

Untersuchungsbericht

„Einsatzmöglichkeit eines Durgo-Belüfters in einem zentralen Installationskern“

Oktober 1999

Untersuchung im Auftrag von Durgo-GmbH, Darmstadt

Bearbeiter: Prof. Dr. Bernhard Schwarz
Dipl.-Ing. (FH) Hans R. Porschitz
Konstantin Meyr

Der Bericht besteht aus 7 Textseiten und 13 Bildseiten.

1	Aufgabenstellung	2
2	Gegenstand der Untersuchung	2
3	Versuchsaufbau	2
4	Durchführung der Messungen	3
4.1	Messung bei Einzelspülung	3
4.2	Messungen bei Doppelspülung	3
4.3	Vergleichsmessungen mit einem Indikatorgas-Meßgerät	4
5	Meßergebnisse und Bewertung	4
5.1	Meßergebnisse	4
5.1.1	Charakteristik einer Spülung	4
5.1.2	Vergleichsmessung mit einem Indikatorgas-Meßgerät	5
5.1.3	Druck	5
5.1.4	Pegeländerungen im Siphon der Waschbecken	5
5.1.5	Luftvolumen	5
5.1.6	Belüftungsdauer	6
5.2	Bewertung	6
6	Literaturverzeichnis	7
7	Tabellen	8
8	Bilder	9

1 Aufgabenstellung

Auf experimentellem Wege soll die Funktion eines Durgo-Belüfters in einem zentralen Installationskern eines Fertighauses untersucht werden. Dabei interessiert besonders, ob das Belüftungsventil in das Innere eines zentralen Installationskernes eingebaut werden kann und welche Zuluftöffnung im Kern zu einem angrenzenden Raum erforderlich ist, um die Funktion des Durgo-Belüfters sicherzustellen.

2 Gegenstand der Untersuchung

Die Anforderungen an die Belüftung von Abwasserleitungen sind niedergelegt in DIN 1986-1 [1] nebst Kommentar [2] und im Entwurf der En 12380-2 [3]. Eine Durgo-Studie wurde 1981 von der Ingenieurgesellschaft Schmidt Reuter erstellt [4].

Durch Vergleichsuntersuchungen soll das Betriebsverhalten einer Abwasseranlage bei freier Belüftung über Dach und bei interner Belüftung über einen Durgo-Belüfter ermittelt werden. Die beiden Untersuchungsvarianten sind in Bild 1 dargestellt. Bei den Messungen werden handelsübliche Durgo-Belüfter mit den in Tabelle 1 dargestellten Baugrößen eingesetzt.

Nach einer Untersuchung von Geißler und Hauser [5] an 89 Gebäuden, haben mehr als 90 % der Gebäude Leckagen im Bereich der Installationen (Bild 2). Der Gedanke liegt nahe, das Ventil im Inneren eines Installationskernes einzubauen und dadurch eine über Dach geführte Belüftungsleitung einzusparen (Bild 1). Das Durgo-Ventil ist geeignet, diesen sehr kritischen Bereich im Haus zu entschärfen.

In Bild 3 ist der Aufbau des Durgo-Belüfters dargestellt. Er besteht aus einem schlagfesten Kunststoffgehäuse und einer beweglichen Kautschukmembran. Durch die Anordnung der inneren und äußeren Öffnungen wird die Membran bei Unterdruck im System angehoben und läßt Luft eintreten. Nach erfolgtem Druckausgleich schließt das Ventil wieder und verhindert ein Austreten von Luft, Faulgasen bzw. üblen Gerüchen.

3 Versuchsaufbau

Die Versuche werden an dem in Bild 4 dargestellten, über zwei Geschosse laufenden Abwasserstrang durchgeführt. In jedem Geschosß zweigt vom Fallrohr eine Anschlußsammelleitung ab, an der jeweils eine Toilette und ein Waschbecken angeschlossen sind. Die Vergleichsmessungen wurden bei folgenden Belüftungsvarianten der Abwasserleitung durchgeführt:

- Belüftungsleitung völlig offen
- Belüftungsleitung mit Durgo-Ventil DN 50
- Belüftungsleitung mit Durgo-Ventil DN 75
- Belüftungsleitung mit Durgo-Ventil DN 90

Das Rohrende der Belüftungsleitung endet in einem abgeschlossenen Raum mit rund 0,5 m³ Inhalt, welcher versuchstechnisch einen Installationskern darstellt. Der Raum steht über eine Zuluftöffnung mit eingebauter, einstellbarer Blende mit der Außenatmosphäre in Verbindung. Über die variable Blendeneinstellung kann eine Zuluftöffnung mit definiertem Querschnitt für den Installationskern realisiert

werden. Um einen unkontrollierten Rückfluß der Luft zu verhindern, ist die Zuluftöffnung mit einer Rückschlagklappe verschlossen.

Alle Durchführungen und Fugen des Installationskerns wurden sorgfältig abgedichtet. Mit einer Spurengasmessung wurde die Dichtigkeit der Meßanordnung überprüft. Bild 5 zeigt den Versuchsaufbau im Detail.

Für die Untersuchung wurden folgende Meßeinrichtungen installiert.

- Differenzdruck-Aufnehmer.
Über ein elektronisches Digitalmanometer (Halstrup EMA 48) mit einem Meßbereich von ≈ 1000 Pascal werden die Druckverhältnisse im Abwasserrohr in Relation zur Außenatmosphäre erfaßt.
- Sensor für Luftgeschwindigkeit im Belüftungsrohr.
Die Luftgeschwindigkeiten im Belüftungsrohr werden mit einem geeichten, thermoelektronischen Anemometer gemessen. Aus der Luftgeschwindigkeit in der Rohrachse und der Querschnittsfläche des Rohres läßt sich unter Berücksichtigung eines Abminderungsfaktors der Volumenstrom berechnen [6]. Eine Kalibrierung mit einem Schwebekörper-Durchflußmesser ergab einen Abminderungsfaktor von 0,71. Zur Vergleichmäßigung des Strömungsprofils über dem Rohrquerschnitt war im oberen Teil des Rohres ein Metallgitter mit einer Maschenweite von 1,5 mm eingebaut (Bild 5).
- Pegelstandsanzeige im Siphon des Waschbeckens.
Am Siphon der beiden Waschbecken wurden skalierte Glasröhren montiert, an denen die Absenkung des Wasserspiegels abgelesen werden konnte.
- Datenaufzeichnung
Die Ausgangsspannungen der beiden elektronischen Meßgeräte werden mit einem Yokogawa Mehrkanal-Hochleistungsschreiber aufgezeichnet und gleichzeitig auf einem Datenträger gespeichert. Die Auswertung erfolgt über Excel-Tabellen.

4 Durchführung der Messungen

4.1 Messung bei Einzelspülung

Zunächst wurde eine Meßreihe mit Einzelspülungen in jedem WC durchgeführt. Da vermutet werden konnte, daß beim Auslösen der oberen Spülung andere Druck- und Strömungsverhältnisse im Abwassersystem auftreten als bei Auslösen der unteren Spülung, wird für beide Fälle eine eigene Datenreihe angelegt. Jede Meßreihe umfaßt 4 Blendeneinstellungen und pro Einstellung eine Spülung allein mit 6 Liter Wasser, sowie eine Spülung mit 6 Liter Wasser und Prüfkörper. Beide Meßreihen lieferten nahezu gleiche Ergebnisse und erbrachten keine nennenswerten Unterschiede im Betriebsverhalten des Abwassersystems.

4.2 Messungen bei Doppelspülung

Die Wasserspülmenge jeder Toilette liegt bei 6 Litern. Um Komponenten zu definieren, die das Abwassersystem extrem belasten, wurden Voruntersuchungen mit folgenden Spülmedien durchgeführt:

- Reine Wasserspülung
- Wasserspülung mit Toilettenpapier
- Wasserspülung mit Prüfkörpern gemäß DIN1385 [7]

Aus diesen Voruntersuchungen ergab sich, daß bei Spülvorgängen mit Prüfkörpern die höchsten Belastungen im Abwasserrohr auftreten. Zusätzlich eingebrachtes Toilettenpapier erbrachte keine wesentlichen Unterschiede. Extreme Belastungsfälle im Belüftungsrohr traten bei Doppelspülungen auf, wenn die Spülung der unteren Toilette zwei Sekunden nach Betätigen der oberen Toilette ausgelöst wurde.

