

Schmutzwasserleitungen in Hochhäusern

# Druckausgleich im Fallrohr

Zur einwandfreien Funktion einer Entwässerungsanlage ist deren Be- und Entlüftung von entscheidender Bedeutung. Damit Druckunterschiede im System abgebaut und Kanalgase ins Freie abgeführt werden, sind Schmutzwasser-Falleitungen in Hochhäusern mindestens mit einer Hauptlüftung zu versehen. Im folgenden Fachbeitrag erläutert der Autor an Beispielen wie Falleitungen zu konstruieren sind, um funktionssichere Strömungsverhältnisse zu erreichen.

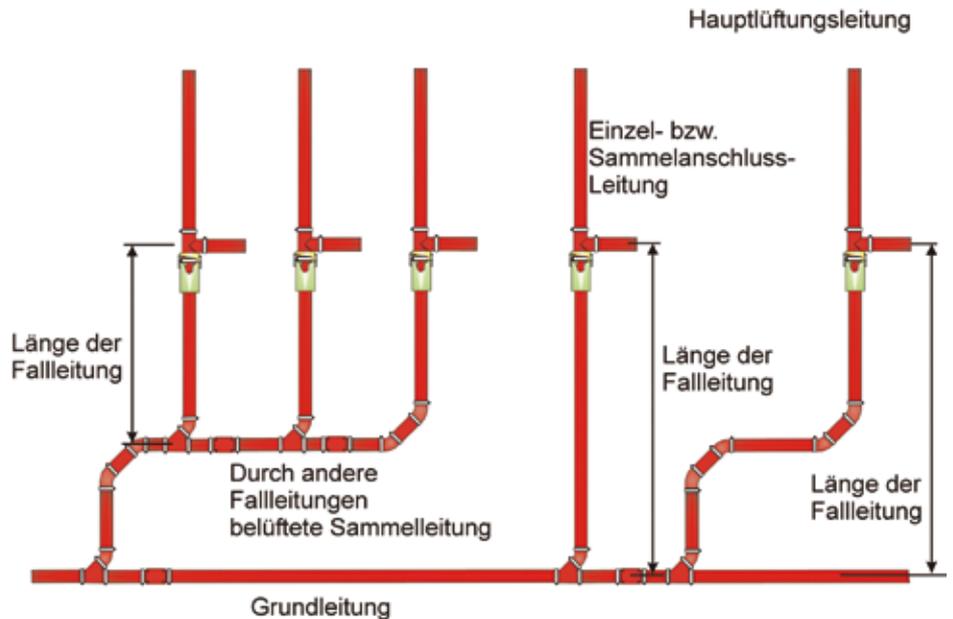


Bild 1 „Bezüge für die Ermittlung der Falleitungslänge“ aus DIN-Kommentar

Hochhäuser sind nach dem deutschen Baurecht Gebäude, bei denen der Fußboden eines Aufenthaltsraumes mehr als 22 m über der festgelegten Geländeoberfläche liegt. Die besonderen Anforderungen an Hochhäuser sind in den Hochhaus-Richtlinien (HHR) der einzelnen Bundesländer geregelt. Entwässerungsanlagen von Hochhäusern müssen gemäß der Euro-norm DIN EN 12 056 „Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden“, Ausgabe Januar 2001 sowie der deutschen Restnorm DIN 1986-100 „Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke“, Ausgabe März 2002 geplant und ausgeführt werden.

## Ermittlung der Falleitungslänge und Druckverlauf

Die Falleitungslänge ist das vertikale Längenmaß zwischen dem höchstgelegenen Anschluss-Abzweig und der Umlenkung der Falleitung in eine liegende Grund- oder Sammelleitung. Bei der Ermittlung der Leitungslänge werden also nur die benetzten senkrechten Leitungsteile berücksichtigt. Verzierungen innerhalb von Falleitungen bleiben unberücksichtigt (Bild 1). Falleitungen haben wie die liegenden Abwasserleitungen Be- und Entlüftungsaufgaben zu

