
Bernd Rickmann

Dipl.-Ing. Energie- und Verfahrenstechnik
Dipl.-Ing. Versorgungstechnik

Professor an der Fachhochschule Münster

Anschrift (priv.): Waldweg 54
48163 Münster
Telefon: 0251 / 717594
Fax: 0251 / 97197097
E-mail: rickmann@fh-muenster.de

Bernd Rickmann · Waldweg 54 · 48163 Münster

Foamglas
Herr Dipl.-Ing. Michael Stoll

Hauptstraße 1

70771 Leinfelden-Echterdingen

Datum: 03.05.2006

Gutachten: Besondere Anforderungen an Dachentwässerungssysteme mit Druckströmung, deren Rohre auch oberhalb von Unterkonstruktionen aus Ortbeton, Betonfertigteilen, Dachschalungen bzw. Stahltrapezblechen oder Flachstahl innerhalb dafür geeigneter Dämmstoffsysteme verlegt werden können.

1 Dachentwässerung mit Druckströmung

In Druckentwässerungsanlagen ist das Abflußvermögen der Dachabläufe von der Gesamthydraulik der nachgeschalteten Leitungsanlage abhängig. Aus diesem Grunde wurde bereits in DIN 1986-2, Ausgabe 1995 für solche Entwässerungssysteme ein objektbezogener hydraulischer Nachweis der Leistungsfähigkeit gefordert. Ab Januar 2001 ist diese Forderung in DIN EN 12056-3 enthalten. Dieser rechnerische Nachweis ist erforderlich, damit dass für den Berechnungsfall geforderte Abflussvermögen sich in ausgeführten Anlagen auch tatsächlich an allen Dachabläufen einstellen kann. Wie dieser Nachweis nachvollziehbar und prüfbar durchgeführt werden muss, wird in der VDI Richtlinie 3806¹ beschrieben.

1.1 Funktionsprinzip

In Schwerkraftentwässerungsanlagen steht für den Transport von Abwasser die Wasserspiegeldifferenz zwischen Anfangs- und Endpunkt eines Fließweges in einer liegenden Leitung zur Verfügung. In Freispiegelentwässerungen wird die Wasserspiegeldifferenz $\Delta h = h_1 - h_2$ durch die Verlegung der Leitungen mit Gefälle erreicht und ist relativ gering. In planmäßig vollgefüllt betriebenen Druckentwässerungsanlagen steht hierfür die im allgemeinen wesentlich größere Höhendifferenz zwischen dem Wasserstand über dem Dachablauf und der teilgefüllten Leitung zur Verfügung. Dadurch ergeben sich gegenüber der Freispiegelentwässerung wesentlich geringere Rohrdimensionen. Durch die anlagentypischen Betriebszustände in Druckentwässerungsanlagen können die Leitungen gefällelos unterhalb der Dachkonstruktion verlegt werden.

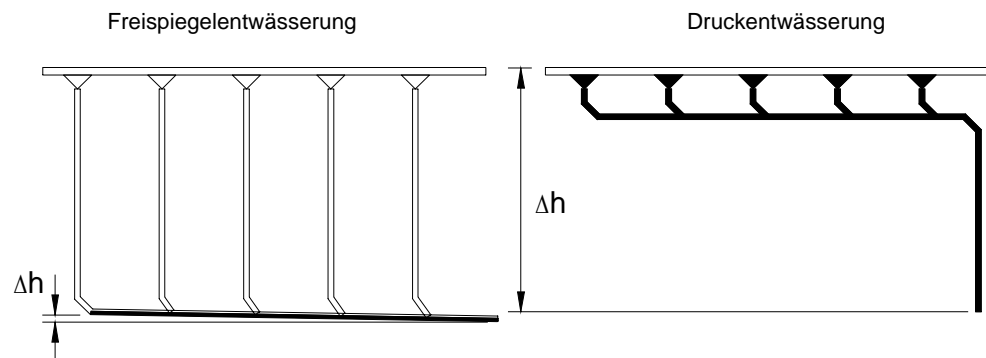


Bild 1 [Verfügbare Höhendifferenz für die Überwindung von Strömungsverlusten in Freispiegel- und Druckentwässerungsanlagen im Bemessungsfall](#)

Unterhalb der Berechnungsregenspende wird in der Strömung mehr oder weniger viel Luft mitgeführt. In diesem Übergangszustand kommt es zu großen Druckschwankungen und zu einer dynamischen Belastung der Rohrleitungen und der Verbindungs- und Dichtungselemente (Bild 2).

