

Lufteinzug in vertikalen Fallschächten

DIPLOMARBEIT

Master's Thesis

vorgelegt von

Markus Reis

angefertigt am

Institut Ingenieurhydrologie und Wasserbau
Technische Universität Wien

Betreuer

Ao. Univ. Prof. Dipl. Ing. Dr. techn. Reinhard Prenner

Wien, Mai 2009

Kurzfassung

Bei der vorliegenden Diplomarbeit handelt es sich um ein Grundlagenforschungsprojekt über das hydraulische Verhalten von vertikalen Fallschächten hinsichtlich der Luftaufnahme. Die Versuche wurden am Wasserbaulabor der TU Wien durchgeführt. Die Diplomarbeit ist als weiterführende Studie einer bereits erstellten Diplomarbeit am selbigen Institut durch Velkova [6] zu sehen. In der gegenständlichen Arbeit wurde die von Velkova untersuchte Modellfamilie um mehrere Durchmesser und Fallrohrängen erweitert. Die Überdeckungswassermengen für Durchmesser größer 100 mm, welche aus Gründen der vorhandenen Modellumgebung nicht erreicht werden konnten, wurden mit Hilfe an kleineren Durchmessern gemessenen Überdeckungswassermengen extrapoliert. Die Hauptaufgabe bestand in der Bestimmung des Lufteinzuges und der Druckverhältnisse im Fallschacht während des Betriebes. Damit sollten Maßstabeffekte, welche bei belüfteten Abflusszuständen immer auftreten, anhand einer Modellfamilie von geraden Fallrohren identifiziert werden. Die Versuchsergebnisse dienen als Grundlage für einen weiteren Modellversuch zur Bestimmung der Hochwasserabfuhrfähigkeit des Hochwasserentlastungsturms des Ausgleichsspeichers Gösskar.

Abstract

The presented thesis is a basic research work on the hydraulic behavior of vertical shafts regarding the air entrainment. The tests were performed at the Hydraulic Engineering Laboratory of the Technical University Vienna. This study is based on a thesis written by Velkova [6] at the same Institute. In this work, the investigation of Velkova on a model family was extended by further diameters and pipe lengths. The critical submergence discharge for diameters greater than 100 mm, could not be reached due to the available model arrangement. Therefore the critical submergence discharge was calculated by extrapolation of measured results on smaller pipe diameters. Basically the general task consists of determining of the air entrainment and the air pressure in the vertical shaft. These results should reveal scale effects, which occur always on aerated vertical shafts, by means of a model family of straight pipes. The test results should serve as a basis for a further hydraulic model to determine the flood discharge capacity of the morning glory spillway at the Gösskar reservoir.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Allgemeines	1
1.2	Problemstellung	2
2	Problematik der Freifallströmung	3
2.1	Theoretische Grundlagen	4
2.2	Überfallströmung	4
2.2.1	Belüftungsgrad (β)	5
2.2.2	Überfallbeiwert (μ)	5
2.3	Druckströmung	5
2.3.1	Rohrreibungsbeiwert (λ)	5
2.3.2	Einzelverluste (ζ)	5
2.4	Herleitung der Abflusscharakteristik	6
2.5	Entstehung von Wasser-Luft-Gemischen	6
2.6	Belüftungsgrad theoretisch nach Bolrich	8
3	Hydraulischer Modellversuch	9
3.1	Ähnlichkeitsbetrachtungen-Modellmaßstab	9
3.2	Grenzzustände bei Fallrohrleitungen	10
3.3	Modellaufbau	10
3.3.1	Einlaufbecken	13
3.3.2	Rohrsegmente	13
3.3.3	Rohreinlauf	13
3.3.4	Raues Rohr	16
3.3.5	Auslaufbecken	16
3.4	Messeinrichtung	17
3.4.1	Durchfluss	18
3.4.2	Überfallhöhe	18
3.4.3	Luftgeschwindigkeit	18
3.4.4	Druck	19

4 Durchführung der Versuche	20
4.1 Versuchsprogramm	20
4.2 Versuchsablauf	21
5 Messergebnisse	23
5.1 Lufteinzug	23
5.2 Druckmessung	23
6 Versuchsauswertung	26
6.1 Dimensionsloser Kennwert der relativen Höhe (h/D)	26
6.2 Überfallbeiwert μ	26
6.3 Durchflussbeiwert ξ	28
6.4 Überdeckungsabfluss $Q_{\ddot{U}}$	28
6.5 Belüftungsgrad β	28
7 Zusammenfassung und Ausblick	30
Anhang	35

Kapitel 1

Einleitung

Freifallströmungen in lotrechten Überlauf- und Ablaufrohrleitungen sind durch eine Vielzahl von Kenndaten charakterisiert, die das mathematische Erfassen des Strömungsvorganges außerordentlich erschweren oder in bestimmten Fällen vorerst noch unmöglich machen.

[4]

1.1 Allgemeines

Bei Hochwasserentlastungsanlagen von Speicherbecken sind oft größere Höhendifferenzen zu überwinden, dabei können für kleine bis mittlere Hochwasserabflüsse (ca. max. $300 \text{ m}^3/\text{s}$) Absturzleitungen beziehungsweise Freifallschächte zum Einsatz kommen. Diese führen das Wasser lotrecht bzw. unter steilem Gefälle ab. Dabei auftretende starke Druckpulsationen durch die Luftmitnahme bei Teilfüllung und auch Kavitationserscheinungen können zum Zerstören des Transportbauwerkes führen.

Bei der **Freifallströmung** handelt es sich um einen Strömungsübergang von einer **Überfallströmung** in eine **Druckrohrströmung**. Der Strömungsübergang lässt sich wie folgt beschreiben:

- getrennter Abfluss Wasser und Luft
- Abfluss eines Wasser-Luft Gemisches
- Druckabfluss

Die Überprüfung des hydraulischen Abfuhrvermögens von Hochwasserentlastungseinrichtungen ist aufgrund des Luftaufnahmeverhaltens numerisch als auch mittels eines Modellversuches sehr problematisch. Die auftretenden Phänomene

sind sehr komplex und sind im Modellversuch durch fehlende Übertragungsregeln schwer quantifizierbar.

1.2 Problemstellung

Ziel dieser Arbeit war es, die Abhängigkeit des Lufteinzuges von der abgeführten Wassermenge in einem vertikalen Fallrohr experimentell zu untersuchen. Die Untersuchung erfolgte im Rahmen einer Modellfamilie, welche einen Zusammenhang von mehreren Modellen in verschiedenem Maßstab ermöglichen soll, um damit eine Abschätzung für die Übertragbarkeit von Modellversuchsergebnissen auf den jeweiligen Prototyp zu erhalten. Folgende Parameter wurden im Versuchsprogramm variiert:

- Rohrdurchmesser
- Fallrohrlänge
- Rauheit
- Abfluss

Kapitel 2

Problematik der Freifallströmung

Die auftretenden Phänomene bei lotrechten Fallschächten hängen von den Anströmungsbedingungen ab. In dieser Arbeit wird nur die radiale Anströmung behandelt.

Die Freifallströmung in vertikalen Schächten ist durch eine **Luftaufnahme** und eine **Unterdruckbildung** charakterisiert. Es handelt sich dabei um eine Kombination von Überfallströmung (Bereich A) und Druckströmung (Bereich B). Die Überfallströmung (Bereich A) lässt sich in die zwei Phasen (1) und (2) unterteilen (s. Abb. 2.1).

