenetz mit Vorlauftemperaturen von ca. 60 – 80 °C gespeist.

Wärmeübergabe/Hausanschluss

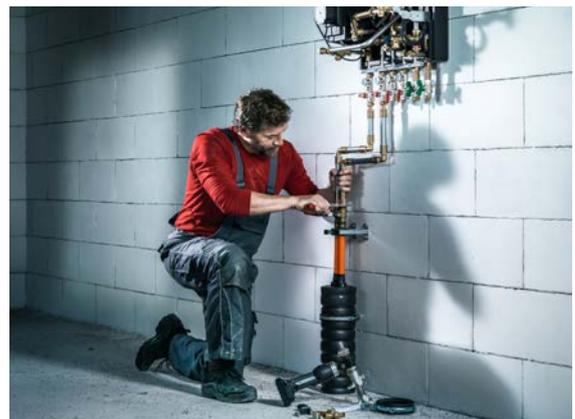


Abb. 05-2 Übergabestation

Die dezentrale Übergabe an die einzelnen Verbraucher erfolgt wiederum über Anschlussstationen, mit denen die Wärme an die Hausinstallation übergeben wird.

Nachdem die benötigte Wärmemenge entzogen wurde, wird das abgekühlte Heizmedium mit ca. 40 – 60 °C zurück an die Heizzentrale transportiert. Es entsteht ein geschlossener Kreislauf.

05.01 Eindichtung in Mauerdurchbrüche



Abb. 05-3 Mauerdichtring/Labyrinthdichtung

Zur Abdichtung von Rohreinführungen bei nicht drückendem Wasser bis 0,2 bar in Mauerwerk werden Mauerdichtringe verwendet. Sie stehen sowohl für RAUVITHERM als auch für RAUTHERMEX zur Verfügung.



Bei RAUVITHERM Rohren muss zusätzlich ein Butylband im Auflagebereich des Mauerdichtrings auf dem Rohr montiert werden.

Einbauhinweise

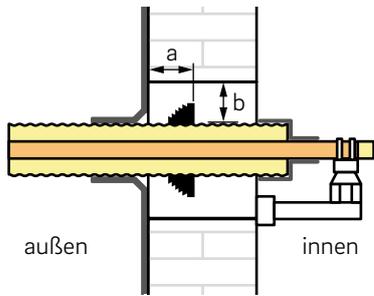


Abb. 05-4 Schnitt Wanddurchführung Mauerdurchbruch

- Die höhere Seite des Dichtrings zeigt zum Gebäudeinneren, die schräge, gestufte Seite nach außen.
- Das Abdichten erfolgt mit handelsüblichen Quellschmörtel. Der Quellschmörtel muss zwingend Volumen zunehmen. Schwindfreie Vergusschmörtel sind ungeeignet.
- Für eine fachgerechte Hinterfüllung müssen bei Mauerdurchbrüchen für die Abstände a und b ca. 80 mm eingehalten werden. Je nach verwendetem Quellschmörtel kann der Ringspalt (b) auch reduziert werden. Die Herstellervorgaben sind zu beachten.
- Der minimal notwendige Durchmesser des Mauerdurchbruchs ist in Tab. 05-1 dargestellt. Bei entsprechend fließfähigen Quellschmörtelvarianten kann der

lichte Abstand der Rohre zur Wand auch variieren und die Größe des Ausbruchs kleiner gewählt werden.

- Hohlräume im Mauerwerk müssen vor der Anwendung des Quellschmörtels ggf. geschlossen werden.
- Eine fachgerechte Verfüllung des kompletten Dichtungsringes ist sicherzustellen. Dabei ist der aktuelle Stand der Technik und die Einhaltung der Herstellerangaben des Quellschmörtels zu beachten!

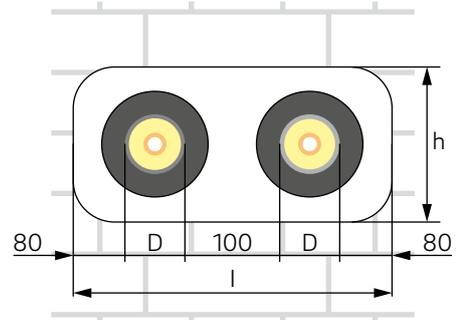


Abb. 05-5 Abmessungen Mauerdurchbruch

Außendurchmesser Rohrmantel D [mm]	Mauerdurchbruch für 1 Rohr ca. h x l [mm]	Mauerdurchbruch für 2 Rohre ca. h x l [mm]
76	225 x 225 ¹⁾	225 x 400 ¹⁾
91	250 x 250 ¹⁾	250 x 450 ¹⁾
111	275 x 275 ¹⁾	275 x 500 ¹⁾
120	300 x 300 ¹⁾	300 x 550 ¹⁾
126	300 x 300 ¹⁾	300 x 550 ¹⁾
142	325 x 325 ¹⁾	325 x 600 ¹⁾
150	325 x 325 ¹⁾	325 x 600 ¹⁾
162	325 x 325 ¹⁾	325 x 600 ¹⁾
175	350 x 350 ¹⁾	350 x 650 ¹⁾
182	350 x 350 ¹⁾	350 x 650 ¹⁾
190	350 x 350 ¹⁾	350 x 650 ¹⁾
202	375 x 375 ¹⁾	375 x 700 ¹⁾
210	375 x 375 ¹⁾	375 x 700 ¹⁾
250	400 x 400 ¹⁾	400 x 750 ¹⁾

¹⁾ Je nach verwendetem Quellschmörtel kann die Größe des Ausbruchs auch reduziert werden. Herstellervorgaben sind zu beachten.

Tab. 05-1 Abmessungen Mauerdurchbrüche



Die Montageanleitung für den Einbau von Mauerdichtringen finden Sie unter www.rehau.de/ti-nahwaerme.



05.02 Eindichtung in Kernlochbohrungen

05.02.01 Mauerdichtring und Quells Mörtel

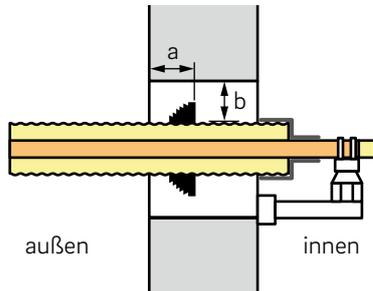


Abb. 05-6 Schnitt Wanddurchführung Kernlochbohrung

Mit dieser Methode können sowohl RAUVITHERM Rohre als auch RAUTHERMEX Rohre mit Mauerdichtring in die Kernlochbohrung eingedichtet werden.



Bei RAUVITHERM Rohren muss zusätzlich ein Butylband im Auflagebereich des Mauerdichtrings auf dem Rohr montiert werden.

Einbauhinweise und Abmessungen Kernlochbohrung

- Die höhere Seite des Dichtrings zeigt zum Gebäudeinneren, die schräge, gestufte Seite nach außen.
- Das Abdichten erfolgt mit handelsüblichen Quells Mörtel. Der Quells Mörtel muss zwingend Volumen zunehmen. Schwindfreie Vergussmörtel sind ungeeignet.
- Für eine fachgerechte Hinterfüllung müssen bei Mauerdurchbrüchen für die Abstände a und b ca. 80 mm eingehalten werden. Je nach verwendetem Quells Mörtel kann der Ringspalt (b) auch reduziert werden. Herstellervorgaben sind zu beachten.
- Der minimal notwendige Durchmesser des Mauerdurchbruchs ist in Tab. 05-2 dargestellt. Bei entsprechend fließfähigen Quells Mörtelvarianten kann der lichte Abstand der Rohre zur Wand auch variieren und die Größe des Ausbruchs kleiner gewählt werden.
- Hohlräume im Mauerwerk müssen vor der Anwendung des Quells Mörtels ggf. geschlossen werden.
- Eine fachgerechte Verfüllung des kompletten Dichtungsringes ist sicherzustellen. Dabei ist der aktuelle Stand der Technik und die Einhaltung der Herstellerangaben des Quells Mörtels zu beachten!

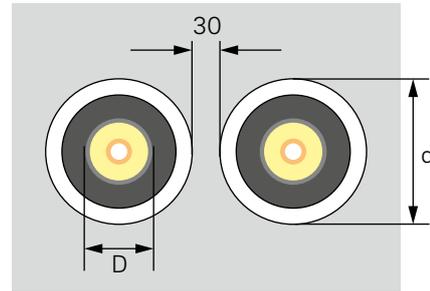


Abb. 05-7 Abmessungen Kernlochbohrung

Außendurchmesser Rohrmantel D [mm]	Minimaler Durchmesser Kernlochbohrung d [mm]
76 – 111	250 ¹⁾
120 – 150	300 ¹⁾
162 – 190	350 ¹⁾
202 – 250	400 ¹⁾

¹⁾ Je nach verwendetem Quells Mörtel kann der Ringspalt (b) auch reduziert werden. Herstellervorgaben sind zu beachten.

Tab. 05-2 Durchmesser Kernlochbohrungen

05.02.02 Dichtflansch



Abb. 05-8 Dichtflansch

Mit dem Dichtflansch können Durchführungen von RAUTHERMEX Rohren durch Betonwände/-bauteile eingedichtet werden. Die Abdichtung erfolgt in Kernlochbohrungen bzw. Futterrohren/Mauerhülsen aus Kunststoff oder Faserzement.



Der Dichtflansch darf nur bei RAUTHERMEX-Rohren eingesetzt werden.

Einbauhinweise und Abmessungen Kernlochbohrung

- Bei mehreren Durchführungen nebeneinander soll der Abstand zwischen Kernlochbohrungen oder Futterrohren mindestens 30 mm betragen.
- Die RAUTHERMEX Rohre dürfen im Bohrloch eine maximale Winkelabweichungen von 7° aufweisen.
- Für eine spannungsfreie Einführung sind die minimalen Biegeradien aus Tab. 07-4 bzw. Tab. 07-5 auf Seite 78 im Bereich der Hauseinführung um den Faktor 2,5 zu erhöhen.
- Die Lage des Rohrs im Futterrohr oder in der Kernlochbohrung muss gesichert werden.
- Der Dichtflansch ist immer spannungsfrei einzubauen und dient nicht als Lager.

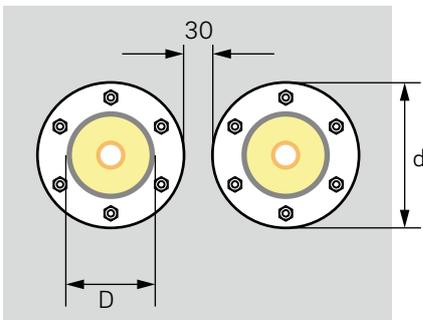


Abb. 05-9 Abstand Kernlochbohrung

Außendurchmesser Rohrmantel D [mm]	Durchmesser Kernlochbohrung d [mm]
76	125 ± 2
91	150 ± 2
111 – 142	200 ± 2
162 – 182	250 ± 2
202	300 ± 2
250	350 ± 2

Tab. 05-3 Durchmesser Kernlochbohrungen



Kernlochbohrungen müssen vor dem Einbau der Dichtflansche mit REHAU Bohrlochkonservierung versiegelt werden.

05.02.02.01 RAUTHERMEX Mauerdichtflansch FA 80

Anwendung:

Als Abdichtung durch Betonwerke und im Futterrohr durch Mauerwerke bei drückendem Wasser, bis 15 m Wassersäule in Kombination mit RAUTHERMEX.

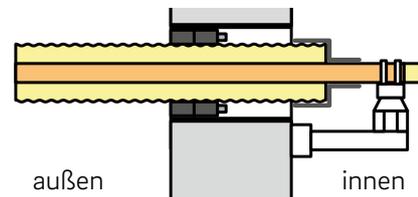


Abb. 05-10 Dichtflansch FA 80



Der Dichtflansch sollte möglichst bündig zur Außenseite der Wand abschließen. Es muss vermieden werden, dass er aus der Außenwand herausragt.

05.02.02.02 RAUTHERMEX Mauerdichtflansch FA 40

Anwendung:

- Als Zentrierung der Rohre im Futterrohr oder Kernlochbohrung.
- Als Abdichtung durch Betonwerke und im Futterrohr durch Mauerwerke bei drückendem Wasser, bis 5 m Wassersäule in Kombination mit RAUTHERMEX-Rohren für Außendurchmesser 162 – 250 mm

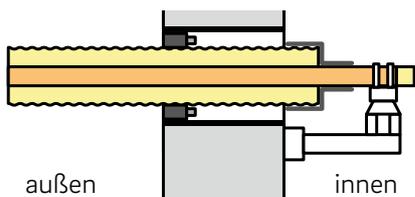


Abb. 05-11 Dichtflansch FA 40



Der Dichtflansch sollte möglichst bündig zur Außenseite der Wand abschließen. Es muss vermieden werden, dass er aus der Außenwand herausragt.

05.02.02.03 Montagehinweise Dichtflansch



Abb. 05-12 Montage mit Drehmomentschlüssel



Damit die Dichtung im Betrieb nachgezogen werden kann, müssen die Muttern der Dichtung Richtung Gebäudeinneres zeigen.

Außen- durchmesser RAUTHERMEX	Schrauben	Schlüssel- weite [mm]	Anzugs- moment [Nm]
76	M 6	10	5
91	M 6	10	5
111 – 142	M 8	13	10
162 – 182	M 8	13	10
202	M 8	13	10
250	M 8	13	10

Tab. 05-4 Schrauben, Schlüsselweite und Anzugsmoment



Die Anleitung für den Einbau von Dichtflanschen finden Sie unter www.rehau.de/ti-nahwaerme.



05.03 Eindichtung mit aufgerauter Stützhülse

Zur Eindichtung von RAUVITHERM oder RAUTHERMEX in Maueröffnungen kann auch eine Stützhülse aus PVC mit aufgerauter Oberfläche und Schrumpfschlauch verwendet werden. Die Stützhülse eignet sich zum direkten Einbau mit Quellschutt oder zum Einbetonieren. Das System ist wasserdicht bis 2 m Wassersäule.

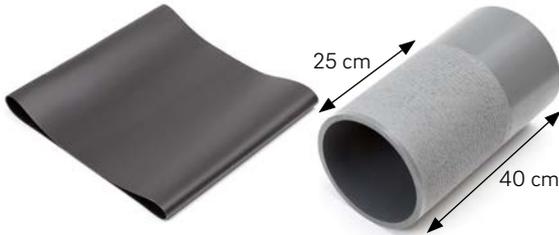


Abb. 05-13 Stützhülse (aufgeraute Oberfläche)

Abmessungen RAUVITHERM / RAUTHERMEX		Durchmesser Hülse	
UNO	DUO	Außen [mm]	Innen [mm]
25 – 40	–	160	143
50 – 90	25 – 50	225	202
110 – 125	63	280	252

Tab. 05-5 Durchmesser Maueröffnung bei Stützhülsen mit aufgerauter Oberfläche

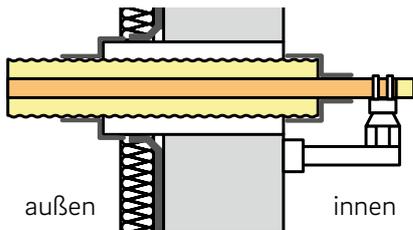


Abb. 05-14 Einbauschema Stützhülse mit angerauter Oberfläche



Rohreinleitungen mit Schrägstellung bis zu 20° zwischen Rohr und Hülse möglich



Montagehinweise zu den Eindichtungen mit Schrumpfschlauch finden Sie unter www.rehau.de/ti-nahwaerme.



05.04 Eindichtung mit REHAU Hauseinführungsset

Zum Einbau von RAUVITHERM oder RAUTHERMEX in Kernlochbohrungen kann alternativ das REHAU Hauseinführungsset mit Schrumpfschlauch und Gliederkettendichtung verbaut werden.



Abb. 05-15 Hauseinführungsset mit Schrumpfschlauch und Gliederkettendichtung

Durchmesser Rohraußenmantel [mm]	Durchmesser Kernlochbohrung [mm]
bis 150	200 ± 2
bis 210	300 ± 2

Tab. 05-6 Durchmesser Kernlochbohrung bei Hauseinführungsset mit Schrumpfmuffe und Gliederkettendichtung



Abb. 05-16 Montagebeispiel Hauseinführungsset mit Schrumpfschlauch und Gliederkettendichtung

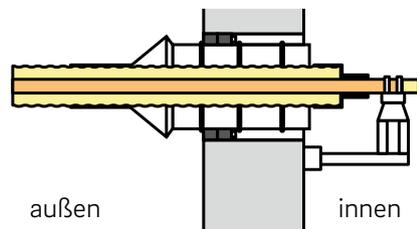


Abb. 05-17 Einbauschema Hauseinführungsset mit Schrumpfschlauch und Gliederkettendichtung



Rohreinleitungen mit Schrägstellung bis zu 20° zwischen Rohr und Hülse möglich

05.05 Vorgefertigte Hausanschlüsse

05.05.01 Hauseinführungsbogen (starr)



Abb. 05-18 Hauseinführungsbogen UNO und DUO

Die REHAU Hauseinführungsbögen ermöglichen um 90 Grad zur Leitungsführung abgewinkelte spannungsfreie Hauseinführungen. Dieser Verlegefall tritt meistens im Bereich der Hauseinführung bei nicht unterkellerten Gebäuden auf.

Die Hauseinführungsbögen sind in den Abmessungen 25 – 160 (UNO) und 25 – 75 (DUO) erhältlich. Sie sind für RAUVITHERM und RAUTHERMEX einsetzbar.

Maße und Werkstoffe

Die Schenkellänge beträgt 1,60 m x 1,10 m.

Bestandteil	Werkstoff
Mediumrohr	Vernetztes Polyethylen (PE-Xa)
Dämmstoff	FCKW-freier PU-Schaum
Außenmantel	Polyethylen PE-HD, glatt
Winkel	Aus Segmenten hergestellt im Spiegelschweißverfahren

Tab. 05-7 Werkstoffe Hauseinführungsbogen starr

Montage

1. Mauerdichtring montieren und Hauseinführungsbogen tiefbauseitig positionieren.
2. Senkrechten Schenkel fixieren.
3. Bodenplatte/Fundament gießen
4. Weitere Rohre über Standard I-Muffenverbindung anschließen.

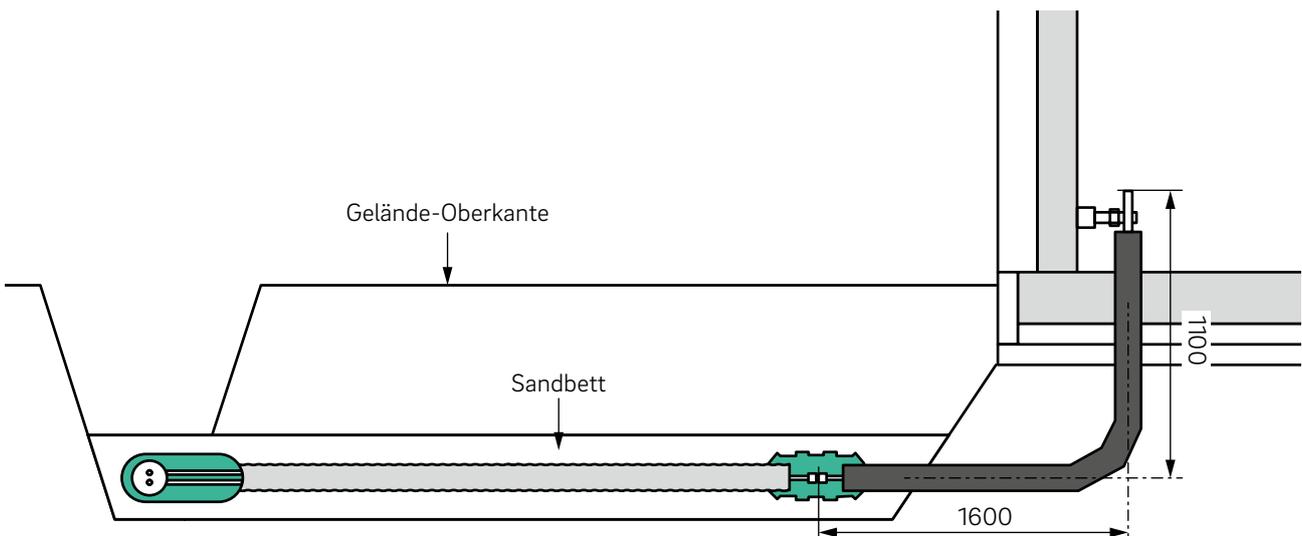


Abb. 05-19 Abmessungen Hauseinführungsbogen (starr)

Entlüftung vorgestreckter Leitungen mit Blindende

Werden an T-Abzweigen Rohrleitungen z. B. für einen Hausanschluss vorverlegt (vorgestreckt) und mit einem Blindende versehen, sollte dieser Leitungsabschnitt abgehend vom T-Stück mit einem leichten Gefälle von ca. 2 – 3 % nach unten verlegt werden, damit eingeschlossene Luft bei der Leitungsbefüllung bzw. Inbetriebnahme zur Hauptleitung hin entweichen kann.

05.05.02 Hauseinführung durch Leerrohrtrasse bei nicht unterkellerten Gebäuden



Abb. 05-20 Hauseinführung mit RAUTHERMEX durch eine Leerrohrtrasse

Für eine reversible Gebäudeanbindung an ein Wärmenetz, insbesondere bei nicht unterkellerten Gebäuden, empfiehlt sich die Rohrführung durch eine vorverlegte Leerrohrtrasse.

Der senkrechte Rohrabschnitt h muss so lang ausgeführt werden, dass er von Unterkante Bodenplatte bis min. 5 cm über OK FFB reicht. Die wasserdichte Einbindung des Leerrohres in das Betonbauteil erfolgt mittels Mauerkragen.

Damit am oberen Rohrende ein Mauerdichtflansch zur gasdichten Abdichtung des Ringspalts eingesetzt werden kann, muss oben ein Muffenende angeordnet sein.

Umlenkungen der Leerrohrtrasse sind mit 15° Bögen auszuführen.

Der horizontale Leerrohrabschnitt ist so lang zu wählen, dass dessen Ende nach Fertigstellung der Bodenplatte von außen frei zugänglich ist und außerhalb des lastabtragenden Bereichs des Fundaments liegt. Gegebenenfalls sind Aufstellflächen für Gerüste zusätzlich zu berücksichtigen, sodass die Trasse zu jedweder Bauphase mit dem Nahwärmerohr von außen belegt werden kann. Dabei ist zu berücksichtigen, dass DUO-Rohre im Leitungsgraben mit übereinander liegenden Mediumrohren verlaufen. Die Rohre verdrehen sich bei vertikaler Biegung jedoch, sodass die Mediumrohre nebeneinander liegen. Demzufolge muss eine ausreichende freie Rohrlänge (abmessungsabhängig mind. 3 m) vor der vertikalen Biegung vorhanden sein, damit sich das vorgedämmte Rohr bis zu 90° verwinden kann.

Der Übergang zwischen Rohr und Leerrohr wird außen mittels Schrumpfschlauch abgedichtet.

Der Ringspalt muss ausreichend bemessen sein, sodass das Rohr eingezogen werden kann. Abhängig von der Rohrdimension sind umlaufend mind. 30 mm Ringspalt vorzusehen.

Es sind Hochlast-KG-Rohrsystembauteile nach DIN EN 1852 mit Steckmuffensystem zu verwenden wie bspw. REHAU AWADUKT PP SN 10 mit Safety-Lock-Dichtsystem.

Die vorverlegte Trasse ist während der Bauphase an beiden Enden zu verschließen.

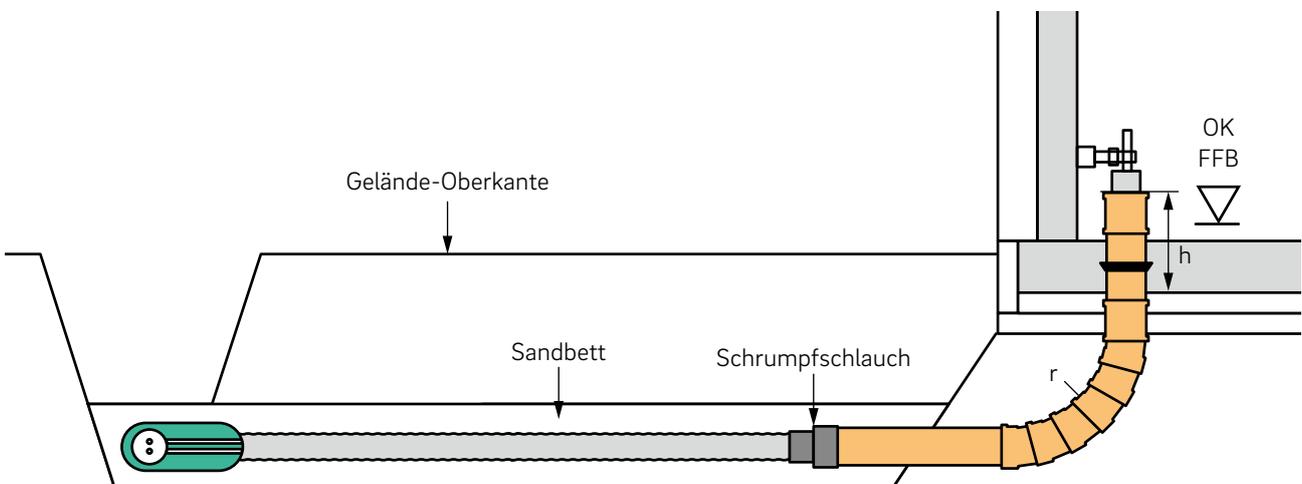


Abb. 05-21 Hauseinführung durch eine Leerrohrtrasse

05.06 Endabschlüsse

Zum Abschluss der Rohre an den Hauseinführungen werden Endkappen eingesetzt. Je nach verwendetem Rohr können folgende Endkappen verwendet werden:

- RAUVITHERM
 - Gummiendkappen
 - Schrumpfkappen
- RAUTHERMEX
 - Gummiendkappen
 - Schrumpfkappen
 - Aufsteckendkappen

Gummi- und Schrumpfkappen liegen eng am Rohr an und dienen dazu, dass Feuchtigkeit und Ungeziefer nicht bzw. nur schwer in den Rohrmantel eindringen können.