erfüllen. Auch bei ihnen geht man unter Belastung von einer Teilfüllung aus, wobei sich die Wasser-Luftbereiche nicht so klar definieren lassen wie bei liegenden Leitungen. Entsprechende Dimensionierung und konstruktive Maßnahmen sollen die ungehinderte Luftführung gewährleisten. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, sind Schmutzwasser-Falleitungen in Hochhäusern mindestens mit Hauptlüftung zu versehen. Des Weiteren stellt sich die Frage wie eine Falleitung mit Hauptlüftung konstruiert werden muss um funktionssichere Strömungsverhältnisse zu erreichen. Durch die Wechselwirkungen von Abwasser und Luft ergeben sich innerhalb von Falleitungen Druckschwankungen (Bild 2). Die Grenzen für die maximalen Druckschwankungen sind durch die Geruchverschlusshöhe (H) gemäß DIN EN 12 056-2, Abschnitt 5.4 vorgegeben, die bei Schmutzwasserabläufen nicht weniger als 50 mm betragen darf. Nach DIN 1986-100, Abschnitt 8.3 darf der durch den Abflussvorgang verursachte Sperrwasserverlust die Geruchverschlusshöhe um nicht mehr als 25 mm reduzieren. Das Sperrwasser darf weder durch Unterdruck abgesaugt noch durch Überdruck herausgedrückt werden. Die Einlaufverhältnisse der Anschlussleitung an die Falleitung ist für die Druckverteilung von besonderer Bedeutung. Hydraulisch

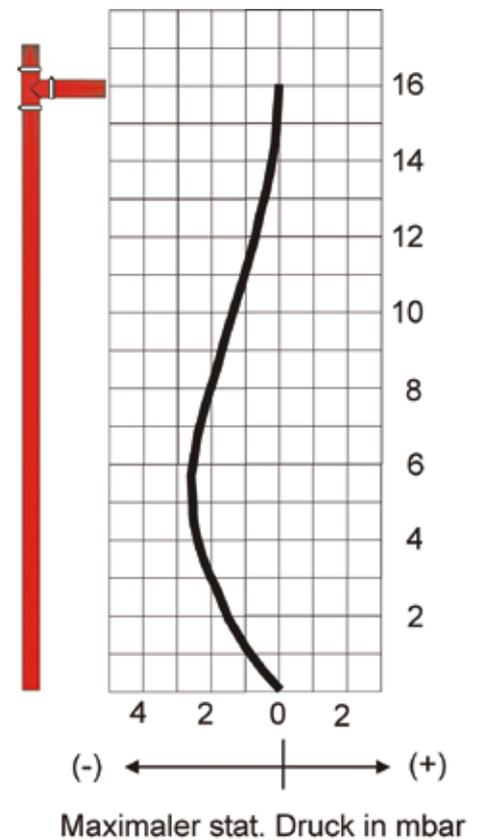
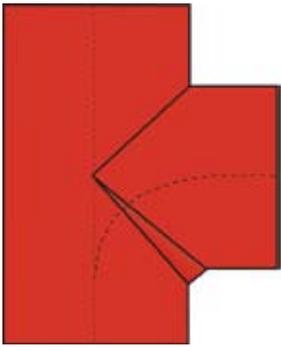


Bild 2 Druckverlauf in einer Schmutzwasser-Falleitung



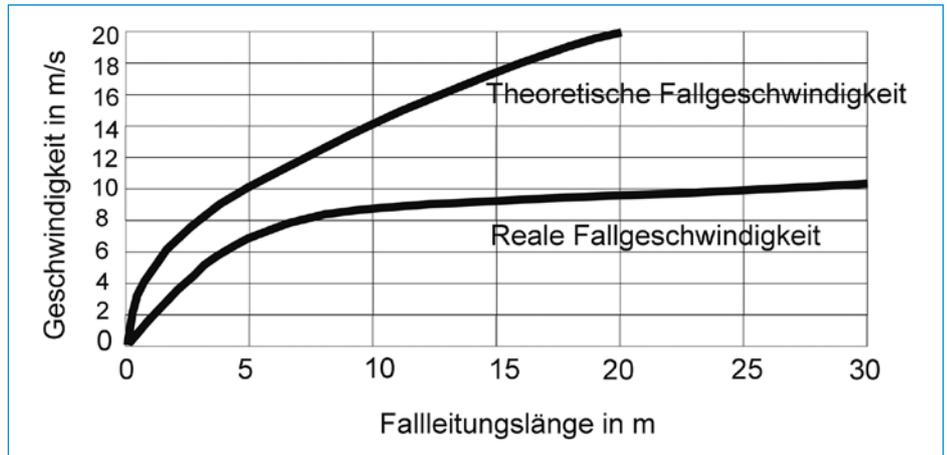
**Bild 3** 87° Anschluss-Abzweige sind strömungstechnisch ungünstiger als Abzweige mit 45° Einlaufwinkel

