

**Technische Information
und Montageanleitung**



Inhalt

Systembeschreibung

Systembeschreibung	3
Systemvorteile	5
Systemkomponenten	7

Auslegung und Projektierung

Schallschutz	10
Dämmforderung nach EnEV	14
Dämmforderung von Trinkwasserleitungen nach DIN 1988-200	17
Einbausituation Heizung/Einfamilienhaus	26
Einbausituation Heizung/Mehrfamilienhaus	27
Einbausituation Sanitär/Einfamilienhaus ohne Zirkulation	28
Einbausituation Sanitär/Mehrfamilienhaus ohne Zirkulation	29
Einbausituation Sanitär/Ein- und Mehrfamilienhaus mit Zirkulation	30
Brandschutz: Einhaltung des Brandschutzes und Erstellung eines Brandschotts für das Roth Rohr-Installationssystem (brennbare Rohrleitungen der Baustoffklasse B2)	31
Geprüfte Abstandsregeln mit dem Roth Rohr-Installationssystem in Verbindung mit dem Conlit-Brandschottsystem von Rockwool	37
Brandschutz Rockwool	38
Brandschutz Doyma	39
Membran-Ausdehnungsgefäße in Trinkwasseranlagen (warm)	41
Druckstöße	42

Leistungsdaten

Ermittlung der Druckverluste	44
Leistungstabellen Kaltwasser	48
Leistungstabellen Warmwasser	53
Leistungstabellen Heizung	58

Montagevoraussetzungen

Werkzeuge	66
Montagehinweise	68

Montageanleitung Rohrleitung

Rohrbefestigung/Rohfußboden	75
Rohrbefestigung/frei verlegt (z. B. Decke)	76
Thermische Längenausdehnung	77
Absorption von Längenausdehnungskräften	78

Inbetriebnahme

Trinkwasser	81
Heizung	90

Normen und Verordnungen	97
-------------------------	----

Garantie	98
----------	----

Systembeschreibung

■ Systembeschreibung

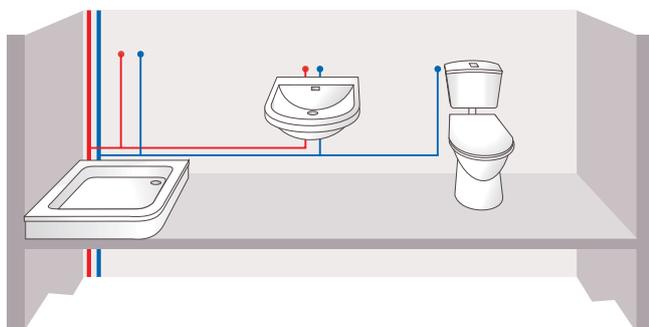
Das zertifizierte Roth Rohr-Installationsystem besteht aus dem Mehrschichtverbundrohr Alu-Laserplus® und den patentierten Pressverbindern aus Kunststoff und Metall.

Sowohl in der Trinkwasserinstallation, als auch im Bereich der Heizungsinstallation, ermöglicht das durchgängige Produktprogramm perfekte Lösungen in den Dimensionen 14 bis 63 mm.

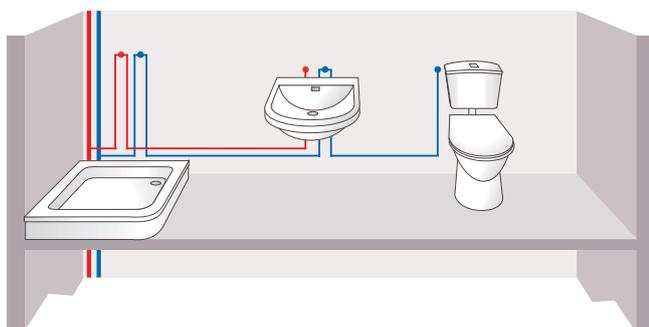
Die Verlegung der Komponenten erfolgt äußerst anwenderfreundlich und wirtschaftlich. Durch das präzise abgestimmte Verarbeitungswerkzeug wird eine dauerhaft zuverlässige Installation gewährt.

Mit dem Roth Rohr-Installationsystem lassen sich unterschiedlichste Installationsarten realisieren.

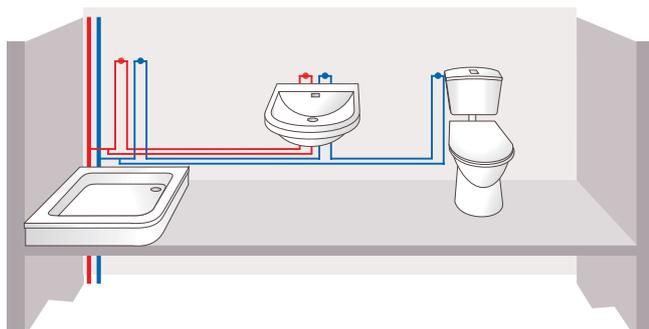
Trinkwasserinstallation



T-Installation



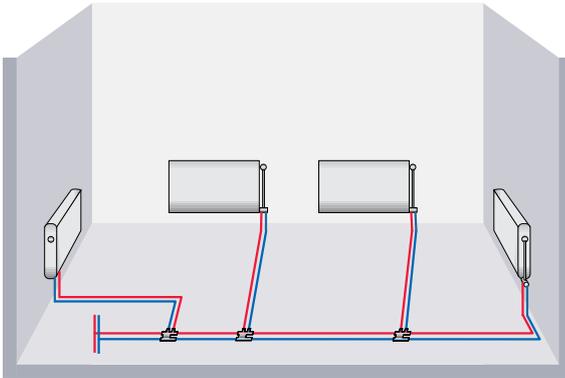
Reiheninstallation (Einschleifen)



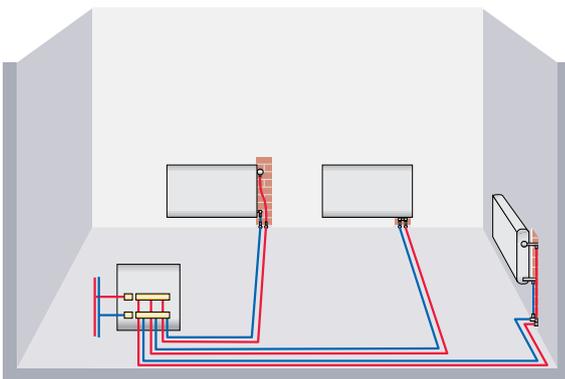
Ringinstallation

Systembeschreibung

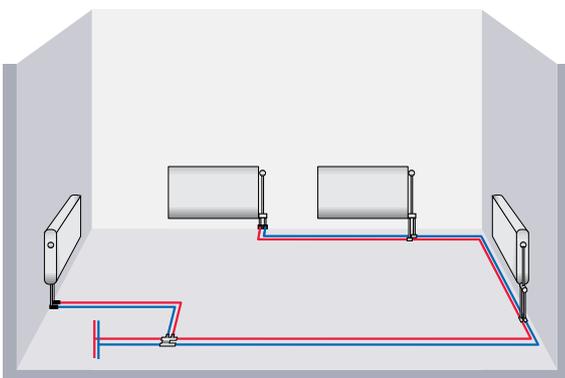
Heizungsinstallation



Zweirohrsystem als klassisches Verteilsystem mit T-Stücken
zusätzlich kann mit dem Roth Kreuzungs-T-Stück eine komfortable Leitungsführung mit nahezu allen Verlegekombinationen ermöglicht werden.



Zweirohrsystem
mit zentralem Heizkreisverteiler und separater Anbindeleitung pro Heizkörper. Die Heizkörperanbindung erfolgt aus der Wand (Unterputz). Am Heizkreisverteiler kann durch ein zusätzliches Roth Wärmemengenzähler-Set eine genaue Messung ermöglicht werden.



Zweirohrsystem als Ringleitung
zur direkten Anbindung der Heizkörper an den Steigestrang. Die Verlegung der Ringleitung kann durch das Roth Heizkörper-Anschlusskonzept optimal innerhalb des Fußbodens oder bei Renovierungen in der Sockelleiste erfolgen.

 Bei Anschluss einer größeren Menge an Heizkörpern, empfehlen wir die Ringleitung als Tichelmann-Verteilung auszuführen.

Systembeschreibung

■ Systemvorteile

- > durchgängiges System für Sanitär- und Heizungsinstallation in den Dimensionen 14 bis 63 mm
- > optimal abgestimmte Komponenten aus PPSU und MS
- > geprüfte Qualität: entspricht den aktuellsten anwendungs- und funktionsrelevanten Normen
- > max. Sicherheit
 - große Einstecktiefe
 - doppelte O-Ring-Sicherung
 - hygienisch unbedenklich
- > praxisbewährte Funktionalität
- > angepasst an Baustellengegebenheiten
- > bis Dimension 20 mm kompatibel und universell einsetzbar für Roth Systemrohre
 - Alu-Laserplus®
 - Alu-Laserflex
 - DUOPEX S5® (+ Dimension 32 mm)
 - X-PERT S5®+
 - PERTEX®

International zugelassen:



Systembeschreibung

 	
DVGW-Baumusterprüfzertifikat	
<i>DVGW type examination certificate</i>	
DW-8501BR0037 <small>Registernummer registration number</small>	
Anwendungsbereich <i>field of application</i>	Produkte der Wasserversorgung <i>products of water supply</i>
Vertreiber <i>distributor</i>	ISG Sanitär-Handelsgesellschaft mbH & Co. KG Barnierstr. 61, D-45141 Essen
Produktart <i>product category</i>	Installationssysteme und Systemverbinder: Trinkwasserinstallationssystem (8501)
Produktbezeichnung <i>product description</i>	Trinkwasserinstallationssystem bestehend aus Pressverbindern aus Metall oder Kunststoff (PPSU) und Verbundrohr (PE-RT/AI/PE-RT)
Modell <i>model</i>	Concept Trinkwasser-System (System Roth)
Prüfberichte <i>test reports</i>	Kontrollprüfung Labor: B186/15 vom 02.04.2015 (IMA) Ergänzungsprüfung: B100/06 vom 08.05.2006 (IMA) Baumusterprüfung: 22 0002404-1 / -2 vom 16.02.2003 (MPM) Baumusterprüfung: 22 0002404-3 vom 16.02.2003 (MPM) KTW-Prüfung: K-258573-15-Ko vom 29.06.2015 (WHY) Mikrobiologische Prüfung: W-225987e-13-Si vom 05.02.2013 (WHY)
Prüfgrundlagen <i>test basis</i>	DVGW W 534 (01.05.2004) UBA METALLE (02.04.2015) BGA KTW (12.12.1985) UBA KTW (07.10.2008) DVGW W 270 (01.11.2007)
Ablaufdatum / AZ <i>date of expiry / file no.</i>	20.02.2021 / 15-0497-WNV
<p>21.10.2015 GU A.P. / 2</p> <p></p> <p><small>DVGW CERT GmbH ist von der DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17065:2013 akkreditierte Stelle für die Zertifizierung von Produkten der Energie- und Wasserversorgung.</small></p> <p><small>DVGW CERT GmbH is an accredited body by DAkkS according to DIN EN ISO/IEC 17065:2013 for certification of products for energy and water supply industry.</small></p>	
 	
<p>DVGW CERT GmbH Zertifizierungsstelle Josef-Wilmer-Str. 1-3 53123 Bonn Tel. +49 228 91 80 - 488 Fax +49 228 91 80 - 790 www.dgwg-cert.com info@dgwg-cert.com</p>	

 	
DVGW-Baumusterprüfzertifikat	
<i>DVGW type examination certificate</i>	
DW-8501BR0037 <small>Registernummer registration number</small>	
Anwendungsbereich <i>field of application</i>	Produkte der Wasserversorgung <i>products of water supply</i>
Zertifikatinhaber <i>owner of certificate</i>	ROTH WERKE GmbH Am Seerain, D-35232 Dautphetal
Vertreiber <i>distributor</i>	ROTH WERKE GmbH Am Seerain, D-35232 Dautphetal
Produktart <i>product category</i>	Installationssysteme und Systemverbinder: Trinkwasserinstallationssystem (8501)
Produktbezeichnung <i>product description</i>	Trinkwasserinstallationssystem bestehend aus Pressverbindern aus Metall oder Kunststoff (PPSU) und Verbundrohr (PE-RT/AI/PE-RT)
Modell <i>model</i>	Roth Rohr-Installationssystem mit Systemrohr Alu-Laserplus
Prüfberichte <i>test reports</i>	Kontrollprüfung Labor: B186/15 vom 02.04.2015 (IMA) Ergänzungsprüfung: B100/06 vom 08.05.2006 (IMA) Baumusterprüfung: 22 0002404-1 / -2 vom 16.02.2003 (MPM) Baumusterprüfung: 22 0002404-3 vom 16.02.2003 (MPM) KTW-Prüfung: K-258573-15-Ko vom 29.06.2015 (WHY) Mikrobiologische Prüfung: W-225987e-13-Si vom 05.02.2013 (WHY)
Prüfgrundlagen <i>test basis</i>	DVGW W 534 (01.05.2004) UBA METALLE (02.04.2015) BGA KTW (12.12.1985) UBA KTW (07.10.2008) DVGW W 270 (01.11.2007)
Ablaufdatum / AZ <i>date of expiry / file no.</i>	20.02.2021 / 15-0497-WNV
<p>21.10.2015 GU A.P. / 2</p> <p></p> <p><small>DVGW CERT GmbH ist von der DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17065:2013 akkreditierte Stelle für die Zertifizierung von Produkten der Energie- und Wasserversorgung.</small></p> <p><small>DVGW CERT GmbH is an accredited body by DAkkS according to DIN EN ISO/IEC 17065:2013 for certification of products for energy and water supply industry.</small></p>	
 	
<p>DVGW CERT GmbH Zertifizierungsstelle Josef-Wilmer-Str. 1-3 53123 Bonn Tel. +49 228 91 80 - 488 Fax +49 228 91 80 - 790 www.dgwg-cert.com info@dgwg-cert.com</p>	

Systembeschreibung

■ Systemkomponenten

Roth Systemrohr Alu-Laserplus®

- > 5-schichtiger Rohraufbau (siehe Abbildung)
- > dickwandiges Innenrohr für hohe Druck- und Temperaturstabilität
- > inkrustationsfreie Rohrwandungen für dauerhaft konstante Durchflussmengen und geringe Druckverluste
- > lasergeschweißte Aluminiumschicht für reduzierte thermische Längenausdehnung und Formstabilität nach dem Biegen
- > sauerstoffdicht und für alle Trinkwasserqualitäten geeignet



- 1 Polyethylen
- 2 Polymer
- 3 Aluminium
- 4 Polymer
- 5 Polyethylen

Abmessungen Roth Systemrohre Alu-Laserplus® im Vergleich zu anderen Rohrleitungen									
allgemeine Bezeichnung		DN 10	DN 12	DN 15	DN 20	DN 25	DN 32	DN 40	DN 50
Roth Alu-Laserplus®	Rohrbezeichnung	14 x 2	17 x 2	20 x 2	25 (26) x 3	32 x 3	40 x 3,5	50 x 4	63 x 4,5
	Außendurchmesser [mm]	14	17	20	26	32	40	50	63
	Innendurchmesser [mm]	10	13	16	20	26	33	42	54
CU-Rohr	Nennmaß [mm]	12 x 1	15 x 1	18 x 1	22 x 1,5	28 x 1,5	35 x 1,5	42 x 1,5	54 x 2
	Innendurchmesser [mm]	10	13	16	19	25	32	39	50
Edelstahlrohr 1.4404	Nennmaß [mm]	-	15 x 1	18 x 1	22 x 1,2	28 x 1,2	35 x 1,5	42 x 1,5	54 x 1,5
	Innendurchmesser [mm]	-	13	16	19,6	25,6	32	39	51
mittelschweres Gewinderohr	Nennmaß [mm]	-	R 3/8	R 1/2	R 3/4	R 1	R 1 1/4	R 1 1/2	R 2
	Außendurchmesser [mm]	-	12,6	16,1	21,7	27,3	36	41,9	53,1
	Innendurchmesser [mm]	-	17,2	21,3	26,9	33,7	42,4	48,3	60,3

Systembeschreibung



Roth Systemrohr Alu-Laserplus®

Einsatzbereich: Trinkwasser- und Heizungsinstallationen								
Rohrbezeichnung	14 x 2	17 x 2	20 x 2	25 x 3	32 x 3	40 x 3,5	50 x 4	63 x 4,5
Rohraußendurchmesser [mm]	14	17	20	26	32	40	50	63
Rohrinnendurchmesser [mm]	10	13	16	20	26	33	42	54
Ringmaterial: Materialnummer Lieferlänge/Gewicht pro Ring	1135000210 100 m/10,1 kg 1135000211 200 m/20,2 kg	1135000213 100 m/12,5 kg 1135000214 200 m/25,0 kg 1135006252 600 m/75,0 kg	1135001374 50 m/7,5 kg 1135000216 100 m/15,0 kg	1135002611 25 m/6,75 kg	-	-	-	-
Stangenware: Materialnummer Lieferlänge/Gewicht pro Stange	-	1135000215 5 m/0,625 kg	1135000217 5 m/0,75 kg	1135001390 5 m/1,35 kg	1135001391 5 m/1,70 kg	1135004448 5 m/2,58 kg	1135004449 5 m/3,59 kg	1135002773 5 m/5,3 kg
Lieferlänge Schutzrohr [m]	75	75	50	25	25	-	-	-
Werkstoff	PE-RT/Al/PE-RT							
Merkmale	sehr formstabil							
Farbe	weißes Mantelrohr mit schwarzer Signierung							
Rohrschichten	5-Schicht-Rohr							
Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	0,35							
mittlerer linearer Längenausdehnungskoeffizient [1/K]	0,25 x 10 ⁻⁶							
Baustoffklasse	B2 (nach DIN 4102) E (nach EN 13501)							
min. Biegeradius	5 x da							
min. Biegeradius mit Biegefeder	4 x da							
Rohrrauigkeit [mm]	0,0003 ^{*1}							
Wasserinhalt [l/m]	0,08	0,13	0,20	0,32	0,53	0,87	1,41	2,28
max. Länge entsprechend 3-Liter-Regel [m]	38,2	22,6	14,9	9,5	5,6	3,4	2,1	1,3
Rohrsignierung/-kennzeichnung	Meterangabe, Rohr-Bezeichnung, Made in Germany, BPD (Hersteller), Abmessung, Material, Norm/Standard (EN ISO 21003, DIN 4726, DVGW, KIWA, KOMO, DTI, IMA-Richtlinie, Werks- und Kundenvorschriften), Temp./Druckbedingung, Zulassung: DVGW, ÖVGW, KIWA, KOMO, WRAS, Sauerstoffdichtheit, Tmax., IMA, Herstellungsdatum, A-Nummer (Hersteller)							
max. Temperatur dauerhaft [°C]	70							
max. Temperatur kurzzeitig [°C] ^{*2}	95 (bei 6 bar)							
max. Druck [bar]	10							
Prüf- und Zertifizierungsgrundlagen	DVGW W 542 UBA KTW DVGW W 270 DVGW W 534							
Zulassungsnummer (System)	DW-8501BR0037							
Verbindungstechnik	Roth PPSU PressCheck® Roth MS PressCheck®							
Presskontur	H (R)							
Montagetemperatur [°C]	-20 bis +40							
freigegebener Wasserzusatz	Roth Frostschutzmittel FKN 28 (Einsatz ausschließlich bei Heizungsanwendung)							

^{*1} gemessener Wert

^{*2} kurzzeitig = Störfalltemperatur nach DIN EN ISO 21003 (max. 100 h)

Systembeschreibung

Fittings

Für eine sichere Montage ist das patentierte Roth PressCheck®-System mit einer definierten Leckage im unverpressten Zustand ausgestattet (bei Druckprüfung mit Wasser bei 1,5 bar unverpresst/undicht).



Kennzeichnung auf dem Fitting	
Presshülse (Prägung)	Roth Logo
	Dimension (z. B. 17)
Grundkörper	Material (PPSU)
	Dimension (z. B. 17)
	Uhr mit Produktionsdatum



Werkstoffe:

PPSU: Für Systemfittings mit ausschließlich Pressverbindungen. Der Grundkörper des Pressfittings besteht aus einem Hochleistungskunststoff Polyphenylsulfon (PPSU). Der Werkstoff besitzt eine große Widerstandsfähigkeit bei hohen Temperaturen, sowie bei Korrosion und Inkrustation. Der Fitting ist aufgrund seiner extrem hohen Kerbschlagzähigkeit und Unempfindlichkeit gegen Spannungsrisse sehr robust und schlagunempfindlich.

Metall: Für Übergänge mit Press- und Gewindeverbindungen. Zum Einsatz kommt ein hochwertiger Messing-Werkstoff mit guten mechanischen Eigenschaften, wie Festigkeit und Zähigkeit. Das verwendete Messing ist in hohem Maße korrosionsbeständig und besitzt eine hervorragende Beständigkeit gegen Entzinkung gemäß allen gültigen Normen und allgemein anerkannten Regeln der Technik.

Der Einsatzbereich ist die Trinkwasser- und Heizungsinstallation. Die zulässigen max. Betriebsbedingungen sind:

70 °C/10 bar Dauerbetrieb
95 °C/6 bar kurzzeitig (max. 100 h)

Bei den oben genannten Dauerbetriebsbedingungen ist, unter Berücksichtigung einer 1,5fachen Sicherheit, eine Zeitstandsfestigkeit von 50 Jahren gewährleistet.

Bei abweichenden Betriebsparametern und anderen Einsatzbereichen ist Rücksprache mit einem Fachberater der Roth Werke GmbH zu nehmen.

Das System ist DVGW-zertifiziert. Die im System eingesetzten Materialien sind für die menschliche Gesundheit vollkommen unbedenklich.

Die Systemkomponenten werden mit der Roth Radial-Pressverbindungstechnik dauerhaft dicht verbunden und sind für die Unterputzmontage zugelassen.

Auslegung und Projektierung

Schallschutz

Durch den stetig wachsenden Wunsch nach Privatsphäre, Ruhe und Erholung sind die Ansprüche an den Schallschutz innerhalb von Wohngebäuden stark gestiegen. Aber auch in Arbeitsbereichen

wie z. B. Büro-, Schulungs- und Seminarräume, müssen Störgeräusche und Lärmbelastung vermieden werden, um ein konzentriertes Arbeiten zu ermöglichen.

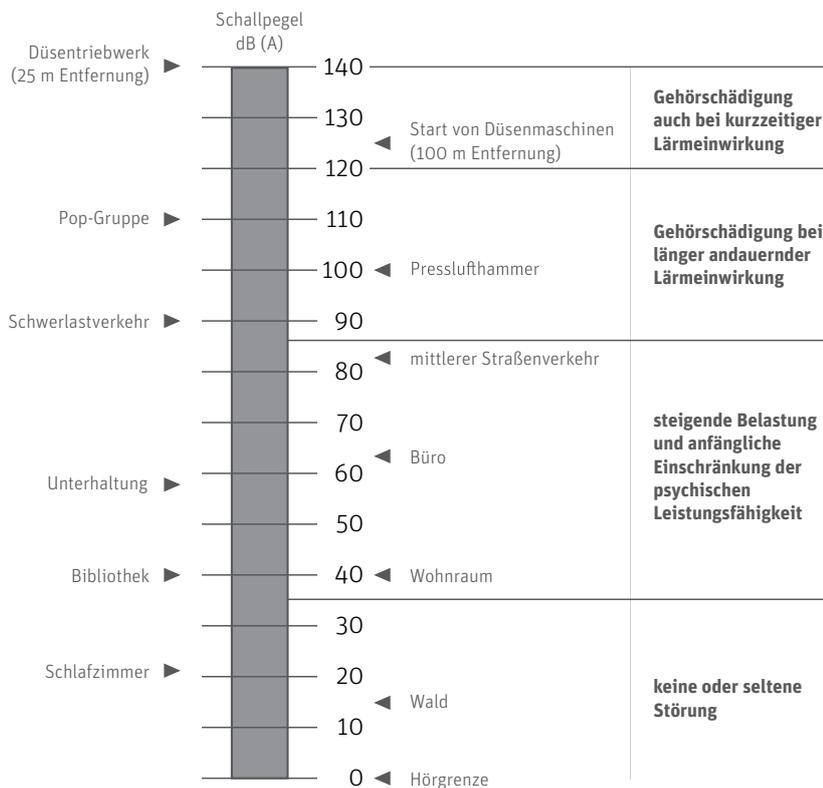
Grundlage und Wahrnehmung von Schall (20 Hz bis 20 kHz)

Der Schall wird in verschiedene Schallarten eingeteilt: das Geräusch, der Klang, der Ton und der Knall. Schall stellt die Ausbreitung von kleinsten Druck- und Dichteschwankungen (in Gasen, Flüssigkeiten, Festkörper) dar. Um die wahrgenommene Lautstärke des Geräusches bewerten zu können, wird der Schalldruckpegel in Dezibel (dB), mit einem dem menschlichen Gehör nahekommenden „A“-Filter ermittelt. Die Bewertung des Schalldruckpegels erfolgt, indem ein gemessenes Spektrum im Frequenzbereich in 10 schmalbandige Teile (Oktavbänder) zerlegt wird und diese entsprechend der Frequenzabhängigkeit der Wahrnehmung gewichtet werden. Dadurch können Töne und Geräusche definiert und über eine Oktavbandmessung durch den Schalldruckpegel bewertet werden. Bei mehreren Geräuschquellen gleicher oder ungleicher Lautstärke werden diese über ein spezielles logarithmisches Rechenverfahren addiert.

Dabei können folgende Faustformeln zugrunde gelegt werden:

- > Bei einer Verdopplung der Geräuschquellen wird der Schalldruckpegel um 3 dB [A] erhöht. Dies ist vom menschlichen Gehör bereits deutlich wahrnehmbar.
- > Eine Erhöhung des Schalldruckpegels um 10 dB [A] wird als Verdoppelung der Lautstärke wahrgenommen.
- > Bis zu einer Entfernung ≤ 1 m von der Geräuschquelle wird die Abnahme des Schalldruckpegels mit 0 dB [A] bewertet: bei 2 m Entfernung zur Geräuschquelle tritt bereits eine Minderung von 6 dB [A] auf, bei 10 m sind es 20 dB [A].

Übersicht der Geräuschquellen und deren Schalldruckpegel



Auslegung und Projektierung

Schallschutz nach DIN 4109 und VDI 4100

Schallschutz bezieht sich auf die Vermeidung der Weiterleitung von Schall. Durch geeignete Maßnahmen (z. B. elastische Flächen, Masse, Trennung von Bauteilen) soll in erster Linie die Übertragung von Körperschall vermieden oder gemindert werden. Es gibt zwei Verordnungen, die diesen Sachverhalt regeln, die DIN 4109 (Schallschutz im Hochbau) und die VDI 4100 (Schallschutz im Hochbau – Beurteilung und Vorschläge für erhöhten Schallschutz in Wohnungen). Die DIN-Norm 4109 beschreibt Mindestanforderungen an den Schallschutz. In deren Beiblatt 2 werden zusätzlich Empfehlungen für einen erhöhten Schallschutz gegeben. Die VDI 4100 ist eine Ergänzung zur DIN 4109 in der drei Schallschutzstufen (SSst) für die Planung und Bewertung des Schallschutzes von Wohnungen definiert werden.

Die Realisierung des Schallschutzes in gebäudetechnischen Anlagen ist eine wesentliche Aufgabe des Architekten, Fachplaners und Installateurs. Entscheidend sind hier die Wahl der Werkstoffe, die Festlegung der Grundrissgestaltung sowie die Art der Installation, um Körperschallübertragung innerhalb des Gebäudes zu vermeiden. Mit besonderem Augenmerk auf den Schallschutz sind Mehrfamilienhäuser zu sehen, da hier mehrere Nutzer (Eigentümer oder Mieter) direkt nebeneinander wohnen.

Wenn keine werkvertraglichen Vereinbarungen hinsichtlich des Schallschutzes vorgenommen wurden, sind die allgemein anerkannten Regeln der Technik (a.a.R.d.T.), somit die DIN 4109, einzuhalten. Um Rechtssicherheit zu haben, sollten Auftraggeber und Auftragnehmer den angestrebten Schallschutz im Bauvertrag vereinbaren. Da sich die Anforderungen der technischen Regelwerke in dem Zeitraum zwischen Abschluss des Bauvertrags und der Abnahme ändern können, empfiehlt es sich, im Bauvertrag nicht nur ein Regelwerk bzw. Schallschutzstufen anzugeben, sondern zusätzlich eine eindeutige Festlegung durch die Angabe von konkreten Zahlenwerten vorzunehmen. Nachfolgend ist der max. Schalldruckpegel nach DIN 4109 aufgeführt.

Auslegung und Projektierung

Zeile	Geräuschquelle	Art der schutzbedürftigen Räume	
		Wohn- und Schlafräume	Unterrichts- und Arbeitsräume
		kennzeichnender Schalldruckpegel dB [A]	
1	Wasserinstallationen (Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen gemeinsam)	$L_{in} \leq 30^{a,b}$	$L_{in} \leq 35^a$
2	sonstige haustechnische Anlagen	$L_{Amax} \leq 30^c$	$L_{Amax} \leq 35^c$
3	Betriebe 6 bis 22 Uhr	$L_r \leq 35$	$L_r \leq 35$
4	Betriebe 22 bis 6 Uhr	$L_r \leq 25$	$L_r \leq 35$

^a Einzelne kurzzeitige Spitzen, die beim Betätigen der Armaturen und Geräte (Öffnen, Schließen, Umstellen, Unterbrechen u. ä.) entstehen, sind zurzeit nicht zu berücksichtigen.

^b Werksvertragliche Voraussetzungen zur Erfüllung des zulässigen Installations-Schallpegels:

Die Ausführungsunterlagen müssen die Anforderungen des Schallschutzes berücksichtigen, d. h. zu den Bauteilen müssen die erforderlichen Schallschutznachweise vorliegen. Außerdem muss die verantwortliche Bauleitung benannt und zu einer Teilabnahme vor Verschließen bzw. Verkleiden der Installation hinzugezogen werden. Weitergehende Details regelt das ZVSHK-Merkblatt. (Zu beziehen durch: Zentralverband Sanitär Heizung Klima (ZVSHK), Rathausallee 6, 53757 Sankt Augustin)

^c Bei Lüftungstechnischen Anlagen sind um 5 dB [A] höhere Werte zulässig, sofern es sich um ein Dauergeräusch ohne auffällige Einzeltöne handelt.

Bei erhöhtem Schallschutz nach DIN 4109 Beiblatt 2 sind die Anforderungen der DIN 4109 um 5 dB [A] zu minimieren.

VDI 4100 - Ziele:

- > Menschen müssen in Ihren eigenen Wohnungen zur Ruhe kommen können.
- > Eine Wohnung muss die Privat- und Intimsphäre von Menschen schützen.
- > Die Güte einer Wohnung bemisst sich zum Teil an den oben genannten Eigenschaften.

Schallschutzkriterien		kennzeichnende akustische Größe in dB [A]	Schallschutzstufen		
			SSt I	SSt II	SSt III
gebäudetechnische Anlagen (einschließlich Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen gemeinsam)	Einfamilien-Doppelhaus und Einfamilien-Reihenhaus	$L_{Amax,nT}^{c)}$	≤30	≤25	≤22
	Mehrfamilienhaus		≤30	≤27	≤24

^{d)} Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen, die beim Betätigen (Öffnen, Schließen, Umstellen, Unterbrechen usw.) der Armatur und Geräte der Wasserinstallation entstehen, sollen die Kennwerte der SSt II und SSt III um nicht mehr als 10 dB [A] übersteigen. Dabei wird eine bestimmungsgemäße Benutzung vorausgesetzt.

Auslegung und Projektierung

Wahrnehmung üblicher Geräusche aus Nachbarwohnungen und Zuordnung zu drei Schallschutzstufen (SSt).

Zeile	Geräuschquelle	Geräuschwahrnehmung aus der Nachbarwohnung (abendlicher A-bewerteter Grundgeräuschpegel von 20 dB, üblich große Aufenthaltsräume)		
		SSt I	SSt II	SSt III
1	laute Sprache	undeutlich verstehbar	kaum verstehbar	im Allgemeinen nicht verstehbar
2	Sprache mit angehobener Stimme	im Allgemeinen kaum verstehbar	im Allgemeinen nicht verstehbar	nicht verstehbar
3	Sprache mit normaler Sprechweise	im Allgemeinen nicht verstehbar	nicht verstehbar	nicht hörbar
4	sehr laute Musikpartys	sehr deutlich hörbar	deutlich hörbar	noch hörbar
5	laute Musik, laut eingestellte Rundfunk- und Fernsehgeräte	deutlich hörbar	noch hörbar	kaum hörbar
6	Musik mit normaler Lautstärke	noch hörbar	kaum hörbar	nicht hörbar
7	spielende Kinder	hörbar	noch hörbar	kaum hörbar
8	Gehgeräusche	im Allgemeinen kaum störend	im Allgemeinen nicht störend	nicht störend
9	Nutzergeräusche	hörbar	noch hörbar	im Allgemeinen nicht hörbar
10	Geräusche aus gebäudetechnischen Anlagen	unzumutbare Belästigungen werden im Allgemeinen vermieden	im Allgemeinen nicht störend	nicht oder nur selten störend
11	Haushaltsgeräte	noch hörbar	kaum hörbar	im Allgemeinen nicht hörbar

Auch im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich (Einfamilienhaus) sollten die Ausführungen den a.a.R.d.T. entsprechen, auch wenn keine bauaufsichtlichen Anforderungen gestellt sind. Es sind übliche Maßnahmen zur Körperschalldämmung an Leitungen und Einrichtungsgegenständen auszuführen.

Nachfolgend eine Empfehlung für den maximalen Schalldruckpegel gemäß DIN 4109, erzeugt durch gebäudetechnische Anlagen im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich:

Zeile	Geräuschquelle	Empfehlungen für den maximalen Norm-Schalldruckpegel dB [A]		
		Wohn- und Schlafräume	Wohnküchen, Flure	Arbeitsräume, Küchen, Bäder, Toilettenräume, Nebenräume, Hobbyräume
1	fest installierte technische Schallquellen der Heizungs-, Klima- und Lüftungstechnik im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich	≤32 ^{a, b}	≤35 ^{a, b}	L _{AF,max,n}

Die erforderlichen Maßnahmen zur Minderung der Geräuschausbreitung sind vom Hersteller anzugeben.

- ^a Einzelne, kurzzeitige Geräuschspitzen, die beim Ein- und Ausschalten der Anlagen auftreten (z. B. Zündgeräusche bei Heizungsanlagen) dürfen die in Zeile 1 genannten Empfehlungen um maximal 5 dB [A] überschreiten.
- ^b Werksvertragliche Voraussetzungen zur Erfüllung des zulässigen Schalldruckpegels:
Die Ausführungsunterlagen müssen die Empfehlungen des Schallschutzes berücksichtigen, d. h. zu den Bauteilen müssen die erforderlichen Schallschutznachweise vorliegen. Außerdem muss die verantwortliche Bauleitung benannt und zu einer Teilabnahme vor Verschließen bzw. Bekleiden der Installation hinzugezogen werden.

Diese Empfehlungen gelten für Anlagen der Heiz- und Raumlufttechnik, nicht aber für die im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich betriebenen Wasserinstallationen, Rolläden, Raumklimageräte, Kaminöfen und dergleichen.

Geeignete Maßnahmen für die Einhaltung des Schallschutzes innerhalb von Trinkwasserinstallationen sind:

- > Rohrummantelungen, Bandagen, Dämmschläuche
- > Rohrbefestigungen mit Dämpfungseinlagen
- > Schallschutzsets für Wandscheiben und U-Wandscheiben
- > Vermeidung von hohen Fließgeschwindigkeiten und Drücken
- > Einsatz geräuscharmer Armaturen

Die Roth Wandscheiben 14, 17 und 20 mm und U-Wandscheiben 17 und 20 mm, die mit dem Roth Schallschutzset fachgerecht montiert wurden, erfüllen nachweislich die Anforderungen an die Grenzwerte für Trinkwasser-Installationen der DIN 4109 sowie der VDI 4100.

Wir empfehlen die schallschutztechnischen Maßnahmen in enger Abstimmung mit Planer und Bauherrn festzulegen!

Auslegung und Projektierung

■ Dämmanforderungen nach EnEV

Zur Begrenzung der unerwünschten Wärmeabgabe von Rohrleitungen in Heizungs- und Warmwasserinstallationen schreibt die EnEV, als gesetzliche Grundlage und allgemein anerkannte Regeln der Technik, die Verwendung einer Wärmedämmung vor. Die entsprechenden Mindestdämmschichtdicken werden in Abhängigkeit vom Rohr-Innendurchmesser vorgegeben und können der EnEV, Anlage 5, Tabelle 1 entnommen werden (siehe nachfolgende Abbildung 1). Die dort abgebildeten Dämmwerte gelten als Mindestanforderung von Rohrleitungen und Armaturen und sind gebunden an den amtlich anerkannten Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit von $0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ bei $40 \text{ }^\circ\text{C}$. Werden Dämmstoffe mit schlechteren oder besseren Dämmeigenschaften eingesetzt, muss die Dämmstoffdicke umgerechnet werden oder kann der Abbildung 2 entnommen werden.



Die häufigste Anwendung stellt die umgangssprachliche 100%-Dämmung dar. Diese entspricht in Abhängigkeit der Dimension der Einbausituation Nr. 1 und 2. Das heißt alle warmgehenden zirkulierenden Rohrleitungen wie Wärmeverteilungen, Trinkwasser warm und Trinkwasser Zirkulation sind mit einer Dämmstärke zu ummanteln, die mindestens dem Innendurchmesser der Rohrleitung entspricht, bei Verwendung von Dämmstoffen mit einer Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

Für einige Einbausituationen werden Ausnahmen beschrieben. Diese können zu Verringerungen der Dämmstärken (50%) oder zu Erhöhungen der Dämmstärken (200%) führen.

Zusätzlich werden Anforderungen für Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen genannt. Hierzu müssen gegebenenfalls weitere Aspekte berücksichtigt werden, die eine höhere Dämmstärke erforderlich machen wie in der EnEV gefordert.

Dazu zählen:

- > die Vermeidung von Tauwasserbildung
- > eine verminderte Wärmeaufnahme bei größeren Verteilnetzen
- > weitere energetische Gesichtspunkte oder optimierte Betriebsweisen

Die verwendeten Dämmstoffe müssen vor Feuchtigkeit geschützt sein, da Wasser im Dämmstoff die Dämmwirkung reduziert und zu Korrosionsschäden an den gedämmten Rohrwerkstoffen und Bauteilen führen kann. Um Wärmebrücken auf ein Minimum zu beschränken, sind Dämmstoffe fugendicht zu verlegen und zu befestigen. Darüber hinaus erfüllen Umhüllungen andere Aufgaben, wie z. B. Schallschutzanforderungen, Korrosionsschutz, Aufnahme von Längenänderungen und die Vermeidung eines direkten Kontaktes zwischen Rohrleitungen und Baukörper. Die Auswahl der Dämmung oder Umhüllung muss entsprechend dem jeweiligen Anwendungsbereich erfolgen.