Endabschlüsse Gummiendkappen



Abb. 05-22 Gummiendkappen

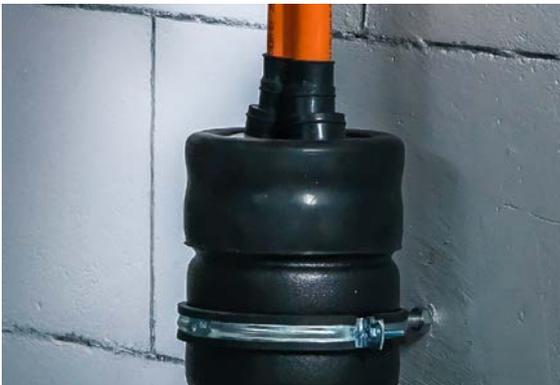


Abb. 05-23 Rohrabschluss mit Gummiendkappe

Die Aufbauhöhen der Endkappen sind sowohl auf der Rohrdämmung als auch auf den Mediumrohren zu berücksichtigen.

Endabschlüsse Schrumpf- und Aufsteckendkappen



Abb. 05-24 Schrumpfkappen

Abb. 05-25 Aufsteckendkappen



Die Endkappen müssen vor der Montage der Anschlussfittings montiert werden. Schrumpfkappen sorgfältig auf die Medienrohre aufschumpfen, Medienrohre dabei nicht überhitzen. Vor weiterer Montage Medienrohre wieder komplett abkühlen lassen.

Endet ein vorgedämmtes Rohr im Erdreich, müssen zwingend Schrumpfkappen oder Gummiendkappen mit bauseitigen Edelstahlspannbändern eingebaut werden. Aufsteckendkappen sind in diesem Fall nicht zulässig.

05.07 Ausdehnung/Fixpunktschellen

Für RAUVITHERM und RAUTHERMEX müssen bei der Tiefbauverlegung keine Dehnpolster oder Kompensatoren verwendet werden. Die Rohrreibung im Erdreich ist größer als die Ausdehnungskräfte des Kunststoffrohrs.

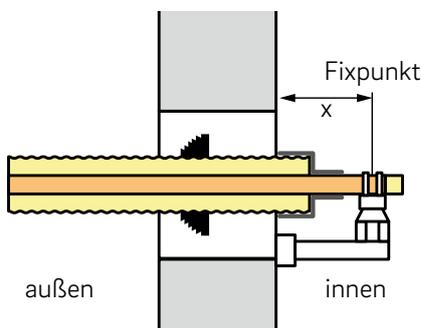
Um die Reaktionskräfte der Mediumrohre im Bereich der Hauseinführungen aufzunehmen, die durch thermische Ausdehnung sowie durch Rückschrumpfung entstehen, müssen handelsübliche Fixpunktschellen eingesetzt werden, welche die Kräfte nach Tab. 05-8 bzw. Tab. 05-9 aufnehmen können.

Die freien Rohrlängen sollten zur Begrenzung der thermischen Längenänderung einerseits so kurz wie möglich sein. Andererseits sind für die Rohrenden für den Rohrabschluss (Endkappen), die benötigte Fixierung (Fixpunkt), die Rohrverbindung (Fitting und Montage-raum) und ggf. freie Reservelängen für Revision o.ä. entsprechende Mindestlängen erforderlich.



Fixpunktschellen müssen formschlüssig an den Fittingnuten oder auf dem Mediumrohr, formschlüssig vor der Schieberhülse anliegend installiert werden. Auf den Schieberhülsen dürfen keine Fixpunktschellen befestigt werden.

Alternativ kann ein Fixpunkt auf einem weiterführenden starren System/Bauteil erfolgen oder bei sehr kurzen Hausanschlussleitungen (< 5 m) durch die Ausführung eines konstruktiven Biegeschenkels oder Kompensators ersetzt werden.



Mediumrohr SDR 11

Abmessungen Außendurchmesser x Wandstärke [mm]	Überstand in das Gebäude X (min.) [mm]	Festpunkt- kräfte pro Mediumrohr [kN]
20 x 1,9	400	0,6
25 x 2,3	400	0,9
32 x 2,9	400	1,3
40 x 3,7	400	2,0
50 x 4,6	450	2,9
63 x 5,8	450	4,2
75 x 6,8	450	5,3
90 x 8,2	450	6,0
110 x 10,0	450	6,3
125 x 11,4	500	7,8
140 x 12,7	500	9,8
160 x 14,6	500	12,8

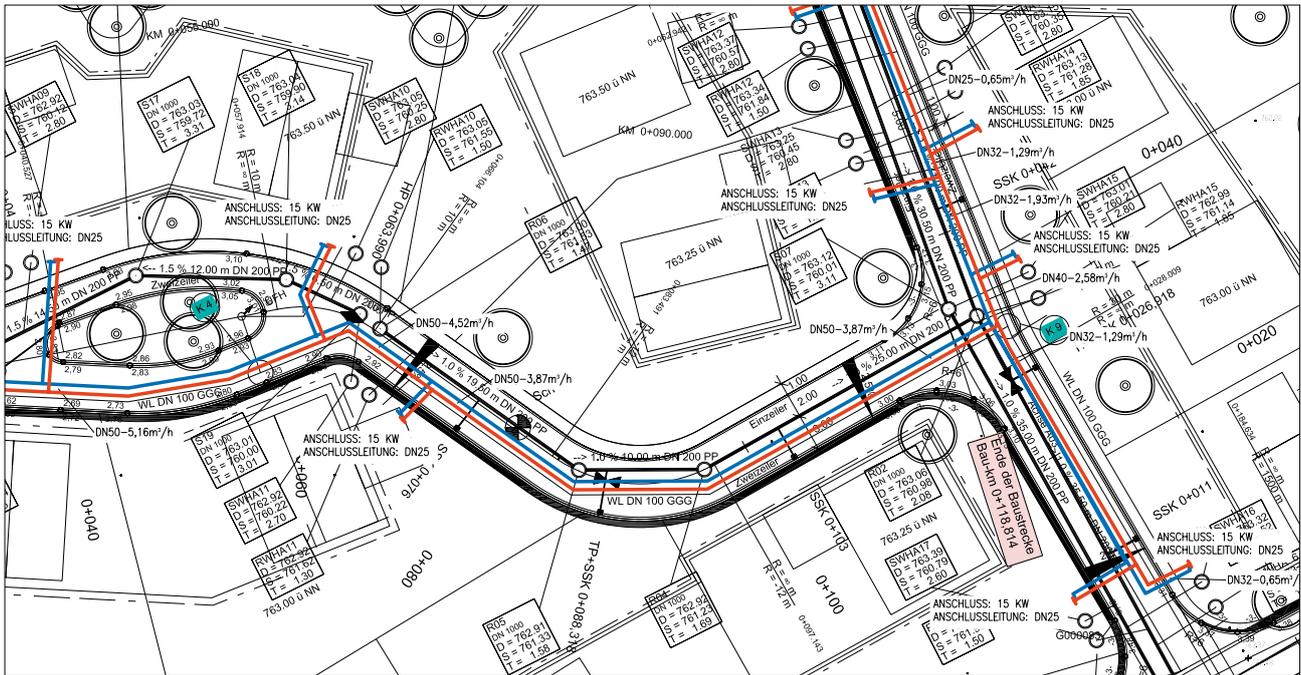
Tab. 05-8 Festpunktkräfte bei Mediumrohren SDR 11

Mediumrohr SDR 7,4

Abmessungen Außendurchmesser x Wandstärke [mm]	Überstand in das Gebäude X (min.) [mm]	Festpunkt- kräfte pro Mediumrohr [kN]
20 x 2,8	400	0,8
25 x 3,5	400	1,2
32 x 4,4	400	1,8
40 x 5,5	400	2,7
50 x 6,9	450	3,9
63 x 8,7	450	5,3

Tab. 05-9 Festpunktkräfte bei Mediumrohr SDR 7,4

06 Planung und Bemessung von Wärmenetzen



Bildquelle: Gebäudetechnik Planung München UG

Die Wärmeversorgung über ein Wärmenetz umfasst in der Regel drei Hauptkomponenten:

- Wärmeerzeugungsanlage/Wärmequelle
- Wärmeverteilung/Rohrsystem
- Wärmeübergabestationen (Hausanschlussstation)

Als Wärmequelle können die unterschiedlichsten Energieträger und Technologien zum Einsatz kommen. Ein Nah- oder Fernwärmenetz kann die Energie von verschiedensten Wärmeerzeugungsanlagen nutzen, von Blockheizkraftwerken (BHKW), über regenerativ erzeugte Energie von Solarthermieanlagen oder Groß-Wärmepumpen bis hin zur Abwärme von Industrieanlagen oder Biogasanlagen. Oft werden in der Heizzentrale auch Pufferspeicher integriert, um Wärmegestehung und Wärmebedarf zeitlich zu entkoppeln.

Die Wärmeverteilung wird mit einem Leitungsnetz realisiert. Das Wärmeträgermedium, in der Regel Wasser, wird in speziell für diese Temperaturanforderungen entwickelten vorgedämmten polymeren Leitungen transportiert. Die REHAU Rohrsysteme RAUVITHERM und RAUTHERMEX sind hierfür bestens geeignet.

Nahwärmenetze werden fast ausschließlich als Zwei-leiter-Systeme (Vor-/Rücklauf) umgesetzt. Das in der Heizzentrale erwärmte Wasser wird über den Vorlauf zu den Wärmeabnehmern transportiert. Über den Rücklauf gelangt das dort abgekühlte Wasser wieder zurück zur Heizzentrale und der Kreislauf beginnt von Neuem.

Bei einem Nahwärmenetz wird meist eine hydraulische Trennung des Primärkreises (Nahwärmenetz) und des Sekundärkreises (Heizkreis Verbraucher) durch eine Wärmeübergabestation vorgenommen. In der Regel werden hierfür Plattenwärmeübertrager eingesetzt. Aber auch durch einen dezentralen Pufferspeicher mit Glattrohr-Wärmeübertrager ist die Trennung möglich (vgl. Kapitel 06.03.02 auf Seite 51). Bei kleinen Netzen bzw. Anbindeleitungen wird teilweise auf eine hydraulische Trennung verzichtet.



06.01 Wärmenetzformen

Die Form des Wärmeverteilungsnetzes wird vor allem bestimmt durch bauliche Gegebenheiten (Straßenführung, räumliche Anordnung der anzuschließenden Häuser etc.), Netzgröße und Einbindung des bzw. der Wärmeerzeugers.

Grundsätzlich gibt es drei Netzformen:

Strahlennetze

Strahlennetze werden aufgrund ihrer einfachen Struktur am häufigsten realisiert. Durch die kurzen Rohrleitungswege und die geringen Durchmesser ergeben sich geringe Baukosten und Wärmeverluste. Nachteilig ist, dass nachträgliche Erweiterungen bedingt durch die vorgegebene begrenzte Netzkapazität nur in kleinem Umfang möglich sind.

Vorteile:

- Einfache Netzplanung
- Netzform immer möglich

Nachteil:

- Nachträgliche Erweiterungen nur in kleinem Umfang möglich

Ringnetze

Bei größeren Versorgungsgebieten mit einem oder mehreren Wärmeerzeugern bietet sich oftmals die Ringnetzform an. Durch die Ringform können nicht nur mehrere Erzeugungsanlagen eingebunden werden, sondern es ergibt sich auch eine höhere Versorgungssicherheit, da die meisten Kunden über zwei Leitungswege zu erreichen sind. Dies ermöglicht eine leichte spätere Erweiterung oder Einbindung von Abnehmern. Die Trasse ist insgesamt länger als bei einem Strahlennetz, so dass sich höhere Investitionskosten und Wärmeverluste ergeben können.

Vorteile:

- Einbindung mehrerer Wärmeerzeuger
- Erhöhte Versorgungssicherheit

Nachteil:

- Nur bei passender Netztopologie möglich
- Je nach Dimensionierung im Ringschluss höhere Kosten

Maschennetze

Maschennetze sind ineinander verschachtelte Ringnetze. Diese bieten optimale Versorgungssicherheit und bessere Erweiterungsmöglichkeiten. Sie werden wegen hoher Investitionskosten meist nur für große Wärmeverteilungsnetze im städtischen Bereich eingesetzt.

Vorteile:

- Optimale Versorgungssicherheit
- Erweiterung möglich

Nachteil:

- Höhere Kosten, meist nur für große Netze

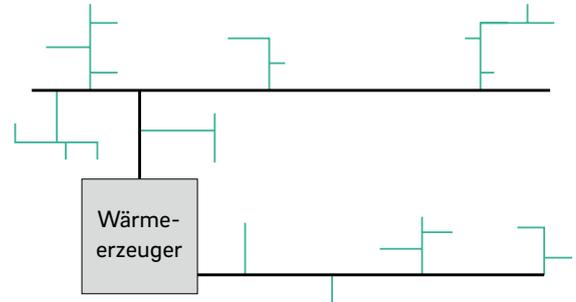


Abb. 06-1 Strahlennetz

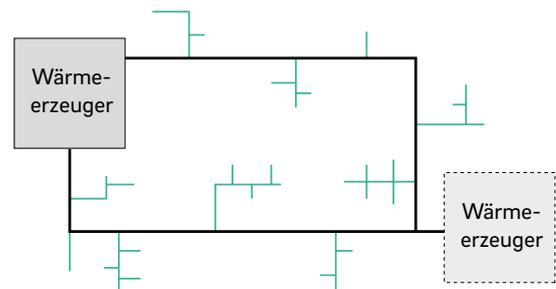


Abb. 06-2 Ringnetz

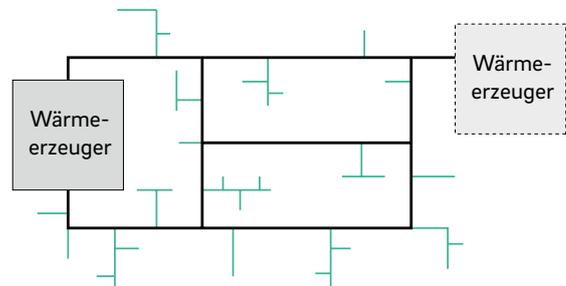


Abb. 06-3 Maschennetz

06.02 Verlegevarianten

Um die Wärmeabnehmer an das Wärmenetz anzuschließen, gibt es folgende Möglichkeiten:

Abzweigmethode

Diese Methode ist die Standardvariante zum Anschluss der Abnehmer an ein Wärmenetz. Jeder Kunde wird separat direkt oder in Gruppen an das Wärmenetz angeschlossen.

Vorteile:

- Flexible Planung
- Einfache Vorverlegung in die Grundstücke
- Nachträgliches Anschließen an die Hauptleitung möglich

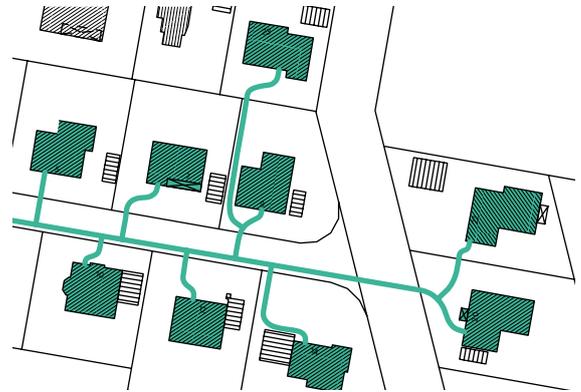


Abb. 06-4 Abzweigmethode

„Haus-zu-Haus“-Trassenführung / Einschleif-Methode

Bei einer „Haus-zu-Haus“-Trassenführung werden Häuser untereinander verbunden und erst als Gruppe an eine Hauptleitung angeschlossen.

Die Einschleifmethode kommt nur im Einzelfall zur Anwendung

Vorteile:

- Keine Verbindungen im Erdreich
- Wenig Verlegung in befestigter Fläche

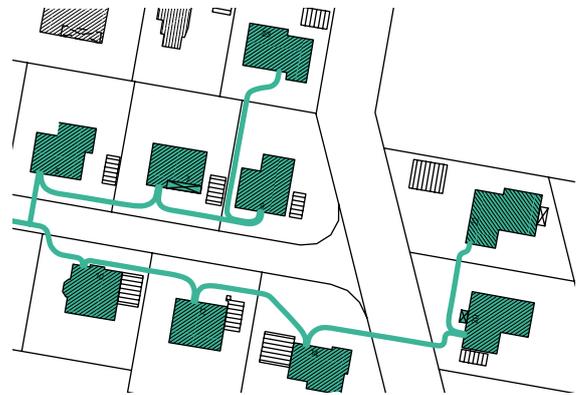


Abb. 06-5 „Haus-zu-Haus“-Trassenführung / Einschleifmethode

Verbindung verschiedener Rohrsysteme

Für die Wärmeverteilung stehen verschiedene Rohrsysteme zur Verfügung. Diese können miteinander kombiniert werden, z. B. können bei einer Netzerweiterung an ein bestehendes Wärmenetz aus Kunststoffmantelrohr (KMR) die Anbindeleitungen der anzuschließenden Häuser mit einem flexiblen Kunststoffmediumrohr (PMR) wie RAUTHERMEX realisiert werden. Auch eine Kombination verschiedener PMR-Systeme wie RAUTHERMEX und RAUVITHERM kann bedingt durch deren unterschiedliche Eigenschaften sinnvoll sein.

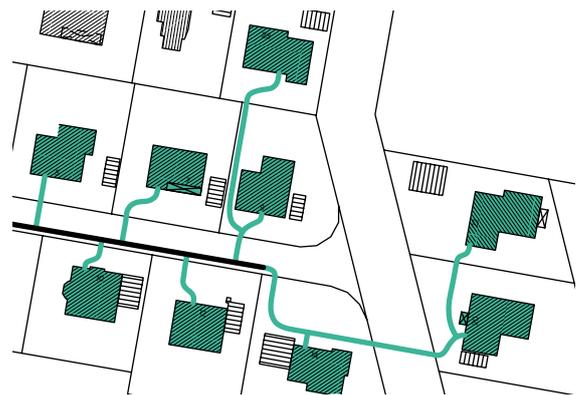


Abb. 06-6 Verbindung verschiedener Rohrsysteme

06.03 Netzdimensionierung

In der Regel wird ein Nahwärmenetz ganzjährig betrieben. Ausgelegt wird es auf die Spitzenlast im Winter. Den größten Teil des Jahres wird das Wärmenetz nur in Teillast betrieben und die maximale Leistung wird an sehr wenigen Stunden im Jahr benötigt. Dies wird anhand der sog. geordneten Jahresdauerlinie (siehe Abb. 06-7) eines Nahwärmenetzes ersichtlich.

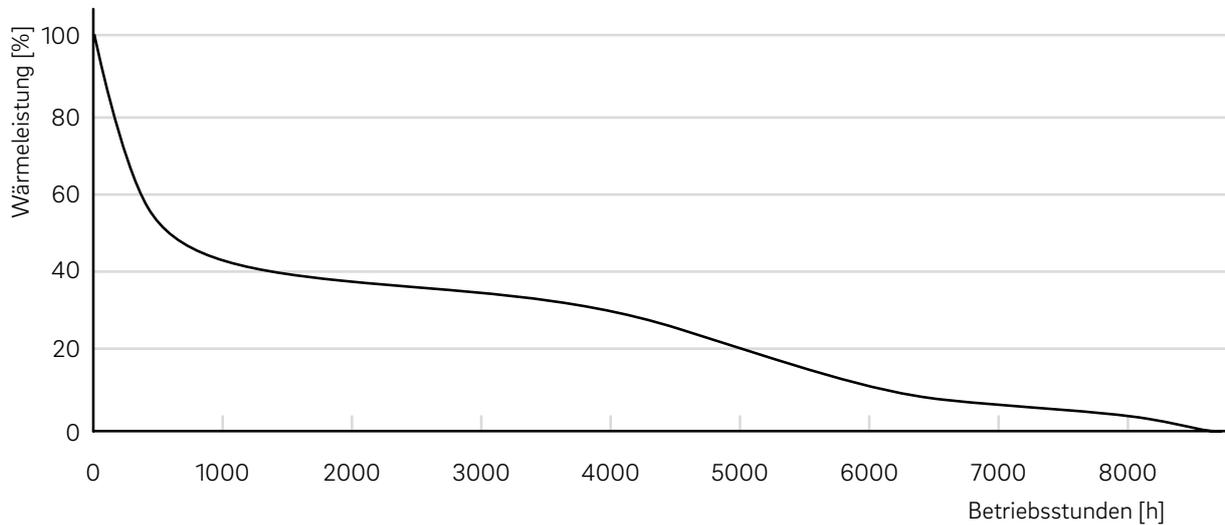


Abb. 06-7 Geordnete Jahresdauerlinie

Generell sollte das Nahwärmenetz so schlank wie möglich ausgelegt werden.

Eine effiziente Planung und Auslegung ist die Grundlage für ein technisch sinnvolles, sowie wirtschaftlich zu betreibendes Nahwärmenetz.



Folgende Schritte sind zu betrachten:

1. Vorermittlung Anschlussnehmer/ Wärmebedarfsermittlung
 2. Klärung Wärmebereitstellungs- und Pufferspeicherkonzept
 3. Festlegung Trassenverlauf
 4. Ermittlung der Gleichzeitigkeit
 5. Auslegung Wärmeerzeuger und Pufferspeicher
 6. Ermittlung der erforderlichen Volumenströme/Temperaturspreizung
 7. Vordimensionierung der Nahwärmeleitung/Ermittlung des kritischen Pfades
 8. Finale Dimensionierung
 9. Pumpenauslegung
-

06.03.01 Vorermittlung Anschlussnehmer/ Wärmebedarfsermittlung

Für eine frühzeitige Abschätzung der Wirtschaftlichkeit ist auf Basis einer ersten Datenerhebung zu möglichen Anschlussnehmern ein grober Trassenverlauf zu erstellen. Die Trassenlänge, die Anzahl der Anschlussnehmer und deren Wärmebedarf haben einen großen Einfluss auf die Effizienz eines Nahwärmenetzes und förderrelevante Kennzahlen wie z. B. die Wärmebelegung oder den prozentualen Wärmeverlust.

Da die Wirtschaftlichkeit eines Nahwärmenetzes in der Regel mit der Anzahl der angeschlossenen Wärmeabnehmer und Reduzierung der Leitungslänge pro Hausanschluss steigt, wird grundsätzlich ein möglichst hoher Anschlussgrad angestrebt. Jedoch kann sich der Nichtanschluss einzelner weiter entfernter Anschlussnehmer unter Umständen positiv für die Gesamteffizienz des Nahwärmenetzes auswirken.

Wenn die Netzstruktur feststeht, ist die Nennleistung bzw. der maximale Wärmebedarf jedes einzelnen Anschlussnehmers festzulegen. Die Verwendung belastbarer Daten ist eine wichtige Voraussetzung zur effizienten und wirtschaftlichen Netzauslegung.

In der Praxis wird für eine erste Überschlagskalkulation meist keine Heizlastberechnung durchgeführt. Für die Kalkulation haben sich zwei Varianten zur Ermittlung der Heizlast / des Wärmebedarfs als nützlich erwiesen:

- Energieverbrauch aus früheren Jahren unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades und der Vollbenutzungsstunden des Kessels
- Energieverbrauchskennwert (Energiebedarf bezogen auf die zu beheizende Wohnfläche) und die Vollbenutzungsstunden

Bei der Versorgung von Wohnungsneubauten ist der Trinkwassererwärmung besondere Bedeutung beizumessen. Die maximale Wärmeleistung zur Trinkwassererwärmung übersteigt den Bedarf zur Raumheizung je nach System teilweise um ein Vielfaches.

06.03.02 Klärung Wärmebereitstellungs- und Pufferspeicherkonzept



Abb. 06-8 Zentraler Wärmespeicher

Schon in einer frühen Phase der Planung eines Nahwärmenetzes muss geklärt werden, welches Wärmebereitstellungs- bzw. welches Pufferspeicherkonzept umgesetzt werden soll. In den meisten Fällen wird die Wärme zentral erzeugt und von der Heizzentrale verteilt. Aber auch die Einbindung mehrerer Wärmeerzeuger an unterschiedlichen Einspeisepunkten ist möglich.

Ein weiterer Aspekt, der frühzeitig zu klären ist, ist das Puffermanagement. Nachdem der Wärmebedarf in einem Nahwärmenetz nicht nur saisonal, sondern auch einem täglich stark variierendem Lastwechsel unterliegt, ist der Einsatz von Pufferspeichern sinnvoll. Damit kann die Wärmeerzeugung und der Wärmebedarf zeitlich entkoppelt werden.



Der Einsatz von zentralen Pufferspeichern hat lediglich einen Einfluss auf die Wärmeerzeugung. Werden hingegen dezentrale Pufferspeicher bei jedem einzelnen Anschlussnehmer installiert, so hat dies auch einen positiven Einfluss auf die Rohrdimensionierung, da die Wärme im zeitlichen Verlauf gleichmäßig transportiert wird.



Abb. 06-9 Dezentraler Wärmespeicher

Das Wärmebereitstellungs- und Pufferspeicherkonzept hat maßgeblichen Einfluss auf die Größe der Gleichzeitigkeitsfaktoren in den einzelnen Trassenabschnitten des gesamten Wärmenetzes.

06.03.03 Festlegung Trassenverlauf und Standort Heizzentrale

Parallel zu den bisher beschriebenen Aktivitäten muss ein vorläufiger Trassenverlauf und der Standort einer oder ggf. mehrerer Heizzentralen festgelegt werden. Dies ist notwendig, um später die Gleichzeitigkeit für die einzelnen Trassen ermitteln zu können (siehe Kap. 06.03.04). Beim Trassenverlauf sind örtliche Gegebenheiten wie z. B. Flussläufe, zu querende Straßen etc. besonders zu betrachten und in der Ausführung zu berücksichtigen. Ein Standort der Heizzentrale in der Mitte des Versorgungsgebietes bzw. in der Nähe größerer Wärmeabnehmer ist im Hinblick auf die Netzdimensionierung vorteilhaft.