lich ungünstige Abzweige können bei hoher Belastung zum vollständigen Abschluss der Fallleitung führen. So können gemäß DIN EN 12056 Fallleitungen mit hydraulisch günstigen Abzweigen um 30 % höher belastet werden als solche mit herkömmlichen Abzweigen (Bild 3). Bei Untersuchungen wurde festgestellt, dass erhebliche Luftvolumenströme zur Funktion einer Fallleitung erforderlich sind. So werden zum Beispiel bei einer Fallleitung DN 100 bei einer Abwasserbelastung von 100 l/min insgesamt 2340 l/min Luft mitgeführt. Bei der Vielzahl an verschiedensten Einflussgrößen kann die mögliche Belastbarkeit von Fallleitungen nur experimentell bestimmt werden. Zur Optimierung der Funktion werden folgende konstruktive Maßnahmen empfohlen:

- Einbau von strömungsgünstigen Abzweigen, zum Beispiel mit 45 Grad Einlaufwinkel.
- Um die Strömungsverluste bei der Luftströmung so gering wie möglich zu halten sollen Lüftungsleitungen möglichst kurz und gradlinig verlaufen.
- Die Luftströmung in die Fallleitung sollte nicht durch Dunsthauben behindert werden.

### Fallgeschwindigkeit des Abwassers in der Fallleitung

Durch den Widerstand der Luftsäule im Rohr und der Reibung an den Rohrwandungen erfolgt eine entsprechende Bremsung. Messungen haben ergeben, dass sich die Fallbeschleunigung und die Bremswirkung durch die Luftsäule sowie die Rohrreibung nach ca. 15 m aufheben, und die Geschwindigkeit in der Größenordnung von ca. 10 m/s nimmt nicht mehr wesentlich zu (Bild 4). Fallbremsen in Fallleitungen von Hochhäusern in Form von zusätzlichen Leitungsverzügen sind somit überflüssig.



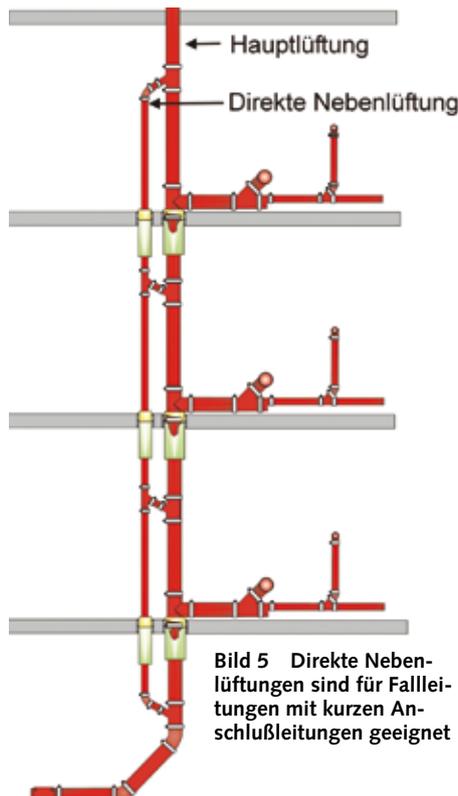
**Bild 4** Theoretische und reale Fallgeschwindigkeit in Fallleitungen

### Wahl des Lüftungssystems

Bei Hochhäusern wird es zunehmend schwieriger, den Druckschwankungen in Schmutzwasser-Fallleitungen ausschließlich mit der Hauptlüftung zu begegnen. Die Ursachen sind in den höheren Belastungen und den größeren Endgeschwindigkeiten zu suchen. Zur Erhöhung der Funktionssicherheit und Belastbarkeit von Schmutzwasser-Fallleitungen in Hochhäusern sind folgende Lüftungssysteme einsetzbar:

- Direkte Nebenlüftung

Bei der direkten Nebenlüftung (Bild 5) wird die Fallleitung durch eine parallel verlaufende Leitung von ihren Lüftungsaufgaben entlastet. Die Abflussleistung kann gegenüber dem

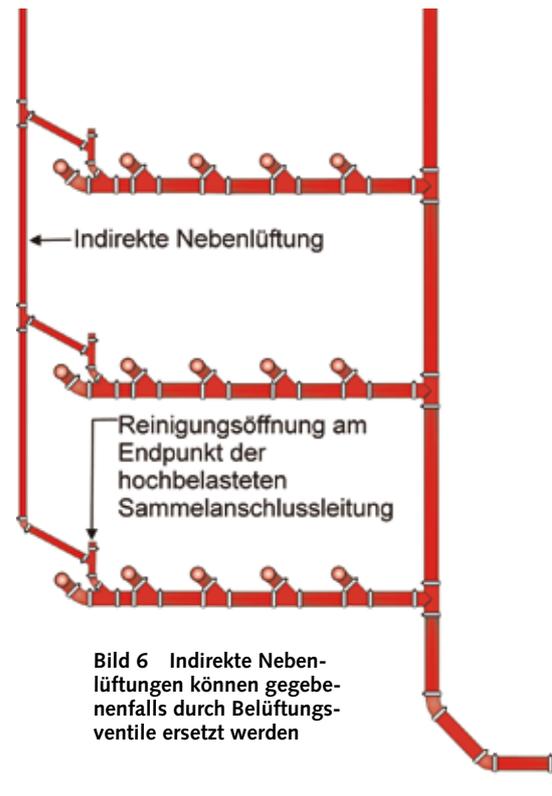


**Bild 5** Direkte Nebenlüftungen sind für Fallleitungen mit kurzen Anschlussleitungen geeignet

Hauptlüftungssystem wesentlich gesteigert werden. Diese Lüftungsmaßnahme ist geeignet für Fallleitungen mit kurzen Einzel- bzw. Sammelanschlussleitungen (fallleitungsorientierte Systeme).

- Indirekte Nebenlüftung

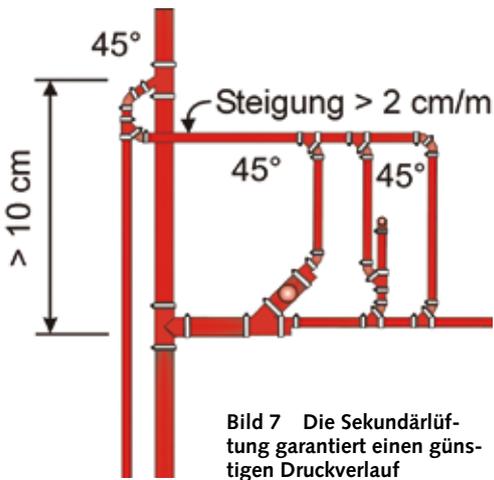
Die indirekte Nebenlüftung (Bild 6) ist im Ansatz bereits gegeben, wenn lange Sammelanschlussleitungen vorhanden sind (sammelleitungsorientierte Systeme). Die maximale Abflussleistung ist wesentlich höher als beim Hauptlüftungssystem. Die Nebenlüftungsleitungen können gemäß DIN 1986-100 durch Belüftungsventile ersetzt werden. Zur höheren Funktionssicherheit sollten Nebenlüftungsleitungen zur Be- und Entlüftung bevorzugt werden.



**Bild 6** Indirekte Nebenlüftungen können gegebenenfalls durch Belüftungsventile ersetzt werden

- Sekundärlüftung

Die Sekundärlüftung (Bild 7) setzt sich zusammen aus direkter Nebenlüftung der Fallleitung und der Umlüftung jeder Anschlussleitung an die direkte Nebenlüftung. Durch diese Maßnahmen garantiert das System einen günstigen Druckverlauf und eine Mehrbelastung gegenüber Fallleitungen mit Hauptlüftung. Der erforderliche Mehraufwand bei der Installation dieses Systems lässt sich jedoch in der Praxis kaum rechtfertigen, zumal mit den anderen Lüftungssystemen dem Konstrukteur ausreichende Lösungsmöglichkeiten zur Verfügung stehen.