Wärmedämmung von Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen (Auszug aus EnEV, Tabelle 9)			Erfüllung der Anforderungen bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit 0,040 [W/mk]			
Nr.	Einbausituation	Dämmschichtdicke bei $\lambda = 0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})^a$	Systemrohr Alu-Laserplus mit 9 mm WDr	Systemrohr Alu-Laserplus mit 13 mm WDr	Systemrohr Alu-Laserplus mit 100% asym	Systemrohr Alu-Laserplus mit 26 mm WDr
1	Innendurchmesser bis 22 mm	20 mm			x	x
2	Innendurchmesser über 22 mm bis 35 mm	30 mm				
3	Innendurchmesser über 35 mm bis 100 mm	gleich Innendurchmesser				
4	Innendurchmesser über 100 mm	100 mm				
5	Leitungen und Armaturen nach den Nummern 1 bis 4 in Wand- und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, an Leitungsverbindungsstellen, bei zentralen Leitungsnetzverteilern	Hälfte der Anforderungen der Nummern 1 bis 4		x	x	x
6	Leitungen von Zentralheizungen nach den Nummern 1 bis 4, die nach dem 31. Januar 2002 in Bauteilen zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer verlegt werden	Hälfte der Anforderungen der Nummern 1 bis 4		x	x	x
7	Leitungen nach Nummer 6 im Fußbodenaufbau	6 mm	x	x	x	x
8	Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen sowie Armaturen von Raumlufttechnik und Klimakältesystemen	6 mm	x	x	x	x

Abbildung 1

Auslegung und Projektierung

- › Soweit in Fällen des § 14 Absatz 5 Wärmeverteilungsleitungen und Trinkwasserleitungen warm an Außenluft grenzen, sind diese mit dem Zweifachen der Minstdicke nach Tabelle 1, Zeile 1 bis 4 zu dämmen.
- › In Fällen des § 14 Absatz 4 ist Tabelle 1 nicht anzuwenden, soweit sich Wärmeverteilungsleitungen nach den Zeilen 1 bis 4 in beheizten Räumen oder in Bauteilen zwischen beheizten Räumen eines Nutzers befinden und ihre Wärmeabgabe durch frei liegende Absperreinrichtungen beeinflusst werden kann. In Fällen des § 14 Absatz 4 ist Tabelle 1 nicht anzuwenden auf Warmwasserleitungen bis zu einem Wasserinhalt von 3 Litern, die weder in den Zirkulationskreislauf einbezogen noch mit elektrischer Begleitheizung ausgestattet sind (Stichleitungen) und sich in beheizten Räumen befinden.
- › Bei Materialien mit anderen Wärmeleitfähigkeiten als 0,035 W/(mK) sind die Minstdicken der Dämmschichten entsprechend umzurechnen. Für die Umrechnung und die Wärmeleitfähigkeit des Dämmmaterials sind die in anerkannten Regeln der Technik enthaltenen Berechnungsverfahren und Rechenwerte zu verwenden.
- › Bei Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen dürfen die Minstdicken der Dämmschichten nach Tabelle 1 insoweit vermindert werden, als eine gleichwertige Begrenzung der Wärmeabgabe oder der Wärmeaufnahme auch bei anderen Rohrdämmstoffanordnungen und unter Berücksichtigung der Dämmwirkung der Leitungswände sichergestellt ist.

Minstdämmdicken für Rohrleitungen bezogen auf verschiedene Wärmeleitfähigkeiten

Bestimmung von Dämmstoffdicken bei Einhaltung der Mindestanforderung nach EnEV											
Rohrdimension [mm]	Rohr-Innendurchmesser [mm]	Minstdämmschichtstärke bezogen auf die Wärmeleitfähigkeit [W/mK]									
		0,025		0,030		0,035		0,040		0,045	
		50 %	100 %	50 %	100 %	50 %	100 %	50 %	100 %	50 %	100 %
14	10	6	12	8	16	10	20	13	27	18	36
17	13	6	12	8	16	10	20	13	27	18	36
20	16	6	12	8	16	10	20	13	27	18	36
26	20	6	12	8	16	10	20	13	27	18	36
32	26	9	18	12	24	15	30	19	38	23	46
40	33	9	18	12	24	15	30	19	38	23	46
50	42	13	26	18	33	21	42	26	53	33	66
63	54	16	32	21	42	27	54	24	68	42	83

Die Dämmstärke muss der Verfügbarkeit des jeweiligen Herstellers angepasst werden, ohne jedoch die Vorgaben zu unterschreiten.

Abbildung 2

Auslegung und Projektierung

Beispiele für die richtige Umsetzung der EnEV-Anforderungen

Die nachfolgende Tabelle zeigt praxisrelevante Beispiele für die richtige Umsetzung der EnEV-Anforderungen nach Anlage 5 (zu § 10 Abs. 2 und § 14 Abs. 4), Tabelle 1.

praxisrelevante Beispiele Rohrleitungsdämmdicken		
Rohrleitungen	Dämmstärke	
	Heizung ¹⁾	Trinkwasser warm
in unbeheizten Räumen und Kellerräumen	100 %	100 %
in Außenbauteilen (Wände, Decken)		
in Bauteilen zwischen einem unbeheizten und beheizten Raum		
in Schächten, Kanälen, abgehängten Decken und Hohlraumböden		
Verteilleitungen zur Versorgung mehrerer, unterschiedlicher Nutzer		
im Fußboden verlegte Leitungen gegen Erdreich ¹⁾		
in Wand- und Deckendurchbrüchen (Abschottungsbereich)	50 %	50 %
im Kreuzungsbereich von Leitungen		
an Leitungsverbindungsstellen		
an zentralen Leitungsverteilern		
Armaturen		
in Bauteilen, zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer	50 %	100 %
im Fußbodenaufbau (auf der Rohdecke, unter Estrich)	6 mm	100 %
in beheizten Räumen eines Nutzers (und absperribar)	keine Anforderung	100 %
in Bauteilen zwischen beheizten Räumen eines Nutzers (und absperribar)		
Stichleitungen bis zu einem Wasserinhalt von 3 Litern, die weder in den Zirkulationskreislauf einbezogen noch mit elektrischer Begleitheizung ausgestattet sind und sich in beheizten Räumen befinden	-	keine Anforderung
an Außenluft angrenzend	200 %	200 %

¹⁾ Exzentrische/asymmetrische Rohrschläuche sind zur Begrenzung der Wärmeabgabe zulässig. Die Nenndicke ist zur Kaltseite anzuordnen.

Berücksichtigung umliegender Dämmschichten entsprechend der EnEV

Es ist seit der EnEV 2007 nicht zulässig angrenzende Dämmschichten oder Dämmsysteme zur Einhaltung der geforderten Mindestdämmstärke von warmgehenden zirkulierenden Rohrleitungen zu berücksichtigen. Diese Regelung betrifft in erster Linie

dämpflichtig verlegte Rohrleitungen innerhalb des Dämmaufbaus von Fußbodenheizungen oder in mit Dämmstoffen ausgekleideten Bauteilen, wie z. B. in Schächten, Kanälen, abgehängten Decken, Hohlraumböden und leichten Trennwänden.

Nachrüstung von Dämmungen in Heizungs- und Warmwasseranlagen

Eigentümer von bestehenden Gebäuden müssen nach EnEV § 10 dafür sorgen, dass zugängliche ungedämmte Wärmeverteilungsleitungen sowie Armaturen, die sich in unbeheizten Räumen befinden, nach Anlage 5, Tabelle 1 zur Begrenzung der Wärmeab-

gabe gedämmt sind, sofern sich die erforderlichen Aufwendungen innerhalb einer angemessener Frist amortisieren. Eine Frist zur Nachrüstung von Leitungsdämmungen in Bestandsgebäuden ist durch die EnEV nicht festgelegt worden.

Auslegung und Projektierung

■ Dämmanforderungen von Trinkwasserleitungen nach DIN 1988-200

Dämmung von Trinkwasserleitungen kalt

Die Dämmung von Trinkwasserleitungen erfüllt vielfältige Aufgaben. Sie ist in erster Linie aus hygienischen Gründen erforderlich, um den Schutz des Trinkwassers kalt vor einer Erwärmung z. B. durch benachbarte warmgehende zirkulierende Rohrleitungen zu gewährleisten und somit eine Verkeimung zu vermeiden. Weiterhin soll die Bildung von Tauwasser auf der Rohrleitungsoberfläche sowie die Übertragung von Schall verhindert werden. Die Dämmung von Trinkwasserleitungen kalt ist vorgeschrieben, wenn eine Erwärmung durch erhöhte Umgebungstemperaturen zu erwarten ist. Die entsprechenden Mindestdämmschichtdicken werden in Abhängigkeit vom Rohr-Innendurchmesser vorgegeben und können der Anlage DIN 1988-200, Tabelle 8 entnommen werden. Die dort abgebildeten Dämmwerte gelten als Mindestanforderung (siehe Abbildung 3) von Rohrleitungen und Armaturen und sind gebunden an den amtlich anerkannten Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit von $0,040 \text{ W}/(\text{mK})$ bei 40 °C . Werden Dämmstoffe mit schlechteren oder besseren Dämmeigenschaften eingesetzt, muss die Dämmschichtdicke umgerechnet werden oder kann der Abbildung 4 entnommen werden.

Bei üblichen Betriebsbedingungen und Rohrleitungsführungen im Wohnungsbau gelten die Werte für die Mindestdämmschichtdicken nach Tabelle 8 der DIN 1988-200 als Richtwerte.

Bei längeren Stagnationszeiten kann auch eine Dämmung allein keinen dauerhaften Schutz vor Erwärmung bieten. Trinkwasserleitungen kalt müssen so geplant und errichtet werden, dass sie von Wärmequellen thermisch entkoppelt sind und unter Beachtung von Stagnationszeiten und bestimmungsgemäßem Betrieb sich das Trinkwasser kalt an keiner Stelle im Leitungsnetz über 25 °C

(Empfehlung 20 °C) erwärmt. In Anbetracht eines benötigten Tauwasserschutzes zum Schutz der Bausubstanz, kann eine höhere Dämmstärke der Rohrleitung erforderlich sein. Hierzu müssen anwendungsbezogene Berechnungen zur Sicherstellung des Tauwasserschutzes durchgeführt werden und daraus resultierend die benötigte Dämmstärke ausgewählt werden.

Bei Anforderungen an den Tauwasserschutz ist dabei eine Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,040 \text{ W}/(\text{mK})$ des Dämmstoffes zu berücksichtigen. Zum Schutz des Trinkwassers vor Erwärmung gelten die angegebenen Werte für Dämmstoffe mit einer Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,035 \text{ W}/(\text{mK})$.

Die verwendeten Dämmstoffe müssen vor Feuchtigkeit geschützt sein (dampfdiffusionsdicht), da Wasser im Dämmstoff die Dämmwirkung reduziert und zu Korrosionsschäden an den gedämmten Rohrwerkstoffen und Bauteilen führen kann. Um Wärmebrücken auf ein Minimum zu beschränken, sind Dämmstoffe fugendicht zu verlegen und zu befestigen. Darüber hinaus erfüllen Umhüllungen weitere Aufgaben, wie z. B. Vermeidung von Kontakten zwischen Rohrleitungen und Baukörper (Schallschutzanforderungen) und die Aufnahme von thermischen Längenänderungen. Die Auswahl der Dämmung oder Umhüllung muss entsprechend dem jeweiligen Anwendungsbereich erfolgen. Rohrleitungen mit Kontakt zum Baukörper (z. B. unter Putz, in Estrichkonstruktionen oder innerhalb von Vorwandtechnik verlegt) sind mindestens mit einer Umhüllung (z. B. Rohr-in-Rohr-Führung oder 4 mm) nach DIN 1988-200, Absatz 14.2.1 zu versehen. Ein zusätzlicher Schutz vor Tauwasserbildung durch Dämmung ist in diesem Fall nicht erforderlich.

Wärmedämmung von Rohrleitungen für Trinkwasser kalt (Auszug aus DIN 1988-200, Tabelle 8)			Erfüllung der Anforderungen bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit $0,040 \text{ [W/mk]}$		
Nr.	Einbausituation	Dämmschichtdicke bei $\lambda = 0,040 \text{ W}/(\text{m} \times \text{K})^a$	Systemrohr Alu-Laser- plus mit 9 mm WDR	Systemrohr Alu-Laser- plus mit 13 mm WDR	Systemrohr Alu-Laser- plus mit 26 mm WDR
1	Rohrleitungen frei verlegt in nicht beheizten Räumen, Umgebungstemperatur $\leq 20 \text{ °C}$ (nur Tauwasserschutz)	9 mm	x	x	x
2	Rohrleitungen verlegt in Rohrschächten, Bodenkanälen und abgehängten Decken, Umgebungstemperatur $\leq 25 \text{ °C}$	13 mm		x	x
3	Rohrleitungen verlegt z. B. in Technikzentralen oder Medienkanälen und Schächten mit Wärmelasten, Umgebungstemperatur $\geq 25 \text{ °C}$	Dämmung wie Warmwasserleitungen Tabelle 9, Nummer 1 bis 5			x
4	Stockwerksleitungen und Einzelzuleitungen in Vorwandinstallationen	Rohr-in-Rohr oder 4 mm	x	x	x
5	Stockwerksleitungen und Einzelzuleitungen im Fußbodenaufbau (auch neben nicht-zirkulierenden Trinkwasserleitungen warm) ^b	Rohr-in-Rohr oder 4 mm	x	x	x
6	Stockwerksleitungen und Einzelzuleitungen im Fußbodenaufbau neben warmgehenden zirkulierenden Rohrleitungen ^b	13 mm		x	x

^a Für andere Wärmeleitfähigkeiten sind die Dämmschichtdicken entsprechend umzurechnen.

^b In Verbindung mit Fußbodenheizungen sind bei der Verlegung von Trinkwasserleitungen kalt im Fußbodenaufbau die gültigen Hygienevorschriften zu beachten. Abbildung 3

Auslegung und Projektierung

Mindestdämmdicken für Rohrleitungen bezogen auf verschiedene Wärmeleitfähigkeiten

Bestimmung von Dämmstoffdicken bei Einhaltung der Mindestanforderung nach DIN 1988-200 für Trinkwasser kalt																	
Rohrdimension [mm]	Rohr-Innen-durchmesser [mm]	Mindestdämmschichtstärke bezogen auf die Wärmeleitfähigkeit [W/mK]															
		0,030				0,035				0,040				0,045			
				50 %	100 %			50 %	100 %			50 %	100 %			50 %	100 %
14	10	6	9	6	12	8	11	8	16	9	13	10	20			13	25
17	13			6	12			8	16			10	20			13	25
20	16			6	12			8	16			10	20			13	25
26	20			6	12			8	16			10	20			13	25
32	26			9	19			12	24			15	30			18	37
40	33			9	19			12	24			15	30			18	37
50	42			14	28			17	34			21	42			26	51
63	54			18	35			22	44			27	54			33	65

Die Dämmstärke muss der Verfügbarkeit des jeweiligen Herstellers angepasst werden, ohne jedoch die Vorgaben zu unterschreiten.

Abbildung 4

Beispiele für die richtige Umsetzung der DIN 1988-200

Die nachfolgende Tabelle zeigt praxisrelevante Beispiele für die richtige Umsetzung der Anforderungen nach DIN1988-200, Tabelle 8.

praxisrelevante Beispiele Rohrleitungsdämmdicken	
Rohrleitungen	Dämmstärke
	Trinkwasser kalt
Umgebungstemperatur ≤ 20 °C in unbeheizten Räumen	9 mm
Umgebungstemperatur ≤ 25 °C	13 mm
in Schächten und Kanälen ohne warmgehenden Rohrleitungen	
oberhalb von Unterdecken ohne warmgehende Rohrleitungen	
in Systemböden ohne warmgehende Rohrleitungen	
Stockwerksleitungen und Einzelzuleitungen im Fußbodenaufbau neben warmgehenden zirkulierenden Rohrleitungen	100 %
Wärmelasten und Umgebungstemperaturen ≥ 25 °C	
in Schächten und Kanälen (neben warmgehenden Rohrleitungen)	
oberhalb von Unterdecken (neben warmgehenden Rohrleitungen)	
in Systemböden (neben warmgehenden Rohrleitungen)	50 %
in Wand- und Deckendurchbrüchen (Abschottungsbereich)	
im Kreuzungsbereich von Leitungen an Leitungsverbindungsstellen	
an zentralen Leitungsverteilern	
Armaturen	
Stockwerksleitungen und Einzelzuleitungen in Vorwandinstallationen	Rohr-in-Rohr oder 4 mm
Stockwerksleitungen und Einzelzuleitungen im Fußbodenaufbau (auch neben nichtzirkulierenden Trinkwasserleitungen warm)	
Stockwerksleitungen und Einzelzuleitungen mit Kontakt zum Baukörper	

Auslegung und Projektierung

Dämmung von Trinkwasserleitungen warm

Die Dämmung von Trinkwasserleitungen warm erfüllt vielfältige Aufgaben. Die Begrenzung der Wärmeabgabe von Trinkwasserleitungen warm, die entweder in das Zirkulationssystem einbezogen oder mit einem Temperaturhalteband ausgestattet sind, müssen mindestens mit einer Dämmschichtstärke nach Tabelle 9 gedämmt werden. Die dort festgelegten Mindestdämmschichtdicken werden in Abhängigkeit vom Rohr-Innendurchmesser vorgegeben. Die dort abgebildeten Dämmwerte gelten als Mindestanforderung von Rohrleitungen und Armaturen und sind gebunden an den amtlich anerkannten Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(mK) bei 40 °C. Werden Dämmstoffe mit schlechteren oder besseren Dämmeigenschaften eingesetzt, muss die Dämmstoffdicke umgerechnet werden oder kann der Abbildung 5 entnommen werden. Die geforderte Mindestdämmstärke muss an jedem Punkt der Dämmung eingehalten werden. Eine exzentrische Ausführung mit Gleichwertigkeitsnachweis zu einer konzentrischen Dämmung durch den Hersteller, wie es die EnEV vorsieht, ist aus hygie-

nischen Aspekten nicht zulässig. Liegen Rohrleitungen in frostgefährdeten Bereichen, so kann bei längeren Stillstandszeiten auch eine Dämmung keinen dauerhaften Schutz vor Einfrieren bieten. Sie müssen entleert oder anderweitig geschützt werden.

Unter Beachtung von Stagnationszeiten und dem bestimmungsgemäßen Betrieb darf sich das Trinkwasser warm an keiner Stelle der Installation unter 55 °C abkühlen.

Die verwendeten Dämmstoffe müssen vor Feuchtigkeit geschützt sein, da Wasser im Dämmstoff die Dämmwirkung reduziert und zu Korrosionsschäden an den gedämmten Rohrwerkstoffen und Bauteilen führen kann. Um Wärmebrücken auf ein Minimum zu beschränken, sind Dämmstoffe fugendicht zu verlegen und zu befestigen. Darüber hinaus erfüllen Umhüllungen weitere Aufgaben, wie z. B. Schallschutzanforderungen, Korrosionsschutz, Aufnahme von Längenänderungen, Vermeidung von Kontakten zwischen Rohrleitungen und Baukörper. Die Auswahl der Dämmung oder Umhüllung muss entsprechend dem jeweiligen Anwendungsbereich erfolgen.

Wärmedämmung von Rohrleitungen für Trinkwasser warm (Auszug aus EnEV, Tabelle 9)			Erfüllung der Anforderungen bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit 0,040 [W/mk]		
Nr.	Einbausituation	Dämmschichtdicke bei $\lambda = 0,035 \text{ W}/(\text{m} \times \text{K})^a$	Systemrohr Alu-Laser- plus mit 9 mm WDr	Systemrohr Alu-Laser- plus mit 13 mm WDr	Systemrohr Alu-Laser- plus mit 26 mm WDr
1	Innendurchmesser bis 22 mm	20 mm			x
2	Innendurchmesser über 22 mm bis 35 mm	30 mm			
3	Innendurchmesser über 35 mm bis 100 mm	gleich Innendurchmesser			
4	Innendurchmesser über 100 mm	100 mm			
5	Leitungen und Armaturen nach den Nummern 1 bis 4 in Wand- und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, an Leitungsverbindungsstellen, bei zentralen Leitungsnetzverteilern	Hälfte der Anforderungen der Nummern 1 bis 4		x	x
6	Trinkwasserleitungen warm, die weder in den Zirkulationskreislauf einbezogen werden noch mit einem Temperaturhalteband ausgestattet sind, z. B. Stockwerks- oder Einzelzuleitungen mit einem Wasserinhalt $\leq 3 \text{ l}$	keine Dämmanforderung gegen Wärmeabgabe ^b	x	x	x

^a Für andere Wärmeleitfähigkeiten sind die Dämmschichtdicken entsprechend umzurechnen; Referenztemperatur für die angegebene Wärmeleitfähigkeit: 40 °C

^b Bei Unterputzverlegung ist eine Dämmung erforderlich (z. B. Rohr-in-Rohr oder 4 mm als mechanischer Schutz oder Korrosionsschutz)

Mindestdämmdicken für Rohrleitungen bezogen auf verschiedene Wärmeleitfähigkeiten

Bestimmung von Dämmstoffdicken bei Einhaltung der Mindestanforderung nach EnEV nach DIN 1988-200 für Trinkwasser warm											
Rohrdimension [mm]	Rohr-Innendurchmesser [mm]	Mindestdämmschichtstärke bezogen auf die Wärmeleitfähigkeit [W/mK]									
		0,025		0,030		0,035		0,040		0,045	
		50 %	100 %	50 %	100 %	50 %	100 %	50 %	100 %	50 %	100 %
14	10	6	12	7	16	10	20	13	26	16	33
17	13	6	12	8	16	10	20	13	26	16	33
20	16	6	12	8	16	10	20	13	26	16	33
26	20	6	12	8	16	10	20	13	26	16	33
32	26	10	19	12	24	15	30	19	38	23	47
40	33	10	19	12	24	15	30	19	38	23	47
50	42	47	26	47	47	21	42	26	52	32	64
63	54	16	33	21	43	27	54	34	68	42	84

Die Dämmstärke muss der Verfügbarkeit des jeweiligen Herstellers angepasst werden, ohne jedoch die Vorgaben zu unterschreiten.

Abbildung 5

Auslegung und Projektierung

Beispiele für die richtige Umsetzung der EnEV-Anforderungen

Die nachfolgende Tabelle zeigt praxisrelevante Beispiele für die richtige Umsetzung der EnEV-Anforderungen nach Anlage 5 (zu § 10 Abs. 2 und § 14 Abs. 4), Tabelle 1.

praxisrelevante Beispiele Rohrleitungsdämmdicken	
Rohrleitungen	Dämmstärke
	Trinkwasser warm
in unbeheizten Räumen und Kellerräumen	100 %
in Außenbauteilen (Wände, Decken)	
in Bauteilen zwischen einem unbeheizten und beheizten Raum	
in Schächten, Kanälen, abgehängten Decken und Hohlraumböden	
Verteilungen zur Versorgung mehrerer, unterschiedlicher Nutzer	
im Fußboden verlegte Leitungen gegen Erdreich ¹	
in Wand- und Deckendurchbrüchen (Abschottungsbereich)	50 %
im Kreuzungsbereich von Leitungen	
an Leitungsverbindungsstellen	
an zentralen Leitungsverteilern	
Armaturen	100 %
in Bauteilen, zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer	
im Fußbodenaufbau (auf der Rohdecke, unter Estrich)	
in beheizten Räumen eines Nutzers (und absperbar)	100 %
in Bauteilen zwischen beheizten Räumen eines Nutzers (und absperbar)	100 %
Stichleitungen bis zu einem Wasserinhalt von 3 Litern, die weder in den Zirkulationskreislauf einbezogen noch mit elektrischer Begleitheizung ausgestattet sind und sich in beheizten Räumen befinden	keine Anforderung
an Außenluft angrenzend	200 %

¹ Exzentrische/asymmetrische Rohrschläuche sind zur Begrenzung der Wärmeabgabe ausschließlich bei Wärmeverteilungen zulässig. Die Nenndicke ist zur Kaltseite anzuordnen.

Berücksichtigung umliegender Dämmschichten nach EnEV und nach DIN 1988-200

Es ist im Einklang mit den relevanten Normen nicht zulässig angrenzende Dämmschichten oder Dämmsysteme zur Einhaltung der geforderten Mindestdämmstärke von warmgehenden zirkulierenden Rohrleitungen zu berücksichtigen. Diese Regelung betrifft in erster Linie dämmpflichtig verlegte Rohrleitungen innerhalb des Dämmaufbaus von Fußbodenheizungen oder in mit Dämmstoffen ausgekleideten Bauteilen, wie z. B. in Schächten, Kanälen, abgehängten Decken, Hohlraumböden und leichten Trennwänden.

Erfüllung der Dämmanforderungen mit den vorgedämmten Systemrohren Alu-Laserplus®

Erfüllung der Dämmanforderungen mit den vorgedämmten Systemrohren Alu-Laserplus®				
Bezeichnung	Dimensionierung [mm]	Dämmstärke [mm]	DIN 1988-200 (Tabelle 8)	EnEV (Tabelle 1)
Systemrohr Alu-Laserplus® mit symmetrischer (konzentrischer) Wärmedämmung rund	14	9	Trinkwasser kalt (Einbausituation 1,4,5)	Wärmeverteilungen (Einbausituation 7,8)
	17	9	Trinkwasser kalt (Einbausituation 1,4,5)	Wärmeverteilungen (Einbausituation 7,8)
	20	9	Trinkwasser kalt (Einbausituation 1,4,5)	Wärmeverteilungen (Einbausituation 7,8)
	25	9	Trinkwasser kalt (Einbausituation 1,4,5)	Wärmeverteilungen (Einbausituation 7,8)
Systemrohr Alu-Laserplus® mit asymmetrischer (exzentrischen) Wärmedämmung rechteckig	17	26	Trinkwasser kalt (Einbausituation 1,4,5)	Wärmeverteilungen (Einbausituation 1,5,6,7,8)*
	20	26	Trinkwasser kalt (Einbausituation 1,4,5)	Wärmeverteilungen (Einbausituation 1,5,6,7,8)*

Weitere Dämmanforderungen müssen bauseits erfüllt werden.

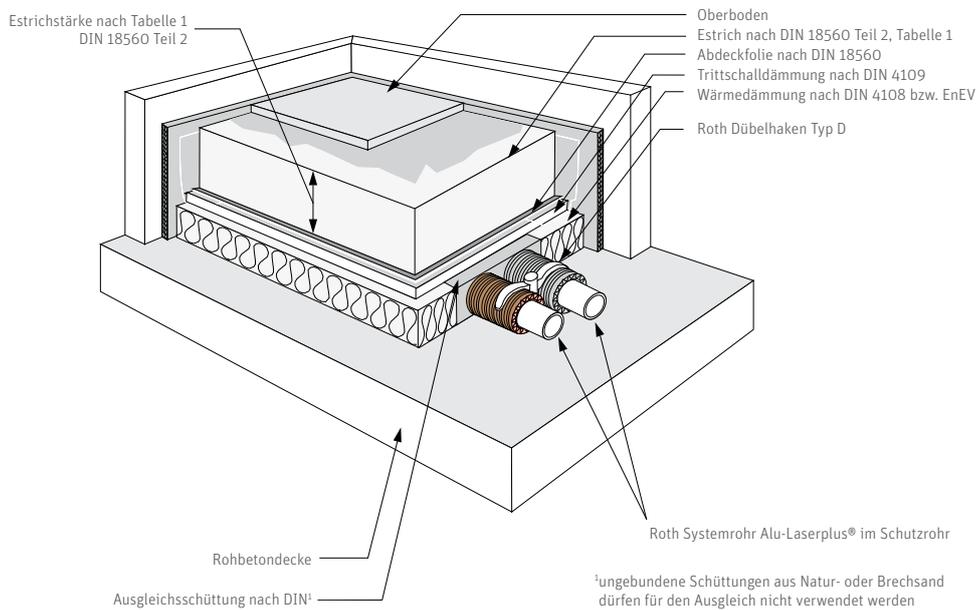
*100 % Dämmstärke, konform mit den Anforderungen nach EnEV Anh. 5, Tab. 1, Zeile 1, 5 und 6 (gleichwertig mit konzentrischer Dämmung, Wärmeleitfähigkeit: 0,035 W/mK)

Auslegung und Projektierung

Verschiedene Anwendungsbeispiele zur Verlegung der Roth Systemrohre Alu-Laserplus® auf dem Rohbeton bei Einhaltung der Mindestanforderung

Leitungen auf Wohnungstrenndecken eines Nutzers

Auf Wohnungstrenndecken eines Nutzers kann auf eine Wärmedämmung der Roth Systemrohre Alu-Laserplus® verzichtet werden, wenn diese Räume zum dauernden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind und die Wärmeabgabe vom jeweiligen Nutzer durch Absperreinrichtung beeinflusst werden.

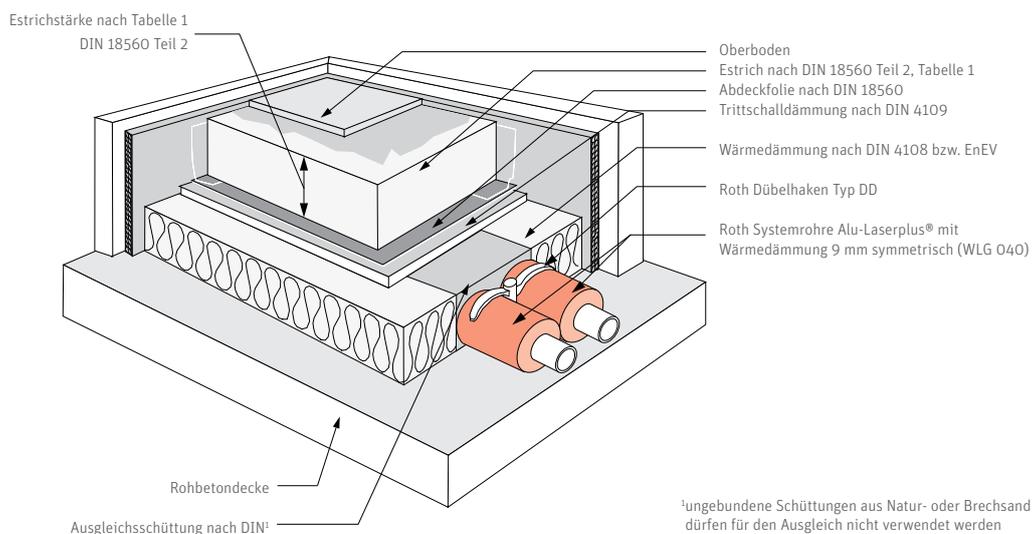


Aufbauhöhe für Roth Systemrohre			
Dimension [mm]	14	17	20
Alu-Laserplus® mit Schutzrohr Höhe [mm]	21	25	28

Auslegung und Projektierung

Wärmeverteilerleitungen auf Wohnungstrenndecken verschiedener Nutzer

Auf Wohnungstrenndecken verschiedener Nutzer müssen die Roth Systemrohre Alu-Laserplus® mit **9 mm symmetrischer** Wärmedämmung verlegt werden.

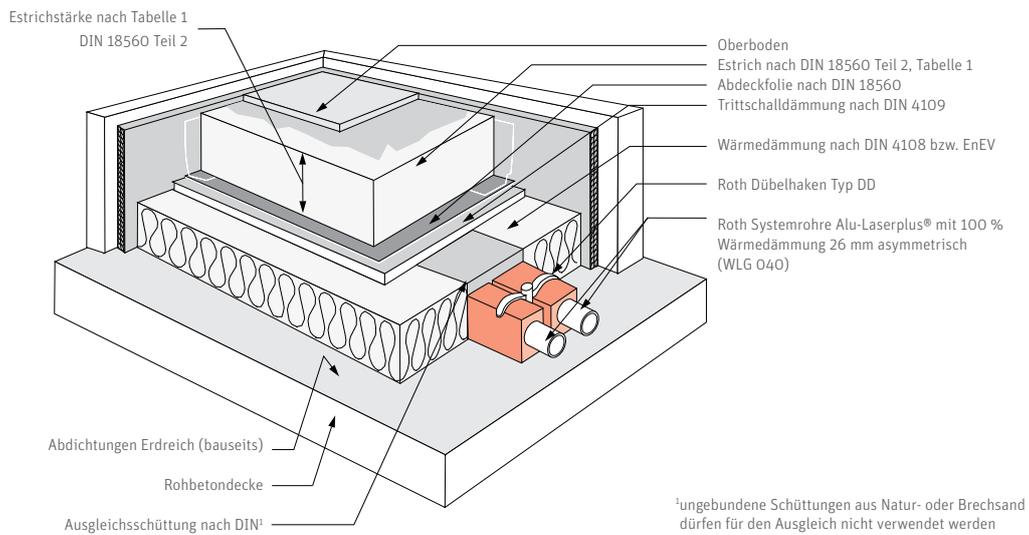


Aufbauhöhe für Roth Systemrohre				
Dimension [mm]	14	17	20	25
Alu-Laserplus® mit Wärmedämmung 100 % symmetrisch (WLG 040) [mm]	54	57	60	65

Auslegung und Projektierung

Wärmeverteilerleitungen auf Kellerdecken gegen unbeheizte Räume, Erdreich und Außenluft

Befinden sich Leitungen in Bauteilen, die an/gegen unbeheizte Räume oder Erdreich/Außenluft grenzen, so müssen diese Leitungen nicht gegen Wärmeverluste, sondern gegen Wärmeabgabe mit **100 % asymmetrischer** Wärmedämmung geschützt werden (EnEV).

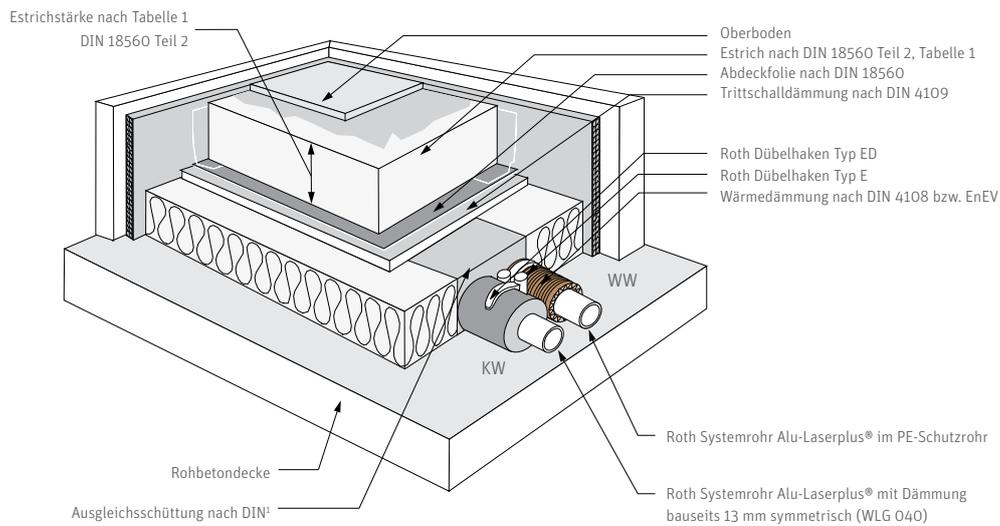


Aufbauhöhe für Roth Systemrohre		
Dimension [mm]	17	20
Alu-Laserplus® mit asymmetrischer PE-Rohrdämmung 100 % [mm]	56	60

Auslegung und Projektierung

Trinkwasserleitungen auf Wohnungstrenndecken eines Nutzers die nicht in den Zirkulationskreislauf eingebunden sind (TW/TWW nebeneinander verlegt)

Trinkwasserleitungen warm, die nicht in den Zirkulationskreislauf eingebunden sind und einen Leitungsinhalt >3 l besitzen müssen keine Dämmanforderung erfüllen. Zum Schutz vor negativen Einflüssen sollte jedoch ein Schutzrohr verwendet werden.



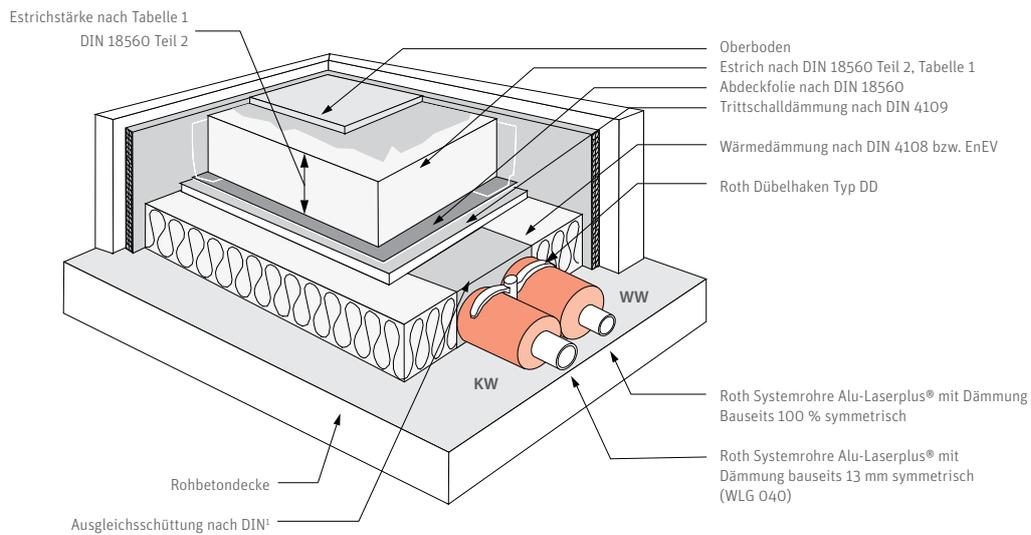
¹ungebundene Schüttungen aus Natur- oder Brechsand dürfen für den Ausgleich nicht verwendet werden

Aufbauhöhe für Roth Systemrohre				
Dimension [mm]	14	17	20	25
Alu-Laserplus® mit Wärmedämmung 13 mm symmetrisch (WLG 040) [mm]	40	43	46	51

Auslegung und Projektierung

Trinkwasserleitungen auf Wohnungstrenndecken eines Nutzers, die in den Zirkulationskreislauf eingebunden sind (TW/TWW nebeneinander verlegt)

Trinkwasserleitungen warm, die in den Zirkulationskreislauf eingebunden sind, einen Leitungsinhalt >3 l. besitzen oder mit einem Temperaturhalteband ausgestattet sind, müssen mit einer 100 % Dämmung versehen werden.