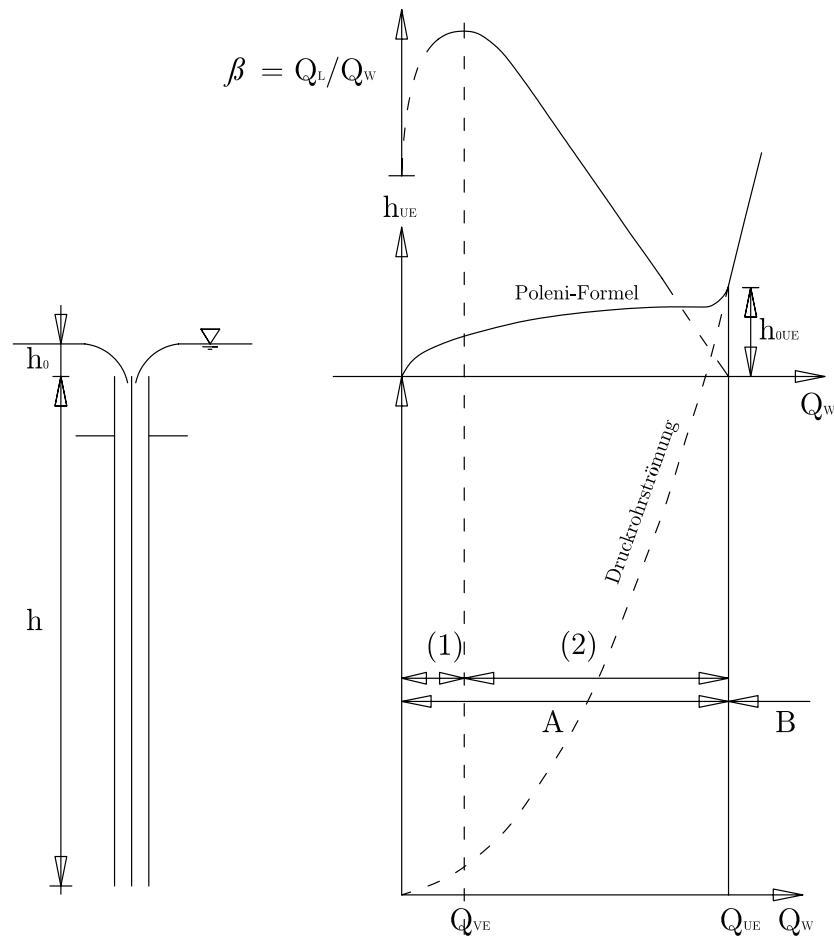


Abbildung 2.1: funktionale Darstellung der Freifallströmung

2.1 Theoretische Grundlagen

Im folgenden werden kurz die wesentlichen Strömungsphänomene und Abflussparameter erklärt.

2.2 Überfallströmung

Die Überfallströmung teilt sich in zwei Phasen:

Phase 1: Es handelt sich um eine Freifallströmung mit Druckausgleich. Es kommt zu keiner Vereinigung des Überfallstrahles in der Rohrachse.

Phase 2: Es handelt sich um eine Freifallströmung mit Übergang zur Druckströmung. Es kommt zu einer Vereinigung des Überfallstrahles in der Rohrachse.

Die Abflusszustände 1 und 2 können durch die Überfallgleichungen nicht eingegrenzt werden. Wird jedoch bei den Versuchen zur Ermittlung der Abflusscharakteristik des Wasser-Volumenstroms (Q_W) auch die Abflusscharakteristik des Luftvolumenstrom gemessen, so ist der Vereinigungsabfluss (Q_{VE}), also die Grenze zwischen Zustand 1 und 2 nachweisbar. [4]

2.2.1 Belüftungsgrad (β)

Die Luftmitnahme wird durch den Belüftungsgrad (β) beschrieben. Er ist durch das Verhältnis von Luft-Volumenstrom (Q_L) zu Wasser-Volumenstrom (Q_W) definiert. Jener Abfluss, welchem der maximale Belüftungsgrad zugrunde liegt stellt den Übergang zwischen Phase 1 und Phase 2 dar.

Die maximale Luftaufnahme ist vorherrschend durch eine Strahlvereinigung begründet, da bei großen Fallhöhen (h) in der Fallrohrleitung der sehr intensiv zerstäubende Wasser-Volumenstrom (Q_W) erheblich mehr Luft aufnimmt und die Fallrohrleitung sich schneller gegen eine weitere Steigerung der Luftmitnahme "verschliesst", als es bei kleinen Fallhöhen der Fall ist. [4]

2.2.2 Überfallbeiwert (μ)

Der Überfallbeiwert ist nicht konstant. Er ist vom Durchmesser (D) des Schachtes, der Fallhöhe (h) und der Überfallhöhe (h_0) abhängig.

2.3 Druckströmung

Die hydraulischen Verluste beim Druckabfluss in einem Rohr setzen sich aus dem kontinuierlichen Rohrreibungsverlust und den lokalen Verlusten zusammen.

2.3.1 Rohrreibungsbeiwert (λ)

Für den hydraulischen Übergangsbereich läßt sich der Rohrreibungsbeiwert (λ) nach *Colebrook* und *White* wie folgt berechnen:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2,0 \left(\frac{2,51}{Re\sqrt{\lambda}} + \frac{k/d}{3,71} \right) \quad (2.1)$$

2.3.2 Einzelverluste (ζ)

Zusätzlich zu den mit der Rohrlänge zunehmenden Reibungsverlusten sind Einzelverluste an Unstetigkeitsstellen wie Einläufen und Ausläufen nicht zu vernachlässigen.

2.4 Herleitung der Abflusscharakteristik

Die Überfallströmung lässt sich mit der Formel nach Poleni mit dem dimensionslosen Überfallbeiwert (μ) und der Überfallhöhe (h_0) beschreiben.

$$Q_{\text{Überfall}} = \mu \frac{2}{3} D \pi \sqrt{2g} h_0^{3/2} \quad (2.2)$$

Die Druckströmung lässt sich mit folgender Formel beschreiben:

$$Q_{\text{Druck}} = \frac{D^2 \pi}{4} \sqrt{\frac{2g(h_0 + h)}{1 + \lambda \frac{l}{D} + \sum \zeta}} \quad (2.3)$$

Dabei ist (h_0) die Überfallhöhe, (λ) der Rohrreibungsbeiwert und $\sum \zeta$ Einzelverluste entlang des Strömungsweges. Mit der Einführung von

$$\xi = \frac{1}{\sqrt{\frac{2g(h_0 + h)}{1 + \lambda \frac{l}{D} + \sum \zeta}}} \quad (2.4)$$

und der Bedingung

$$Q_{\text{Überfall}} = Q_{\text{Druck}} = Q_{\text{Überdeckungsabfluss}} \quad (2.5)$$

$$\mu \frac{2}{3} D \pi \sqrt{2g} h_0^{3/2} = \xi \frac{D^2 \pi}{4} \sqrt{2g(h_{0\ddot{U}} + h)^{1/2}} \quad (2.6)$$

lässt sich die Überdeckungshöhe ($h_{0\ddot{U}}$) wie folgt implizit berechnen:

$$\frac{h_{0\ddot{U}}}{D} = \left(\frac{3\xi}{8\mu} \right)^{2/3} \left(\frac{h_{0\ddot{U}}}{D} + \frac{h}{D} \right)^{1/3} \quad (2.7)$$

Aus ($h_{0\ddot{U}}$) berechnet sich der Überdeckungsabfluss ($Q_{\ddot{U}}$), welcher den Übergang zwischen Überfall- und Druckrohrströmung darstellt.

