

3.0

Gut zu wissen

Rund um den Einbau	250
Abflussvermögen	256
Technische Darstellungen & Sinnbilder	260
Normen	267

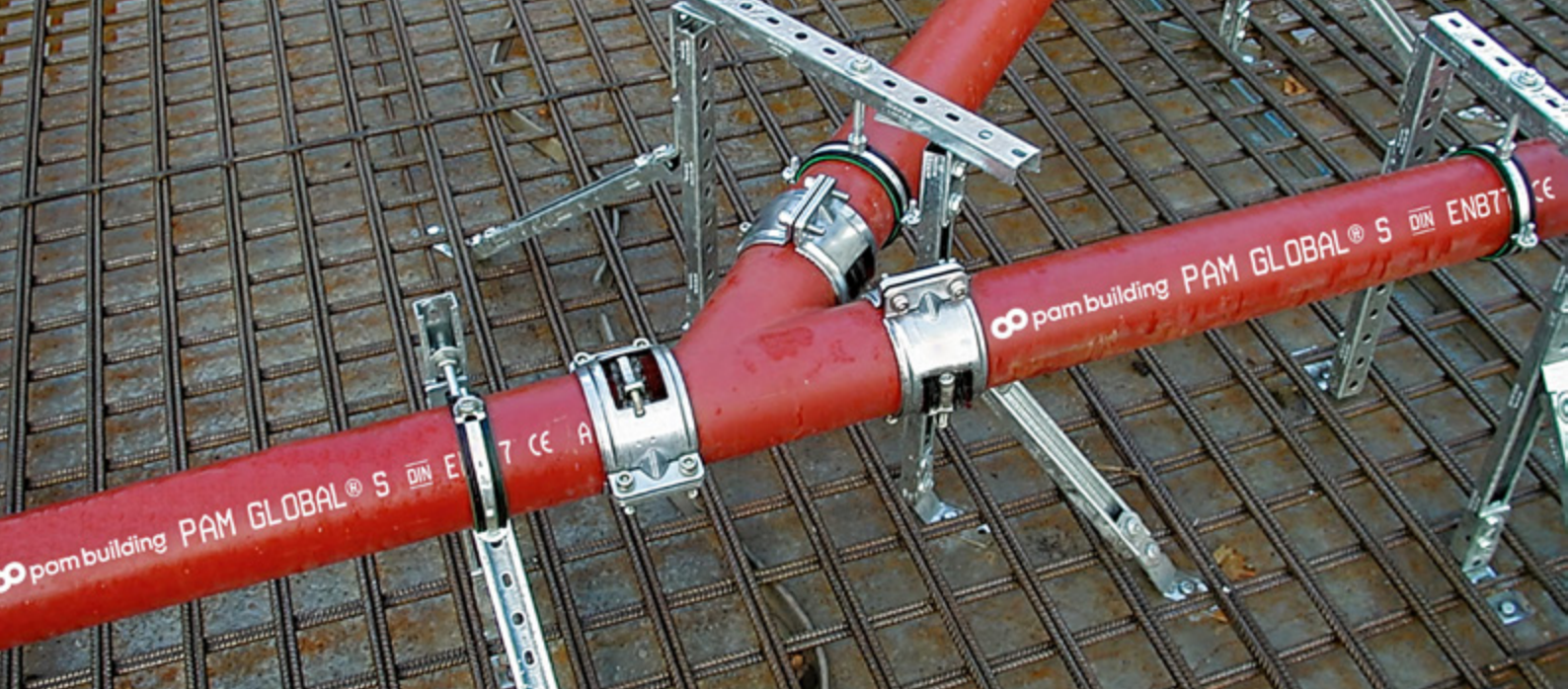


Film ab!

Scannen &
Mehr erfahren

pambuilding.de/pamtutorials





3.1 Rund um den Einbau

WIE SCHNEIDET MAN GUSSROHRE?

Einfacher, maßgenauer Zuschnitt

PAM GLOBAL® Rohre werden in 3,0 und 1,0 m Längen geliefert und vom Verarbeiter auf Maß zugeschnitten. Wichtig ist, dass der Schnitt immer rechtwinklig zur Rohr-achse ausgeführt wird.

Folgende Werkzeuge sind möglich:

- Winkelschleifer mit Trennscheiben für Gusseisen. Aus Gründen der Arbeitssicherheit sind sie aber nicht optimal.
- Rohrtrenngeräte z. B. der Firmen Ridgid oder DWT.
- Unsere Empfehlung: Das Exact Pipe Cutting System von DWT, eine schnelle und sichere Lösung, um Gussrohre ohne Funkenflug zu trennen.



SCHNITTKANTENSCHUTZ

Aufgrund der besonderen Bedingungen bei den typischen Einsatzgebieten von PAM GLOBAL® Plus (Sonderabwässer) sowie ITINERO® (Brückenentwässerung, Erdverlegung) sind die bauseitigen Schnittkanten dieser Rohrsysteme grundsätzlich mit dem EXTREM 1K Schnittkantenschutz zu schützen. | s. Anleitungen S. 87 und S. 97

Doch auch bei PAM GLOBAL® S (SML) Rohren kann der Einsatz eines Schnittkantenschutzes durchaus sinnvoll sein. Die Schmutzwasser-Leitungsführung in großen Gebäuden wird zunehmend komplexer, wodurch auch die Anforderungen an diese Entwässerungssysteme steigen. Eine vollständig normgerechte Planung und Ausführung lässt sich dabei in der Praxis nicht immer umsetzen – eine Herausforderung, der wir in unserem Alltag regelmäßig begegnen. Aus diesem Grund empfehlen wir, auch beim PAM GLOBAL® S (SML) System den EXTREM 1K Schnittkanten-schutz bei horizontalen Schmutzwasser-, Sammel- und Lüftungsrohrleitungen einzusetzen.