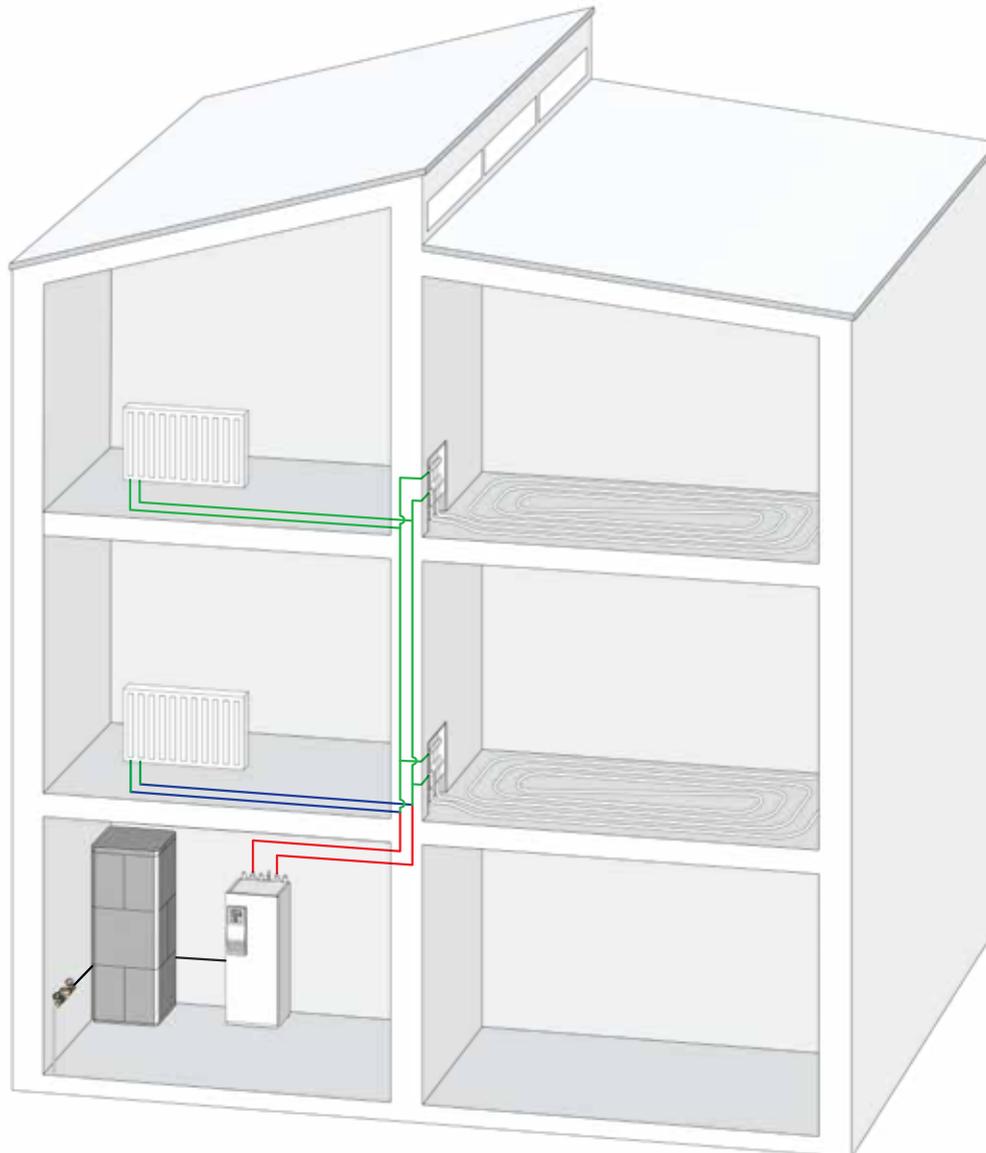


*ungebundene Schüttungen aus Natur- oder Brechsand dürfen für den Ausgleich nicht verwendet werden

Aufbauhöhe für Roth Systemrohre				
Dimension [mm]	14	17	20	25
Alu-Laserplus® mit Wärmedämmung 100 % symmetrisch (WLG 040) [mm]	54	57	60	65

Auslegung und Projektierung

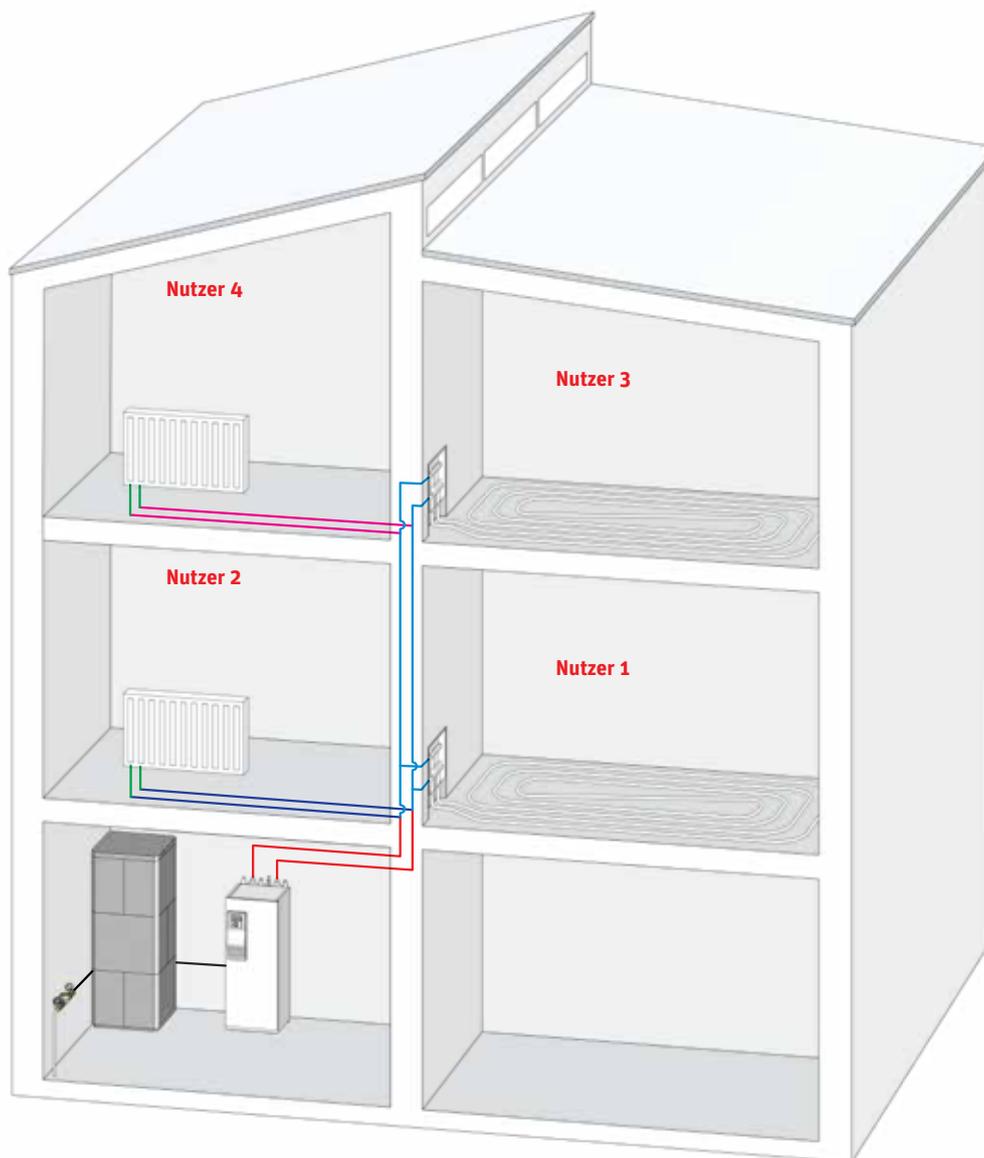
■ Einbausituation Heizung/Einfamilienhaus



Einfamilienhaus			
EnEV-Anforderung	Einsatzbereich Heizung	Roth Einsatzbereich Heizung	Rohrfarbe im gezeigten Beispiel
100 %	Leitungen in unbeheizten Räumen und Kellerräumen	Roth Systemrohr Alu-Laserplus® mit Dämmung bauseits, nach EnEV-Anforderungen	
	Leitungen in Bauteilen, die an/gegen unbeheizte Räume oder Erdreich/Außenluft grenzen	Roth Systemrohr Alu-Laserplus® mit Wärmedämmung 100 % asymmetrisch (WLG 040)	
keine	Leitungen ohne Anforderungen nach EnEV	Roth Systemrohr Alu-Laserplus® in PE-Wellrohr	

Auslegung und Projektierung

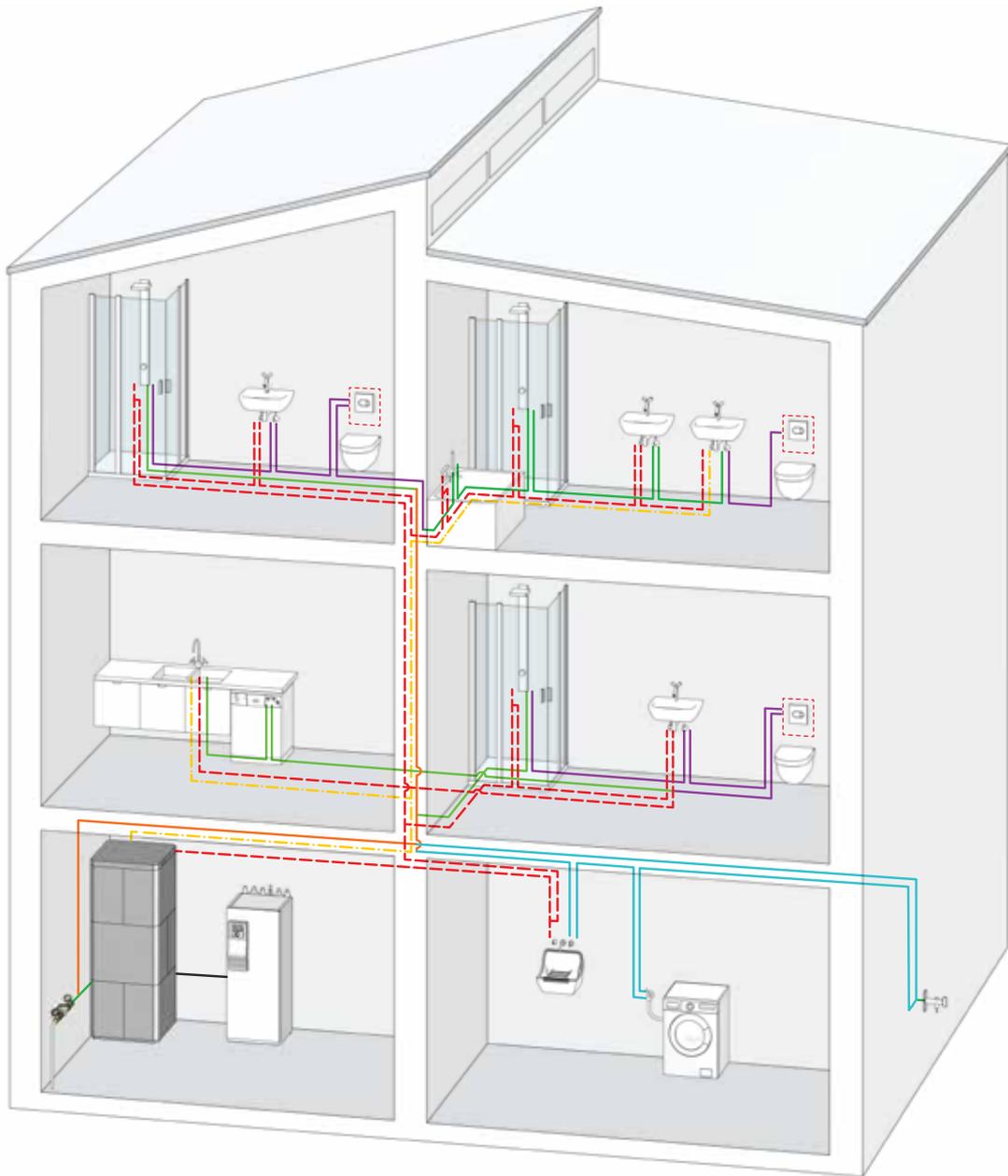
■ Einbausituation Heizung/Mehrfamilienhaus



Mehrfamilienhaus			
EnEV-Anforderung	Einsatzbereich Heizung	Roth Einsatzbereich Heizung	Rohrfarbe im gezeigten Beispiel
100 %	Leitungen in unbeheizten Räumen und Kellerräumen	Roth Systemrohr Alu-Laserplus® mit Dämmung bauseits, nach EnEV-Anforderungen	
	Leitungen in Bauteilen, die an/gegen unbeheizte Räume oder Erdreich/Außenluft grenzen	Roth Systemrohr Alu-Laserplus® mit Wärmedämmung 100 % asymmetrisch (WLG 040)	
50 %	Leitungen in Bauteilen zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer	Roth Systemrohr Alu-Laserplus® mit Dämmung bauseits, nach EnEV-Anforderungen	
6 mm	Leitungen im Fußbodenaufbau zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer	Roth Systemrohr Alu-Laserplus® mit Wärmedämmung 9 mm, (WLG 040) wahlweise symmetrisch oder asymmetrisch	
keine	Leitungen ohne Anforderungen nach EnEV	Roth Systemrohr Alu-Laserplus® im PE-Wellrohr	

Auslegung und Projektierung

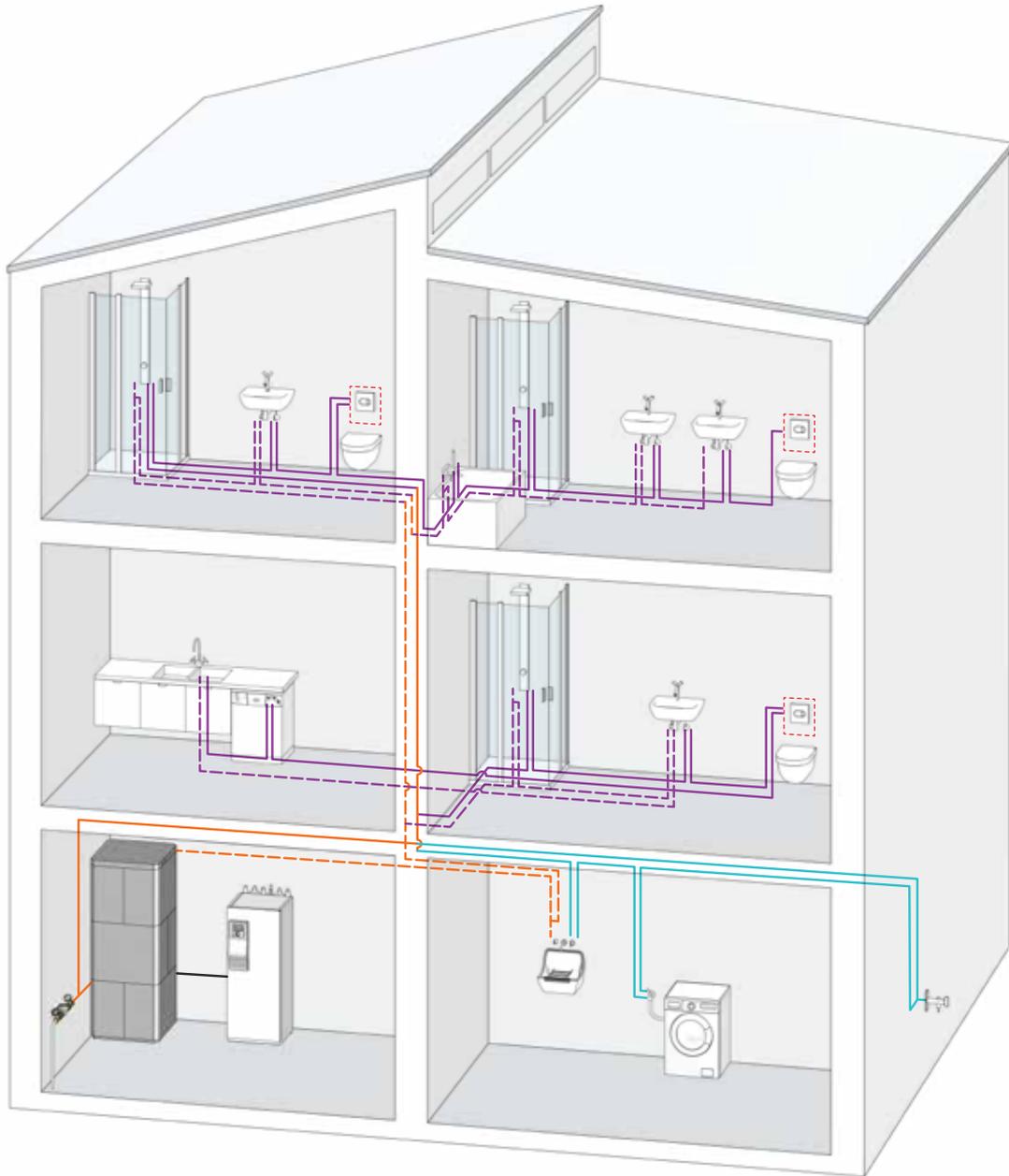
■ Einbausituation Sanitär/Einfamilienhaus mit Zirkulation



Trinkwasser kalt	——	9 mm	13 mm	100 %	SR
Trinkwasser warm	----	100 %	100 %	SR	
Zirkulation	-·-·-·	100 %			

Auslegung und Projektierung

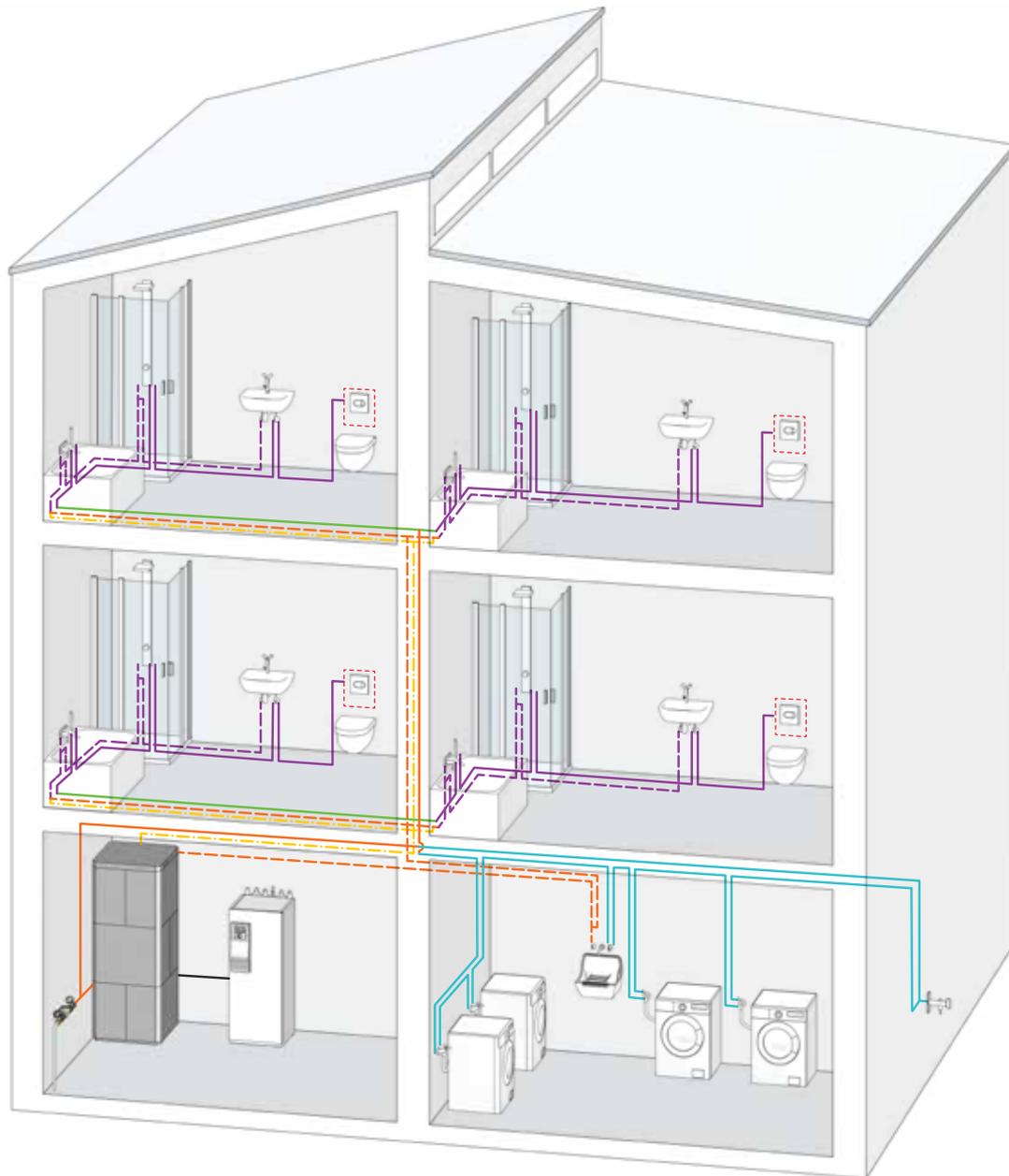
■ Einbausituation Sanitär/Einfamilienhaus ohne Zirkulation



Trinkwasser kalt	——	9 mm	13 mm	100 %	SR
Trinkwasser warm	-----	100 %	100 %	SR	

Auslegung und Projektierung

■ Einbausituation Sanitär/Mehrfamilienhaus mit Zirkulation



Trinkwasser kalt	———	9 mm	13 mm	100 %	SR
Trinkwasser warm	- - - - -	100 %	100 %		SR
Zirkulation	- · - · - ·	100 %			

Auslegung und Projektierung

■ Brandschutz: Einhaltung des Brandschutzes und Erstellung eines Brandschotts für das Roth Rohr-Installationssystem (brennbare Rohrleitungen der Baustoffklasse B2)

§ 3 Allgemeine Anforderungen Musterbauordnung 2002 (MBO 2002)

- (1) Anlagen sind grundlegend so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instandzuhalten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden.
- (2) Bauprodukte und Bauarten dürfen nur eingesetzt werden, wenn Sie bei ordnungsgemäßer Instandhaltung während einer dem Zweck entsprechenden angemessenen Zeitdauer die Anforderungen dieses Gesetzes erfüllen oder gebrauchstauglich sind.

Diese Passage in der MBO 2002 § 3 Abs. 1 nimmt alle Personengruppen (siehe „Zuständigkeiten“), die bei der Errichtung und Instandhaltung eines Gebäudes beteiligt sind, in die Pflicht. Diese allgemeinen Anforderungen, die im Rahmen der Verkehrssicherungspflicht gelten, werden im § 14 an den Brandschutz konkretisiert.

Zuständigkeiten

- | | |
|-------------------|--|
| 1. Anordnung | = Planung des Architekten und TGA Planers |
| 2. Einrichtung | = Ausführung am Bau durch den Installateur, Handwerker und Baufirmen |
| 3. Änderung | = Bauen und Planen im Bestand durch verschiedene Instanzen |
| 4. Instandhaltung | = laufende Instandhaltung durch den Gebäudebesitzer/-betreiber |

Flammmelder) lassen sich Feuer und Rauch bereits sehr früh erkennen, meist schon in Ihrer Entstehung. Automatische Löschanlagen (Sprinkler-, Gaslös- und Feinsprühnebelanlagen), die an die Brandmeldeanlage (BMA) gekoppelt sind, können durch aktive Brandbekämpfung die Ausbreitung begrenzen oder den Entstehungsbrand löschen. Maschinelle Rauch- und Wärmeabzugsanlagen dienen zusätzlich der Freihaltung der Rettungswege/Zuwegung.

Vorbeugender Brandschutz ist der Begriff für alle Maßnahmen, die eine Entstehung, Ausbreitung und Auswirkung von Bränden verhindern oder einschränken. Der vorbeugende Brandschutz gliedert sich formal in:

> baulicher Brandschutz

Dieser ist erforderlich um der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch vorzubeugen. Für die Umsetzung werden die Gebäude in Rauch- und Brandabschnitte, durch erstellen von Brandwänden, feuerwiderstandsfähigen Trennwänden und Decken, eingeteilt. Diese raumumschließenden Flächen/Bauteile werden nach Ihrer Feuerwiderstandsklasse (F30-F120) eingeteilt und dürfen nur, entsprechend Ihrer Nutzung, in erforderlicher Anzahl und Größe durchdrungen werden.

> anlagentechnischer Brandschutz

Er ist erforderlich um der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch entgegenzuwirken bzw. frühzeitig zu erkennen. Durch Brandmeldesysteme (Rauch-, Thermo- und

> organisatorischer Brandschutz

Der organisatorische Brandschutz beinhaltet sämtliche vorbereitenden Maßnahmen zur Verhinderung eines Brandausbruchs oder der Ausbreitung eines Brandes. Die Erstellung und Aktualisierung von Rettungswegplänen, Bereitstellung und Wartung von Feuerlöschern und Selbsthilfeeinrichtungen gehören ebenfalls zum Aufgabenbereich.

Die nachfolgenden Richtlinien und Verordnungen dienen der Einhaltung des vorbeugenden Brandschutzes und sind bei Errichtung von technischen Anlagen im aktuellen Stand einzuhalten.

- > Musterbauordnung [MBO] (in der jeweiligen Landesbauordnung enthalten)
- > Landesbauordnung [LBO]
- > Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie [MLAR] (in der jeweiligen Landesbauordnungen enthalten)
- > Leitungsanlagen-Richtlinie [LAR]
- > Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen [RbALei]



Brandschutz ist Länderrecht und wird in der jeweiligen Landesbauordnung geregelt. Die Grundlage der Landesbauordnung ist die Musterbauordnung zuzüglich individueller Richtlinien.

Auslegung und Projektierung

Brandverhalten von Baustoffen nach DIN 4102-1/DIN EN 13501-1

Das Brandverhalten von Baustoffen wird auf der Grundlage der Norm DIN 4102-1 oder der DIN EN 13501-1 eingestuft. In der nachfolgenden Tabelle werden die bauaufsichtlichen Anforderungen den Brandverhaltensklassen der jeweiligen Norm zugeordnet.

bauaufsichtliche Benennung	deutsche Klassen Baustoffklassen nach DIN 4102	europäische Klassen nach DIN EN 13501-2	
		Bauprodukte ausgenommen lineare Rohrdämmstoffe	lineare Rohrdämmstoffe
nichtbrennbar	A1	A1	A _L
	A2	A2 · s1 d0	A _L · s1 d0
schwerentflammbar	B1	A2 · s1 d1-2	A _L · s1 d1-3
		A2 · s2-3 d0-2	A _L · s2-3 d0-3
		B · s1-3 d0-2	B _L · s1-3 d0-3
normalentflammbar	B2	C · s1-3 d0-3	C _L · s1-3 d0-4
		D · s1-3 d0-4	D _L · s1-3 d0-5
leichtentflammbar	B3	E · d2	E _L · d3
		F	F _L

s = [Smoke] – Rauchentwicklung

d = [droplets] – Brennendes Abtropfen/Abfallen

...L = [Linear Pipe Thermal Insulation Products] – Brandverhalten für Produkte zur Wärmedämmung von linearen Rohren

Feuerwiderstand von Bauteilen nach DIN 4102-2/DIN EN 13501-2

Bauaufsichtliche Anforderungen an Bauteile zur Gewährleistung einer bestimmten Dauer der Feuerwiderstandsfähigkeit werden durch die Bezeichnungen „feuerhemmend“, „hochfeuerhemmend“ und „feuerbeständig“ ausgedrückt.

bauaufsichtliche Benennung	deutsche Norm Feuerwiderstandsklasse nach DIN 4102-2"	europäische Klassen nach DIN EN 13501-2 Sonderbauteile	
		Rohrabschottungen	Installationsschächte und -kanäle
feuerhemmend	F30	EI 30-U/U	EI 30 (v _g h _o i<->o)
		EI 30-C/U	
hochfeuerhemmend	F60	EI 60-U/U	EI 60 (v _g h _o i<->o)
		EI 60-C/U	
feuerbeständig	F90	EI 90-U/U	EI 90 (v _g h _o i<->o)
		EI 90-C/U	
feuerwiderstandsfähig 120 Min.	F120	EI 120-U/U	-
		EI 120-C/U	

Zur Beschreibung der Feuerwiderstandsfähigkeit

E = [Étanchéité] – Raumabschluss

I = [Isolation] – Wärmedämmung (unter Brandeinwirkung)

Rohrabschottungen

U/U = [uncapped/uncapped] – Rohrende offen innerhalb des Prüfofens/
Rohrende offen innerhalb des Prüfofens

C/U = [capped/uncapped] – Rohrende geschlossen innerhalb des Prüfofens/
Rohrende offen innerhalb des Prüfofens

U/C = [capped/uncapped] – Rohrende offen innerhalb des Prüfofens/
Rohrende geschlossen innerhalb des Prüfofens

Lüftungsleitungen, Installationsschächte/-kanäle

v_gh_o = [vertikal, horizontal] – für vertikalen/horizontalen Einbau klassifiziert

i<->o = [in-out] – Richtung der klassifizierten Feuerwiderstandsdauer

F = Wände, Decken Gebäudestützen und -unterzüge, Treppen

F = Brandschutzverglasung

L = Lüftungskanal und -leitung

K = Absperrvorrichtungen in Lüftungsleitungen

T = Feuerschutzabschlüsse (Türen, Tore und Klappen)

R = Rohrabschottung, Rohrdurchführungen

S = Schott, Kabelbrandschott

Auslegung und Projektierung

§ 14 Brandschutz nach MBO 2002

Bauliche Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instandzuhalten, dass der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch (Brandausbreitung) vorgebeugt

wird und bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind.

Daraus ergeben sich somit folgende Schutzziele, die unbedingt von allen am Bau beteiligten Personen („Zuständigkeiten“) einzuhalten sind:

- > die Entstehung eines Brandes und die Ausbreitung von Feuer und Rauch verhindern
- > die Rettung von Menschen und Tieren bei einem Brand ermöglichen
- > wirksame Löscharbeiten ermöglichen

Brandschutz im Bestand

- > Bestandsgeschützt ist eine bauliche Anlage, wenn sie genehmigt und genehmigungskonform errichtet worden ist ("formeller Bestandsschutz") oder wenn sie zum Zeitpunkt ihrer Errichtung dem geltenden Recht entsprochen hat ("materieller Bestandsschutz") und danach jeweils nicht rechtswidrig geändert worden ist.
- > Bei Nutzungsänderung eines Gebäudes gibt es beim Brandschutz keinen Bestandsschutz.
- > Bei Umbaumaßnahmen ohne Nutzungsänderungen kann Bestandsschutz gewährt werden, wenn vom Bauwerk bzw. den technischen Anlagen keine Gefahr für Leib und Leben ausgeht. Die Verantwortung für die Einhaltung der Verkehrssicherheit trägt der Bauherr/Gebäudebetreiber.

§ 40 Leitungsanlagen, Installationsschächte und -kanäle nach MBO 2002

- (1) Leitungen dürfen durch raumabschließende Bauteile, für die eine Feuerwiderstandsfähigkeit vorgeschrieben ist, nur hindurchgeführt werden, wenn eine Brandausbreitung ausreichend lang nicht zu befürchten ist oder Vorkehrungen hiergegen getroffen sind; dies gilt nicht für Decken
 1. in Gebäuden der Gebäudeklassen 1 und 2,
 2. innerhalb von Wohnungen,
 3. innerhalb derselben Nutzungseinheit mit nicht mehr als insgesamt 400 m² in nicht mehr als zwei Geschossen.
- (2) In notwendigen Treppenräumen, in Räumen nach § 35 Abs. 3 Satz 3 und in notwendigen Fluren sind Leitungsanlagen nur zulässig, wenn eine Nutzung als Rettungsweg im Brandfall ausreichend lang möglich ist.
- (3) Für Installationsschächte und -kanäle gelten Absatz 1 sowie § 41 Abs. 2 Satz 1 und Abs. 3 entsprechend.

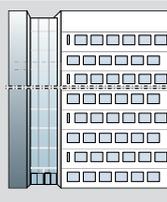
Gebäude werden in nachfolgende Klassifizierungen eingeteilt:

- | | |
|--|--|
| <p>Gebäudeklasse 1: a) freistehende Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m und nicht mehr als 2 Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m² und
b) freistehende land- und forstwirtschaftlich genutzte Gebäude</p> <p>Gebäudeklasse 2: Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m und nicht mehr als 2 Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m²</p> | <p>Gebäudeklasse 3: sonstige Gebäude mit einer Höhe bis zu 70 m</p> <p>Gebäudeklasse 4: Gebäude mit einer Höhe bis zu 13 m und Nutzungseinheiten mit jeweils nicht mehr als 400 m²</p> <p>Gebäudeklasse 5: sonstige Gebäude einschließlich unterirdischer Gebäude</p> |
|--|--|

Auslegung und Projektierung

Für eine schnelle Orientierung der Gebäudeklassen und der damit einhergehenden Brandschutzbestimmungen dient die nachfolgende Grafik. Einem vorhandenen Brandschutzgutachten bzw. den Anweisungen eines Brandschutzsachverständigen ist vorrangig Folge zu leisten.

Anforderung an Leitungsdurchführung der Musterbauordnung (MBO 2002) Tabelle 1

Gebäudeklassen	GK 1 (a + b)	GK 2	GK 3	GK 4	GK 5	Sonderbauten
Bauteile OKF = Oberkante Fußboden von Aufenthaltsräumen ab Oberkante Erdrreich	 freistehendes Gebäude ≤ 7 m OKF (≤ 2 Nutzungseinheiten und insgesamt ≤ 400 m ² . ¹⁾	 Gebäude ≤ 7 m OKF (≤ 2 Nutzungseinheiten und insgesamt ≤ 400 m ² . ¹⁾	 sonstiges Gebäude ≤ 7 m OKF ¹⁾	 Gebäude ≤ 13 m OKF (Nutzungseinheiten mit jeweils nicht mehr als 400 m ² . ¹⁾	 sonstiges Gebäude ≤ 22 m OKF ¹⁾	> Hotels > Versammlungsstätten > Sportstätten > Schulen > Krankenhäuser jeder Höhe und Hochhäuser ≤ 22 m OKF ³⁾
Bauteile in Kellergeschossen (Decken), MBO § 31 (2)	 F30	 F30	 F90	 F90	 F90	 F90/F120, ³⁾
Bauteile in Obergeschossen (Decken), MBO § 31 (1)	keine Anforderungen	 F30, ²⁾	 F30, ²⁾	 F60/F90, ²⁾⁴⁾	 F90, ²⁾	 F90, ²⁾
raumabschließende Trennwände in Obergeschossen, z. B. Wohnungstrennwände bzw. Trennwände von Nutzungseinheiten, MBO § 29	keine Anforderungen	 F30	 F30	 F60/F90, ⁴⁾	 F90	 F90, ³⁾
Wände von notwendigen Fluren und Ausgängen ins Freie, MBO § 36 (4)	keine Anforderungen	keine Anforderungen	Obergeschoss  F30 Keller  F30	Obergeschoss  F30 Keller  F90	Obergeschoss  F30 Keller  F90	Obergeschoss  F30 Keller  F90
Wände von notwendigen Treppenträumen, MBO § 35 (3)	keine Anforderungen	 F30-A	 F30-A	 F60/F90-A, ⁴⁾	 F90-A	 F90-A, ³⁾
Gebäudetrennwände/Brandwände, MBO § 30	keine Anforderungen	 F60/F90-AB, ⁴⁾	 F60/F90-AB, ⁴⁾	 F60/F90-AB, ⁴⁾	 F90-A	 F90-A, ³⁾

¹⁾ Nach § 40 werden keine Anforderungen an die Abschottung von Leitungsanlagen, Installationsschächten, -kanälen und Leitungsanlagen innerhalb von Wohnungen und Nutzungseinheiten mit nicht mehr als 400 m² und nicht mehr als 2 Geschossen gestellt.*

²⁾ Für Decken zu Dachräumen und Flachdächern gelten keine besonderen Anforderungen, wenn im Dachraum keine Aufenthaltsräume möglich sind.

³⁾ In Sonderbauten gelten differenzierte Anforderungen. Details sind den Sonderbauordnungen und dem speziellen Brandschutzkonzept, als Bestandteil der Baugenehmigung, zu entnehmen.

⁴⁾ Abschottungen für F60-Bauteile sind zurzeit im Markt nicht verfügbar, deshalb Abschottungen für F90-Bauteile einbauen.

 Leitungsdurchführungen mit Anforderungen an den Wärme- und Schallschutz

 Leitungsabschottungen in F30-Bauteilen mit Anforderungen an den Wärme-, Schall- und Brandschutz

 Leitungsabschottungen in F60-/F90-/F120-Bauteilen mit Anforderungen an den Wärme-, Schall- und Brandschutz

*Wichtiger Hinweis für die BauO Nordrhein-Westfalen:

Die Tabelle ist bereits auf die Gebäudeklassen GK 1-5 der MBO 2002 projiziert, um den Übergang auf die neue Systematik der zukünftigen LBOs zu erleichtern. Bis zur baurechtlichen Einführung der neuen Landesbauordnungen auf Basis der MBO 2002 gelten die zurzeit baurechtlich eingeführten Landesbauordnungen. Bei Einhaltung der Tabelle werden i. d. R. alle bisherigen und neuen Anforderungen abgedeckt.

Hinweis für Sonderbauten:

Sonderbauten sind Gebäude besonderer Art und Nutzung. Hier müssen die jeweiligen Sonderbauverordnungen wie z. B. die Hochhausrichtlinie oder die Krankenhausrichtlinie eingehalten, sowie das Brandschutzkonzept beachtet zu werden.

Auslegung und Projektierung

Allgemeine Anforderungen an Flucht und Rettungswege nach MLAR 2005

Die Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie beschreibt im Wesentlichen die Anforderungen, die an Leitungsanlagen in Flucht- und Rettungswegen, bei der Durchführung durch Wände und Decken gestellt werden. Die MLAR gilt für alle Gebäude bei denen Auflagen durch das Baurecht gemacht bzw. an den Brandschutz gestellt werden

1. Gemäß § 40 Abs. 2 MBO sind Leitungsanlagen in
 - a) notwendigen Treppenträumen gemäß § 35 Abs. 1 MBO,
 - b) Räumen zwischen notwendigen Treppenträumen und Ausgängen ins Freie gemäß § 35 Abs. 3 Satz 3 MBO und
 - c) notwendigen Fluren gemäß § 36 Abs. 1 MBO nur zulässig, wenn eine Nutzung als Rettungsweg im Brandfall ausreichend lang (F90) möglich ist. Diese Voraussetzung ist erfüllt, wenn die Leitungsanlagen in diesen Räumen den Anforderungen der Abschnitte 3.1.2 bis 3.5.6 (MLAR 2005), oder den hier aufgeführten Abschnitten 5.4.1 bis 5.4.3.5 entsprechen.
2. Leitungsanlagen dürfen in tragende, aussteifende oder raumabschließende Bauteile sowie in Bauteilen von Installations-schächten und -kanälen nur so weit eingreifen, dass die erforderliche Feuerwiderstandsdauer erhalten bleibt.
3. Die Rohrleitungen aus brennbaren Baustoffen (Roth Rohr-Installationssystem) oder mit brennbaren Dämmstoffen müssen:
 - a) in Schlitzen von massiven Wänden, die mit mindestens 15 mm dickem mineralischem Putz auf nichtbrennbarem Putzträger oder mit mindestens 15 mm dicken Platten aus mineralischen Baustoffen verschlossen werden
 - b) in Installationsschächten und -kanälen nach Abschnitt 5.4.3.5
 - c) über Unterdecken nach Abschnitt 5.4.3.5
 - d) in Unterflurkanälen nach Abschnitt 5.4.3.5
 - e) in Systemböden verlegt werden

Für jeweils einzeln nebeneinander verlegte brennbare Rohrleitungen (siehe Bild 5.4.3.1) bis $d=160$ mm mit (durchgehender) nichtbrennbaren Dämmungen und Eignungsnachweis, besteht die Möglichkeit der offenen Verlegung, z. B. wenn die Auflage der gutachterlichen Stellungnahme Nr. 3335/1111-Mer vom 24.04.2007 der MPA Braunschweig eingehalten werden:

- > **durchgehende Ummantelung** mit nichtbrennbarer mineralischer Dämmung, Dämmdicke min. 30 mm, Schmelztemperatur >1000 °C
- > **Befestigungsabstände** nach den Vorgaben der Rohrhersteller
- > **nichtbrennbare Aufhängungen** mit Nachweis, z. B. Verwendung von Dübeln mit Eignungsnachweis oder vergleichbarer Ausführung (siehe Bild 5.4.3.2) = Stahldübel min. M8, doppelte Bohrtiefe min. 60 mm, max. Last 50 kg, bzw. ca. 500 N pro Aufhängung. Brandschutztechnische Befestigungssysteme sind nicht erforderlich.