2.5 Entstehung von Wasser-Luft-Gemischen

Bei freifallendem Wasser entsteht ein Gemisch, bei dem Wasser in **Form von Tropfen eine Luftströmung erzeugt**. Dieses Wasser-Luft-Gemisch entspricht nach seiner Erscheinungsform der Freifallströmung in Phase (1). Die Bildung eines Wasser-Luft-Gemisches der Phase (1) hängt vom *Stokeschen* Gesetz und vom Zerfall oder „Zerblasen“ der Wassertropfen bei freiem Fall ab.

Beim Wasser-Luft-Gemisch der Phase (2) handelt es sich vorrangig um ein Gemisch, bei dem Wasser als **Trägermedium Luft in Form von Blasen** transportiert. Die Entstehung von Wasser-Luft-Gemischen der Phase (2) erfolgt durch

- Selbstbelüftung, Einmischung infolge Turbulenz in der Trennfläche Wasser/Luft,
- Lufteinschlag, Einmischung infolge starker örtlicher Turbulenz,
- Einsaugen oder Einblasen, Einmischung durch örtliche Unterdruckbildung oder Drucklufteintrag.

Zur Kennzeichnung der Lufteinmischung in Wasser oder des Luftransports durch Wasser wird der mitgeführte Luft-Volumenstrom auf den Wasser-Volumenstrom bezogen und als relative Luftmitnahme oder Belüftungsgrad bezeichnet (s. Kapitel 2.2.1). [5]

Abbildung 2.2: Wasser-Luft-Gemisch zeigt den Fallrohranfangsbereich im Strömungszustand A (s. Abb. 2.1). Die Abbildung 2.3: Druckströmung zeigt den Fallrohranfangsbereich im Strömungszustand B (s. Abb. 2.1).

Die Abbildungen 2.4: Belichtungszeit 1/13 s und 2.5: Belichtungszeit 1/60 s zeigen exemplarisch den Abflusszustand eines Rohres mit DN 100 mm, einer Rohrlänge von 400 cm und einem Durchfluss von 16,8 l/s. Bei einer Belichtungszeit kleiner 1/60 s sind die Luftblasen im Wasser-Luft-Gemisch gut zu erkennen.



Abbildung 2.2: Wasser-Luft-Gemisch



Abbildung 2.3: Druckströmung



Abbildung 2.4: Belichtungsz. 1/13 s

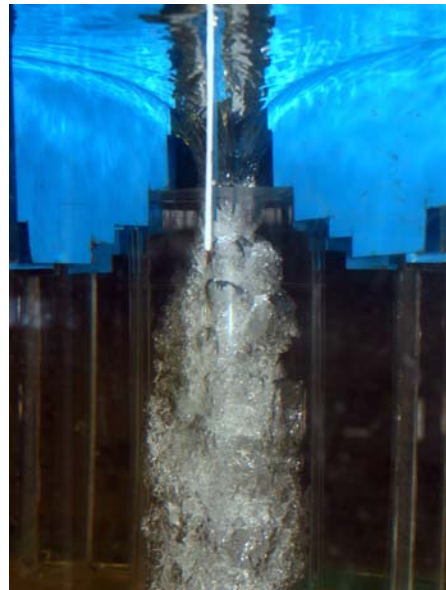


Abbildung 2.5: Belichtungsz. 1/60 s

2.6 Belüftungsgrad theoretisch nach Bollich

Bei einer von *Bollich* vertretenen Theorie [3] wird angenommen, dass der herabstürzende Wasserstrahl am Fallschachtende völlig in Wassertropfen oder -ballen zerfallen ist und dabei eine Fallgeschwindigkeit von ungefähr 10 m/s erreicht. Der Grenzbelüftungsgrad kann aus der Flächenbeziehung im Schachtquerschnitt zwischen Luft- und Wasseranteil ermittelt werden.

$$Q_L = \left(A_{Rohr} - \frac{Q_W Q_{\ddot{U}}}{10} \right) 10 \quad (2.8)$$

$$Q_W = \frac{Q_W Q_{\ddot{U}}}{Q_{\ddot{U}}} \quad (2.9)$$

$$\beta_{max} = \frac{Q_L}{Q_W} \quad (2.10)$$

Für exaktere Berechnungen müsste aber die genaue Fallgeschwindigkeit des Wassers am Prototypen bekannt sein.

Kapitel 3

Hydraulischer Modellversuch

Als hydraulisches Modell bezeichnet man eine geometrisch verkleinerte Nachbildung eines Naturbauwerkes. Eine Ähnlichkeit zwischen hydraulischem Modell und dem Prototypen besteht dann, wenn die geometrischen und die kinematischen, d.h. die dynamischen Größen in einem bestimmten Verhältnis übertragbar sind. [3]

3.1 Ähnlichkeitsbetrachtungen-Modellmaßstab

...zwei Strömungen verlaufen nur dann ähnlich, wenn die sie bewirkenden und beeinflussenden Kräfte verhältnismäßig sind. [3]

Bei Modellversuchen für lotrechte Fallrohrleitungen sind Maßstabeffekte und Übertragungsgrenzen zu beachten.

Trotz der Möglichkeit, ein Modell zu verzerren, um wenigstens angenäherte Ähnlichkeit zu erreichen, gibt es noch viele Strömungsvorgänge, bei denen auch damit nicht alle erforderlichen Ähnlichkeitsbedingungen eingehalten werden können. In diesen Fällen ist es zielführend, Modellfamilien zu verwenden. Dabei werden Modelle nach dem gleichen Modellgesetz mit verschiedenen Modellmaßstäben hergestellt. Aus der Auswertung der Messergebnisse mit dimensionslosen Kennzahlen lässt sich dann die Tendenz des Verhaltens bezüglich dieser Kennzahlen ermitteln und eine Extrapolation auf die Natursausführung vornehmen. [2]

Den Einfluss der Reibung und insbesondere der Oberflächenspannung bei der Untersuchung von Überfällen nach dem *Froudschen* Gesetz kann man durch Verwendung einer Familie von unterschiedlich großen Überfallmodellen ermitteln.[2] Um die auftretenden Maßstabeffekte und Übertragungsgrenzen bei der aktuellen Problemstellung quantifizieren zu können, wurden die Untersuchungen an einer Modellfamilie ebenfalls mittels des *Froudschem* Modellgesetzes durchgeführt. Als Bezugsgröße für die verschiedenen Modelle wurde ein Rohr mit 200 mm Durchmesser herangezogen (s. Tab. 3.1).