4.3 Vergleichsmessungen mit einem Indikatorgas-Meßgerät

Um die Meßergebnisse des Thermoanemometers zu überprüfen wurde eine zusätzliche Vergleichsmessung mit einem Indikatorgas-Meßgerät (ECD-Meßverfahren) durchgeführt. Bei dem Meßverfahren mit abfallender Konzentration wird eine definierte Menge des Indikatorgases (Schwefelhexafluorid SF₆) in das Innere des Installationskernes eingebracht. Bei einem Spülvorgang strömt Außenluft durch das Zuluftrohr in den Installationskern und führt zu einer Konzentrationsabnahme des Spurengases. Anhand der gemessenen Konzentrationen vor und nach dem Spülvorgang läßt sich der Luftwechsel im Installationskern gemäß Bild 6 sehr genau bestimmen. Die Vergleichsmessung erbrachte nahezu identische Werte für das angesaugte Luftvolumen.

5 Meßergebnisse und Bewertung

5.1 Meßergebnisse

5.1.1 Charakteristik einer Spülung

In den Bildern 7 und 8 sind die Strömungs- und Druckverhältnisse im Inneren des Belüftungsrohres bei zwei charakteristischen Spülvorgängen dargestellt:

- bei einer üblichen Wasserspülung (Einzelspülung) mit Prüfkörpern gemäß DIN1385 (Bild 7)
- bei einer Doppelspülung mit Prüfkörpern gemäß DIN1385, wobei das Auslösen der beiden Spülungen um 2 Sekunden versetzt war (Bild 8).

Beide Bilder zeigen den Zeitverlauf der Drücke und der Luftgeschwindigkeiten im Belüftungsrohr der Abwasseranlage. Der Zeitverlauf der Druck- und Strömungsvorgänge läßt gemäß Bild 7 folgende, typische Abläufe erkennen:

- (1) Aufbau des Druckes nach Betätigen der Spülung
- (2) Druck beim Öffnen des Belüftungsventils
- (3) Weiterer Druckaufbau im Belüftungsrohr
- (4) langsame Druckabnahme
- (5) Einsetzen des Strömungsvorganges
- (6) Ende der Luftströmung im Belüftungsrohr

Aufgrund der Trägheit des Systems setzt der Strömungsvorgang im Belüftungsrohr mit einem Zeitversatz von rund einer Sekunde nach dem Auslösen der Spülung ein. Der Zeitraum zwischen dem Einsetzen der Luftströmung (5) und dem Ende der Luftströmung (6) wird als Belüftungsdauer definiert.

5.1.2 Vergleichsmessung mit einem Indikatorgas-Meßgerät

Die gemessenen Konzentrationen des Spurengases liefern nach Auswertung den Grundluftwechsel des abgeschlossenen Volumens. Der Spülvorgang bewirkt eine Konzentrationsabnahme des Gases. Dies ist in Bild 6 deutlich zu erkennen. Aus der Konzentrationsabnahme Δc über der Dauer Δt des einströmenden Volumens kann die Luftwechselzahl für einen Spülvorgang ermittelt werden (siehe Bild 6). Durch Multiplikation dieser Luftwechselzahl mit dem Volumen des Prüfraumes und der Dauer des Spülvorgangs ergibt sich der Volumenstrom des Spülvorgangs. Die Berechnung ergibt ein zuströmendes Luftvolumen von 163 Litern pro Spülvorgang. Über die Strömungsmessung ist ein Luftvolumen von 162 Litern ermittelt worden.

5.1.3 Druck

Vergleicht man die maximal erreichten Druckwerte im Rohr, so erhält man die aus Bild 9 ersichtlichen Zusammenhänge. Bei Zuluftöffnungen bis zu 20 cm_Ø ist bei Einsatz der Durgo-Belüfter ein annähernd gleiches Verhalten wie bei freier Belüftung des Abwasserrohrs erkennbar. Ab diesem Punkt werden die maximalen Druckwerte größer als die bei Spülungen ohne Ventil. Es ist anzunehmen, daß erst ein bestimmter Druck aufgebaut werden muß, ehe das Belüftungsventil öffnet. Da bei Spülungen ohne Ventil dieser Druck nicht notwendig ist, werden diese hohen Druckwerte gar nicht erst erreicht.

5.1.4 Pegeländerungen im Siphon der Waschbecken

Welche Pegeländerungen sich im Siphon der Waschbecken ergeben ist aus Bild 10 zu ersehen. Dargestellt sind die Änderungen des Pegelstandes bei unterschiedlichen Zuluftöffnungen. Die Pegel im Siphon verhalten sich bei allen Messungen ähnlich. Bei Blendeneinstellungen größer 10 cm_Ø bewegen sich die maximalen Pegelschwankungen zwischen 3 und 10 mm. Große Abweichungen stellen sich erst bei sehr kleinen Öffnungsweiten unter 10 cm_Ø ein. Hierbei treten Extremwerte bis zu 45 mm auf.

5.1.5 Luftvolumen

In Bild 11 sind die angesaugten Luftvolumina pro Spülgang bei unterschiedlichen Zuluftöffnungen und zum Vergleich auch bei freier Belüftung dargestellt. Deutlich zu erkennen ist der erhöhte Volumenstrom im Rohr bei einer Spülung ohne aufgesetztes Belüftungsventil. Bei einer Zuluftöffnung von 80 cm_Ø strömen beispielsweise bei freier Belüftung 360 Liter Luft und bei Belüftung über ein Durgo-Ventil nur 150 Liter Luft in das Abwasserrohr. Damit ergibt sich ein Luft-Wasser-Verhältnis von 30 Liter Luft pro Liter Wasser bzw. 12,5 Liter Luft pro Liter Wasser. Die unterschiedlichen Ventile liefern nahezu gleiche Werte. Es kann davon ausgegangen werden, daß bei einer Zuluftöffnung über 30 cm_Ø ein konstantes Luftvolumen von ungefähr 150 Litern bei Spülvorgängen mit zweimal 6 Liter Wasser strömt. Dies entspricht einem Verhältnis von 12,5 Liter Luft pro Liter

Wasser. Es ist anzunehmen, daß die Ventile aufgrund ihrer Bauweise keine höheren Volumina zulassen.

5.1.6 Belüftungsdauer

Als Belüftungsdauer wird jene Zeit definiert, in der im Belüftungsrohr eine Luftströmung nachweisbar ist. Bild 12 zeigt die Belüftungszeiten für eine freie Belüftung und für eine Belüftung mit Durgo-Ventil. Bei Verwenden von Durgo-Belüftern muß sich erst der zum Öffnen des Ventils notwendige Druck aufbauen. Hier ist der Zeitraum, in welchem Luftvolumen strömt, deutlich kürzer als bei Belüftung ohne Ventil.

5.2 Bewertung

Aus den vorliegenden Meßergebnissen ist zu erkennen, daß in Einfamilienhäusern eine Belüftung des Abwassersystems über ein im Installationskern eingebautes Durgo-Belüftungsventil möglich ist. Damit kann auf die äußerst schadensträchtige Durchführung des Belüftungsrohres durch das Dach verzichtet werden. Bei Verwendung eines inseitigen Belüftungsventiles muß jedoch vorausgesetzt werden, daß eine ausreichende Luftnachströmung aus dem Raum in das Innere des Kernes möglich ist. Eine Belüftungsöffnung (Belüftungsgitter) sollte eine Mindestgröße von 20 cm₂ haben. Die Belüftung des Installationskernes kann auch von der Badseite her erfolgen, wenn die im Inneren des Installationskernes liegenden wärmeaufnehmenden und wärmeabgebenden Leitungen gemäß DIN 1988 ausreichend wärme gedämmt sind.