EINBETONIEREN VON ABFLUSSROHREN

PAM GLOBAL® S Grundleitung in der Betonsohle

Normalerweise sind Sammelleitungen im Untergeschoss wegen ihrer besseren Zugänglichkeit dem Einbetonieren von Abflussleitungen vorzuziehen. Aber es kann nötig sein, sie einzubetonieren – sei es in Geschossdecken, Wände oder Bodenplatten. Die PAM GLOBAL® S Grundleitung in die Betonsohle einzubringen, empfiehlt sich hauptsächlich in zwei Fällen:

1. Bei sehr hohem Grundwasserspiegel

Das Einbetonieren hat zum einen den Vorteil, dass Rohrdurchführungen durch die wasserdichte Bodenplatte bis auf wenige Stellen – meist nur auf eine einzige Stelle – reduziert werden können. Zum anderen ist die Leitung gegen ein eventuell aggressiv wirkendes Grundwasser geschützt.

2. Bei nicht tragfähigen Böden

Das Einbetonieren spart einen erforderlichen Bodenaustausch oder eine Bodenverbesserung bzw. aufwendige Konstruktionen für die Halterung der Rohrleitungen unterhalb der Bodenplatte.

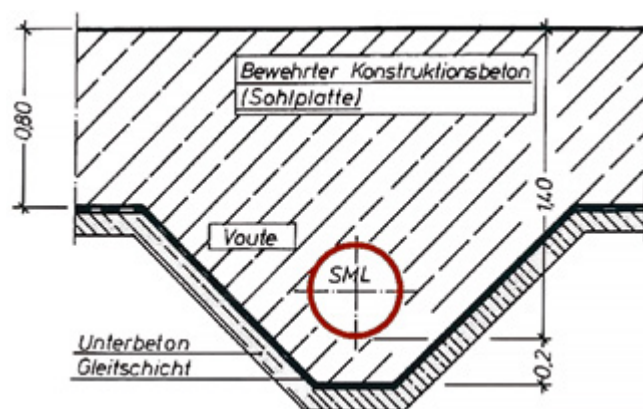
Einbetonierte Abflussrohre werden starken mechanischen Belastungen ausgesetzt – nicht nur während des Einbetonierens, sondern je nach Funktion des Gebäudes auch nach Fertigstellung durch Biege- und Zugspannungen. Abflussmaterial und Zubehör müssen diesen besonderen Beanspruchungen genügen.

Gusseiserne Abflussrohre von Pam Building haben annähernd den gleichen Längenausdehnungskoeffizienten wie Beton: 0,0105 mm/mK. Ihr Ausdehnungsverhalten, insbesondere aber ihre hohe Zug-, Druck- und Scheiteldruckfestigkeit, gestatten eine bedenkenlose Verwendung von PAM GLOBAL® S Rohren und Formstücken für Leitungen, die einbetoniert werden.

Die PAM GLOBAL® RAPID Verbindungen mit EPDM-Dichtmanschetten tragen nur wenig auf. Die EPDM-Dichtmanschetten sind zuverlässig dicht und können in ihrer Wirkung von dem umgebenden Beton nicht beeinträchtigt werden. Ein besonderer Korrosionsschutz der PAM GLOBAL® S Leitungen (z. B. durch Ummanntelung) ist nicht erforderlich.

Einbetonieren? So geht's!

- Die Rohre müssen so einbetoniert werden, dass rundum eine 5 cm starke Überdeckung gegeben ist.
- Bei wasserdichten Betonsohlen (WU-Beton), die in der Regel mind. 20 cm stark sind, muss die Rohrleitung rundum eine 20 cm starke Überdeckung aufweisen.
- Reicht ggf. die Dicke der Betonplatte nicht aus, so ist an diesen Stellen die Betonplatte mittels Voute zu ertüchtigen. Auf diese Weise wird verhindert, dass die Leitung durch das Gefälle unterhalb der Betonplatte liegt.