Durchmesser	DN80	DN100	DN150	DN200	DN300
Längenmaßstab MI	1:0,40	1:0,50	1:0,75	1:1	1:1,50
$Q_{DN} = Q_{DN200} * MI^{(5/2)}$	1,0l/s	1,8l/s	4,9l/s	10,0l/s	27,6l/s

Tabelle 3.1: Modellmaßstab

3.2 Grenzzustände bei Fallrohrleitungen

- Belüftungsgrenze

Durch Ansaugen von Luft kommt es zu einer Vermischung, dieser Vorgang ist eng mit der Strömungsgeschwindigkeit verbunden. Der Belüftungsbeginn ist von der absoluten Geschwindigkeit abhängig, die aber im Modell viel geringer ist als in der Natur. **Im Modell kommt es erst viel später zu einer Belüftung.**

- Kavitationsgrenze

Die Kavitation, sprich die Unterschreitung des Dampfdruckes im Wasser, ist abhängig vom Luftdruck. Diese Grenze ist in der Natur sowie im Modell identisch und somit nicht maßstabsgetreu. Um Kavitationserscheinungen in Modellen nachbilden zu können, muss der Luftdruck verringert werden. **Ohne künstlichen Unterdruck kommt es im Modell erst viel später zur Kavitation.**

3.3 Modellaufbau

Die Untersuchungen wurden an einem einfachen Fallrohrmodell (qualitatives Modell) im Wasserbaulabor der Technischen Universität Wien in den Asparngärten durchgeführt. Aufgrund des zur Verfügung stehenden Gerüsts ergab sich eine Größe des Zulaufbeckens von 60 cm Breite und 125 cm Länge. Durch



Abbildung 3.1: Modell von unten



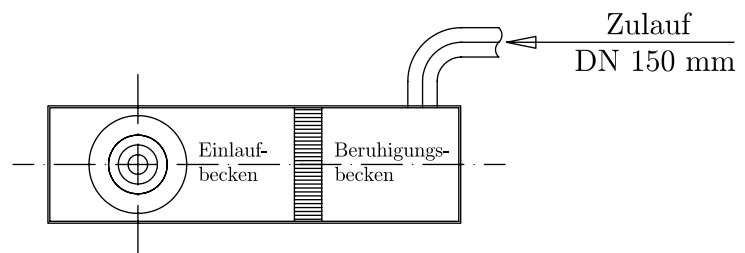
Abbildung 3.2: Modell von oben

die Hallenhöhe unter der Kranbahn beschränkte sich die maximale Fallrohrlänge auf 480 cm. Als Bezugsgrösse für die Modellfamilie wurde die Rohrlänge von 480 cm bei einem Durchmesser von 200 mm herangezogen.

Die Wasserversorgung des Beckens erfolgte über den Wasserkreislauf des Labors. Durch die vorhandenen Verluste in der Steigleitung war die maximale Wassermenge mit ca. 46 l/s beschränkt. Die Wassermenge wurde durch eine magnetisch-induktive Durchflussmessung in der Zuleitung gemessen.

Das Modell bestand grundsätzlich aus einem Oberbecken (Einlaufbecken) und einem Unterbecken (Auslaufbecken). Die beiden Becken waren vertikal mit dem zu untersuchendem Fallrohr verbunden. Die Speisung des Oberbeckens erfolgte mittels Steigleitung mit einem Durchmesser von 150 mm. Das Oberbecken stand auf einem Stahlgerüst in einer Höhe von ca. 5 Metern (s. Abb. 3.1). Vertikal darunter war das Auslaufbecken situiert (s. Abb. 3.2). Die Rohrleitung war mittels Plexiglasflansch unten am Einlaufbecken befestigt. Einen Überblick über den Modellstand gibt Abbildung 3.3.

Draufsicht



Ansicht

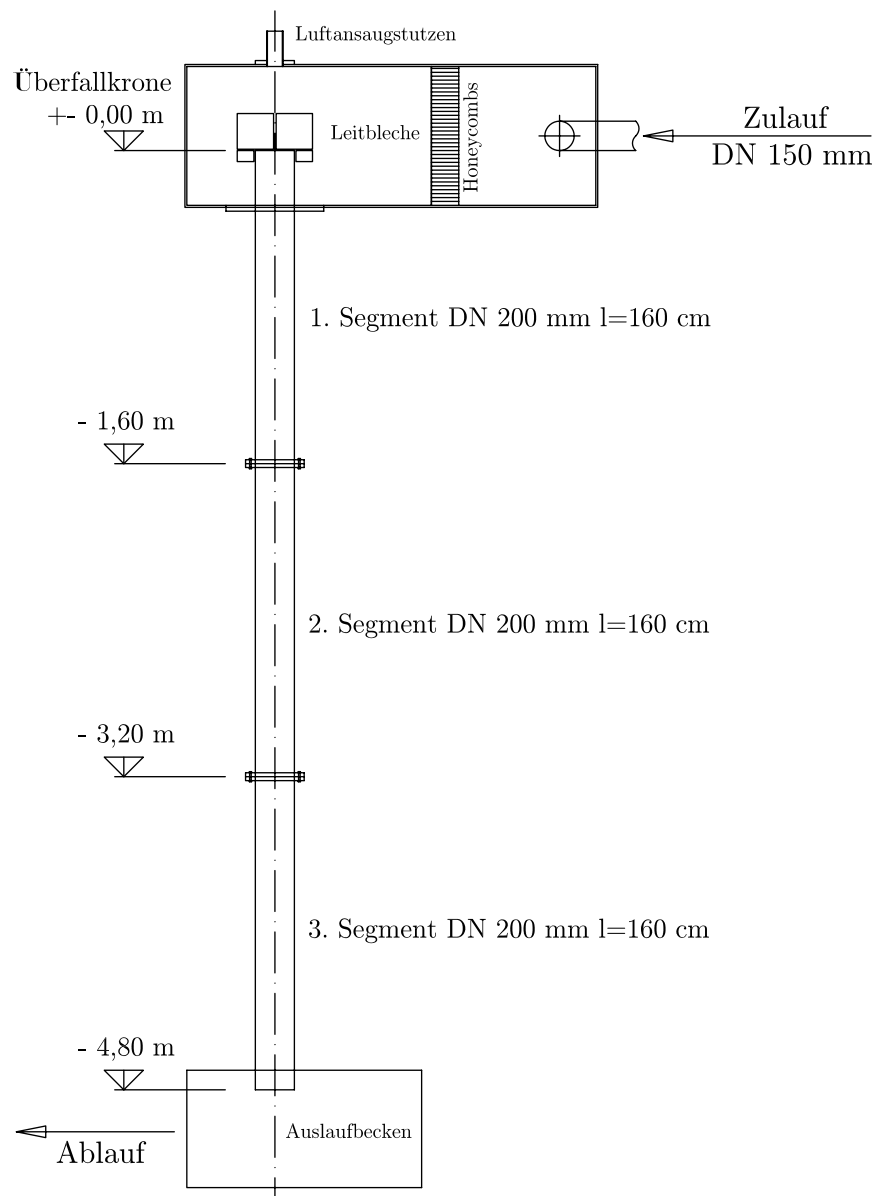


Abbildung 3.3: Skizze des Modellaufbaues

3.3.1 Einlaufbecken

Das Einlaufbecken, (s. Abb. 3.4 und Abb. 3.5) besteht aus einem prismatischen Kasten aus Plexiglas mit den Abmessungen 60/70/200 cm. Zur Bestimmung des exakten Lufteinzuges im Fallrohr wurde der Kasten luftdicht ausgeführt. Der Kastendeckel, welcher zum Modellumbau abgehoben werden musste, wurde mit einer umlaufenden Moosgummi-Dichtung versehen. Die Verschraubung des Kastendeckels erfolgte mit einer aus ca. 35 Schrauben bestehenden Schraubenreihe (M6), die im Abstand von 25 cm gesetzt wurden. Zur Messung der eingesaugten Luftmenge wurde ein offenes Rohrstück (Luftansaugstutzen) an der Kastenoberseite situiert. Der Ansaugstutzen verfügte über einen plan gedrehten Flansch und wurde nur mittels Fett als Dichtmasse auf die glatte Kastenoberseite mit Loch gestellt. Der Messflügel wurde ebenfalls mit Fett als Dichtmasse auf den Ansaugstutzen gesteckt.

Für definierte Randbedingungen bei der Luftaufnahme mündete das Fallrohr eingestaut in das Unterbecken, somit war der Lufteintrag nur über den Ansaugstutzen möglich.

