

Bei der Dachentwässerung mit Druckströmung wird gezielt die Vollfüllung des Leitungssystems und somit eine Selbstabsaugung durch Unterdruckbildung angestrebt. Welche Merkmale das Prinzip im Gegensatz zur Freispiegelentwässerung sonst noch aufweist und was für Vorschriften zu berücksichtigen sind, schildert der Autor im ersten Teil seines Beitrages.

Planmäßig vollgefüllte Regenwasserleitungen können nach dem Prinzip der Druckströmung zur Entwässerung von Flachdächern nach DIN EN 12056-3 eingesetzt werden. In der DIN 1986-100 wird auf die für die Ausführung maßgebenden Entwurfs- und Berechnungsgrundlagen in der VDI-Richtlinie 3806 verwiesen.

Das auf Grundstücken anfallende Regenwasser kann bei Starkregen, die über einige Minuten vorkommen, die Aufnahmefähigkeit des öffentlichen Kanalnetzes überschreiten. Zur Vermeidung einer dabei auftretenden Überstauung auf dem Grundstück und der Kanalisation kann bei größeren Flachdächern und Terrassen durch Anstau eine Drosselung des Regenwasserabflusses vorgenommen werden. Im Gegensatz zur Freispiegelentwässerung mit teilgefüllten Abflussleitungen ergibt die Druckströmung mit vollgefüllten Regenwasserleitungen zwischen Dachablauf und Übergang auf die Freispiegelentwässerung kleinere Rohrweiten. Vergleichsweise zur konventionellen Ausführung ergeben sich geringere Investitionskosten. Voraussetzung ist die Verwendung geeigneter Flachdach- und Rinnenabläufe sowie von Abflussrohren mit längskraftschlüssigen Sicherungsschellen, die eine Innendruckbelastung bis 2,5 bzw. 3 bar zulassen.

Systembeschreibung

Die herkömmliche Freispiegelentwässerung von Dachflächen erfolgt durch Ableiten des anfallenden Regenwassers über Dachabläufe oder vorgehängte Rinnen in teilgefüllte Leitungen bis zum Straßenkanal oder Vorfluter. Sie erfordert in der Regel mehrere Falleleitungen und ein ausgedehntes Grundleitungssystem (Bild 2a). Dabei darf der Füllungsgrad für liegende Regenwasserleitungen innerhalb von Gebäuden nach DIN 1986-100 mit h/d_i



Bild 1 Die Vollfüllung des Leitungssystems wird bei der Dachentwässerung mit Druckströmung durch spezielle Dachwasserabläufe und den hydraulischen Abgleich des Abwassersystems erreicht

Dachentwässerung mit Druckströmung, Teil 1

Volles Rohr statt dicker Nennweiten

= 0,7 unter Berücksichtigung eines Mindestgefälles von 5 mm/m bemessen werden. Bei der Bemessung von Grundleitungen außerhalb des Gebäudes beträgt der zulässige Füllungsgrad ebenfalls $h/d_i = 0,7$. Zulässig ist eine Höchstgeschwindigkeit von 2,5 m/s. Die Dachentwässerung mit Druckströmung kann bei Flachdächern, flachgeneigten Dächern, Balkonen und Terrassen angewandt werden. Bei einer zulässigen Überstauung der Niederschlagsfläche wird das Regenwasser in horizontalen Anschlussleitungen bereits unter der Dachfläche gesammelt und über wenige Falleleitungen abgeführt (Bild 2b). Bei der Entwässerung von Flachdächern soll die Tragfähigkeit und Konstruktion des Daches einen maximalen Überstau des Wassers auf dem Dach von 35 mm zulassen. Überläufe als Not-

überläufe oder Brüstungsüberläufe sollen entsprechend der Darstellung in Bild 3 in Funktion treten, wenn die Berechnungswasserhöhe um 5 mm überschritten wird. Die

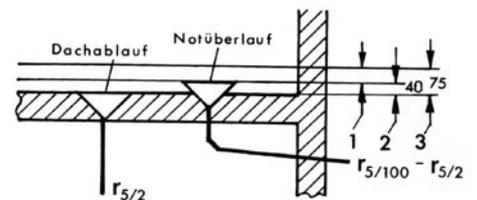


Bild 3 Überlaufhöhen bei Flachdachabläufen: 1 Abstand zwischen Oberkante (OK) Notüberlauf und maximaler Wasserüberstauung der Dachfläche, 2 Abstand zwischen OK Dachablauf und OK Notüberlauf, 3 maximale Wasserüberstauung der Dachfläche bei einer zulässigen Drucklast von 0,75 kN