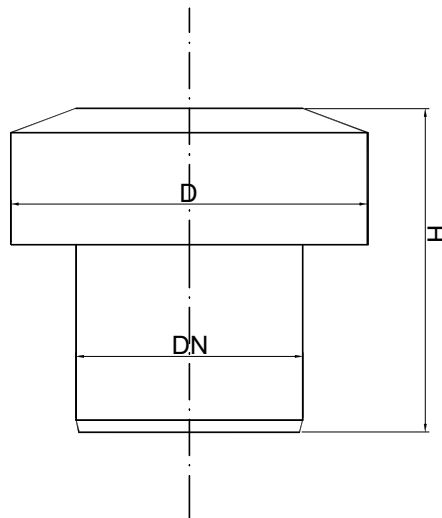
Durgo-Ventile beeinflussen die Druckverhältnisse im Abwasserrohr unwesentlich. Der Einsatz eines Belüftungsventiles führt jedoch zu einem geringeren Luftvolumenstrom und zu einer kürzeren Lüftungsdauer je Spülvorgang. Dies hat keine Auswirkung auf die Sperrwasservorlagen in den Geruchsverschlüssen. Die sichere Funktion der Entwässerungsanlagen ist auch bei Einsatz von Durgo-Ventilen sichergestellt. Die Anforderung der EN 12380-2 wird in vollem Umfang erfüllt [3]:

„...Im Anschluß an die Prüfungen muß in allen Geruchverschlüssen eine Geruchverschlußhöhe von mindestens 25 mm gehalten werden.“

6 Literaturverzeichnis

- [1] DIN 1986-1 Gebäude und Grundstücksentwässerung
- [2] Beuth-Kommentare, Gebäude- und Grundstücksentwässerung,
Kommentar zu DIN 1986, 1. Auflage 1995, Beuth Verlag
GmbH
- [3] Entwurf DIN EN 12380-2
Belüftungsventilsysteme (AVS), Prüfverfahren
- [4] Schmidt, Reuter, Ingenieurgesellschaft für technische Gesamtplanung,
Durgo-Studie, Oktober 1981
- [5] Geißler, A. und Hauser, G.: Luftdichtheit von Holzhäusern.
Bauen mit Holz, (1996), Heft 7, S. 562-568;
glasforum, (1997), Heft 3, S. 42-46.
- [6] Rösler + CIE. Instruments GmbH (RCI)
Grundlagen der Strömungsmesstechnik
- [7] DIN 1385 Klosettbecken mit angeformtem Geruchsverschluß
Anhang B, Anleitung zur Herstellung von Prüfkörpern für die
Prüfung von Klosettbecken

Tabelle 1: Untersuchte Durgo-Belüftungsventile mit Dimensionsangaben.



Baugröße DN	D [mm]	H [mm]	maximaler Öffnungsquerschnitt [cm ²]
50	84	98	15,9
75	118	107	31,2
90	140	121	37,0

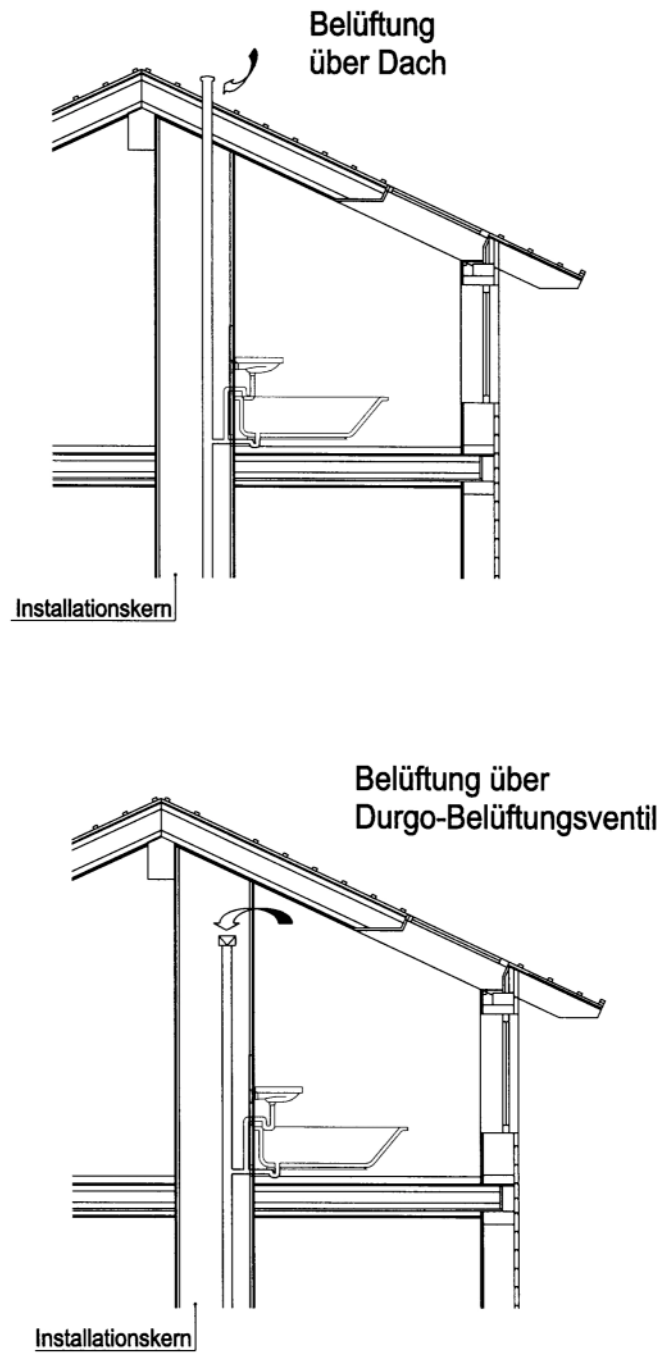


Bild 1: Belüftung von Abwasseranlagen über Dach (Bild oben) und über ein Durgo-Belüftungs-Ventil (Bild unten).