Vorversuche [6] ergaben, dass zwei Beruhigungsmaßnahmen (Honeycombs und Vlies) notwendig sind. So wurde das Einlaufbecken mit Honeycombs in ein Beruhigungsbecken und Zulaufbecken getrennt. Die Trennung der beiden Becken erfolgte mit einer 12 cm dicken Honeycombs, die eine möglichst gleichmäßige Anströmung zum Überfall ermöglichen sollte, ausgeführt. Zusätzlich war im Beruhigungsbecken ein Vlies beim Rohreinlauf angeordnet.

3.3.2 Rohrsegmente

Die Rohrsegmente wurden je nach Versuchslänge auf die gewünschte Rohrlänge zusammengeschrubt. Ein Rohrsegment (s. Abb. 3.6) bestand aus einem Rohrstück mit aufgeklebten Flaschen. Jedes Rohrsegment hatte zwei Bohrungen, welche mit Rohrstützen versehen waren. An diese Stützen wurden später die Druckmessungen angeschlossen. Das Rohr wurde zusätzlich punktuell mehrmals über die Rohrlänge verteilt, am Gerüst mit Rohrschellen gesichert, um Rohrschwingungen zu vermeiden.

3.3.3 Rohreinlauf

Die Gestaltung des Überfalles, welcher in das vertikale Fallrohr einmündete, wurde zur Verringerung der Baumaßnahmen und zur besseren Vergleichbarkeit



Abbildung 3.4: Einlaufbecken

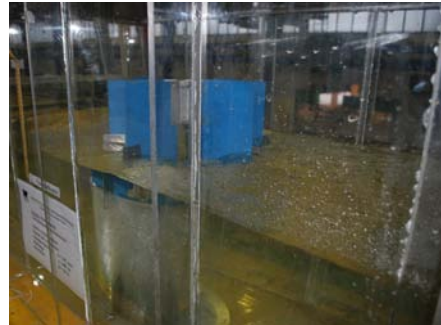


Abbildung 3.5: Einlaufbecken mit Strömungsrichter

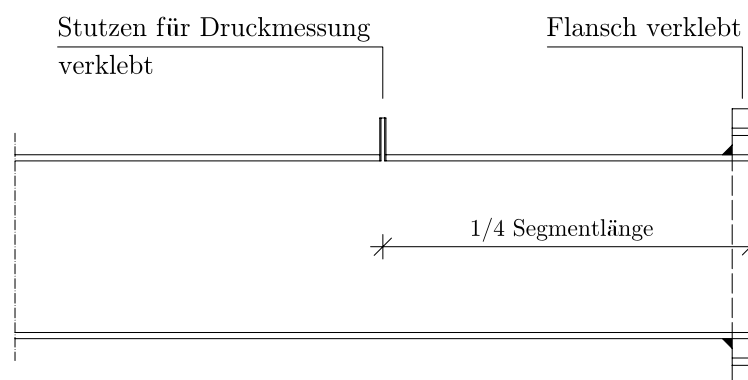


Abbildung 3.6: halbes Rohrsegment

mit vorhandenen Versuchsergebnissen aus der Literatur, nicht wie üblich trompetenförmig (Gösskar), sondern mit konstantem Durchmesser ausgeführt. Die Überfallkronen wurden scharfkantig im Winkel von 45° ausgebildet (s. Abb. 3.8). Zur Gewährleistung einer gleichmäßigen, radialen Anströmung wurden Leitbleche (s. Abb. 3.7) sternförmig an der Einlaufkronen angeordnet, somit konnte eine tangentiale Anströmung verhindert werden. Die minimale Distanz des Rohres zur Beckenwand war laut Literatur von der Größe des Durchmessers bestimmt. Bei den hier durchgeführten Modellversuchen konnte ab einem Durchmesser von 200 mm dieser Abstand aufgrund der gegebenen Zulaufbeckendimension nicht mehr eingehalten werden.

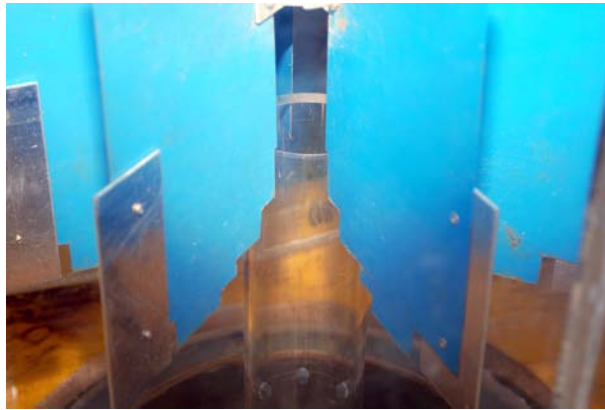


Abbildung 3.7: Überfallkronen mit Strömungsrichter

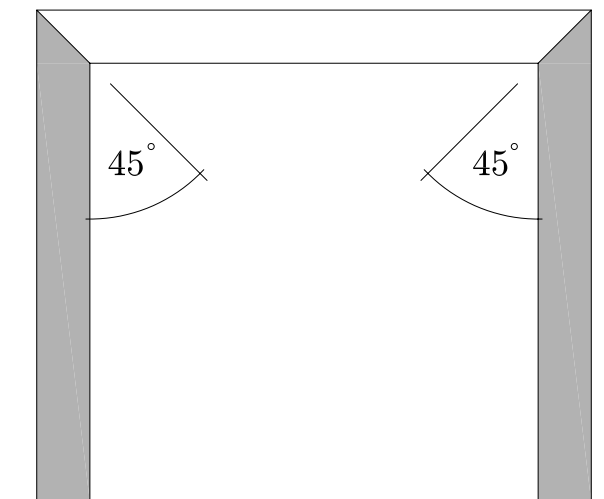


Abbildung 3.8: Ausbildung Überfallkronen

3.3.4 Raues Rohr

Im Anschluss an die Untersuchungen der glatten Rohre wurden solche mit sehr großer Rauheit untersucht, um Aussagen über den Einfluss auf den Lufteintrag treffen zu können. Die definierte Rauheit wurde mit eingeklebten Störkörpern erreicht (s. Abb. 3.10). Bei den Störkörpern handelt es sich um versetzt angeordnete, in Flussrichtung abgerundete Plastikwürfel. Als Bezugswürfel wurde ein Würfel mit den Seitenlängen 20/20/20 mm für den Rohrdurchmesser 200 mm herangezogen. Für alle anderen Rohrdurchmesser wurden die Störkörper maßstäblich nach dem *Froudschen* Modellgesetz vergrößert oder verkleinert. Die Würfel wurden mit Silikon in die Rohre eingeklebt. Jedes Rohrsegment wurde mit vier Ringen mit jeweils sechs Körpern versehen (s. Abb. 3.9).