06.03.04 Ermittlung der Gleichzeitigkeit

Bedingt durch den individuellen, zeitlich unterschiedlichen Verlauf der Leistungsanforderung der einzelnen Abnehmer kommt es zu einer zeitlichen Streuung der Leistungsspitzen. Dieser Effekt wird über den Gleichzeitigkeitsfaktor berücksichtigt, der als Verhältnis von tatsächlich erforderlicher maximaler Gesamtleistung zur Aufsummierung der Nennleistungen aller Anschlussnehmer definiert ist.

$$GLF = \frac{\dot{Q}_{\max, \text{benötigt}}}{\sum \dot{Q}_{\text{Nenn}}}$$

GLF Gleichzeitigkeitsfaktor
 $\dot{Q}_{\max, \text{benötigt}}$ tatsächlich maximal benötigte Gesamtleistung
 $\sum \dot{Q}_{\text{Nenn}}$ Summe der Nennleistung aller Anschlussnehmer

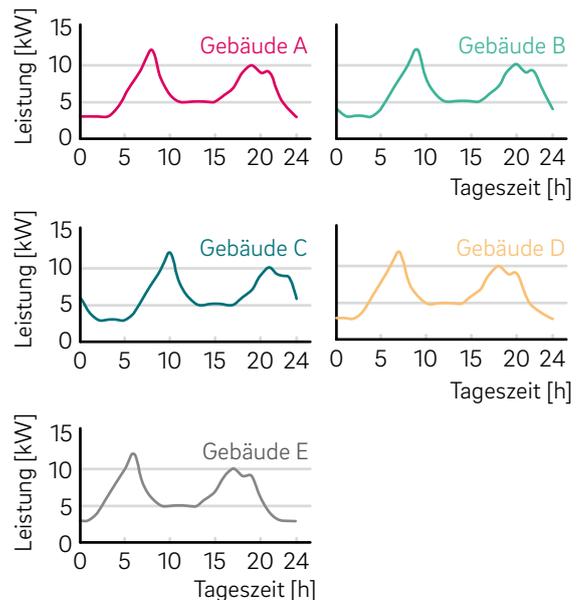


Abb. 06-10 Schematische Darstellung: Leistungsprofil der verschiedenen Abnehmer im Wärmenetz

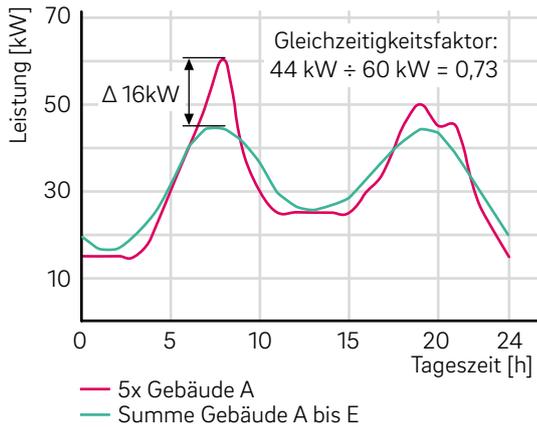


Abb. 06-11 Schematische Darstellung: Leistungsprofil mit Gleichzeitigkeitsfaktor, beispielhaft für 5 Gebäude

Beispiel:

- Anzahl der Anschlussnehmer: 80
- Nennleistung pro Anschlussnehmer: 15 kW
- tatsächlich maximal benötigte Gesamtleistung: 756 kW

$$GLF = \frac{\dot{Q}_{\max, \text{benötigt}}}{\sum \dot{Q}_{\text{Nenn}}} = \frac{756 \text{ kW}}{80 \cdot 15 \text{ kW}} = 0,63$$

Es ergibt sich ein Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,63. Für die Summe der Nennleistung aller Anschlussnehmer müssen dadurch nicht 1200 kW bereitgestellt, sondern lediglich 756 kW durch die Hauptleitung transportiert werden.

Der Effekt der Gleichzeitigkeit hat sowohl Einfluss auf die Wärmeerzeugung als auch auf das Wärmenetz selbst. Folglich können die Leitungen des Wärmenetzes kleiner dimensioniert werden.

Erfahrungswerte und Untersuchungen zeigen, dass mit steigender Abnehmerzahl eine niedrigere Gleichzeitigkeit erzielt wird. Je nach Abnehmerzahl ergibt sich für den Gleichzeitigkeitsfaktor ein theoretischer Faktor zwischen 0,5 und 1,0 (siehe Abb. 06-12).

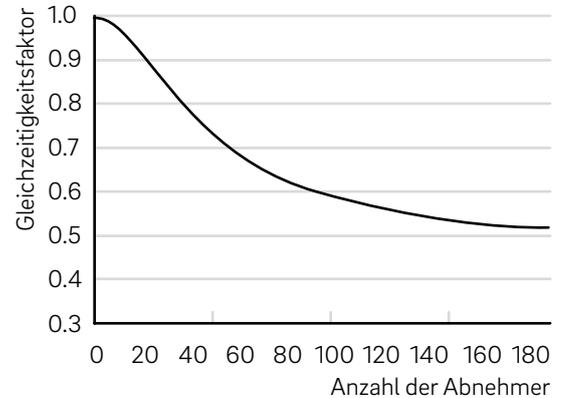


Abb. 06-12 Schematische Darstellung: Gleichzeitigkeit des Gesamtwärmebedarfs in Abhängigkeit von der Abnehmerzahl für eine homogene Abnehmerstruktur im Gebäudebestand

Die Gleichzeitigkeitsfaktoren sind nicht nur von der Anzahl der Anschlussnehmer abhängig, sondern auch von deren Nennleistung, dem Gebäudetyp (z. B. Neubau oder Bestand), der Art des Trinkwassererwärmungskonzeptes und nicht zuletzt vom Einsatz möglicher Pufferspeicher. Bei einem Einsatz von dezentralen Pufferspeichern ist eine separate Betrachtung notwendig. Die auftretenden Lastspitzen werden dabei teilweise durch den Pufferspeicher sekundärseitig abgefangen und damit geglättet.

Ebenfalls gesondert zu betrachten sind Anwendungen, bei denen die Trinkwassererwärmung im Durchflussprinzip mit hohen Leistungen erfolgt. In diesem Fall werden die Wärmeleistungen für die Gebäudeheizung und für die Trinkwassererwärmung getrennt erfasst (siehe Objektfragebogen, Seite 68). Für die Trinkwassererwärmung werden separate Gleichzeitigkeitsfaktoren in Abhängigkeit der Anzahl von Abnahmestellen ermittelt. Diese Gleichzeitigkeitsfaktoren weichen deutlich von denen ab, die sich auf den Gesamtwärmebedarf beziehen. Solche Systeme kommen vor allem im Wohnungsneubau zum Einsatz.

Zusammengefasst müssen bei der Ermittlung des Gleichzeitigkeitsfaktors folgende Einflussfaktoren berücksichtigt werden:

- Anzahl der Anschlussnehmer
- Nennleistung der einzelnen Anschlussnehmer
- Gebäudetyp der Anschlussnehmer (Neubau/Bestand)
- Pufferspeicherkonzept
- Konzept für Trinkwassererwärmung

Da der Gleichzeitigkeitsfaktor von mehreren Faktoren abhängig ist, gibt es für ein Nahwärmenetz keinen einheitlichen Faktor. Er muss für jede einzelne Leitung bzw. einzelne Stränge ermittelt werden. Üblicherweise ist der Gleichzeitigkeitsfaktor an der Hauptleitung an der Heizzentrale am geringsten und steigt bis zum Ende des Netzes an den Hausanschlussleitungen an.



Das REHAU Planungscenter kann die Gleichzeitigkeiten projektspezifisch individuell ermitteln und lässt die Ergebnisse in die Auslegung mit einfließen.



Die Berücksichtigung des Gleichzeitigkeitsfaktors ist für eine effiziente Auslegung zwingend notwendig! Wird der Gleichzeitigkeitsfaktor nicht berücksichtigt, so wird das Netz überdimensioniert, was zu unnötig hohen kapital- und betriebsgebundenen Kosten führt!

06.03.05 Auslegung Wärmeerzeuger und Pufferspeicher

Die maximal benötigte Leistung für das Wärmenetz ist ausschlaggebend für die Auslegung des/der Wärmeerzeuger und Pufferspeicher. In der Regel wird die Wärmebereitstellung mit mehreren Wärmeerzeugern realisiert.

Es wird von einer modularen Leistungsaufteilung gesprochen, wenn je nach Abnahme verschiedene Wärmeerzeuger eingesetzt werden, die in jeweils optimalen Arbeitsbereichen arbeiten können:

- Grundlast (z. B. über Blockheizkraftwerk)
- Mittellast (z. B. mit Hackschnitzelkessel)
- Spitzenlast (z. B. mit Ölkessel)

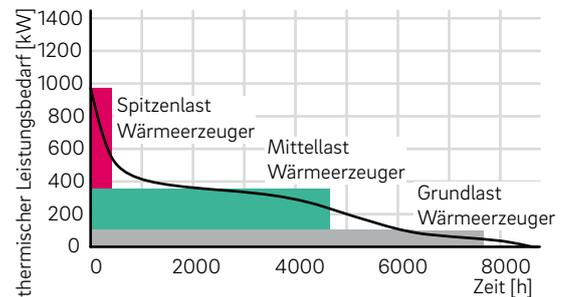


Abb. 06-13 Geordnete Jahresdauerlinie mit modularen Wärmeerzeugern

Die Auswahl der Wärmeerzeuger muss auf die lokal verfügbaren Ressourcen abgestimmt werden.

Um die Taktung der Wärmeerzeuger zu minimieren, ist der Einsatz von Pufferspeichern sinnvoll. Wie schon in Kapitel 06.03.02 erwähnt, können diese zentral oder dezentral in das Netz integriert werden. Die Dimensionierung der Pufferspeicher muss auf die Wärmeerzeuger, den zeitlich variierenden Wärmebedarf und die baulichen Gegebenheiten abgestimmt werden.

06.03.06 Ermittlung der erforderlichen Volumenströme/ Temperaturspreizung

Sind die Trassenverläufe und Wärmebedarfe bekannt, so können die erforderlichen Volumenströme berechnet werden, die für die eigentliche Dimensionierung der Nahwärmeleitung notwendig sind. Dafür muss die im Netz angestrebte Spreizung – die Differenz aus Vorlauftemperatur zur Rücklauftemperatur – definiert werden.

$$\dot{V} = \frac{\dot{Q}}{c_p \cdot (\vartheta_V - \vartheta_R) \cdot \rho}$$

\dot{V} Volumenstrom [l/s]

\dot{Q} Wärmestrom [kW]

c_p spezifische Wärmekapazität Wasser [kJ/kg·K]

ϑ_V Vorlauftemperatur im Netz [°C]

ϑ_R Rücklauftemperatur im Netz [°C]

ρ Dichte [kg/l]

Typische Vorlauftemperaturen in Nahwärmenetzen liegen bei 60 – 80 °C, Rücklauftemperaturen bei 30 – 60 °C. In der Regel stellen sich in der Praxis Spreizungen zwischen 20 K und 40 K ein. Angestrebt werden möglichst hohe Spreizungen, da in diesem Fall der Volumenstrom bei gleichbleibender erforderlicher Leistung reduziert werden kann. Grundsätzlich sollten die Systemtemperaturen aber so gering wie möglich gehalten werden, um unnötige Wärmeverluste zu vermeiden.

Volumenstrom und Spreizung sind jedoch nicht ganzjährig konstant auf dem gleichen Wert. Die maximal erforderliche Leistung wird in der Regel nur in den Wintermonaten an den kältesten Tagen benötigt, weshalb sie auch nicht ganzjährig vorgehalten werden muss. Dementsprechend wird das Netz in den meisten Fällen über eine Mischform aus Mengenregelung und Temperaturregelung gefahren. Mit einem solchen kombinierten Regelungsverfahren kann auf kurzfristige Lastspitzen mit einer Durchflusserhöhung und Wärmebereitstellung z. B. aus einem Pufferspeicher schnell reagiert werden. Zeitlich und saisonal abhängige Laständerungen können über eine Netztemperaturregelung kompensiert werden, so dass bei weniger benötigter Leistung auch weniger Wärmeverluste auftreten (siehe Abb. 06-14).

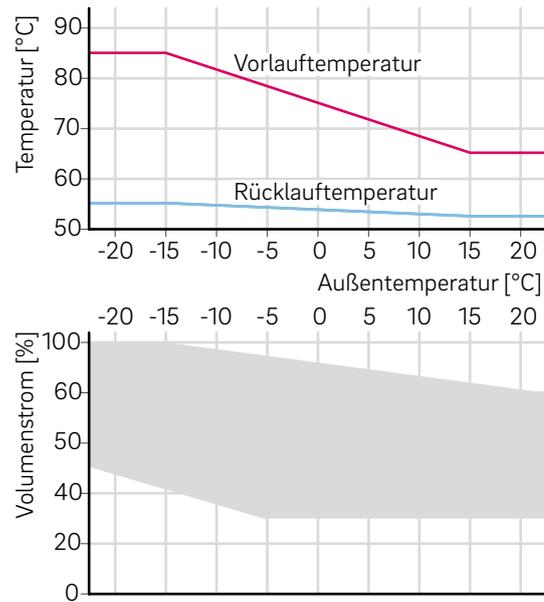


Abb. 06-14 Netzregelung, gleitender Betrieb aus Temperatur- und Mengenregelung

06.03.07 Vordimensionierung der Nahwärmeleitung / Ermittlung des ungünstigsten Stranges

Die Grundlage der Dimensionierung sind die maximal erforderlichen Volumenströme der einzelnen Trassen. Bei der Dimensionierung gilt der Grundsatz: so klein wie möglich, so groß wie nötig. Anhand der nachfolgenden Grafik wird die Abhängigkeit der Wärmenetzkosten von den wesentlichen Faktoren veranschaulicht:

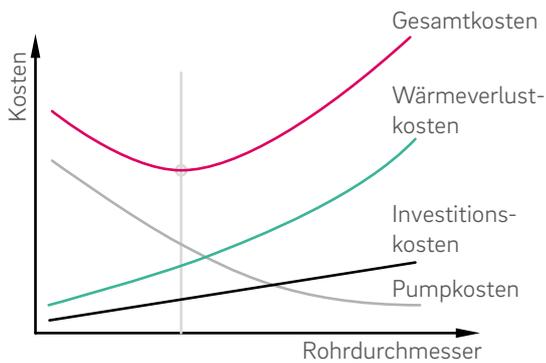


Abb. 06-15 Wärmenetzkosten in Abhängigkeit der Rohrdurchmesser

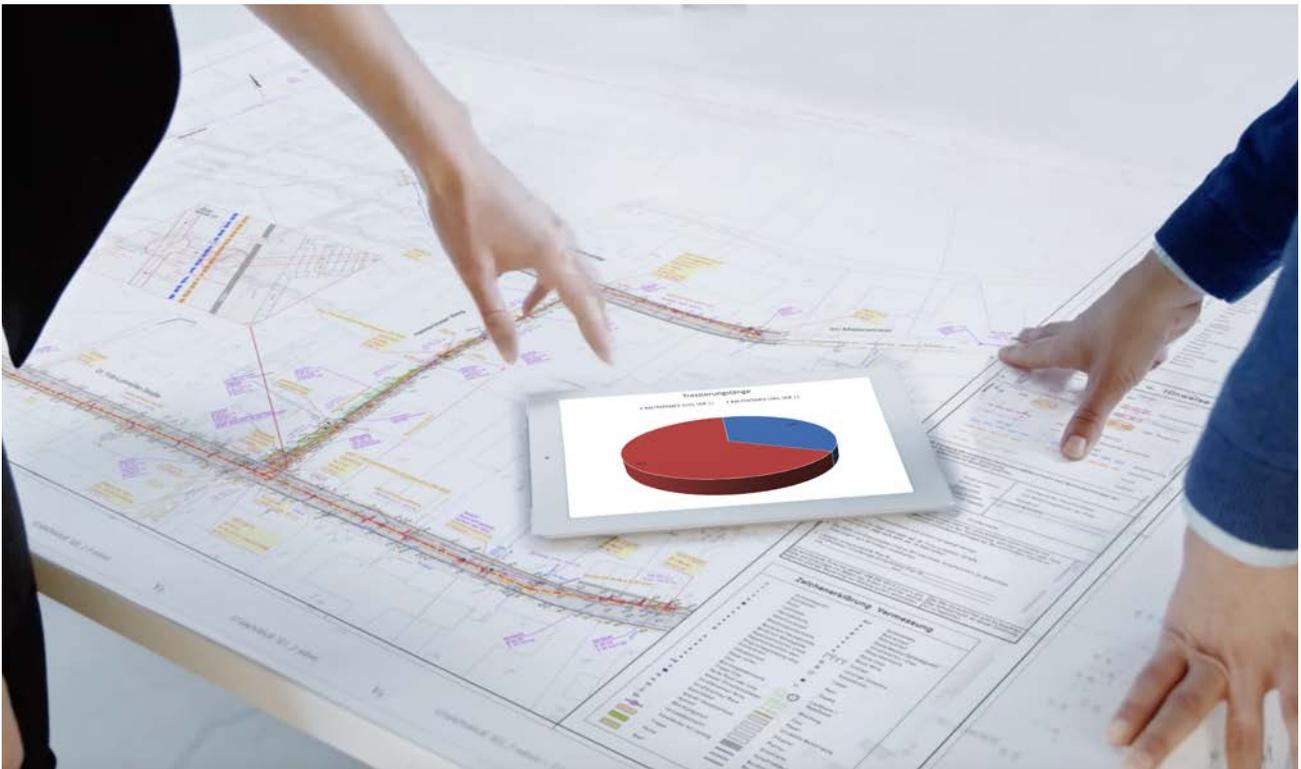
Einerseits steigen die Investitionskosten sowie Wärmeverlustkosten mit zunehmenden Rohrdurchmessern. Andererseits reduzieren sich die Pumpstromkosten aufgrund der geringeren Druckverluste im Netz. Eine optimale Dimensionierung minimiert die Gesamtkosten.

Bei Dimensionierung des gesamten Rohrleitungsnetzes ist die max. zulässige Druckbelastung zu beachten.

Die Gesamtbelastung auf das Rohrsystem besteht aus Hauptkomponenten:

- Betriebsüberdruck
- Geodätischer Druck (statisch)
- Strömungsdruckverlust in Rohren, Fittings, Armaturen und Übergabestationen

Der Betriebsüberdruck (meist ca. 1,5 bar), der geodätische Druck sowie der Druckverlust durch die Wärmeübergabe bzw. Hausanschlussstation bestimmen den maximal zulässigen Strömungsdruckverlust im Netz.



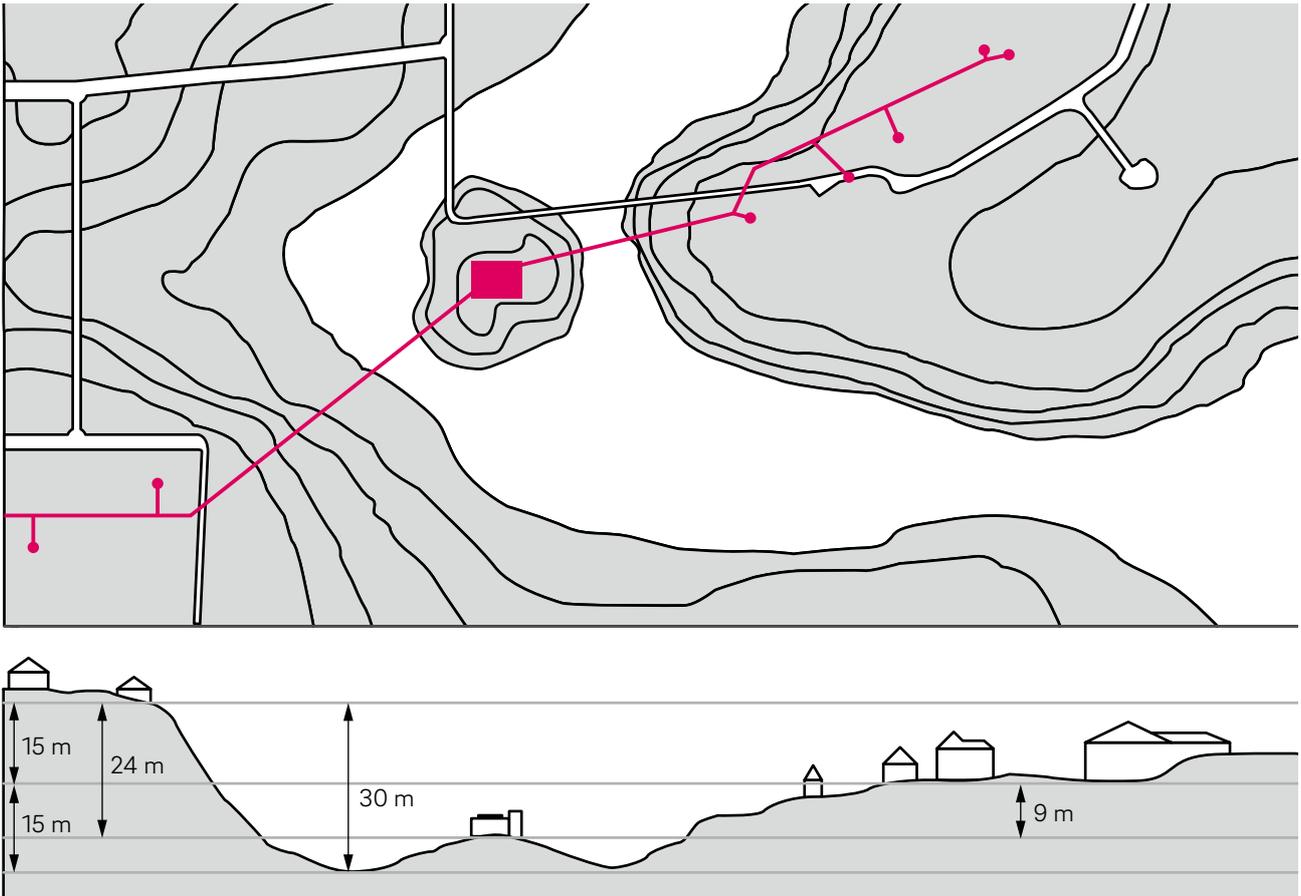


Abb. 06-16 Beispiel Höhenprofil Wärmenetz

Als Auslegungsparameter für die erste Vordimensionierung wird der spezifische Druckverlust herangezogen. Als Richtwert werden in der Praxis je nach Netzgröße 200 – 250 Pa/m angesetzt. Ziel der Vordimensionierung ist die Identifikation des ungünstigsten Leitungsstrangs und dessen Druckverlust im Gesamtnetz.

Dimensionierung und Druckverlustberechnung, SDR 11 Rohre

Zur Dimensionierung der Rohrleitungen und Berechnung der Druckverluste können die Tabellen und temperaturabhängigen Korrekturfaktoren auf den nachfolgenden Seiten herangezogen werden. Diese Tabellen gelten sowohl für UNO- als auch für DUO-Leitungen.

Im nachfolgenden Beispiel wird die Vorgehensweise skizziert.

Beispiel und schrittweises Vorgehen:

Ausgangsbasis: Es sollen über eine 100 m lange Trasse 46 kW transportiert werden. Im Netz liegt eine Spreizung von 20 K an.

1. Ermittlung der zu transportierenden Leistung im Strang bzw. der Durchflussmenge:
46 kW bei einer Spreizung von 20 K ergeben einen Volumenstrom von 0,55 l/s
2. Vordimensionierung:
Die Leitung soll so klein wie möglich dimensioniert werden, aber den spezifischen Druckverlust von 200 – 250 Pa/m nicht überschreiten:
Auswahl der Dimension 40 x 3,7 (Spezifischer Druckverlust beträgt 135,4 Pa/m)
3. Ermittlung des Druckverlustes:
Bei einer Trassenlänge von 100 m ergibt sich eine Gesamtrohrlänge von 200 m
 $R_{\text{ges}} = 200 \text{ m} \cdot 135,4 \text{ Pa/m} = 27080 \text{ Pa} = 0,27 \text{ bar}$

Die Druckverluste sind zudem abhängig von der Mediumtemperatur. Die in den Tabellen genannten Druckverluste gelten für Wasser und für eine Mediumtemperatur von 80°C. Je niedriger die Temperatur des Wassers umso höher ist die Viskosität und umso höher wird der Druckverlust. Bei abweichenden Temperaturen können die Druckverluste mit den in der Tabelle „Druckverlust bei abweichenden Wassertemperaturen von 10 °C bis 95 °C“ auf Seite 61 angegebenen Anhaltswerte (Faktoren) für die jeweiligen Mitteltemperaturen überschlägig berechnet werden. Werden auf diese Art alle Trassen vordimensioniert, so kann durch die Aufsummierung der Druckverluste der einzelnen Teilstrecken der ungünstigste Strang ermittelt werden. In den meisten Fällen ist dies der am weitesten entfernte Anschlussnehmer.

Zusätzlich sind für die Druckverlustberechnung die Einzelwiderstände (Zeta-Werte) der Formteile in den jeweiligen Trassenabschnitten bzw. Knotenpunkten zu berücksichtigen. Hier können je Bauteil folgende Richtwerte angesetzt werden.

Bezeichnung	Symbol	ζ-Wert
Winkel 90°		1,3
T-Stück Verteilung Durchgang		0,3
T-Stück Verteilung Abgang		1,3
T-Stück Verteilung gegenläufig		1,5
T-Stück Zusammenführung Durchgang		0,9
T-Stück Zusammenführung Abgang		2,0
T-Stück Zusammenführung gegenläufig		3,0
Reduzierung		0,4

Tab. 06-1 ζ Richtwerte für Formteile

Die ζ Werte sind nur als Richtwerte zu verwenden. Tatsächlich sind sie abhängig von den genauen Fittinggeometrien und den Fließgeschwindigkeiten in den Fittings. Daraus ergibt sich auch ein Unterschied zwischen Schiebehülsen- und FUSAPEX-Fittings.

Für eine überschlägige Berechnung sind die Werte ausreichend, da sie im üblichen Trassenverlauf mit vergleichsweise langen Rohrstrecken nicht ins Gewicht fallen.