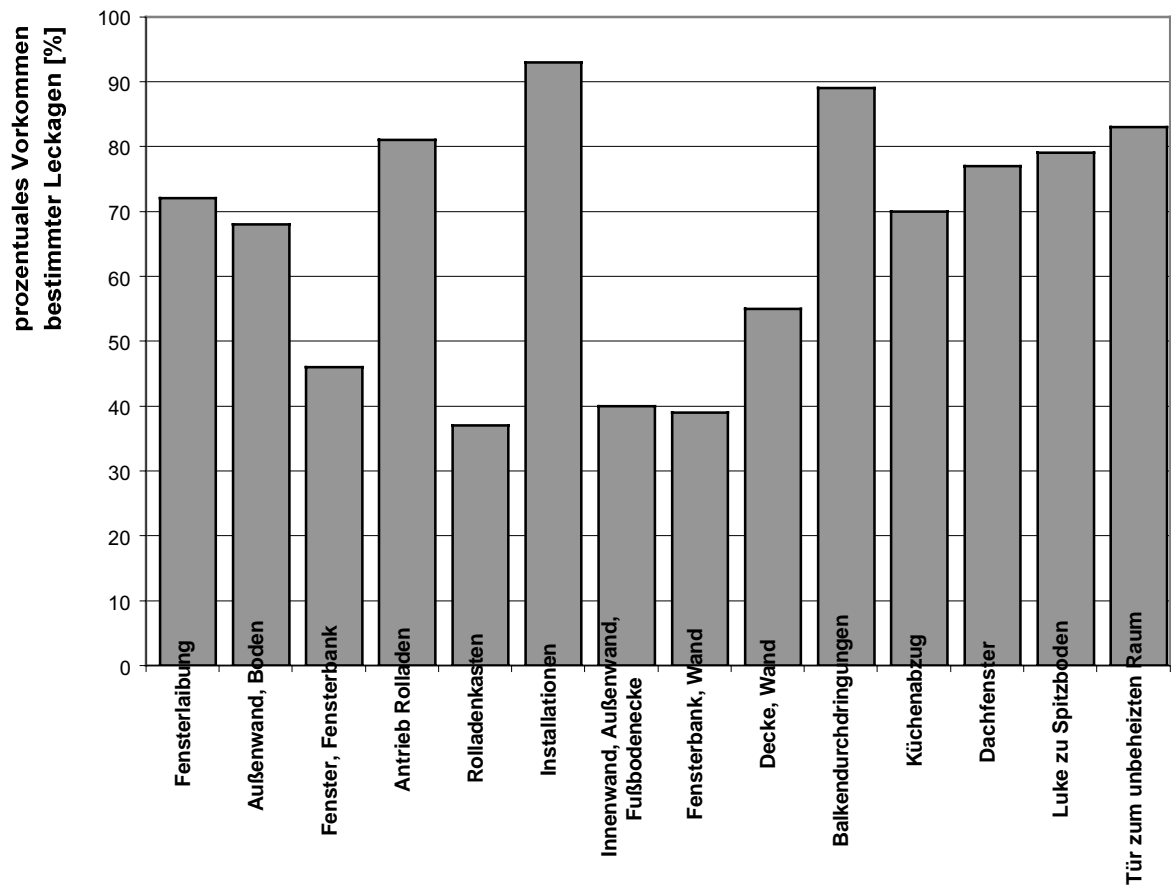


Bild 2: Übersicht über die Häufigkeit bestimmter Leckageorte, dargestellt als prozentualer Anteil der untersuchten Gebäude nach [5].

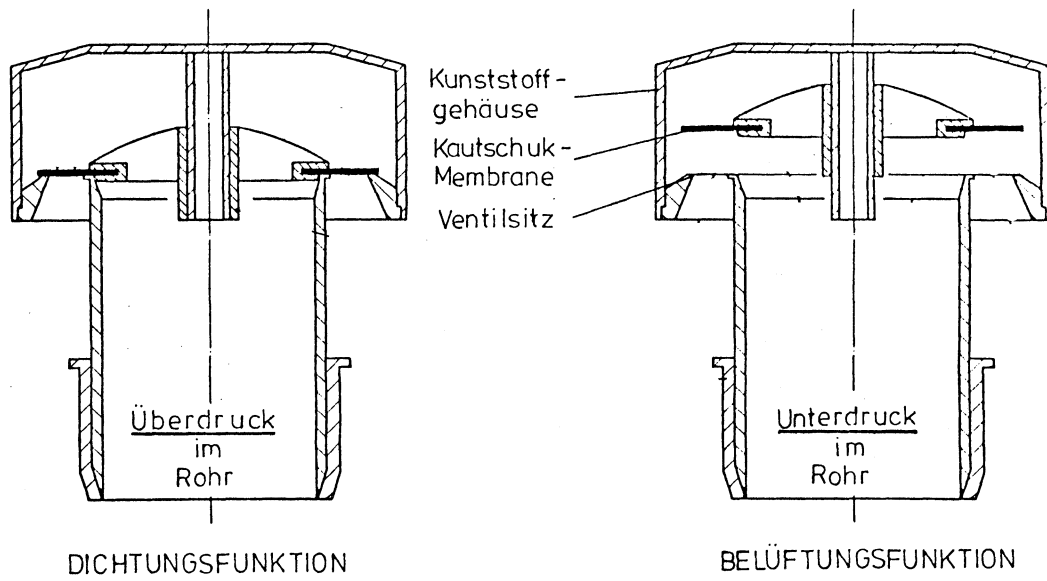


Bild 3: Aufbau und Funktionsweise des Durgo-Belüftungsventils.

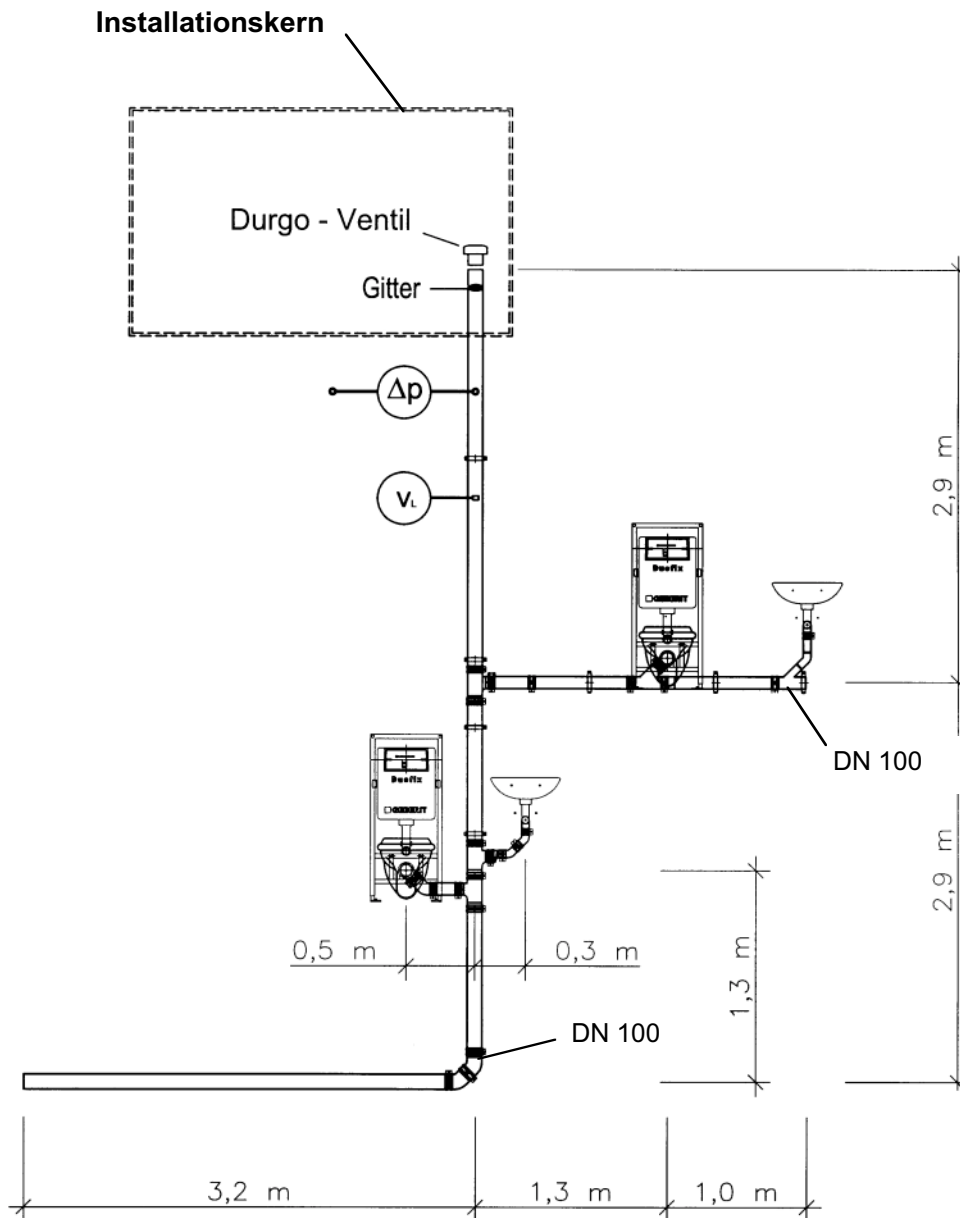


Bild 4: Meßaufbau des Abwasserstrangs mit Angabe der Meßstellen: Manometer (Δp) und Thermoanemometer (v_L).