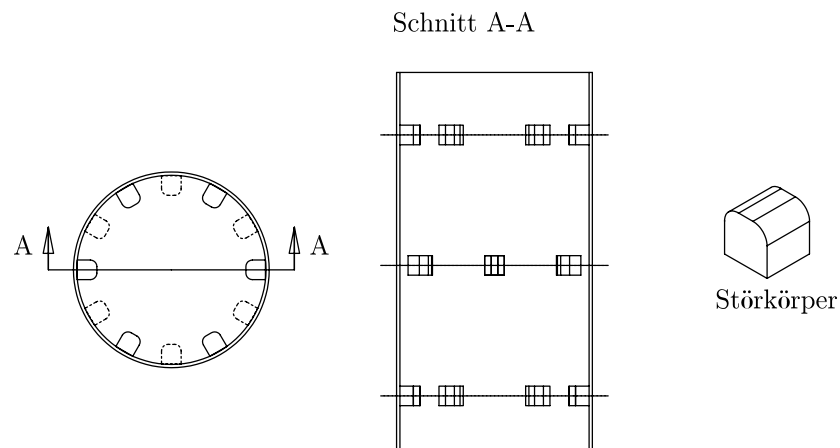


Abbildung 3.9: Anordnung der Störkörper

3.3.5 Auslaufbecken

Der Auslauf bestand aus einer rechteckigen Kiste aus Schaltafeln (s. Abb. 3.11), in die das Fallrohr eintauchte. Die Kiste war höhenverstellbar mit einer tieferen Überfallkante an der Vorderseite, was ein Abströmen des Wassers ermöglichte. Die Kiste wurde je nach Versuchskonfiguration mit Ketten auf die entsprechende Höhe eingestellt. Das Rohrende lag ca. 15 cm tiefer als die Überfallkante des Beckens, somit wurde ein Lufteintritt von unten verhindert.

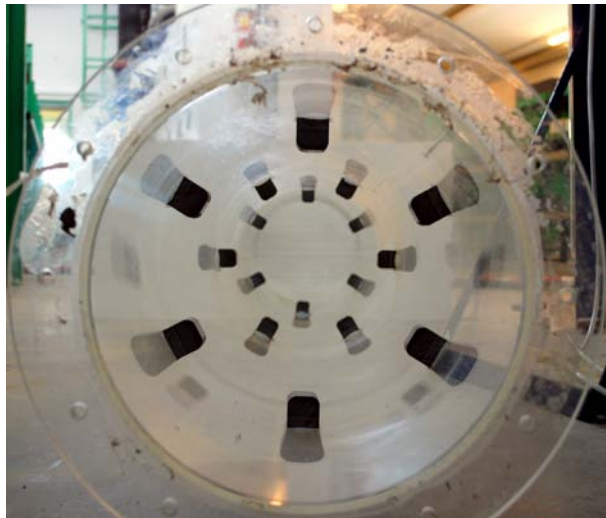


Abbildung 3.10: Raues Rohr

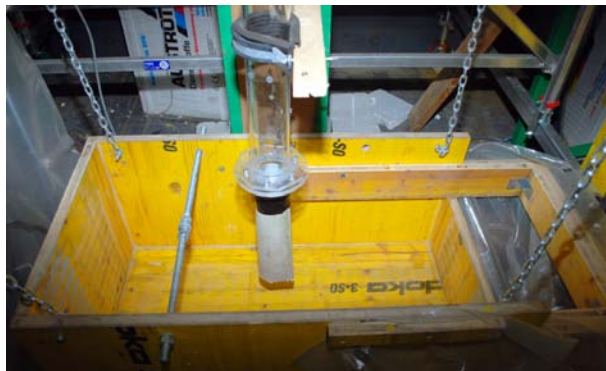


Abbildung 3.11: Auslaufbecken

3.4 Messeinrichtung

Als relevante Größen bei den Versuchsreihen wurden folgende Parameter gemessen:

- Durchfluss
- Überfallhöhe
- Luftgeschwindigkeit
- Druck

3.4.1 Durchfluss

Die Messung der Wassermenge erfolgte mittels eines magnetisch-induktiven Durchflussmessers bei einer ungefähren Wassertemperatur von 18°C.

3.4.2 Überfallhöhe

Die Überfallhöhe wurde am Zulaufbeckenrand visuell (in cm) mit einem Massband als Pegellatte gemessen.

3.4.3 Luftgeschwindigkeit

Die Ermittlung der Luftaufnahme erfolgte über die Luftgeschwindigkeit der eingezeichneten Luft. Als Messgerät für die Luftgeschwindigkeit wurde ein MiniAir2 Einkanal-Handmessgerät der Firma *Schiltknecht Messtechnik AG* für Strömung verwendet. Der Fühler (Messflügel) (s. Abb. 3.12) hat einen Durchmesser von 78 mm und wurde über einen Stutzen mit dem Kasten verbunden. Der Messflügel war mit einem Anzeigegerät (s. Abb. 3.13) verbunden, von welchem minimale, maximale und durchschnittliche Werte über eine gewählte Zeit abgelesen werden konnten.

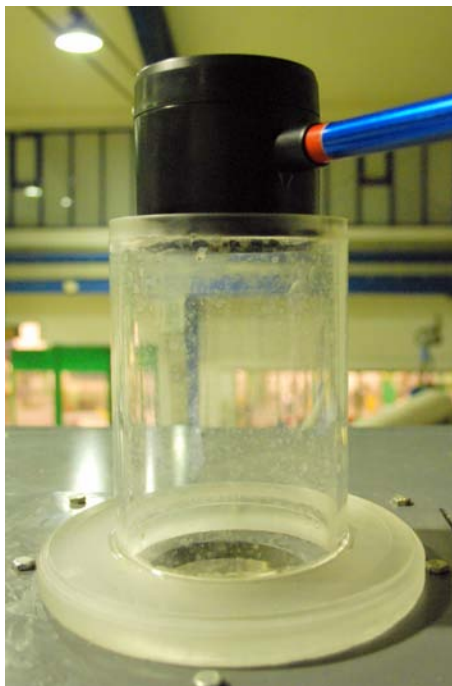


Abbildung 3.12: MiniAir2 Fühler mit Ansaugstutzen



Abbildung 3.13: MiniAir2

3.4.4 Druck

Die Druckmessung erfolgte über Druckrohre. Je nach Länge wurden die Rohrsegmente mit zwei, vier oder sechs Bohrungen versehen. In diese Bohrungen wurden Metallröhrchen eingeklebt und über Plastikschläuche mit den Standrohren verbunden. Je nach Länge des Rohres und der daraus resultierenden Anzahl der Druckmesspunkte ergab sich die Anzahl der Druckrohre an der Standrohrharfe (s. Abb. 3.14 und Abb. 3.15).



Abbildung 3.14: Standrohrharfe

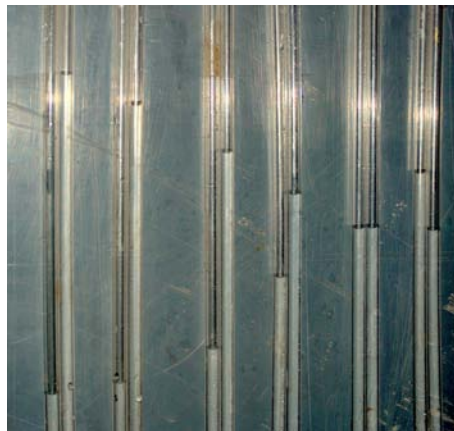


Abbildung 3.15: Druckbild links Rohr-anfang mit Unterdruck rechts Rohrende mit Überdruck

Kapitel 4

Durchführung der Versuche

Im folgenden Kapitel wird der Umfang und die Durchführung der Versuche erklärt.

4.1 Versuchsprogramm

Die Modellfamilie beinhaltet 48 unterschiedliche Versuche. 24 Versuche wurden mit hydraulisch glatten Rohren, 24 mit hydraulisch rauen Rohren durchgeführt. Tabelle 4.1 und Abbildung 4.1 zeigen die untersuchten Kombinationen für das glatte beziehungsweise für das raue Rohr.