Im Rahmen unserer REHAU Planungsunterstützung werden die ζ Werte der einzelnen Bauteile in der Rohrtrasse bereits objektspezifisch berücksichtigt.

06.03.08 Finale Dimensionierung

Bei den Leitungen, die nicht auf dem ungünstigsten Strang liegen, kann in vielen Fällen noch schlanker dimensioniert werden. Hier kann vom Richtwert des spezifischen Druckverlusts abgewichen werden. Ein etwas höherer Druckverlust in den Teilsträngen kompensiert den ohnehin nötigen hydraulischen Abgleich teilweise. Darüber hinaus können über eine schlankere Dimensionierung der unkritischen Nebenstränge Investitions- und Wärmeverlustkosten reduziert werden.

Bei dieser Nachdimensionierung ist auf zwei Aspekte zu achten:

- Die Fließgeschwindigkeit in den Leitungen sollte abmessungsspezifisch 0,7 – 2,0 m/s nicht überschreiten (siehe Tab. 06-2 ff. grau abgesetzter Bereich)
- Durch die Anpassung der Dimensionen auf den Nebensträngen darf deren Druckverlust den Druckverlust des ursprünglich ungünstigsten Strangs nicht übersteigen.

Nach der Dimensionierung müssen spezielle Netz-situationen nochmals separat betrachtet und bewertet werden, wie beispielsweise

- Festlegung von Absperrarmaturen
- Übergang von UNO- auf DUO-Leitungen
- Einsatz von Hosenrohren an Hausanschlüssen
- Zusammenfassung und Anschluss nebeneinanderliegender Anschlussnehmer an die Hauptleitung / einen Teilstrang

Sich ergebende Änderungen müssen abschließend in der Auslegung des Netzes umgesetzt werden.



Alle von Kap. 06.03.01 bis Kap. 06.03.08 beschriebenen Schritte sind für eine effiziente Auslegung eines Nahwärmnetzes zu berücksichtigen.

06.03.09 Pumpenauslegung

Aus der eigentlichen Netzplanung ergeben sich die für die Pumpenauslegung wichtigen Größen Förderhöhe und der maximal zu transportierende Volumenstrom.

Aus Effizienzgründen empfiehlt sich der Einsatz von geregelten Pumpen in Wärmenetzen.

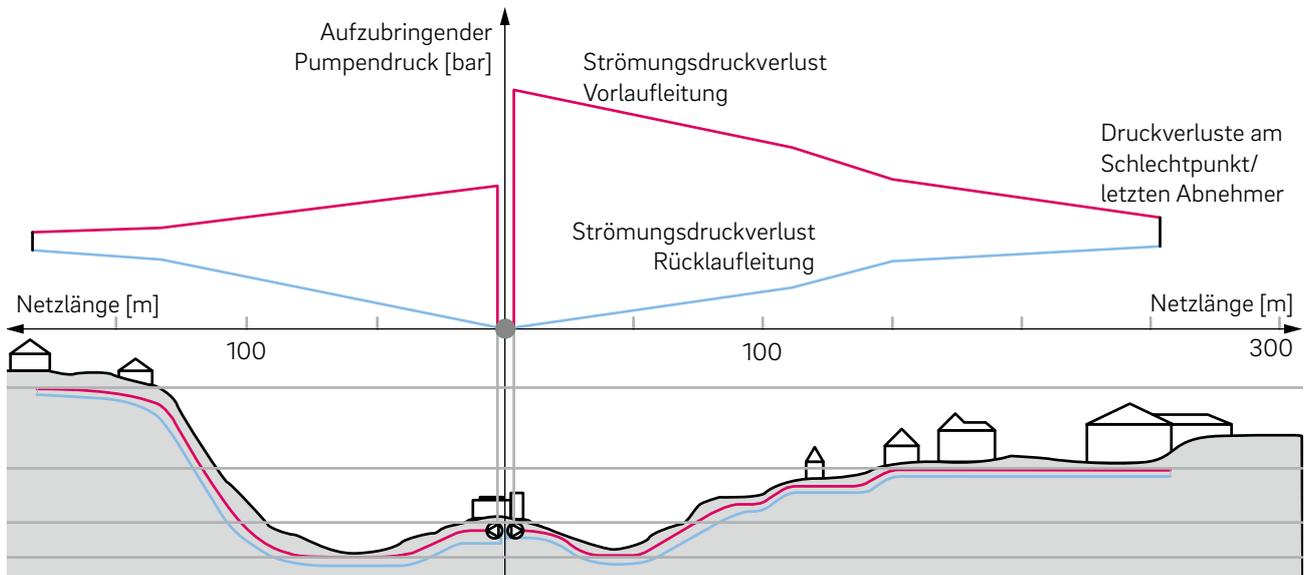


Abb. 06-17 Pumpenauslegung

Druckverlust Mediumrohre SDR 11 bei 80 °C

Volumenstrom		Leistung bei Spreizung			20 x 1,9		25 x 2,3		32 x 2,9		40 x 3,7		50 x 4,6		63 x 5,8	
[l/s]	[l/h]	20 K	30 K	40 K	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R
		[kW]	[kW]	[kW]	[m/s]	[Pa/m]										
0,06	216	5,0	7,5	10,0	0,29	75,1	0,18	25,0	-	-	-	-	-	-	-	-
0,07	252	5,9	8,8	11,7	0,34	98,6	0,21	32,7	-	-	-	-	-	-	-	-
0,08	288	6,7	10,0	13,4	0,39	124,9	0,24	41,4	-	-	-	-	-	-	-	-
0,09	324	7,5	11,3	15,1	0,44	154,0	0,28	50,9	-	-	-	-	-	-	-	-
0,10	360	8,4	12,6	16,7	0,49	185,8	0,31	61,4	-	-	-	-	-	-	-	-
0,11	396	9,2	13,8	18,4	0,53	220,3	0,34	72,6	-	-	-	-	-	-	-	-
0,12	432	10,0	15,1	20,1	0,58	257,4	0,37	84,8	-	-	-	-	-	-	-	-
0,13	468	10,9	16,3	21,8	0,63	297,2	0,40	97,7	0,24	29,4	-	-	-	-	-	-
0,14	504	11,7	17,6	23,4	0,68	339,5	0,43	111,5	0,26	33,6	-	-	-	-	-	-
0,15	540	12,6	18,8	25,1	0,73	384,4	0,46	126,2	0,28	37,9	-	-	-	-	-	-
0,16	576	13,4	20,1	26,8	0,78	431,9	0,49	141,6	0,30	42,5	-	-	-	-	-	-
0,18	648	15,1	22,6	30,1	0,87	534,5	0,55	174,9	0,33	52,4	-	-	-	-	-	-
0,20	720	16,7	25,1	33,5	0,97	647,1	0,61	211,3	0,37	63,2	-	-	-	-	-	-
0,22	792	18,4	27,6	36,8	1,07	769,6	0,67	250,9	0,41	74,9	-	-	-	-	-	-
0,24	864	20,1	30,1	40,2	1,16	902,0	0,73	293,5	0,45	87,5	-	-	-	-	-	-
0,26	936	21,8	32,7	43,5	1,26	1044,1	0,80	339,3	0,48	101,0	0,31	35,3	-	-	-	-
0,28	1008	23,4	35,2	46,9	1,36	1196,0	0,86	388,1	0,52	115,4	0,34	40,3	-	-	-	-
0,30	1080	25,1	37,7	50,2	1,46	1357,6	0,92	439,9	0,56	130,7	0,36	45,5	-	-	-	-
0,35	1260	29,3	44,0	58,6	-	-	1,07	582,4	0,65	172,5	0,42	60,0	-	-	-	-
0,40	1440	33,5	50,2	67,0	-	-	1,22	743,5	0,74	219,6	0,48	76,3	-	-	-	-
0,45	1620	37,7	56,5	75,3	-	-	1,38	922,9	0,83	272,0	0,54	94,3	0,34	31,9	-	-
0,50	1800	41,9	62,8	83,7	-	-	-	-	0,93	329,4	0,60	114,0	0,38	38,6	-	-
0,60	2160	50,2	75,3	100,5	-	-	-	-	1,11	459,6	0,72	158,6	0,46	53,5	-	-
0,70	2520	58,6	87,9	117,2	-	-	-	-	1,30	609,8	0,84	209,8	0,54	70,7	-	-
0,80	2880	67,0	100,5	134,0	-	-	-	-	1,48	779,8	0,96	267,7	0,61	90,0	-	-
0,90	3240	75,3	113,0	150,7	-	-	-	-	-	-	1,08	332,0	0,69	111,4	0,43	36,4
1,00	3600	83,7	125,6	167,4	-	-	-	-	-	-	1,20	402,8	0,76	134,9	0,48	44,1
1,10	3960	92,1	138,1	184,2	-	-	-	-	-	-	1,32	480,0	0,84	160,5	0,53	52,3
1,20	4320	100,5	150,7	200,9	-	-	-	-	-	-	1,44	563,5	0,92	188,1	0,58	61,3
1,30	4680	108,8	163,3	217,7	-	-	-	-	-	-	-	-	0,99	217,8	0,63	70,8
1,40	5040	117,2	175,8	234,4	-	-	-	-	-	-	-	-	1,07	249,5	0,67	81,0
1,50	5400	125,6	188,4	251,2	-	-	-	-	-	-	-	-	1,15	283,2	0,72	91,9
1,60	5760	134,0	200,9	267,9	-	-	-	-	-	-	-	-	1,22	318,8	0,77	103,4
1,80	6480	150,7	226,0	301,4	-	-	-	-	-	-	-	-	1,38	396,2	0,87	128,2
2,00	7200	167,4	251,2	334,9	-	-	-	-	-	-	-	-	1,53	481,3	0,96	155,4
2,20	7920	184,2	276,3	368,4	-	-	-	-	-	-	-	-	1,68	574,3	1,06	185,1
2,40	8640	201	301	402	-	-	-	-	-	-	-	-	1,84	675,1	1,16	217,2
2,60	9360	218	327	435	-	-	-	-	-	-	-	-	1,99	783,6	1,25	251,8
2,80	10080	234	352	469	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,35	288,7
3,00	10800	251	377	502	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,45	327,9
3,25	11700	272	408	544	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,57	380,4
3,50	12600	293	440	586	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,69	436,5
3,75	13500	314	471	628	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,81	496,2
4,00	14400	335	502	670	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,93	559,6

Tab. 06-2 Teil 1 der Druckverlusttabelle Mediumrohre SDR 11 bei 80 °C

Empfohlener Auslegungsbereich für REHAU SDR 11 Mediumrohre mit REHAU Verbindungstechnik:

	Verbindungstechnik Schiebehülse und/oder FUSAPEX empfohlen
--	--

	Verbindungstechnik FUSAPEX empfohlen
--	--------------------------------------

	maximal mögliche Fließgeschwindigkeit für Verbindungstechnik Schiebehülse
--	---

	(max. Strömungsgeschwindigkeit mit teilweise sehr hohem Druckgefälle(Pa/m) → nicht mehr im kritischen Strang empfohlen)
--	---

Druckverlust Mediumrohre SDR 11 bei 80 °C

Volumenstrom		Leistung bei Spreizung			75 x 6,8		90 x 8,2		110 x 10		125 x 11,4		140 x 12,7		160 x 14,6	
[l/s]	[l/h]	20 K	30 K	40 K	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R
		[kW]	[kW]	[kW]	[m/s]	[Pa/m]	[m/s]	[Pa/m]	[m/s]	[Pa/m]	[m/s]	[Pa/m]	[m/s]	[Pa/m]	[m/s]	[Pa/m]
2,40	8640	201	301	402	0,81	91,3	0,56	37,9	-	-	-	-	-	-	-	-
2,60	9360	218	327	435	0,88	105,7	0,61	43,8	-	-	-	-	-	-	-	-
2,80	10080	234	352	469	0,95	121,0	0,66	50,1	-	-	-	-	-	-	-	-
3,00	10800	251	377	502	1,01	137,4	0,71	56,8	-	-	-	-	-	-	-	-
3,25	11700	272	408	544	1,10	159,2	0,76	65,8	-	-	-	-	-	-	-	-
3,50	12600	293	440	586	1,18	182,4	0,82	75,3	-	-	-	-	-	-	-	-
3,75	13500	314	471	628	1,27	207,2	0,88	85,5	-	-	-	-	-	-	-	-
4,00	14400	335	502	670	1,35	233,4	0,94	96,2	-	-	-	-	-	-	-	-
4,25	15300	356	534	712	1,44	261,2	1,00	107,6	0,67	40,4	-	-	-	-	-	-
4,50	16200	377	565	753	1,52	290,4	1,06	119,5	0,71	44,8	-	-	-	-	-	-
4,75	17100	398	597	795	1,60	321,0	1,12	132,0	0,75	49,5	-	-	-	-	-	-
5,00	18000	419	628	837	1,69	353,1	1,18	145,1	0,79	54,4	-	-	-	-	-	-
5,25	18900	440	659	879	1,77	386,7	1,23	158,8	0,83	59,5	-	-	-	-	-	-
5,50	19800	460	691	921	1,86	421,7	1,29	173,0	0,86	64,8	-	-	-	-	-	-
5,75	20700	481	722	963	1,94	458,1	1,35	187,9	0,90	70,3	-	-	-	-	-	-
6,00	21600	502	753	1005	-	-	1,41	203,3	0,94	76,0	-	-	-	-	-	-
6,25	22500	523	785	1047	-	-	1,47	219,3	0,98	81,9	-	-	-	-	-	-
6,50	23400	544	816	1088	-	-	1,53	235,8	1,02	88,0	-	-	-	-	-	-
7,0	25200	586	879	1172	-	-	1,65	270,7	1,10	100,9	0,85	54,3	-	-	-	-
7,5	27000	628	942	1256	-	-	1,76	307,8	1,18	114,6	0,91	61,6	-	-	-	-
8,0	28800	670	1005	1340	-	-	1,88	347,1	1,26	129,2	0,98	69,4	-	-	-	-
8,5	30600	712	1067	1423	-	-	2,00	388,7	1,34	144,5	1,04	77,6	-	-	-	-
9,0	32400	753	1130	1507	-	-	-	-	1,41	160,7	1,10	86,2	-	-	-	-
9,5	34200	795	1193	1591	-	-	-	-	1,49	177,6	1,16	95,3	-	-	-	-
10,0	36000	837	1256	1674	-	-	-	-	1,57	195,4	1,22	104,7	0,97	59,8	-	-
10,5	37800	879	1319	1758	-	-	-	-	1,65	214,0	1,28	114,6	1,02	65,5	-	-
11,0	39600	921	1381	1842	-	-	-	-	1,73	233,4	1,34	125,0	1,07	71,3	-	-
12,0	43200	1005	1507	2009	-	-	-	-	1,89	274,5	1,46	146,9	1,16	83,8	-	-
13,0	46800	1088	1633	2177	-	-	-	-	2,04	318,8	1,58	170,4	1,26	97,2	0,97	50,9
14,0	50400	1172	1758	2344	-	-	-	-	-	-	1,71	195,7	1,36	111,5	1,04	58,4
15,0	54000	1256	1884	2512	-	-	-	-	-	-	1,83	222,6	1,45	126,7	1,12	66,3
16,0	57600	1340	2009	2679	-	-	-	-	-	-	1,95	251,1	1,55	142,9	1,19	74,7
17,0	61200	1423	2135	2846	-	-	-	-	-	-	-	-	1,65	160,0	1,27	83,6
18,0	64800	1507	2260	3014	-	-	-	-	-	-	-	-	1,75	178,0	1,34	92,9
19,0	68400	1591	2386	3181	-	-	-	-	-	-	-	-	1,84	196,9	1,41	102,8
20,0	72000	1674	2512	3349	-	-	-	-	-	-	-	-	1,94	216,7	1,49	113,0
21,0	75600	1758	2637	3516	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,56	123,8
22,0	79200	1842	2763	3684	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,64	135,0
24,0	86400	2009	3014	4019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,79	158,8
26,0	93600	2177	3265	4353	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,93	184,5
28,0	100800	2344	3516	4688	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,08	212,0
30,0	108000	2512	3767	5023	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 06-3 Teil 2 der Druckverlusttabelle Mediumrohre SDR 11 bei 80 °C

Empfohlener Auslegungsbereich für REHAU SDR 11 Mediumrohre mit REHAU Verbindungstechnik:

	Verbindungstechnik Schiebehülse und/oder FUSAPEX empfohlen
	Verbindungstechnik FUSAPEX empfohlen

x,xx maximal mögliche Fließgeschwindigkeit für Verbindungstechnik Schiebehülse

(max. Strömungsgeschwindigkeit mit teilweise sehr hohem Druckgefälle(Pa/m) → nicht mehr im kritischen Strang empfohlen)

Druckverlust bei abweichenden Wassertemperaturen von 10 °C bis 95 °C

Mediumtemperatur	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C	70°C	75°C	80°C	85°C	90°C	95°C
Korrekturfaktor für Druckverlust	1,333	1,292	1,255	1,227	1,197	1,170	1,145	1,122	1,101	1,082	1,063	1,046	1,030	1,014	1,000	0,986	0,973	0,961

Druckverlust Mediumrohre SDR 7,4 bei 80 °C

Volumenstrom		20 x 2,8		25 x 3,5		32 x 4,4		40 x 5,5		50 x 6,9		63 x 8,6	
[l/s]	[l/h]	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R
		[m/s]	[Pa/m]										
0,040	144	0,25	64,7	0,16	22,3	-	-	-	-	-	-	-	-
0,045	162	0,28	79,6	0,18	27,4	-	-	-	-	-	-	-	-
0,050	180	0,31	95,8	0,20	33,0	-	-	-	-	-	-	-	-
0,055	198	0,34	113,3	0,22	39,0	-	-	-	-	-	-	-	-
0,060	216	0,37	132,1	0,24	45,4	-	-	-	-	-	-	-	-
0,065	234	0,40	152,2	0,26	52,2	-	-	-	-	-	-	-	-
0,070	252	0,43	173,6	0,28	59,5	-	-	-	-	-	-	-	-
0,075	270	0,46	196,3	0,29	67,2	-	-	-	-	-	-	-	-
0,080	288	0,49	220,2	0,31	75,3	-	-	-	-	-	-	-	-
0,085	306	0,52	245,3	0,33	83,9	-	-	-	-	-	-	-	-
0,090	324	0,55	271,7	0,35	92,8	0,21	27,5	-	-	-	-	-	-
0,095	342	0,58	299,3	0,37	102,2	0,22	30,3	-	-	-	-	-	-
0,10	360	0,61	328,1	0,39	111,9	0,24	33,1	-	-	-	-	-	-
0,11	396	0,68	389,3	0,43	132,6	0,26	39,2	-	-	-	-	-	-
0,12	432	0,74	455,2	0,47	154,8	0,28	45,7	-	-	-	-	-	-
0,13	468	0,80	525,9	0,51	178,6	0,31	52,7	-	-	-	-	-	-
0,14	504	0,86	601,3	0,55	204,0	0,33	60,1	-	-	-	-	-	-
0,15	540	0,92	681,3	0,59	230,8	0,35	67,9	-	-	-	-	-	-
0,16	576	0,98	765,9	0,63	259,2	0,38	76,2	0,24	26,1	-	-	-	-
0,18	648	1,11	948,9	0,71	320,4	0,43	94,0	0,27	32,2	-	-	-	-
0,20	720	1,23	1150,1	0,79	387,6	0,47	113,5	0,30	38,8	-	-	-	-
0,22	792	1,35	1369,3	0,86	460,6	0,52	134,7	0,33	46,0	-	-	-	-
0,24	864	1,47	1606,4	0,94	539,4	0,57	157,5	0,36	53,7	-	-	-	-
0,26	936	-	-	1,02	623,9	0,62	181,8	0,39	61,9	-	-	-	-
0,28	1008	-	-	1,10	714,2	0,66	207,8	0,42	70,7	-	-	-	-
0,30	1080	-	-	1,18	810,1	0,71	235,4	0,45	80,0	0,29	27,5	-	-
0,35	1260	-	-	1,38	1074,6	0,83	311,3	0,53	105,5	0,34	36,2	-	-
0,40	1440	-	-	-	-	0,95	396,8	0,61	134,3	0,39	46,0	-	-
0,45	1620	-	-	-	-	1,06	491,9	0,68	166,1	0,44	56,8	-	-
0,50	1800	-	-	-	-	1,18	596,4	0,76	201,0	0,49	68,7	-	-
0,60	2160	-	-	-	-	1,42	833,7	0,91	280,1	0,58	95,4	0,36	30,7
0,70	2520	-	-	-	-	-	-	1,06	371,1	0,68	126,1	0,42	40,4
0,80	2880	-	-	-	-	-	-	1,21	474,0	0,78	160,8	0,49	51,4
0,90	3240	-	-	-	-	-	-	-	-	0,87	199,2	0,55	63,6
1,00	3600	-	-	-	-	-	-	-	-	0,97	241,5	0,61	77,0
1,10	3960	-	-	-	-	-	-	-	-	1,07	287,5	0,67	91,5
1,20	4320	-	-	-	-	-	-	-	-	1,17	337	0,73	107
1,30	4680	-	-	-	-	-	-	-	-	1,26	391	0,79	124
1,40	5040	-	-	-	-	-	-	-	-	1,36	448	0,85	142
1,50	5400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,91	161
1,60	5760	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,97	181
1,80	6480	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,09	225
2,00	7200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,21	273
2,20	7920	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,34	326
2,40	8640	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,46	382
2,60	9360	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 06-4 Druckverlusttabelle Mediumrohre SDR 7,4 bei 80 °C

Empfohlener Auslegungsbereich für REHAU SDR 11 Mediumrohre mit REHAU Verbindungstechnik:

 Verbindungstechnik Schiebehülse empfohlen

x,xx maximal mögliche Fließgeschwindigkeit für Verbindungstechnik Schiebehülse

(max. Strömungsgeschwindigkeit mit teilweise sehr hohem Druckgefälle(Pa/m) → nicht mehr im kritischen Strang empfohlen)

06.04 Wärmeverluste RAUTHERMEX und RAUVITHERM Rohre

Bei einer Erdreichtemperatur von 10 °C, einer Leitfähigkeit des Bodens von 1,0 W/m·K, einer Überdeckungshöhe von 0,8 m und einem Rohrabstand von 0,1 m stellen sich je Rohrmeter folgende Wärmeverluste bei der jeweiligen mittleren Betriebstemperatur ein. Die angegebenen Wärmeverluste gelten für 1 m RAUTHERMEX bzw. RAUVITHERM Rohr. Dabei sind die Wärmeverluste eines DUO-Rohres 30 % geringer im Vergleich zu 2 UNO-Rohren (siehe Abb. 06-18 und Abb. 06-19).

Berechnungsgrundlagen

- Verlegeart UNO Rohr: 2 Rohre erdverlegt
- Verlegeart DUO Rohr: 1 Rohr erdverlegt
- Rohrabstand bei UNO Rohr: $a = 0,1 \text{ m}$
- Überdeckungshöhe: $h = 0,8 \text{ m}$
- Erdreichtemperatur: $\vartheta_E = 10 \text{ °C}$
- Leitfähigkeit Boden: $\lambda_E = 1,0 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
- Leitfähigkeit PUR-Schaum RAUTHERMEX ★: $\lambda_{PU} \star = 0,0199 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
- Leitfähigkeit PE-Xa-Rohr: $\lambda_{PE-Xa} = 0,38 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
- Leitfähigkeit PE-Mantelrohr: $\lambda_{PE} = 0,33 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

Wärmeverluste im Betrieb

$\dot{Q} = U (\vartheta_B - \vartheta_E) \text{ [W/m]}$
 $U = \text{Wärmedurchgangskoeffizient [W/m}\cdot\text{K]}$
 $\vartheta_B = \text{mittlere Betriebstemperatur [°C]}$
 $\vartheta_E = \text{Bodentemperatur [°C]}$

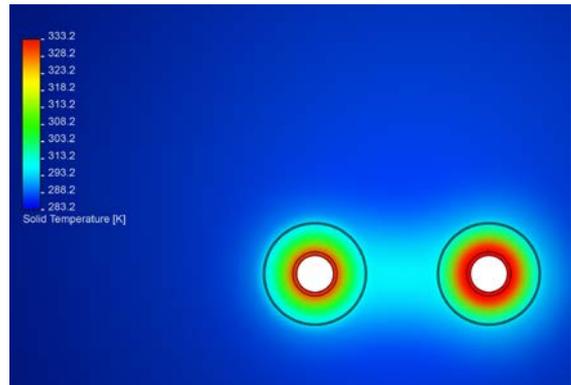


Abb. 06-18 Wärmeverteilung bei UNO Rohren

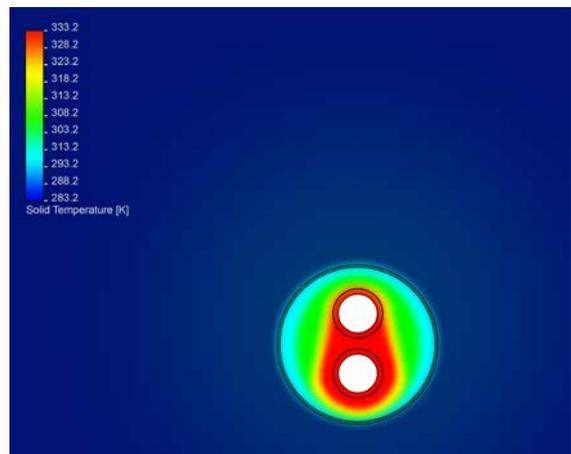


Abb. 06-19 Wärmeverteilung bei DUO Rohren

Beispiel Wärmeverlust für die Abmessung RAUTHERMEX UNO 63/126

- Vorlauftemperatur: $\vartheta_V = 80 \text{ °C}$
- Rücklauftemperatur: $\vartheta_R = 60 \text{ °C}$
- mittlere Betriebstemperatur: $\vartheta_B = (80 \text{ °C} + 60 \text{ °C})/2 = 70 \text{ °C}$
- Wärmeverlust abgelesen: $\dot{Q} = 9,7 \text{ W/m}$
- (Tabellen auf folgenden Seiten)
- Wärmeverlust bezogen auf Vor- und Rücklauf: $\dot{Q} = 2 \times 9,7 \text{ W/m} = 19,4 \text{ W/m}$

RAUTHERMEX UNO SDR 11

Typ	Wärmeverluste \dot{Q} / Meter [W/m] mittlere Betriebstemperatur ϑ_B					
	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C
25/91	2 x 1,8	2 x 2,7	2 x 3,6	2 x 4,6	2 x 5,5	2 x 6,4
...
63/126	2 x 3,2	2 x 4,9	2 x 6,5	2 x 8,1	2 x 9,7	2 x 11,3
...