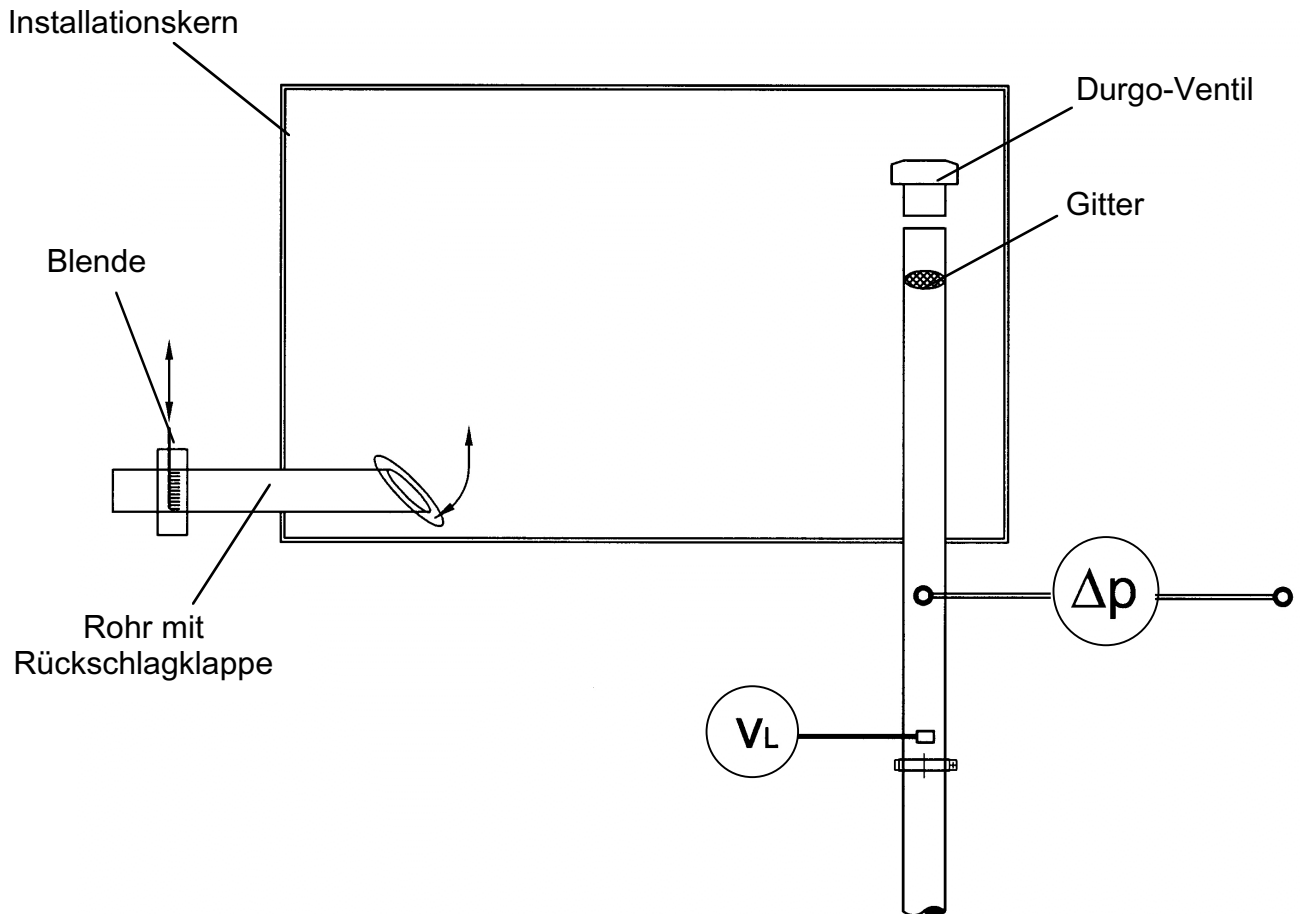


Bild 5: Aufbau des Installationskernes mit definierter Zuluftöffnung. Das Belüftungsrohr mündet in den Installationskern.

Δp kennzeichnet den Druckaufnehmer.

v_L bezeichnet den Meßaufnehmer für den Luftvolumenstrom im Belüftungsrohr.

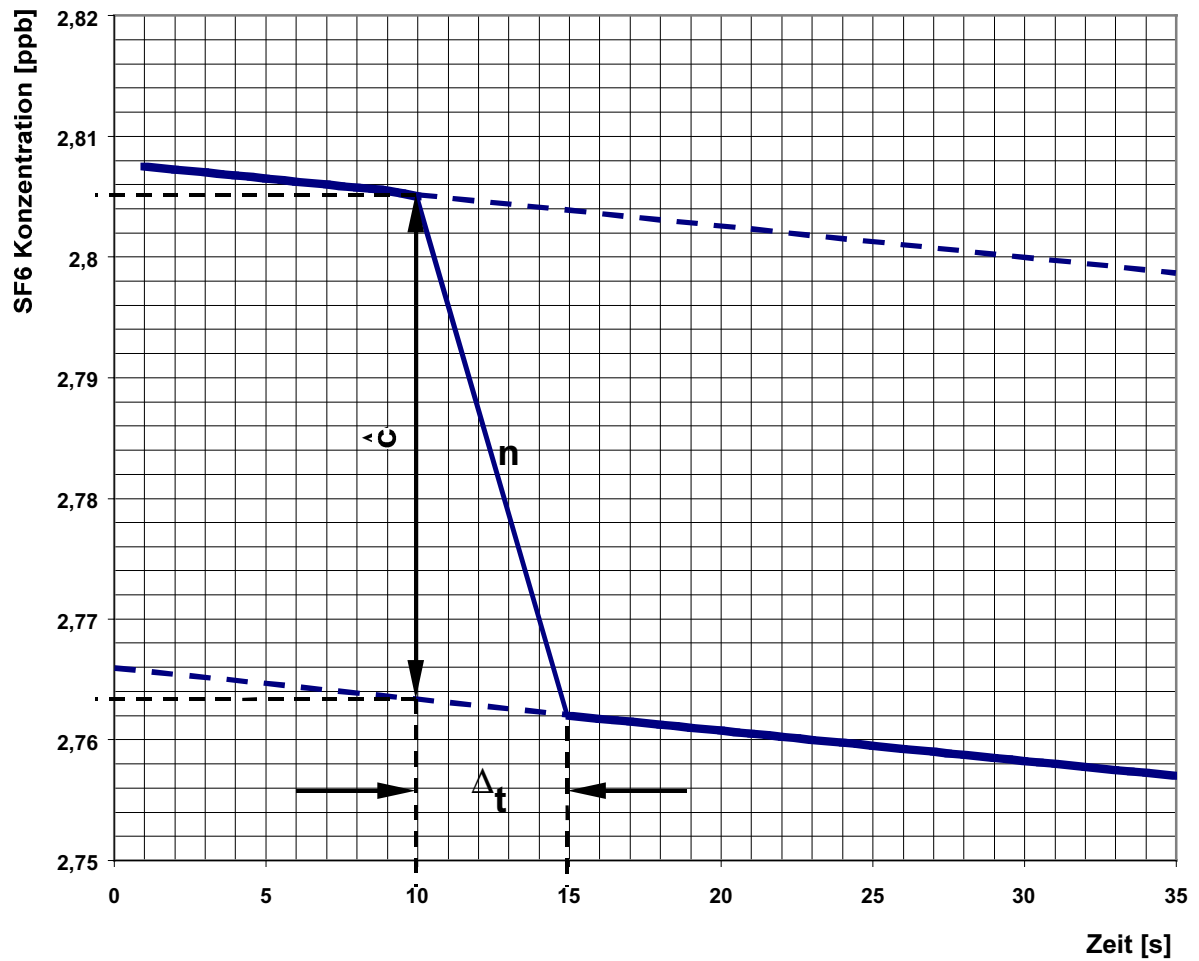


Bild 6: Berechnung des Luftwechsels im Installationskern als Folge eines Spülvorganges. Dargestellt ist die Konzentrationsabnahme des Indikatorgases c über der Zeit Δt während einer Spülung.