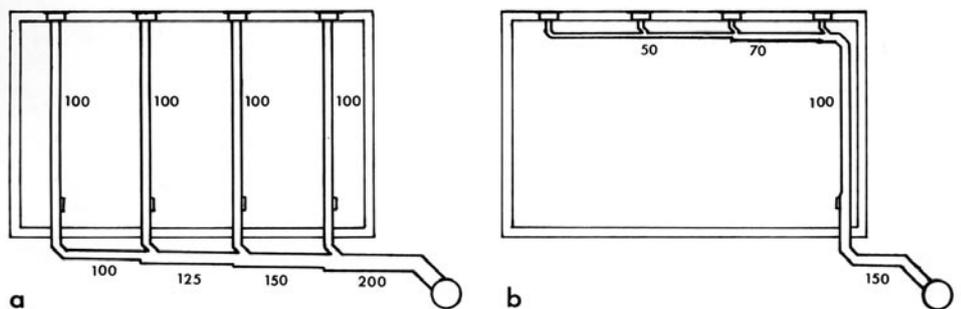


Bild 2 Dachentwässerungssystem: a) Freispiegelsystem, b) Druckströmungssystem

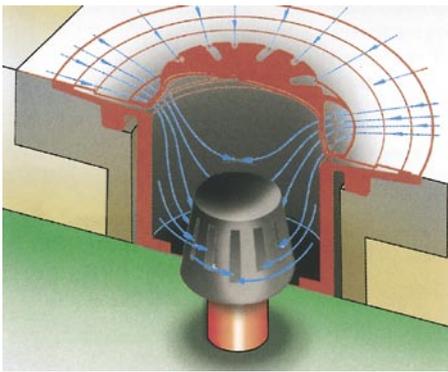


Bild 4 Funktion des Luftsiebes im EPAMS HDE-Dachablauf

Vollfüllung der Regenwasserleitungen wird bei Erreichen der Bemessungsregenspende dadurch erreicht, dass die Luftzuführung (Luftzapfenbildung) in den Dacheinlauf, z. B. durch ein Luftsieb im Ablaufkörper (Bild 4), und damit in die anschließenden Leitungen unterbunden wird. Die Ablaufleistung wird dadurch gesenkt. Bei einer eingetretenen

Vollfüllung der Leitungsanlage kann der geodätische Höhenunterschied zwischen Dacheinlauf und Übergang in die Freispiegelentwässerung (Bild 5) als Druckhöhe zur Überwindung der hier auftretenden Strömungsverluste genutzt werden. Dadurch ergeben sich gegenüber der Freispiegelentwässerung wesentlich kleinere Rohrweiten. Ein weiterer Vorteil besteht in der Verlegung der horizontalen Sammelleitung ohne Gefälle unterhalb der Deckenkonstruktion.

Planungsgrundlagen

Nach DIN EN 12056-3 müssen planmäßig vollgefüllte Regenwasserleitungen in der Lage sein, den nach Gleichung (1) für eine bestimmte Fläche berechneten Regenwasserabfluss abzuführen. Dabei muss bei dem Unterdrucksystem die Saugwirkung durch schnelle Vollfüllung der Anschluss- und Sammelleitungen der einzusetzenden Flachdachabläufe entstehen, um eine unzulässige Überstauung der Dachfläche zu verhindern.

$$Q_R = r \times A \times C \text{ in l/s} \quad (1)$$

$$A = B_R \times L_R \text{ in m}^2 \quad (1a)$$

- Q_R Gesamtregenwasserabfluss der zu entwässernden Fläche in l/s
- r Berechnungsregenspende in l/s m² (Bild 6)
- A wirksame Dachfläche in m²
- B_R horizontale Projektion der Dachtiefe von der Traufe bis zum First in m
- L_R Trauflänge in m
- C Abflussbeiwert (Bild 7)