Schnittbild: Voute in einer Betonplatte

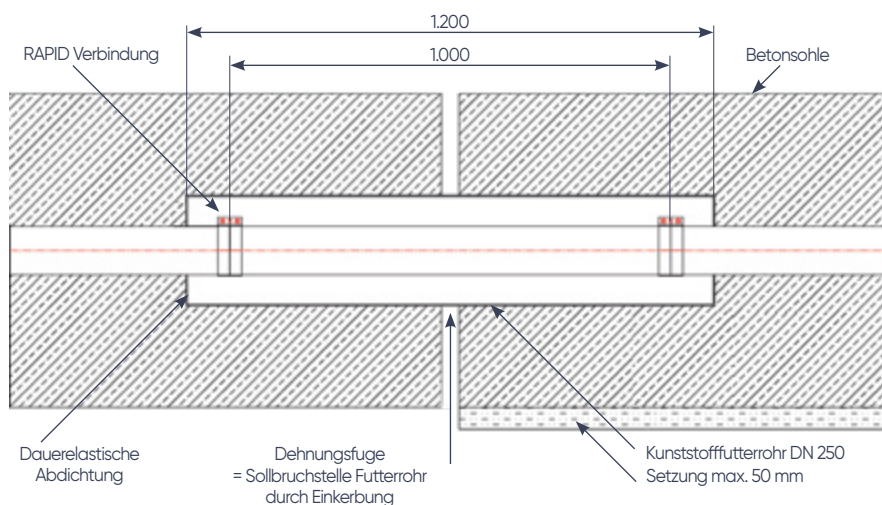
3.1 Rund um den Einbau

Leitungen sorgfältig befestigen

- Vor dem Einbringen des Betons müssen die Leitungen sachgerecht befestigt und gegen Verschieben und Aufschwimmen gesichert werden, insbesondere an Abzweigungen und Richtungsänderungen. Die Leitungen sind deshalb vor dem Betonieren mit Wasser zu füllen. Die mechanischen Beanspruchungen durch das Einbringen des Betons werden häufig unterschätzt. Eine sorgfältige Leitungsbefestigung ist daher erforderlich, um Risiken zu vermeiden.
- Jede Rohrlänge ist zwischen den Verbindungen 2x zu befestigen. Passstücke sollten ebenfalls mind. 1x befestigt werden.
- Komplizierte Konstruktionen aus mehreren Formstücken sollten ebenfalls gegen Verrutschen und für die Längskraftschlüssigkeit gesichert werden. Dies kann am sichersten mit der PAM GLOBAL® UNIGRIP Kralle erfolgen.
- Gusseiserne Abläufe für die Haus-, Hof- und Straßenentwässerung können direkt mit der PAM GLOBAL® UNIGRIP Kralle an das PAM GLOBAL® S Rohr angeschlossen und einbetoniert werden. Die Abläufe sind höhengerecht zu fixieren und ebenfalls gegen Verrutschen zu sichern.
- Werden Einzelleitungen parallel zum Gefälle in Betonplatten verlegt, z. B. in einem Verkehrstunnel, erfolgt die Befestigung am einfachsten mit Abstandshaltern aus Armieisen.
- Längere Grundleitungen in Bodenplatten von Hochbauten werden mit Rohrschellen und Gewindestangen aufgeständert, damit eine genaue Justierung des Gefälles möglich ist.
- Für mehrere parallel und verzweigt verlaufende Leitungen empfiehlt sich eine Sammelbefestigung auf Profleisten mit Rohrschellen.

Dehnungsfugen: Setzungsunterschiede verhindern

- An Dehnungsfugen werden zum Schutz gegen mögliche Setzungsunterschiede Gelenke aus Passstücken (0,5 – 1,0 m) angeordnet. Diese Passstücke müssen mittels Futterrohr, Styroporummantelung o. Ä. beweglich im Beton gelagert werden.
- Die zulässige Abwinkelbarkeit von PAM GLOBAL® RAPID Verbindungen beträgt entsprechend DIN EN 877:
 - Für Nennweiten bis DN 200: 5 cm/m Baulänge
 - Für Nennweiten DN 250 – 500: 3 cm/m Baulänge
- Das Futterrohr ist vor dem Einbetonieren – wie die übrige Leitung – durch eine ausreichende Befestigung gegen Verrutschen zu sichern. Im Bereich der Dehnungsfuge ist das Futterrohr mit einer Sollbruchstelle zu versehen, indem es eingekerbt oder durchgeschnitten wird. Das durchgeschnittene Rohr muss mit einem Klebeband abdichtet werden, um ein Eindringen des Betons zu verhindern.
- Das Einbetonieren von Abflussrohren fordert auf allen Stufen des Arbeitsablaufs eine enge Kooperation zwischen Bauingenieur und Sanitärplaner sowie Bauhandwerker und Sanitärinstallateur. Bei allen Arbeiten bis zum Vergießen des Betons sollte immer ein verantwortlicher Fachhandwerker des Installationsbetriebs auf der Baustelle sein.

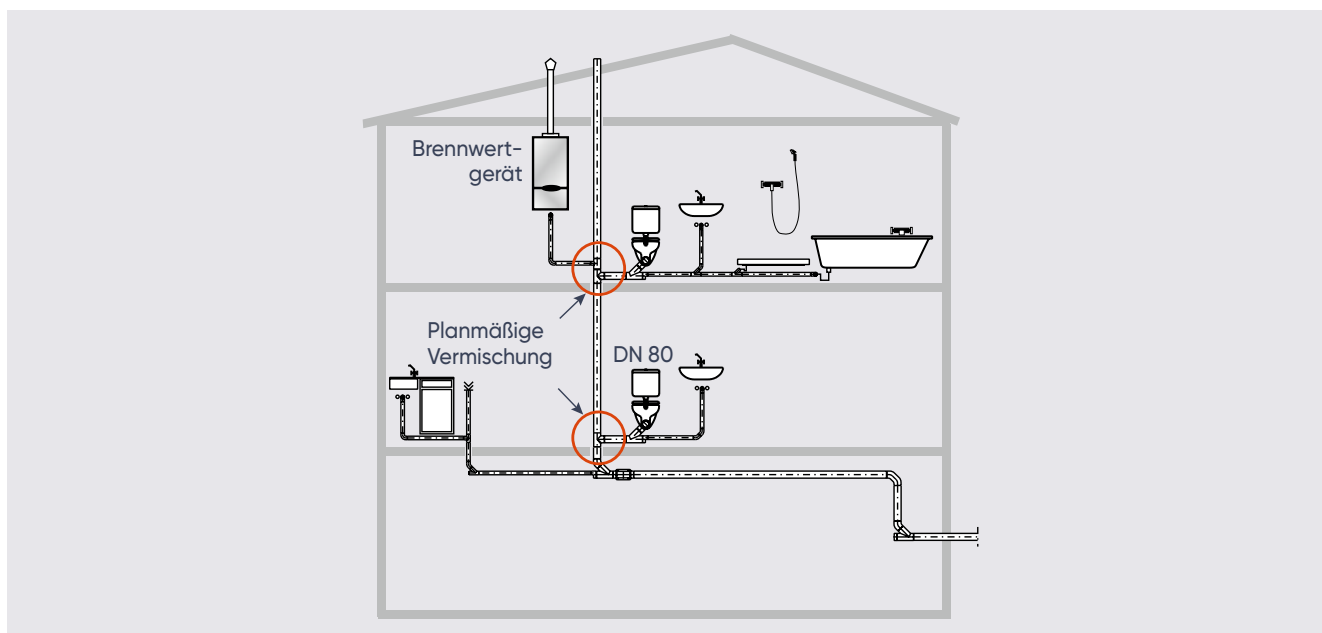
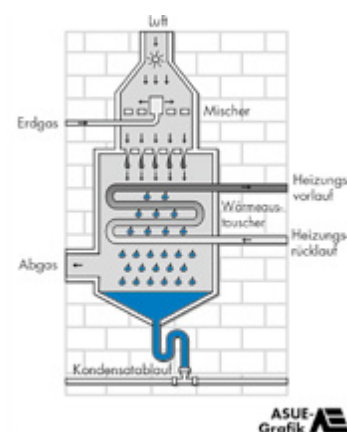


KONDENSATE AUS BRENNWERTFEUERSTÄTTEN

PAM GLOBAL® S Rohre aus Gusseisen nach DIN EN 877 sind grundsätzlich zur Ableitung des Kondensats aus Brennwertfeuerstätten geeignet, wenn in den Leitungen eine planmäßige Verdünnung durch andere Abwässer stattfindet (vgl. Fußnote C der Tabelle 1 in DIN 1986 Teil 4).