- Sovent-Mischformstück

Bei der Konstruktion dieses speziellen Formstückes (Bild 8) wurden die hydraulischen Verhältnisse in der Fallleitung konsequent berücksichtigt. Das Ergebnis ist im Prinzip eine Fallleitungsstruktur mit Hauptlüftung, die jedoch einen ähnlichen Druckverlauf wie eine Fallleitung mit Sekundärlüftung aufweist. Erreicht wird dieses strömungsgünstige Verhalten durch:



**Bild 8** Bemessung und Montage der Sovent-Mischformstücke sollte nur nach Angaben des Herstellers erfolgen

- Abbremsen der Strömung in jedem Geschoss. Damit wird die angesaugte Luftmenge um etwa die Hälfte verringert. Weniger mitgeführte Luft verringert auch den

Druckanstieg im Umlenkungsbereich einer Fallleitung durch Komprimierung nicht abströmender Luft.

- Vermeiden hydraulischer Abschlüsse in der Fallleitung durch die Zusammenführung der Wassermengen aus der liegenden Leitung und der Fallströmung nach einer Beschleunigungsstrecke für die zusammenlaufende Wassermenge. Bemessung und Montage der Sovent-Mischformstücke sollte nur nach Angaben des Herstellers sowie der entsprechenden Prüfzeugnisse erfolgen.

## Bemessung von Schmutzwasser-Fallleitungen

Schmutzwasser-Fallleitungen mit Hauptlüftung werden gemäß DIN EN 12056-2, Tabelle 11 (Bild 9) bemessen. Gegenüber der alten Dimensionierung nach DIN 1986-2 wird zwischen herkömmlichen Abzweigen und strömungsgünstigen Abzweigen unterschieden. Beim Einbau von strömungsgünstigen Abzweigen (Abzweige mit Innenradius bzw. 45° Einlaufwinkel)

kann die jeweilige Fallleitung um 30 % höher belastet werden als bei herkömmlichen Abzweigen. Schmutzwasser-Fallleitungen mit Nebenlüftung (direkte oder indirekte Nebenlüftung) werden gemäß DIN EN 12056-2, Tabelle 12 (Bild 10) bemessen. Beim Einbau von strömungsgünstigen Abzweigen (Abzweige mit Innenradius bzw. 45° Einlaufwinkel) kann die jeweilige Fallleitung um 30 % höher belastet werden als bei herkömmlichen Abzweigen.

## Bemessung der Lüftungsleitungen

Einzel-Hauptlüftungsleitungen sind gemäß DIN 1986-100, Abschnitt 8.3.6.1 mit der Nennweite der zugehörigen Fallleitung auszuführen. Der Querschnitt einer Sammel-Hauptlüftung muss nach DIN 1986-100, Abschnitt 8.3.6.2 mindestens so groß sein wie die Hälfte der Summe der Einzelquerschnitte der Einzel-Hauptlüftungen. Die Nennweite der Sammel-Hauptlüftung muss jedoch mindestens eine Nennweite größer als die größte Nennweite der zugehörigen Einzel-Hauptlüf-

Schmutzwasser-Fallleitung mit Hauptlüftung	System I, II, IV $Q_{max}$ (l/s)	
	Abzweige	Abzweige mit Innenradius
DN 60	0,5	0,7
70	1,5	2
80*	2	2,6
90	2,7	3,5
100**	4	5,2
125	5,8	7,6
150	9,5	12,4
200	16	21

\* Mindestnennweite bei Anschluss von Klosetts an System II

\*\* Mindestnennweite bei Anschluss von Klosetts an System I, III, IV

**Bild 9** Tabelle 11 aus DIN EN 12056-2

Schmutzwasser-Fallleitung mit Hauptlüftung	Nebenlüftung DN	System I, II, III, IV $Q_{max}$ (l/s)	
		Abzweige	Abzweige mit Innenradius
DN 60	50	0,7	0,9
70	50	2	2,6
80	50	2,6	3,4
90	50	3,5	4,6
100	50	5,6	7,3
125	70	12,4	10
150	80	14,1	18,3
200	100	21	27,3

\* Mindestnennweite bei Anschluss von Klosetts an System II

\*\* Mindestnennweite bei Anschluss von Klosetts an System I, III, IV

**Bild 10** Tabelle 12 aus DIN EN 12056-2

tung sein. Die Nennweiten von Nebenlüftungsleitungen (direkte bzw. indirekte Nebenlüftung) sind Bild 10 zu entnehmen. Beim Sovent-System ist die Lüftungsleitung mit der Nennweite der zugehörigen Falleitung auszuführen.