Werden brennbare Rohrleitungen mit einer Dämmstärke von ≥ 30 mm ummantelt, können zusätzliche Maßnahmen nach 3.3.2 MLAR (z. B. klassifizierte Unterdecke) entfallen.

Die Abhängung der Rohrleitungen erfolgt mit nichtbrennbaren Befestigungsmitteln.

Die meisten Rohrleitungen in der Haustechnik sind ohnehin mit einem Dämmstoff zu ummanteln. Gründe hierfür sind die Anforderungen der EnEV, oder z. B. bei Trinkwasserleitungen Anforderungen der DIN 1988-200.

Auslegung und Projektierung

Allgemeine Anforderungen bei Wand- und Deckendurchführungen nach Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie 2005 (MLAR 2005)

1. Nach § 40 Abs. 1 MBO 2002 dürfen Leitungen durch raumabschließende Bauteile (Brandwände), für die eine Feuerwiderstandsfähigkeit vorgeschrieben ist, nur hindurchgeführt werden, wenn eine Brand- und Rauchausbreitung ausreichend lang nicht zu befürchten ist oder Vorkehrungen dagegen getroffen sind. Zu den raumabschließenden Bauteilen zählen unter anderem Brandwände nach § 30 MBO 2002, Wände nach § 29 MBO 2002, Treppenraumwände, Wände von Räumen nach § 35 MBO 2002 sowie Trennwände und Decken, mit Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer (F30/F60/F90).

Dies gilt nicht für Decken

- > in Gebäuden der Gebäudeklasse 1 und 2,
- > innerhalb von Wohnungen,
- > innerhalb derselben Nutzungseinheit mit nicht mehr als insgesamt 400 m² in nicht mehr als zwei Geschossen.

2. Die Leitungen müssen

- > durch Abschottungen geführt werden, die mindestens die gleiche Feuerwiderstandsfähigkeit aufweisen wie die raumabschließenden Bauteile oder
- > innerhalb von Installationsschächten oder -kanälen geführt werden, die, einschließlich der Abschlüsse von Öffnungen, mindestens die gleiche Feuerwiderstandsfähigkeit aufweisen wie die durchdrungenen raumabschließenden Bauteile und aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen.

3. Der Mindestabstand zwischen Abschottungen in Installationsschächten oder -kanälen sowie der erforderliche Abstand zu anderen Durchführungen (z. B. Lüftungsleitungen), oder anderen Öffnungsverschlüssen (z. B. Feuerschutztüren) ergibt sich aus den Bestimmungen der jeweiligen Verwendbarkeits- oder Anwendbarkeitsnachweise. Es gilt immer der größte Abstand zwischen den Durchführungen auf Grundlage des allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses (abP) bzw. der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (abZ). In diesen Dokumenten muss immer eine Fallunterscheidung zwischen identischen und fremden Abschottungen beachtet werden. Fehlen entsprechende Festlegungen, ist ein Abstand von min. 50 mm zu berücksichtigen.

Für weiterführende Informationen wenden Sie sich an den Brandschotthersteller oder Fachplaner/Brandschutz-Sachverständigen.

Auslegung und Projektierung

■ Geprüfte Abstandsregeln mit dem Roth Rohr-Installationssystem in Verbindung mit dem Conlit-Brandschottsystem von Rockwool

Innerhalb des Conlit-Brandschutzsystems (Rohrschott, Kabelschott, Lüftungsschott, Abwasserrohrschott) der Firma Rockwool wurden die verschiedenen Abschottungen zueinander mit Null-Abstand in massiven Decken/Wänden und leichten Trennwänden geprüft. Auf dieser Basis können mit dem Roth Rohr-Installations-

system kompakte Schachtlösungen für Wand und Decke realisiert werden. Diese Brandschutzzulassung ist an keinen Hersteller oder Material gekoppelt und kann somit sehr flexibel mit jedem Abwasser-, Lüftungs- oder Versorgungsrohr angewendet werden.



Bestandteile des Conlit-Brandschutzsystems:

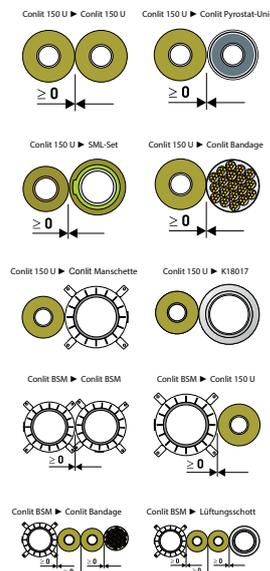
Conlit 150 U = Rohrschott für Trinkwasser- und Heizungsinstallationen mit dem **Roth Rohr-Installationssystem** abP P-3726/4140-MPA BS

Conlit Pyrostat-Uni = Brandschott für Kälte- und Kaltwasserleitung mit dem **Roth Rohr-Installationssystem** abZ Z-19.17-1966

SML-Set / Conlit Brandschutzmanschette = Brandschott für brennbare Entsorgungsleitungen abZ Z-19.17-2124
 = Brandschott für nicht brennbare Entsorgungsleitungen abZ Z-19.17-2084

Conlit Bandage = Brandschott für Elektrokabel abZ Z-19.15-1877

K18017 = Brandschott für Lüftungsanlagen nach DIN 18017



Auslegung und Projektierung

Brandschutz Rockwool

R30 bis R90 Rohrdurchführungen für das Roth Installationssystem Alu-Laserplus® mit nichtbrennbaren Medien, z. B. Trinkwasser, Heizung

Bauteil F30 bis F90	R30	R60 bis R90
Massivdecke Dicke mind. 150 mm		
Massivwand Dicke mind. 100 mm		
leichte Trennwand Dicke mind. 100 mm		

brandschutztechnische Kapselung (Ummantelung) in Flucht und Rettungswegen gemäß MLAR

Brandschutzummantelung
Rockwool 800 Mindestdicke 30 mm

R30 bis R90 Rohrdurchführungen für das Roth Installationssystem Alu-Laserplus® mit nichtbrennbaren Medien, z. B. Trinkwasser, Heizung

Rohrdimension	Conlit 150 U		
Außendurchmesser da [mm]	Typ	Dämmdicke ³⁾ s [mm]	Kernbohrung Dk [mm]
14,0	14/23	23,0	60
17,0	17/21,5	21,5	60
20,0	20/20	20,0	60
25,0	25/17,5	17,5	60
32,0	32/24	24,0	80
40,0	40/20	20,0	80
50,0	50/25	25,0	100
63,0	63/33,5	33,5	130

brandschutztechnische Ummantelung in Rettungswegen für das Roth Installationssystem Alu-Laserplus® mit nicht brennbaren Materialien

Rockwool 800 ^{1) 2) 3)}
Dämmdicke s [mm]
30
30
30
30
30
30
30
30

Hinweise/besondere Einbaubedingungen

- ¹⁾ In einzelnen Fällen ist die lieferbare Mindest-Dämmdicke angegeben.
- ²⁾ Als weiterführende Dämmung kann die Dämmschale Rockwool 800 verwendet werden.
- ³⁾ Dämmdicke nach EnEV 50 % sowie nach DIN 1988 passend zu dem Kernbohrungsdurchmesser Dk.

Alle Randbedingungen der angegebenen allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisse (abP) müssen berücksichtigt werden.

Weitere Informationen finden Sie im Downloadbereich der Firma Rockwool: http://download.rockwool.de/media/270284/br_pm_rohrleitungsanlagen_.pdf

Auslegung und Projektierung

■ Brandschutz Doyma

Curaflam® Segment SM ^{pro} , Brandschutzmanschette zur Abschottung des Roth Systemrohres Alu-Laserplus®	
Gewerke	Trinkwasser, Heizung
Rohrmaterial	Mehrschicht-Verbundrohr
Rohrart	B2 (brennbar) nach DIN 4102
Rohrdurchmesser	AD ≤63 mm
Isolierung	Schallschutz-Folie (PE, 3 - 5 mm dick), Kautschuk 9 - 43 mm, PE 9 - 25 mm möglich
Feuerwiderstandsklasse	R30, R60, R90
Zulassung	Z-19.17-2067 (DIBt)



Montage der Manschette

- > beidseitig vor Wänden aus Porenbeton, Beton, Mauerwerk und leichten Trennwänden (LTW) mit Dicke ≥ 100 mm
- > einseitig unter Decken aus Beton mit Dicke ≥ 150 mm
- > teileingemörtelte Manschette bei Decken möglich
- > vollständig bündig eingemörtelt in Massivdecken



Auslegung und Projektierung

Tabelle Segmentzahl			
Rohr-AD d [mm]	Anzahl Segmente		
	Rohr ohne/mit Schallschutzfolie	Rohr mit 50 % Dämmung* EnEV (WLG 0,40)	Rohr mit 100 % Dämmung* EnEV (WLG 0,40)
14	1 × 3	1 × 3	1 × 4
17	1 × 3	1 × 3	1 × 4
20	1 × 3	1 × 3	1 × 4
25	1 × 3	1 × 3	1 × 4
32	1 × 3	1 × 4	1 × 5
40	1 × 3	1 × 5	2 × 6
50	1 × 3	1 × 5	-
63	1 × 4	2 × 6	-

*) Dämmung aus Synthetikschäumstoff bzw. PE-Weichschaum
Zulassung beachten

Weitere Informationen finden Sie unter dem nachstehenden Link:

Doyma > http://www.doyma.de/contentxml/img_prospekte/Brandschutz-Praxihandbuch.pdf

Zulassung

Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt) gemäß allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung Z-19.17-2067.



Auslegung und Projektierung

■ Membran-Ausdehnungsgefäße in Trinkwasseranlagen (warm)

Durch die Erwärmung des Trinkwassers und der daraus resultierenden Volumenerhöhung entstehen erhebliche Druckerhöhungen innerhalb klassischer Trinkwasseranlagen (warm). Dieser physikalische Vorgang tritt besonders stark bei großen Rohrdimensionen und großen Trinkwassernetzen (warm) auf. Betroffen sind von diesem Vorgang alle Trinkwasser-Installationen unabhängig vom eingesetzten Werkstoff.

Auf Grund der Starrheit der Installation können die Druckerhöhungen nicht abgebaut werden und wirken sich negativ auf die

Standzeit der Bauteile aus. Ein weiterer Faktor, der sich negativ auf die Standzeit der Rohrinstallation auswirkt, ist das Pulsieren der Druckverhältnisse, z. B. durch Ein- und Ausschalten von Zirkulationspumpen. Zusätzlich zu den Druckerhöhungen können Druckschläge durch schnell schließende Armaturen (z. B. Einhebelmischer) ein weiteres Schadenspotenzial in sich tragen. Beim Fehlen der vorgeschriebenen Sicherungsarmaturen (z. B. Rückflussverhinderer) können sich die Druckerhöhungen sowie die Druckschläge auch auf die Trinkwasser-Installation (kalt) auswirken.

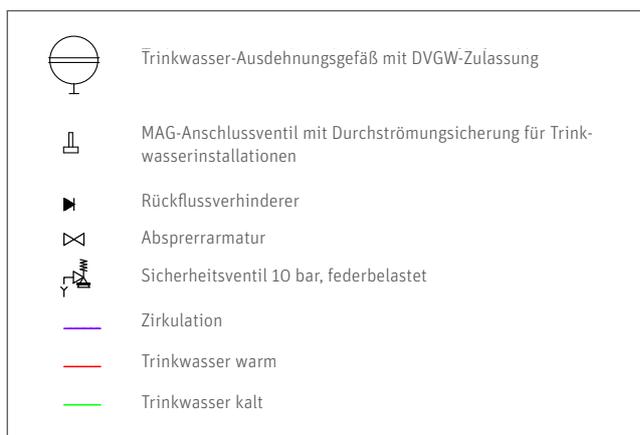
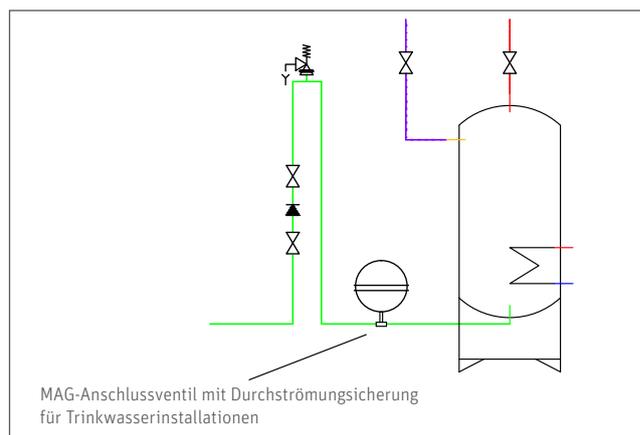
Abhilfe: Das Trinkwarmwassernetz muss elastisch werden.

Wir empfehlen gemäß dem Stand der Technik den Einbau eines durchströmten Membran-Ausdehnungsgefäßes für Trinkwasseranlagen (MAG-W), welches gemäß DIN 4807-5 ausgelegt und eingebaut werden muss. Das MAG-W muss über eine Zulassung und einen Nachweis über die Einsatztauglichkeit für die Anwendung in Trinkwasserinstallationen verfügen (z. B. DVGW-Zulassung).

Im Zuge der Instandhaltung von Trinkwasseranlagen nach DIN EN 806-5 muss das Ausdehnungsgefäß einer jährlichen Wartung unterzogen werden. Es ersetzt kein Sicherheitsventil oder dessen Funktion, sondern dient als „Druckstoßdämpfer“ für gleichbleibende Druckverhältnisse innerhalb der Trinkwasser-Installation. Durch die Verwendung eines Ausdehnungsgefäßes für Trinkwasseranlagen wird das ständige Tropfen des Sicherheitsventils vermieden.

Zur Auslegung eines MAG-W müssen die Herstellerangaben und das zugehörige Regelwerk beachtet werden.

Membran-Ausdehnungsgefäß an Trinkwassererwärmer



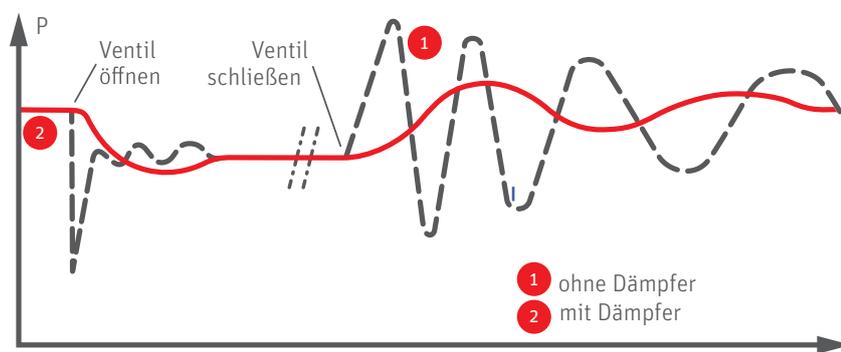
Auslegung und Projektierung

■ Druckstöße

Druckstöße bezeichnen dynamische Druckänderungen innerhalb der Rohrleitung einer Hausinstallation, die bei einem raschen Schließen von Armaturen (z. B. Einhebelmischern und Druckspülern) auftreten. Zusätzlich sind Schnellschlussarmaturen (z. B.

Magnetventile) die in vielen Haushaltsgeräten (z. B. Waschmaschinen, Geschirrspüler, automatische Spüleinrichtungen) Auslöser für Druckstöße.

Darstellung eines Druckstoßes



Nachfolgend aufgelistete Parameter haben erheblichen Einfluss auf die Entstehung einer abrupten Druckerhöhung innerhalb der Rohrinstallation. Dieser Druckstoß, der die Rohrinstallation in Ausnahmefällen schädigen kann, wird durch die Anwendung

eines Wasserschlagdämpfers oder Trinkwasser-Ausdehnungsgefäß gemindert. Zusätzlich werden dabei Begleiterscheinungen wie Geräuschbelästigung durch vibrierende und schlagende Rohre vermieden.

Relevante Parameter für die Entstehung eines Druckstoßes

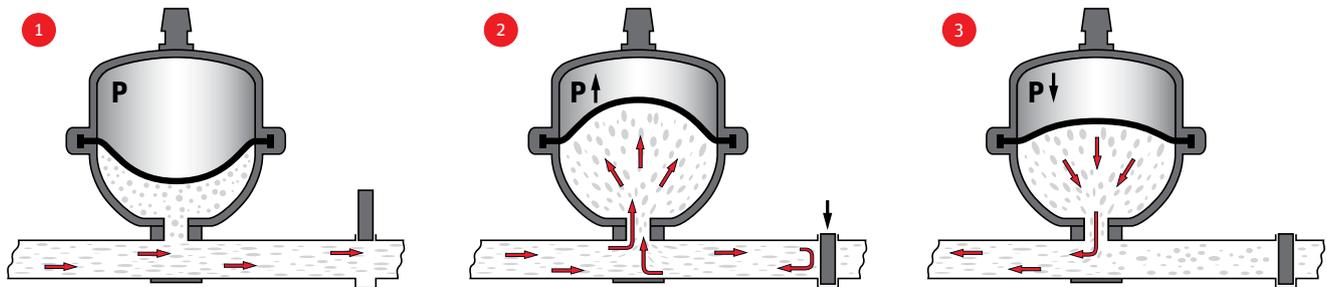
- > Massenträgheit der Flüssigkeit
- > Strömungsgeschwindigkeit
- > Werkstoff der installierten Bauteile
- > hydraulischer Durchmesser des betreffenden Rohrleitungsabschnitts
- > Wandstärke des Rohres
- > Schließzeit der Entnahmemarmatur
- > Ruhe- und Fließdruck

Wasserschlagdämpfer

Dabei handelt es sich um kleine Membran-Ausdehnungsgefäße, die nahe der auslösenden Armatur oder des Ventils eingebaut werden. Bei mehreren Druckstoßauslösern in verschiedenen Leitungsabschnitten, können diese gemeinsam abgesichert werden. Für eine ordnungsgemäße Funktion des Wasserschlagdämpfers sollte der Strömungsanschluss mindestens der Rohrgröße entsprechen, um eine angemessene Druckaufnahme-Geschwindigkeit sicherzustellen. Zusätzlich muss der eingesetzte Wasserschlagdämpfer durchströmt sein, um eine Stagnation und die daraus resultierende Gefahr einer Verkeimung zu verhindern.

Auslegung und Projektierung

Wirkprinzip eines Wasserschlagdämpfers



- 1** Das Wasser fließt durch die offene Leitung.
- 2** Das Absperrorgan wird geschlossen. Das Wasser strömt in das Gefäß und komprimiert mit seiner Energie das Gaspolster.
- 3** Im Anschluss erfolgt der Ausgleich, das Gaspolster drückt das gepufferte Wasser ins Leitungssystem.

Übergangslösung

Durch verringern der Wassermenge und der daraus resultierenden reduzierten Strömungsgeschwindigkeit, kann die maximale Druckerhöhung gemindert werden. Diese Lösung gilt als Übergangslösung, da dadurch der Wasserdurchfluss an allen Zapfstellen reduziert ist.

Leistungsdaten

Berechnungsgrundlagen eines Joukowsky-Stoßes

Wellenfortpflanzungsgeschwindigkeit [α]		
Dimension [mm]	bei 10 °C [m/s]	bei 60 °C [m/s]
14	675	681
17	569	574
20	493	497
26	496	501
32	433	437
40	408	411
50	380	383
63	351	354

Dichte [ρ] von Wasser

bei 10 °C	999,7 kg/m ³
bei 60 °C	983,7 kg/m ³

Fließgeschwindigkeit [v]

Die Fließgeschwindigkeiten können den nachfolgenden Leistungsdaten für Trinkwasser entnommen werden.

$$\Delta P = \rho \times \alpha \times v \quad \text{Druckstoßformel für den höchstmöglichen Druckstoß innerhalb des Systems}$$

ΔP = Druckerhöhung [Pa]

ρ = Dichte von Wasser [kg/m³]

α = Wellenfortpflanzungsgeschwindigkeit [m/s]

v = Fließgeschwindigkeit [m/s]

 **Da die Berechnung von Druckschlägen sehr komplex ist, empfehlen wir ein hierauf spezialisiertes Ingenieurbüro die exakte Berechnung (Druckstoßsimulation) durchführen zu lassen.**

Normative Grundlage

DIN 1988-200 – Technische Regeln für Trinkwasserinstallation – Installation

Der Gesamtdruck des Trinkwassers innerhalb der Rohrinstallation, bestehend aus Druckstoß und Ruhedruck, darf den zulässigen Betriebsdruck von 1 MPa nicht übersteigen. Der Druckstoß darf, unmittelbar vor Armaturen oder Apparaten, einen Wert von 0,2 MPa nicht überschreiten. Der negative Druckstoß darf 50 % des sich einstellenden Fließdrucks nicht unterschreiten. Der Hersteller der Armaturen und Apparaten hat durch deren Konstruktion sicherzustellen, dass bei bestimmungsgemäßem Betrieb diese Anforderungen eingehalten werden können.

DIN EN 806-2 – Technische Regeln für Trinkwasserinstallation – Installation

Die Summe aus Betriebsdruck und Druckstoß dürfen den Prüfdruck der Installation nicht überschreiten. Der Prüfdruck der Trinkwasserinstallation beträgt nach DIN EN 806-4 1,1 MPa. Dies ergibt sich aus dem 1,1fachen des maximalen Betriebsdrucks (PN10).

VDI 6006 – Druckstöße in Trinkwasserleitungen – Ursachen, Geräusche und Vermeidung

Leistungsdaten

Die Wahl der Rohrdimension der Trinkwasserleitung ist abhängig von:

- > Fließgeschwindigkeit
- > Rohrreibungsverlusten
- > verfügbarem Versorgungsdruck
- > statischer Höhe
- > erforderlichen Mindestfließdrücken z. B. in Armaturen
- > Einzelwiderständen Anzahl der Entnahmestellen
- > Gleichzeitigkeit der Nutzung

■ Ermittlung der Druckverluste

Der Gesamtdruckverlust eines Rohrleitungssystems errechnet sich aus den Rohrreibungsverlusten R und der Summe der Einzelwiderstände Z.

$$\Delta p = (l \times R + \sum Z)$$

Δp = Gesamtdruckverlust [Pa]
 Z = Einzelwiderstand [-]
 R = Rohrreibungsverlust [Pa/m]
 l = Leitungslänge [m]

Aufgrund der sehr geringen Rohrrauigkeit $\epsilon = 0,0003$ mm (gemessener Wert in akkreditiertem Prüfinstitut) und der daraus zusätzlich sehr geringen Inkrustation ist der Rohrreibungsverlust der Systemrohre Alu-Laserplus® verglichen mit herkömmlichen Rohrwerkstoffen sehr niedrig.

Die Einzelwiderstände Z errechnen sich aus dem Zetawert des jeweiligen Formteiles (Zetawert-Tabelle) unter Berücksichtigung der Mediendichte und der Fließgeschwindigkeit.

$$Z = \zeta \times \frac{v^2 \times \rho}{2}$$

Z = Druckverlust in Einzelwiderständen [Pa]
 ζ = Zetawert [-]
 v = Fließgeschwindigkeit [m/s]
 ρ = Mediendichte (rho) [kg/m³]

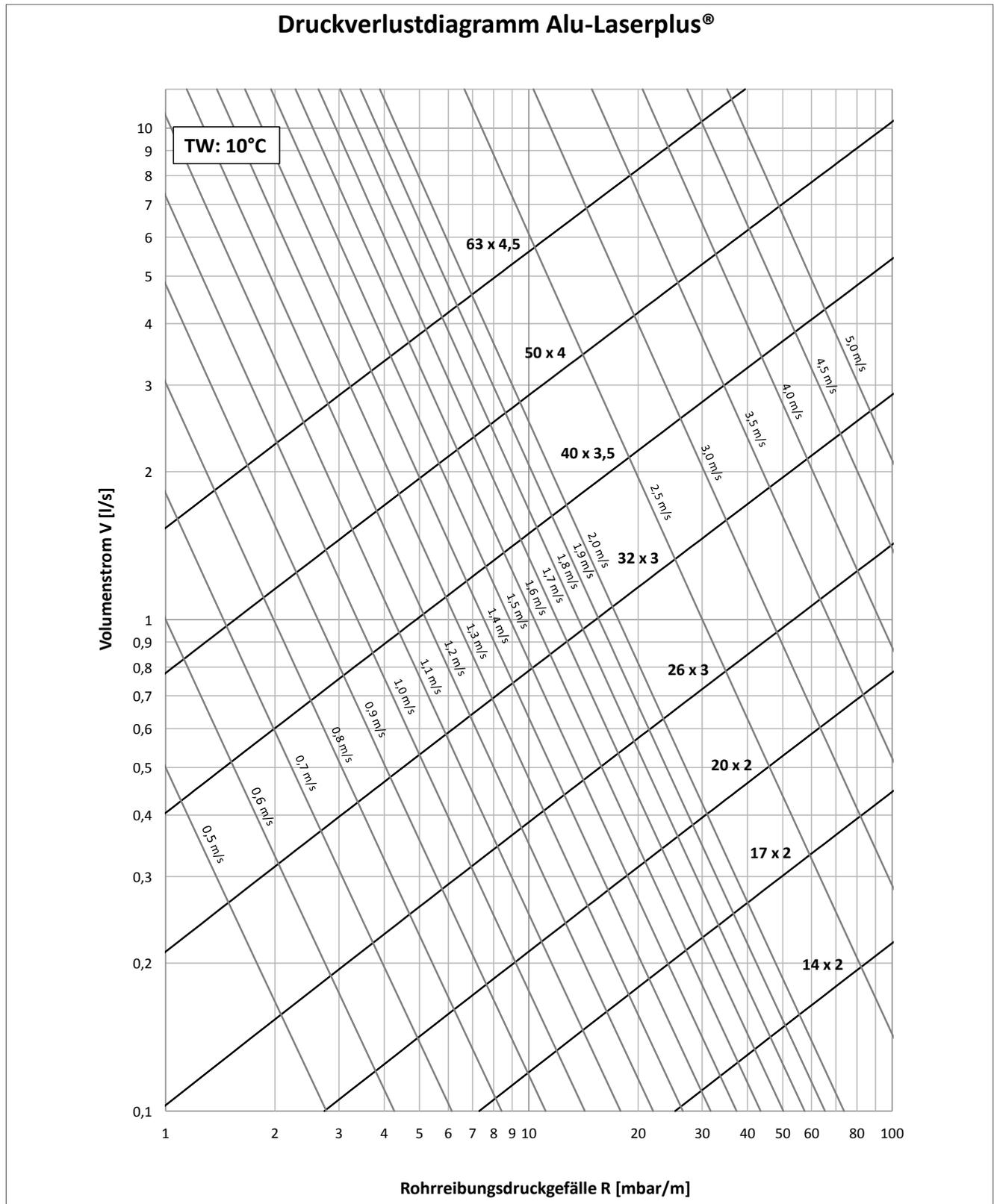
Bei der Dimensionierung von Trinkwassernetzen sind die jeweiligen länderspezifischen Normen und Verordnungen (z. B. DIN 1988, Ö-NORM B2531) zu berücksichtigen.

Leistungsdaten

Zetawert-Tabelle										
Formteil	Kurzzeichen nach DVGW W575	Grafisches Symbol	Widerstandsbeiwert [ξ]							
			14 mm	17 mm	20 mm	26 mm	32 mm	40 mm	50 mm	63 mm
Kupplung	K		13,1	3,3	1,7	1,6	0,9	2,0	0,9	0,3
Übergang Reduktion	RED			13,3	3,3	1,8	1,2	0,8	2,1	0,5
Winkel 90°	W90		42,6	10,2	8,0	6,5	4,8	7,8	4,7	1,4
Winkel 45°	W45					3,5	2,6	3,7	0,8	0,6
T-Stück Durchgang -Stromtrennung-	TD		13,7	3,7	2,1	1,8	1,1	2,1	1,1	0,4
T-Stück Abzweig -Stromtrennung-	TA		31,0	10,6	8,2	7,3	5,5	8,9	5,0	1,5
T-Stück Gegenlauf -Stromtrennung-	TG		31,5	10,7	8,2	7,4	5,6	9,0	5,3	1,5
T-Stück Durchgang -Stromvereinigung-	TVD			35,0	23,0	16,0	11,0	10,0	9,0	8,0
T-Stück Abzweig -Stromvereinigung-	TVA			17,0	10,0	8,0	5,0	5,5	4,5	4,0
T-Stück Gegenlauf -Stromvereinigung-	TVG			27,0	17,0	12,0	9,0	8,0	7,0	6,0
Wandscheibe	WS		12,2	4,6	4,3	3,7				
Doppelwandscheibe Durchgang	WSD			8,2	4,8					
Doppelwandscheibe Abzweig	WSA			7,2	7,3					

Leistungsdaten

Druckverlustdiagramm Trinkwasser kalt



Leistungsdaten

Druckverlustberechnung Systemrohr Alu-Laserplus® 10 °C, Trinkwasser

Druckverlustberechnung Trinkwasser (Systemrohre Alu-Laserplus®)																
Volumenstrom Vs	14 x 2,0		17 x 2,0		20 x 2,0		25 x 3,0		32 x 3,0		40 x 3,5		50 x 4,0		63 x 4,5	
	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v
l/s	mbar/m	m/s														
0,07	13,64	0,89	3,95	0,53	1,48	0,35										
0,08	17,18	1,02	4,97	0,60	1,87	0,40										
0,09	21,06	1,15	6,09	0,68	2,28	0,45										
0,10	25,29	1,27	7,30	0,75	2,74	0,50	0,95	0,32	0,28	0,19	0,09	0,12	0,03	0,07	0,01	0,04
0,11	29,84	1,40	8,61	0,83	3,23	0,55	1,12	0,35	0,33	0,21	0,11	0,13	0,03	0,08	0,01	0,05
0,12	34,73	1,53	10,01	0,90	3,75	0,60	1,31	0,38	0,38	0,23	0,12	0,14	0,04	0,09	0,01	0,05
0,13	39,93	1,66	11,51	0,98	4,30	0,65	1,50	0,41	0,43	0,24	0,14	0,15	0,05	0,09	0,01	0,06
0,14	45,44	1,78	13,09	1,05	4,89	0,70	1,70	0,45	0,49	0,26	0,16	0,16	0,05	0,10	0,02	0,06
0,15	51,27	1,91	14,76	1,13	5,52	0,75	1,92	0,48	0,56	0,28	0,18	0,18	0,06	0,11	0,02	0,07
0,16	57,39	2,04	16,51	1,21	6,17	0,80	2,15	0,51	0,62	0,30	0,20	0,19	0,06	0,12	0,02	0,07
0,17	63,82	2,16	18,35	1,28	6,86	0,85	2,38	0,54	0,69	0,32	0,22	0,20	0,07	0,12	0,02	0,07
0,18	70,55	2,29	20,28	1,36	7,57	0,90	2,63	0,57	0,76	0,34	0,25	0,21	0,08	0,13	0,02	0,08
0,19	77,57	2,42	22,29	1,43	8,32	0,94	2,89	0,60	0,83	0,36	0,27	0,22	0,09	0,14	0,03	0,08
0,20	84,88	2,55	24,38	1,51	9,10	0,99	3,16	0,64	0,91	0,38	0,30	0,23	0,09	0,14	0,03	0,09
0,21	92,48	2,67	26,55	1,58	9,90	1,04	3,44	0,67	0,99	0,40	0,32	0,25	0,10	0,15	0,03	0,09
0,22	100,37	2,80	28,80	1,66	10,74	1,09	3,73	0,70	1,08	0,41	0,35	0,26	0,11	0,16	0,03	0,10
0,23	108,53	2,93	31,14	1,73	11,61	1,14	4,03	0,73	1,16	0,43	0,38	0,27	0,12	0,17	0,04	0,10
0,24	116,98	3,06	33,55	1,81	12,51	1,19	4,34	0,76	1,25	0,45	0,40	0,28	0,13	0,17	0,04	0,10
0,25	125,71	3,18	36,04	1,88	13,43	1,24	4,66	0,80	1,34	0,47	0,43	0,29	0,14	0,18	0,04	0,11
0,26	134,71	3,31	38,61	1,96	14,38	1,29	4,99	0,83	1,44	0,49	0,47	0,30	0,15	0,19	0,05	0,11
0,27	143,98	3,44	41,26	2,03	15,37	1,34	5,33	0,86	1,53	0,51	0,50	0,32	0,16	0,19	0,05	0,12
0,28	153,53	3,57	43,98	2,11	16,38	1,39	5,67	0,89	1,63	0,53	0,53	0,33	0,17	0,20	0,05	0,12
0,29	163,35	3,69	46,78	2,18	17,42	1,44	6,03	0,92	1,74	0,55	0,56	0,34	0,18	0,21	0,05	0,13
0,30	173,43	3,82	49,66	2,26	18,48	1,49	6,40	0,95	1,84	0,57	0,60	0,35	0,19	0,22	0,06	0,13
0,31	183,78	3,95	52,61	2,34	19,58	1,54	6,78	0,99	1,95	0,58	0,63	0,36	0,20	0,22	0,06	0,14
0,32	194,40	4,07	55,63	2,41	20,70	1,59	7,17	1,02	2,06	0,60	0,67	0,37	0,21	0,23	0,06	0,14
0,33	205,28	4,20	58,73	2,49	21,85	1,64	7,56	1,05	2,18	0,62	0,70	0,39	0,22	0,24	0,07	0,14
0,34	216,42	4,33	61,91	2,56	23,03	1,69	7,97	1,08	2,29	0,64	0,74	0,40	0,24	0,25	0,07	0,15
0,35	227,82	4,46	65,15	2,64	24,23	1,74	8,38	1,11	2,41	0,66	0,78	0,41	0,25	0,25	0,08	0,15
0,36	239,48	4,58	68,48	2,71	25,46	1,79	8,81	1,15	2,53	0,68	0,82	0,42	0,26	0,26	0,08	0,16
0,37	251,40	4,71	71,87	2,79	26,72	1,84	9,24	1,18	2,66	0,70	0,86	0,43	0,27	0,27	0,08	0,16
0,38	263,58	4,84	75,33	2,86	28,00	1,89	9,68	1,21	2,78	0,72	0,90	0,44	0,29	0,27	0,09	0,17
0,39	276,01	4,97	78,87	2,94	29,32	1,94	10,13	1,24	2,91	0,73	0,94	0,46	0,30	0,28	0,09	0,17
0,40	288,69	5,09	82,48	3,01	30,65	1,99	10,60	1,27	3,04	0,75	0,98	0,47	0,31	0,29	0,10	0,17
0,41			86,16	3,09	32,02	2,04	11,07	1,31	3,18	0,77	1,03	0,48	0,33	0,30	0,10	0,18
0,42			89,91	3,16	33,40	2,09	11,54	1,34	3,32	0,79	1,07	0,49	0,34	0,30	0,10	0,18
0,43			93,73	3,24	34,82	2,14	12,03	1,37	3,46	0,81	1,11	0,50	0,36	0,31	0,11	0,19
0,44			97,63	3,31	36,26	2,19	12,53	1,40	3,60	0,83	1,16	0,51	0,37	0,32	0,11	0,19
0,45			101,59	3,39	37,73	2,24	13,03	1,43	3,74	0,85	1,21	0,53	0,38	0,32	0,12	0,20
0,46			105,62	3,47	39,22	2,29	13,55	1,46	3,89	0,87	1,25	0,54	0,40	0,33	0,12	0,20
0,47			109,72	3,54	40,74	2,34	14,07	1,50	4,04	0,89	1,30	0,55	0,41	0,34	0,13	0,21
0,48			113,89	3,62	42,28	2,39	14,60	1,53	4,19	0,90	1,35	0,56	0,43	0,35	0,13	0,21
0,49			118,13	3,69	43,85	2,44	15,14	1,56	4,34	0,92	1,40	0,57	0,45	0,35	0,14	0,21
0,50			122,44	3,77	45,44	2,49	15,69	1,59	4,50	0,94	1,45	0,58	0,46	0,36	0,14	0,22
0,52			131,26	3,92	48,71	2,59	16,81	1,66	4,82	0,98	1,55	0,61	0,49	0,38	0,15	0,23
0,54			140,35	4,07	52,07	2,69	17,97	1,72	5,15	1,02	1,66	0,63	0,53	0,39	0,16	0,24
0,56			149,71	4,22	55,53	2,79	19,16	1,78	5,49	1,05	1,77	0,65	0,56	0,40	0,17	0,24
0,58			159,34	4,37	59,09	2,88	20,38	1,85	5,84	1,09	1,88	0,68	0,60	0,42	0,18	0,25
0,60			169,24	4,52	62,75	2,98	21,64	1,91	6,20	1,13	1,99	0,70	0,63	0,43	0,19	0,26
0,62			179,40	4,67	66,50	3,08	22,93	1,97	6,57	1,17	2,11	0,72	0,67	0,45	0,20	0,27

Leistungsdaten

Fortsetzung Druckverlustberechnung Systemrohr Alu-Laserplus® 10 °C, Trinkwasser

Druckverlustberechnung Trinkwasser (Systemrohre Alu-Laserplus®)																
Volumenstrom Vs	14 x 2,0		17 x 2,0		20 x 2,0		25 x 3,0		32 x 3,0		40 x 3,5		50 x 4,0		63 x 4,5	
	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v
l/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s
0,64			189,82	4,82	70,36	3,18	24,25	2,04	6,95	1,21	2,23	0,75	0,71	0,46	0,22	0,28
0,66			200,51	4,97	74,30	3,28	25,61	2,10	7,33	1,24	2,36	0,77	0,75	0,48	0,23	0,29
0,68			211,45	5,12	78,35	3,38	27,00	2,16	7,73	1,28	2,48	0,80	0,79	0,49	0,24	0,30
0,70			222,66	5,27	82,48	3,48	28,42	2,23	8,13	1,32	2,61	0,82	0,83	0,51	0,25	0,31
0,72					86,72	3,58	29,87	2,29	8,55	1,36	2,75	0,84	0,87	0,52	0,26	0,31
0,74					91,04	3,68	31,36	2,36	8,97	1,39	2,88	0,87	0,92	0,53	0,28	0,32
0,76					95,46	3,78	32,87	2,42	9,40	1,43	3,02	0,89	0,96	0,55	0,29	0,33
0,78					99,98	3,88	34,42	2,48	9,84	1,47	3,16	0,91	1,00	0,56	0,30	0,34
0,80					104,58	3,98	36,00	2,55	10,29	1,51	3,31	0,94	1,05	0,58	0,32	0,35
0,82					109,28	4,08	37,61	2,61	10,75	1,54	3,45	0,96	1,10	0,59	0,33	0,36
0,84					114,07	4,18	39,26	2,67	11,22	1,58	3,60	0,98	1,14	0,61	0,35	0,37
0,86					118,95	4,28	40,93	2,74	11,70	1,62	3,75	1,01	1,19	0,62	0,36	0,38
0,88					123,92	4,38	42,63	2,80	12,18	1,66	3,91	1,03	1,24	0,64	0,38	0,38
0,90					128,98	4,48	44,37	2,86	12,68	1,70	4,07	1,05	1,29	0,65	0,39	0,39
0,92					134,13	4,58	46,14	2,93	13,18	1,73	4,23	1,08	1,34	0,66	0,41	0,40
0,94					139,38	4,68	47,93	2,99	13,69	1,77	4,39	1,10	1,39	0,68	0,42	0,41
0,96					144,71	4,77	49,76	3,06	14,21	1,81	4,56	1,12	1,45	0,69	0,44	0,42
0,98					150,13	4,87	51,62	3,12	14,74	1,85	4,73	1,15	1,50	0,71	0,45	0,43
1,00					155,64	4,97	53,51	3,18	15,28	1,88	4,90	1,17	1,55	0,72	0,47	0,44
1,05					169,80	5,22	58,36	3,34	16,66	1,98	5,34	1,23	1,69	0,76	0,51	0,46
1,10					184,51	5,47	63,40	3,50	18,09	2,07	5,80	1,29	1,84	0,79	0,56	0,48
1,15							68,62	3,66	19,58	2,17	6,27	1,34	1,99	0,83	0,60	0,50
1,20							74,03	3,82	21,11	2,26	6,76	1,40	2,14	0,87	0,65	0,52
1,25							79,62	3,98	22,70	2,35	7,27	1,46	2,30	0,90	0,70	0,55
1,30							85,39	4,14	24,34	2,45	7,79	1,52	2,47	0,94	0,74	0,57
1,35							91,34	4,30	26,03	2,54	8,33	1,58	2,64	0,97	0,80	0,59
1,40							97,47	4,46	27,77	2,64	8,89	1,64	2,81	1,01	0,85	0,61
1,45							103,78	4,62	29,56	2,73	9,46	1,70	2,99	1,05	0,90	0,63
1,50							110,26	4,77	31,40	2,83	10,04	1,75	3,18	1,08	0,96	0,65
1,60							123,75	5,09	35,23	3,01	11,27	1,87	3,56	1,15	1,07	0,70
1,70							137,94	5,41	39,25	3,20	12,55	1,99	3,96	1,23	1,20	0,74
1,80									43,46	3,39	13,89	2,10	4,39	1,30	1,32	0,79
1,90									47,87	3,58	15,29	2,22	4,83	1,37	1,46	0,83
2,00									52,46	3,77	16,76	2,34	5,29	1,44	1,59	0,87
2,10									57,25	3,96	18,28	2,46	5,77	1,52	1,74	0,92
2,20									62,22	4,14	19,86	2,57	6,27	1,59	1,89	0,96
2,30									67,37	4,33	21,50	2,69	6,78	1,66	2,04	1,00
2,40									72,71	4,52	23,20	2,81	7,32	1,73	2,20	1,05
2,50									78,23	4,71	24,95	2,92	7,87	1,80	2,37	1,09
2,60									83,93	4,90	26,76	3,04	8,44	1,88	2,54	1,14
2,70									89,80	5,09	28,63	3,16	9,02	1,95	2,71	1,18
2,80									95,86	5,27	30,56	3,27	9,63	2,02	2,89	1,22
2,90											32,54	3,39	10,25	2,09	3,08	1,27
3,00											34,57	3,51	10,89	2,17	3,27	1,31
3,10											36,67	3,62	11,55	2,24	3,47	1,35
3,20											38,81	3,74	12,22	2,31	3,67	1,40
3,30											41,01	3,86	12,91	2,38	3,88	1,44
3,40											43,27	3,98	13,62	2,45	4,09	1,48
3,50											45,58	4,09	14,34	2,53	4,31	1,53
3,60											47,94	4,21	15,09	2,60	4,53	1,57