Tab. 06-5 Beispiel Wärmeverlust, Originaltabelle siehe Seite 64



Pro Trassenmeter sind die Wärmeverluste bezogen auf Vor- und Rücklauf, im Beispiel:
 $\dot{Q} = 2 \times 9,7 \text{ W/m} = 19,4 \text{ W/m}$

Bei DUO Rohren kann der Wärmeverlust direkt abgelesen werden. Der Faktor 2 (für Vorlauf und Rücklauf) wird nicht benötigt.

Wärmeverluste \dot{Q}

RAUTHERMEX UNO SDR 11 

Typ	Wärmeverluste \dot{Q} / Meter [W/m] mittlere Betriebstemperatur ϑ_B					
	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C
25/91	2 x 1,8	2 x 2,7	2 x 3,6	2 x 4,6	2 x 5,5	2 x 6,4
32/91	2 x 2,2	2 x 3,3	2 x 4,4	2 x 5,6	2 x 6,7	2 x 7,8
32/111	2 x 1,9	2 x 2,9	2 x 3,8	2 x 4,8	2 x 5,8	2 x 6,7
40/91	2 x 2,8	2 x 4,1	2 x 5,5	2 x 6,9	2 x 8,3	2 x 9,7
40/126	2 x 2,0	2 x 3,1	2 x 4,1	2 x 5,1	2 x 6,1	2 x 7,1
50/111	2 x 2,8	2 x 4,3	2 x 5,7	2 x 7,1	2 x 8,5	2 x 9,9
50/126	2 x 2,5	2 x 3,8	2 x 5,0	2 x 6,3	2 x 7,6	2 x 8,8
63/126	2 x 3,2	2 x 4,9	2 x 6,5	2 x 8,1	2 x 9,7	2 x 11,3
63/142	2 x 2,8	2 x 4,3	2 x 5,7	2 x 7,1	2 x 8,5	2 x 9,9
75/162	2 x 3,0	2 x 4,5	2 x 6,0	2 x 7,5	2 x 8,9	2 x 10,4
90/162	2 x 3,8	2 x 5,7	2 x 7,6	2 x 9,5	2 x 11,4	2 x 13,3
90/182	2 x 3,2	2 x 4,8	2 x 6,5	2 x 8,1	2 x 9,7	2 x 11,3
110/162	2 x 5,5	2 x 8,2	2 x 11,0	2 x 13,7	2 x 16,4	2 x 19,2
110/182	2 x 4,4	2 x 6,5	2 x 8,7	2 x 10,9	2 x 13,1	2 x 15,3
110/202	2 x 3,7	2 x 5,6	2 x 7,4	2 x 9,3	2 x 11,1	2 x 13,0
125/182	2 x 5,6	2 x 8,4	2 x 11,2	2 x 14,0	2 x 16,8	2 x 19,6
125/202	2 x 4,6	2 x 6,9	2 x 9,2	2 x 11,5	2 x 13,7	2 x 16,0
140/202	2 x 5,8	2 x 8,7	2 x 11,6	2 x 14,5	2 x 17,3	2 x 20,2
160/250	2 x 6,1	2 x 9,1	2 x 12,1	2 x 15,1	2 x 18,2	2 x 21,2

Tab. 06-6 Wärmeverluste RAUTHERMEX UNO, SDR 11

RAUTHERMEX DUO SDR 11 

Typ	Wärmeverluste \dot{Q} / Meter [W/m] mittlere Betriebstemperatur ϑ_B					
	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C
20+20/111	2,1	3,2	4,3	5,3	6,4	7,5
25+25/111	2,6	3,9	5,1	6,4	7,7	9,0
32+32/111	3,4	5,1	6,8	8,5	10,1	11,8
32+32/126	2,9	4,3	5,7	7,2	8,6	10,0
40+40/126	3,8	5,7	7,6	9,5	11,5	13,4
40+40/142	3,2	4,8	6,4	8,0	9,6	11,2
50+50/162	3,6	5,3	7,1	8,9	10,7	12,5
50+50/182	3,0	4,5	6,0	7,6	9,1	10,6
63+63/182	4,3	6,4	8,5	10,7	12,8	14,9
63+63/202	3,6	5,3	7,1	8,9	10,7	12,5
75+75/202	4,9	7,3	9,7	12,2	14,6	17,0

Tab. 06-8 Wärmeverluste RAUTHERMEX DUO, SDR 11



RAUVITHERM UNO SDR 11 

Typ	Wärmeverluste \dot{Q} / Meter [W/m] mittlere Betriebstemperatur ϑ_B					
	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C
25/120	2 x 3,3	2 x 4,9	2 x 6,5	2 x 8,2	2 x 9,8	2 x 11,4
32/120	2 x 3,8	2 x 5,7	2 x 7,6	2 x 9,5	2 x 11,4	2 x 13,3
40/120	2 x 4,5	2 x 6,7	2 x 8,9	2 x 11,2	2 x 13,4	2 x 15,6
50/150	2 x 4,5	2 x 6,8	2 x 9,0	2 x 11,3	2 x 13,5	2 x 15,8
63/150	2 x 5,5	2 x 8,3	2 x 11,1	2 x 13,8	2 x 16,6	2 x 19,4
75/175	2 x 5,7	2 x 8,5	2 x 11,4	2 x 14,2	2 x 17,0	2 x 19,9
90/175	2 x 6,8	2 x 10,2	2 x 13,5	2 x 16,9	2 x 20,3	2 x 23,7
110/190	2 x 8,2	2 x 12,2	2 x 16,3	2 x 20,4	2 x 24,5	2 x 28,6
125/210	2 x 8,5	2 x 12,7	2 x 16,9	2 x 21,2	2 x 25,4	2 x 29,6

Tab. 06-7 Wärmeverluste RAUVITHERM UNO, SDR 11

RAUVITHERM DUO SDR 11 

Typ	Wärmeverluste \dot{Q} / Meter [W/m] mittlere Betriebstemperatur ϑ_B					
	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C
25+25/150	4,9	7,4	9,8	12,3	14,7	17,2
32+32/150	5,2	7,8	10,4	13,0	15,5	18,1
40+40/150	6,4	9,6	12,8	16,1	19,3	22,5
50+50/175	6,7	10,1	13,4	16,8	20,2	23,5
63+63/210	7,7	11,5	15,4	19,2	23,0	26,9

Tab. 06-9 Wärmeverluste RAUVITHERM DUO, SDR 11



RAUTHERMEX UNO SDR 7,4 Sanitär 

Typ	Wärmeverluste \dot{Q} / Meter [W/m] mittlere Betriebstemperatur ϑ_b				
	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C
20/76	2 x 2,1	2 x 3,1	2 x 4,1	2 x 5,2	2 x 6,2
25/76	2 x 2,4	2 x 3,7	2 x 4,9	2 x 6,1	2 x 7,3
32/76	2 x 3,2	2 x 4,8	2 x 6,4	2 x 7,9	2 x 9,5
40/91	2 x 3,3	2 x 5,0	2 x 6,7	2 x 8,3	2 x 10,0
50/111	2 x 3,4	2 x 5,1	2 x 6,9	2 x 8,6	2 x 10,3
63/126	2 x 3,9	2 x 5,9	2 x 7,8	2 x 9,8	2 x 11,7

Tab. 06-10 Wärmeverluste RAUTHERMEX UNO, SDR 7,4

**RAUTHERMEX DUO SDR 7,4 Sanitär** 

Typ	Wärmeverluste \dot{Q} / Meter [W/m] mittlere Betriebstemperatur ϑ_b				
	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C
25+20/91	3,4	5,1	6,9	8,6	10,3
32+20/111	3,2	4,8	6,4	8,0	9,7
40+25/126	3,5	5,3	7,1	8,9	10,6
50+32/126	5,0	7,4	9,9	12,4	14,9

Tab. 06-11 Wärmeverluste RAUTHERMEX DUO, SDR 7,4

Angaben zu den Wärmeverlusten des Rohrprogrammes „RAUTHERMEX strong für Fernwärme SDR 7,4“ erhalten Sie auf Anfrage.

06.05 Temperatur- und Druckbegrenzungen

Folgende Druckbegrenzungen gelten bei den maximalen Lebensdauern für REHAU Mediumrohre SDR 11 bei den Rohrsystemen RAUVITHERM und RAUTHERMEX in Abhängigkeit von der Betriebstemperatur, wenn diese kontinuierlich anliegt:

Betriebs- temperatur	Sicherheits- faktor SF je nach Temperatur	Zulässiger Betriebsdruck	Mindest- lebensdauer D_i
[°C]		[bar]	[Jahre]
50	1,5	8,7	100
55	1,5	8,2	100
60	1,5	7,8	100
65	1,5	7,3	100
70	1,5	6,9	95
75	1,5	6,6	55
80	1,5	6,3	32
85	1,3	6,9	19
90	1,3	6,3	11
95	1,3	6,3	7

Tab. 06-12 Temperatur und Druckbegrenzung

Damit werden die Mindestanforderungen an das Langzeitverhalten gemäß DIN 16892/93 (Stand 2019) und die darüber hinausgehenden höheren Anforderungen gemäß DIN EN 15632 (Stand 2015) in vollem Umfang erfüllt. Den zulässigen Betriebsdrücken liegt ein Sicherheitsfaktor gemäß Kapitel 03 zugrunde. Entsprechende Referenzmessungen werden in externen Prüfinstituten regelmäßig durchgeführt und die Zeitstandsinnendruckfestigkeit bestätigt.



Abb. 06-20 Im Langzeittest werden die Rohre auf ihre Temperatur- und Druckbeständigkeit untersucht



Abb. 06-21 Rohre und Verbindungstechnik werden als System geprüft

06.06 Lebensdauerberechnung mit der Miner'schen Regel

In der Praxis wird ein Wärmenetz mit wechselnden Vor- und Rücklauftemperaturen T_1 bis T_n in einem sogenannten Lastkollektiv betrieben. Die resultierende Lebensdauer des REHAU PE-Xa Mediumrohrs kann dann nach ISO 13760 „Miner'sche Regel“ ermittelt werden.

Beispiele zur Lebensdauerberechnung

In den folgenden Beispielen sind verschiedene Lebensdauern für verschiedene Lastkollektive angegeben.

- Beispiel 1:
Wärmenetz, das über das gesamte Jahr hinweg bei konstant 80°C Vorlauftemperatur betrieben wird

- Beispiel 2:
Wärmenetz mit gleitender Vorlauftemperatur zwischen 65-85 °C je nach Außentemperatur
- Beispiel 3:
Wärmenetz für industrielle Teilversorgung bei 85 °C Vorlauftemperatur mit An- und Abfahrrampe
- Beispiel 4:
Niedertemperatur-Wärmenetz mit Vorlauftemperatur von 55-60 °C

Der maximale Betriebsdruck ist jeweils mit 6 bar angesetzt und es wird in der Berechnung in jedem Netz nur der jeweils thermisch höher belastete Vorlaufstrang betrachtet. Die kältere Rücklaufleitung hat stets eine längere Lebensdauer.

Betriebstemperatur [°C]	Lebensdauer bei kontinuierlichem Betrieb [Jahre]	Beispiel 1 Jährliche Betriebsdauer [h]	Beispiel 2 Jährliche Betriebsdauer [h]	Beispiel 3 Jährliche Betriebsdauer [h]	Beispiel 4 Jährliche Betriebsdauer [h]
50	100	0	0	185	0
55	100	0	0	160	4380
60	100	0	0	145	4380
65	100	0	504	130	0
70	95	0	3720	120	0
75	55	0	840	115	0
80	32	8760	3528	110	0
85	19	0	168	4500	0
90	11	0	0	0	0
95	7	0	0	0	0
Gesamtbetriebszeit (h/a)		8760	8760	5280	8760
resultierende Lebensdauer		32 Jahre	> 50 Jahre	> 30 Jahre	> 100 Jahre

Die Lebensdauer eines Rohres in einem Wärmenetz mit gleitendem Temperaturprofil ist damit deutlich höher als die Lebensdauer bei kontinuierlichem Dauerbetrieb bei der maximalen Temperatur.



REHAU bietet Ihnen als Planungsunterstützung projektspezifische Lebensdauerberechnungen. Bitte kontaktieren Sie dazu Ihren REHAU Vertriebs-Ansprechpartner, siehe „REHAU Verkaufsbüros“ auf Seite 102.

06.07 Anschlussfragebogen für ein Nahwärmenetz

Der Anschlussfragebogen (siehe Anhang) ist in der Vorplanungsphase das wesentliche Instrument, um eine Vordimensionierung auf Basis erster Anschlussnehmerdaten durchführen zu können. Hierbei stehen hauptsächlich die Angaben zum Wärmeverbrauch, Gebäudedaten und Daten zur bisherigen Heizungsanlage im Vordergrund sowie die generelle Bereitschaft zum Anschluss. Die räumliche Verteilung der Anschlüsse und die Belegungsdichte kann für eine erste wirtschaftliche Abschätzung des Wärmenetzes damit einfach ermittelt werden.

Bei der Detailplanung kann der Anschlussfragebogen auch für die grundsätzliche Datenerhebung verwendet werden.

Abb. 06-22 Anschlussfragebogen



Alle Unterlagen zum Thema Planung (Anschlussfragebogen, Objektfragebogen) finden Sie in elektronischer Form online unter www.rehau.de/nahwaerme-downloads.



06.08 Objektfragebogen für ein Nahwärmenetz

Der Objektfragebogen (siehe Anhang) dient zur Abfrage relevanter Daten zur Planung eines Wärmenetzes. Für die Dimensionierung können hier die wichtigsten Daten erfasst werden

- Objektstandort
- Lageplan
- Abnehmer mit Anschlussleistungen
- Netzauslegungstemperaturen
- Weitere Vorgaben, z. B. Höhendifferenzen zwischen Heizzentrale und höchstem Punkt im Netz.

Abb. 06-23 Objektfragebogen



Bei der Dimensionierung und Planung Ihres Wärmenetzes steht Ihnen REHAU jederzeit gerne mit dem REHAU eigenen Planungscenter zur Verfügung. Ansprechpartner siehe „REHAU Verkaufsbüros“ auf Seite 102.

07 Bauausführung Nahwärmeleitungen



07.01 Transport und Lagerung



Bei unsachgemäßem Transport oder falscher Lagerung können Beschädigungen von Rohren, Zubehör und Formteilen auftreten, die zur Beeinträchtigung der Funktionssicherheit, insbesondere der hervorragenden Wärmedämmeigenschaften, führen können. Die Rohre und Rohrleitungsteile sind vor dem Einbringen in den Rohrgraben auf eventuelle Transport- und Lager-schäden zu überprüfen. Rohre und Rohrleitungsteile mit Beschädigung dürfen nicht eingebaut werden. Bedingt durch die Wicklung der Rohre können auf der Rohrinne-seite unregelmäßige Wellenbildungen entstehen, die in der Regel keine Beeinträchtigung der Rohrqualität ergeben. Im ausgelegten Zustand des Rohres bilden sich diese zurück.

Lagerzeit

Zur Vermeidung des Eindringens von Fremdmaterial in die Rohrleitungen und Schädigung des Mediumrohres durch UV-Strahlung sind die REHAU Nah- bzw. Fernwärmerohre an den Schnittenden verschlossen zu halten. Der Kontakt mit schädigenden Medien (siehe Beiblatt 1 zur DIN 8075) ist zu vermeiden. REHAU Rohre sind bei Einwirkung von Sonnenlicht nur begrenzt lagerfähig. Erfahrungsgemäß ist in Mitteleuropa eine Freilagerung ab Herstellung bis zu 2 Jahren ohne Einfluss auf die Festigkeitseigenschaften möglich. Bei längeren Freilagerzeiten oder in Gebieten mit starker Sonneneinstrahlung, z. B. am Meer, in südlichen Ländern oder in Höhen über 1500 m ist eine sonnengeschützte Lagerung notwendig. Beim Abdecken mit Planen muss auf deren UV-Beständigkeit geachtet werden und eine gute Belüftung der Rohre sichergestellt sein, um einen Wärmestau zu vermeiden. Bei lichtgeschützter Lagerung besteht keine Lagerzeitbegrenzung.

Aufnehmen mit Stapler

Beim Transport mit einem Gabelstapler sind die Gabeln mit geeignetem Schonermaterial (bspw. Kunststoffrohre) zu versehen, um eine Beschädigung der Ringbunde zu verhindern.



Auf die Staplergabeln geschobene Rohre müssen vor Abrutschen gesichert werden.



Lager

Transport

Ringbunde sollen auf einer Ladefläche liegend transportiert werden, dabei über den gesamten Umfang flach aufliegen und gegen Verrutschen gesichert sein. Vor dem Beladen ist die Ladefläche zu säubern.



Aufnehmen mit Bagger

Zum Anheben sind mindestens 50 mm breite Hebeschlingen oder Hebebänder zu verwenden. Es dürfen keine Seile oder Ketten verwendet werden.

Beim Aufnehmen eines liegenden Ringbundes zum vertikalen Transport ist darauf zu achten, dass die noch aufliegende und mit dem halben Bundgewicht belastete Ringbundstelle nicht über den Untergrund gezogen wird.

Beim Absetzen von Ringbunden ist mit besonderer Sorgfalt vorzugehen.



Lagerung

Empfohlen wird die Lagerung von Ringbunden liegend auf Holzbohlen. Damit sind Beschädigungen weitgehend ausgeschlossen und Ringbunde lassen sich einfach wieder aufnehmen. Ringbunde keinesfalls auf scharfkantigem Material lagern.



Verletzungsgefahr durch umstürzende Ringbunde

Es ist auch möglich, Ringbunde stehend zu lagern. Bei stehender Lagerung von Ringbunden sind diese zwingend gegen Umfallen und Wegrollen zu sichern.

Bei stehender Lagerung können aufgrund des Gewichtsdrucks auf die relativ kleine Auflagefläche Gegenstände in den Außenmantel gedrückt werden. Es ist auf einen geeigneten Untergrund der Lagerfläche zu achten.



07.02 Verlegemethoden

07.02.01 Allgemeine Hinweise

Hinweise Rohrgraben

Die Breite der Grabensohle richtet sich nach dem Außendurchmesser des Rohres und danach, ob zum Verlegen der Rohre ein betretbarer Arbeitsraum notwendig ist. Dabei ist zu beachten, dass die Abmessungen des Rohrgrabens Größe und Verteilung der Erd- und Verkehrslasten und somit die Tragfähigkeit der Rohrleitung beeinflussen.

Bei den REHAU Nah- bzw. Fernwärmerohren werden nur im Bereich der Muffenverbindungen betretbare Arbeitsräume benötigt, die nach DIN 4124 festgelegt sind.

Die reguläre Mindestüberdeckung über dem Rohr beträgt 80 cm, die maximale Überdeckung 2,6 m. Größere und geringere Überdeckungen müssen durch eine Statikberechnung bestätigt werden.



Generell sollten die Rohrleitungen in einer frostfreien Tiefe verlegt werden.

Ohne Verkehrsbelastung kann die minimale Überdeckungshöhe auf 60 cm reduziert werden (siehe Kapitel 07.03.01 „Grabenquerschnitte“), wobei dann höhere Wärmeverluste auftreten und gegebenenfalls Sondermaßnahmen zur Eisfreihaltung notwendig werden.

Die Grabensohle ist mit Sandbettung (Dicke 10 cm, Körnung 0/4) in der Breite und Tiefenlage so herzustellen, dass die Leitung auf der ganzen Länge aufliegt.



Abb. 07-1 Geeignete Grabensohle

Die Grabensohle darf nicht aufgelockert werden. Aufgelockerter, bindiger Boden muss vor dem Verlegen der Rohre bis zur Tiefe der Auflockerung ausgehoben und durch nichtbindigen Boden oder ein besonderes Rohraufleger ersetzt werden. Aufgelockerter, nichtbindiger Boden muss wieder verdichtet werden.



Abb. 07-2 Grabensohle mit Rohraufleger

Verkehrslasten

Die Verlegung im Straßenbereich muss nach DIN 1072 den Belastungsklassen SLW 30 (= 300 kN Gesamtlast) bzw. SLW 60 entsprechen. Mit entsprechendem Oberbau nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO) können die Rohre nach erbrachtem statischen Nachweis mit SLW 60 überfahren werden. Die Rohre weisen eine Scheiteldruckfestigkeit von SN4 auf.

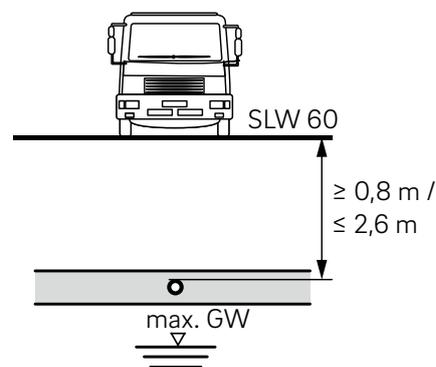


Abb. 07-3 Überdeckungshöhe bei Verkehrslasten

07.02.02 Offene Bauweise

Die standardmäßige Verlegeart ist die offene Bauweise. Der Rohrgraben kann hierbei sehr schmal ausgeführt werden. Lediglich an den Verbindungsstellen muss entsprechender Arbeitsraum zur Verfügung stehen. Das Verfahren kann bei allen Bodenarten und von jedem Tiefbauunternehmen übernommen werden.



Abb. 07-4 Verlegung in offener Bauweise



- Flexible Verlegung ohne Spezialwerkzeuge
- Einfach und kostengünstig
- Nachträgliche Anschlüsse sind jederzeit möglich
- Minimale Grabenbreite, lediglich an den Verbindungsstellen sind zugängliche Grabenbreiten erforderlich



- Bei asphaltierten Flächen ist eine komplette Asphaltierkette notwendig.
- Das Rohr wird ohne Hilfsmittel in den offenen Graben eingelegt.



Abb. 07-5 Schematische Darstellung offene Bauweise

07.02.03 Einziehverfahren

Im Einziehverfahren können REHAU Nah- bzw. Fernwärmerohre beispielsweise durch stillgelegte Kanäle oder vorverlegte Leerrohre gezogen werden. Außerdem kann das Nah- bzw. Fernwärmerohr sehr flexibel unter querenden Kanälen, Rohren und anderen Versorgungsleitungen im offenen Graben eingezogen werden.



Abb. 07-6 Abrollwagen



- Kostengünstige Verlegung durch Leerrohre, die bereits vorhanden sind oder über Spülbohren eingebracht werden
- Bei RAUTHERMEX kann durch die Verbundbauweise mit hohen Einzugskräften gearbeitet werden. Somit können große Längen erreicht werden.



- Beim Einziehen um scharfe Kanten müssen Umlenkrollen verwendet werden, um Beschädigungen des Nah- bzw. Fernwärmerohrs zu vermeiden.
- Der Innendurchmesser des Leerrohres muss ausreichend bemessen sein. Ein Ringspalt von mindestens 2 cm Breite ist einzuplanen. Beim Einziehen in Bögen müssen diese mit Formteilen mit jeweils max. 15 ° aufgebaut werden. Die Breite des Ringspalts ist in diesem Fall größer zu wählen.
- Vorzugsweise sollte ein Abwickler verwendet werden.
- An den Enden der Einzugsstrecken sind Lageverschiebungen durch entsprechende Sicherungen (bspw. ausreichende Überdeckungslängen) zu gewährleisten.

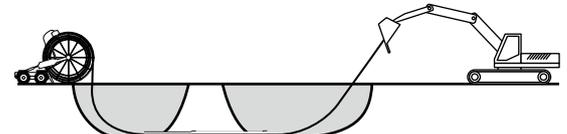


Abb. 07-7 Schematische Darstellung Einziehverfahren

07.02.04 Einpflügvfahren für RAUTHERMEX

Im Einpflügvfahren werden die Rohre schnell und ohne großen Aufwand direkt über das Pfluggerät in die Pflugsohle eingebracht.

Das Verfahren kann bei weitgehend steinfreien Böden angewandt werden. Für diese Verlegungsart wird eine Spezialfirma benötigt und sie ist in der Regel erst ab einer Länge von mindestens 500 m wirtschaftlich.



Abb. 07-8 Verlegung mit Rohrflug



- Keine Rohrgräben notwendig
- Hohe Verlegeleistung möglich mit bis zu 5 km pro Tag, abhängig vom Rohrdurchmesser
- Günstige Einbaumethode bei langen Rohrstrecken ohne Abzweig und unbefestigten Flächen



- Die Verlegung ist nur in unbefestigten Flächen und mit RAUTHERMEX möglich.
- Es dürfen keine Leitungsquerungen im Trassenverlauf vorhanden sein.
- Für die Verlegung im Einpflügvfahren gibt es Spezialfirmen mit entsprechendem Equipment und Know-how.
- Nur bei geeigneten Bodenverhältnissen anwendbar.

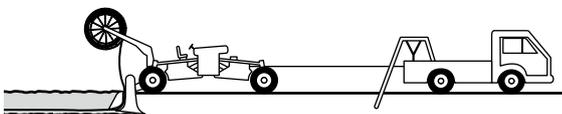


Abb. 07-9 Schematische Darstellung Einpflügvfahren

07.02.05 Spülbohrverfahren für RAUTHERMEX

Beim Spülbohrverfahren wird das abgetragene Bohrgut über die Spülflüssigkeit aus der Bohrung herausgefördert. In die Gegenrichtung wird das Rohr unterirdisch eingezogen. Einsatz erfolgt bei aufwendigen Querungen (Gebäude-, Autobahn- oder Flussquerungen). Bei sandigen und sehr felsigen Böden ist es in der Regel nicht anwendbar.