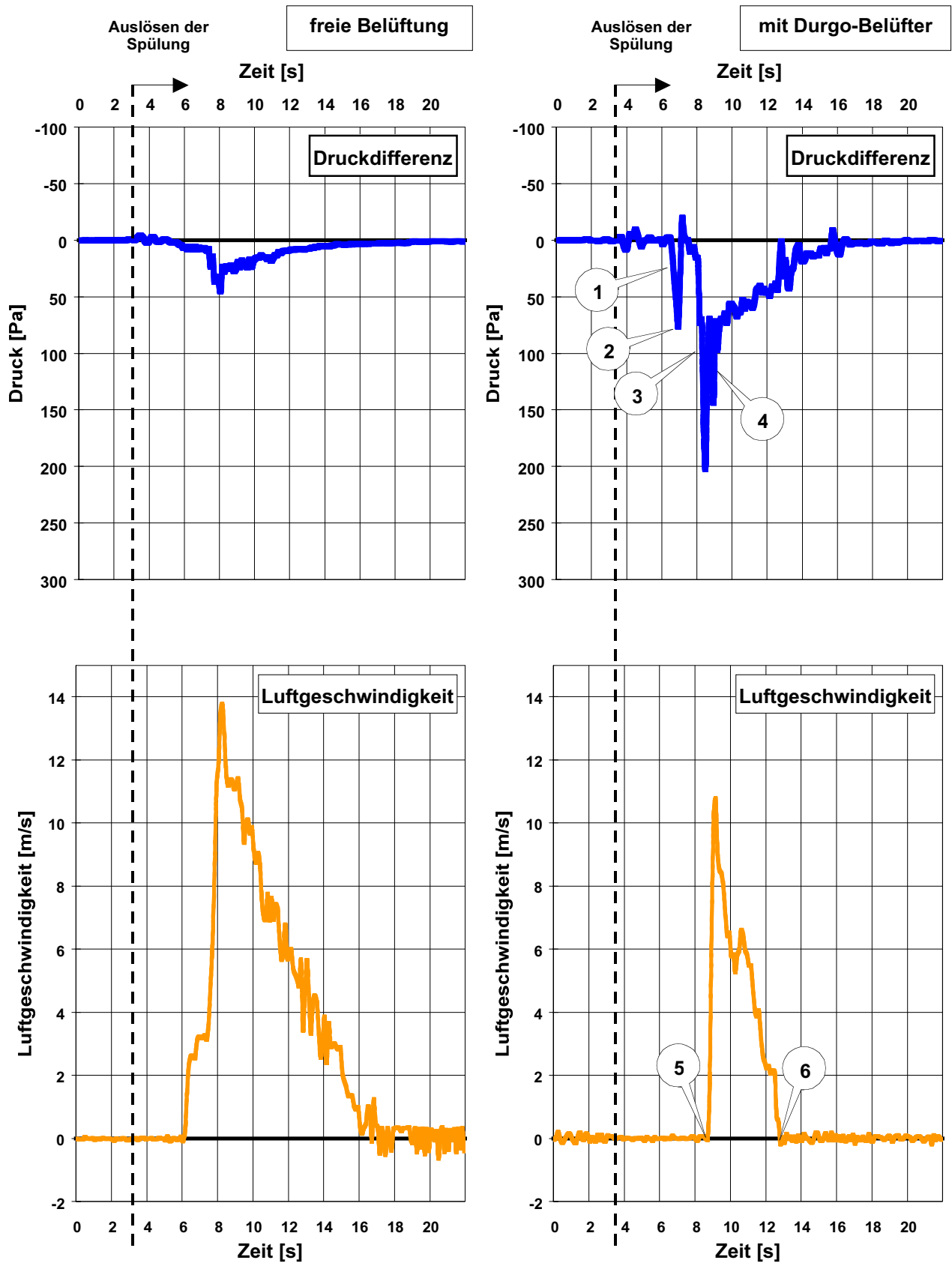


Bild 7: Darstellung von charakteristischen Spülungen bei Einzelspülung: ohne Durgo-Belüfter (links), mit Durgo-Belüfter der Baugröße DN75 (rechts).

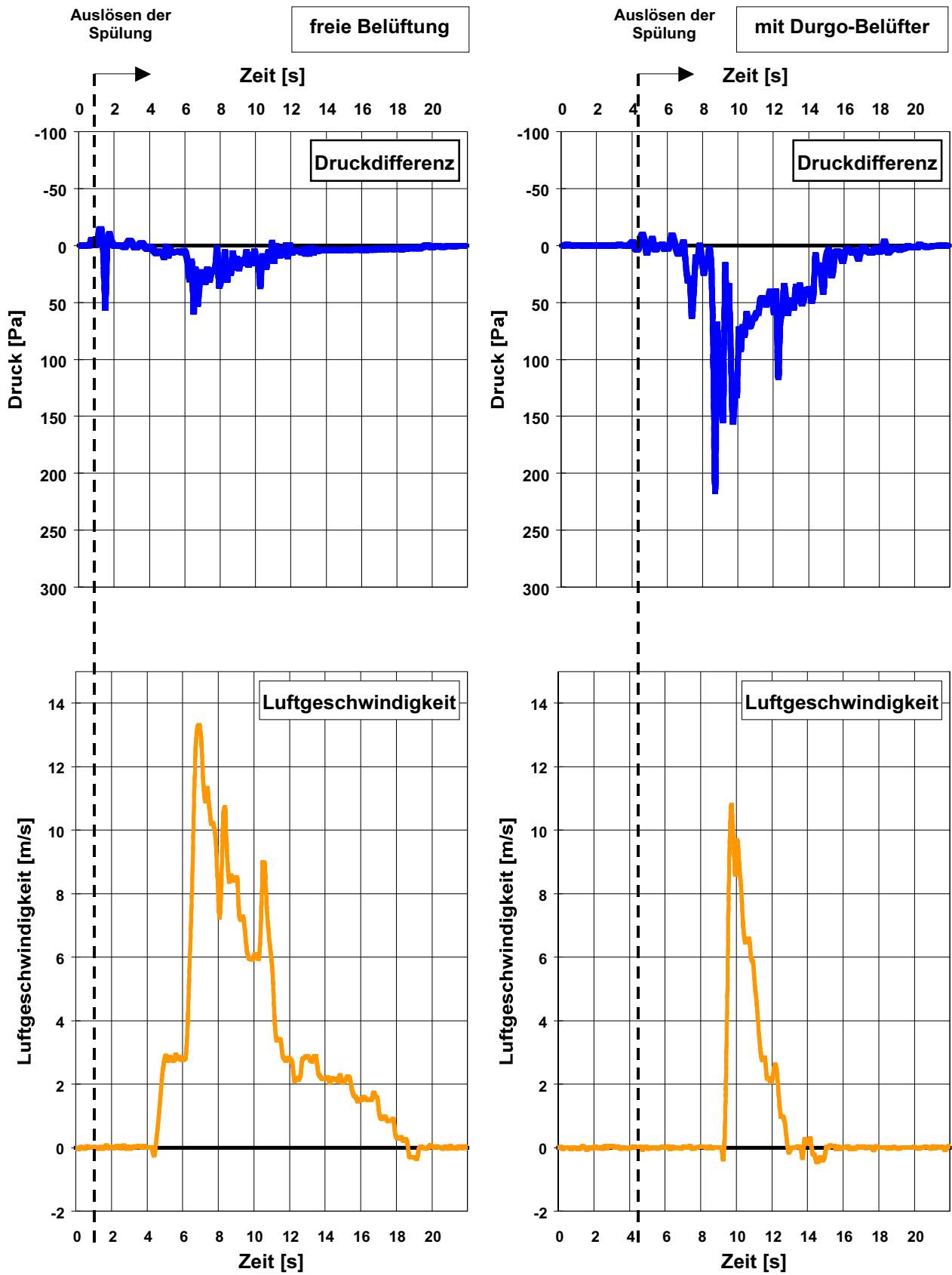


Bild 8: Darstellung von charakteristischen Spülungen bei Extrembelastung (zwei Spülungen kurz hintereinander): ohne Durgo-Belüfter (links), mit Durgo-Belüfter der Baugröße DN75 (rechts).