Leistungsdaten

Fortsetzung Druckverlustberechnung Systemrohr Alu-Laserplus® 10 °C, Trinkwasser

Druckverlustberechnung Trinkwasser (Systemrohre Alu-Laserplus®)																
Volumenstrom	14 x 2,0		17 x 2,0		20 x 2,0		25 x 3,0		32 x 3,0		40 x 3,5		50 x 4,0		63 x 4,5	
Vs	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v
l/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s										
3,70											50,36	4,33	15,84	2,67	4,76	1,62
3,80											52,83	4,44	16,62	2,74	4,99	1,66
3,90											55,35	4,56	17,41	2,81	5,22	1,70
4,00											57,93	4,68	18,22	2,89	5,47	1,75
4,10											60,56	4,79	19,04	2,96	5,71	1,79
4,20											63,24	4,91	19,88	3,03	5,96	1,83
4,30											65,97	5,03	20,74	3,10	6,22	1,88
4,40											68,76	5,14	21,61	3,18	6,48	1,92
4,50											71,59	5,26	22,50	3,25	6,75	1,96
4,60													23,40	3,32	7,02	2,01
4,70													24,33	3,39	7,29	2,05
4,80													25,26	3,46	7,57	2,10
4,90													26,22	3,54	7,86	2,14
5,00													27,18	3,61	8,15	2,18
5,10													28,17	3,68	8,44	2,23
5,20													29,17	3,75	8,74	2,27
5,30													30,18	3,83	9,04	2,31
5,40													31,22	3,90	9,35	2,36
5,50													32,26	3,97	9,66	2,40
5,60													33,32	4,04	9,98	2,45
5,70													34,40	4,11	10,30	2,49
5,80													35,50	4,19	10,63	2,53
5,90													36,60	4,26	10,96	2,58
6,00													37,73	4,33	11,29	2,62
6,10													38,87	4,40	11,63	2,66
6,20													40,02	4,48	11,98	2,71
6,30													41,19	4,55	12,33	2,75
6,40													42,38	4,62	12,68	2,79
6,50													43,58	4,69	13,04	2,84
6,60													44,79	4,76	13,40	2,88
6,70													46,02	4,84	13,77	2,93
6,80													47,27	4,91	14,14	2,97
6,90													48,53	4,98	14,52	3,01
7,00													49,80	5,05	14,90	3,06
7,10													51,09	5,12	15,28	3,10
7,20													52,40	5,20	15,67	3,14
7,30													53,72	5,27	16,06	3,19
7,40															16,46	3,23
7,50															16,86	3,27
7,60															17,27	3,32
7,70															17,68	3,36
7,80															18,10	3,41
7,90															18,52	3,45
8,00															18,94	3,49
8,10															19,37	3,54
8,20															19,80	3,58
8,30															20,24	3,62
8,40															20,68	3,67
8,50															21,12	3,71
8,60															21,57	3,76

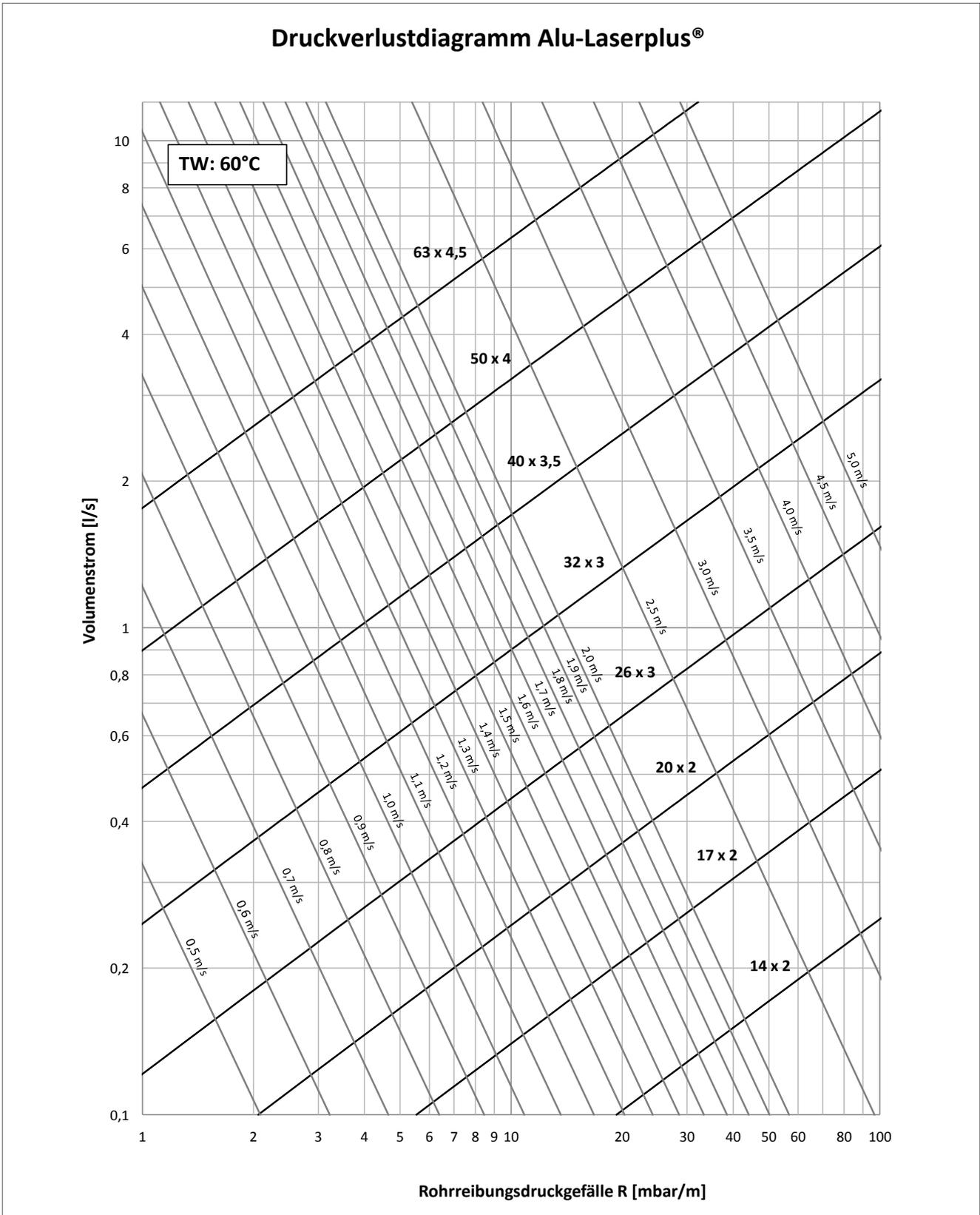
Leistungsdaten

Fortsetzung Druckverlustberechnung Systemrohr Alu-Laserplus® 10 °C, Trinkwasser

Druckverlustberechnung Trinkwasser (Systemrohre Alu-Laserplus®)																		
Volumenstrom	14 x 2,0		17 x 2,0		20 x 2,0		25 x 3,0		32 x 3,0		40 x 3,5		50 x 4,0		63 x 4,5			
	Vs	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	
l/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s														
8,70																	22,03	3,80
8,80																	22,49	3,84
8,90																	22,95	3,89
9,00																	23,41	3,93
9,10																	23,89	3,97
9,20																	24,36	4,02
9,30																	24,84	4,06
9,40																	25,32	4,10
9,50																	25,81	4,15
9,60																	26,30	4,19
9,70																	26,80	4,24
9,80																	27,30	4,28
9,90																	27,81	4,32
10,00																	28,31	4,37
10,10																	28,83	4,41
10,20																	29,34	4,45
10,30																	29,87	4,50
10,40																	30,39	4,54
10,50																	30,92	4,58
10,60																	31,45	4,63
10,70																	31,99	4,67
10,80																	32,53	4,72
10,90																	33,08	4,76
11,00																	33,63	4,80
11,10																	34,18	4,85
11,20																	34,74	4,89
11,30																	35,30	4,93
11,40																	35,87	4,98
11,50																	36,44	5,02
11,60																	37,02	5,07
11,70																	37,59	5,11
11,80																	38,18	5,15
11,90																	38,76	5,20
12,00																	39,36	5,34

Leistungsdaten

Druckverlustdiagramm Trinkwasser warm



Leistungsdaten

Druckverlustberechnung Systemrohr Alu-Laserplus® 60 °C, Trinkwasser warm

Druckverlustberechnung Trinkwasser (Systemrohre Alu-Laserplus®)																
Volumenstrom Vs l/s	14 x 2,0		17 x 2		20 x 2		26 x 3		32 x 3		40 x 3,5		50 x 4		63 x 4,5	
	R mbar/m	v m/s														
0,07	10,30	0,89	2,96	0,53	1,10	0,35	0,38	0,22	0,11	0,13						
0,08	13,02	1,02	3,74	0,60	1,39	0,40	0,48	0,25	0,14	0,15						
0,09	16,02	1,15	4,59	0,68	1,71	0,45	0,59	0,29	0,17	0,17	0,06	0,11				
0,10	19,30	1,27	5,53	0,75	2,06	0,50	0,71	0,32	0,21	0,19	0,07	0,12				
0,11	22,84	1,40	6,54	0,83	2,43	0,55	0,84	0,35	0,24	0,21	0,08	0,13				
0,12	26,64	1,53	7,62	0,90	2,83	0,60	0,98	0,38	0,28	0,23	0,09	0,14				
0,13	30,69	1,66	8,78	0,98	3,26	0,65	1,13	0,41	0,32	0,24	0,10	0,15				
0,14	35,00	1,78	10,00	1,05	3,72	0,70	1,29	0,45	0,37	0,26	0,12	0,16	0,04	0,10		
0,15	39,57	1,91	11,30	1,13	4,20	0,75	1,45	0,48	0,42	0,28	0,13	0,18	0,04	0,11		
0,16	44,37	2,04	12,67	1,21	4,70	0,80	1,63	0,51	0,47	0,30	0,15	0,19	0,05	0,12		
0,17	49,42	2,16	14,10	1,28	5,24	0,85	1,81	0,54	0,52	0,32	0,17	0,20	0,05	0,12		
0,18	54,72	2,29	15,61	1,36	5,79	0,90	2,00	0,57	0,57	0,34	0,18	0,21	0,06	0,13		
0,19	60,25	2,42	17,18	1,43	6,37	0,94	2,20	0,60	0,63	0,36	0,20	0,22	0,06	0,14		
0,20	66,02	2,55	18,82	1,51	6,98	0,99	2,41	0,64	0,69	0,38	0,22	0,23	0,07	0,14		
0,21	72,02	2,67	20,52	1,58	7,61	1,04	2,62	0,67	0,75	0,40	0,24	0,25	0,08	0,15		
0,22	78,26	2,80	22,29	1,66	8,26	1,09	2,85	0,70	0,82	0,41	0,26	0,26	0,08	0,16	0,03	0,10
0,23	84,73	2,93	24,12	1,73	8,94	1,14	3,08	0,73	0,88	0,43	0,28	0,27	0,09	0,17	0,03	0,10
0,24	91,42	3,06	26,02	1,81	9,64	1,19	3,32	0,76	0,95	0,45	0,31	0,28	0,10	0,17	0,03	0,10
0,25	98,35	3,18	27,98	1,88	10,37	1,24	3,57	0,80	1,02	0,47	0,33	0,29	0,10	0,18	0,03	0,11
0,26	105,50	3,31	30,01	1,96	11,11	1,29	3,83	0,83	1,10	0,49	0,35	0,30	0,11	0,19	0,03	0,11
0,27	112,87	3,44	32,10	2,03	11,89	1,34	4,09	0,86	1,17	0,51	0,38	0,32	0,12	0,19	0,04	0,12
0,28	120,47	3,57	34,25	2,11	12,68	1,39	4,37	0,89	1,25	0,53	0,40	0,33	0,13	0,20	0,04	0,12
0,29	128,29	3,69	36,46	2,18	13,50	1,44	4,65	0,92	1,33	0,55	0,43	0,34	0,14	0,21	0,04	0,13
0,30	136,33	3,82	38,73	2,26	14,34	1,49	4,93	0,95	1,41	0,57	0,45	0,35	0,14	0,22	0,04	0,13
0,31	144,59	3,95	41,07	2,34	15,20	1,54	5,23	0,99	1,49	0,58	0,48	0,36	0,15	0,22	0,05	0,14
0,32	153,06	4,07	43,47	2,41	16,08	1,59	5,53	1,02	1,58	0,60	0,51	0,37	0,16	0,23	0,05	0,14
0,33	161,76	4,20	45,93	2,49	16,99	1,64	5,84	1,05	1,67	0,62	0,54	0,39	0,17	0,24	0,05	0,14
0,34	170,67	4,33	48,44	2,56	17,92	1,69	6,16	1,08	1,76	0,64	0,56	0,40	0,18	0,25	0,05	0,15
0,35	179,79	4,46	51,02	2,64	18,87	1,74	6,49	1,11	1,85	0,66	0,59	0,41	0,19	0,25	0,06	0,15
0,36	189,13	4,58	53,66	2,71	19,84	1,79	6,82	1,15	1,95	0,68	0,62	0,42	0,20	0,26	0,06	0,16
0,37	198,69	4,71	56,36	2,79	20,83	1,84	7,16	1,18	2,04	0,70	0,66	0,43	0,21	0,27	0,06	0,16
0,38	208,45	4,84	59,12	2,86	21,85	1,89	7,51	1,21	2,14	0,72	0,69	0,44	0,22	0,27	0,07	0,17
0,39	218,43	4,97	61,93	2,94	22,89	1,94	7,86	1,24	2,24	0,73	0,72	0,46	0,23	0,28	0,07	0,17
0,40	228,61	5,09	64,81	3,01	23,95	1,99	8,23	1,27	2,35	0,75	0,75	0,47	0,24	0,29	0,07	0,17
0,41	239,01	5,22	67,74	3,09	25,03	2,04	8,60	1,31	2,45	0,77	0,79	0,48	0,25	0,30	0,08	0,18
0,42			70,73	3,16	26,13	2,09	8,97	1,34	2,56	0,79	0,82	0,49	0,26	0,30	0,08	0,18
0,43			73,78	3,24	27,25	2,14	9,36	1,37	2,67	0,81	0,86	0,50	0,27	0,31	0,08	0,19
0,44			76,89	3,31	28,39	2,19	9,75	1,40	2,78	0,83	0,89	0,51	0,28	0,32	0,09	0,19
0,45			80,06	3,39	29,56	2,24	10,15	1,43	2,89	0,85	0,93	0,53	0,29	0,32	0,09	0,20
0,46			83,28	3,47	30,75	2,29	10,56	1,46	3,01	0,87	0,96	0,54	0,30	0,33	0,09	0,20
0,47			86,56	3,54	31,95	2,34	10,97	1,50	3,13	0,89	1,00	0,55	0,32	0,34	0,10	0,21
0,48			89,90	3,62	33,18	2,39	11,39	1,53	3,25	0,90	1,04	0,56	0,33	0,35	0,10	0,21
0,49			93,29	3,69	34,43	2,44	11,82	1,56	3,37	0,92	1,08	0,57	0,34	0,35	0,10	0,21
0,50			96,74	3,77	35,70	2,49	12,25	1,59	3,49	0,94	1,12	0,58	0,35	0,36	0,11	0,22
0,51			100,25	3,84	36,99	2,54	12,69	1,62	3,62	0,96	1,16	0,60	0,37	0,37	0,11	0,22
0,52			103,81	3,92	38,30	2,59	13,14	1,66	3,74	0,98	1,20	0,61	0,38	0,38	0,11	0,23
0,53			107,43	3,99	39,63	2,64	13,59	1,69	3,87	1,00	1,24	0,62	0,39	0,38	0,12	0,23
0,54			111,11	4,07	40,98	2,69	14,06	1,72	4,00	1,02	1,28	0,63	0,40	0,39	0,12	0,24
0,55			114,84	4,14	42,35	2,74	14,52	1,75	4,14	1,04	1,32	0,64	0,42	0,40	0,13	0,24

Leistungsdaten

Fortsetzung Druckverlustberechnung Systemrohr Alu-Laserplus® 60 °C, Trinkwasser warm

Druckverlustberechnung Trinkwasser (Systemrohre Alu-Laserplus®)																
Volumenstrom Vs l/s	14 x 2,0		17 x 2		20 x 2		26 x 3		32 x 3		40 x 3,5		50 x 4		63 x 4,5	
	R mbar/m	v m/s														
0,56			118,62	4,22	43,74	2,79	15,00	1,78	4,27	1,05	1,37	0,65	0,43	0,40	0,13	0,24
0,57			122,47	4,29	45,15	2,83	15,48	1,81	4,41	1,07	1,41	0,67	0,45	0,41	0,13	0,25
0,58			126,36	4,37	46,59	2,88	15,97	1,85	4,55	1,09	1,45	0,68	0,46	0,42	0,14	0,25
0,59			130,32	4,45	48,04	2,93	16,47	1,88	4,69	1,11	1,50	0,69	0,47	0,43	0,14	0,26
0,60			134,32	4,52	49,51	2,98	16,97	1,91	4,83	1,13	1,54	0,70	0,49	0,43	0,15	0,26
0,62			142,50	4,67	52,52	3,08	18,00	1,97	5,12	1,17	1,64	0,72	0,52	0,45	0,16	0,27
0,64			150,90	4,82	55,60	3,18	19,05	2,04	5,42	1,21	1,73	0,75	0,55	0,46	0,16	0,28
0,66			159,51	4,97	58,76	3,28	20,13	2,10	5,72	1,24	1,83	0,77	0,58	0,48	0,17	0,29
0,68			168,35	5,12	62,00	3,38	21,24	2,16	6,04	1,28	1,93	0,80	0,61	0,49	0,18	0,30
0,70					65,32	3,48	22,37	2,23	6,36	1,32	2,03	0,82	0,64	0,51	0,19	0,31
0,72					68,72	3,58	23,53	2,29	6,69	1,36	2,14	0,84	0,67	0,52	0,20	0,31
0,74					72,20	3,68	24,72	2,36	7,02	1,39	2,24	0,87	0,71	0,53	0,21	0,32
0,76					75,75	3,78	25,93	2,42	7,37	1,43	2,35	0,89	0,74	0,55	0,22	0,33
0,78					79,38	3,88	27,17	2,48	7,72	1,47	2,46	0,91	0,78	0,56	0,23	0,34
0,80					83,09	3,98	28,43	2,55	8,07	1,51	2,58	0,94	0,81	0,58	0,24	0,35
0,82					86,87	4,08	29,72	2,61	8,44	1,54	2,69	0,96	0,85	0,59	0,26	0,36
0,84					90,73	4,18	31,04	2,67	8,81	1,58	2,81	0,98	0,89	0,61	0,27	0,37
0,86					94,67	4,28	32,38	2,74	9,19	1,62	2,93	1,01	0,92	0,62	0,28	0,38
0,88					98,68	4,38	33,74	2,80	9,58	1,66	3,06	1,03	0,96	0,64	0,29	0,38
0,90					102,76	4,48	35,14	2,86	9,97	1,70	3,18	1,05	1,00	0,65	0,30	0,39
0,92					106,92	4,58	36,55	2,93	10,37	1,73	3,31	1,08	1,04	0,66	0,31	0,40
0,94					111,16	4,68	38,00	2,99	10,78	1,77	3,44	1,10	1,08	0,68	0,33	0,41
0,96					115,47	4,77	39,46	3,06	11,20	1,81	3,57	1,12	1,13	0,69	0,34	0,42
0,98					119,85	4,87	40,96	3,12	11,62	1,85	3,70	1,15	1,17	0,71	0,35	0,43
1,00					124,31	4,97	42,48	3,18	12,05	1,88	3,84	1,17	1,21	0,72	0,36	0,44
1,05					135,78	5,22	46,38	3,34	13,15	1,98	4,19	1,23	1,32	0,76	0,40	0,46
1,10							50,44	3,50	14,30	2,07	4,55	1,29	1,43	0,79	0,43	0,48
1,15							54,65	3,66	15,48	2,17	4,93	1,34	1,55	0,83	0,47	0,50
1,20							59,01	3,82	16,72	2,26	5,32	1,40	1,68	0,87	0,50	0,52
1,25							63,53	3,98	17,99	2,35	5,73	1,46	1,80	0,90	0,54	0,55
1,30							68,20	4,14	19,31	2,45	6,15	1,52	1,93	0,94	0,58	0,57
1,35							73,01	4,30	20,66	2,54	6,58	1,58	2,07	0,97	0,62	0,59
1,40							77,98	4,46	22,06	2,64	7,02	1,64	2,21	1,01	0,66	0,61
1,45							83,09	4,62	23,50	2,73	7,48	1,70	2,35	1,05	0,71	0,63
1,50							88,35	4,77	24,99	2,83	7,95	1,75	2,50	1,08	0,75	0,65
1,60							99,31	5,09	28,07	3,01	8,92	1,87	2,80	1,15	0,84	0,70
1,70							110,84	5,41	31,32	3,20	9,95	1,99	3,13	1,23	0,94	0,74
1,80									34,73	3,39	11,03	2,10	3,47	1,30	1,04	0,79
1,90									38,29	3,58	12,16	2,22	3,82	1,37	1,14	0,83
2,00									42,02	3,77	13,34	2,34	4,19	1,44	1,25	0,87
2,10									45,90	3,96	14,57	2,46	4,57	1,52	1,37	0,92
2,20									49,93	4,14	15,84	2,57	4,97	1,59	1,49	0,96
2,30									54,12	4,33	17,17	2,69	5,38	1,66	1,61	1,00
2,40									58,46	4,52	18,54	2,81	5,81	1,73	1,74	1,05
2,50									62,96	4,71	19,96	2,92	6,26	1,80	1,87	1,09
2,60									67,60	4,90	21,43	3,04	6,72	1,88	2,01	1,14
2,70									72,39	5,09	22,94	3,16	7,19	1,95	2,15	1,18
2,80									77,34	5,27	24,50	3,27	7,68	2,02	2,29	1,22
2,90											26,11	3,39	8,18	2,09	2,44	1,27

Leistungsdaten

Fortsetzung Druckverlustberechnung Systemrohr Alu-Laserplus® 60 °C, Trinkwasser warm

Druckverlustberechnung Trinkwasser (Systemrohre Alu-Laserplus®)																
Volumenstrom Vs l/s	14 x 2,0		17 x 2		20 x 2		26 x 3		32 x 3		40 x 3,5		50 x 4		63 x 4,5	
	R mbar/m	v m/s														
3,00											27,77	3,51	8,70	2,17	2,60	1,31
3,10											29,47	3,62	9,23	2,24	2,76	1,35
3,20											31,21	3,74	9,77	2,31	2,92	1,40
3,30											33,00	3,86	10,33	2,38	3,09	1,44
3,40											34,84	3,98	10,90	2,45	3,26	1,48
3,50											36,72	4,09	11,49	2,53	3,43	1,53
3,60											38,65	4,21	12,09	2,60	3,61	1,57
3,70											40,62	4,33	12,71	2,67	3,79	1,62
3,80											42,64	4,44	13,33	2,74	3,98	1,66
3,90											44,70	4,56	13,98	2,81	4,17	1,70
4,00											46,80	4,68	14,63	2,89	4,37	1,75
4,10											48,95	4,79	15,30	2,96	4,56	1,79
4,20											51,15	4,91	15,99	3,03	4,77	1,83
4,30											53,38	5,03	16,68	3,10	4,97	1,88
4,40											55,67	5,14	17,39	3,18	5,19	1,92
4,50													18,12	3,25	5,40	1,96
4,60													18,85	3,32	5,62	2,01
4,70													19,60	3,39	5,84	2,05
4,80													20,37	3,46	6,07	2,10
4,90													21,15	3,54	6,30	2,14
5,00													21,94	3,61	6,54	2,18
5,10													22,74	3,68	6,77	2,23
5,20													23,56	3,75	7,02	2,27
5,30													24,39	3,83	7,26	2,31
5,40													25,23	3,90	7,51	2,36
5,50													26,08	3,97	7,77	2,40
5,60													26,95	4,04	8,02	2,45
5,70													27,84	4,11	8,29	2,49
5,80													28,73	4,19	8,55	2,53
5,90													29,64	4,26	8,82	2,58
6,00													30,56	4,33	9,09	2,62
6,10													31,49	4,40	9,37	2,66
6,20													32,44	4,48	9,65	2,71
6,30													33,40	4,55	9,94	2,75
6,40													34,37	4,62	10,22	2,79
6,50													35,35	4,69	10,52	2,84
6,60													36,35	4,76	10,81	2,88
6,70													37,36	4,84	11,11	2,93
6,80													38,38	4,91	11,41	2,97
6,90													39,42	4,98	11,72	3,01
7,00													40,46	5,05	12,03	3,06
7,10													41,52	5,12	12,35	3,10
7,20															12,66	3,14
7,30															12,99	3,19
7,40															13,31	3,23
7,50															13,64	3,27
7,60															13,97	3,32
7,70															14,31	3,36
7,80															14,65	3,41

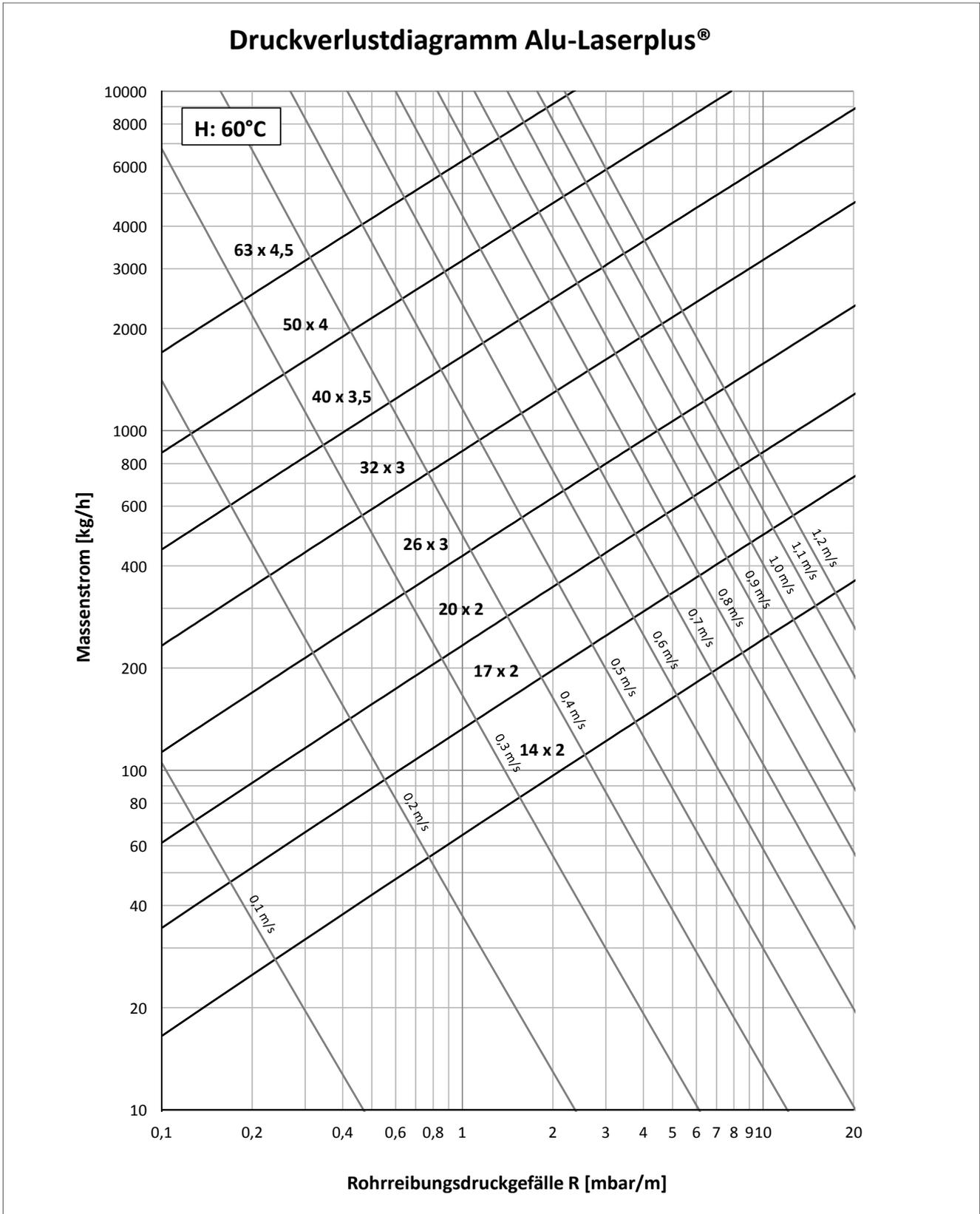
Leistungsdaten

Fortsetzung Druckverlustberechnung Systemrohr Alu-Laserplus® 60 °C, Trinkwasser warm

Druckverlustberechnung Trinkwasser (Systemrohre Alu-Laserplus®)																	
Volumenstrom	14 x 2,0		17 x 2		20 x 2		26 x 3		32 x 3		40 x 3,5		50 x 4		63 x 4,5		
	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	
	l/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s								
7,90																14,99	3,45
8,00																15,34	3,49
8,10																15,69	3,54
8,20																16,04	3,58
8,30																16,40	3,62
8,40																16,76	3,67
8,50																17,13	3,71
8,60																17,50	3,76
8,70																17,87	3,80
8,80																18,24	3,84
8,90																18,62	3,89
9,00																19,01	3,93
9,10																19,39	3,97
9,20																19,78	4,02
9,30																20,18	4,06
9,40																20,57	4,10
9,50																20,97	4,15
9,60																21,38	4,19
9,70																21,79	4,24
9,80																22,20	4,28
9,90																22,61	4,32
10,00																23,03	4,37
10,10																23,45	4,41
10,20																23,88	4,45
10,30																24,31	4,50
10,40																24,74	4,54
10,50																25,17	4,58
10,60																25,61	4,63
10,70																26,06	4,67
10,80																26,50	4,72
10,90																26,95	4,76
11,00																27,41	4,80
11,10																27,86	4,85
11,20																28,32	4,89
11,30																28,79	4,93
11,40																29,25	4,98
11,50																29,72	5,02
11,60																30,20	5,07
11,70																30,67	5,11
11,80																31,15	5,15
11,90																31,64	5,20
12,00																32,13	5,24

Leistungsdaten

Druckverlustdiagramm Heizung



Leistungsdaten

Druckverlustberechnung Systemrohr Alu-Laserplus® 60 °C, Heizung

Druckverlustberechnung Heizung (Systemrohre Alu-Laserplus®)																	
Massenstrom	Volumenstrom	14 x 2,0		17 x 2,0		20 x 2,0		25 x 3,0		32 x 3,0		40 x 3,5		50 x 4,0		63 x 4,5	
		R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v
m	V	mbar/m		mbar/m													
kg/h	l/h	m/s		m/s													
10	10,17	0,04	0,04	0,01	0,02												
15	15,25	0,09	0,05	0,03	0,03	0,01	0,02										
20	20,33	0,14	0,07	0,04	0,04	0,02	0,03										
25	25,42	0,20	0,09	0,06	0,05	0,02	0,04										
30	30,50	0,27	0,11	0,08	0,06	0,03	0,04										
35	35,58	0,36	0,13	0,10	0,07	0,04	0,05	0,01	0,03								
40	40,67	0,45	0,14	0,13	0,09	0,05	0,06	0,02	0,04								
45	45,75	0,55	0,16	0,16	0,10	0,06	0,06	0,02	0,04								
50	50,83	0,65	0,18	0,19	0,11	0,07	0,07	0,03	0,05								
55	55,92	0,77	0,20	0,22	0,12	0,08	0,08	0,03	0,05								
60	61,00	0,89	0,22	0,26	0,13	0,10	0,08	0,03	0,05								
65	66,08	1,02	0,24	0,30	0,14	0,11	0,09	0,04	0,06	0,01	0,03						
70	71,17	1,16	0,25	0,34	0,15	0,13	0,10	0,04	0,06	0,01	0,04						
75	76,25	1,31	0,27	0,38	0,16	0,14	0,11	0,05	0,07	0,01	0,04						
80	81,33	1,46	0,29	0,42	0,17	0,16	0,11	0,06	0,07	0,02	0,04						
85	86,42	1,62	0,31	0,47	0,18	0,18	0,12	0,06	0,08	0,02	0,05						
90	91,50	1,79	0,33	0,52	0,19	0,20	0,13	0,07	0,08	0,02	0,05						
95	96,58	1,97	0,34	0,57	0,20	0,21	0,13	0,07	0,09	0,02	0,05						
100	101,67	2,15	0,36	0,62	0,21	0,23	0,14	0,08	0,09	0,02	0,05						
105	106,75	2,34	0,38	0,68	0,22	0,25	0,15	0,09	0,09	0,03	0,06	0,01	0,03				
110	111,83	2,54	0,40	0,73	0,24	0,28	0,16	0,10	0,10	0,03	0,06	0,01	0,04				
115	116,92	2,74	0,42	0,79	0,25	0,30	0,16	0,10	0,10	0,03	0,06	0,01	0,04				
120	122,00	2,95	0,43	0,85	0,26	0,32	0,17	0,11	0,11	0,03	0,06	0,01	0,04				
125	127,08	3,16	0,45	0,91	0,27	0,34	0,18	0,12	0,11	0,03	0,07	0,01	0,04				
130	132,17	3,39	0,47	0,98	0,28	0,37	0,18	0,13	0,12	0,04	0,07	0,01	0,04				
135	137,25	3,62	0,49	1,04	0,29	0,39	0,19	0,14	0,12	0,04	0,07	0,01	0,04				
140	142,33	3,85	0,51	1,11	0,30	0,42	0,20	0,15	0,13	0,04	0,07	0,01	0,05				
145	147,42	4,10	0,52	1,18	0,31	0,44	0,20	0,15	0,13	0,04	0,08	0,01	0,05				
150	152,50	4,34	0,54	1,25	0,32	0,47	0,21	0,16	0,14	0,05	0,08	0,02	0,05				
155	157,58	4,60	0,56	1,33	0,33	0,50	0,22	0,17	0,14	0,05	0,08	0,02	0,05				
160	162,67	4,86	0,58	1,40	0,34	0,52	0,23	0,18	0,14	0,05	0,09	0,02	0,05				
165	167,75	5,13	0,60	1,48	0,35	0,55	0,23	0,19	0,15	0,06	0,09	0,02	0,05				
170	172,83	5,40	0,61	1,56	0,36	0,58	0,24	0,20	0,15	0,06	0,09	0,02	0,06	0,01	0,03		
175	177,92	5,68	0,63	1,64	0,37	0,61	0,25	0,21	0,16	0,06	0,09	0,02	0,06	0,01	0,04		
180	183,00	5,97	0,65	1,72	0,39	0,64	0,25	0,22	0,16	0,06	0,10	0,02	0,06	0,01	0,04		
185	188,08	6,26	0,67	1,80	0,40	0,67	0,26	0,23	0,17	0,07	0,10	0,02	0,06	0,01	0,04		
190	193,17	6,56	0,69	1,89	0,41	0,71	0,27	0,25	0,17	0,07	0,10	0,02	0,06	0,01	0,04		
195	198,25	6,87	0,71	1,98	0,42	0,74	0,28	0,26	0,18	0,07	0,10	0,02	0,06	0,01	0,04		
200	203,33	7,18	0,72	2,07	0,43	0,77	0,28	0,27	0,18	0,08	0,11	0,03	0,07	0,01	0,04		
205	208,42	7,50	0,74	2,16	0,44	0,81	0,29	0,28	0,19	0,08	0,11	0,03	0,07	0,01	0,04		