Abb. 07-10 Verlegung mit Spülbohrgerät



- Hochwertige Oberflächen können bewahrt und unterquert werden
- Möglichkeit der Unterquerung von Gewässern und viel befahrenen Straßen
- Hohe Verlegeleistung mit über 100 m pro Tag



- Das Spülbohrverfahren ist nur mit RAUTHERMEX möglich.
- Die maximal auf das Rohr wirkenden Kräfte müssen unter den zulässigen Kräften liegen (siehe Tab. 07-1 „Maximal zulässige Kräfte RAUTHERMEX SDR 11“ und Tab. 07-2 „Maximal zulässige Kräfte RAUTHERMEX SDR 7,4“).
- Der Spülbohrradius ist vom Bohrgestänge abhängig, nicht vom Biegeradius des Rohrs.
- Die Lage von vorhandenen Versorgungsleitungen muss genau bekannt sein, damit diese umfahren werden können.
- Es werden Start- und Zielgruben sowie ca. 6 – 10 m Platz für die Maschine benötigt.
- Das Einziehen in ein zuvor eingebrachtes Schutzrohr sollte gegenüber der Verlegung im Spülbohrverfahren bevorzugt werden.

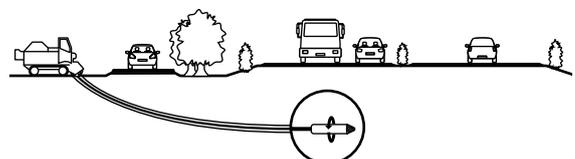


Abb. 07-11 Schematische Darstellung Spülbohrverfahren

Hinweise Spülbohrverfahren

Die Verbindung vom RAUTHERMEX Rohr zum Bohrkopf muss über das Innenrohr bzw. bei DUO über beide Innenrohre und den Mantel erfolgen.

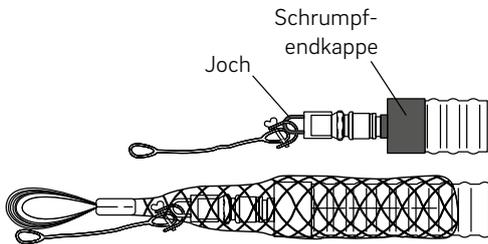


Abb. 07-12 Verbindung RAUTHERMEX – Bohrkopf



Abb. 07-13 Spülbohren RAUTHERMEX

Maximal zulässige Kräfte, die auf das Rohr wirken dürfen:

RAUTHERMEX SDR 11 für den Heizwassereinsatz

Dimension	Maximal zulässige Kraft [kN]
UNO 25	3
UNO 32	5
UNO 40	6
UNO 50	7
UNO 63	9
UNO 75	11
UNO 90	14
UNO 110	16
UNO 125	19
UNO 140	22
DUO 20+20	6
DUO 25+25	7
DUO 32+32	10
DUO 40+40	12
DUO 50+50	15
DUO 63+63	19
DUO 75+75	23

Tab. 07-1 Maximal zulässige Kräfte RAUTHERMEX SDR 11

RAUTHERMEX SDR 7,4 für den Sanitärbereich

Dimension	Maximal zulässige Kraft [kN]
UNO 20	3
UNO 25	4
UNO 32	5
UNO 40	6
UNO 50	8
UNO 63	10
DUO 25+20	7
DUO 32+20	8
DUO 40+25	10
DUO 50+32	12

Tab. 07-2 Maximal zulässige Kräfte RAUTHERMEX SDR 7,4

07.03 Grabenquerschnitte und Verlegeabstände

07.03.01 Grabenquerschnitte

In den Grafiken sind die erforderlichen Grabenquerschnitte dargestellt.

In der Leitungszone darf nur Sand 0/4 verwendet und lagenweise von Hand verdichtet werden.

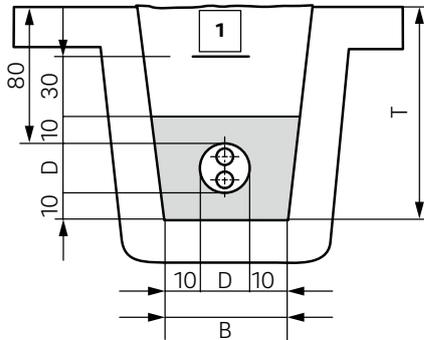


Abb. 07-14 Grabenquerschnitt Einzelrohr (UNO / DUO)

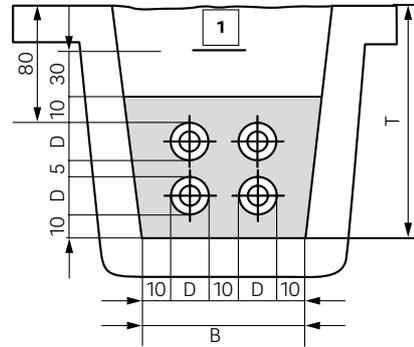


Abb. 07-17 Grabenquerschnitt 4 Rohre, Variante 1 (UNO / DUO)

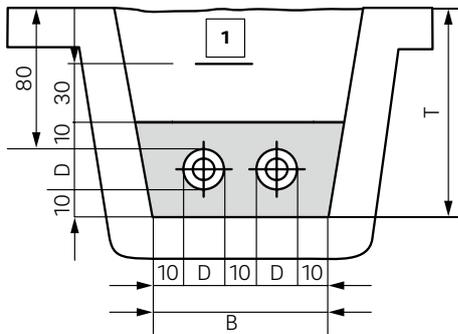


Abb. 07-15 Grabenquerschnitt 2 Rohre (UNO / DUO)

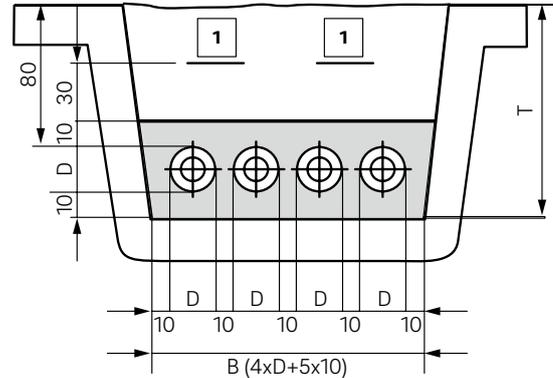


Abb. 07-18 Grabenquerschnitt 4 Rohre, Variante 2 (UNO / DUO)

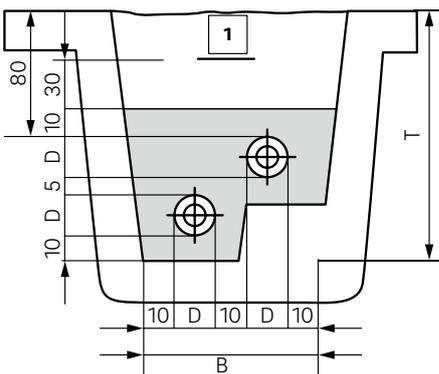


Abb. 07-16 Grabenquerschnitt Stufengraben 2 Rohre (UNO / DUO)

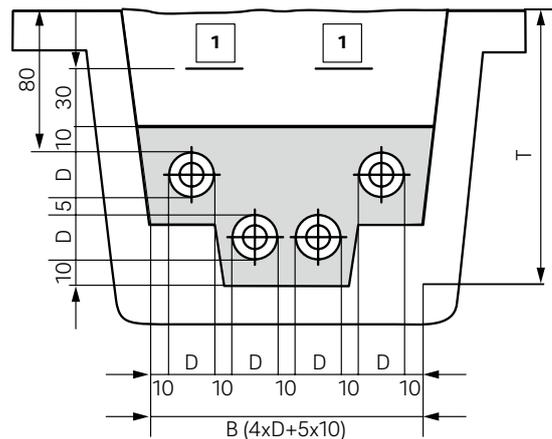


Abb. 07-19 Grabenquerschnitt Stufengraben 4 Rohre, (UNO / DUO)

- 1 Trassenwarnband
- B Breite Grabensohle
- D Durchmesser Rohr
- T Grabentiefe



Im Bereich von seitlichen Abzweigen bei parallel verlegten Leitungen ist ein Stufengraben zumindest partiell über eine Länge von ca. 5 m erforderlich.

07.03.02 Verlegeabstände zu Versorgungsleitungen

Bei Verlegung in der Nähe von Versorgungsleitungen müssen gemäß DVGW W400 Mindestabstände eingehalten werden (siehe Tab. 07-3 „Mindestverlegeabstände zu Versorgungsleitungen“).

Trinkwasserleitungen müssen bei Näherungen zu Fernwärmeleitungen gegen unzulässige Wärmebeeinflussung geschützt werden. Falls dies durch den Abstand nicht sichergestellt werden kann, sind die Trinkwasserleitungen zu dämmen oder durch sonstige Maßnahmen vor Beeinflussung durch Wärme zu schützen.

Elektrokabel können durch Wärmeeintrag negativ beeinflusst werden.

Art der Versorgungsleitung	Parallel liegende Leitung < 5 m / kreuzende Leitung	Parallel liegende Leitung > 5 m
1-kV-, Signal-, Messkabel	0,3 m	0,3 m
10-kV- oder ein 30-kV-Kabel	0,6 m	0,7 m
Mehrere 30-kV-Kabel	1,0 m	1,5 m
Kabel über 60 kV	1,0 m	1,5 m
Gasleitungen	0,2 m	0,4 m
Wasserleitungen ¹⁾	1,0 m	1,0 m

1) Gemäß DVGW W400 ist davon auszugehen, dass es „bei einem Abstand von mindestens 1 m zu Fernwärme- und Geothermieleitungen zu keiner nachteiligen Beeinflussung der Trinkwasserleitung kommt. Bei geringeren Abständen sind die individuellen Verhältnisse besonders zu bewerten (Länge der Parallelität, Temperatur-, Boden- und Durchflussverhältnisse)“.

Tab. 07-3 Mindestverlegeabstände zu Versorgungsleitungen

07.03.03 Rohrabsicherung bei speziellen Einbausituationen



Eine Verlegung von RAUVITHERM und RAUTHERMEX im Grundwasser oder temporär anstehendem Wasser ist prinzipiell möglich, wird jedoch aufgrund der zu erwartenden erhöhten Wärmeverluste nicht empfohlen.

Rohrverbindungen im dauerhaft anstehenden Grundwasser sind grundsätzlich nicht zulässig!

Moor- und Marschböden

Werden in Moor- und Marschböden Rohre im Bereich wechselnder Grundwasserstände oder unter Verkehrsflächen verlegt, müssen feste Hindernisse, welche die Rohre in ihrer Auflagerung beeinflussen können, unter den Rohren beseitigt werden. Dabei muss darauf geachtet werden, dass eine ausreichende Tiefe frei von solchen festen Hindernissen ist.

Bei nicht tragfähiger und stark wasserhaltiger Grabensohle muss das Rohr durch geeignete Baumaßnahmen gesichert werden, z. B. durch Vlies. Dies gilt auch, wenn die Grabensohle durch wechselnde Bodenschichten mit unterschiedlicher Tragfähigkeit verläuft.

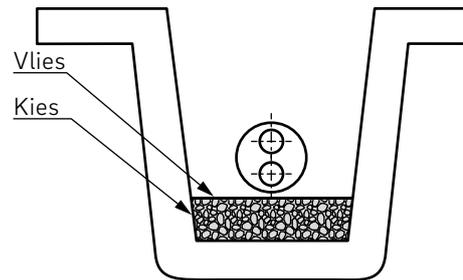


Abb. 07-20 Sicherung des Rohrs

Gefällstrecken

In Gefällstrecken muss das Abschwemmen der Auflagegeschicht durch Einbau von Querriegeln verhindert werden. Gegebenenfalls muss eine Dränung vorgesehen werden.

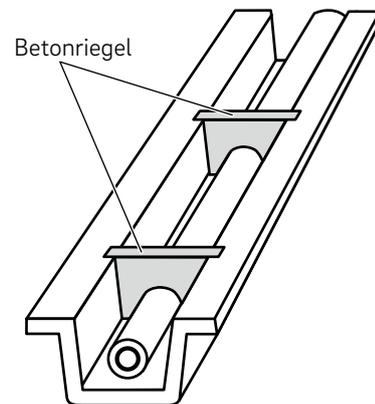


Abb. 07-21 Querriegel bei Gefällstrecken

07.04 Flexibilität

Die hohe Flexibilität der REHAU Rohre ermöglicht eine einfache und schnelle Verlegung. Hindernisse können umgangen werden und Richtungsänderungen im Graben sind möglich, ohne dass Formstücke eingesetzt werden müssen. Hierbei sind jedoch die von der Rohrtemperatur abhängigen Mindestbiegeradien und Biegekräfte nach den Tabellen in Kapitel 07.05 „Biegeradien und Biegekräfte“ zu beachten.



Abb. 07-22 Unterquerung von kreuzenden Leitungen

Bei Bedarf, z. B. Verlegetemperaturen unter 10 °C oder großen Rohrdurchmessern, sollten die Rohrbunde in einer Halle oder einem Zelt vortemperiert werden.



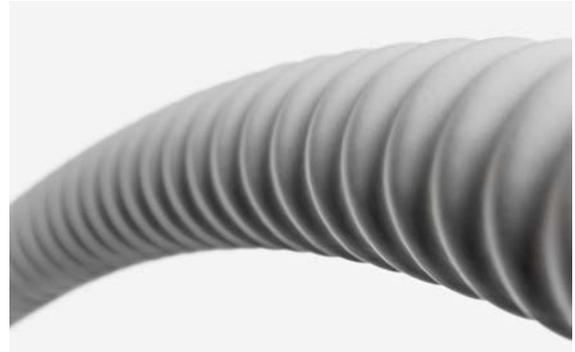
Abb. 07-23 Richtungsänderung ohne Formteile



Abb. 07-24 Einfache Verlegung durch flexible Leitungsführung

07.05 Biegeradien und Biegekräfte

07.05.01 Biegeradien



Falls bei geringeren Mantelrohrtemperaturen die hier genannten Biegeradien gemäß Tab. 07-4 / Tab. 07-5 erreicht werden sollen, muss der Biegebereich mit einer weichen Brennerflamme vorgewärmt werden. Bei Arbeiten im Bereich des Gefrierpunkts und darunter muss der Biegebereich generell vorgewärmt werden.



Beschädigung der Rohre

Werden die Mindestbiegeradien unterschritten, können die Rohre knicken oder beschädigt werden. Mindestbiegeradien beachten, siehe „Tab. 07-4 Mindestbiegeradien RAUTHERMEX“ und Tab. 07-5 „Mindestbiegeradien RAUVITHERM“.



Um die geringere Flexibilität bei Temperaturen unter 10 °C zu umgehen, sollte der Ringbund in einer geheizten Halle oder einem geheizten Zelt über einen Zeitraum von einigen Stunden vorgewärmt werden. Dies erleichtert die anschließende Verlegung. Eine Verlegung bei Temperaturen unter 10 °C wird zunehmend aufwendiger. Bei Temperaturen unter -10 °C ist die Verlegung der Rohre nicht mehr möglich.

Mindestbiegeradius RAUTHERMEX

Außendurchmesser D	Mindestbiegeradius R bei 10 °C Mantelrohrtemperatur
76 mm	0,50 m
91 mm	0,55 m
111 mm	0,60 m
126 mm	0,65 m
142 mm	0,70 m
162 mm	1,0 m
182 mm	1,2 m
202 mm	1,4 m
250 mm	12,5 m (Stangenware)

Tab. 07-4 Mindestbiegeradien RAUTHERMEX

Mindestbiegeradius RAUVITHERM

Außendurchmesser D	Mindestbiegeradius R bei 10 °C Mantelrohrtemperatur
120 mm	0,9 m
150 mm	1,0 m
175 mm	1,1 m
190 mm	1,2 m
210 mm	1,4 m

Tab. 07-5 Mindestbiegeradien RAUVITHERM

Hinweise zum Mindestbiegeradius:

Bei UNO Rohren, mit einem zentrisch angeordneten Mediumrohr, gilt der Mindestbiegeradius als technischer Grenzwert für eine Biegung in jegliche Biegerichtung.

Bei DUO Rohren, mit zwei nebeneinander liegenden Mediumrohren, gilt der Mindestbiegeradius in der Richtung, in der beide Mediumrohre gleichmäßig gebogen werden. In der anderen Richtung können DUO Rohre nur bedingt und mit deutlich erhöhtem Aufwand und deutlich größeren Biegeradien gebogen werden.

Die Biegekräfte sind dann am geringsten, wenn die Biegerichtung der durch die Wicklung des Ringbundes im Auslieferungszustand vorgegebenen Richtung entspricht.

07.05.02 Biegekräfte

Wesentlichen Einfluss auf die Biege- bzw. Verlegekräfte haben die Außentemperatur, der Rohraufbau sowie der Rohrdurchmesser. Die in der Praxis notwendigen Biegekräfte sind beim Rohrsystem RAUVITHERM deutlich geringer als bei RAUTHERMEX.

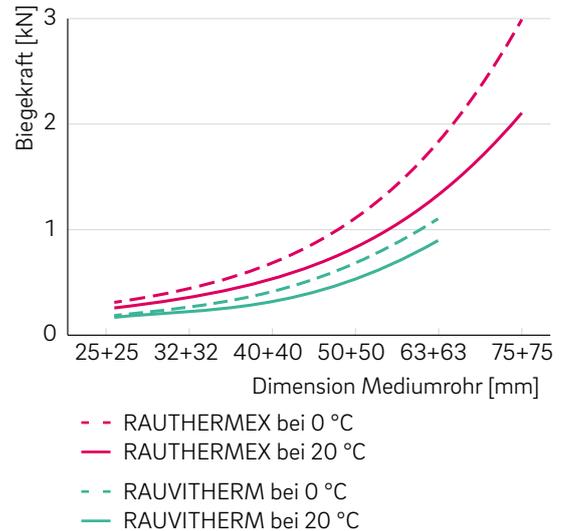


Abb. 07-25 Biegekräfte DUO

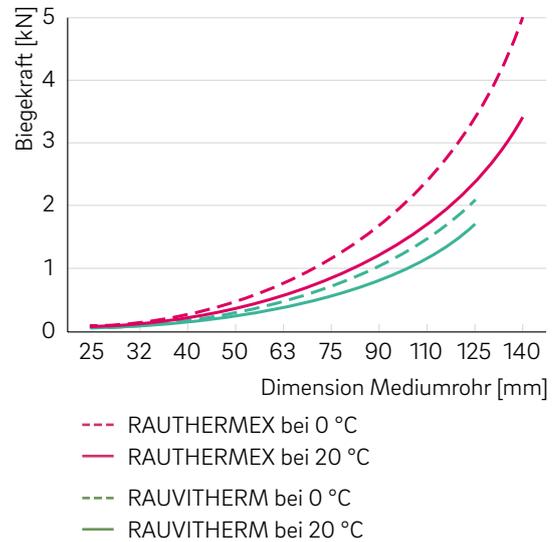


Abb. 07-26 Biegekräfte UNO

07.06 Handhabung bei Verlegung



Aufschnellende Rohre

Beim Lösen der Ringbund-Abbindungen können die Rohrenden federnd aufschnellen!
Nicht im Gefahrenbereich aufhalten.



Ringbundbänder aufschneiden

Die Abbindungen immer lagenweise öffnen.



Bund lagenweise öffnen



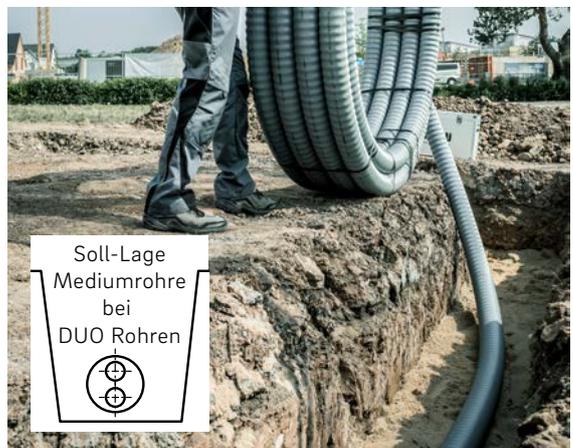
Knickgefahr

Wegen Knickgefahr ist darauf zu achten, dass sich die abgezogene Rohrlänge nicht verdrillt.
Deshalb Bänder lagenweise und nur soweit nötig öffnen. Dies erleichtert auch das manuelle Abrollen.



Bund ausrollen

Bei Rohren bis 150 mm Außendurchmesser wird der Bund häufig in senkrechter Stellung direkt neben dem Rohrgraben ausgerollt. Bei größeren Rohrabmessungen empfiehlt sich die Verwendung von Abwickelvorrichtungen. Bei DUO Rohren empfiehlt sich die Verwendung eines horizontalen Abwicklers, da die Mediumrohre dann bereits nach dem Abwickeln übereinander liegen und/oder die Verwendung eines Rohrdrehers (vgl. Kapitel 07.09.03).
Das Drehen der DUO Rohre ist im teilweise verfüllten Rohrgraben nur noch bedingt oder gar nicht mehr möglich.

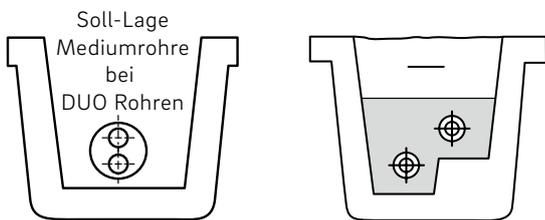


Positionierung der Rohre

Bei DUO Rohren müssen Vor- und Rücklauf übereinander verlegt werden, damit die seitlichen Anschlüsse abgezweigt werden können.

Bei DUO Rohren befindet sich auf einem der beiden Mediumrohre ein durchgehender Streifen zur Zuordnung (Vorlauf oder Rücklauf) der Rohre. Es empfiehlt sich, die Zuordnung im gesamten Netz oder zumindest in größeren Abschnitten gleich zu lassen.

Bei UNO Rohren empfiehlt sich die Verlegung im Stufengraben. Somit kann im gesamten Netz zu beiden Richtungen abgezweigt werden. Eine Verlegung in einem partiell ausgeführten Stufengraben ist ebenso möglich, erschwert aber evtl. nachträgliche Anschlüsse.



Verbindung der Mediumrohre

Die Herstellung der Rohrverbindung ist vor der Verfüllung des Rohrgrabens vorzunehmen, um eine möglichst hohe Beweglichkeit der Rohre zu haben. Hierzu müssen die Mediumrohre freigelegt und durch die REHAU Schieböhlsentechnik oder FUSAPEX Elektroschweißmuffentechnik verbunden werden.



Druck- und Dichtheitsprüfung

Vor der weiteren Verarbeitung ist eine Dichtheitsprüfung der Mediumrohrverbindungen durchzuführen. Beachten Sie hierzu die Anweisungen in Kapitel „08 Hinweise zu Inbetriebnahme und Betrieb“ auf Seite 88.

Vermerk in Trassenplan

Um die spätere Nachvollziehbarkeit des Netzes zu gewährleisten, muss die Verlegung nach DIN 2425-2 in einem Trassenplan vermerkt werden. Insbesondere ist die Zuordnung von Vorlauf- und Rücklaufleitung zu dokumentieren. Bei den DUO-Rohren befindet sich auf einem der beiden Mediumrohre ein durchgehender Streifen. Dadurch kann im Trassenplan gekennzeichnet werden, welches Rohr dem Vorlauf und welches dem Rücklauf im jeweiligen Trassenabschnitt entspricht.

Muffenverbindung herstellen

Verbindungsstellen im Erdreich wie Kupplungen oder T-Stücke müssen mit einer den Rohren gleichwertigen Dämmqualität gedämmt und abgedichtet werden. Um dies zu realisieren gibt es zwei Muffensysteme. Das REHAU Clipmuffensystem und das Schrumpfmuffensystem (siehe Kapitel 04.04 und 04.05).



Beachten Sie beim Herstellen der Verbindungselemente die Montageanleitungen der Fittingsysteme sowie der Muffensysteme „Clipmuffe“ und/oder „Schrumpfmuffe“. Diese finden Sie unter www.rehau.de/ti-nahwaerme.



Abwinklung von Rohren

Bei Kupplungen und Abzweigen muss darauf geachtet werden, dass die Rohrenden zum Verbinden möglichst gerade bzw. im rechten Winkel aufeinander zulaufen (siehe Bild unten).

Der Winkel α zwischen der Achse des anzuschließenden Rohrs und der Muffenachse darf 10° bei den REHAU Clipmuffen groß bzw. 20° bei den Clipmuffen klein und den Schrumpfmuffen nicht überschreiten.



Rohre zum Ausrichten am besten gegen die Grabenwand abstützen oder Verlegehilfen verwenden.

REHAU bietet Ihnen Hilfsmittel zum Ausrichten von Rohren an. Siehe Kapitel 07.09.03 und 07.09.04.

Rohrgraben verfüllen

Rohrgraben mit Sandkörnung 0/4 bis 10 cm über Oberkante Rohr verfüllen und von Hand lagenweise verdichten.



Trassenwarnband verlegen

Zur besseren Erkennbarkeit bei späteren Erdarbeiten ist in einem Abstand von 40 cm über den Rohren ein Trassenwarnband zu verlegen. Das Trassenwarnband sollte die Aufschrift „Achtung Fernwärmeleitung“ besitzen. Zur leichteren Ortung der verbauten Rohrleitung kann Trassenwarnband mit metallischem Leiter verwendet werden.



Oberfläche wieder herstellen

Rohrgraben weiter verfüllen und Oberflächenbelag wieder aufbringen.



07.07 Spezielle Einbausituationen

Rohrübergänge auf Sonderbauteile/Fremdsysteme

Mit der REHAU Verbindungstechnik ist es möglich, Verbindungen zu gängigen Sonderbauteilen (Absperrarmatur, Hosenrohr, geschweißtes T-Stück etc.) zu realisieren. Siehe auch Kapitel 04.01 bis Kapitel 04.03.

Die universell einsetzbaren REHAU Schrumpfmuffen (siehe Kapitel 04.05) dichten die Verbindungsstelle sicher ab. Die Schrumpfmuffentechnik kann auch bei glatten Außenmänteln eingesetzt werden. Nach bauseitiger Eignungsprüfung und Klärung von evtl. zusätzlichen Anforderungen kann damit beispielsweise ein Übergang auf vorgedämmte Stahlrohre oder andere geeignete Sonderbauteile erfolgen.