¹ VDI Richtlinie 3806 „Dachentwässerung mit Druckströmung“, Ausgabe April 2000

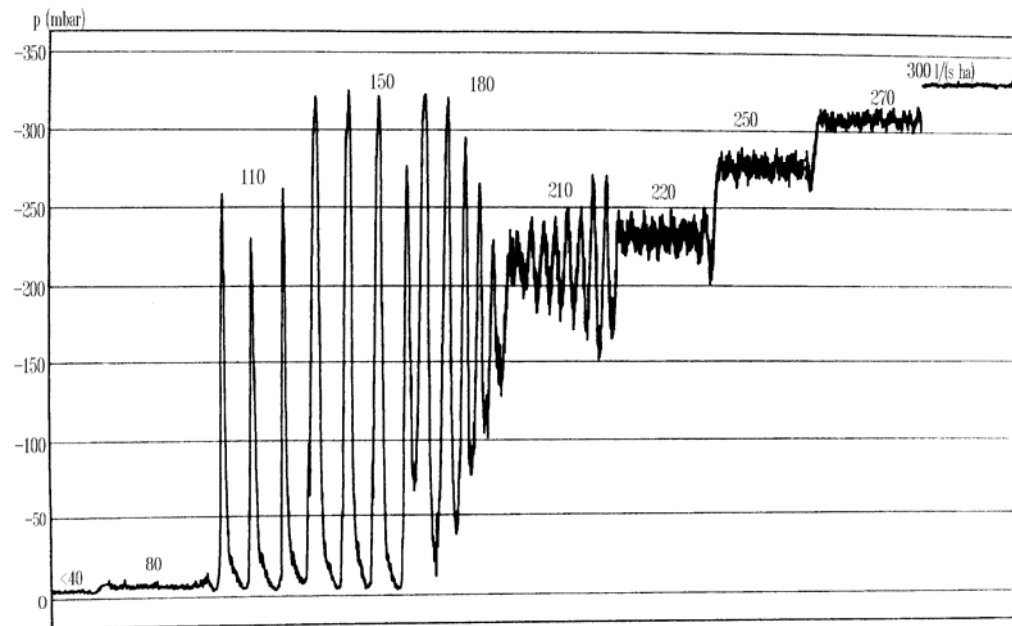


Bild 2

Druckverlauf in einer Regenwasser-Druckentwässerungsleitung in Abhängigkeit von der Belastung²

Eine Druckentwässerungsanlage erreicht ihre maximale Leistungsfähigkeit erst dann, wenn die gesamte Rohrleitungsanlage vom Dachablauf bis zur teilgefüllt betriebenen Grundleitung vollständig mit Wasser gefüllt ist und sich eine geschlossene Rohrströmung ohne Luftenintrag ausbilden kann.

Die Bemessung von Druckentwässerungsanlagen verfolgt die Zielsetzung, den Übergangsbereich von der Freispiegel- in die Druckströmung mit den starken Druckschwankungen möglichst schnell zu verlassen, um in einen stabilen Strömungszustand bei Vollfüllung zu gelangen. Das hat zur Folge, dass die Leitungsanlage schon bei kleinen Regenspänden - und damit relativ häufig - instabil belastet wird. Neben der rein statischen Belastung im stationären Auslegungsfall muss daher der hohen dynamischen Belastung im Übergangsbereich Rechnung getragen werden. Diese Belastungsform kann bei ungenügender Befestigung die gesamte Leitungsanlage so in Schwingungen versetzen, dass dadurch z. B. Pendelaufhängungen durch Wechselbeanspruchung abgeschert oder auch die Dacheindichtungen im Umfeld des Dachablaufes beschädigt werden können.

Da in Druckentwässerungsanlagen im Auslegungsfall planmäßig Innendruck vorgesehen ist, versteht es sich von selbst, dass hier nur Rohrsysteme - einschließlich der Verbindungs- und Befestigungsmaterialien - verwendet werden dürfen, die vom Hersteller für diese besonderen Betriebszustände ausdrücklich freigegeben worden sind.