Die Bemessung der Regenentwässerungsanlage soll nach DIN 1986-100 aus wirtschaftlichen Gründen und zur Sicherstellung der Selbstreinigungsfähigkeit für ein mittleres Regenereignis, das bei einer Regendauer von $D =$ fünf Minuten mindestens einmal in zwei Jahren ($T = 2$) vorkommt, erfolgen. Die maßgebende Berechnungsregenspende $r_{5/2}$ ist bei den örtlichen Behörden oder beim Deutschen Wetterdienst einzuholen. Bild 6 enthält Beispiele ortsbezogener Anhaltswerte. Starkniederschläge liegen im Fünfminutenbereich erheblich über den Berechnungsregenspenden $r_{5/2}$, wie die Anhaltswerte $r_{5/30}$ und $r_{5/100}$ in Bild 6 zeigen. Das Entwässerungs- und Notüberlaufsystem einer Flachdachentwässerung muss daher gemeinsam für einen Fünfminutenregen, der einmal in 100 Jahren zu erwarten ist, ausgelegt werden. Dabei errechnet sich das Mindestabflussvermögen der Notüberläufe nach Gleichung (2) aus der Differenz zwischen dem Jahrhundertregen ($r_{5/100}$) und der Fünfminuten-Berechnungsregenspende in zwei Jahren ($r_{5/2}$).

$$Q_{\text{Not}} = (r_{5/100} - r_{5/2}) \times C \times A \text{ in l/s} \quad (2)$$

- Q_{Not} Mindestabflussvermögen der Notüberläufe in l/s
- $R_{5/100}$ 5-Minuten-Regenspende in l/s m², die einmal in 100 Jahren zu erwarten ist
- $r_{5/2}$ 5-Minuten-Berechnungsregenspende in zwei Jahren in l/s m²
- D Regendauer in Minuten (min)
- T Jährlichkeit des Regenereignisses

Der für die Funktion erforderliche Anstau von 35 mm im Bereich des Ablaufs (Bild 3) gilt nicht als Überflutung der Dachfläche, sofern die Festlegung nach DIN EN 1253-1 nicht überschritten wird. Besondere Dachausführungen, z. B. solche mit planmäßiger Überflutung, sind bis zur Überflutungshöhe abzudichten und statisch zu bemessen. Bei einer zulässigen Drucklast von 0,75 kN (0,75 kg m/s²) darf die Wasserüberstauung der Dachfläche $h_{\text{max}} = 75$ mm betragen. Bei der Bemessung der Regenwasser-Druckleitungen ist als verfügbare Druckhöhe $\Delta h_{\text{verf max}}$ höchstens der Abstand zwischen Oberkante Dachablauf und Rückstauenebene oder die Fallhöhe H entsprechend dem Abstand zwischen