Die planmäßige Verdünnung liegt immer dann vor, wenn die Abwasserleitungen unter normalen Betriebs- bzw. Nutzungsbedingungen häusliche Abwässer ableiten. Das bedeutet, dass an der Abwasserleitung Entwässerungsgegenstände von Wohnungen (WC, Bad, Küche) oder andere regelmäßig genutzte Entwässerungsgegenstände, z. B. Abläufe mit dem Anschluss einer Waschmaschine in der Wohnung oder im Keller, angeschlossen sind.

Die im Tagesrhythmus unterbrochene Abwasserführung in der Abwasserleitung, z. B. eine zeitweilige Nichtnutzen der Entwässerungsgegenstände in der Nacht, kann hier wegen der hohen Pufferkapazität der häuslichen Abwässer und der sich unter Umständen in den Leitungen bildenden sogenannten „Sielhaut“ unberücksichtigt bleiben.



In Gewerbebetrieben kann analog verfahren werden, wenn das Verhältnis der Nennwärmebelastung der Brennwertanlage zur abgeleiteten Abwassermenge mit neutralem bis leicht basischem Charakter dem einer Anlage im Wohnungsbau entspricht.

Die planmäßige Verdünnung ist nicht gegeben bei Anschlüssen, die ausschließlich saure Abwässer (nicht neutralisiertes Kondensat) ableiten. Ebenso liegt keine planmäßige Verdünnung vor, wenn über die Abwasserleitung nur Bodenabläufe, z. B. in Keller- bzw. Heizungsräumen, entwässert werden, über die selten oder nur in Ausnahmefällen Abwässer eingeleitet werden. Dies trifft im Allgemeinen auf den Aufstellungsraum der Feuerungsanlage zu, wenn die Kondensateinleitung nicht mit einem anderen Ablaufanschluss, z. B. dem einer Waschmaschine, zusammengeführt wird. Wenig genutzte WC-Anlagen für eine untergeordnete Verwendung im Keller mit entsprechender Rückstausicherung oder Hebeanlage erfüllen ebenso wenig die Anforderungen an planmäßige Verdünnung.

3.1 Rund um den Einbau

Normative Grundlagen

DIN 1986-4 „Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke“

Verwendungsbereiche von Abwasserrohren und -formstücken verschiedener Werkstoffe.

DIN 1986-100 „Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke“

9.4 Kondensate: Für das Einleiten von Kondensaten aus Feuerungsanlagen ist das Arbeitsblatt DWA-A-251 zu berücksichtigen, sofern in den regionalen Entwässerungssatzungen nichts anderes festgelegt ist.

DIN EN 12056-1 „Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden“

4.5 Kondensate: Kondensate aus Feuerstätten dürfen nur in Teile der Entwässerungsanlage eingeleitet werden, die gegen Abwässer mit PH-Werten unter 6.5 beständig sind.

Arbeitsblatt DWA-A 251 „Kondensate aus Brennwertkesseln“

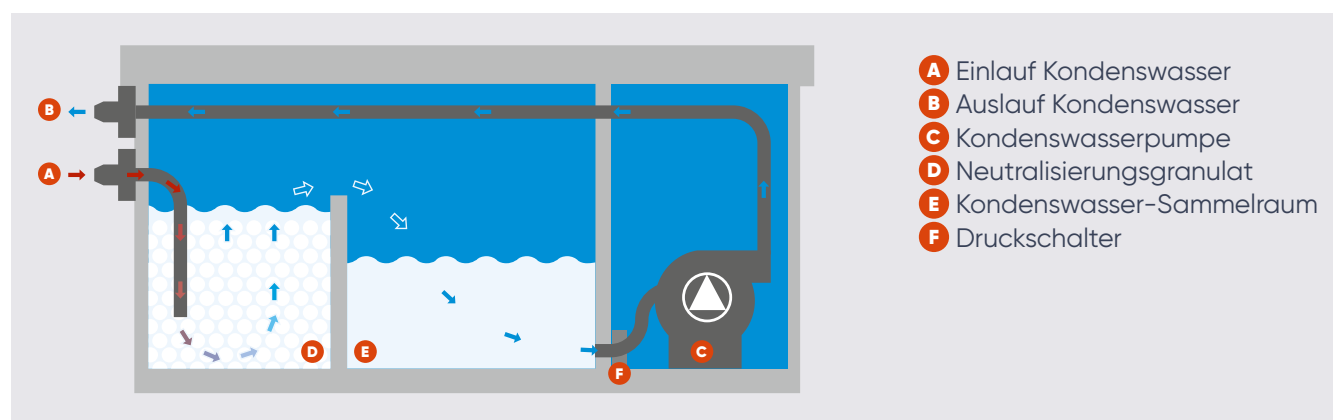
Zusätzlich sind die jeweils geltenden örtlichen Regelungen bei den zuständigen Genehmigungsbehörden zu erfragen und zu beachten.

Allgemein sind die Angaben der Hersteller von Hebeanlagen bezüglich der Zulässigkeit der Einleitung von nicht neutralisiertem Kondensat zu berücksichtigen, insbesondere bei Bodenabläufen mit integrierter Pumpe. Werkstoffe dürfen nicht angegriffen bzw. Werkstoffbestandteile – insbesondere Schwermetalle – nicht ausgelöst werden.

Neutralisation von Kondensaten aus Brennwertfeuerstätten

Die Neutralisationspflicht von Kondensaten wird in der DWA-A 251-Richtlinie geregelt: Bei Neutralisationen sollten grundsätzlich Abflussrohrsysteme eingesetzt werden, die eine Sonderbeschichtung aufweisen, z. B. PAM GLOBAL® Plus. Dies bezieht sich auf die Leitungsteile des Abflussrohrsystems zwischen der Kondensateinleitung und der nächsten ausreichenden Vermischungsstelle im Abwassersystem.