Werden die liegenden Rohrleitungen im Dämmstoffaufbau des Daches verlegt, müssen die an der Rohrleitung angreifenden Kräfte über die Befestigungssysteme auf den Baukörper übertragen werden können. Das Rohrleitungssystem mit seinen Muffen, Abzweigen oder Umlenkungen muss si-

² B. Rickmann, A. Kruse
„Vorteile und Risiken der Druckrohrströmung in Regenentwässerungsanlagen“
sbz Heft 5 und Heft 7 1986

cher fixiert werden, damit Undichtigkeiten im laufenden Betrieb vermieden werden können.

Durch das vollständige Einbetten des Rohrleitungssystems in den stauchungsfreien Dämmstoff FOAMGLAS und die Art der Verarbeitung mit bituminösen Klebern, bei denen die Rohre komplett ummantelt werden, ist eine Bewegung der Leitungsanlage ausgeschlossen. Dies ist ein kalkulierter, sich aus den Eigenschaften des Dämmstoffs maßgeblicher Vorteil.

1.2 Das Anlaufkriterium

Eine Grundforderung in DIN EN 12056-3 lautet, dass „die Saugwirkung der vollgefüllten Anlage schnell genug beginnen muss, um zu verhindern, dass Überstau auf dem Dach oder in der Dachrinne entsteht.“

Um diese Forderung erfüllen zu können, muss die Druckentwässerungsanlage so aufgebaut werden, dass bereits bei geringen Regenspänden der Falleitungsquerschnitt abschnittsweise zuschlägt. Durch die Gewichtskraft des dann in der Falleitung senkrecht strömenden „Wasserpfropfens“ wird die Dachfläche per „Saughebereffekt“ entwässert.

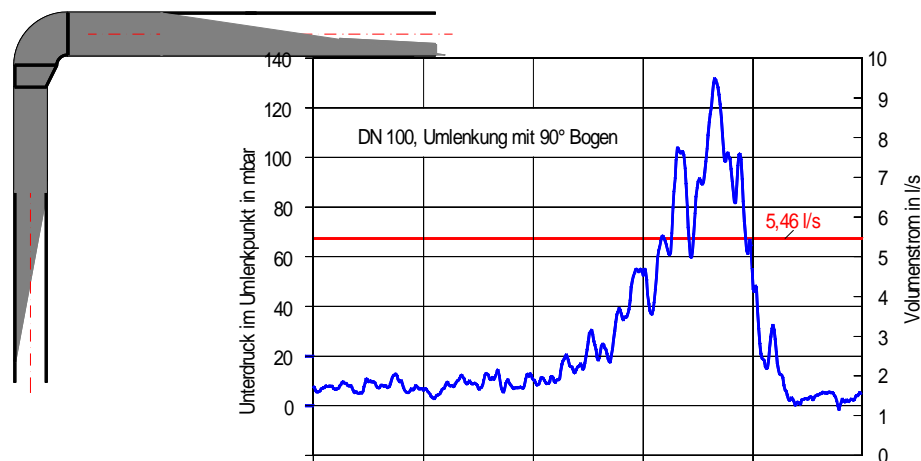


Bild 3 Druckverhältnisse im Anlaufzustand der Druckströmung

Das spontane Anlaufen der Druckentwässerungsanlage wird maßgeblich durch die Anlaufhöhe Δh_A und den Falleitungsquerschnitt beeinflusst. Aus diesem Grunde muss im ersten Schritt, noch vor Beginn der eigentlichen Rohrnetzrechnung, der größte zulässige Falleitungsdurchmesser ermittelt werden, der noch das Anlaufen der Druckentwässerung sicherstellen kann. Dazu muss der in der Anlage verfügbare Anlaufvolumenstrom Q_A aus dem geforderten Abflussvermögen Q und dem Höhenverhältnis $\Delta h_A / \Delta h_{\text{verf}}$ mit Gleichung 1 ermittelt werden. Q_A ist der Volumenstrom, der nur mit der Anlaufhöhe Δh_A bis zur Falleitung transportiert werden kann, ohne dass die Höhendifferenz in der Falleitung an diesem Transport beteiligt ist.