Leistungsdaten

Fortsetzung Druckverlustberechnung Systemrohr Alu-Laserplus® 60 °C, Heizung

Druckverlustberechnung Heizung (Systemrohre Alu-Laserplus®)																	
Massenstrom	Volumenstrom	14 x 2,0		17 x 2,0		20 x 2,0		25 x 3,0		32 x 3,0		40 x 3,5		50 x 4,0		63 x 4,5	
		m	V	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v
kg/h	l/h	mbar/m	m/s														
210	213,50	7,82	0,76	2,25	0,45	0,84	0,30	0,29	0,19	0,08	0,11	0,03	0,07	0,01	0,04		
215	218,58	8,15	0,78	2,34	0,46	0,88	0,30	0,30	0,19	0,09	0,12	0,03	0,07	0,01	0,04		
220	223,67	8,48	0,80	2,44	0,47	0,91	0,31	0,32	0,20	0,09	0,12	0,03	0,07	0,01	0,05		
225	228,75	8,82	0,81	2,54	0,48	0,95	0,32	0,33	0,20	0,10	0,12	0,03	0,07	0,01	0,05		
230	233,83	9,17	0,83	2,64	0,49	0,98	0,32	0,34	0,21	0,10	0,12	0,03	0,08	0,01	0,05		
235	238,92	9,52	0,85	2,74	0,50	1,02	0,33	0,36	0,21	0,10	0,13	0,03	0,08	0,01	0,05		
240	244,00	9,88	0,87	2,84	0,51	1,06	0,34	0,37	0,22	0,11	0,13	0,03	0,08	0,01	0,05		
245	249,08	10,24	0,89	2,94	0,52	1,10	0,35	0,38	0,22	0,11	0,13	0,04	0,08	0,01	0,05		
250	254,17	10,61	0,90	3,05	0,53	1,14	0,35	0,40	0,23	0,11	0,13	0,04	0,08	0,01	0,05		
255	259,25	10,99	0,92	3,16	0,55	1,18	0,36	0,41	0,23	0,12	0,14	0,04	0,08	0,01	0,05		
260	264,34	11,37	0,94	3,27	0,56	1,22	0,37	0,42	0,24	0,12	0,14	0,04	0,09	0,01	0,05		
265	269,42	11,76	0,96	3,38	0,57	1,26	0,37	0,44	0,24	0,13	0,14	0,04	0,09	0,01	0,05		
270	274,50	12,15	0,98	3,49	0,58	1,30	0,38	0,45	0,24	0,13	0,14	0,04	0,09	0,01	0,06		
275	279,59	12,55	0,99	3,60	0,59	1,34	0,39	0,47	0,25	0,13	0,15	0,04	0,09	0,01	0,06		
280	284,67	12,95	1,01	3,72	0,60	1,39	0,40	0,48	0,25	0,14	0,15	0,05	0,09	0,01	0,06		
285	289,75	13,36	1,03	3,84	0,61	1,43	0,40	0,50	0,26	0,14	0,15	0,05	0,09	0,01	0,06		
290	294,84	13,78	1,05	3,95	0,62	1,47	0,41	0,51	0,26	0,15	0,16	0,05	0,10	0,02	0,06		
295	299,92	14,20	1,07	4,07	0,63	1,52	0,42	0,53	0,27	0,15	0,16	0,05	0,10	0,02	0,06		
300	305,00	14,63	1,08	4,20	0,64	1,56	0,42	0,54	0,27	0,16	0,16	0,05	0,10	0,02	0,06		
310	315,17	15,50	1,12	4,44	0,66	1,66	0,44	0,57	0,28	0,17	0,17	0,05	0,10	0,02	0,06		
320	325,34	16,39	1,16	4,70	0,68	1,75	0,45	0,61	0,29	0,18	0,17	0,06	0,11	0,02	0,07	0,01	0,04
330	335,50	17,30	1,19	4,96	0,71	1,85	0,47	0,64	0,30	0,18	0,18	0,06	0,11	0,02	0,07	0,01	0,04
340	345,67	18,24	1,23	5,23	0,73	1,95	0,48	0,67	0,31	0,19	0,18	0,06	0,11	0,02	0,07	0,01	0,04
350	355,84	19,19	1,27	5,50	0,75	2,05	0,49	0,71	0,32	0,20	0,19	0,07	0,12	0,02	0,07	0,01	0,04
360	366,00	20,17	1,30	5,78	0,77	2,15	0,51	0,75	0,33	0,21	0,19	0,07	0,12	0,02	0,07	0,01	0,04
370	376,17	21,17	1,34	6,06	0,79	2,26	0,52	0,78	0,33	0,23	0,20	0,07	0,12	0,02	0,08	0,01	0,05
380	386,34	22,19	1,37	6,36	0,81	2,37	0,54	0,82	0,34	0,24	0,20	0,08	0,13	0,02	0,08	0,01	0,05
390	396,50	23,24	1,41	6,65	0,83	2,48	0,55	0,86	0,35	0,25	0,21	0,08	0,13	0,03	0,08	0,01	0,05
400	406,67	24,30	1,45	6,96	0,86	2,59	0,56	0,90	0,36	0,26	0,21	0,08	0,13	0,03	0,08	0,01	0,05
410	416,84	25,38	1,48	7,27	0,88	2,70	0,58	0,94	0,37	0,27	0,22	0,09	0,14	0,03	0,08	0,01	0,05
420	427,00	26,49	1,52	7,58	0,90	2,82	0,59	0,98	0,38	0,28	0,22	0,09	0,14	0,03	0,09	0,01	0,05
430	437,17	27,62	1,55	7,90	0,92	2,94	0,61	1,02	0,39	0,29	0,23	0,09	0,14	0,03	0,09	0,01	0,05
440	447,34	28,76	1,59	8,23	0,94	3,06	0,62	1,06	0,40	0,30	0,24	0,10	0,15	0,03	0,09	0,01	0,05
450	457,50	29,93	1,63	8,56	0,96	3,18	0,64	1,10	0,41	0,32	0,24	0,10	0,15	0,03	0,09	0,01	0,06
460	467,67	31,12	1,66	8,90	0,98	3,31	0,65	1,14	0,42	0,33	0,25	0,11	0,15	0,03	0,09	0,01	0,06
470	477,84	32,33	1,70	9,24	1,01	3,44	0,66	1,19	0,42	0,34	0,25	0,11	0,16	0,04	0,10	0,01	0,06
480	488,00	33,56	1,74	9,59	1,03	3,57	0,68	1,23	0,43	0,35	0,26	0,11	0,16	0,04	0,10	0,01	0,06
490	498,17	34,81	1,77	9,95	1,05	3,70	0,69	1,28	0,44	0,37	0,26	0,12	0,16	0,04	0,10	0,01	0,06
500	508,34	36,08	1,81	10,31	1,07	3,83	0,71	1,33	0,45	0,38	0,27	0,12	0,17	0,04	0,10	0,01	0,06
510	518,50			10,68	1,09	3,97	0,72	1,37	0,46	0,39	0,27	0,13	0,17	0,04	0,10	0,01	0,06

Leistungsdaten

Fortsetzung Druckverlustberechnung Systemrohr Alu-Laserplus® 60 °C, Heizung

Druckverlustberechnung Heizung (Systemrohre Alu-Laserplus®)																	
Massenstrom	Volumenstrom	14 x 2,0		17 x 2,0		20 x 2,0		25 x 3,0		32 x 3,0		40 x 3,5		50 x 4,0		63 x 4,5	
		m	V	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v
kg/h	l/h	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s
520	528,67			11,05	1,11	4,11	0,73	1,42	0,47	0,41	0,28	0,13	0,17	0,04	0,11	0,01	0,06
530	538,84			11,43	1,13	4,25	0,75	1,47	0,48	0,42	0,28	0,14	0,18	0,04	0,11	0,01	0,07
540	549,00			11,81	1,16	4,39	0,76	1,52	0,49	0,44	0,29	0,14	0,18	0,04	0,11	0,01	0,07
550	559,17			12,20	1,18	4,53	0,78	1,57	0,50	0,45	0,29	0,15	0,18	0,05	0,11	0,01	0,07
560	569,34			12,60	1,20	4,68	0,79	1,62	0,51	0,46	0,30	0,15	0,19	0,05	0,11	0,01	0,07
570	579,50			13,00	1,22	4,83	0,81	1,67	0,52	0,48	0,30	0,15	0,19	0,05	0,12	0,01	0,07
580	589,67			13,41	1,24	4,98	0,82	1,72	0,52	0,49	0,31	0,16	0,19	0,05	0,12	0,02	0,07
590	599,84			13,82	1,26	5,13	0,83	1,77	0,53	0,51	0,32	0,16	0,20	0,05	0,12	0,02	0,07
600	610,00			14,24	1,28	5,29	0,85	1,83	0,54	0,52	0,32	0,17	0,20	0,05	0,12	0,02	0,07
610	620,17			14,66	1,31	5,44	0,86	1,88	0,55	0,54	0,33	0,17	0,20	0,06	0,13	0,02	0,08
620	630,34			15,09	1,33	5,60	0,88	1,93	0,56	0,55	0,33	0,18	0,21	0,06	0,13	0,02	0,08
630	640,50			15,52	1,35	5,76	0,89	1,99	0,57	0,57	0,34	0,18	0,21	0,06	0,13	0,02	0,08
640	650,67			15,96	1,37	5,92	0,90	2,05	0,58	0,59	0,34	0,19	0,21	0,06	0,13	0,02	0,08
650	660,84			16,40	1,39	6,09	0,92	2,10	0,59	0,60	0,35	0,19	0,22	0,06	0,13	0,02	0,08
660	671,00			16,86	1,41	6,26	0,93	2,16	0,60	0,62	0,35	0,20	0,22	0,06	0,14	0,02	0,08
670	681,17			17,31	1,43	6,42	0,95	2,22	0,61	0,64	0,36	0,20	0,22	0,07	0,14	0,02	0,08
680	691,34			17,77	1,45	6,59	0,96	2,28	0,61	0,65	0,36	0,21	0,23	0,07	0,14	0,02	0,08
690	701,50			18,24	1,48	6,77	0,97	2,33	0,62	0,67	0,37	0,22	0,23	0,07	0,14	0,02	0,09
700	711,67			18,71	1,50	6,94	0,99	2,40	0,63	0,69	0,37	0,22	0,23	0,07	0,14	0,02	0,09
710	721,84			19,19	1,52	7,12	1,00	2,46	0,64	0,70	0,38	0,23	0,24	0,07	0,15	0,02	0,09
720	732,00			19,67	1,54	7,30	1,02	2,52	0,65	0,72	0,39	0,23	0,24	0,07	0,15	0,02	0,09
730	742,17			20,16	1,56	7,48	1,03	2,58	0,66	0,74	0,39	0,24	0,24	0,08	0,15	0,02	0,09
740	752,34			20,65	1,58	7,66	1,05	2,64	0,67	0,76	0,40	0,24	0,25	0,08	0,15	0,02	0,09
750	762,51			21,15	1,60	7,84	1,06	2,71	0,68	0,78	0,40	0,25	0,25	0,08	0,15	0,02	0,09
760	772,67			21,65	1,63	8,03	1,07	2,77	0,69	0,79	0,41	0,26	0,25	0,08	0,16	0,02	0,09
770	782,84			22,16	1,65	8,22	1,09	2,83	0,70	0,81	0,41	0,26	0,26	0,08	0,16	0,03	0,10
780	793,01			22,68	1,67	8,41	1,10	2,90	0,71	0,83	0,42	0,27	0,26	0,08	0,16	0,03	0,10
790	803,17			23,20	1,69	8,60	1,12	2,96	0,71	0,85	0,42	0,27	0,26	0,09	0,16	0,03	0,10
800	813,34			23,72	1,71	8,79	1,13	3,03	0,72	0,87	0,43	0,28	0,27	0,09	0,16	0,03	0,10
810	823,51			24,25	1,73	8,99	1,14	3,10	0,73	0,89	0,43	0,29	0,27	0,09	0,17	0,03	0,10
820	833,67			24,79	1,75	9,19	1,16	3,17	0,74	0,91	0,44	0,29	0,27	0,09	0,17	0,03	0,10
830	843,84			25,33	1,78	9,39	1,17	3,24	0,75	0,93	0,44	0,30	0,28	0,09	0,17	0,03	0,10
840	854,01			25,87	1,80	9,59	1,19	3,30	0,76	0,95	0,45	0,30	0,28	0,10	0,17	0,03	0,10
850	864,17			26,42	1,82	9,79	1,20	3,37	0,77	0,97	0,45	0,31	0,28	0,10	0,17	0,03	0,11
860	874,34			26,98	1,84	10,00	1,21	3,45	0,78	0,99	0,46	0,32	0,29	0,10	0,18	0,03	0,11
870	884,51			27,54	1,86	10,20	1,23	3,52	0,79	1,01	0,47	0,32	0,29	0,10	0,18	0,03	0,11
880	894,67			28,10	1,88	10,41	1,24	3,59	0,80	1,03	0,47	0,33	0,29	0,10	0,18	0,03	0,11
890	904,84			28,68	1,90	10,62	1,26	3,66	0,80	1,05	0,48	0,34	0,30	0,11	0,18	0,03	0,11
900	915,01			29,25	1,93	10,84	1,27	3,73	0,81	1,07	0,48	0,34	0,30	0,11	0,18	0,03	0,11
910	925,17					11,05	1,29	3,81	0,82	1,09	0,49	0,35	0,30	0,11	0,19	0,03	0,11
920	935,34					11,27	1,30	3,88	0,83	1,11	0,49	0,36	0,31	0,11	0,19	0,03	0,11

Leistungsdaten

Fortsetzung Druckverlustberechnung Systemrohr Alu-Laserplus® 60 °C, Heizung

Druckverlustberechnung Heizung (Systemrohre Alu-Laserplus®)																	
Massenstrom	Volumenstrom	14 x 2,0		17 x 2,0		20 x 2,0		25 x 3,0		32 x 3,0		40 x 3,5		50 x 4,0		63 x 4,5	
		R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v
m	V																
kg/h	l/h	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s
930	945,51					11,49	1,31	3,96	0,84	1,13	0,50	0,36	0,31	0,12	0,19	0,04	0,12
940	955,67					11,71	1,33	4,03	0,85	1,15	0,50	0,37	0,31	0,12	0,19	0,04	0,12
950	965,84					11,93	1,34	4,11	0,86	1,18	0,51	0,38	0,32	0,12	0,19	0,04	0,12
960	976,01					12,15	1,36	4,19	0,87	1,20	0,51	0,38	0,32	0,12	0,20	0,04	0,12
970	986,17					12,38	1,37	4,26	0,88	1,22	0,52	0,39	0,32	0,12	0,20	0,04	0,12
980	996,34					12,61	1,38	4,34	0,89	1,24	0,52	0,40	0,33	0,13	0,20	0,04	0,12
990	1006,51					12,84	1,40	4,42	0,89	1,26	0,53	0,41	0,33	0,13	0,20	0,04	0,12
1000	1016,67					13,07	1,41	4,50	0,90	1,29	0,53	0,41	0,33	0,13	0,20	0,04	0,12
1050	1067,51					14,25	1,48	4,91	0,95	1,40	0,56	0,45	0,35	0,14	0,22	0,04	0,13
1100	1118,34					15,48	1,55	5,33	0,99	1,52	0,59	0,49	0,37	0,16	0,23	0,05	0,14
1150	1169,17					16,76	1,62	5,77	1,04	1,65	0,62	0,53	0,38	0,17	0,24	0,05	0,14
1200	1220,01					18,08	1,69	6,22	1,08	1,78	0,64	0,57	0,40	0,18	0,25	0,05	0,15
1250	1270,84					19,45	1,77	6,69	1,13	1,91	0,67	0,61	0,42	0,19	0,26	0,06	0,16
1300	1321,68					20,85	1,84	7,17	1,18	2,05	0,70	0,66	0,43	0,21	0,27	0,06	0,16
1350	1372,51					22,31	1,91	7,67	1,22	2,19	0,72	0,70	0,45	0,22	0,28	0,07	0,17
1400	1423,34					23,80	1,98	8,18	1,27	2,33	0,75	0,75	0,46	0,24	0,29	0,07	0,17
1450	1474,18							8,71	1,31	2,48	0,78	0,80	0,48	0,25	0,30	0,08	0,18
1500	1525,01							9,25	1,36	2,64	0,80	0,85	0,50	0,27	0,31	0,08	0,19
1550	1575,84							9,81	1,40	2,80	0,83	0,90	0,51	0,28	0,32	0,09	0,19
1600	1626,68							10,38	1,45	2,96	0,86	0,95	0,53	0,30	0,33	0,09	0,20
1650	1677,51							10,96	1,49	3,13	0,88	1,00	0,55	0,32	0,34	0,10	0,20
1700	1728,34							11,56	1,54	3,30	0,91	1,06	0,56	0,33	0,35	0,10	0,21
1750	1779,18							12,18	1,58	3,47	0,94	1,11	0,58	0,35	0,36	0,11	0,22
1800	1830,01							12,81	1,63	3,65	0,96	1,17	0,60	0,37	0,37	0,11	0,22
1850	1880,85							13,45	1,67	3,83	0,99	1,23	0,61	0,39	0,38	0,12	0,23
1900	1931,68							14,10	1,72	4,02	1,02	1,29	0,63	0,41	0,39	0,12	0,24
1950	1982,51							14,77	1,76	4,21	1,04	1,35	0,65	0,43	0,40	0,13	0,24
2000	2033,35							15,46	1,81	4,40	1,07	1,41	0,66	0,45	0,41	0,13	0,25
2100	2135,01							16,87	1,90	4,80	1,12	1,54	0,70	0,49	0,43	0,15	0,26
2200	2236,68							18,33	1,99	5,22	1,18	1,67	0,73	0,53	0,45	0,16	0,27
2300	2338,35									5,65	1,23	1,80	0,76	0,57	0,47	0,17	0,29
2400	2440,02									6,09	1,28	1,95	0,80	0,61	0,49	0,19	0,30
2500	2541,68									6,55	1,34	2,09	0,83	0,66	0,51	0,20	0,31
2600	2643,35									7,03	1,39	2,25	0,86	0,71	0,53	0,21	0,32
2700	2745,02									7,52	1,44	2,40	0,90	0,76	0,55	0,23	0,33
2800	2846,69									8,03	1,50	2,56	0,93	0,81	0,57	0,24	0,35
2900	2948,35									8,55	1,55	2,73	0,96	0,86	0,59	0,26	0,36
3000	3050,02									9,08	1,60	2,92	1,00	0,91	0,61	0,28	0,37
3100	3151,69									9,63	1,66	3,07	1,03	0,97	0,64	0,29	0,38
3200	3253,36									10,19	1,71	3,25	1,06	1,03	0,66	0,31	0,40
3300	3355,02									10,77	1,77	3,44	1,10	1,08	0,68	0,33	0,41

Leistungsdaten

Fortsetzung Druckverlustberechnung Systemrohr Alu-Laserplus® 60 °C, Heizung

Druckverlustberechnung Heizung (Systemrohre Alu-Laserplus®)																	
Massenstrom	Volumenstrom	14 x 2,0		17 x 2,0		20 x 2,0		25 x 3,0		32 x 3,0		40 x 3,5		50 x 4,0		63 x 4,5	
		R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v
m	V	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s								
kg/h	l/h																
3400	3456,69									11,37	1,82	3,62	1,13	1,14	0,70	0,34	0,42
3500	3558,36									11,97	1,87	3,82	1,16	1,20	0,72	0,36	0,43
3600	3660,02									12,59	1,93	4,01	1,20	1,27	0,74	0,38	0,45
3700	3761,69									13,23	1,98	4,22	1,23	1,33	0,76	0,40	0,46
3800	3863,36											4,42	1,26	1,39	0,78	0,42	0,47
3900	3965,03											4,63	1,29	1,46	0,80	0,44	0,48
4000	4066,69											4,85	1,33	1,53	0,82	0,46	0,50
4100	4168,36											5,07	1,36	1,60	0,84	0,48	0,51
4200	4270,03											5,29	1,39	1,67	0,86	0,50	0,52
4300	4371,70											5,52	1,43	1,74	0,88	0,52	0,53
4400	4473,36											5,75	1,46	1,81	0,90	0,54	0,55
4500	4575,03											5,99	1,49	1,88	0,92	0,57	0,56
4600	4676,70											6,23	1,53	1,96	0,94	0,59	0,57
4700	4778,37											6,47	1,56	2,04	0,96	0,61	0,58
4800	4880,03											6,72	1,59	2,12	0,98	0,63	0,60
4900	4981,70											6,98	1,63	2,19	1,00	0,66	0,61
5000	5083,37											7,23	1,66	2,28	1,02	0,68	0,62
5100	5185,03											7,50	1,69	2,36	1,05	0,71	0,63
5200	5286,70											7,76	1,73	2,44	1,07	0,73	0,64
5300	5388,37											8,03	1,76	2,53	1,09	0,76	0,66
5400	5490,04											8,31	1,79	2,61	1,11	0,78	0,67
5500	5591,70											8,59	1,83	2,70	1,13	0,81	0,68
5600	5693,37											8,87	1,86	2,79	1,15	0,84	0,69
5700	5795,04											9,16	1,89	2,88	1,17	0,86	0,71
5800	5896,71											9,45	1,93	2,97	1,19	0,89	0,72
5900	5998,37											9,74	1,96	3,06	1,21	0,92	0,73
6000	6100,04											10,04	1,99	3,16	1,23	0,95	0,74
6200	6303,38													3,35	1,27	1,00	0,77
6400	6506,71													3,54	1,31	1,06	0,79
6600	6710,04													3,74	1,35	1,12	0,82
6800	6913,38													3,95	1,39	1,18	0,84
7000	7116,71													4,16	1,43	1,25	0,87
7200	7320,05													4,38	1,48	1,31	0,89
7400	7523,38													4,60	1,52	1,38	0,92
7600	7726,72													4,82	1,56	1,44	0,94
7800	7930,05													5,06	1,60	1,51	0,97
8000	8133,39													5,29	1,64	1,58	0,99
8200	8336,72													5,53	1,68	1,62	1,00
8400	8540,06													5,78	1,72	1,73	1,04
8600	8743,39													6,03	1,76	1,80	1,07
8800	8946,73													6,28	1,80	1,88	1,09

Leistungsdaten

Fortsetzung Druckverlustberechnung Systemrohr Alu-Laserplus® 60 °C, Heizung

Druckverlustberechnung Heizung (Systemrohre Alu-Laserplus®)																	
Massenstrom	Volumenstrom	14 x 2,0		17 x 2,0		20 x 2,0		25 x 3,0		32 x 3,0		40 x 3,5		50 x 4,0		63 x 4,5	
		R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v
m	V	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s												
9000	9150,06													6,54	1,84	1,96	1,12
9500	9658,40													7,21	1,95	2,16	1,18
10000	10166,73															2,36	1,24
11000	11183,41															2,81	1,36
12000	12200,08															3,28	1,49

■ Leistungstabellen Heizung

Die nachfolgend aufgeführten Auslegungsdaten für die Roth Heizkörper-Anbindesysteme beziehen sich auf das Heizmedium Wasser. Für eine Druckverlustberechnung müssen neben den in der Tabelle angegebenen Druckverlustwerten für die Roth Systemrohre Alu-Laserplus® die Druckverluste für den Heizkörper-Anschluss,

die Ventilgarnitur und den Heizkörper berücksichtigt werden. Der Gesamtdruckverlust für einen Kreis sollte aus Gründen einer sinnvollen Pumpendimensionierung einen Wert von 350 mbar nicht überschreiten.

Wärmeleistung bei gemittelter Heizmediumtemperatur von 50 °C

Systemrohr Alu-Laserplus® 14 mm											
Fließgeschwindigkeit v [m/s]	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	
Rohrdruckverlust R [mbar/m]	0,25	0,82	1,64	2,70	3,97	5,45	7,13	9,00	11,06	13,31	
Temperaturdiff. Δt [K] Systemspreizung	Anschluss-Wärmeleistung Q [W]										
5 K	162	324	487	649	811	973	1.135	1.298	1.460	1.622	
10 K	324	649	973	1.298	1.622	1.947	2.271	2.595	2.920	3.244	
15 K	487	973	1.460	1.947	2.433	2.920	3.406	3.893	4.380	4.866	
20 K	649	1.298	1.947	2.595	3.244	3.893	4.542	5.191	5.840	6.488	

Systemrohr Alu-Laserplus® 17 mm											
Fließgeschwindigkeit v [m/s]	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	
Rohrdruckverlust R [mbar/m]	0,17	0,60	1,21	1,99	2,93	4,03	5,28	6,67	8,20	9,86	
Temperaturdiff. Δt [K] Systemspreizung	Anschluss-Wärmeleistung Q [W]										
5 K	274	548	822	1.097	1.371	1.645	1.919	2.193	2.467	2.741	
10 K	548	1.097	1.645	2.193	2.741	3.290	3.838	4.386	4.935	5.483	
15 K	822	1.645	2.467	3.290	4.112	4.935	5.757	6.579	7.402	8.224	
20 K	1.097	2.193	3.290	4.386	5.483	6.579	7.676	8.772	9.869	10.966	

Leistungsdaten

Wärmeleistung bei gemittelter Heizmediumtemperatur von 50 °C

Systemrohr Alu-Laserplus® 20 mm										
Fließgeschwindigkeit v [m/s]	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
Rohrdruckverlust R [mbar/m]	0,13	0,43	0,87	1,43	2,12	2,91	3,82	4,83	5,95	7,17
Temperaturdiff. Δt [K] Systemspreizung	Anschluss-Wärmeleistung Q [W]									
5 K	415	831	1.246	1.661	2.076	2.492	3.114	3.530	3.945	4.568
10 K	831	1.661	2.492	3.322	4.153	4.983	6.229	7.059	7.890	9.136
15 K	1.246	2.492	3.737	4.983	6.229	7.475	9.343	10.589	11.835	13.704
20 K	1.661	3.322	4.983	6.644	8.305	9.966	12.458	14.119	15.780	18.272

Systemrohr Alu-Laserplus® 25 mm										
Fließgeschwindigkeit v [m/s]	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
Rohrdruckverlust R [mbar/m]	0,10	0,32	0,65	1,08	1,60	2,21	2,90	3,67	4,52	5,45
Temperaturdiff. Δt [K] Systemspreizung	Anschluss-Wärmeleistung Q [W]									
5 K	649	1.298	1.947	2.595	3.244	3.893	4.542	5.191	5.840	6.488
10 K	1.298	2.595	3.893	5.191	6.488	7.786	9.084	10.382	11.679	12.977
15 K	1.947	3.893	5.840	7.786	9.733	11.679	13.626	15.572	17.519	19.465
20 K	2.595	5.191	7.786	10.382	12.977	15.572	18.168	20.763	23.359	25.954

Systemrohr Alu-Laserplus® 32 mm										
Fließgeschwindigkeit v [m/s]	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
Rohrdruckverlust R [mbar/m]	0,07	0,23	0,47	0,78	1,16	1,60	2,10	2,66	3,28	3,95
Temperaturdiff. Δt [K] Systemspreizung	Anschluss-Wärmeleistung Q [W]									
5 K	1.097	2.193	3.290	4.386	5.483	6.579	7.676	8.772	9.869	10.966
10 K	2.193	4.386	6.579	8.772	10.966	13.159	15.352	17.545	19.738	21.931
15 K	3.290	6.579	9.869	13.159	16.448	19.738	23.028	26.317	29.607	32.897
20 K	4.386	8.772	13.159	17.545	21.931	26.317	30.704	35.090	39.476	43.862

Systemrohr Alu-Laserplus® 40 mm										
Fließgeschwindigkeit v [m/s]	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
Rohrdruckverlust R [mbar/m]	0,05	0,17	0,35	0,58	0,86	1,19	1,57	1,99	2,45	2,96
Temperaturdiff. Δt [K] Systemspreizung	Anschluss-Wärmeleistung Q [W]									
5 K	1.766	3.533	5.299	7.066	8.832	10.599	12.365	14.132	15.898	17.665
10 K	3.533	7.066	10.599	14.132	17.665	21.198	24.731	28.264	31.797	35.330
15 K	5.299	10.599	15.898	21.198	26.497	31.797	37.096	42.396	47.695	52.995
20 K	7.066	14.132	21.198	28.264	35.330	42.396	49.462	56.528	63.594	70.660

Leistungsdaten

Wärmeleistung bei gemittelter Heizmediumtemperatur von 50 °C

Systemrohr Alu-Laserplus® 50 mm										
Fließgeschwindigkeit v [m/s]	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50 m/s	0,60 m/s	0,70 m/s	0,80 m/s	0,90 m/s	1,00 m/s
Rohrdruckverlust R [mbar/m]	0,04	0,13	0,26	0,43	0,64	0,89	1,17	1,48	1,83	2,21
Temperaturdiff. Δt [K] Systemspreizung	Anschluss-Wärmeleistung Q [W]									
5 K	2.861	5.723	8.584	11.446	14.307	17.169	20.030	22.891	25.753	28.614
10 K	5.723	11.446	17.169	22.891	28.614	34.337	40.060	45.783	51.506	57.229
15 K	8.584	17.169	25.753	34.337	42.921	51.506	60.090	68.674	77.259	85.843
20 K	11.446	22.891	34.337	45.783	57.229	68.674	80.120	91.566	103.011	114.457

Systemrohr Alu-Laserplus® 63 mm										
Fließgeschwindigkeit v [m/s]	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
Rohrdruckverlust R [mbar/m]	0,03	0,09	0,19	0,32	0,47	0,65	0,86	1,09	1,35	1,63
Temperaturdiff. Δt [K] Systemspreizung	Anschluss-Wärmeleistung Q [W]									
5 K	4.721	9.443	14.164	18.885	23.607	28.328	33.050	37.771	42.492	47.214
10 K	9.443	18.885	28.328	37.771	47.214	56.656	66.099	75.542	84.984	94.427
15 K	14.164	28.328	42.492	56.656	70.820	84.984	99.149	113.313	127.477	141.641
20 K	18.885	37.771	56.656	75.542	94.427	113.313	132.198	151.084	169.969	188.854

Montagevoraussetzungen

■ Werkzeuge

Presswerkzeuge

Wir empfehlen die ausschließliche Verwendung der Presswerkzeuge und Pressbacken aus dem Roth Produktsortiment. Deren Eignung wurde im Rahmen der DVGW-Zulassungsprüfungen für das Roth Rohr-Installationssystem nachgewiesen. Darüber hinaus dürfen alle Pressantriebe verwendet werden, die sich in einem einwandfreien technischen Zustand befinden, eine reale Presskraft zwischen 30 bis 34 kN, die Anschlussmaße kompatibel zu den Roth Pressantrieben haben und einen Arbeitshub von 40 mm aufweisen.

Bei Verwendung anderer Pressmaschinenfabrikate als von Roth angeboten, sollte sich der Anwender die Eignung, Gewährleistung

und Arbeitssicherheit unter Berücksichtigung der vorher genannten technischen Spezifikationen vom jeweiligen Hersteller bestätigen lassen. Pressbacken/Pressschlingen anderer freigegebener Hersteller dürfen nur mit der original Roth Presskontur H(R) verwendet werden. Auch hier ist auf einen einwandfreien technischen Zustand zu achten. Die Eignung, Gewährleistung und Arbeitssicherheit müssen vom jeweiligen Hersteller bestätigt werden. Im Zweifelsfall kann die Eignung der vorhandenen Werkzeuge mit dem Roth Fachberater abgestimmt werden. Die Verwendung anderer nicht zugelassener Pressgeräte liegt außerhalb der Gewährleistungspflicht.



Werkzeugwartung

Die Presswerkzeuge des Roth Rohr-Installationssystems sind von höchster Qualität und bieten durch modernste Fertigungs- und Bearbeitungsmethoden ein Maximum an Standzeit und Lebensdauer.

Dennoch unterliegen auch die Roth Pressbacken, Pressschlingen und Grundbacken einem naturgemäßen Verschleiß, der zu einer zwar langen, aber begrenzten Lebensdauer führt.

Der Anwender hat im Arbeitsalltag die Funktionstauglichkeit und den ordnungsgemäßen technischen Zustand der Presswerkzeuge visuell im Vorfeld der Montageanleitung zu kontrollieren. Zur Gewährleistung von Funktionsfähigkeit und Sicherheit der eingesetzten Presswerkzeuge sind die jährlich vorgegebenen Wartungsintervalle durch den entsprechenden Servicepartner unbedingt einzuhalten.

Montagevoraussetzungen

Bestimmungsgemäßer Gebrauch der Presswerkzeuge

Bei Nichteinhaltung vorgesehener Wartungsintervalle, bzw. Verwendung verschlissener Werkzeuge (Pressmaschinen, Pressbacken usw.) kann es zu einer beeinträchtigten Funktion kommen.

Dies führt unter Umständen zu:

- > Defekten an Presswerkzeugen (z. B. Brechen von Pressbacken)
- > Reparaturen, Fehlanwendungen und undichten Verpressungen
- > Verletzungen, Personen- oder Sachschäden

Die Montagehinweise des Rohr-Installationssystems sowie die Unterlagen der verwendeten Presswerkzeuge sind zu beachten!

Systemgarantie

Der richtige Mix im System

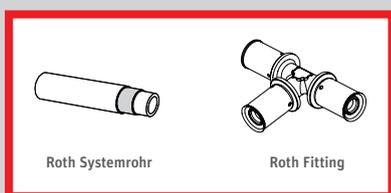
Um sich auf die Verbindungen verlassen zu können, sollten auf keinen Fall fremde Komponenten mit dem Roth Rohr-Installationssystem gemixt werden. Alle Produkte unseres Systems sind DVGW-zugelassen und optimal aufeinander abgestimmt. Unser Sortiment stellt den idealen Mix an Komponenten dar, mit dem alle Anwendungsfälle in der Trinkwasser-Installation und der Heizkörper-Anbindung abgedeckt werden können.

Bitte zur Verbindung der Komponenten nur die Roth Verbindungstechnik einsetzen, da die Presskontur in vollkommener Weise auf unseren Fitting abgestimmt ist.

Sicherheit im Systemverbund

Das Vertrauen in unsere Produkte lässt uns mit ruhigem Gewissen **10 Jahre umfangreiche Roth Garantieleistungen** (gemäß unseren Garantiebedingungen) auf das Roth Rohr-Installationssystem geben.

Unsere Garantie gilt nur für den Einsatz von Komponenten der Roth Werke im Systemverbund und in Verbindung mit der Roth Verbindungstechnik. Bei einer Mischinstallation sind die Voraussetzungen für unsere Systemgarantie nicht gegeben. Der Verarbeiter allein trägt dann das Risiko. Deshalb sollte man sich nur auf die Vorteile des optimalen Zusammenspiels der Roth Komponenten im Systemverbund verlassen.



Roth Systemgarantie*



Keine Systemgarantie



Keine Systemgarantie

* Bei Anwendung der Roth Verbindungstechnik

Montagevoraussetzungen



■ Montagehinweise

Pressverbindung

Das Roth Systemrohr Alu-Laserplus® mit Rohrschere (Dimensionen 14 bis 25 mm) oder Rohrschneider (Dimensionen 14 bis 63 mm) rechtwinklig abschneiden. Beim Ablängen beschädigte Rohre sind grundsätzlich auszutauschen. Besondere Sorgfalt gilt beim Schneiden von vori-solierten und im Schutzrohr befindlichen Rohren.



Rohrenden mit dem Roth Kalibrierwerkzeug kalibrieren und entgraten, um O-Ringe bei der Montage von Rohr und Fitting nicht zu beschädigen.



Montagevoraussetzungen



Entfernen von Spänen.

Achtung! Vor dem Aufstecken der Fittings sind die Rohrenden optisch zu kontrollieren. Es muss eine gleichmäßige Fase ausgebildet sein. Bei Beschädigung, z. B. Riefen, muss das Rohr neu abgelängt und kalibriert werden.



Rohr auf Fitting stecken, richtige Rohrposition durch Sichtfenster in Presshülse kontrollieren.



Pressbacke

Pressbacke (Dimension 14 bis 32 mm) auf dem Fitting zwischen Hülsenbund und Kombiring positionieren.

Montagevoraussetzungen



Startknopf am Presswerkzeug betätigen und Verpressung durchführen.



Pressschlinge

Bei den Dimensionen 40, 50 und 63 mm erfolgt die Verpressung mittels dreisegmentiger Pressschlingen.

Öffnen der Pressschlinge.



Positionieren der Pressschlinge auf dem Fitting.

Montagevoraussetzungen



Korrekten Sitz der Pressschlinge auf der Presshülse prüfen und ggf. ausrichten.



Einlegen der Pressschlinge in die Grundbacke.



Startknopf drücken und Verpressung durchführen.

Grundsätzlich sind die den Werkzeugen beigelegten Bedienungshinweise zu beachten.

Siehe auch Kapitel Presswerkzeuge.

Die Verarbeitung der Roth Komponenten des Roth Rohr-Installationssystems sind in einem Temperaturbereich zwischen -20 °C bis +40 °C möglich.

Montagevoraussetzungen



Chemische Beständigkeit

Die Bauteile des Roth Rohr-Installationssystems sind generell vor direktem Kontakt mit Chemikalien, Lösungsmitteln, Klebern, Fetten/Ölen und aggressiven Gasen/Medien zu schützen. Dies kann mit geeigneten Ummantelungen und Dämmung durchgeführt werden. Diese können aus synthetischem Kautschuk sein mit dicht verklebten Stößen, sodass keine Dämpfe und Spritzer einen direkten Kontakt mit dem Roth Rohr-Installationssystem bekommen.

Bei chemischen Substanzen z. B. Montageschaum, Entkalker, chemische Reiniger, Desinfektionsmittel, Lecksuchsprays, die einen direkten Kontakt mit unserem Rohr-Installationssystem haben, muss auf Grund der Inhaltsstoffe die chemische Beständigkeit überprüft werden.

Lagerung und Transport

Das Roth Rohr-Installationssystem wird bestmöglich vor Beschädigungen und dem Eintrag von Schmutz und Mikroorganismen sowie Beschädigungen durch mechanische Einwirkung geschützt. Dafür werden die Rohre mit speziellen Stopfen verschlossen und in Rohrhülsen gelagert und ausgeliefert. Die Fittings werden einzeln in Beuteln verpackt und in verschiedenen Verpackungseinheiten in einer Kartonage gelagert und ausgeliefert. Damit sich an der einwandfreien Qualität des Roth Rohr-Installationssystems nichts verändert, sollten die Komponenten vor Witterung und mechanischer Beanspruchung geschützt werden. Gemäß DIN EN 806-2 sind alle Bauteile durch den Anlagenerrichter so zu lagern, dass eine Verschmutzung der inneren Oberflächen vermieden wird. Die Schutzvorrichtungen der Roth Rohr-Installationskomponenten dürfen erst unmittelbar vor der Montage entfernt werden.

Auf der Baustelle empfehlen wir die Lagerung des Roth Systemrohres Alu-Laserplus® in entsprechenden Rohrregalen. Dort sind sie vor Schmutz und mechanischen Einwirkungen geschützt.

Bei Anfragen zur Verwendungsmöglichkeit unseres Rohr-Installationssystems bei verschiedenen Einsatzbedingungen, benötigen wir die chemische Zusammensetzung der einzusetzenden Medien, sowie die Umgebungsverhältnisse und Temperaturen.

Unter Putz verlegte Installationen sind zusätzlich aus schallschutztechnischen Gründen von Mörtel und Mauerwerk zu trennen.

Generell empfehlen wir eine Wärmedämmung oder Rohrummantelung (Schutzrohr) an den Rohrleitungen gemäß EnEV, DIN 1988-200, DIN EN 806-4 sowie den a.a.R.d.T. vorzusehen.

Montagevoraussetzungen

UV-Beständigkeit

Die Komponenten des Roth Rohr-Installationssystems sind vor direkter UV-Einwirkung und Sonneneinstrahlung zu schützen. Eine wirkungsvolle Schutzmaßnahme ist die Verwendung des Roth Schutzrohres und einer Dämmung, welche auch den Fitting umschließt. Die Dämmung muss für diesen Anwendungsfall UV-beständig sein.

Frostschutz

Bei der Verwendung unseres Installationssystems außerhalb der bereits genannten Anwendungsbereiche (z. B. Frostschutz-, Kälte-, Desinfektionsmittel) empfehlen wir die Kontaktaufnahme mit unseren Fachberatern.

Folgende Konzentrationen sind entsprechend dem Produktdatenblatt einzuhalten:

Begleitheizungen

Der Einsatz von Begleitheizungen, beispielsweise als Frostschutzmaßnahme, ist in Verbindung mit dem Roth Rohr-Installationssystem bis zu einer maximalen Begleitheizungstemperatur **von 60 °C** möglich. Die Herstellerangaben sind zu beachten.