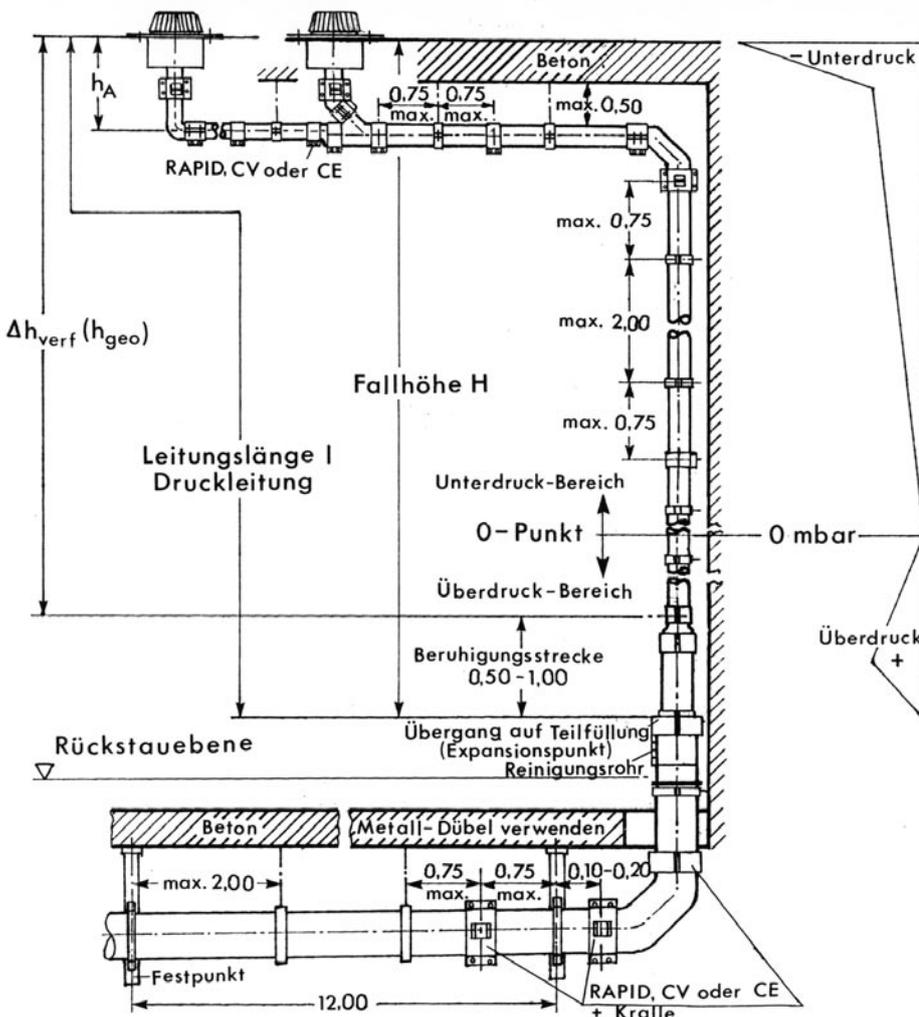


Bild 5 Benennungen und Druckverlauf bei der Flachdachentwässerung mit Druckströmung

Ort	$r_{5/2}$	$r_{15/2}$	$r_{5/30}$ l/s m ²	$r_{15/30}$	$r_{5/100}$
Aachen	0,0240	0,0121	0,0431	0,0214	0,0516
Aschaffenburg	0,0293	0,0143	0,0539	0,0267	0,0649
Augsburg	0,0285	0,0138	0,0499	0,0243	0,0595
Aurich	0,0240	0,0121	0,0416	0,0214	0,0494
Bad Kissingen	0,0307	0,0147	0,0625	0,0299	0,0767
Bad Salzufflen	0,0282	0,0133	0,0455	0,0233	0,0532
Bad Tölz	0,0416	0,0205	0,0655	0,0355	0,0762
Bamberg	0,0301	0,0145	0,0514	0,0268	0,0608
Bayreuth	0,0285	0,0144	0,0524	0,0276	0,0630
Berlin	0,0341	0,0169	0,0605	0,0321	0,0723
Bielefeld	0,0260	0,0132	0,0475	0,0248	0,0570
Bocholt	0,0241	0,0118	0,0379	0,0190	0,0441
Bonn	0,0266	0,0132	0,0505	0,0248	0,0611
Braunschweig	0,0289	0,0143	0,0498	0,0267	0,0591
Bremen	0,0238	0,0118	0,0403	0,0202	0,0477
Bremerhaven	0,0257	0,0121	0,0451	0,0214	0,0537
Chemnitz	0,0340	0,0162	0,0552	0,0288	0,0646
Cottbus	0,0260	0,0129	0,0477	0,0232	0,0574
Cuxhaven	0,0267	0,0131	0,0451	0,0233	0,0532
Dessau	0,0292	0,0137	0,0530	0,0250	0,0635
Dortmund	0,0277	0,0134	0,0441	0,0226	0,0513
Dresden	0,0297	0,0145	0,0540	0,0268	0,0648
Duisburg	0,0257	0,0123	0,0399	0,0192	0,0462
Düsseldorf	0,0277	0,0135	0,0518	0,0245	0,0626
Eisenach	0,0269	0,0135	0,0478	0,0249	0,0570

Bild 6 Regenereignisse in Deutschland

Art der Flächen	Abflussbeiwert C
Wasserundurchlässige Flächen, z. B.	
– Dachflächen	1,0
– Betonflächen	1,0
– Rampen	1,0
– befestigte Flächen mit Fugendichtung	1,0
– Schwarzdecken (Asphalt)	1,0
– Pflaster mit Fugenverguss	1,0
– Kiesdächer	0,5
– begrünte Dachflächen ¹⁾	
– für Intensivbegrünungen	0,3
– für Extensivbegrünungen ab 10 cm Aufbaudicke	0,3
– für Extensivbegrünungen unter 10 cm Aufbaudicke	0,5
Teildurchlässige und schwach ableitende Flächen, z. B.	
– Betonsteinpflaster, in Sand oder Schlacke verlegt, Flächen mit Platten	0,7
– Flächen mit Pflaster, mit Fugenanteil > 15 %, z. B. 10 cm x 10 cm und kleiner	0,6
– wassergebundene Flächen	0,5
– Kinderspielplätze mit Teilbefestigungen	0,3
– Sportflächen mit Dränung	
– Kunststoff-Flächen, Kunststoffrasen	0,6
– Tennenflächen	0,4
– Rasenflächen	0,3
Wasserdurchlässige Flächen ohne oder mit unbedeutender Wasserableitung, z. B.	0,0
– Parkanlagen und Vegetationsflächen, Schotter- und Schlackeboden, Rollkies, auch mit befestigten Teilflächen, wie	0,0
– Gartenwege mit wassergebundener Decke oder	
– Einfahrten und Einstellplätze mit Rasengittersteinen	