Gleichung 1

$$Q_A = Q \cdot \sqrt{\frac{\Delta h_A}{\Delta h_{\text{verf}}}}$$

	hierin bedeuten
Q_A	Abfluss in l/s bei dem die Falleitung in Teilabschnitten zuschlägt (Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.)
Q	Sollabfluss in l/s, ermittelt aus der Berechnungsregenspende, dem Abflussbeiwert und der zu entwässernden Dachfläche
Δh_A	Anlaufhöhe Höhendifferenz zwischen dem Wasserspiegel über dem Dachablauf und Mitte Sammelleitung
Δh_{verf}	verfügbare Höhendifferenz zwischen dem Wasserspiegel über dem Dachablauf und dem Übergang auf Freispiegelentwässerung

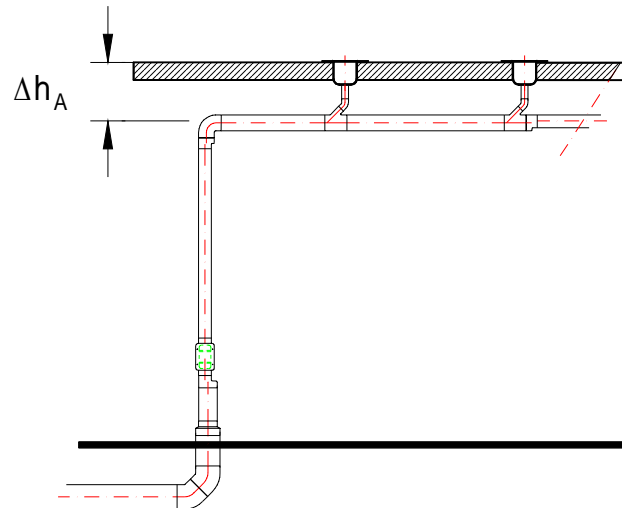


Bild 4 Bezeichnungen in Druckentwässerungsanlagen

Der in der Anlage rechnerisch ermittelte Anlaufvolumenstrom Q_A sollte deutlich größer sein als der für die gewählte Falleitung minimal erforderliche Anlaufvolumenstrom $Q_{A,\text{min}}$.

Die Erfüllung des hier beschriebenen Anlaufkriteriums ist zwingend erforderlich, um Fehlfunktionen sicher ausschließen zu können. Problematisch sind immer Verhältnisse, bei denen die Anschluss- und Sammelanschlussleitungen aus baulichen Vorgaben knapp unterhalb des zulässigen Wasserstandes auf dem Dach – wie im hier diskutierten Fall - geführt werden sollen.

Aus diesem Bereich sind Fehlfunktionen von Druckentwässerungsanlagen bekannt, die darauf zurückzuführen waren, dass Starkregenereignissen bei nicht ausreichend verfügbarer Anlaufhöhe zum Überlaufen von innenliegenden Rinnen oder zu unzulässig hohem Wasseraufstau über den Dachabläufen (unzulässig hohe statische Belastungen) führte.

2 Zusammenfassung

Grundvoraussetzung für die sichere Funktion eines Dachentwässerungssystems mit Druckströmung, deren Rohre innerhalb dafür geeigneter Dämmstoffsysteme verlegt werden, ist ein „objektbezogener hydraulischer Nachweis der Leistungsfähigkeit“ auf Grundlage der entsprechenden „allgemein anerkannten Regeln der Technik“. Hierbei kommt der Erfüllung des Anlaufkriteriums nach VDI 3806 eine besondere Bedeutung zu. Der Entwurf und die Berechnung solcher Systeme setzt eine entsprechendere konstruktive und rechnerische Erfahrung voraus.

Aus den beriebsbedingten Strömungsvorgängen in Druckentwässerungsanlagen entstehen dynamische Belastungen für die Rohrleitungen und die Verbindungstechnik. Diese Kräfte dürfen nicht unterschätzt werden, da sie ansonsten zu irreparablen Schäden auch am Dachaufbau führen können.

Durch das vollständige Einbetten des Rohrleitungssystems in den Dämmstoff FOAMGLAS und die komplette Fixierung der Rohrleitungen auf der Dachfläche über eine vollflächige Verklebung der Dämmung mit bituminösen Klebern, ergeben sich hervorragende Ausgangsvoraussetzungen für den sicheren und störungsfreien Betrieb einer Druckentwässerungsanlage.

Falsch verstandener Einsparwillen kann hier zu unkalkulierbaren Risiken führen.

Prof. Dipl.-Ing. Bernd Rickmann

Münster, 03.05.2006