Nennwärmeleistung	Neutralisation bei Feuerungsanlagen/Motoren ohne Katalysator ist erforderlich bei:			
	Gas	Heizöl DIN 51603-1 [26] schwefelarm	Alternativbrennstoff DIN 51603-6 [26]	Heizöl DIN 51603-1 [26]
< 25 kW	nein 1, 2	nein 1, 2	nein 1, 2	ja
25 – 200 kW	nein 1, 2, 3	nein 1, 2, 3	nein 1, 2	ja
> 200 kW	ja	ja	ja	ja
Einschränkungen	Eine Neutralisation ist dennoch erforderlich: 1. bei Ableitung häuslicher Abwässer in Kleinkläranlagen 2. bei Gebäuden und Grundstücken, deren Entwässerungsleitungen die Materialanforderungen nach DWA-A 251 nicht erfüllen 3. bei Gebäuden, die die Bedingungen der ausreichenden Vermischung nach DWA-A 251 nicht erfüllen			



Neutralisationseinrichtung für Kondenswasser aus Gas-Brennwertkesseln mit Leistungen bis 850 kW (Werkbild: Buderus Heiztechnik GmbH)

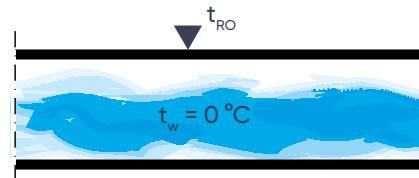
SCHWITZWASSER

Schwitzwasserverhalten im praktischen Betrieb und normative Grundlagen

Alle Rohroberflächentemperaturen t_{RO} liegen unterhalb der Taupunkttemperaturen, welche sich aus dem Normklima und der relativen Luftfeuchte ergeben. Auf allen Rohren bildet sich daher schon bei Normklima Schwitzwasser, weshalb diese isoliert werden müssen.

Hinweis zu Schmutzwasserleitungen

Bei der Ableitung von kaltem Wasser durch Schmutzwasserleitungen ist in der Regel keine Schwitzwasserbildung zu erwarten, da die Leitungsteile bedingt durch die Be- und Entlüftung aus dem Kanalbereich erwärmt werden. In Sonderfällen, z. B. Dauerläufer mit Kaltwasser-Klimaanlagen etc., kann ggf. eine Isolierung erforderlich sein.



Abwasserrohre DN 100	Kunststoff		Stahl	PAM-GLOBAL® S
	PP	PE		
Rohroberflächentemperatur t_{RO} (°C)	1,5	1,2	0,1	0,1
Abwassertemperatur t_w	0 °C			
Innere Wärmeübergangszahl α_i	1.000 W/m²K			
Äußere Wärmeübergangszahl α_o	5,8 W/m²K			
Raumtemperatur t_i	20 °C			

Klimadaten

Raumtemperatur T_i	Relative Feuchte P_i	Taupunkttemperatur t_{RS}
20 °C	50 %*	9,3*
25 °C	70 %	18,5

*Norm-Innenklima (vgl. DIN 4108)

Normative Grundlagen

DIN EN 12056-1 (Ausgabe 01/2001) 5.6.5 „Schwitzwasserbildung“

Entwässerungsanlagen müssen so ausgeführt werden, dass durch Schwitzwasserbildung weder an den Leitungen noch am Bauwerk Schäden entstehen können. In Gebäuden müssen Entwässerungsleitungen, die kaltes Wasser führen (z. B. Regenwasserleitungen), gegen Schwitzwasserbildung gedämmt werden, wenn die klimatischen Verhältnisse, die Temperaturen im Gebäude und die Luftfeuchtigkeit dies erforderlich machen.

DIN EN 12056-3 (Ausgabe 01/2001) 7.6 „Regenwasserleitungen“

Wo Schwitzwasserbildung Probleme bereiten kann, sind Regenwasserleitungen innerhalb von Gebäuden zu dämmen.

DIN 1986-100 (Ausgabe 09/2016) 6.3.2 „Schwitzwasserdämmung“

Innenliegende Regenwasserleitungen müssen gegen Schwitzwasser gedämmt werden, falls die Temperaturen im Gebäude und die Luftfeuchtigkeit dies erfordern.

3.2 Abflussvermögen

VON PAM GLOBAL® & ITINERO® ABFLUSSROHRSYSTEMEN

Anwendung

Für die Bemessung von Regenwasser- und Schmutzwasseranlagen können die Nennweiten unter Verwendung der Bemessungstabellen im Anhang der DIN 1986-100 ermittelt werden. Diese Tabellen stellen jedoch nur das Abflussvermögen des kleinstzulässigen Innendurchmessers der in DIN EN 12056 festgelegten Werte dar. Wenn spätestens während der Ausführungsplanung der Rohrwerkstoff bekannt ist, sollten für eine differenzierte Berechnung die spezifischen Abflussvermögen auf Basis des tatsächlichen Innendurchmessers des jeweiligen Abflussrohrsystems verwendet werden.

Beispiel Schmutzwasserleitung Füllgrad $h/d = 0,5$ mit Gefälle 1 cm/m

DN	PAM GLOBAL® Abflussrohre	DIN 1986-100, A3	Differenz
100	3,0 l/s	2,5 l/s	+20 %
125	5,3 l/s	3,9 l/s	+36 %
150	8,5 l/s	7,7 l/s	+10 %

Die Tabellen auf den folgenden Seiten geben die genauen Werte der PAM GLOBAL® sowie ITINERO® Abflussrohrsysteme für die Füllungsgrade 50 %, 70 % und 100 % wieder.