¹⁾ Nach Richtlinien für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen – Richtlinien für Dachbegrünungen

Bild 7 Abflussbeiwerte C zur Ermittlung des Regenwasserabflusses Q_R

Oberkante Dachablauf und Übergang auf Teilfüllung einzusetzen (Bild 5). Am Auslauf der Druckleitung in die Freispiegelleitung (Bild 5, Übergang auf Teilfüllung) ist die Umwandlung der hier anstehenden hohen kinetischen Ausflussenergie durch Reduzierung der Fließgeschwindigkeit auf maximal 2,5 m/s sicherzustellen.

Ausführung und Dimensionierung von Flachdachabläufen

Das Flachdachablauf-Programm der verschiedenen Hersteller, beispielsweise des HDE-Systems (Bild 8) umfasst folgende Ausführungen:

- HDE-Flachdachablauf aus Gusseisen DN 50 und DN 70 (Bild 8a), in ein- und zweiteiliger Ausführung mit Kugel- oder Flachrost, mit Isolierteilen aus Foamglas zur Wärmedämmung und für elektrische Begleitheizung 18 Watt, 230 V.
- HDE-Fachdachablauf UNO DN 70 aus Edelstahl, einteilig (Bild 8b), Sonderausführung auch zweiteilig, mit Kies- und Laubfangkorb aus Polypropylen, mit Isoliermantel aus Foamglas zur Wärmedämmung und für elektrische Begleitheizung 10 Watt, 230 V.
- HDE-Flachdachablauf DN 50 und DN 70 (Bild 8c) aus Polyurethan-Hartschaum, wärmedämmend, in ein- und zweiteiliger Ausführung, mit eingeschäumter Anschlussfolie zum Aufkleben von hochpolymeren Dampfsperren oder mit Pressdichtungsflansch zum Einklemmen hochpolymerer oder bituminöser Dampfsperren, mit Isoliermantel zur Wärmedämmung, Ablaufstützen aus Edelstahl und für elektrische Begleitheizung 10 Watt, 230 V.
- HDE-Flachdachablauf DN 50 (Bild 8d) aus Polypropylen (PP), wärmedämmend, ein- und zweiteilig mit Aluminiumflanschring, Ablaufstützen metallverstärkt, mit verzinkter Sicherungsschelle, Kies- und Laubfangkorb sowie für elektrische Begleitheizung 10 Watt, 230 V.
- HDE-Rinnenablauf DN 50 (Bild 8e), Sonderanfertigung DN 70, in runden Ausführungen, in Aluminium, Kupfer und Edelstahl A4 Werkstoff 1.457, Edelstahlabläufe auch mit Klemmflansch erhältlich, alle Abläufe mit Laubfangkorb und verstärktem Ablaufstützen.

Dachabläufe sind nach Bild 9a möglichst mit der Falleitung in der Mitte der Sammelleitung anzuordnen, da gleiche Strömungswege den Druckausgleich erleichtern. Da der Gesamtdruck der Falleitung für jeden der beiden Strömungswege verfügbar ist, ergeben sich kleinere Rohrweiten in der Sammelleitung als bei einer Rohrführung nach Bild 9b



Bild 8 PAM-Global-Flachdachabläufe: a) DN 50 und 70 aus Gusseisen, b) DN 80 aus Gusseisen zweiteilig, c) UNO DN 70 aus Edelstahl, d) DN 50 und 70 aus PUR Polyurethan-Hartschaum, e) Rinnenablauf DN 50 und 70 aus Aluminium, Kupfer und Edelstahl