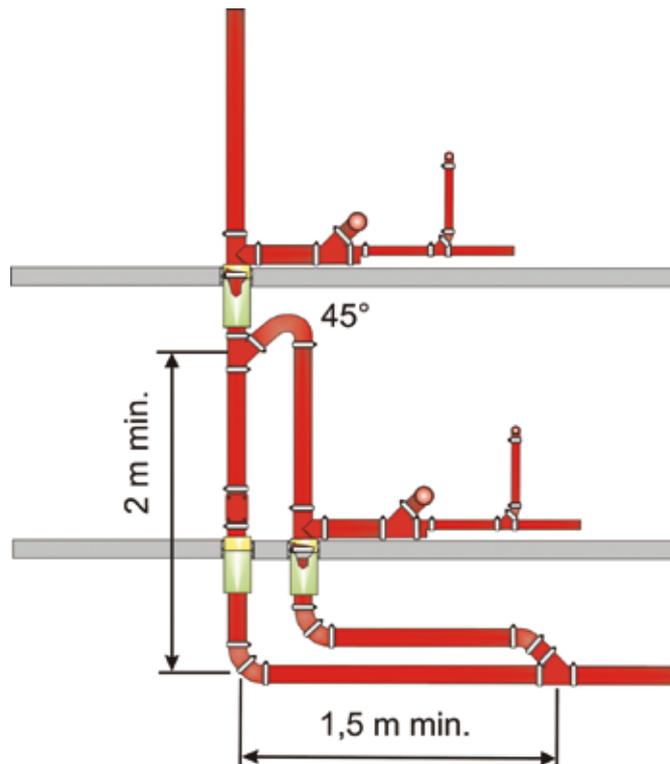
## Leitungsverziehungen bei Falleitungen über 22 m

Neben den Einlaufverhältnissen der Anschlussleitungen an die Falleitung sind die Umlenkungen der Abwasserströme von entscheidender Bedeutung für den Druckverlauf. Jede Falleitung verfügt mindestens über eine Umlenkung im Bereich des Übergangs in die Sammel- bzw. Grundleitung. Zusätzliche Umlenkungen in Form von Verziehungen werden immer erforderlich, wenn durch bauliche Gegebenheiten eine senkrechte Verlaufsrichtung nicht mehr möglich ist. Während bei der ungestörten Falleitungsströmung mit nach unten offenem Auslauf ausschließlich Unterdruck herrscht, ist jetzt ober-

halb der Umlenkung Überdruck zu beobachten. Ursache für den Überdruck ist die Verzögerung der Strömung im Umlenkbereich, wodurch ein großer Teil der Geschwindigkeitsenergie in Druckenergie umgesetzt wird. Zusätzlich tritt eine Komprimierung der Luftmenge auf, die momentan von der liegenden Leitung nicht aufgenommen werden kann. Ein Druckanstieg in diesem Bereich ist die Folge. Ein direkter Anschluss von Entwässerungsgegenständen ist in diesem Überdruckbereich unmöglich. Eine umfassende Maßnahme zur Lösung des Problems stellt die Umgehungsleitung dar (Bild 11 und 12).