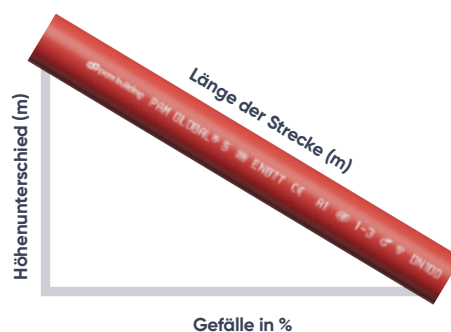


Bemessung von Regenwasser – Fallleitungen mit einem Füllungsgrad von $f = 0,33$ nach DIN 1986-100 14.2.72 | s. S. 197

Gefälle berechnen:

$$\text{Gefälle in \%} = \frac{\text{Höhenunterschied}}{\text{Länge der Strecke}} \cdot 100$$

(Gefälle in % siehe auch „J“ in cm/m in den nachfolgenden Tabellen)





Füllungsgrad 50 % ($h/d_i = 0,5$)

	DN 50			DN 80			DN 100			DN 125			DN 150			DN 200			DN 250			DN 300			DN 400			DN 500			DN 600		
J cm/m	$d_i = 51$			$d_i = 75$			$d_i = 103$			$d_i = 127$			$d_i = 152$			$d_i = 200$			$d_i = 263$			$d_i = 314$			$d_i = 416,4$			$d_i = 518$			$d_i = 620$		
	Q l/s	v m/s		Q l/s	v m/s		Q l/s	v m/s		Q l/s	v m/s		Q l/s	v m/s		Q l/s	v m/s		Q l/s	v m/s		Q l/s	v m/s		Q l/s	v m/s		Q l/s	v m/s		Q l/s	v m/s	
0,5	0,3	0,3		0,9	0,4		2,1	0,5		3,7	0,6		6,0	0,7		12,5	0,8		25,8	1,0		41,3	1,1		87,1	1,3		154,9	1,5		248,3	1,6	
0,6	0,4	0,3		1,0	0,4		2,3	0,6		4,1	0,6		6,6	0,7		13,7	0,9		28,3	1,0		45,3	1,2		95,4	1,4		169,8	1,6		272,2	1,8	
0,7	0,4	0,4		1,1	0,5		2,5	0,6		4,4	0,7		7,1	0,8		14,8	0,9		30,6	1,1		48,9	1,3		103,1	1,5		183,5	1,7		294,1	2,0	
0,8	0,4	0,4		1,1	0,5		2,7	0,6		4,7	0,7		7,6	0,8		15,8	1,0		32,7	1,2		52,3	1,4		110,3	1,6		196,2	1,9		314,5	2,1	
0,9	0,4	0,4		1,2	0,6		2,9	0,7		5,0	0,8		8,1	0,9		16,8	1,1		34,7	1,3		55,5	1,4		117,0	1,7		208,2	2,0		333,7	2,2	
1,0	0,5	0,5		1,3	0,6		3,0	0,7		5,3	0,8		8,5	0,9		17,7	1,1		36,6	1,3		58,5	1,5		123,4	1,8		219,5	2,1		351,8	2,3	
1,1	0,5	0,5		1,4	0,6		3,2	0,8		5,5	0,9		8,9	1,0		18,6	1,2		38,4	1,4		61,4	1,6		129,5	1,9		230,3	2,2		369,1	2,4	
1,2	0,5	0,5		1,4	0,6		3,3	0,8		5,8	0,9		9,4	1,0		19,4	1,2		40,1	1,5		64,2	1,7		135,3	2,0		240,6	2,3		385,5	2,6	
1,3	0,5	0,5		1,5	0,7		3,4	0,8		6,0	1,0		9,7	1,1		20,2	1,3		41,8	1,5		66,8	1,7		140,8	2,1		250,4	2,4		401,3	2,7	
1,4	0,5	0,5		1,5	0,7		3,6	0,9		6,3	1,0		10,1	1,1		21,0	1,3		43,4	1,6		69,3	1,8		146,2	2,1		259,9	2,5		416,6	2,8	
1,5	0,6	0,5		1,6	0,7		3,7	0,9		6,5	1,0		10,5	1,2		21,7	1,4		44,9	1,7		71,8	1,9		151,3	2,2		269,1	2,6		431,2	2,9	
1,6	0,6	0,6		1,6	0,7		3,8	0,9		6,7	1,1		10,8	1,2		22,4	1,4		46,4	1,7		74,1	1,9		156,3	2,3		278,0	2,6		445,4	3,0	
1,7	0,6	0,6		1,7	0,8		3,9	0,9		6,9	1,1		11,1	1,2		23,1	1,5		47,8	1,8		76,4	2,0		161,1	2,4		286,5	2,7		459,2	3,0	
1,8	0,6	0,6		1,7	0,8		4,1	1,0		7,1	1,1		11,5	1,3		23,8	1,5		49,2	1,8		78,7	2,0		165,8	2,4		294,9	2,8		472,5	3,1	
1,9	0,6	0,6		1,8	0,8		4,2	1,0		7,3	1,2		11,8	1,3		24,5	1,6		50,6	1,9		80,8	2,1		170,4	2,5		303,0	2,9		485,5	3,2	
2,0	0,6	0,6		1,8	0,8		4,3	1,0		7,5	1,2		12,1	1,3		25,1	1,6		51,9	1,9		82,9	2,1		174,8	2,6		310,9	3,0		498,2	3,3	
2,5	0,7	0,7		2,0	0,9		4,8	1,2		8,4	1,3		13,5	1,5		28,1	1,8		58,0	2,1		92,8	2,4		195,5	2,9		347,7	3,3		557,2	3,7	
3,0	0,8	0,8		2,2	1,0		5,3	1,3		9,2	1,5		14,8	1,6		30,8	2,0		63,6	2,3		101,7	2,6		214,3	3,1		381,0	3,6		610,5	4,0	
3,5	0,9	0,8		2,4	1,1		5,7	1,4		9,9	1,6		16,0	1,8		33,3	2,1		68,7	2,5		109,9	2,8		231,5	3,4		411,6	3,9		659,5	4,4	
4,0	0,9	0,9		2,6	1,2		6,1	1,5		10,6	1,7		17,1	1,9		35,6	2,3		73,5	2,7		117,5	3,0		247,5	3,6		440,1	4,2		705,2	4,7	
4,5	1,0	1,0		2,8	1,2		6,4	1,5		11,3	1,8		18,2	2,0		37,7	2,4		78,0	2,9		124,6	3,2		262,5	3,9		466,9	4,4		748,1	5,0	
5,0	1,0	1,0		2,9	1,3		6,8	1,6		11,9	1,9		19,2	2,1		39,8	2,5		82,2	3,0		131,4	3,4		276,8	4,1		492,2	4,7		788,6	5,2	

d_i = Innendurchmesser
 J = Gefälle
 Q = Volumenstrom
 v = Fließgeschwindigkeit

3.2 Abflussvermögen



Füllungsgrad 70 % ($h/d_i = 0,7$)