Anordnung und erforderliche Anzahl der Abläufe

Flachdachabläufe können mit einem gegenseitigen Abstand von maximal 20 m eingebaut werden. Bei der Rinnenentwässerung ist ein gegenseitiger Abstand von maximal 10 m einzuhalten. Pro Dachfläche oder Teilfläche sind immer mindestens zwei Abläufe, davon einer als Notüberlauf, vorzusehen. Die Dachflächengröße pro Dachablauf ist so groß zu wählen, dass unter Berücksichtigung einer Bemessungsregenspende $r_{5/2}$ und dem dazugehörigen Abflussbeiwert C (Bild 7) das Mindestabflussvermögen eines Ablaufs (Bild 11) nicht unterschritten wird. Bild 11 enthält abhängig von der Dachneigung und der Dachausführung Richtwerte über das Abflussvermögen handelsüblicher Flachdachabläufe und der zulässigen anschließbaren Dachfläche. Die erforderliche Anzahl der Dachabläufe ist nach Gleichung (3) zu ermitteln.

$$n_{DA} = \frac{Q_R}{Q_{DA}} \text{ in Stück} \quad (3)$$

- n_{DA} Mindestanzahl der Dachabläufe für eine Niederschlagsfläche, auf volle Stückzahl aufgerundet
- Q_R Regenwasserabfluss von einer Dachfläche oder Teilfläche in l/s (Gleichung 1)
- Q_{DA} Nennleistungsfähigkeit eines Dachablaufes in l/s (Bild 11)

Dimensionierung von Sicherheits- und Notabläufen

Sicherheits- oder Notabläufe sollten für Flachdächer mit Brüstungen und bei nicht vorgehängten Dachrinnen vorgesehen werden. Damit soll das Risiko des Eindringens von Regenwasser in das Gebäude oder einer Überlastung der Konstruktion ausgeschlossen werden. Nach DIN 1986-100 muss jede Dachfläche mit einer in das Gebäude abgeführten oder am Gebäude verlaufenden Entwässerung mindestens einen Ablauf und einen Notüberlauf erhalten. Bei planmäßig vorgesehener Regenrückhaltung auf dem Dach kann allerdings auf Notüberlaufeinrichtungen verzichtet werden. Die aus den Aufstauhöhen resultierenden Lasten sind bei der statischen Bemessung der Dach- und Tragkonstruktion zu berücksichtigen. Bei einem flachgeneigten Dach kann die zu erwartende Anstauhöhe Δh (Bild 12 und 13) nach Gleichung (4) berechnet werden. Auszugehen ist dabei mindestens von einem Fünfminutenregen $r_{5/2}$ in 2 Jahren. Für größere Flachdachentwässerungen, etwa ab 5000 m², ist in jedem Fall eine Überlastungsrechnung für ein Regenereignis erforderlich, das mindestens

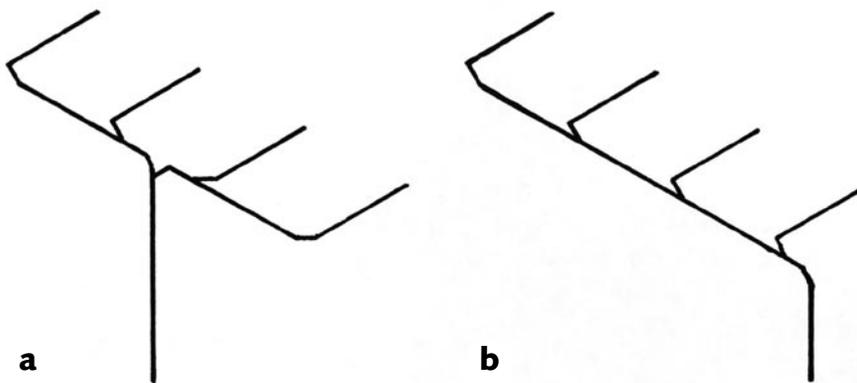


Bild 9 Anordnung der Falleitung an die Sammelleitung: a) mittig (günstig), b) am Ende (ungünstig)

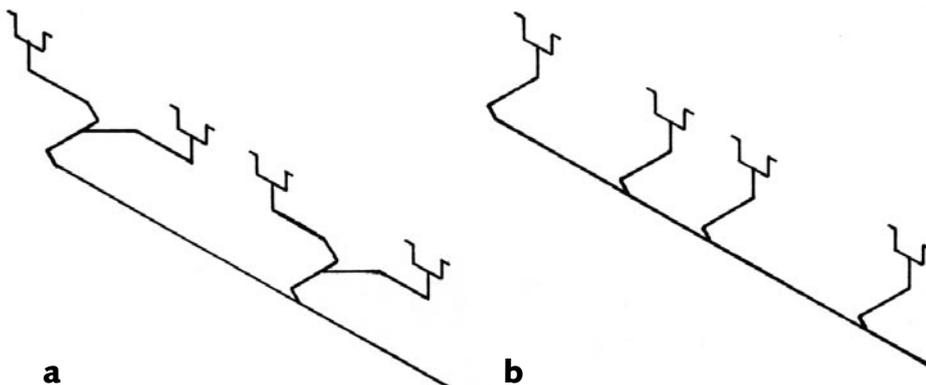


Bild 10 Anordnung der Anschlussleitungen von Flachdachabläufen an die Sammelleitung: a) zwei Dachabläufe vorher zusammengeführt (günstig), b) Dachabläufe einzeln angeschlossen (ungünstig)