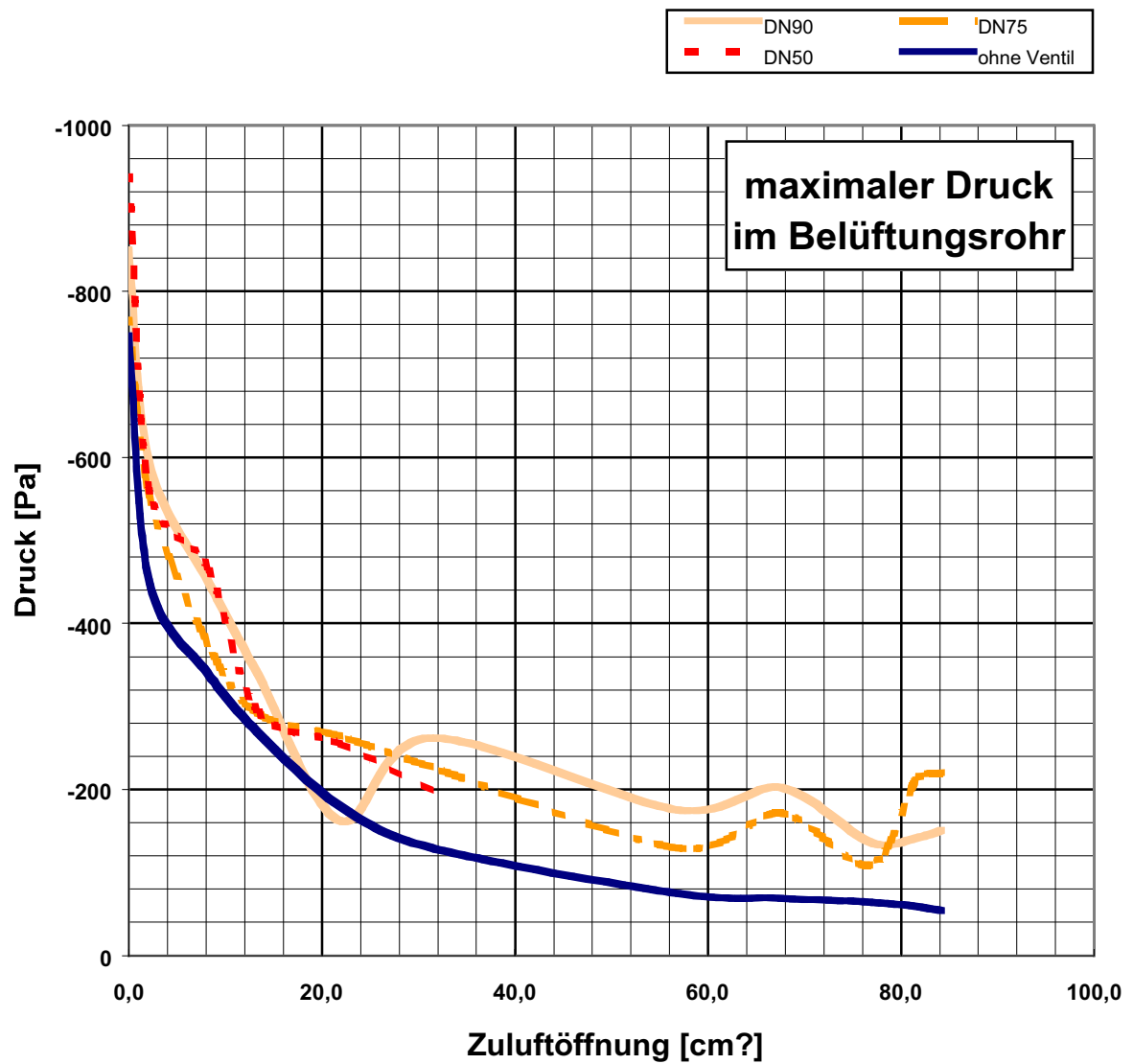


Bild 9: Maximal auftretende Drücke im Belüftungsrohr in Abhängigkeit von der Zuluftöffnung für vier Belüftungsvarianten:

ohne Belüftungsventil

mit Durgo DN50

mit Durgo DN75

mit Durgo DN90

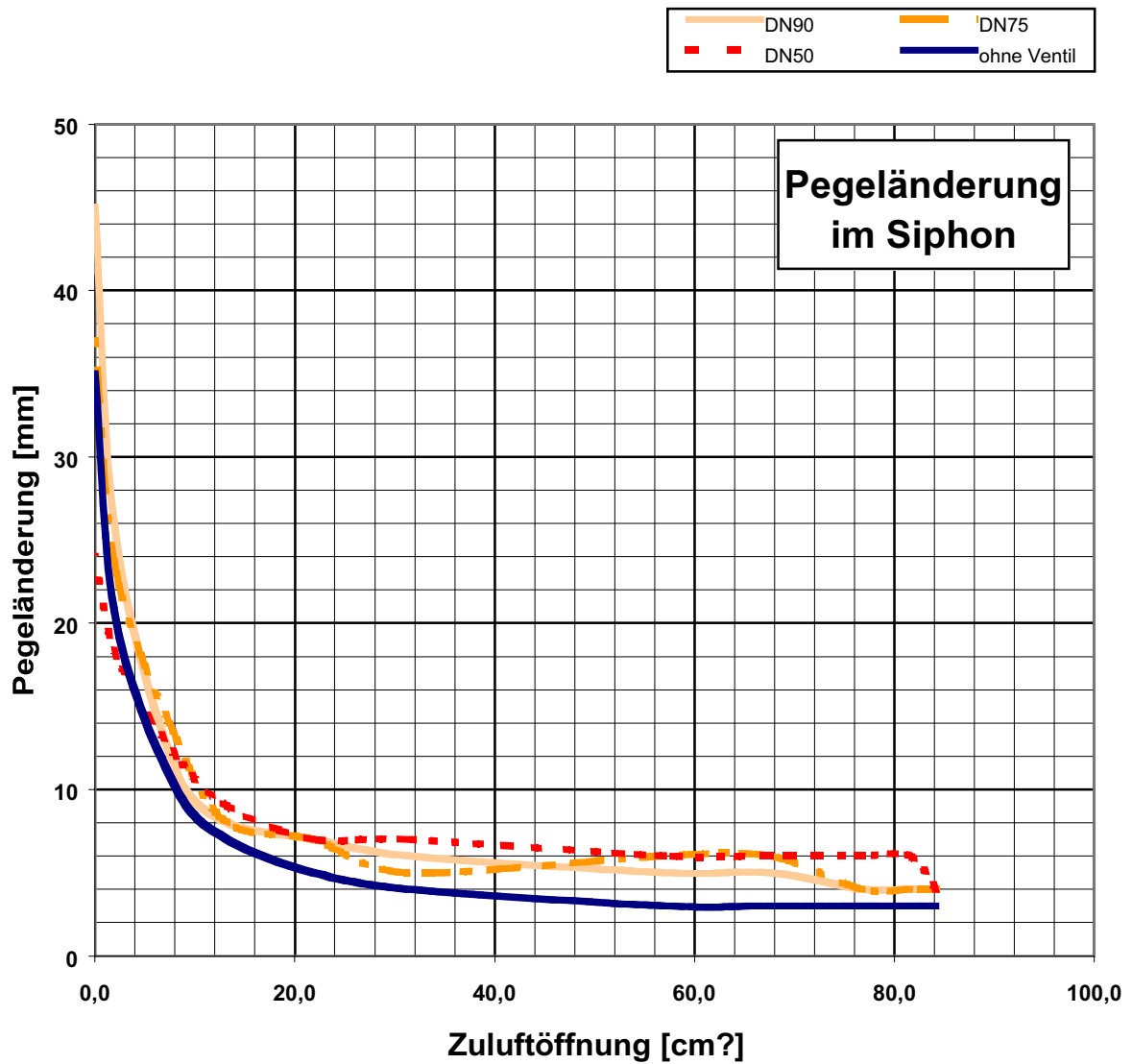


Bild 10: Zusammenhang zwischen Pegelstand im Siphon und Größe der Zuluftöffnung. Dargestellt sind vier Belüftungsvarianten:
ohne Belüftungsventil
mit Durgo DN50
mit Durgo DN75
mit Durgo DN90