Potenzialausgleich

Roth Systemrohre Alu-Laserplus® und Fittings sind gemäß VDE 0100 **nicht als Erdungsleiter** für elektrische Anlagen zu verwenden.

Bei der Sanierung von Trinkwasserleitungssystemen mit Kunststoffrohren gilt der wichtige Hinweis:

Werden in einem Gebäude Trinkwassersysteme aus Metall im Rahmen einer Sanierung durch das Roth System ergänzt oder ausgetauscht, kann der Potenzialausgleich nicht mehr über die Wasserleitung stattfinden, da hier keine leitfähige Verbindung mehr besteht. Dieser muss überprüft und ggf. anderweitig hergestellt werden.

Menge an Korrosionsinhibitor FKN 28			
Vol. %	Gew. %	Dichte g/cm ³ 20 °C	Frostschutz
20	22,5	1,028	-10 °C
25	28,0	1,038	-14 °C
30	33,5	1,044	-18 °C
35	39,0	1,049	-22 °C
40	44,5	1,055	-27 °C
45	50,5	1,061	-33 °C
50	56,0	1,067	-40 °C

Keine Sprengwirkung bei tieferen Temperaturen!

Nähere Angaben zum Frostschutz finden Sie im Downloadbereich unter www.roth-werke.de

Einfrieren von Rohrleitungen

Das kurzzeitige Einfrieren von Rohrleitungsstrecken, beispielsweise zu Reparaturzwecken, ohne eingebaute Fittings, **ist grundsätzlich möglich**. Es ist darauf zu achten, dass möglichst geringe Drücke im System herrschen. Es können sowohl elektrische, als auch Kohlensäure betriebene Geräte verwendet werden. Die Herstellerangaben der Einfriergeräte sind zu beachten!

Montagevoraussetzungen

Tauwasserbildung und Feuchteschutz

An den Oberflächen von Rohrleitungen bildet sich Tauwasser (Kondensat) sobald die Oberflächentemperatur den Taupunkt unterschreitet. Dies geschieht in Abhängigkeit zum Feuchtegehalt der Raumluft und deren Temperatur. Da dieses Tauwasser langfristig zur Schädigung der Rohrinstallation führen kann sowie zu kleineren Wasserschäden durch das Abtropfen des Kondensats, sollte die Rohrleitung mit diffusionshemmender Dämmung ummantelt werden. Empfohlen wird eine Dämmung aus synthetischem Kautschuk zu verwenden, da diese keine Wasseraufnahme oder nur eine geringfügige Wasseraufnahme besitzt und es somit nicht zur Durchfeuchtung und anschließenden Schäden führt. Entscheidend für den Feuchteschutz ist die fachgerechte Verklebung der Stöße und Nähte der Dämmung. In stoßgefährdeten Bereichen sollte die Dämmung bei freiliegende Rohrleitungen mit Blech ummantelt werden.

In der DIN 1988-200 Tabelle 8 werden die Mindestdämmdicken für Trinkwasserleitungen geregelt.

Die Taupunkttemperaturen in Abhängigkeit der Luftfeuchte und Umgebungstemperatur können durch die Anwendung eines Mollier-Diagramms ermittelt werden.

Bei Verlegung des Systemrohres in kritischen Bereichen mit dauerhafter Einwirkung von aggressiven Dämpfen und Gasen sowie aggressiver Feuchtigkeit, muss das Roth Rohr-Installationssystem

mit einer entsprechenden Dämmung und Ummantelung geschützt werden.

Folgende Bereiche erfordern einen besonderen Korrosionsschutz bzw. Ummantelung des Rohr-Installationssystems:

- > Umgebung mit erhöhter Feuchtigkeit und direkter Einwirkung auf das Rohr-Installationssystem:
 - innerhalb erdreichberührter Bauteile bei Wassereintritt (drückendes Grundwasser) bzw. Durchfeuchtung
 - Reinigung in Großküchen, Waschanlagen und Schwimmbädern mittels Hochdruckreiniger
- > Umgebung mit aggressiven Gasen oder Dämpfen:
 - Tierhaltungsbetriebe (Ammoniak, Ammonium, Schwefeldioxid usw.)
 - Schwimm-, Thermal- und Solebäder (Chlor, Salze usw.)
 - Lagerräume für Chemikalien (Ammoniak, Chlor, usw.)
 - Molkereien
 - Lackierereien
 - Gerbereien
- > Umgebung mit aggressiver Feuchtigkeit und Flüssigkeit:
 - Verwendung von chlorhaltigen Reinigungsmitteln (Lebensmittelindustrie)
 - Beton, Estrich und Mörtel

Anschluss an Warmwasserbereiter

Der Direktanschluss des Roth Mehrschichtverbundrohres ist dann möglich, wenn die Warmwasserbereiter (Speicher, Durchlauferhitzer) entsprechend den allgemein anerkannten Regeln der Technik (DIN 4753, DIN VDE 0700, DIN 1988, DVGW) **keine höheren Temperaturen als 70 °C erzeugen.**

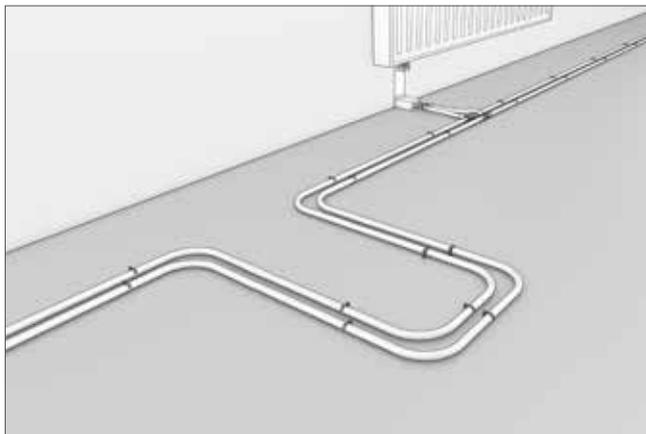


Gegebenenfalls ist an dieser Stelle der Einbau eines Beimischventils zweckdienlich, um die Warmwassertemperatur unabhängig von der Speichertemperatur auf max. 70 °C zu begrenzen und um einen entsprechenden Verbrühungsschutz zu gewährleisten. Die maximale Temperatur kann je nach Anwendungsfall variieren. Insbesondere bei Krankenhäusern, Kindergärten, Altersheimen sind gemäß DIN EN 806-2 die Temperaturen für das Trinkwasser (warm) örtlich zu begrenzen.

- > Entnahmestellen max. 43 °C
- > Duschanlagen max. 38 °C

Montageanleitung Rohrleitung

■ Rohrbefestigung/Rohrfußboden



Bei der Verlegung auf dem Fußboden müssen Rohrleitungen gemäß DIN 18560 fixiert werden.

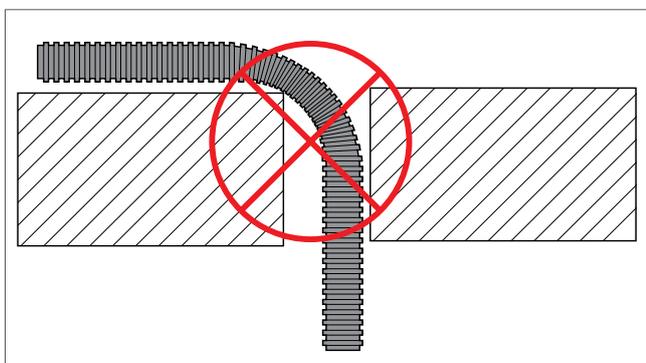
Im Roth Produktprogramm finden Sie auf das Roth Rohr-Installationssystem abgestimmte Montagekomponenten mit denen die Installation fachgerecht ausgeführt wird. So ist die Anzahl der erforderlichen Dübelhaken abhängig von der jeweiligen Baustellsituation. Bei geraden Rohrstücken kann pro 80 cm überschlägig von einer Fixierung ausgegangen werden. Im Bereich von Umlenkungen ist jeweils mindestens eine Fixierung vor und hinter der Umlenkung vorzusehen, sofern die Absorption der Längenausdehnung nicht negativ beeinflusst wird.

Die Verlegung der Rohrleitungen hat wandparallel, gerade und nach Möglichkeit kreuzungsfrei zu erfolgen. Das flexible Roth Systemrohr Alu-Laserplus® ermöglicht Richtungsänderungen ohne den Einsatz von Formstücken. Die im Rohr liegende Aluminiumschicht gewährleistet die Formstabilität nach dem Biegen. Das Warmbiegen der Rohre ist nicht zulässig!

Bei längeren verlegten Rohrstrecken ist die temperaturabhängige Rohrausdehnung zu berücksichtigen und entsprechende Maßnahmen zu treffen. In geraden Rohrstrecken können z. B. Dehnungsbögen (Lyrabögen) oder bei Richtungsänderungen Biegeschenkel vorgesehen werden. (siehe Kapitel "Absorption von Längenausdehnungskräften")

Grundsätzlich sind die für die Installation/Montage relevanten, anerkannten Regeln der Technik zu beachten (z. B. DIN EN 806-4). Es muss ein spannungsfreier Einbau sowie nachfolgender Betrieb des Roth Rohr-Installationssystems gewährleistet werden.

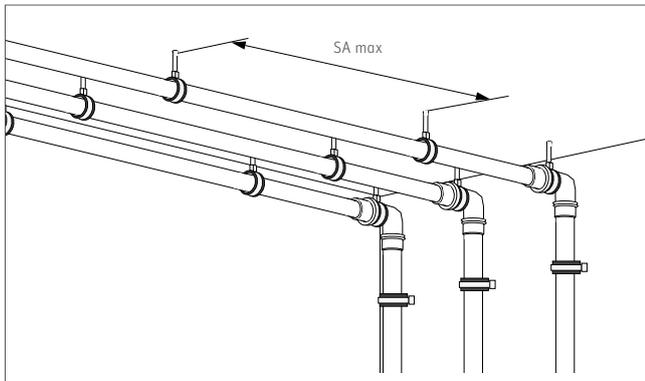
■ Verlegehinweis



Im Bereich von Umlenkungen und Deckendurchführungen ist das Abknicken der Rohrleitungen unbedingt zu verhindern.

Abgeknickte oder beschädigte Leitungsteile sind auszutauschen.

Montageanleitung Rohrleitung



Befestigung von frei verlegten Roth Systemrohren Alu-Laserplus®

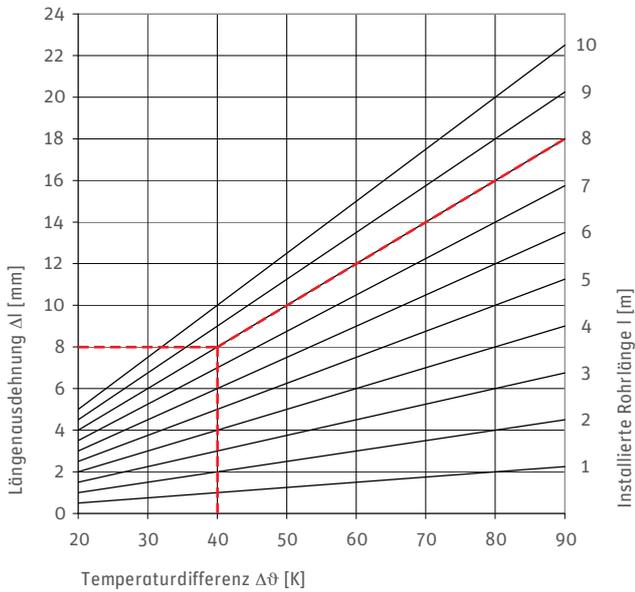
■ Rohrbefestigung/frei verlegt (z. B. Decke)

Rohrbefestigungen sind so auszuführen, dass ein Durchbiegen der Rohrleitungen verhindert wird und die Betriebslasten der Rohre sicher abgefangen werden. Dabei sind folgende Schellenabstände und Rohrgewichte zu berücksichtigen:

maximaler Rohrschellenabstand (SA) bei frei verlegten Roth Systemrohren Alu-Laserplus®								
∅ Roth Alu-Laserplus® [mm]	14	17	20	25	32	40	50	63
SA [cm]	100	100	100	150	150	180	180	200

Gewichte Roth Systemrohr Alu-Laserplus®				
Dimension [mm]	Leergewicht Systemrohr [g/m]	Wasserinhalt [l/m]	Gewicht des Wasserinhalts pro Meter [g]	Gesamtgewicht [g/m]
14	101	0,08	79	180
17	125	0,13	133	258
20	150	0,20	201	351
25	270	0,32	316	586
32	340	0,53	533	873
40	516	0,87	871	1387
50	718	1,41	1405	2123
63	1060	2,28	2281	3341

Montageanleitung Rohrleitung



■ Thermische Längenausdehnungen

Rohrleitungen unterliegen einer thermischen Längenausdehnung. Dies ist bereits bei der Planung des Roth Rohr-Installationssystems zu berücksichtigen. Die gesamte Rohrinstallation muss nach der Montage und im Betrieb spannungsfrei sein.

Die Ausdehnungslängen können rechnerisch oder grafisch wie folgt ermittelt werden:

Darin bedeutet:

- α = Längenausdehnungskoeffizient [0,025 mm/m × k] für Roth Systemrohr Alu-Laserplus®
- l = installierte Rohrlänge [m]
- Δ = Temperaturdifferenz [K]
- Δl = Längenausdehnung [mm]

Beispiel:

- $l = 8 \text{ m}$
- $\Delta = 40 \text{ K}$
- $\Delta l = 0,025 \frac{\text{mm}}{\text{m} \times \text{k}} \times 8 \text{ m} \times 40 \text{ K} = 8 \text{ mm}$

Längenausdehnung für Roth Systemrohr Alu-Laserplus®								
Leitungslänge [m]	Temperaturdifferenz [K]							
	10	20	30	40	50	60	70	80
Längenänderung [mm]								
0,5	0,13	0,25	0,38	0,50	0,63	0,75	0,88	1,00
1,0	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
2,0	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00
3,0	0,75	1,50	2,25	3,00	3,75	4,50	5,25	6,00
4,0	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00
5,0	1,25	2,50	3,75	5,00	6,25	7,50	8,75	10,00
6,0	1,50	3,00	4,50	6,00	7,50	9,00	10,50	12,00
7,0	1,75	3,50	5,25	7,00	8,75	10,50	12,25	14,00
8,0	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00	16,00
9,0	2,25	4,50	6,75	9,00	11,25	13,50	15,75	18,00
10,0	2,50	5,00	7,50	10,00	12,50	15,00	17,50	20,00
11,0	2,75	5,50	8,25	11,00	13,75	16,50	19,25	22,00
12,0	3,00	6,00	9,00	12,00	15,00	18,00	21,00	24,00
13,0	3,25	6,50	9,75	13,00	16,25	19,50	22,75	26,00
14,0	3,50	7,00	10,50	14,00	17,50	21,00	24,50	28,00
15,0	3,75	7,50	11,25	15,00	18,75	22,50	26,25	30,00
20,0	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00	30,00	35,00	40,00

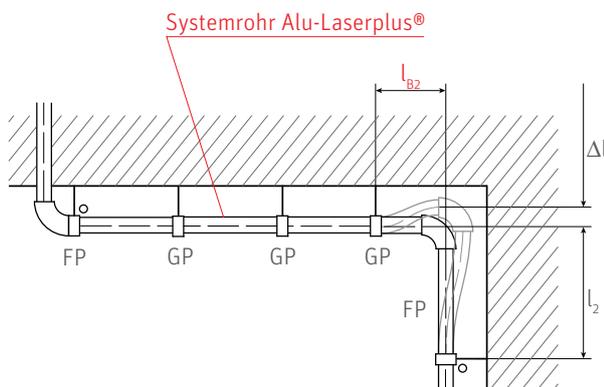
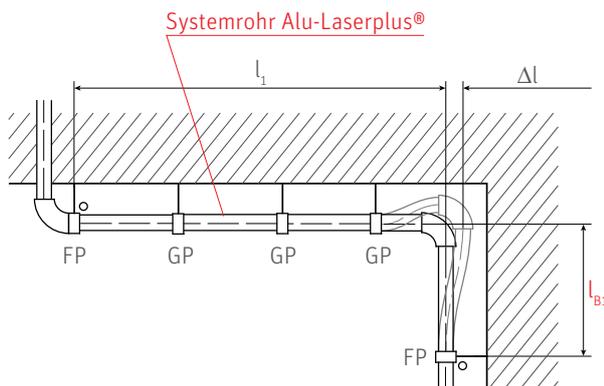
Montageanleitung Rohrleitung

Absorption von Längenausdehnungskräften

Rohrleitungen

Die Längenausdehnung des Systemrohres kann durch verschiedene Möglichkeiten absorbiert werden. Bei der Anwendung von Biegeschenkeln oder Dehnungsbogen werden die Längenausdehnung durch gezielte Anordnung von Fest- und Gleitpunkte in Richtung des Dehnungsausgleichs gelenkt. Die Auslegung erfolgt in

Anlehnung an die DIN EN 806-4, Stand Juni 2010. Eine Alternative wäre die Verwendung eines Rohrkompensators, der die größtmögliche Ausdehnung einer Rohrstrecke absorbieren kann. Nachfolgend werden diese drei Möglichkeiten erörtert.



Biegeschenkel

Der Biegeschenkel muss eine ausreichende Länge aufweisen, um Schäden in der Installation zu vermeiden. Die Rohrhalter müssen in einem, mindestens der maximal möglichen Längenausdehnung des Rohres, entsprechendem Wandabstand befestigt werden.

Legende

- FP = Festpunkt
- GP = Gleitpunkt
- l_1, l_2 = Länge Rohrabschnitt [mm]
- l_B = Länge flexibler Abzweig [mm]
- Δl = Längendifferenz [mm]
- $C = 30$ (dimensionslose Werkstoffkonstante)
- da = Außendurchmesser Verbundrohr [mm]
- $\Delta\Theta = 60$ K (Temperaturdifferenz)
- [70 °C_{thermische Desinfektion} - 10 °C_{TW-Eingang}]
- $\alpha = 0,025$ [mm/m × K] (Temperaturausdehnungskoeffizient)

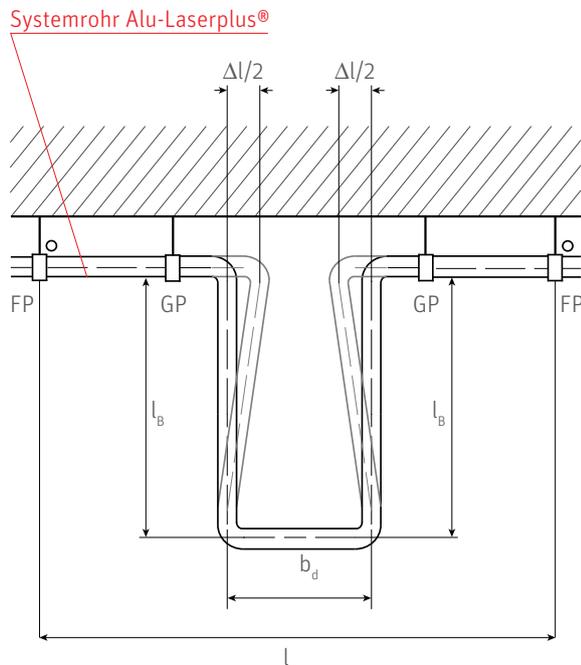
Berechnung Biegeschenkel mit Fallbeispiel

Eine Teilstrecke $\varnothing 32$ mm mit einer Rohrlänge von 8 m und eine Teilstrecke mit 4 m hat im späteren Betrieb eine mögliche Temperaturdifferenz von max. 60 K. Welche Längenausdehnung muss berücksichtigt werden? Dimensionieren Sie einen Biegeschenkel.

$$\begin{aligned} \Delta l_1 &= l_1 \times \Delta\Theta \times \alpha & l_{B1} &= C \times \sqrt{(da \times \Delta l)} \\ &= 8 \text{ m} \times 60 \text{ K} \times 0,025 \text{ mm/mK} & &= 30 \times \sqrt{(32 \text{ mm} \times 12 \text{ mm})} \\ &= \underline{12 \text{ mm}} & &= \underline{588 \text{ mm}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta l_2 &= l_2 \times \Delta\Theta \times \alpha & l_{B2} &= C \times \sqrt{(da \times \Delta l)} \\ &= 3 \text{ m} \times 60 \text{ K} \times 0,025 \text{ mm/mK} & &= 30 \times \sqrt{(32 \text{ mm} \times 4,5 \text{ mm})} \\ &= \underline{4,5 \text{ mm}} & &= \underline{360 \text{ mm}} \end{aligned}$$

Montageanleitung Rohrleitung



Berechnung Biegeschenkel mit Fallbeispiel

Eine Teilstrecke \varnothing 25 mm mit einer Rohrlänge von 11 m hat im späteren Betrieb eine mögliche Temperaturdifferenz von max. 60 K. Welche Längenausdehnung muss berücksichtigt werden? Dimensionieren Sie einen Dehnungsbogen.

Auslegung Biegeschenkel

$$\begin{aligned} \Delta l &= l \times \Delta\Theta \times \alpha \\ &= 11 \text{ m} \times 60 \text{ K} \times 0,025 \text{ mm/mK} \\ &= 16,5 \text{ mm} \\ \Delta l/2 &= \underline{8,3 \text{ mm}} \end{aligned} \quad \begin{aligned} l_b &= C \times \sqrt{(da \times \Delta l)} \\ &= 30 \times \sqrt{(25 \text{ mm} \times 8,3 \text{ mm})} \\ &= \underline{432 \text{ mm}} \end{aligned}$$

Auslegung Dehnungsbogen

$$\begin{aligned} b_d &= 0,5 \times l_b \\ &= 0,5 \times 432 \text{ mm} \\ &= \underline{216 \text{ mm}} \end{aligned}$$

Dehnungsbogen

In den Dimensionen 14 mm bis 32 mm empfehlen wir einen Dehnungsbogen zu verwenden. Die Biegeschenkel sind in dieser Ausführung beidseitig angebracht und dürfen ausschließlich mit Gleitpunkten (Gleitlagern) montiert werden. Die Rohrhalter müssen identische Kriterien wie bei dem Biegeschenkel bzgl. des Wandabstandes erfüllen.

Legende

- FP = Festpunkt
- GP = Gleitpunkt
- l_1, l_2 = Länge Rohrabschnitt [mm]
- l_b = Länge flexibler Abzweig [mm]
- Δl = Längendifferenz [mm]
- C = 30 (dimensionslose Werkstoffkonstante)
- da = Außendurchmesser Verbundrohr [mm]
- $\Delta\Theta$ = 60 K (Temperaturdifferenz) [70 °C_{thermische Desinfektion} - 10 °C_{TW-Eingang}]
- α = 0,025 [mm/m × K] (Temperaturausdehnungskoeffizient)

Rohrkomparator

Rohrkomparatoren können bei sehr beengten Verhältnissen eingebaut werden. Zur Bewegungsaufnahme sollte ein Axialkomparator verwendet werden, der je nach Hersteller auch geringe laterale und/oder angulare Bewegungen absorbieren kann. Rohrkomparatoren müssen immer mit einer, den Herstellerangaben entsprechenden, Auslegung eingebaut werden. Jeder Komparator besitzt eine Neutralstellung (Lieferzustand) und kann von dort aus in beide Richtungen gleich große Bewegungen ausführen. Aus diesem Grund muss er mit einer entsprechenden Vorspannung montiert werden, um auch negative Dehnungskräfte bei einem Abkühlen der Rohrleitungen auszugleichen.

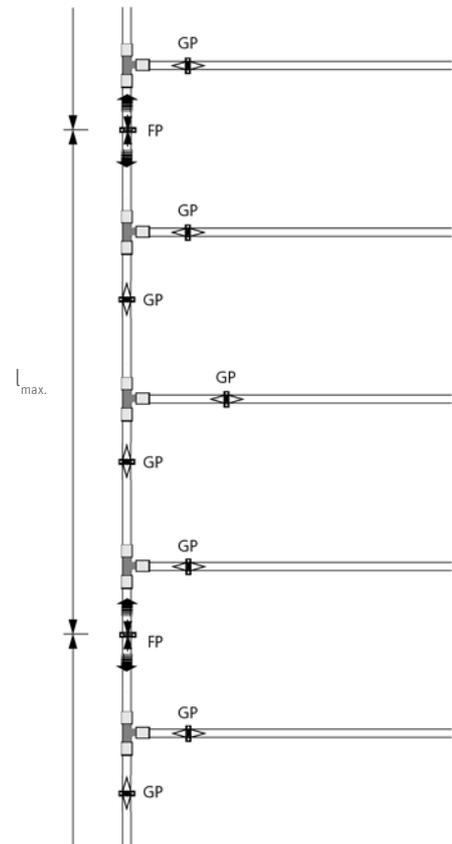
Montageanleitung Rohrleitung

Steigleitungen

- > Bei Steigleitungen wird empfohlen, mindestens nach 9 m ($l_{\text{max.}}$) Festpunkte vorzusehen.
- > Der Abstand zwischen Gleitpunkten und Formteilen (Fittings und Verbinder) muss mindestens 1 m betragen.
- > Alternativ können ebenfalls Dehnungsbögen und/oder Axial-Rohrkompensatoren installiert werden.

Unter Putz verlegte Rohrsysteme sind durch geeignete Maßnahmen (Schutzrohr, Dämmung) von Mörtel und Mauerwerk zu trennen, um das ungewollte Fixieren zu verhindern und Schäden an Mauerwerk sowie Körperschallübertragung zu verhindern.

Formteile (Fittings und Verbinder) sind grundsätzlich während dem Einbau und dem späteren Betrieb der Trinkwasseranlage spannungsfrei zu halten.



Inbetriebnahme

Folgende Arbeitsschritte sind bei der Inbetriebnahme einer Trinkwasserinstallation zu berücksichtigen:

- 1) Befüllen der Trinkwasserinstallation mit filtriertem Trinkwasser
- 2) Durchführen einer Sicht-, Druck- und Dichtheitsprüfung
- 3) Protokollieren der durchgeführten Prüfungen
- 4) Spülen der Trinkwasserinstallation
- 5) Protokollieren der Spülung
- 6) Benennung/Beschilderung an der Trinkwasseranlage anbringen
- 7) Funktionsprüfung von sicherheitsrelevanten Bauteilen (Rohrtrenner, Sicherheitsventil, Rückflussverhinderer, usw.) durchführen
- 8) Überprüfung der Trinkwasserqualität zur Dokumentation für den Betreiber
- 9) Einweisung und Aufklärung des Anlagenbetreibers

■ **Druck- und Dichtheitsprüfung sowie Spülen von Trinkwasser-Installationen mit dem Roth Rohr-Installationssystem** (gemäß DIN 1988-200, DIN EN 806-4 und ZVSHK Merkblatt „Dichtheitsprüfungen von Trinkwasser-Installationen mit ölfreier Druckluft, inerten Gasen oder Wasser“.)

Allgemein

Für Trinkwasser-Installationen ist eine Druckprüfung nach DIN EN 806-4 bzw. ZVSHK Merkblatt „Dichtheitsprüfungen von Trinkwasser-Installationen mit Druckluft, inerten Gasen oder Wasser“ vorgeschrieben. Gleichmaßen gibt das nationale Regelwerk die DIN 1988-200 einen Verweis auf die oben aufgeführten Regelwerke und schließt sich somit den dortigen Ausführungen an. Grundsätzlich ist dafür zu sorgen, dass die zu prüfenden Rohrleitungssysteme vollständig entlüftet sind. Außerdem müssen vor der Druckprüfung alle Anlagenteile frei zugänglich sein, um Fehlerquellen oder Undichtigkeiten sofort feststellen zu können. Apparate, Sicherheitsarmaturen, Speicher und Wärmeerzeuger sind durch Absperren oder Verschießen vor dem Prüfdruck zu schützen. Dadurch wird zugleich das Prüfvolumen reduziert, wodurch einerseits das Gefahrenpotenzial sinkt und andererseits die Ungenauigkeit der Messergebnisse minimiert wird. Um Messfehler zu vermeiden muss das Prüfmedium während der Druckprüfung bei einer konstanten Temperatur gehalten werden.

Aus Gründen der Trinkwasserhygiene, des Korrosionsschutzes und des Frostschutzes darf ein Befüllen der Trinkwasser-Installation erst unmittelbar vor der Inbetriebnahme erfolgen. Maximal 72 Stunden im Anschluss zur Dichtheitsprüfung mit Wasser muss der bestimmungsgemäße Betrieb erfolgen. Je nach Verweildauer des Wassers im System muss das entsprechende Prüfverfahren angewendet werden. Es gibt dort die Möglichkeit mit Wasser, ölfreier Druckluft oder inerten Gasen die Druckprüfung durchzuführen. Dies ist speziell für hygienisch sensible Bereiche von Bedeutung, da länger stagnierendes Wasser zu Keimvermehrungen führt und somit die Trinkwasser-Installation konterminiert wird. Die mögliche Gefahr bei zu hohem Gas- und Luftdruck innerhalb des Systems, auf Grund von Temperaturschwankungen, muss berücksichtigt werden. Gleichmaßen gilt dies für die Druckprüfungen mit Wasser.

Inbetriebnahme

Nach DIN EN 806-4 sind drei Varianten von hydrostatischen Druckprüfungen in Abhängigkeit der unterschiedlichen Werkstoffeigenschaften (Metall, Kunststoff oder Mischinstallation) und der Dimension vorgesehen. Aus Gründen der praktischen Durchführbarkeit auf der Baustelle wurde durch den ZVSHK ein modifiziertes Verfahren in Anlehnung an das Prüfverfahren B nach DIN EN 806-4 erarbeitet, das für alle Werkstoffe und Kombinationen von

Werkstoffen anwendbar ist. Damit auch geringe Undichtigkeiten bei der Dichtheitsprüfung festgestellt werden können, ist die Prüfzeit gegenüber der Normvorgabe verlängert worden. Dieses Verfahren kommt in nachfolgenden zur Anwendung. Während einer Druckprüfung dürfen weder Druckabfall noch eine sichtbare Leckage auftreten.

■ Druckprüfung mit Wasser nach Prüfverfahren B (DIN EN 806-4)

Vorbereitung der Dichtheitsprüfung

Vor der Dichtheitsprüfung sind alle Rohrverbindungen einer Sichtprüfung zu unterziehen. Der Druck ist am tiefsten Punkt, der zu prüfenden Rohrinstallation, durch ein entsprechendes Messgerät einzustellen. Es dürfen nur Messgeräte eingesetzt werden, an denen eine genaue Druckdifferenz von ca. 100 mbar ablesbar ist. Das Rohrleitungssystem ist mit gefiltertem Trinkwasser (Partikelgröße $\leq 150 \mu\text{m}$) zu Befüllen, zu Entlüften und vor dem Einfrieren zu schützen. Bei einer Temperaturdifferenz ($\geq 10 \text{ K}$) zwischen Prüfmedium und Umgebungstemperatur, muss nach Aufbringen des Prüfdrucks, eine 30-minütige Wartezeit zum Temperatúrausgleich eingehalten werden. Anschließend muss der Druck mindestens für 10 Minuten konstant bleiben.

Prüfung von PressCheck® Pressverbindungen (unverpresst undicht)

Damit eine unverpresste Verbindung bei einer Dichtheitsprüfung eine Leckage aufzeigt, muss zunächst eine Druckprüfung mit 1,5 bar in einer Prüfzeit von 10 min durchgeführt werden.

Durchführung der 1. Dichtheitsprüfung

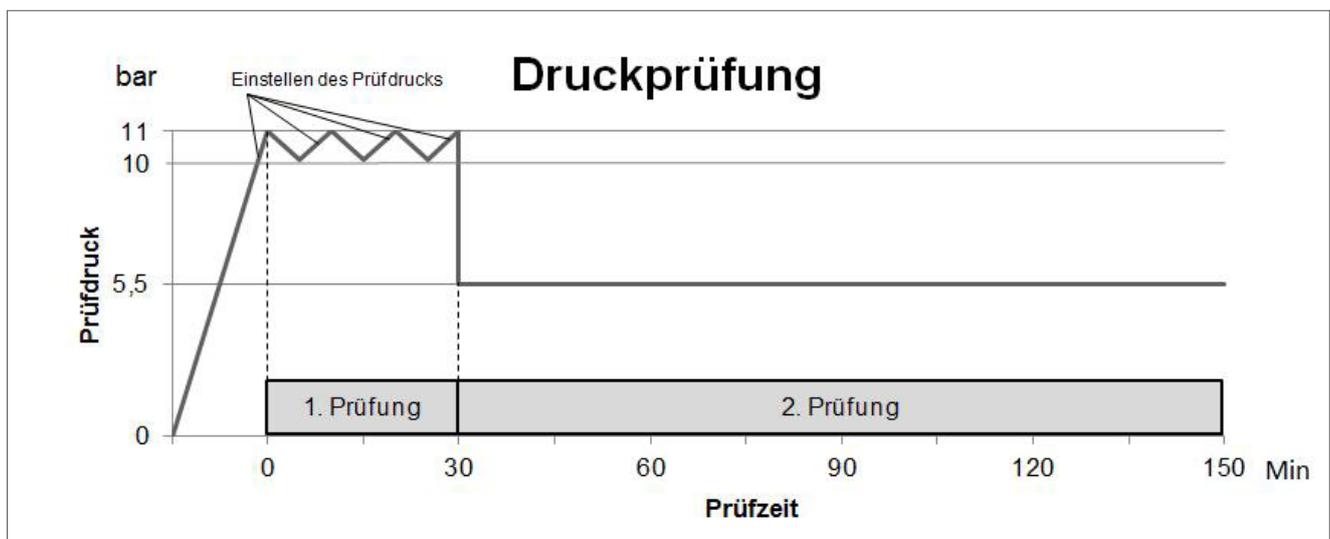
Das Rohrleitungssystem wird zunächst mit einem Prüfdruck, der das 1,1fache des zulässigen Betriebsdrucks betragen muss, beaufschlagt. Dieser Prüfdruck muss am tiefsten Punkt der zu prüfenden Rohrinstallation anliegen. Der Betriebsdruck beträgt gemäß DIN EN 806-2 10 bar (PN10). Resultierend aus dem Betriebsdruck von 10 bar, beträgt der Prüfdruck für die Dichtheitsprüfung 11 bar.

Durchführung der 2. Dichtheitsprüfung

Anschließend ist der Druck, um das 0,5fache des Anfangs Prüfdrucks, auf 5,5 bar zu senken. Die Prüfzeit beträgt in diesem Zustand 120 Minuten. Innerhalb der Prüfzeit darf keine Leckage an den Pressverbindungen auftreten.

Protokoll der Dichtheitsprüfung

Die Dichtheitsprüfung ist vom verantwortlichen Fachinstallateur in einem Protokoll zu dokumentieren und schriftlich zu bestätigen.



Inbetriebnahme

■ Dichtheitsprüfprotokoll für Roth Rohr-Installationssystem innerhalb von Trinkwasser-Installationen

(DIN EN 806-4, ZVSHK Merkblatt „Dichtheitsprüfung von Trinkwasser-Installationen mit Druckluft, inerten Gasen oder Wasser“)

Prüfmedium: **Trinkwasser**

Bauvorhaben: _____

Auftraggeber: _____

Auftragnehmer: _____

Rohrsystem: Alu-Laserplus® (DVGW-NR: DW-8501BR0037)

Verbindungsart: Pressen Gewindeverbindung

Zul. Betriebsdruck P_{zul} : _____ bar Temperaturdifferenz: _____ K

Umgebungstemperatur: _____ °C Temperaturdifferenz <10 K: _____

Temperatur Prüfmedium: _____ °C

Die Anlage wurde mit filtriertem Trinkwasser (Partikelgröße $\leq 150 \mu\text{m}$) gefüllt und entlüftet.

- Alle Apparate, Behälter, Geräte und Sicherheitseinrichtungen, welche für den Prüfdruck nicht geeignet sind, wurden von der Trinkwasseranlage getrennt.
- Der Temperatureausgleich zwischen der Umgebungstemperatur und der Temperatur des Prüfmediums wurde durch eine entsprechende Wartezeit von 30 Minuten berücksichtigt. Der Prüfdruck ist im Anschluss an die Wartezeit wiederhergestellt worden.

Dichtheitsprüfung, PressCheck®

Prüfdruck $P_{PressCheck®}$: 1,5 bar
 Prüfdauer: 10 Minuten

- Nach Anlegen des Prüfdrucks PressCheck® sind alle Verbindungsstellen dicht. Ein Druckabfall ist nach Ablauf der Prüfdauer (10 Minuten) nicht erkennbar.

Dichtheitsprüfung, Teil 1

Prüfdruck: 11 bar (1,1facher zulässiger Betriebsdruck gemäß DIN EN 806-4)
 Prüfdauer: 30 Minuten

- Nach Anlegen des Prüfdrucks sind alle Verbindungsstellen dicht. Ein Druckabfall ist nach Ablauf der Prüfdauer (30 Minuten) nicht erkennbar.

Dichtheitsprüfung, Teil 2

Prüfdruck: 5,5 bar (0,5facher Anfangs Prüfdruck aus Dichtheitsprüfung Teil 1)
 Prüfdauer: 120 Minuten

- Nach Anlegen des Prüfdrucks sind alle Verbindungsstellen dicht. Ein Druckabfall ist nach Ablauf der Prüfdauer (120 Minuten) nicht erkennbar.

 Ort, Datum

 Unterschrift/Stempel Auftragnehmer

 Ort, Datum

 Unterschrift/Stempel Auftraggeber

Inbetriebnahme

■ Druckprüfung mit ölfreier Druckluft oder Inertgas

(ZVSHK Merkblatt „Dichtheitsprüfungen von Trinkwasserinstallationen mit Druckluft, inerten Gasen oder Wasser“)

Die Druckprüfung erfolgt in zwei Arbeitsschritten, welche sich in Dichtheitsprüfung und anschließender Belastungsprüfung gliedern. Im Vorfeld zur Dichtheitsprüfung sind Anlagenbauteile, welche für den Prüfdruck nicht ausgelegt sind oder das Volumen die Sicherheit und Messgenauigkeit beeinträchtigen können, vom Rohrnetz zu trennen. Es ist darauf zu achten, dass nach Druckaufbau eine Beruhigungszeit von ca. 30 min einzuhalten ist, bevor die Prüfzeit beginnt. Der Prüfdruck ist falls erforderlich erneut aufzubauen. Alle Leitungen müssen durch metallene Stopfen, metallene Steckscheiben oder Blindflansche, die dem Prüfdruck widerstehen, direkt verschlossen werden. Geschlossene Absperrarmaturen gelten nicht als dichte Verschlüsse. Aus Sicherheitsgründen darf der Prüfdruck nicht abrupt aufgebracht werden, vielmehr ist dieser langsam zu steigern (maximale Druckzunahme 2 bar/min).

Dichtheitsprüfung

Vor der Dichtheitsprüfung sind alle Rohrverbindungen einer Sichtprüfung zu unterziehen. Der Einsatzbereich des Prüfmanometers, muss innerhalb der zu messenden Drücke eine entsprechende Genauigkeit von 1 mbar im Anzeigebereich besitzen. Das System wird mit einem Prüfdruck von 150 mbar (150 hPa) beaufschlagt. Bei einem Anlagenvolumen bis 100 Liter beträgt die Prüfzeit mindestens 120 Minuten. Bei Erhöhung des Anlagenvolumens um 100 Liter erhöht sich die Prüfzeit um 20 Minuten.

Protokoll über Dichtheits- und Belastungsprüfung

Die Dichtheits- und Belastungsprüfung ist vom verantwortlichen Fachinstallateur in dem nachfolgenden Protokoll (siehe Dichtheitsprüfprotokoll) zu dokumentieren und schriftlich zu bestätigen.