DN 80 mm	DN 100 mm	DN 150 mm	DN 200 mm	DN 300 mm
60 cm	80 cm	120 cm	160 cm	200 cm
120 cm	160 cm	240 cm	320 cm	350 cm
180 cm	240 cm	360 cm	480 cm	480 cm
240 cm	320 cm	480 cm		
300 cm	400 cm			
360 cm	480 cm			
420 cm				
480 cm				

Tabelle 4.1: Zusammenstellung der Versuchsrohre

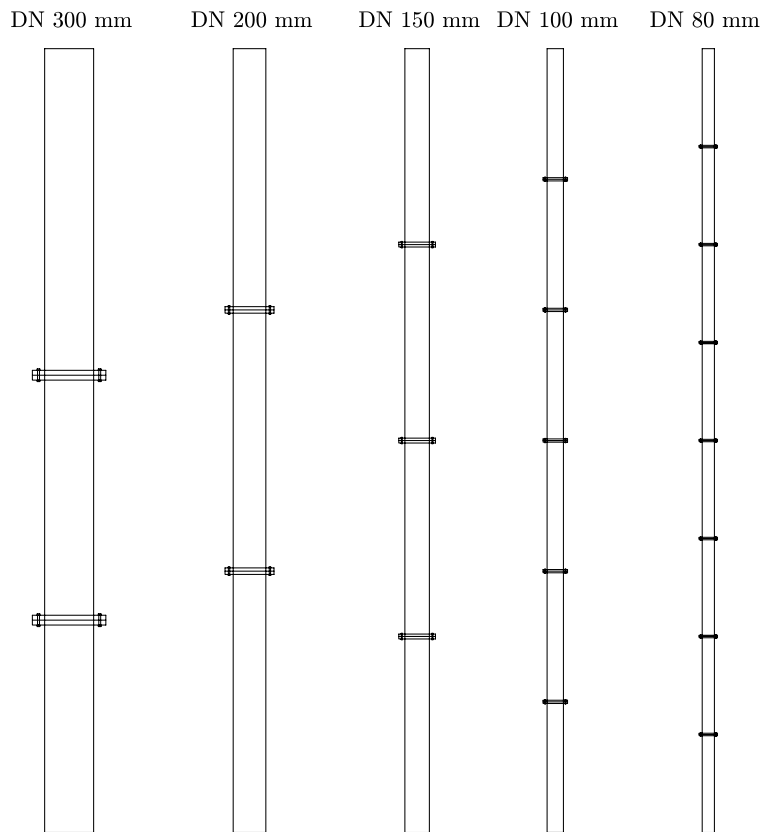


Abbildung 4.1: Zusammensetzung der Rohrschüsse (maximale Länge 4,8 m)

Jeder einzelne Versuch wurde mit verschiedenen Durchflüssen beaufschlagt. Die entsprechenden Wassermengen sind für die verschiedenen Durchmesser nach dem *Froudschen* Modellgesetz berechnet worden. Als Bezugsgröße (Modellmasstab 1:1) wurde ein Rohr mit einem Durchmesser von 200 mm herangezogen. Die Bezugswassermengen wurden mit 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 l/s festgelegt. Die obere Grenze mit 45 l/s wird durch die Leistungsfähigkeit der Wasserzuführungsleitung mit ca. 46 l/s definiert.

4.2 Versuchsaufbau

- Die Zuflusswassermenge wurde mit Hilfe des Handschiebers in der Steigleitung eingestellt. Die Genauigkeit der Regulierung lag ungefähr bei 0,4 l/s.
- Die Messung der Luftgeschwindigkeit mittels MiniAir 20 kombiniert mit

einem Messflügel begann ab dem Zeitpunkt bei dem die jeweilige Wassermenge eingestellt war. Die maßgebliche Messzeit ergab sich aus den Vorversuchen [6] mit 600 sec.

- Da die Luftgeschwindigkeit starken Schwankungen unterlag, wurde zusätzlich zum Mittelwert der min. bzw. max. Wert der Strömungsgeschwindigkeit gemessen.
- Die Überfallhöhe wird im beruhigten Zufussbereich am Maßband abgelesen. Die Ablesung der Überfallhöhe erfolgte ungefähr 5 Minuten nach der manuellen Zufusseinstellung, nachdem sich der Wasserspiegel auf einen konstanten Wert einstellt hatte.
- Bei der Druckmessung wurde an der Standrohrharfe jeweils für jeden Druckmesspunkt ein Minimal- und Maximalwert abgelesen, welcher später in der Versuchsauswertung arithmetisch gemittelt wurde.
- Zu Dokumentationszwecken wurde jede Versuchskonfiguration bei charakteristischen Zuflüssen fotografiert.

Kapitel 5

Messergebnisse

Alle Messergebnisse sind im Anhang A zusammengefasst. Die Ergebnisse des Lufteinzuges und der Drücke sind jeweils tabellarisch als auch graphisch dargestellt.

- Im Anhang A.1 sind die Versuche 1-24 für das hydraulisch **glatte** Rohr zusammengestellt.
- Im Anhang A.2 sind die Versuche 25-48 für das hydraulisch **raue** Rohr zusammengestellt.

5.1 Lufteinzug

Das Messblatt des Lufteinzuges beinhaltet (s. Abb. 5.1):

Tabelle: mit minimaler, maximaler und durchschnittlicher Luftströmungsgeschwindigkeit in Abhängigkeit des Durchflusses.

Diagramm: Luftvolumenstrom $Q_{Luft} = f(Q_{Wasser})$

5.2 Druckmessung

Das Messblatt der Druckmessung beinhaltet (s. Abb. 5.2):

Tabelle: relativer Druck in 100 Pa in Abhängigkeit von der Position der Druckmessung am Strömungsweg in Abhängigkeit des Durchflusses.

Diagramm: relativer Druck $\Delta p = f(h)$

Messdaten Versuch Nr. 01

PE - Glatt/DN70mm/Laenge 480cm

Luftinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	0,50	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00
2	3,50	3,90	0,56	0,61	0,53	2,68
3	6,60	4,90	1,90	2,12	1,70	9,08
4	9,60	5,80	2,26	2,42	2,08	10,80
5	16,70	7,30	1,43	1,49	1,37	6,83
6	23,00	8,50	0,00	0,00	0,00	0,00
7						
8						
9						