Das Überdruckgebiet wird durch eine parallel zur Verziehung verlegte Leitung umgangen. Gemäß DIN 1986-100, Abschnitt 8.2.2.3.4 gelten bezüglich der anschlussfreien Leitungsbereiche für Schmutzwasser-Falleitungen über 22 m Länge folgende Regelungen:

„Bei Falleitungen, die länger als 22 m sind, müssen bei Falleitungsverziehungen und bei dem Übergang einer Falleitung in eine liegende Leitung Umgehungsleitungen eingebaut werden. Wenn die Umgehung < 2 m ist, gilt für die Ausführung Bild 8, bei längeren Verziehungen und bei dem Übergang in eine liegende Leitung gilt Bild 11. In diesen Fällen ist die Umlenkung mit einem Zwischenstück von 250 mm auszuführen.“ Zur Reduzierung des Schallpegels sollten Umlenkungen bei Falleitungen die länger als 22 m sind grundsätzlich mit zwei 45°-Bogen und einem Zwischenstück von 250 mm erfolgen. Die Bemessung von Umgehungsleitungen hat nach DIN 1986-100, Abschnitt 8.3.6.3 zu erfolgen. Hierzu heißt es: „Die Umgehungsleitung ist in der gleichen Nennweite wie die Falleitung, jedoch höchstens in DN 100, auszuführen. Der Lüftungsteil ist wie eine Umlüftungsleitung nach DIN EN 12056-2:2001-01, Tabelle 7 zu bemessen.“ Zur Verbesserung des Druckausgleichs wird empfohlen den Lüftungsteil in der gleichen Nennweite wie die Umgehungsleitung auszuführen.



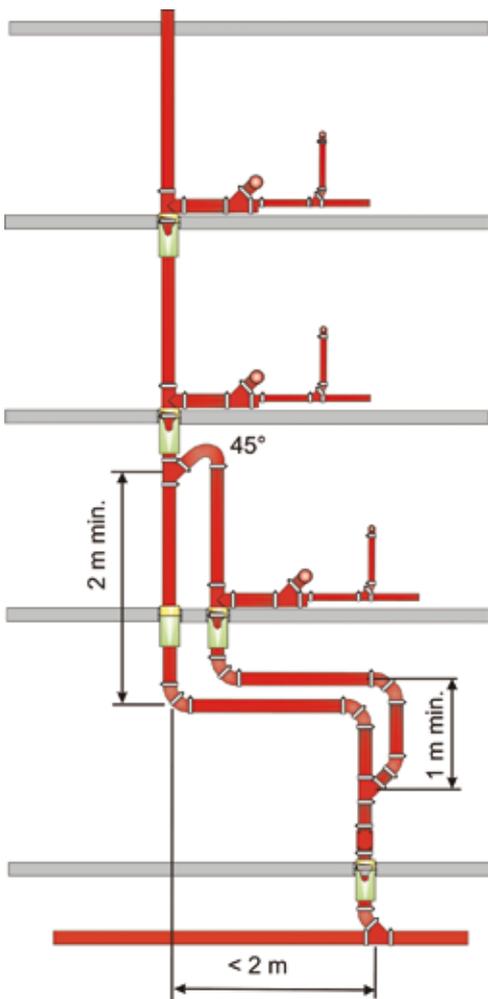
**Bild 12 Falleitungsverziehung  $\geq 2$  m mit Umgehungsleitung oder Umgehungsleitung für den Übergang einer Falleitung in die Sammel- oder Grundleitung (Bild 11 aus DIN 1986-100)**

Das Ziel jeder Hauptentwässerungsleitung ist es, Kanalgase ins Freie abzuführen und Druckausgleich im Entwässerungssystem herbeizuführen. Damit dies gelingt, ist bei der Planung, Berechnung und Ausführung der Anlage nicht nur die abzuführende Abwassermenge zu betrachten, sondern auch besonderes Augenmerk auf die Luftführung innerhalb des Systems zu legen. Die Planung der Anlage sollte auf eine freie Be- und Entlüftung offen zur Atmosphäre über Dach hinarbeiten.



Unser Autor **Bernd Ishorst** ist Geschäftsführer des Informationszentrums Entwässerungstechnik Guss e.V. (IZEG) und der Gütegemeinschaft Entwässerungstechnik Guss e.V. (GEG). Der 50-jährige

staatlich geprüfte Techniker ist seit 1983 als technischer Berater tätig und gehört dem Arbeitsausschuss V2 „Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke“ im Normenausschuss Wasserwesen (NAW) an.



**Bild 11 Falleitungsverziehung < 2 m mit Umgehungsleitung (Bild 8 aus DIN 1986-100)**