Abb. 07-27 Rohrübergänge

Wandmontage/Freiverlegung

Im Standardfall werden Nahwärmerohre erdverlegt, es ist jedoch auch eine Freiverlegung/Wandmontage möglich.

Bei Freiverlegung/Wandmontage ist zu beachten:

- Rohre mit Rohrschellen im Abstand von 1 m fixieren, um seitliche Verschiebung durch Ausdehnung zu unterbinden.
- Rohre vor Sonneneinstrahlung schützen, z. B. mit Abdeckblech.
- Wenn nötig gesonderte Brandschutzmaßnahmen vorsehen.
- Wenn nötig zusätzliche Schutzmaßnahmen gegen Einfrieren treffen.

- Am Ende eines Rohrabschnittes müssen Fixpunkte, Kompensatoren oder Biegeschenkel eingebaut werden, um axiale Bewegungen zu unterbinden bzw. diese kontrolliert aufzunehmen.



Abb. 07-28 Beispiel Freiverlegung/Wandmontage



Abb. 07-29 Beispiel Freiverlegung/Wandmontage

Alternativ zu unseren Ringbandsystemen steht Ihnen mit unserem System RAUFRIGO FW ein Stangenwarensystem mit Wickelfalz-Außenmantel zur Verfügung.

Dieses wird häufig in Industrieanlagen aber auch bspw. zur Querung von Tiefgaragen verwendet.



Abb. 07-30 RAUFRIGO FW

07.08 Nachträglicher Anschluss

07.08.01 Abquetschvorrichtung

Für einen nachträglichen Anschluss an nicht absperbaren Leitungsabschnitten eines Wärmenetzes oder bei Reparaturmaßnahmen kann das Mediumrohr vor und nach der betreffenden Stelle mit Abquetschvorrichtungen abgequetscht werden. So kann auch ohne Absperrarmatur der Medienfluss unter Druck abgesperrt werden.

Das Abquetschen erfolgt gemäß DVGW Merkblatt GW 332.



Das Abquetschen sollte nicht bei Außentemperaturen unter 5 °C durchgeführt werden.

Beachten Sie für den Abquetschvorgang die Montageanleitung „Abquetschen“ unter

www.rehau.de/ti-nahwaerme.



Abb. 07-31 Abquetschen UNO Mediumrohr



Abb. 07-32 Abquetschen DUO Mediumrohr



Aufgrund des Memory-Effekts stellt das Mediumrohr nach dem Abquetschen selbstständig seine ursprüngliche Form weitestgehend wieder her. Das Mediumrohr behält an der abgequetschten Stelle seine mechanischen Eigenschaften.

Nach abgeschlossener Einbindungs- bzw. Reparaturarbeit kann die Abquetschung gelöst und ausgebaut werden. Anschließend können die üblichen Betriebsdrücke und -temperaturen sofort wieder hergestellt werden. Bei den üblichen Betriebstemperaturen von Fernwärmenetzen formt sich das abgequetschte Mediumrohr sehr schnell wieder in den Ursprungszustand zurück, so dass ein gesondertes Runddrücken mit Rundrückschellen in der Regel nicht erforderlich ist.

Beim Abquetschen müssen die Klemmen einen genauen Abstand einhalten, der mit dem Begrenzungsanschlag sichergestellt werden muss.

Mediumrohrabmessung	Abstand der Klemmen am Begrenzungsanschlag
25 x 2,3	3,7 mm
32 x 2,9	4,6 mm
40 x 3,7	5,9 mm
50 x 4,6	7,4 mm
63 x 5,8	9,3 mm
75 x 6,8	10,9 mm
90 x 8,2	13,1 mm
110 x 10	16,0 mm
125 x 11,4	18,2 mm
140 x 12,7	20,3 mm
160 x 14,6	23,4 mm

Tab. 07-6 Klemmenabstand bei Abquetschgrad von 0,8

Das Abquetschen kann auch bei vorverlegten Rohrleitungen (Blindenden) angewendet werden.

07.08.02 Anbohrarmatur NEXUS

Die Anbohrarmatur dient zum schnellen, einfachen und sicheren Abzweigen der vorgedämmten PE-Xa Mediumrohre von RAUTHERMEX oder RAUVITHERM – im Betrieb, bei Betriebstemperaturen und maximalen Betriebsdrücken nach DIN 16892/93.

Die Anbohrarmatur ist in folgenden Dimensionen des Mediumrohrs der REHAU Rohrsysteme RAUVITHERM und RAUTHERMEX verfügbar:

- 63
- 75
- 90
- 110
- 125

REHAU NEXUS kann in Verbindung mit den aufgeführten Rohrarten bei folgenden Anwendungen eingesetzt werden:

- Nah- und Fernwärme
- Industrieanwendungen, z. B. Hochtemperaturheizungen bis 95 °C

Im Vergleich zur herkömmlichen Art und Weise der Herstellung eines nachträglichen Anschlusses kann durch die REHAU Anbohrarmatur NEXUS auf die sehr aufwändigen Baustellenvorbereitungen mit Entleerung des Netzes, Aushub großer Grabenlängen oder das Abquetschen der Rohre verzichtet werden.



Abb. 07-33 Anbohrarmatur NEXUS



Weitere technische Daten zum Anbohren mit NEXUS finden Sie im Kapitel „04.07.01 REHAU NEXUS“ auf Seite 31.

Die Montageanleitung erhalten Sie auf Anfrage bei Ihrem REHAU Verkaufsbüro.

07.09 Verlegehilfsmittel

07.09.01 Horizontale Abwickelvorrichtung

Zum einfachen Abwickeln der Ringbunde auch bei beengten Platzverhältnissen empfiehlt sich der Einsatz einer Abwickelvorrichtung. Der Ringbund wird auf dieser fixiert und kann horizontal abgewickelt werden. Diese Abwickelvorrichtung ist vor allem für DUO Rohre geeignet, da die Mediumrohre durch die Abwicklung dann vertikal im Graben übereinander liegen.

Je nach Rahmenbedingungen kann die Abwicklung auf zwei Varianten erfolgen:

Stationäre horizontale Abwickelvorrichtung

Wenn kreuzende Leitungen unterquert werden müssen, kann die Abwickelvorrichtung stationär am Ende des Rohrgrabens aufgestellt werden, von wo aus das Rohr in den Graben gezogen wird.



Abb. 07-34 Stationäre horizontale Abwickelvorrichtung am Grabenende

Mobile horizontale Abwickelvorrichtung auf Hänger

Die Abwickelvorrichtung kann mobil auf einem Hänger positioniert werden und neben dem Graben entlang fahren. Das Rohr wird direkt in den Graben abgewickelt.

07.09.02 Vertikale Abwickelvorrichtung



Abb. 07-35 Vertikale mobile Abwickelvorrichtung

Bei UNO Röhren kann auch eine vertikale Abwickelvorrichtung verwendet werden. Der Ringbund wird in einen Käfig gestellt und von dort aus abgewickelt. Die vertikale Abwickelvorrichtung ist ebenfalls flexibel, da sie als Anhänger ausgeführt ist.



Abb. 07-36 Vertikale mobile Abwickelvorrichtung

07.09.03 Rohrdreher (DUO Röhre)

Beim Verbinden von DUO Röhren dürfen die Mediumrohre nicht horizontal nebeneinander sondern sollten vertikal übereinander liegen. Da dies nicht immer der Fall ist, müssen die Röhre vor dem Verbinden in die vertikale Position gebracht werden. Hierzu bietet sich der Rohrdreher an.



Abb. 07-37 Rohrdreher

07.09.04 Verlegehilfe STRAITA

Die REHAU Verlegehilfe ist ein vielseitig einsetzbares Werkzeug zur Verlegung von REHAU RAUTHERMEX und RAUVITHERM Nah- und Fernwärmeleitungen. Wichtigster Einsatzzweck ist das Begradigen von Röhren, um das Verbinden der Röhrenden zu erleichtern. Die Verlegehilfe kann aber auch zum Positionieren von Röhren verwendet werden.

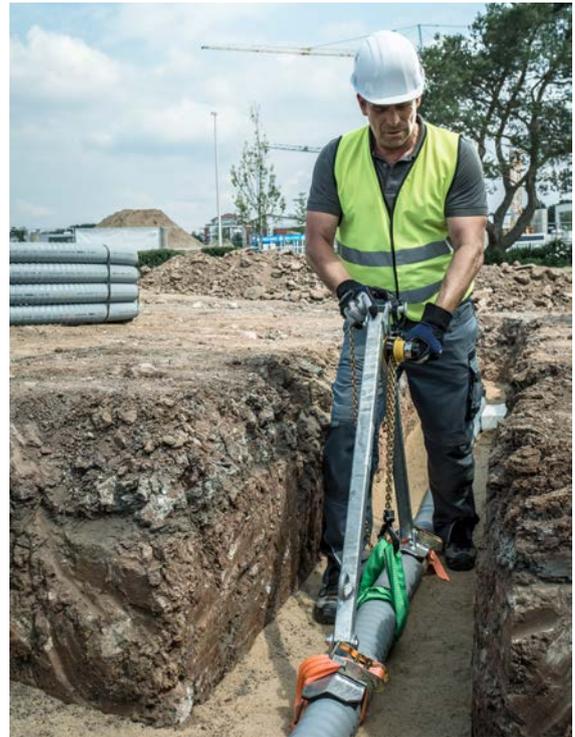


Abb. 07-38 Verlegehilfe STRAITA



Bitte beachten Sie bei der Verwendung der Verlegehilfe STRAITA die Montageanleitung. Diese erhalten Sie auf Anfrage bei Ihrem REHAU Verkaufsbüro.

07.10 Durchschnittliche Richtzeiten zur Verlegung und Montage in der Praxis

Die angegebenen Zeiten sind Richtwerte. Diese können sich je nach Verlegesituation stark verändern. Faktoren dafür sind Baustellenverhältnisse, Witterungsbedingungen, individuelle Leistung und Erfahrung der Monteure, usw.

Rohrverlegung im offenen Graben (ohne Tiefbau)

	Rohrtyp	RAUTHERMEX		RAUVITHERM	
		Gruppenstärke	Arbeitszeit (min/m)	Gruppenstärke	Arbeitszeit (min/m)
Inkl. Unterquerungen, Hindernisse, Maschineneinsatz für die Rohrverlegung (Bagger, Seilwinde, etc.), Hausanschluss- einführung	UNO 20, 25, 32, 40	2	3	2	3
	UNO 50, 63	2 – 3	5	2	4
	UNO 75	2 – 3	7	2 – 3	5
	UNO 90, 110, 160	3	10	2 – 3	8
	UNO 125, 140	3	12	3	10
	DUO 20, 25, 32, 40	2	5	2	4
	DUO 50, 63, 75	2 – 3	7	2	5

Tab. 07-7 Richtzeiten zur Rohrverlegung

Verbindung Mediumrohre im offenen Graben

	Rohrtyp	RAUTHERMEX		RAUVITHERM	
		Gruppenstärke	Arbeitszeit (min/Stk)	Gruppenstärke	Arbeitszeit (min/Stk)
T-Abzweig herstellen: Inkl. Abisolierung Rohre, Fittingmontage, Schiebehülsenverpressung, Dichtring- bzw. Schrumpfschlauchvorbereitung. Unter Berücksichtigung von Werkzeug- einsatz und baustellentypischen Vor- und Nachbereitungen	UNO 20, 25, 32, 40	2	80	2	50
	UNO 50, 63	2 – 3	100	2 – 3	70
	UNO 75	3	140	2 – 3	100
	UNO 90	3	170	3	120
	UNO 110	3	200	3	150
	UNO 125	4	220	4	170
	UNO 140	4	240	–	–
	DUO 20, 25, 32, 40	2	180	2	150
	DUO 50, 63	3 – 4	220	3 – 4	180
	I-/L-Verbindung herstellen: Inkl. Abisolierung Rohre, Fittingmontage, Schiebehülsenverpressung, Dichtring- bzw. Schrumpfschlauchvorbereitung. Unter Berücksichtigung von Werkzeug- einsatz und baustellentypischen Vor- und Nachbereitungen	UNO 20, 25	2	20	2
UNO 32, 40		2	50	2	40
UNO 50, 63		2	75	2	65
UNO 75		2	100	2	80
UNO 90		2 – 3	110	2	90
UNO 110		3	130	2	100
UNO 125		3 – 4	160	2 – 3	130
UNO 140		3 – 4	180	–	–
UNO 160		2 – 3	180	–	–
DUO 20, 25		2	40	2	30
DUO 32, 40	2	100	2	70	
DUO 50, 63, 75	2	150	2	130	

Tab. 07-8 Richtzeiten zur Verbindung Mediumrohre

Fertigstellung Hauseinführung (ohne Mauerdurchbrüche bzw. Kernlochbohrungen)

	Rohrtyp	RAUTHERMEX		RAUVITHERM	
		Gruppenstärke	Arbeitszeit (min/Stk)	Gruppenstärke	Arbeitszeit (min/Stk)
Inkl. Abisolierung Rohrenden, Montage Endabschlussfitting bzw. Kugelhahn, Setzen Labyrinthdichtung mit Quellmörtelhinterfüllung	UNO 20 – 50	1	50	1	50
	UNO 63 – 110	1 – 2	75	1	65
	UNO 125 – 140	1	90	1 – 2	80
	DUO 20 – 32	1	60	1	50
	DUO 40 – 75	1	80	1	70

Tab. 07-9 Tab. 02-9 Richtzeiten zur Fertigstellung Hauseinführung

Nachisolierung Rohrverbindungen im Graben

Inkl. Warte- bzw. Abkühlzeiten. Unter Berücksichtigung von Werkzeug- einsatz und baustellentypischen Vor- und Nachbereitungen	Dimension	Clipmuffensystem		Schrumpfmuffensystem	
		Gruppenstärke	Arbeitszeit (min/Stk)	Gruppenstärke	Arbeitszeit (min/Stk)
T-Abzweig inkl. Nachisolierung	Klein	1	45	1	75
	Groß	1	50	1	80
I-/L-Verbindung inkl. Nachisolierung	Klein	1	25	1	40
	Groß	1	30	1	45

Tab. 07-10 Richtzeiten zur Nachisolierung

Montage von Sonderbauteilen

	Rohrtyp	Clipmuffensystem		Schrumpfmuffensystem	
		Gruppenstärke	Arbeitszeit (min/Stk)	Gruppenstärke	Arbeitszeit (min/Stk)
Komplettmontage Hosenrohr	DUO 25 – 32	2	150	2	150
	DUO 40 – 50	2 – 3	310	2	310
	DUO 63 – 75	3	380	2 – 3	380
Montage Unterflur-Absperrarmatur (ohne Einfüllung, Verdichtung und Schutz- verrohrung)	UNO 25 – 50	2	90	2	90
	UNO 63 – 90	2	200	2	200
	UNO 110 – 125	3	260	2 – 3	260
	DUO 25 – 50	2	140	2	140
	DUO 63 – 75	2 – 3	300	2 – 3	300

Tab. 07-11 Richtzeiten zur Montage von Sonderbauteilen



08 Hinweise zu Inbetriebnahme und Betrieb

08.01 Anforderungen an Heizungswasser

08.01.01 Allgemeines

Die Bedingungen der Inbetriebnahme und des Betriebs von Warmwasser-Heizungsanlagen und Wärmenetzen haben großen Einfluss auf das Auftreten von Korrosionsschäden und Mineralablagerungen. Um daraus entstehende Schädigungen zu vermeiden, müssen bestimmte Wasserparameter betrachtet und entsprechende Grenzwerte eingehalten werden. Das Leitungssystem darf nur mit entsprechend geeignetem und aufbereitetem Wasser betrieben werden. Während des Betriebes sind zwingend regelmäßige Kontrollen der Heizwasserqualität durchzuführen.

Bei Verwendung eines nicht geeigneten Betriebsmediums können verschiedene Schädigungen auftreten:

Ablagerungen

Rohwasser (Trinkwasser, Leitungswasser) enthält mehr oder weniger große Mengen an gelösten Gasen und Salzen. Für die Bildung von Ablagerungen sind die Karbonathärte und die Gesamthärte des Wassers ausschlaggebend. Härtebildner sind Hydrogencarbonat sowie Kalzium- und Magnesium-Ionen. Vor allem bei steigenden Temperaturen laufen Fällungsreaktionen ab, die zu Ablagerungen und Blockaden von Bauteilen führen können. Eisenhaltige Ablagerungen wie Eisenoxide und Hydroxide (Rost) oder Magnetit können sich in Plattenwärmetauschern oder anderen Bauteilen bilden.

Korrosion

Es gibt sehr unterschiedliche Korrosionsarten und Korrosionsmechanismen, wobei die meisten chemisch verursacht werden. Hierbei beeinflussen u. a. die chemische Zusammensetzung des Heizungswassers sowie die in der Anlage verwendeten Materialien die Korrosion. Der Sauerstoffgehalt spielt bei der Korrosion von Metallen eine zentrale Rolle. Außerdem sind der pH-Wert (Säurekonzentration), die Säurekapazität (Pufferkapazität) sowie der Salzgehalt Einflussfaktoren für das Auftreten von Korrosion.

In Tab. 08-1 sind Richtwerte für die Wasserqualität des Heizungswassers aufgeführt. Dabei wird zwischen salzärmer und salzhaltiger Betriebsweise unterschieden:

Eigenschaften	Einheit	Salzarm		Salzhaltig
Elektrische Leitfähigkeit bei 25 °C	µS/cm	10 – 30	> 30 – 100	≥ 100 – 1.500
Aussehen		klar, frei von suspendierten Stoffen		
pH-Wert ¹⁾ bei 25 °C		9,0 – 10,0	9,0 – 10,5	9,0 – 10,5
Sauerstoff ²⁾	mg/l	< 0,1	< 0,05	< 0,02
Härte ³⁾ (Erdalkalien)	mmol/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	°dH	< 0,1	< 0,1	< 0,1

1) Je nach verbauten Werkstoffen, für eisenhaltige Werkstoffe wird Korrosion beim angegebenen Wert gestoppt

2) Sauerstoffgehalt < 0,1 mg/l, jedoch so niedrig wie möglich

3) Empfehlung Leitfaden Wasserqualität Danfoss, laut VdTÜV-TCh 1466 Gesamthärte < 0,1 °dH

Tab. 08-1 Richtwerte Wasserqualität Heizungswasser nach AGFW FW510 oder VdTÜV-TCh 1466

08.01.02 Inbetriebnahme

Für die Aufbereitung des Heizungswassers sowie dessen Überprüfung sollten spezialisierte Fachfirmen beauftragt werden.

Im Betrieb muss die Wasserqualität bezüglich Sauerstoffkonzentration, pH-Wert und elektrischer Leitfähigkeit stets im vorgegebenen Bereich liegen. Werden die Richtwerte für das Heizungswasser nicht eingehalten, so sind entsprechende Maßnahmen erforderlich. Da im Bereich Nah- und Fernwärme in der Praxis eine salzhaltige Betriebsweise üblich ist, beziehen sich nachfolgende Empfehlungen hierauf. Neben den aufgeführten Maßnahmen ist der Stand der Technik zu beachten. Insbesondere sind die Vorgaben der VDI 2035, die hier auszugsweise genannt sind, verbindlich und auf die Anlage abgestimmt anzuwenden:

- Das Rohwasser muss durch die Verwendung von mit Kochsalz (NaCl) regenerierbaren Kationenaustauschern voll enthärtet werden.
- Zur pH-Wert-Aufbereitung sollte Natriumhydroxid (NaOH) oder Natriumphosphat (Na₂PO₄) eingesetzt werden.
- Bei fachgerechter Planung, Installation und regelmäßiger Wartung und Instandhaltung ist davon auszugehen, dass sich der Sauerstoffgehalt im regulären Betrieb von korrosionstechnisch geschlossenen Anlagen auf Werte unter 0,02 mg/l einstellt.
- Zur Sauerstoffbindung sollte kein Natriumsulfit (Na₂SO₃) verwendet werden, da bei der Sauerstoffbindung das Sulfit in Sulfat verwandelt wird und anschließend von Bakterien in Sulfid reduziert werden kann. Dies erzeugt eine korrosive Umgebung gegenüber Kupfer und Edelstahl.
- Durch die Verwendung von REHAU PE-Xa Mediumrohren ist bei erdverlegten Wärmeleitungen RAUTHERMEX oder RAUVITHERM kein erhöhter Sauerstoffeintrag zu erwarten. Siehe auch Tab. 03-1 auf Seite 11, Zeile Sauerstoffdichtheit.
- Vor der Inbetriebnahme muss die Anlage gründlich mit aufbereitetem bzw. vollenthärtetem Wasser gespült werden.
- Unmittelbar nach dem Spülen sollte die Druckprüfung mit dem Füllwasser erfolgen.
- Die Entleerung einer Heizungsanlage nach einer Druckprobe mit Rohwasser sollte vermieden werden, da unvermeidlich Wasserreste in den Anlagenteilen verbleiben. Durch eintretenden Luftsauerstoff sind die Voraussetzungen für den Ablauf von Korrosionsreaktionen gegeben: Im Bereich der Dreiphasengrenze Wasser/Werkstoff/Luft bilden sich kleinere lokale Angriffsstellen (Wasserlinienkorrosion). Diese Vorschädigung kann im späteren Betrieb bei Sauerstoffzutritt weiter wachsen und zu Wanddurchbrüchen führen. Die gleichen Vorgänge können auch bei länger andauernder Außerbetrieb-

nahme mit Entleerung einer Heizungsanlage oder Teilen derselben auftreten.

- Eine nur temporäre Verwendung von Wasser/Frostschutzmittelgemischen (z. B. in der Bauphase) und das anschließende Füllen mit Ergänzungswasser ohne Frostschutzmittel sollte vermieden werden.
- Die fachgerechte Installation und Inbetriebnahme der Druckhaltung ist als Korrosionsschutzmaßnahme zwingend erforderlich (siehe auch VDI 4708 Blatt 1). Dies ist die wichtigste technische Maßnahme zur Minimierung von Sauerstoffzutritt.
- Eine vollständige Entlüftung der Anlage ist zur Vermeidung von Gaspolstern und Gasblasen unverzichtbar.
- Eine Betriebskontrolle bezüglich Funktionsstörungen, Leckagen und Geräuschen muss nach Inbetriebnahme der Anlage bei maximaler Betriebstemperatur durchgeführt werden.
- Der Zusatz von Heizwasseradditiven (Chemikalien) ist als Korrosionsschutzmaßnahme in der Regel nur bei korrosionstechnisch offenen Warmwasser-Heizungsanlagen erforderlich. Die Angaben der Hersteller der Additive müssen beachtet werden. Additive können Biofilmbildung begünstigen.

Die Inbetriebnahmeparameter müssen in einem Anlagenbuch (z. B. nach Anhang C VDI 2035 Blatt 2) dokumentiert werden. Dieses Anlagenbuch muss dem Anlagenbetreiber nach Inbetriebnahme der Anlage vom Installateur oder Planer übergeben werden. Für die Führung des Anlagenbuchs ist ab diesem Zeitpunkt der Betreiber verantwortlich. Das Anlagenbuch ist Bestandteil der Anlage.

14	stark alkalisch
13	
12	
11	
10	
9	VDI 2035
8,2	
8	
	7
neutral	6
	5
	4
	3
	2
stark sauer	1

Abb. 08-1 ph-Wert

08.01.03 Betrieb, Wartung, Instandhaltung

Warmwasser-Heizungsanlagen müssen mindestens einmal jährlich gewartet werden. Für die Wartung ist der Betreiber verantwortlich.

Die wichtigste betriebliche Wartungsmaßnahme ist die Kontrolle des Anlagendrucks, um insbesondere Unterdruckzustände mit Sauerstoffeintrag in das Heizwasser der Anlage zu vermeiden. Die Unterschreitung des zulässigen Anlagendrucks während des Betriebs ist ein Zeichen für eine fehlerhafte Druckhaltung oder eine Leckage. Entsprechende Instandsetzungsmaßnahmen müssen durchgeführt werden.

Die unzulässige Druckunterschreitung führt zu Gaspolsterbildung im höchstgelegenen Anlagenbereich mit Zirkulationsstörungen des Heizwassers und Behinderung der Wärmeübertragung. Nach Beseitigung der Mängel der Druckhaltung bzw. der Leckage muss entlüftet und Ergänzungswasser nachgefüllt werden.

Des Weiteren gilt:

- Bei allen Anlagen, bei denen eine Behandlung des Füll- und Ergänzungswassers bzw. des Heizwassers erfolgt, müssen die Leitfähigkeit und der pH-Wert nach Herstellerangaben, mindestens jedoch einmal jährlich, gemessen und dokumentiert werden. Gleiches gilt für Anlagen mit mehr als 600 kW Nennwärmeleistung unabhängig von der Wasserbehandlung.
- Werden die Richtwerte für die Leitfähigkeit nach Tab. 08-1 auf Seite 88 überschritten, müssen Maßnahmen zur Senkung der Leitfähigkeit vorgenommen werden (z. B. „Abschlämmen“ des Heizwassers).
- Im Fall einer Wasserbehandlung müssen vom Planer bzw. Installateur Prüfparameter und die dazugehörigen Sollwertbereiche festgelegt und dokumentiert werden.
- Die Häufigkeit der Prüfungen sowie die erforderlichen Maßnahmen bei Abweichungen vom Sollwertbereich müssen ebenfalls vom Planer vorgegeben werden. Dies muss dokumentiert werden.
- Bei Anlagen mit hohen Nachspeisemengen (z. B. bei über 10% des Anlageninhalts pro Jahr) muss unverzüglich die Ursache gesucht und der Mangel beseitigt werden. Zu beachten ist, dass bei ständig hoher Nachspeisung von Füll- und Ergänzungswasser auch für die Bauteile in Fließrichtung nach der Einspeisestelle eine erhöhte Korrosionswahrscheinlichkeit besteht.

08.01.04 Wasserbehandlung

Eine Wasserbehandlung durch Zugabe von Chemikalien soll auf Ausnahmen beschränkt sein.