mit der Falleitung am Ende der Sammelleitung. Mehrere Dachabläufe sind nach Bild 10a möglichst in Gruppen zu zwei Abläufen zusammenzuführen. Dies ergibt für die Anschlussleitungen annähernd gleiche Druckverluste. Dabei erleichtert der relativ hohe Druckverlust in der Sammelschlussleitung durch das Zusammenführen mehrerer Dach-

abläufe zusätzlich den Druckabgleich. Ungünstig wirkt sich dagegen der Einzelanschluss von Dachabläufen an die Sammelleitung aus (Bild 10b). Bei nebeneinander liegenden Dachflächen mit unterschiedlichem Höhenniveau und einem Höhenunterschied von mehr als 3 m (ca. eine Geschosshöhe) sind getrennte Falleitungen vorzusehen.

Bezeichnung	Nennweite DN	Abfluss- vermögen Q l/s	Flachdächer mit Dachneigung		Flachdächer ohne Gefälle (Kiesschütt- dächer) A m ²
			A m ²	A m ²	
			≥ 15°	< 15°	
Flachdachablauf	50	1,0** – 6,0	23	35	48
	70	4,0 – 10,0	57	71	114
Rinnenablauf	50	1,0** – 4,0			48
	70	4,0 – 8,0			114

* Zulässige anschließbare Dachfläche bei maximaler Regenspende von $r = 0,03$ l/s m²

** Anschlussleitung DN 40

Bild 11 Richtwerte für das Abflussvermögen von Flachdachabläufen und die anschließbare Dachfläche

als Fünfmintenregen $r_{5/30}$ in 30 Jahren zu erwarten ist (Bild 6).

$$\Delta h = \sqrt{\tan \alpha \times (r_{\ddot{u}} - r_{T/h}) \times C \times s \times T \times 0,6} \quad (4)$$

in mm

- Δh Anstauhöhe in mm
- α Neigungswinkel des Daches in Grad
- $r_{\ddot{u}}$ Regenspende des Überlastungsfalls in l/s m², z. B. $r_{5/100}$ (Bild 6)
- $r_{T/D}$ Bemessungsregenspende in l/s m², z. B. $r_{5/2}$ (Bild 6)

Da auch das Regenereignis eines Fünfmintenregens in 30 Jahren $r_{5/30}$ überschritten werden kann (Bild 6) lautet die Forderung in der VDI-Richtlinie 3806: „Entwässerungs- und Notüberlaufsystem müssen gemeinsam mindestens das am Gebäudestandort über fünf Minuten zu erwartende Jahrhundertereignis sicher entwässern können.“ Das erforderliche Abflussvermögen der Notüberläufe Q_{Not} ergibt

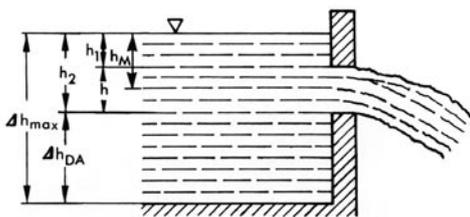


Bild 12 Bezeichnungen für einen Notüberlauf mit rechteckiger Öffnung in der Attika

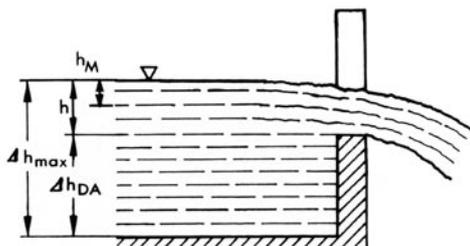


Bild 13 Bezeichnungen für einen Notüberlauf mit rechteckigem Überfall in der Attika

sich nach Gleichung (2) aus der Differenz zwischen dem Jahrhundertregen und dem maximalen Abflussvermögen des Dachentwässerungssystems. Notüberläufe von Flachdächern können nach Bild 12 als rechteckige Öffnung oder nach Bild 13 als rechteckiger Überfall in der Attika ausgeführt werden. Das Abflussvermögen kann mit Hilfe der Gleichungen (5) und (6) ermittelt werden.