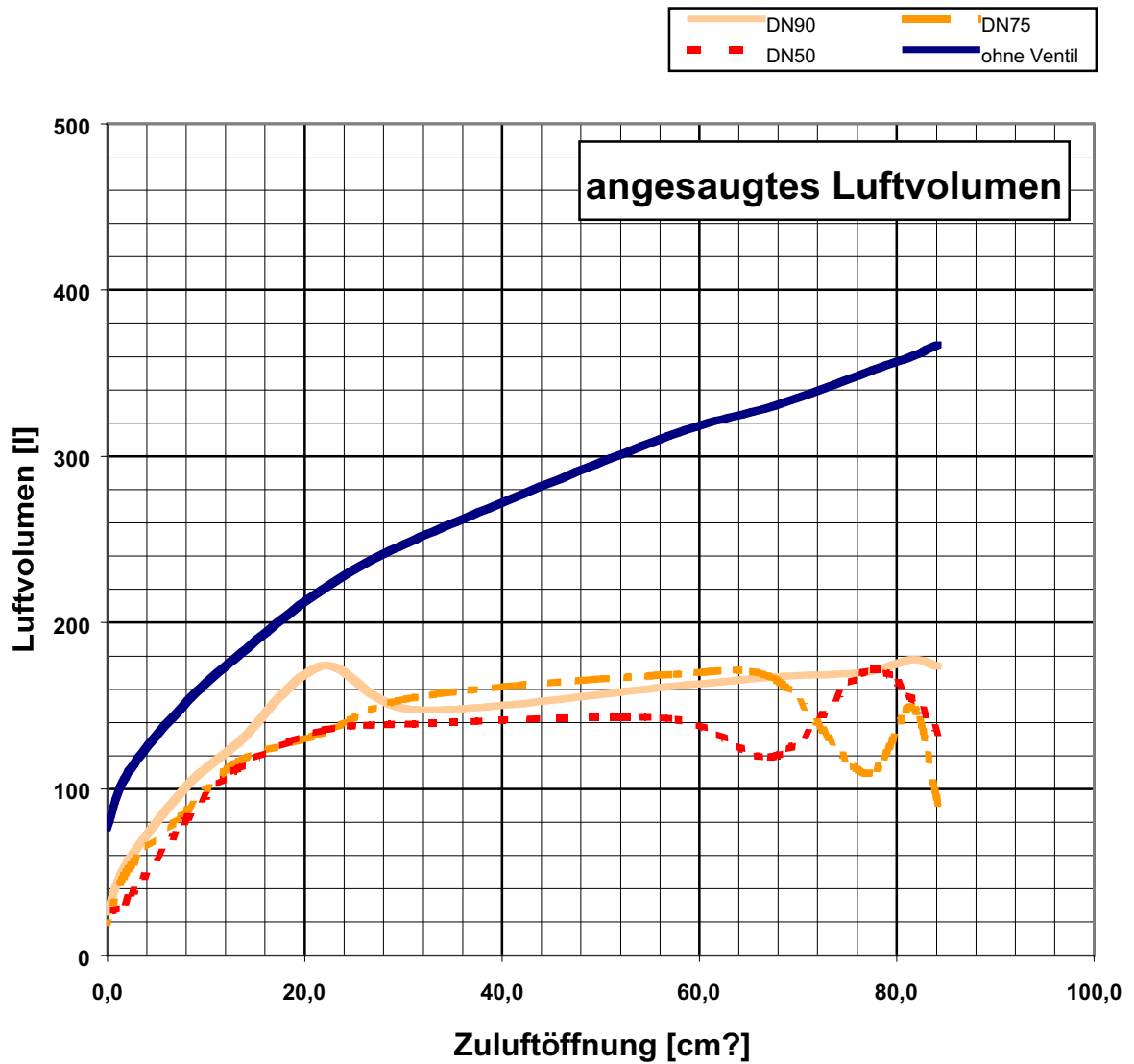


Bild 11: Abhängigkeit des angesaugten Luftvolumens von der Zuluftöffnung. Dargestellt sind vier Belüftungsvarianten:

ohne Belüftungsventil

mit Durgo DN50

mit Durgo DN75

mit Durgo DN90

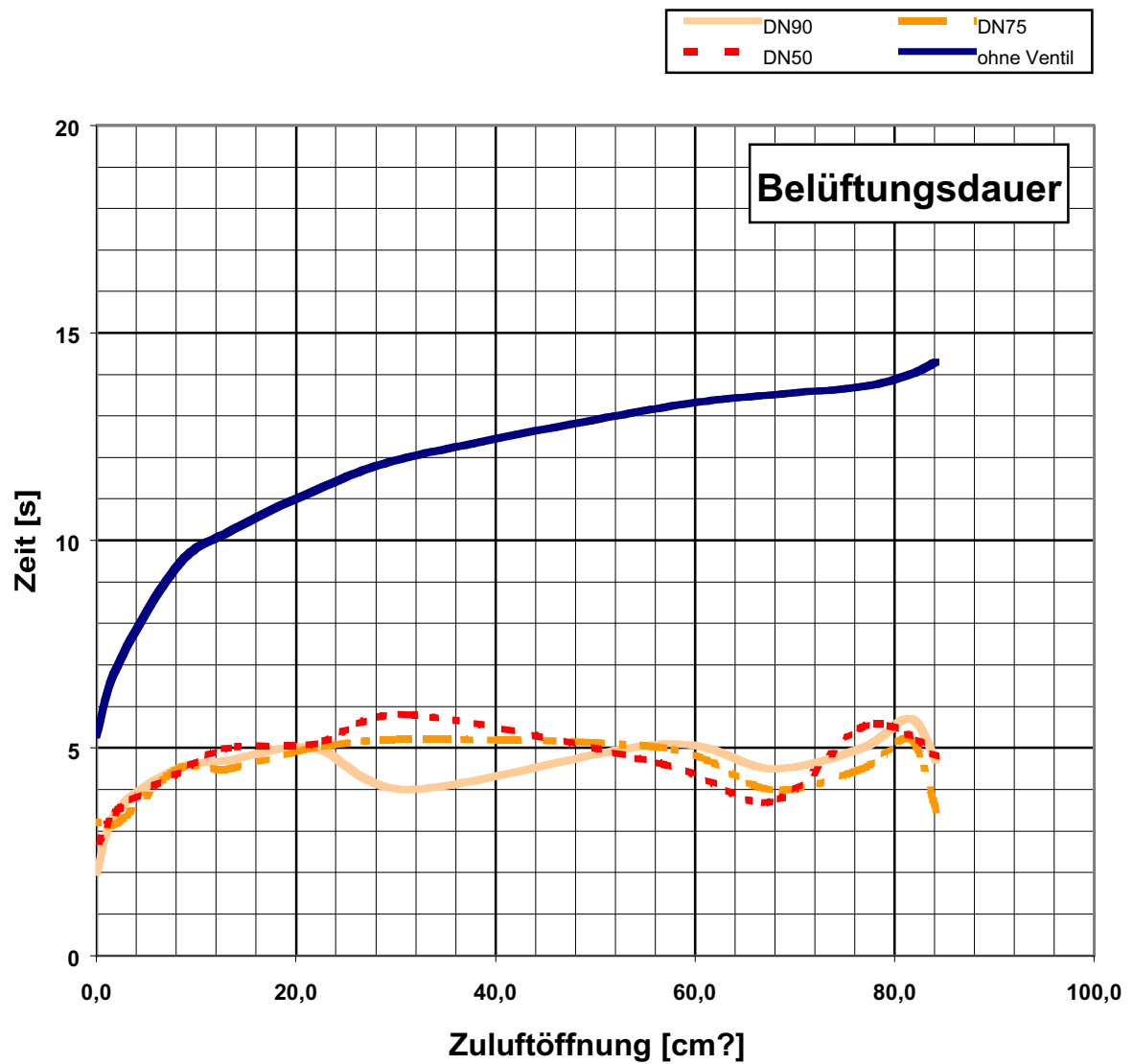


Bild 12: Zusammenhang zwischen Belüftungsdauer und Größe der Zuluftöffnung. Dargestellt sind vier Belüftungsvarianten:
ohne Belüftungsventil
mit Durgo DN50
mit Durgo DN75
mit Durgo DN90