Für Lecksuch-Sprays, die im Rahmen der Druckprüfung für Trinkwasserinstallationen mit ölfreier Druckluft oder inerten Gasen eingesetzt werden, gibt Roth Produktempfehlungen:

- > Liqui Moly 3350
- > CRC LECKSUCHSPRAY
- > Würth Lecksuchspray Plus
- > Weicon Lecksuchspray
- > SONAX PROFESSIONAL

Belastungsprüfung

Im Anschluss an die Dichtheitsprüfung erfolgt die Belastungsprüfung. Hierbei wird der Druck auf max. 3 bar (Rohrdimension ≤ 63 x 4,5 mm) oder max. 1 bar (Rohrdimension > 63 x 4,5 mm) erhöht. Bei einem Anlagenvolumen bis 100 Liter beträgt die Prüfzeit mindestens 10 Minuten. Bei Erhöhung des Anlagenvolumens um je 100 Liter erhöht sich die Prüfzeit gleichermaßen um 10 Minuten.

Inbetriebnahme

■ Dichtheitsprüfprotokoll für Roth Rohr-Installationssystem innerhalb Trinkwasserinstallationen

(ZVSHK Merkblatt „Dichtheitsprüfungen von Trinkwasser-Installationen mit Druckluft, Inerten Gasen oder Wasser.“)

Prüfmedium: **Druckluft oder Inertgas**

Bauvorhaben: _____

Auftraggeber: _____

Auftragnehmer: _____

Rohrsystem: Alu-Laserplus® (DVGW-NR: DW-8501BR0037)

Verbindungsart: Pressen Gewindeverbindung

Anlagendruck: _____ bar Prüfmedium: _____

Umgebungstemperatur: _____ °C ölfreie Druckluft Stickstoff Kohlendioxid

Temperatur Prüfmedium: _____ °C Die Trinkwasseranlage wurde als: _____

Leitungsvolumen: _____ Liter Gesamtanlage in Teilabschnitten geprüft

Alle Leitungen sind mit metallischen Stopfen, Kappen, Steckscheiben oder Blindflanschen zu schließen. Apparate, Druckbehälter oder Trinkwassererwärmer sind von den Leitungen zu trennen. Eine Sichtkontrolle aller Rohrverbindungen auf fachgerechte Ausführung wurde durchgeführt.

Dichtheitsprüfung		Belastungsprüfung	
Prüfdruck:	150 mbar (150 hPa)	Prüfdruck:	3 bar (Rohrdimension ≤ 63 x 4,5 mm) 1 bar (Rohrdimension > 63 x 4,5 mm)
Prüfzeit:	min. 120 Minuten bis 100 Liter Leitungsvolumen. Je weitere 100 Liter ist die Prüfzeit um 20 Minuten zu erhöhen.	Prüfzeit:	min. 10 Minuten bis 100 Liter Leitungsvolumen. Je weitere 100 Liter ist die Prüfzeit um 10 Minuten zu erhöhen.
Leitungsvolumen:	--	Leitungsvolumen:	--
Prüfzeit:	--	Prüfzeit:	--
Der Temperatur- und Beharrungszustand sind abzuwarten bevor die Prüfzeit beginnt. (ca. 30 min)		Der Temperatur- und Beharrungszustand sind abzuwarten bevor die Prüfzeit beginnt. (ca. 30 min)	
<input type="checkbox"/> Während der Prüfdauer ist kein Druckabfall eingetreten, Undichtigkeiten sind nicht erkennbar.		<input type="checkbox"/> Während der Prüfdauer ist kein Druckabfall eingetreten, Undichtigkeiten sind nicht erkennbar.	
<input type="checkbox"/> Die Rohrinstallation ist dicht.		<input type="checkbox"/> Die Rohrinstallation ist dicht.	

Ort, Datum

Unterschrift/Stempel Auftragnehmer

Ort, Datum

Unterschrift/Stempel Auftraggeber

Inbetriebnahme

■ Mechanische Reinigung von Trinkwasserinstallationen

Allgemeine Beschreibung

Aus hygienischer Sicht darf die Trinkwasserinstallation erst unmittelbar vor der Inbetriebnahme, höchstens jedoch 7 Tage zuvor, gefüllt und gespült werden. Alle Trinkwasserleitungen sind unabhängig von der Art des verwendeten Werkstoffes nach ihrer Fertigstellung gründlich mit filtriertem Trinkwasser (Filter nach DIN EN 13443-1) zu spülen, um Verschmutzungen und Montage-rückstände innerhalb des Rohrnetzes zu entfernen. Dies gewährleistet eine uneingeschränkte Betriebssicherheit. Es müssen Maßnahmen zum Schutz empfindlicher Armaturen, Apparate und Einrichtungen gegen Fremdkörper getroffen werden, die während der Installation eingetragen wurden. Strahlregler, Siebe, Durchflussregler, Brauseköpfe oder Handbrausen, die bereits zusammen mit ihren Armaturen eingebaut sind, müssen aus Schutzgründen und zur Erhöhung des Durchflusses ausgebaut werden. Bei unter Putz installierten, thermostatischen Mischern und anderen empfindlichen Armaturen müssen die Herstelleranweisungen beachtet werden. Je nach Anlagengröße und Leitungsführung muss in Teilabschnitten gespült werden. Alle Wartungsarmaturen im zu spülenden Rohrleitungsabschnitt müssen vollständig geöffnet werden. Eine Beeinträchtigung der Trinkwasserqualität sowie eine Beschädigung durch Korrosion muss vermieden werden. Es wird zwischen zwei Spülmethoden unterschieden:

- > Das Spülverfahren mit Wasser nach DIN EN 806-4, ZVSHK Broschüre „Spülen, Desinfizieren und Inbetriebnahme von Trinkwasser-Installationen“, kann immer angewendet werden, vor allem wenn bereits Armaturen in den Trinkwasserleitungen installiert sind.
- > Das Spülverfahren mit Luft/Wasser-Gemisch nach DIN EN 806-4, ZVSHK Broschüre „Spülen, Desinfizieren und Inbetriebnahme von Trinkwasser-Installationen“ muss immer dann angewendet werden, wenn beim Spülen mit Wasser keine ausreichende Spülwirkung zu erwarten ist.

Spülverfahren mit Wasser

Durch den örtlich herrschenden Versorgungsdruck ist die installierte Trinkwasseranlage sorgfältig und fachgerecht zu spülen. Die Mindestfließgeschwindigkeit während dem Spülen der Installation muss min. 2 m/s betragen. Das Wasser im System muss während des Spülens min. 20mal ausgetauscht werden. In jedem Stockwerk müssen die Entnahmestellen vollständig geöffnet werden, wobei mit der Entnahmestelle zu beginnen ist, die am weitesten von der Steigleitung entfernt ist. Dabei sollte die Spülrichtung vom Hausanschluss in Richtung der entferntesten Zapfstelle bzw. von der nächstgelegenen bis zur entferntesten Steigleitung eingehalten werden. Innerhalb der Geschosse werden die vom Steigstrang entferntesten Entnahmestellen zuerst voll geöffnet, anschließend die restlichen Armaturen in Richtung Strang. Dieser Vorgang ist gleichermaßen für jedes Geschoss von oben nach unten durchzuführen. Es ist eine Spüldauer von mindestens 5 Minuten an jeder Entnahmestelle einzuhalten.

Spülverfahren mit Luft/Wasser-Gemisch

Das Rohrsystem wird durch ein Trinkwasser/Luft-Gemisch intermittierend mit einer Mindestfließgeschwindigkeit in jedem Rohrschnitt von 0,5 m/s unter Druck gespült werden. Dazu muss eine bestimmte Mindestanzahl von Entnahmearmaturen geöffnet werden (siehe Tabelle im Spülprotokoll). Die Druckluft muss in ausreichender Menge und in einer hygienisch einwandfreien Qualität (z. B. ölfrei) mit einem Druck verfügbar sein, der mindestens dem statischen Druck des Wassers entspricht. Für diese Durchführung eignen sich spezielle Spülkompressoren mit Dosierungsmöglichkeit. Kein Spülabschnitt darf eine Rohrstranglänge von 100 m überschreiten. Die Spülrichtung muss so festgelegt werden, dass von der am nächsten befindlichen zur am weitesten entfernten Steigleitung gespült wird. Das Spülen wird stockwerksweise durchgeführt werden, wobei am Anfang der Steigleitung zu beginnen ist. Die Dauer der Spülzeit für jede einzelne Entnahmestelle ist dabei von dem Fließweg abhängig. Die Mindestöffnungszeit jeder Entnahmestelle beträgt unabhängig vom Leitungsweg 2 Minuten.

Chemische Reinigung von Trinkwasserinstallationen

Eine chemische Reinigung der Trinkwasserinstallation sollte nur in Ausnahmesituationen erfolgen, wenn die mikrobiologischen Grenzwerte der Trinkwasserverordnung überschritten und die Anforderungen der UBA-Empfehlung für *Pseudomonas aeruginosa* nicht eingehalten werden. Eine kontinuierliche Desinfektion des Trinkwassers ist gemäß TrinkwV zu vermeiden. Vor Beginn einer Desinfektion müssen die Ursache und die Stelle der Kontamination nach Möglichkeit ermittelt und beseitigt werden, um eine nachhaltige Anlagendesinfektion durchführen zu können. Die chemische Reinigung ist gemäß DIN EN 806-4, DIN 1988-200, DVGW-Arbeitsblätter W 291, W 551, und W 557 sowie des ZVSHK-Merkblattes „Spülen, Desinfizieren und Inbetriebnahme von Trinkwasser-Installationen, auszuführen und darf nur von entsprechenden Fachfirmen durchgeführt werden. Es darf nur Reinigungsmittel zur Desinfektion verwendet werden, die nach DVGW-Arbeitsblatt W 319 geprüft und freigegeben sind. Es muss vorab geprüft werden ob die eingebauten Materialien resistent gegen die einzusetzenden Reinigungsmittel sind. Die zu reinigende Anlage oder Anlagenteile sind von der restlichen Trinkwasserversorgung (Hauseinführung) zu trennen gemäß Din EN 1717. Die Desinfektion ist in vollem Umfang zu dokumentieren und dem Auftraggeber als Revisionsunterlagen nach Beendigung der Arbeiten zu übergeben. Nach der chemischen Desinfektion muss das Reinigungsmittel rückstandslos aus der gesamten Trinkwasseranlage entfernt werden. Im Anschluss ist die mikrobiologische Beschaffenheit des Trinkwassers durch eine Untersuchung gemäß Trinkwasserverordnung zu überprüfen und die Einhaltung der Grenzwerte nachzuweisen.

Inbetriebnahme

■ Spülprotokoll für die Trinkwasserinstallation

Spülverfahren: Spülung mit Wasser (DIN EN 806-4, ZVSHK Broschüre „Spülen, Desinfizieren und Inbetriebnahme von Trinkwasser-Installationen“)

Bauvorhaben: _____

Auftraggeber vertreten durch: _____

Auftragnehmer vertreten durch: _____

1. Die Druckprobe hat am _____ stattgefunden.

2. Verwendeter Werkstoff: _____

3. **Tabelle: Richtwert für die Mindestzahl der zu öffnenden Entnahmestellen, bezogen auf die größte Nennweite der Verteilungsleitung**

größte Nennweite der Verteilungsleitung DN im aktuellen Spülabschnitt	25	32	40	50	65	80	100
Mindestanzahl der zu öffnenden Entnahmestellen DN 15	2	4	6	8	12	18	28

4. Innerhalb eines Geschosses werden die Entnahmestellen, mit der vom Steigstrang entferntesten Entnahmestelle beginnend, voll geöffnet. Nach der Spüldauer von 5 Minuten an der zuletzt geöffneten Spülstelle werden die Entnahmestellen nacheinander geschlossen.

5. Das zur Spülung verwendete Trinkwasser ist filtriert. Ruhedruck $P_w =$ _____ bar.

6. Wartungsamaturen (Etagenabsperungen, Vorabsperungen) sind voll geöffnet.

7. Empfindliche Armaturen und Apparate sind ausgebaut und durch Passtücke ersetzt bzw. flexible Leitungen überbrückt.

8. Luftsprudler, Perlatoren, Durchflusserhitzer waren ausgebaut.

9. Eingebaute Schmutzfangsiebe und Schmutzfänger vor Armaturen wurden nach der Wasserspülung gereinigt.

10. Die Spülung erfolgte beginnend von der Hauptabsperarmatur in der Spülfolge abschnittsweise zur entferntesten Entnahmestelle.

Die Spülung der Trinkwasseranlage ist ordnungsgemäß erfolgt:

Ort, Datum

Unterschrift/Stempel Auftragnehmer

Ort, Datum

Unterschrift/Stempel Auftraggeber

Inbetriebnahme

■ Spülprotokoll für die Trinkwasserinstallation

Spülverfahren: Spülung mit Wasser (DIN EN 806-4, ZVSHK Broschüre „Spülen, Desinfizieren und Inbetriebnahme von Trinkwasser-Installationen“)

Bauvorhaben: _____

Auftraggeber: _____

Auftragnehmer: _____

1. Die Druckprobe hat am _____ um _____ stattgefunden.

2. Verwendeter Werkstoff: _____

3. **Tabelle: Richtwert für die Mindestzahl der zu öffnenden Entnahmestellen, bezogen auf die größte Nennweite der Verteilungsleitung**

größte Nennweite der Verteilungsleitung DN im aktuellen Spülabschnitt	25	32	40	50	65	80	100
Mindestanzahl der zu öffnenden Entnahmestellen DN 15	2	4	6	8	12	18	28

4. Innerhalb eines Geschosses werden die Entnahmestellen, mit der vom Steigstrang entferntesten Entnahmestelle beginnend, voll geöffnet. Nach der Spüldauer von 5 Minuten an der zuletzt geöffneten Spülstelle werden die Entnahmestellen nacheinander geschlossen.

5. Das zur Spülung verwendete Trinkwasser ist filtriert. Ruhedruck $P_w =$ _____ bar.

6. Wartungsarmaturen (Etagenabsperungen, Vorabsperungen) sind voll geöffnet.

7. Empfindliche Armaturen und Apparate sind ausgebaut und durch Passtücke ersetzt bzw. flexible Leitungen überbrückt.

8. Luftsprudler, Perlatoren, Durchflusserhitzer waren ausgebaut.

9. Eingebaute Schmutzfangsiebe und Schmutzfänger vor Armaturen wurden nach der Wasserspülung gereinigt.

10. Die Spülung erfolgte beginnend von der Hauptabsperarmatur in der Spülfolge abschnittsweise zur entferntesten Entnahmestelle.

Die Spülung der Trinkwasseranlage ist ordnungsgemäß erfolgt:

Ort, Datum

Unterschrift/Stempel Auftragnehmer

Ort, Datum

Unterschrift/Stempel Auftraggeber

Inbetriebnahme

■ Spülprotokoll für die Trinkwasserinstallation

Spülverfahren: Luft/Wasser-Gemisch (DIN EN 806-4, ZVSHK Broschüre „Spülen, Desinfizieren und Inbetriebnahme von Trinkwasser-Installationen“)

Bauvorhaben: _____

Auftraggeber: _____

Auftragnehmer _____

1. Die Druckprobe hat am _____ um _____ stattgefunden.
2. Kalt- und Warmwasserleitungen (einschließlich Zirkulation) sind getrennt.
3. Empfindliche Armaturen und Apparate sind ausgebaut und durch Passstücke ersetzt bzw. flexible Leitungen überbrückt.
4. Die größte Leitungslänge beträgt:

Bei TWW					lfdm	Gesamtanlage	Achtung! bei mehr als 100 m ist abschnittsweise zu spülen	Bei TW	Gesamtanlage	lfdm	Abschnitt							
5	4	3	2	1							1	2	3	4	5	6	7	
							größte Nennweite der Verteilungsleitung											
							Mindestanzahl offene Entnahmestellen siehe unten stehende Tabelle											
							größte Leitungslänge											
							Mindestspüldauer bei 15 sec./lfdm											
Tabelle für Mindestvolumenstrom und Mindestanzahl der zu öffnenden Entnahmestellen für die Spülung bei einer Mindestfließgeschwindigkeit von 0,5 m/s.							größte Nennweite der Verteilungsleitung nach DN	25	32	40	50	65	80	100				
							Mindest-Volumenstrom bei voller Füllung der Verteilungsleitungen V in l/min	15	25	38	59	100	151	236				
							Mindestanzahl der zu öffnenden Entnahmestellen DN 15	1	2	3	4	6	9	14				

5. Das zur Spülung verwendete Trinkwasser ist filtriert. Ruhedruck $P_w =$ _____ bar.
6. Die Druckluft ist ölfrei, Druckluft $P_L =$ _____ bar ($\geq P_w$!)
- 7.1. Die Spülung erfolgt von unten nach oben, strangweise vom Nächstgelegenen zum Entferntesten.
- 7.2. Innerhalb jedes Stranges wird stockwerkweise von unten nach oben gespült.
- 7.3. Pro Geschoss sind innerhalb der Stockwerksleitung – beginnend mit der vom Steigstrang am weitest entfernten bis zur nächstgelegenen – nacheinander mindestens so viele Entnahmestellen, wie in der Tabelle, geöffnet.
- 7.4. Die Mindestspüldauer der zuletzt geöffneten Spülstelle beträgt 2 Minuten, die Mindestanforderung von 15 sec./lfdm Leistungslänge ist jedoch zu beachten. Die Spülstellen werden nacheinander in umgekehrter Reihenfolge geschlossen.

Die Spülung der Trinkwasseranlage ist ordnungsgemäß erfolgt:

Ort, Datum

Unterschrift/Stempel Auftragnehmer

Ort, Datum

Unterschrift/Stempel Auftraggeber

Inbetriebnahme

Folgende Arbeitsschritte sind bei der Inbetriebnahme einer Heizungsinstallation zu berücksichtigen:

- 1) Befüllen und Entlüften der Heizungsinstallation mit Füllwasser nach VDI 2035-2 (Entfällt bei einer Dichtheitsprüfung mit Druckluft oder Inertgas.)
- 2) Durchführen einer Sicht-, Druck- und Dichtheitsprüfung
- 3) Protokollieren der durchgeführten Prüfungen
- 4) Spülen der Heizungsinstallation
- 5) Protokollieren der Spülung
- 6) Benennung/Beschilderung an der Heizungsanlage anbringen
- 7) Funktionsprüfung von Sicherheitsrelevanten Bauteilen (Sicherheitsventil, Membran-Ausdehnungsgefäß, etc.) durchführen
- 8) Überprüfung der Wasserqualität zur Dokumentation für den Betreiber
- 9) Einweisung und Aufklärung des Anlagenbetreibers

■ Druck- und Dichtheitsprüfung sowie Spülen von Heizungsinstallationen mit dem Roth Rohr-Installationssystem (Inhalt und Beschreibung gemäß DIN 14336)

Druckprobe von Heizungsanlagen

Die Druckprüfung erfolgt üblicherweise hydraulisch, in Ausnahmefällen kann diese auch pneumatisch oder mit Inertgasen durchgeführt werden, jedoch nur unter sorgfältig überprüften Bedingungen. Die Gefahren die bei Druckprüfungen mit Gasen wie Stickstoff oder Luft ausgehen können, werden oftmals unterschätzt. Die Energiemenge und das Gefahrenpotenzial von unter Druck stehender Luft oder Gas ist 200 mal größer im Vergleich zu Wasser.

Aus diesem Grund ist die Prüfung mit Wasser sicherer und muss, wann immer es möglich ist, eingesetzt werden. Wo eine pneumatische Prüfung unvermeidlich ist, müssen die Sicherheitsvorkehrungen strikt eingehalten werden. Der Anlageninhalt der Prüfungsabschnitte sollte so gering wie möglich sein. Anlagenteile wie Behälter und Wärmeerzeuger müssen vor der Prüfung vom System getrennt werden.

Die Druckprüfung mit Wasser wird wie folgt durchgeführt

Alle offenen Enden werden entfernt, demontiert oder verschlossen. Die Sicherheitseinrichtungen, Apparate oder jegliche Anlagenteile, welche nicht für den Prüfdruck ausgelegt sind, muss verschlossen werden. Vor der Dichtheitsprüfung sind alle Rohrverbindungen einer Sichtprüfung zu unterziehen. Der Druck ist am tiefsten Punkt, der zu prüfenden Rohrinstallation, durch ein entsprechendes Messgerät einzustellen. Es sind nur Messgeräte einzusetzen, an denen eine genaue Druckdifferenz von ca. 100 mbar ablesbar ist. Die zu prüfende Rohrleitungsinstallation ist während dem Befüllvorgang mehrfach und systematisch auf Leckagen und Austrittsgeräusche zu prüfen.

Die Heizungsanlage muss mit Wasser nach VDI 2035-2 befüllt werden. Der Prüfdruck wird auf das 1,3fache des Betriebsdrucks, höchstens jedoch auf den Ansprechdruck des Sicherheitsventils, eingestellt. Wenn ein erheblicher Temperaturunterschied zwischen Prüfmedium und Umgebung vorliegt ($>10\text{ K}$), muss eine Verweildauer des Prüfmediums von ca. 30 min eingehalten werden. Der Prüfdruck muss 1 Stunde an der zu prüfenden Rohrinstallation anliegen, ohne dass ein Druckabfall oder eine Leckage festzustellen ist. Es muss bei längerer Wartezeit bis zur Inbetriebnahme der Heizungsanlage sichergestellt sein, dass zu keinem Zeitpunkt eine Einfriergefahr besteht.

Inbetriebnahme

Die Druckprüfung mit ölfreier Druckluft oder Inertgasen wird wie folgt durchgeführt

(ZVSHK Merkblatt „Dichtheitsprüfungen von Trinkwasserinstallationen mit Druckluft, Inerten Gasen oder Wasser“.)

Die Druckprüfung erfolgt in 2 Arbeitsschritten, welche sich in Dichtheitsprüfung und anschließender Belastungsprüfung gliedern. Im Vorfeld zur Dichtheitsprüfung sind Anlagenbauteile, welche für den Prüfdruck nicht ausgelegt sind oder das Volumen die Sicherheit und Messgenauigkeit beeinträchtigen können, vom Rohrnetz zu trennen. Es ist darauf zu achten, dass nach Druckaufbau eine Beruhigungszeit von ca. 30 min einzuhalten ist, bevor die Prüfzeit beginnt. Der Prüfdruck ist falls erforderlich erneut aufzubauen. Alle Leitungen müssen durch metallene Stopfen, metallene Steckscheiben oder Blindflansche, die dem Prüfdruck widerstehen, direkt verschlossen werden.

Dichtheitsprüfung

Vor der Dichtheitsprüfung sind alle Rohrverbindungen einer Sichtprüfung zu unterziehen. Der Einsatzbereich des Prüfmanometers, muss innerhalb der zu messenden Drücke eine entsprechende Genauigkeit von 1 mbar im Anzeigebereich besitzen.

Belastungsprüfung

Im Anschluss an die Dichtheitsprüfung erfolgt die Belastungsprüfung. Hierbei wird der Druck auf max. 3 bar (Rohrdimension $\leq 63 \times 4,5$ mm) oder max. 1 bar (Rohrdimension $> 63 \times 4,5$ mm) erhöht.

Protokoll über Dichtheits- und Belastungsprüfung

Die Dichtheits- und Belastungsprüfung ist vom verantwortlichen Fachinstallateur in dem nachfolgenden Protokoll zu dokumentieren und schriftlich zu bestätigen.

Spülen von Heizungsanlagen

Während der Montage muss darauf geachtet werden, dass keine Schmutzeintragungen in das Rohrleitungssystem stattfinden. Es besteht sonst die Gefahr von ernsthaften Verstopfungen und Funktionsstörungen in der Anlage, die zu Schäden und aufwändigen Reparaturmaßnahmen führen können. Es ist deshalb besonders wichtig, dass die Anlage sorgfältig von allem Schmutz befreit wird. Keinesfalls darf die Anlage länger als 24 Stunden nach den Reinigungsmaßnahmen entleert bleiben, da sonst verstärkte Korrosion

auftreten kann und demzufolge möglicherweise erneut gereinigt werden muss. Mit Frostschutzmitteln gefüllte Systeme dürfen erst nach dem Spülen oder einer chemischen Reinigung in Betrieb gehen, um Schäden an der Anlage und Verlust von Frostschutzmittel während Kälteperioden zu vermeiden. Chemische Reinigungsmittel dürfen die Innenwandungen der Installation (z. B. Elastomere) nicht beschädigen und keine Korrosion verursachen.

- Liqui Moly 3350
- CRC LECKSUCHSPRAY
- Würth Lecksuchspray Plus
- Weicon Lecksuchspray
- SONAX PROFESSIONAL

Das System wird mit einem Prüfdruck von 150 mbar (150 hPa) beaufschlagt. Bei einem Anlagenvolumen bis 100 Liter beträgt die Prüfzeit mindestens 120 Minuten. Bei Erhöhung des Anlagenvolumens um 100 Litern erhöht sich die Prüfzeit um 20 Minuten.

Bei einem Anlagenvolumen bis 100 Liter beträgt die Prüfzeit mindestens 10 Minuten. Bei Erhöhung des Anlagenvolumens um je 100 Litern erhöht sich die Prüfzeit gleichermaßen um 10 Minuten.

Inbetriebnahme

Vorgehensweise:

Das Spülen muss durch eine Fachkraft überwacht werden.

- › Dem Auftragnehmer ist ein Ablaufplan für das Spülen bereitzustellen. Er ist gegenseitig unter Berücksichtigung der zu Grunde liegenden Anlagenspezifikationen anzuerkennen.
- › Der Spülplan muss nach Möglichkeit auch alle Untersysteme, Systemanbindungen und Schaltstationen einbeziehen. Alle Ventile, Rohrschlangen, Schläuche und andere Einrichtungen, die Druckschläge verursachen können, sind klar zu identifizieren.
- › Das Spülen muss planmäßig vom höchsten Punkt der Anlage zum tiefsten Punkt hin erfolgen.
- › Ausrüstungsteile, die Druckschläge oder Strömungsminderungen verursachen können, sind entweder durch Beipässe zu überbrücken, abzusperren oder komplett zu entfernen und durch ein Rohrschleifenstück zu ersetzen, um die Kontinuität des Spülvorganges nicht zu behindern;
- › Es muss darauf geachtet werden, dass eine Durchflussgeschwindigkeit von min. 2 m/s mit externen Mitteln erzeugt wird und nicht durch zur Anlage gehörige Umwälzpumpen.
- › jeder Abschnitt muss vom höchsten Punkt aus beginnend gespült werden. Die Ventile des betreffenden Abschnittes müssen voll geöffnet sein, einschließlich der Ventile mit Beipass oder Entleerungsventile. Danach kann die Spülung von oben nach unten beginnen.
- › Wurde die Anlage mit chemischen Reinigungsmitteln gespült, so muss sie im Anschluss vollständig entleert und erneut mit Füllwasser nach VDI 2035-2 befüllt und entlüftet werden.
- › Befindet sich keine nennenswerte Menge an Schmutz im Spülabschnitt, ist dieser abzusperren. Dehnungsbegrenzer sind während des gesamten Spülvorganges in regelmäßigen Abständen zu kontrollieren.
- › Nach dem letzten Spülvorgang, der mit hoher Durchflussgeschwindigkeit durchgeführt wird, muss die Anlage mit klarem Wasser, eventuell zusammen mit geeigneten Zusätzen für die Reinigung, befüllt werden. Die Zirkulation und Einwirkzeit in der zu reinigenden Anlage hat den Anweisungen des Additivherstellers zu entsprechen und nach dem Spül- und Reinigungsplan zu erfolgen. Dies dient auch dazu, den Schlamm, der sich an den Rohrwänden abgelagert hat, zu entfernen, indem er in gelöster Form bis zur Entleerung verbleibt.
- › Ist die Anlage gesäubert, muss sie möglichst unmittelbar danach entleert und vom tiefsten Punkt aus wieder befüllt werden. Das Befüllen muss langsam von statten gehen und währenddessen darauf geachtet werden, dass die Luft von hoch liegenden Punkten entweichen kann. Die Anlage ist anschließend zu schließen, um weitere Korrosion zu vermeiden.
- › Der komplette Spülvorgang, mit enthaltenen Arbeitsschritten, muss nach erfolgreicher Durchführung ausführlich dokumentiert und vom Auftraggeber, sowie Auftragnehmer unterzeichnet werden.

Inbetriebnahme

■ Dichtheitsprüfprotokoll für das Roth-Rohrinstallationssystem innerhalb von Heizungsinstallationen.

Prüfmedium: Wasser
 Bauvorhaben: _____
 Auftraggeber: _____
 Auftragnehmer: _____
 Rohrsystem: Alu-Laserplus® X-PERT S5® DUOPEX S5®
 Verbindungsart: Pressen Gewindeverbindung
 Betriebsdruck: _____ bar Prüfmedium: _____
 Umgebungstemperatur: _____ °C Füll- und Ergänzungswasser nach VDI 2035-2
 Temperatur Prüfmedium: _____ °C Die Heizungsanlage wurde als:
 Leitungsvolumen: _____ Liter Gesamtanlage in _____ Teilabschnitten geprüft.

Alle Leitungen sind mit metallischen Stopfen, Kappen, Steckscheiben oder Blindflanschen zu schließen. Wärmeerzeuger, Apparate, Druckbehälter oder Trinkwasserbehälter sind von den Leitungen zu trennen. Eine Sichtkontrolle aller Rohrverbindungen auf fachgerechte Ausführung wurde durchgeführt.

Dichtheitsprüfung	
Dichtheitsprüfung PressCheck®	$P_{\text{PressCheck}}^{\circledast}$ 1,5 bar (10 min.)
Prüfdruck:	$P_{\text{Prüf}} = P_{\text{Zul}} \times 1,3$ $P_{\text{Prüf}} = \underline{\hspace{1cm}}$ bar
Prüfzeit:	60 Minuten
Der Temperatur- und Beharrungszustand sind abzuwarten bevor die Prüfzeit beginnt. (ca. 30 min)	
<input type="checkbox"/> Während der Prüfdauer ist kein Druckabfall eingetreten, Undichtigkeiten sind nicht erkennbar.	
<input type="checkbox"/> Die Rohrinstallation ist dicht.	

Ort, Datum

Unterschrift/Stempel Auftragnehmer

Ort, Datum

Unterschrift/Stempel Auftraggeber

Inbetriebnahme - Protokoll

■ Dichtheitsprüfprotokoll für das Roth-Rohrinstallationssystem innerhalb von Heizungsinstallationen.

Prüfmedium: Druckluft oder Inertgase

Bauvorhaben: _____

Auftraggeber: _____

Auftragnehmer: _____

Rohrsystem: Alu-Laserplus® X-PERT S5® DUOPEX S5®

Verbindungsart: Pressen Gewindeverbindung

Betriebsdruck: _____ bar Prüfmedium: _____

Umgebungstemperatur: _____ °C Füll- und Ergänzungswasser nach VDI 2035-2

Temperatur Prüfmedium: _____ °C Die Heizungsanlage wurde als:

Leitungsvolumen: _____ Liter Gesamtanlage in _____ Teilabschnitten geprüft.

Alle Leitungen sind mit metallischen Stopfen, Kappen, Steckscheiben oder Blindflanschen zu schließen. Wärmeerzeuger, Apparate, Druckbehälter oder Trinkwasserbehälter sind von den Leitungen zu trennen. Eine Sichtkontrolle aller Rohrverbindungen auf fachgerechte Ausführung wurde durchgeführt.

Dichtheitsprüfung		Belastungsprüfung	
Prüfdruck:	150 mbar (150 hPa)	Prüfdruck:	3 bar (Rohrdimension ≤63 mm) 1 bar (Rohrdimension >63 mm)
Prüfzeit:	min. 120 Minuten bis 100 Liter Leitungsvolumen. Je weitere 100 Liter ist die Prüfzeit um 20 Minuten zu erhöhen.	Prüfzeit:	min. 10 Minuten bis 100 Liter Leitungsvolumen. Je weitere 100 Liter ist die Prüfzeit um 10 Minuten zu erhöhen.
Leitungsvolumen:		Leitungsvolumen:	
Prüfzeit:		Prüfzeit:	
Der Temperatur- und Beharrungszustand sind abzuwarten bevor die Prüfzeit beginnt. (ca. 30 min)		Der Temperatur- und Beharrungszustand sind abzuwarten bevor die Prüfzeit beginnt. (ca. 30 min)	
<input type="checkbox"/> Während der Prüfdauer ist kein Druckabfall eingetreten, Undichtigkeiten sind nicht erkennbar.		<input type="checkbox"/> Während der Prüfdauer ist kein Druckabfall eingetreten, Undichtigkeiten sind nicht erkennbar.	
<input type="checkbox"/> Die Rohrinstallation ist dicht.		<input type="checkbox"/> Die Rohrinstallation ist dicht.	

Ort, Datum

Unterschrift/Stempel Auftragnehmer

Ort, Datum

Unterschrift/Stempel Auftraggeber

Inbetriebnahme - Protokoll

■ Spülprotokoll für das Roth-Rohrinstallationssystem innerhalb von Heizungsinstallationen.

Spülverfahren: intermittierend mit Luft-/Wasser-Gemisch
 Trinkwasser

Bauvorhaben: _____

Auftraggeber: _____

Auftragnehmer: _____

Die Druckprüfung hat am _____ um _____ stattgefunden.

Rohrsystem: Alu-Laserplus® X-PERT S5® DUOPEX S5®

Betriebsdruck: _____ bar

Die Heizungsanlage wurde als: Gesamtanlage in _____ Teilabschnitten geprüft.

Ausrüstungsteile, die Druckschläge verursachen können, sind durch Passstücke oder flexible Leitungen ersetzt worden, um die Kontinuität des Spülvorganges nicht zu behindern.

Spülverfahren mit Wasser

Spülmedium: gefiltertes Trinkwasser

Strömungsgeschwindigkeit: min. 2 m/s in den zu spülenden Rohrleitungen. (falls nicht möglich, Spülkompressor verwenden)

Nennweite und Durchfluss zur Einhaltung der min. Strömungsgeschwindigkeit:

Rohrdimension	14 mm	17 mm	20 mm	25 mm	32 mm	40 mm	50 mm	63 mm
mind. Volumenstrom	0,16 l/s	0,26 l/s	0,40 l/s	0,62 l/s	1,05 l/s	1,7 l/s	2,75 l/s	4,46 l/s

Größte Nennwerte des Spülabschnittes: _____

Durchfluss: _____

Spülzeit: _____

- Empfindliche Armaturen und Apparate wurden abgesperrt, entfernt oder überbrückt.
- Das zur Spülung verwendete Trinkwasser ist filtriert. (Partikelgröße <150 µm)
- Eingebaute Schmutzfängsiebe und Schmutzfänger von Armaturen wurden nach dem Spülvorgang gereinigt.
- Der Spülvorgang erfolgte beginnend vom höchsten Punkt der Anlage oder des Spülabschnittes.

Ort, Datum

Unterschrift/Stempel Auftragnehmer

Ort, Datum

Unterschrift/Stempel Auftraggeber

Normen und Verordnungen

Bei der Planung und Projektierung, sowie der Installation von Hausinstallationen (Trinkwasserinstallation/Heizkörperinstallation) sind folgende Gesetze, Verordnungen, Richtlinien und Normen, sowie allgemein anerkannte Regeln der Technik zu berücksichtigen.

An dieser Stelle werden die Wichtigsten genannt:

- > Allgemeine Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen (VOB)
- > Energieeinsparverordnung (EnEV)
- > Heizkostenverordnung (HeizkostenV)
- > Landesbauordnung (LBO)
- > Muster-Leitungsanlagen-Richtlinien (MLAR)
- > Musterbauordnung (MBO)
- > DIN 1988 „Technische Regeln für Trinkwasserinstallationen“
- > DIN 2000 „Zentrale Trinkwasserversorgung“
- > DIN 2001 „Einzeltrinkwassererwärmungsanlagen“
- > DIN 4102 „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen“
- > DIN EN 13501 „Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten“
- > DIN 4108 „Wärmeschutz im Hochbau“
- > DIN 4109 „Schallschutz in Gebäuden“
- > DIN 4726 „Rohrleitungen aus Kunststoffen“
- > DIN EN 806 „Technische Regeln für Trinkwasserinstallationen“
- > DIN EN 1717 „Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in den Trinkwasser-Installationen und allgemeine Anforderungen an Sicherheitseinrichtungen zur Verhütung von Trinkwasserverunreinigungen durch Rückfließen“
- > DIN EN 12828 „Heizungssysteme in Gebäuden – Planung von Warmwasser-Heizungsanlagen“
- > DIN EN 12831 „Heizungsanlagen in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast“
- > DIN EN 14336 „Heizungsanlagen in Gebäuden – Installation und Abnahme der Warmwasser-Heizungsanlagen“
- > DIN EN ISO 21003 „Mehrschichtverbund-Rohrleitungssysteme für die Warm- und Kaltwasserinstallation innerhalb von Gebäuden“
- > DVGW W290 „Trinkwasserdesinfektion – Einsatz und Anforderungskriterien“
- > DVGW W291 „Reinigung und Desinfektion von Wasserverteilungsanlagen“
- > DVGW W551 „Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen – Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums – Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen“
- > DVGW W553 „Bemessung von Zirkulationssystemen in zentralen Trinkwassererwärmungsanlagen“
- > DVGW W 556 „Hygienisch-mikrobielle Auffälligkeiten in TW-Installationen“
- > DVGW W 557 „Reinigung und Desinfektion von TW-Installationen“
- > Trinkwasserverordnung (TrinkwV)
- > VDI 2035 „Vermeidung von Schäden in Warmwasserheizungsanlagen“
- > VDI 4100 „Schallschutz von Wohnungen – Kriterien für Planung und Beurteilung“
- > VDI 6023 „Hygiene in Trinkwasserinstallationen – Anforderungen an Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung“
- > ZVSHK-Merkblätter des Zentralverband Sanitär Heizung Klima
- > VDI 2055 „Wärme- und Kälteschutz von betriebstechnischen Anlagen in der Industrie und in der technischen Gebäudeausrüstung“

Unsere Stärken

Ihre Vorteile

Innovationsleistung

- > Frühzeitiges Erkennen von Markterfordernissen
- > Eigene Materialforschung und -entwicklung
- > Eigenes Engineering
- > Das Unternehmen ist zertifiziert nach ISO 9001:2008

Serviceleistung

- > Flächendeckender, qualifizierter Außendienst
- > Hotline und Projektierungsservice
- > Werkschulungen, Planungs- und Produktseminare
- > Europaweite schnelle Verfügbarkeit aller Produktprogramme unter der Marke Roth
- > Umfangreiche Garantieleistungen und Nachhaftungsvereinbarungen

Produktleistung

- > Montagefreundliches, komplettes Produktsystemangebot
- > Herstellerkompetenz für das komplette Produktprogramm im Firmenverbund der Roth Industries





Roth Energie- und Sanitärsysteme

Erzeugung

- > Solarsysteme
- > Wärmepumpensysteme
- > Solar-Wärmepumpensysteme

Speicherung

- Speichersysteme für
- > Trink- und Heizungswasser
- > Brennstoffe und Biofuels
- > Regen- und Abwasser

Nutzung

- > Flächen-Heiz- und Kühlsysteme
- > Rohr-Installationsysteme
- > Duschsysteme



ROTH WERKE GMBH

Am Seerain 2
 35232 Dautphetal
 Telefon: 06466/922-0
 Telefax: 06466/922-100
 E-Mail: service@roth-werke.de
www.roth-werke.de