$$Q_{\text{Not}} = 2/3 \times \mu \times b \times \sqrt{2g} \times (h_2^{3/2} - h_1^{3/2}) \quad (5)$$

in m³/s

$$Q_{\text{Not}} = 1830,8 \times b \times (h_2^{3/2} - h_1^{3/2}) \quad (6)$$

in l/s

- $\mu = 0,62$ = Einschnürzahl
- b Öffnungsbreite in m
- h_1 Wasserhöhe über Oberkante Öffnung in m (Bild 12)
- h Wasserhöhe über Unterkante Öffnung in m (Bild 13) oder Überfallhöhe in m (Bild 13)
- $g = 9,81$ m/s² (Fallbeschleunigung)

Notüberlauf mit rechteckiger Öffnung

Der Notüberlauf mit rechteckiger Öffnung in der Attika nach Bild 12 wird nach Ermittlung des erforderlichen Abflusses $Q_{\text{Not/erf}}$ nach Gleichung (7) und des eintretenden effektiven Abflusses $Q_{\text{Not/eff}}$ nach Gleichung (8) wie folgt bemessen:

$$Q_{\text{Not/erf}} = (r_{5/100} - r_{5/2}) \times C \times A_{\text{Not}} \quad (7)$$

in l/s

$$Q_{\text{Not/eff}} = \mu \times A_{\text{Not}} \times v \quad (8)$$

in l/s

– $Q_{\text{Not/erf}}$ erforderlicher Abfluss über den Notüberlauf in l/s

Die Fließgeschwindigkeit v wird nach Gleichung (9) ermittelt.

$$v = \sqrt{2g h_M} \quad (9)$$

in m/s

$$h_M = h_1 + h/2 \quad (10)$$

- h_M mittlere Flüssigkeitshöhe über der Austrittshöhe h in m
- h_1 Flüssigkeitshöhe über Oberkante Notüberlauf bei Öffnung in der Attika in m
- $h_2 = h_1 + h$ = Flüssigkeitshöhe über Unterkante Notüberlauf bei Öffnung in der Attika in m

Unter der Annahme $h_1 = h/2$ erhält man nach Gleichung (11) und (12) den Querschnitt A_{Not} des Notüberlaufes.

$$h_M = h/2 + h/2 = h \quad (11)$$

$$v = \sqrt{2g h} \quad (12)$$

$$A_{\text{Not}} = h_M \times b = h \times b \quad (13)$$

$$Q_{\text{Not}} = \mu \times h \times b \times \sqrt{2g h} \quad (14)$$

$$h = \sqrt{\frac{Q_{\text{Not}}^2}{\mu^2 \times b^2 \times 2g}} \quad (15)$$

Notüberlauf mit Überfall

Der Notüberlauf mit rechteckigem Überfall in der Attika nach Bild 13 wird nach Ermittlung des erforderlichen Abflusses $Q_{\text{Not/erf}}$ (Gleichung (7)), der Fließgeschwindigkeit v nach Gleichung (17) und des eintretenden effektiven Abflusses $Q_{\text{Not/eff}}$ nach Gleichung (16) wie folgt bemessen:

$$h_M = h_2/2 \quad (16)$$

$$v = \sqrt{2g h_2/2} \quad (17)$$

$$h_2 = \sqrt{\frac{Q_{\text{Not/erf}}}{\mu^2 \times b^2 \times 2g}} \quad (18)$$

Wesentliche Merkmale, Vorschriften und Planungsgrundlagen der Dachentwässerung mit Druckströmung erläuterte der Autor im ersten Teil seines Beitrages. In der folgenden SBZ-Ausgabe bespricht er unter anderem die Dimensionierung der Druckentwässerungsleitungen und gibt Tipps für die Befestigung von Rohrleitungen im Unter- und Überdruckbereich.



Unser Autor Dr.-Ing. **Hugo Feurich** ist Inhaber eines Ingenieurbüros. Darüber hinaus hat er sich u. a. als Autor unzähliger Fachpublikationen und Fachbücher einen Namen gemacht. 13465 Berlin, Telefon (0 30) 4 06 20 77, Telefax (0 30) 4 06 20 77