Die Auswahl von Wasserbehandlungsmaßnahmen und Änderungen in der Wasserbehandlung erfordert Sachkunde und sollte von spezialisierten Fachfirmen durchgeführt werden. Alle Wasserbehandlungsmaßnahmen müssen im Anlagenbuch begründet und dokumentiert werden.

08.01.05 Wasserprobe zur externen Analyse im Labor entnehmen



Verbrühungsgefahr

Der Kontakt mit austretendem Heizungswasser kann zu starken Verbrühungen führen.

Geeignete Schutzausrüstung verwenden.

Der Probebehälter, in den die Wasserprobe gefüllt wird, muss folgende Anforderungen erfüllen:

- Mindestens 1 Liter Fassungsvermögen
- Sauber und ohne chemische Rückstände
- Dicht verschließbar
- Bruchfest (z. B. Trinkwasser-PET-Flasche)
- Beschriftbar

Die Entnahme muss aus dem Kernstrom der Hydraulik erfolgen. Dementsprechend müssen Stichelungen erst entleert werden:

1. Mindestens zwei Liter Anlagenwasser aus der geeigneten Zapfstelle ablaufen lassen.
2. Probebehälter vollständig bis zum Überlaufen füllen.
3. Probebehälter dicht verschließen.
Es darf sich nach dem Verschließen keine Luft im Probebehälter befinden.
4. Probebehälter ordentlich beschriften, um eine eindeutige Zuordnung der Probe zu gewährleisten.

08.01.06 Zentrale Filterstation

Der Einsatz eines kombinierten mechanisch-magnetischen Filters im Nebenstrom ermöglicht ein betriebsbegleitendes Herausfiltern der Schwebstoffe (Magnetit, Cu-Späne, usw.). Dies beugt etwaigen Störungen im Wärmenetz vor (Erosion/Korrosion, abrasive Wirkung von Cu-Spänen in Kunststoffrohren, zusätzliche mechanische Beanspruchung der Pumpen, Magnetitablagerung in Wärmetauschern, Verstopfung von Ventilen). Diese Fremdstoffe können vor allem bei direkten Hausstationen durch unsachgemäße Reparaturen in das Nahwärmenetzwasser gelangen.

Während bei großen Wärmenetzen nur 5 – 15 % des gesamten Zirkulationswassers im Nebenstrom gereinigt wird, kann bei kleinen Kreislaufsystemen auch eine 100%ige Filtration rentabel sein. Hierbei ist jedoch darauf zu achten, dass mit Hilfe einer automatischen Umleitung auch bei zugeseztem, vollem Filter ein Anlagenbetrieb möglich ist.

Eine Lösungsmöglichkeit nach VDI 2035

Chemikalienfreie Wasseraufbereitung am Beispiel EnwaMatic®
(Firma ENWA AS Deutschland)

Anforderung Blatt 1:

- Einfaches Befüllen einer Heizungsanlage durch entsprechend aufbereitetes Wasser über eine Kartusche

Anforderung Blatt 2:

- Dauerhafter Filtergrad von 5 µm mit automatischer Rückspülung
- Selbstregulierende pH-Wert-Einstellung 9 – 10 für eisenhaltige Werkstoffe
- Selbstreduzierung von zu hoher Gesamthärte im Bestand
- Bakterienbarriere
- Abscheidung von Mikroblasen

08.02 Druck- und Dichtheitsprüfung

08.02.01 Grundlagen zur Druckprüfung



Die erfolgreiche Durchführung und Dokumentation einer Druckprüfung ist Voraussetzung für eventuelle Ansprüche im Rahmen der REHAU Gewährleistung bzw. der Haftungsüberenahmevereinbarung mit dem Zentralverband Sanitär Heizung Klima (ZVSHK Deutschland).

Aus sicherheitstechnischen Gründen ist für Wärmenetze nur die Druckprüfung mit Wasser geeignet. Die Prüfung mit Druckluft birgt aufgrund der hohen Rohrvolumen deutliche Gefahren und bietet nicht die benötigte Aussagekraft der Ergebnisse.

Nach DIN EN 806-4 und DIN 1988 muss an den fertiggestellten, aber noch nicht verdeckten Rohren (also vor dem Einbau der Nachisoliermuffen) eine Druckprüfung vor der Inbetriebnahme durchgeführt werden.

Aussagen über die Anlagendichtheit anhand des auftretenden Prüfdruckverlaufs (konstant, fallend, steigend) können nur bedingt getroffen werden.

- Die Dichtheit der Anlage kann nur durch eine Sichtkontrolle an unverdeckten Leitungen überprüft werden.
- Feinstleckagen können nur mit einer Sichtkontrolle (Wasseraustritt) bei hohem Druck geortet werden.

Eine Unterteilung der Wärmenetz-Anlage in kleinere Prüfabschnitte erhöht die Prüfgenauigkeit.

08.02.02 Dichtheitsprüfungen mit Wasser

Vorbereitung der Druckprüfung mit Wasser

1. Rohre müssen zugänglich und dürfen nicht verdeckt sein.
2. Sicherheits- und Zählleinrichtungen bei Bedarf ausbauen und durch Rohrstücke oder Rohrleitungsverschlüsse ersetzen.
3. Rohrleitungen vom tiefsten Punkt der Anlage luftfrei mit filtriertem Füllwasser füllen. Die Wassertemperatur muss dabei der Umgebungstemperatur entsprechen ($\Delta\vartheta \leq 10$ K Umgebungstemperatur zu Wassertemperatur)
4. Entnahmestellen so lange entlüften, bis ein luftfreier Wasseraustritt feststellbar ist.
5. Druckprüfgerät mit einer Genauigkeit von 100 hPa (0,1 bar) für die Druckprüfung verwenden.
6. Druckprüfgerät an der tiefsten Stelle an die Wärmenetz-Anlage anschließen.
7. Alle Entnahmestellen sorgfältig schließen.



Die Druckprüfung kann durch Temperaturänderungen im Rohrsystem stark beeinflusst werden, z. B. kann eine Temperaturänderung von 10 K eine Druckänderung von 0,5 bis 1 bar verursachen.

Aufgrund der Rohrwerkstoffeigenschaften (z. B. Rohrdehnung bei zunehmender Druckbeaufschlagung) kann während der Druckprüfung eine Druckschwankung entstehen.

Der Prüfdruck sowie der bei der Prüfung entstehende Druckverlauf lässt keine ausreichenden Rückschlüsse auf die Dichtheit der Anlage zu. Deshalb ist die komplette Installation, wie in den Normen gefordert, durch Sichtkontrolle auf Dichtheit zu prüfen.

8. Sicherstellen, dass die Temperatur während der Druckprüfung möglichst konstant bleibt.
9. Druckprüfungsprotokoll vorbereiten (siehe Seite 92) und Anlagedaten notieren.

Druckprüfung für Anlagen mit RAUTHERMEX oder RAUVITHERM Rohren

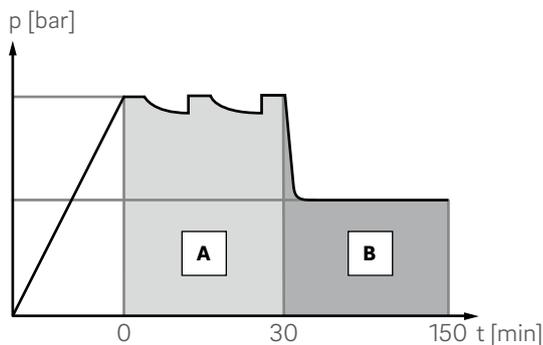


Abb. 08-2 Druckprüfungsdiagramm für RAUTHERMEX und RAUVITHERM Rohre in Anlehnung an das ZVSHK-Merkblatt

- A** Anpassungszeit (gegebenenfalls nachpumpen)
- B** Druckprüfung für Anlagen mit RAUTHERMEX und RAUVITHERM Rohren

1. Prüfdruck (= 1,1 x max. Betriebsdruck) langsam in der Installation aufbauen.
Beispiel: Prüfdruck
1,1 x 6 bar (bei 80 °C) = 6,6 bar
2. Prüfdruck 30 Minuten lang aufrechterhalten.
Gegebenenfalls Prüfdruck regelmäßig wieder aufbauen.
3. Nach 30 Minuten Prüfdruck im Druckprüfungsprotokoll notieren.
4. Gesamte Installation, insbesondere die Verbindungsstellen durch Sichtkontrolle auf Dichtheit prüfen.

5. Prüfdruck langsam auf 0,5 x maximalen Prüfdruck absenken und Prüfdruck im Druckprüfungsprotokoll notieren.
Beispiel: abgesenkter Prüfdruck
0,5 x 6,6 bar = 3,3 bar
6. Nach 2 Stunden Prüfdruck ablesen und im Druckprüfungsprotokoll notieren.
Gesamte Installation, insbesondere die Verbindungsstellen, durch Sichtkontrolle auf Dichtheit prüfen.
Falls der Prüfdruck abgefallen ist:
 - Erneut eine genaue Sichtkontrolle der Rohrleitungen, Entnahme- und Verbindungsstellen durchführen.
 - Nach Beseitigung der Ursache des Druckabfalls Druckprüfung der Anlage (Schritte 1 - 7) wiederholen.
7. Falls bei der Sichtkontrolle keine Undichtheit festgestellt wurde, kann die Dichtheitsprüfung abgeschlossen werden.

Abschluss der Druckprüfung mit Wasser

Nach Abschluss der Druckprüfung:

1. Druckprüfung durch ausführende Firma und Auftraggeber im Druckprüfungsprotokoll bestätigen.
2. Druckprüfgerät abbauen.
3. Ausgebaute Sicherheits- und Zählleinrichtungen wieder einbauen.

08.02.03 Druckprüfungsprotokoll



Die Vorlage eines Protokolls zur Druckprüfung können Sie im Internet unter der Adresse www.rehau.de/nahwaerme-downloads herunterladen oder aus der nachfolgenden Kopiervorlage entnehmen.



Druckprüfungsprotokoll: System RAUTHERMEX und RAUVITHERM Rohre**Prüfung in Anlehnung des ZVSHK-Merkblatts****Druckprüfung mit Wasser****1. Anlagendaten**

Bauvorhaben: _____

Bauherr: _____

Straße/Hausnummer: _____

Postleitzahl/Ort: _____

 Das Füllwasser ist filtriert, die Leitungsanlage vollständig entlüftet.

Der zulässige Betriebsdruck beträgt _____ bar

Wassertemperatur $\vartheta_W =$ _____ °C Umgebungstemperatur $\vartheta_U =$ _____ °C $\Delta\vartheta = \vartheta_U - \vartheta_W =$ _____ K**2. Druckprüfung****Schritt 1:** $\Delta\vartheta \leq 10$ K Umgebungstemperatur zu Fülltemperatur

Prüfdruck _____ bar (1,1 x max. Betriebsdruck, z. B. 1,1 x 6,0 bar = 6,6 bar)

Wartezeit _____ min. (Minimum 30 Minuten); Prüfdruck aufrechterhalten, d. h. regelmäßig wieder aufbauen

Druck nach 30 min. _____ bar

 Komplette Installation, insbesondere Verbindungsstellen, durch Sichtkontrolle auf Dichtheit geprüft und keine Undichtheit festgestellt.**Schritt 2:**

Prüfdruck _____ bar (0,5 x maximalen Prüfdruck, z. B. 0,5 x 6,6 bar = 3,3 bar)

Prüfzeit _____ min. (120 min.)

Druck nach 120 min. _____ bar

3. Prüfvermerke_____
_____ Bei Schritt 2 der Druckprüfung kein Druckabfall am Manometer festgestellt. Die komplette Installation ist dicht.**4. Bestätigung**

Für den Auftraggeber: _____

Für den Auftragnehmer: _____

Ort: _____ Datum: _____

Anlagen: _____

Normen und 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 zu Umweltschutz, Bestimmungen der Berufsgenossenschaften und Vorschriften der örtlichen 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 allgemein gültige Normen oder 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 Nahwärmenetzen sind ebenfalls zu berücksichtigen und nicht Bestandteil dieser Technischen Information.

Allgemein

AGFW FW 420

Fernwärmeleitungen aus flexiblen Rohrsystemen - Systeme aus polymeren Mediumrohren (PMR)

ASTM C 1113

Prüfung der Wärmeleitfähigkeit feuerfester Materialien mittels Hitzdraht (Verfahren mit Platinwiderstandsthermometer)

BGA KTW

Gesundheitliche Beurteilung von Kunststoffen und anderen nichtmetallischen Werkstoffen im Rahmen des Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetzes für den Trinkwasserbereich

DIN 2425 Teil 2

Planwerke für die Versorgungswirtschaft, die Wasserwirtschaft und für Fernleitungen

DIN 4102

Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen

DIN 4726

Warmwasser-Flächenheizungen und Heizkörperanbindungen - Kunststoffrohr- und Verbundrohrleitungssysteme

DIN 16892

Rohre aus vernetztem Polyethylen hoher Dichte (PE-X) – Allgemeine Güteanforderungen, Prüfung

DIN 16893

Rohre aus vernetztem Polyethylen hoher Dichte (PE-X) - Maße

DIN 53420

Prüfung von Schaumstoffen; Bestimmung der Rohdichte

DIN 53428

Prüfung von Schaumstoffen; Bestimmung des Verhaltens gegen Flüssigkeiten, Dämpfe, Gase und feste Stoffe

DIN 53577

Prüfung von weich-elastischen Schaumstoffen; Bestimmung der Stauchhärte und der Federkennlinie im Druckversuch

DIN EN 253

Fernwärmerohre - Werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für direkt erdverlegte Fernwärmenetze

DIN EN 15632
Fernwärmerohre - Werkmäßig gedämmte flexible
Rohrsysteme

DIN EN ISO 13760
Kunststoffrohre für den Transport von Fluiden unter
Druck - Minersche Regel - Berechnungsverfahren für
kumulative Schädigungen

DIN EN ISO 15875
Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Warm- und
Kaltwasserinstallation - Vernetztes Polyethylen (PE-X)

DVGW Arbeitsblatt GW 332
Abquetschen von Rohrleitungen aus Polyethylen in der
Gas- und Wasserversorgung

DVGW Arbeitsblatt W 270
Vermehrung von Mikroorganismen auf Werkstoffen
für den Trinkwasserbereich - Prüfung und Bewertung

DVGW Arbeitsblatt W 400
Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TRWV)

DVGW Arbeitsblatt W 531
Herstellung, Gütesicherung und Prüfung von Rohren
aus VPE für die Trinkwasserinstallation

DVGW Arbeitsblatt W 534
Rohrverbinder und Rohrverbindungen in der Trinkwas-
ser-Installation

DVGW Arbeitsblatt W 544
Kunststoffrohre in der Trinkwasser-Installation

ISO 1183
Kunststoffe - Verfahren zur Bestimmung der Dichte
von nicht verschäumten Kunststoffen

ISO 11357-3
Kunststoffe - Dynamische Differenzkalorimetrie (DDK)
- Teil 3: Bestimmung der Schmelz- und Kristallisi-
onstemperatur und der Schmelz- und Kristallisations-
enthalpie

ISO 1183
Kunststoffe - Verfahren zur Bestimmung der Dichte
von nicht verschäumten Kunststoffen

Planung und Verlegung

DIN 1055
Einwirkungen auf Tragwerke

DIN 4124
Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau,
Arbeitsraumbreiten

DIN 8075
Rohre aus Polyethylen (PE) - PE 80, PE 100 - Allge-
meine Güteanforderungen, Prüfungen

DIN EN 12831
Heizungsanlagen in Gebäuden - Verfahren zur Berech-
nung der Norm-Heizlast

DIN V 4701
Energetische Bewertung heiz- und raumlufttechni-
scher Anlagen

Inbetriebnahme

AGFW Arbeitsblatt FW 510
Anforderungen an das Kreislaufwasser von Industrie-
und Fernwärmeheizungen sowie Hinweise für deren
Betrieb

DIN 1988
Technische Regeln für Trinkwasserinstallationen

DIN 18380 (VOB)
VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
- Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen
für Bauleistungen (ATV) - Heizanlagen und zentrale
Wassererwärmungsanlagen

DIN EN 806
Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen

DIN EN 1264
Raumflächenintegrierte Heiz- und Kühlsysteme mit
Wasserdurchströmung

VDI 2035
Vermeidung von Schäden in Warmwasser-Heizungs-
anlagen - Steinbildung in Trinkwassererwärmungs-
und Warmwasser-Heizungsanlagen

VDI 4708
Druckhaltung, Entlüftung, Entgasung

VdTÜV-TCh 1466
Richtwerte für das Kreislaufwasser von Heißwasser-
anlagen

ZVSHK Merkblatt Dichtheitsprüfungen von Trink-
wasser-Installationen mit Druckluft, Inertgas oder
Wasser

REHAU Service



Service auf allen Kanälen



Beratung (technische Unterstützung)

Bereits im Vorfeld können wir Ihnen schon bei den ersten Überlegungen zu Ihrem Projekt vor Ort Ihre Möglichkeiten erläutern und beispielsweise mit Vorträgen und Informationsveranstaltungen zum Thema "Effiziente und wirtschaftliche Nah- und Fernwärmeversorgung" unterstützen.



Persönlicher technischer Support

Wir beraten Sie persönlich am Telefon und vor Ort. Vereinbaren Sie mit einem unserer technischen Spezialisten einen Termin.



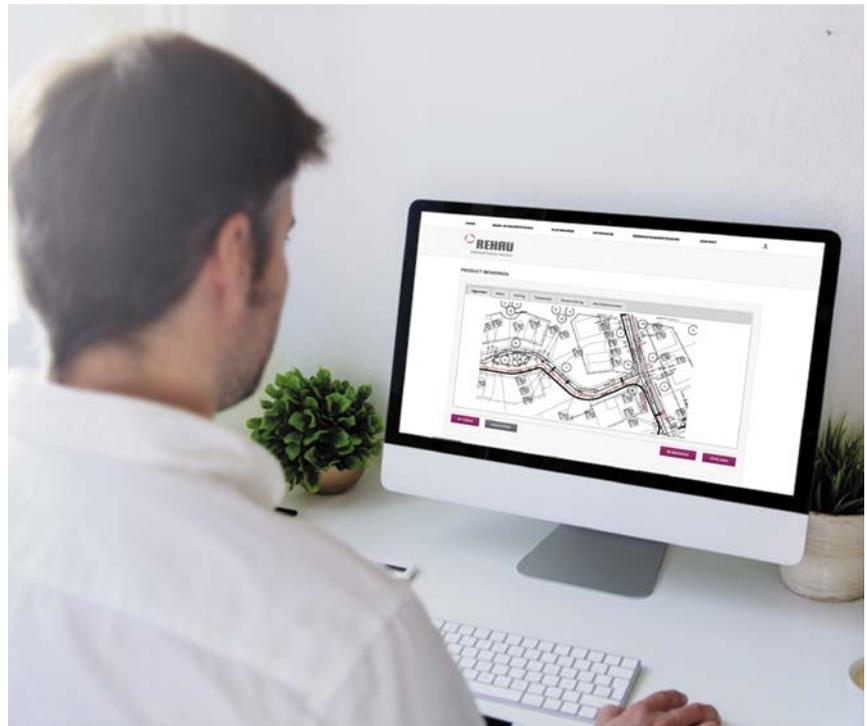
Verkaufsunterlagen / Internetauftritt

Sie erhalten detaillierte Informationen zu unseren Programmen, Produkten und Lösungen bequem über das Internet (unter www.rehau.com/de-de/nahwaerme) aber auch in Printform. Ebenfalls unterstützen wir den Fachhandel mit zielgruppengerechten und professionellen Verkaufsförderungsmitteln. Sprechen Sie uns an.



Ausschreibungstexte

Damit Sie auch das Produkt bekommen, das Sie möchten, unterstützen wir Sie mit detaillierten Ausschreibungstexten, in Word oder GaeB-Format. Die Ausschreibungstexte finden Sie zum Download unter: www.ausschreiben.de/katalog/rehau oder kontaktieren Sie Ihr zuständiges REHAU Verkaufsbüro.



Technische Unterlagen

Wir bieten Ihnen Formulare zur Wärmenetzauslegung und hydraulischen Bemessung sowie Prüfprotokolle, Montage-, Einbau- und Verlegungsanleitungen zum Download an: www.rehau.de



Baustellenbetreuung und -einweisung

Sie haben Fragen zum Ersteinbau unserer Produkte? Wir kommen gerne zu Ihnen vor Ort und weisen Sie und Ihre Kollegen qualifiziert auf der Baustelle ein.



REHAU Akademie

Seminare der REHAU Akademie bringen die wichtigen Inhalte auf den Punkt und vermittelt umsetzbares Wissen aus den Bereichen Technik, Recht und Verkauf. Unsere Seminare finden regelmäßig in unseren Schulungszentren, in den REHAU Verkaufsbüros, aber auch direkt beim Kunden vor Ort statt: www.rehau.de/akademie

Erfolgreich planen mit REHAU

Die beeindruckenden Möglichkeiten polymerbasierter Lösungen eröffnen unseren Kunden und Endverbrauchern ein faszinierendes Nutzenpotenzial. Architekten, Planer und Anwender profitieren ebenso wie Investoren und Händler von unseren optimal an Ihren Bedürfnissen ausgerichteten Systemlösungen.

REHAU ist kompetenter Partner bei ökologischen und ökonomischen Zukunftsthemen wie Nutzung und Transport von Wärme aus Solarthermieanlagen, modernen BHKW oder von Industrieabwärme und Abwärme von Biogasanlagen. Wir bieten als Premium-Anbieter nicht nur reine Produktlösungen und Systeme, sondern auch umfassenden Service und Support.

Bereits in der Planungsphase steht Ihnen REHAU bei der technischen Ausarbeitung bis hin zur Abgabe von Angeboten als zuverlässiger Partner zur Verfügung. Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit Ihres Bauvorhabens stehen hierbei ebenso wie die technische Umsetzung im Fokus.

Unsere Planungscenter in den Bereichen Building Technologies unterstützen Sie bereits in der projektbezogenen Vor- und Entwurfsplanung, wie auch in der Ausführungsplanung.

Bitte füllen Sie hierzu einfach den entsprechenden Objektfragebogen aus und senden diesen online an das zuständige REHAU Verkaufsbüro.



PLANUNGSaufTRAG REHAU
 OBJEKTFRAGEBOGEN FÜR
 RAUTHERMEX/RAUWITHERM WÄRMENETZE



INTERN Projektcode: _____ Bearbeiter: _____

Bauvorhaben

Name			
Straße/Hausnummer			
PLZ/Ort			
Planungsphase	<input type="checkbox"/> Vorplanung/Kostenschätzung	<input type="checkbox"/> Entwurfsplanung	<input type="checkbox"/> Ausführungsplanung

Kundendaten

Name			
Straße/Hausnummer			
PLZ/Ort			
Tel./Fax/E-Mail			
Ansprechpartner			
	<input type="checkbox"/> Installateur	<input type="checkbox"/> Planer	<input type="checkbox"/> Baugewerke
	<input type="checkbox"/> Behörden	<input type="checkbox"/> Andere	

Dimensionierung

Gewünschte Fertigstellung bis: _____

Dimensionierung Nah- Fernwärmenetz

1. Allgemeine Daten

Heizung:	Vorlauftemperatur _____ [°C]	Rücklauftemperatur _____ [°C]
Druckverluste:	Druckverluste Heizzentrale _____ [Pa]	Druckverluste Übergabestation _____ [Pa]
Lage Wärmenetz:	Höhenlage Tiefpunkt des Netzes: _____ [m über NN]	Höhenlage Höchstpunkt des Netzes: _____ [m über NN]
Lage-Höhenplan soweit vorhanden beiliegen!		
	BHKW 1	BHKW 2
Thermische Leistung(en) der Heizzentrale(n)/BHKW(s):	_____ [kW]	_____ [kW]
	BHKW 3	_____ [kW]

Im Handumdrehen die richtigen Partner

Um Ihre Projekte hochwertig und termingerecht zu realisieren, benötigen Sie zuverlässige, qualifizierte Partner. Wir unterstützen Sie bei der Netzwerkbildung, vermitteln Ihnen Fachbetriebe, die Ihre Anforderungen optimal umsetzen können und helfen Ihnen bei der Suche nach Energieausweis-Ausstellern.

Für einfache Anforderungen bietet Ihnen die schnelle Online-Fachbetriebsuche auf unserer Website große Auswahl. Wenn besondere Qualifikationen gefragt sind, sprechen wir gerne telefonisch eine Empfehlung aus und stellen den Kontakt für Sie her.

REHAU Partner in Ihrer Nähe

Wir vermitteln Ihnen:

- REHAU Fachverarbeiter
- Tiefbau-Fachbetriebe in Ihrer Nähe
- Ingenieurbüros



REHAU Verkaufsbüros

REHAU will nah bei seinen Kunden sein. Für eine schnelle, zufriedenstellende und ständige Betreuung vor Ort stehen Ihnen regionale REHAU Verkaufsbüros zur Verfügung. Dort sorgen kompetente Mitarbeiter für eine qualifizierte Beratung und Bearbeitung von Anfragen und Problemen.

In leistungsstarken Logistikzentren und großen Lagern werden die gängigen REHAU Produkte für Sie bereit gehalten. Wir unterstützen Sie mit Rat und Tat bei der Vorbereitung und Ausarbeitung von Großprojekten oder schwierigen Konstruktionen bis hin zur Realisierung.

Nutzen Sie den REHAU Touren-Service, der die Produkte pünktlich ins Haus oder zur Baustelle liefert, oder die REHAU Verteilzentren, die Weg, Zeit und Dispositionsaufwand gering halten.

REHAU Gebäudetechnik

In Deutschland



Vertriebsregionen Nord-West & Süd-West

REHAU Industries SE & Co. KG

Standort Frankfurt

Gewerbegebiet Dietzenbach Nord
Waldstraße 80-82,
63128 Dietzenbach
Tel.: 06074 4090-0
Fax: 06074 29029
frankfurt@rehau.com

Vertriebsregionen Nord-Ost & Süd-Ost

REHAU Industries SE & Co. KG

Standort Nürnberg

Ytterbium 4
91058 Erlangen/Eltersdorf
Tel.: 09131 93408-0
Fax: 09131 616193
erlangen@rehau.com

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
Rheniumhaus
95111 Rehau

817602 DE 03.2022