	DN 50		DN 80		DN 100		DN 125		DN 150		DN 200		DN 250		DN 300		DN 400		DN 500		DN 600	
J	$d_i = 51$		$d_i = 75$		$d_i = 103$		$d_i = 127$		$d_i = 152$		$d_i = 200$		$d_i = 263$		$d_i = 314$		$d_i = 416,4$		$d_i = 518$		$d_i = 620$	
cm/m	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v
	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s
0,5	0,5	0,4	1,5	0,5	3,6	0,6	6,2	0,7	10,1	0,7	20,8	0,9	43,1	1,1	68,9	1,2	145,1	1,4	258,0	1,6	413,3	1,8
0,6	0,6	0,4	1,7	0,5	3,9	0,6	6,8	0,7	11,0	0,8	22,9	1,0	47,2	1,2	75,5	1,3	159,1	1,6	282,8	1,8	453,0	2,0
0,7	0,6	0,4	1,8	0,5	4,2	0,7	7,4	0,8	11,9	0,9	24,7	1,1	51,1	1,3	81,6	1,4	171,9	1,7	305,6	1,9	489,5	2,2
0,8	0,7	0,4	1,9	0,6	4,5	0,7	7,9	0,8	12,7	0,9	26,4	1,1	54,6	1,3	87,3	1,5	183,8	1,8	326,8	2,1	523,4	2,3
0,9	0,7	0,5	2,1	0,6	4,8	0,8	8,4	0,9	13,5	1,0	28,1	1,2	58,0	1,4	92,6	1,6	195,1	1,9	346,7	2,2	555,3	2,5
1,0	0,8	0,5	2,2	0,7	5,1	0,8	8,8	0,9	14,3	1,1	29,6	1,3	61,1	1,5	97,6	1,7	205,7	2,0	365,5	2,3	585,5	2,6
1,1	0,8	0,5	2,3	0,7	5,3	0,9	9,3	1,0	15,0	1,1	31,0	1,3	64,1	1,6	102,4	1,8	215,7	2,1	383,4	2,4	614,2	2,7
1,2	0,8	0,6	2,4	0,7	5,5	0,9	9,7	1,0	15,6	1,2	32,4	1,4	67,0	1,6	107,0	1,8	225,4	2,2	400,6	2,5	641,6	2,8
1,3	0,9	0,6	2,5	0,7	5,8	0,9	10,1	1,1	16,3	1,2	33,8	1,4	69,7	1,7	111,4	1,9	234,6	2,3	417,0	2,6	667,9	3,0
1,4	0,9	0,6	2,6	0,8	6,0	1,0	10,5	1,1	16,9	1,2	35,0	1,5	72,4	1,8	115,6	2,0	243,5	2,4	432,8	2,7	693,2	3,1
1,5	0,9	0,6	2,7	0,8	6,2	1,0	10,9	1,1	17,5	1,3	36,3	1,5	74,9	1,8	119,7	2,1	252,1	2,5	448,0	2,8	717,6	3,2
1,6	1,0	0,6	2,7	0,8	6,4	1,0	11,2	1,2	18,1	1,3	37,5	1,6	77,4	1,9	123,7	2,1	260,4	2,6	462,8	2,9	741,2	3,3
1,7	1,0	0,7	2,8	0,9	6,6	1,1	11,6	1,2	18,6	1,4	38,6	1,6	79,8	2,0	127,5	2,2	268,5	2,6	477,1	3,0	764,1	3,4
1,8	1,0	0,7	2,9	0,9	6,8	1,1	11,9	1,3	19,2	1,4	39,8	1,7	82,1	2,0	131,2	2,3	276,3	2,4	491,0	3,1	786,3	3,5
1,9	1,1	0,7	3,0	0,9	7,0	1,1	12,2	1,3	19,7	1,5	40,9	1,7	84,4	2,1	134,8	2,3	283,9	2,8	504,5	3,2	807,9	3,6
2,0	1,1	0,7	3,1	0,9	7,2	1,2	12,5	1,3	20,2	1,5	41,9	1,8	86,6	2,1	138,3	2,4	291,3	2,9	517,6	3,3	829,0	3,7
2,5	1,2	0,8	3,4	1,0	8,0	1,3	14,0	1,5	22,6	1,7	46,9	2,0	96,9	2,4	154,7	2,7	325,8	3,2	578,9	3,7	927,1	4,1
3,0	1,3	0,9	3,8	1,1	8,8	1,4	15,4	1,6	24,8	1,8	51,4	2,2	106,1	2,6	169,6	2,9	357,0	3,5	634,3	4,0	1015,8	4,5
3,5	1,4	0,9	4,1	1,2	9,5	1,5	16,6	1,8	26,8	2,0	55,5	2,4	114,7	2,8	193,2	3,2	385,7	3,8	685,3	4,3	1097,4	4,9
4,0	1,5	1,0	4,4	1,3	10,2	1,6	17,8	1,9	28,7	2,1	59,4	2,5	122,6	3,0	195,9	3,4	412,4	4,0	732,7	4,6	1173,3	5,2
4,5	1,6	1,1	4,6	1,4	10,8	1,7	18,9	2,0	30,4	2,2	63,0	2,7	130,1	3,2	207,8	3,6	437,4	4,3	777,2	4,9	1244,6	5,5
5,0	1,7	1,1	4,9	1,5	11,4	1,8	19,9	2,1	32,1	2,4	66,4	2,8	137,2	3,4	219,1	3,8	461,2	4,5	819,4	5,2	1312,1	5,8

d_i = Innendurchmesser
 J = Gefälle
 Q = Volumenstrom
 v = Fließgeschwindigkeit



Füllungsgrad 100 % ($h/d_i = 1,0$)

	DN 50		DN 80		DN 100		DN 125		DN 150		DN 200		DN 250		DN 300		DN 400		DN 500		DN 600	
J cm/m	$d_i = 51$		$d_i = 75$		$d_i = 103$		$d_i = 127$		$d_i = 152$		$d_i = 200$		$d_i = 263$		$d_i = 314$		$d_i = 416,4$		$d_i = 518$		$d_i = 620$	
	Q l/s	v m/s	Q l/s	v m/s	Q l/s	v m/s	Q l/s	v m/s	Q l/s	v m/s	Q l/s	v m/s	Q l/s	v m/s	Q l/s	v m/s	Q l/s	v m/s	Q l/s	v m/s	Q l/s	v m/s
0,5	0,6	0,3	1,8	0,4	4,2	0,5	7,4	0,6	12,0	0,7	24,9	0,8	51,6	1,0	82,6	1,1	174,1	1,3	309,8	1,5	496,6	1,6
0,6	0,7	0,3	2,0	0,4	4,7	0,6	8,2	0,6	13,02	0,7	27,4	0,9	56,6	1,0	90,5	1,2	190,9	1,4	339,6	1,6	544,3	1,8
0,7	0,8	0,4	2,1	0,5	5,0	0,6	8,8	0,7	14,2	0,8	29,6	0,9	61,2	1,1	97,8	1,3	206,3	1,5	367,0	1,7	588,2	2,0
0,8	0,8	0,4	2,3	0,5	5,4	0,6	9,4	0,7	15,2	0,8	31,6	1,0	65,4	1,2	104,6	1,4	220,6	1,6	392,5	1,9	629,0	2,1
0,9	0,9	0,4	2,4	0,6	5,7	0,7	10,0	0,8	16,2	0,9	33,6	1,1	69,4	1,3	111,0	1,4	234,1	1,7	416,4	2,0	667,4	2,2
1,0	0,9	0,4	2,6	0,6	6,0	0,7	10,6	0,8	17,1	0,9	35,4	1,1	73,2	1,3	117,1	1,5	246,8	1,8	439,0	2,1	703,6	2,3
1,1	1,0	0,5	2,7	0,6	6,3	0,8	11,1	0,9	17,9	1,0	37,1	1,2	76,8	1,4	122,8	1,6	258,9	1,9	460,6	2,2	738,1	2,4
1,2	1,0	0,5	2,8	0,6	6,6	0,8	11,6	0,9	18,7	1,0	38,8	1,2	80,3	1,5	128,3	1,7	270,5	2,0	481,1	2,3	771,1	2,6
1,3	1,0	0,5	2,9	0,7	6,9	0,8	12,1	1,0	19,5	1,1	40,4	1,3	83,6	1,5	133,6	1,7	281,6	2,1	500,9	2,4	802,7	2,7
1,4	1,1	0,5	3,1	0,7	7,2	0,9	12,5	1,0	20,2	1,1	41,9	1,3	86,7	1,6	138,7	1,8	292,3	2,1	519,9	2,5	833,1	2,8
1,5	1,1	0,5	3,2	0,7	7,4	0,9	13,0	1,0	20,9	1,2	43,4	1,4	89,8	1,7	143,6	1,9	302,6	2,2	538,2	2,6	862,5	2,9
1,6	1,2	0,6	3,3	0,7	7,7	0,9	13,4	1,1	21,6	1,2	44,9	1,4	92,8	1,7	148,3	1,9	312,6	2,3	555,9	2,6	890,9	3,0
1,7	1,2	0,6	3,4	0,8	7,9	0,9	13,8	1,1	22,3	1,2	46,3	1,5	95,6	1,8	152,9	2,0	322,3	2,4	573,1	2,7	918,4	3,0
1,8	1,2	0,6	3,5	0,8	8,1	1,0	14,2	1,1	22,9	1,3	47,6	1,5	98,4	1,8	157,3	2,0	331,6	2,4	589,8	2,8	945,1	3,1
1,9	1,3	0,6	3,6	0,8	8,3	1,0	14,6	1,2	23,6	1,3	48,9	1,6	101,1	1,9	161,7	2,1	340,8	2,5	606,0	2,9	971,1	3,2
2,0	1,3	0,6	3,7	0,8	8,6	1,0	15,0	1,2	24,2	1,3	50,2	1,6	103,8	1,9	165,9	2,1	349,7	2,6	621,8	3,0	996,4	3,3
2,5	1,5	0,7	4,1	0,9	9,6	1,2	16,8	1,3	27,1	1,5	56,2	1,8	116,1	2,1	185,6	2,4	391,1	2,9	695,4	3,3	1114,3	3,7
3,0	1,6	0,8	4,5	1,0	10,5	1,3	18,4	1,5	29,7	1,6	61,6	2,0	127,2	2,3	203,3	2,6	428,6	3,1	762,0	3,6	1221,0	4,0
3,5	1,7	0,8	4,9	1,1	11,4	1,4	19,9	1,6	32,1	1,8	66,5	2,1	137,5	2,5	219,7	2,8	463,0	3,4	823,2	3,9	1319,1	4,4
4,0	1,8	0,9	5,2	1,2	12,1	1,5	21,2	1,7	34,3	1,9	71,1	2,3	147,0	2,7	234,9	3,0	495,1	3,6	880,2	4,2	1410,4	4,7
4,5	2,0	1,0	5,5	1,2	12,9	1,5	22,5	1,8	36,4	2,0	75,5	2,4	155,9	2,9	249,2	3,2	525,2	3,9	933,8	4,4	1496,1	5,0
5,0	2,1	1,0	5,8	1,3	13,6	1,6	23,8	1,9	38,4	2,1	79,6	2,5	164,4	3,0	262,8	3,4	553,7	4,1	984,4	4,7	1577,2	5,2

d_i = Innendurchmesser
J = Gefälle
Q = Volumenstrom
v = Fließgeschwindigkeit