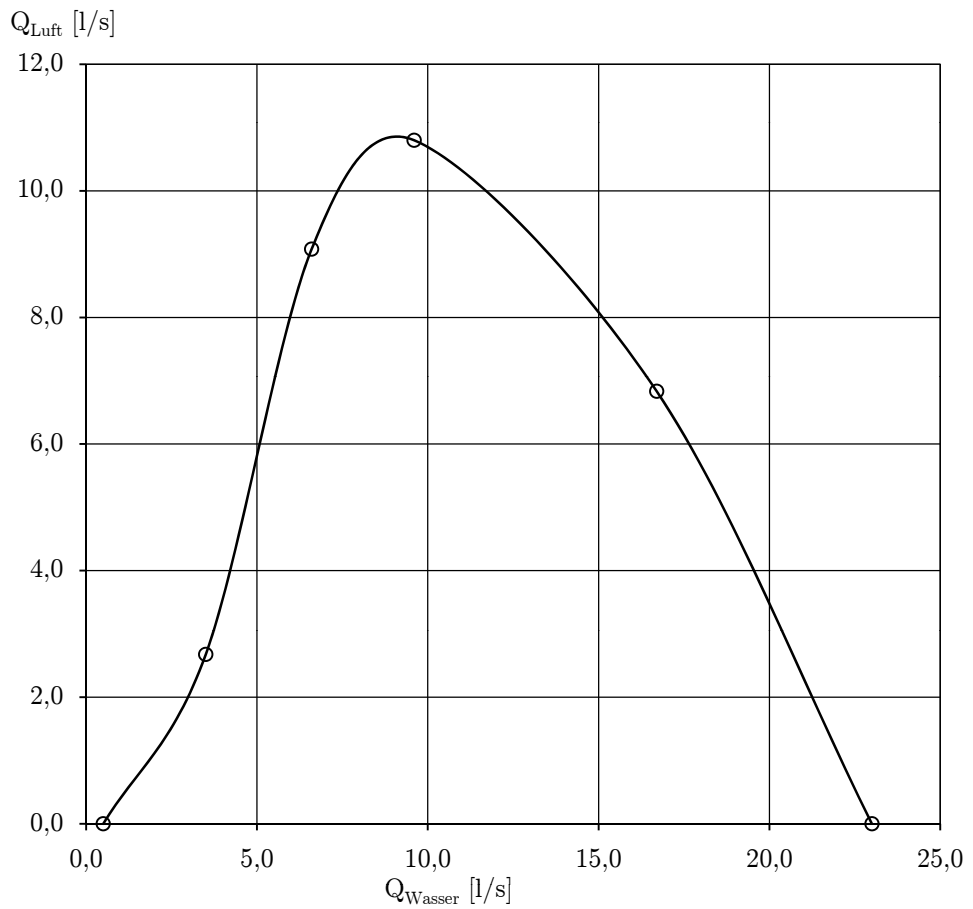


Abbildung 5.1: Exemplarisches Messblatt für die Darstellung des Luftinzuges

Messdaten Versuch Nr. 01

PE - Glatt/DN70mm/Leange 480cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]											
	-80	-160	-240	-320	-400	-480						
0,50 l/s	-0,5	-0,5	-1,5	-1,5	-0,3	-0,3	0,7	0,7	0,3	0,3	7,0	7,0
	-0,5	-0,5	-1,5	-1,5	-0,3	-0,3	0,7	0,7	0,3	0,3	7,0	7,0
3,50 l/s	-3,0	-3,0	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	6,5	6,5	0,0	1,3	12,0	12,5
	-3,0	-3,0	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	6,5	6,5	2,5	1,3	13,0	12,5
6,60 l/s	-22,0	-22,0	-23,5	-23,5	-16,0	-14,5	-5,0	0,0	0,0	10,0	-2,0	0,0
	-22,0	-22,0	-23,5	-23,5	-13,0	-14,5	5,0	0,0	20,0	10,0	2,0	0,0
9,60 l/s							-27,0	-22,0	-10,0	-1,0	7,0	7,0
							-17,0	-22,0	8,0	-1,0	7,0	7,0
16,7 l/s							-26,0	-25,5	-1,0	0,5	8,0	8,0
							-25,0	-25,5	2,0	0,5	8,0	8,0
23,0 l/s							-35,0	-35,0	-1,0	-1,0	13,0	13,0
							-35,0	-35,0	-1,0	-1,0	13,0	13,0

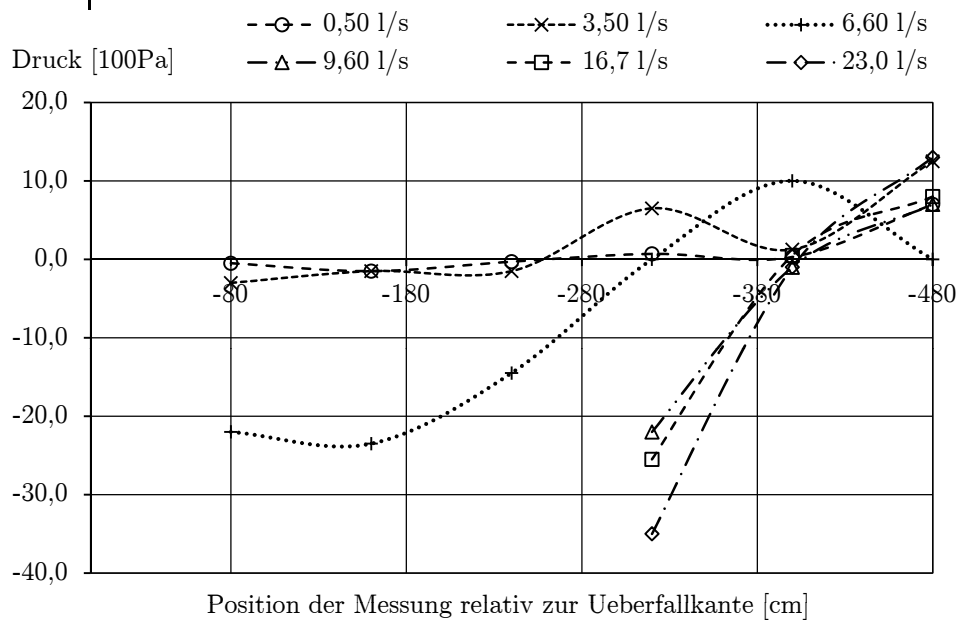


Abbildung 5.2: Exemplarisches Messblatt für die Darstellung des Druckes

Kapitel 6

Versuchsauswertung

Die gesamte Versuchsauswertung ist in Anhang B zusammengefasst. Die Überdeckungswassermengen für Durchmesser größer 100 mm, welche aus Gründen der vorhandenen Modellumgebung nicht erreicht werden konnten, wurden mit Hilfe von gemessenen Überdeckungswassermengen kleinerer Durchmesser extrapoliert. Die für die Auswertung relevanten Variablen sind die **relative Höhe** (h/D), **Überfallbeiwert** (μ), **Durchflussbeiwert** (ξ), **Überdeckungsabfluss** ($Q_{\ddot{U}}$) und der **Belüftungsgrad** (β), welche wie folgt definiert sind:

6.1 Dimensionsloser Kennwert der relativen Höhe (h/D)

Für einen Vergleich der einzelnen Modellvarianten wurde der dimensionslose Kennwert der relativen Höhe (h/D) eingeführt. Er beschreibt das Verhältnis der Fallrohrlänge zum Fallrohrdurchmesser. In Tabelle 6.1 werden die untersuchten relativen Fallhöhen dargestellt.

6.2 Überfallbeiwert μ

Der Überfallbeiwert (μ) ist von den Faktoren $\mu = f(Q_W; D; h_{\ddot{U}}; h/D)$ abhängig. In Abbildung 6.1 sind exemplarisch die Graphen der Überfallbeiwerte (μ) aus den Versuchen für diverse h/D Verhältnisse in Abhängigkeit von $h_0/h_{\ddot{U}}$ dargestellt. Die Überfallbeiwerte (μ) steigen annähernd linear an. Ihr Maximum tritt beim Erreichen der Überdeckungswassermenge ein. Laut [5] ist nach dem Erreichen des Überdeckungsabflusses keine steigende Tendenz der Überfallbeiwerte (μ) mehr zu erwarten. Für die Berechnung des Überdeckungsabflusses wurde der

	DN 70 mm	DN 100 mm	DN 149 mm	DN 192 mm	DN 290 mm
480 cm			32-33	24-25	15-16
360 cm			24-25		
320 cm		32-33		16-17	
240 cm	32-33	24-25	16-17		
200 cm					7-8
180 cm	24-25				
160 cm		16-17		7-8	
120 cm	16-17		7-8		
80 cm		7-8			
60 cm	7-8				

Tabelle 6.1: relative Fallhöhe (h/D)

maximale Überfallbeiwert verwendet. Da dies für die größeren Durchmesser aus dem vorhandenen Modellaufbau nicht möglich war, wurde er linear extrapoliert.

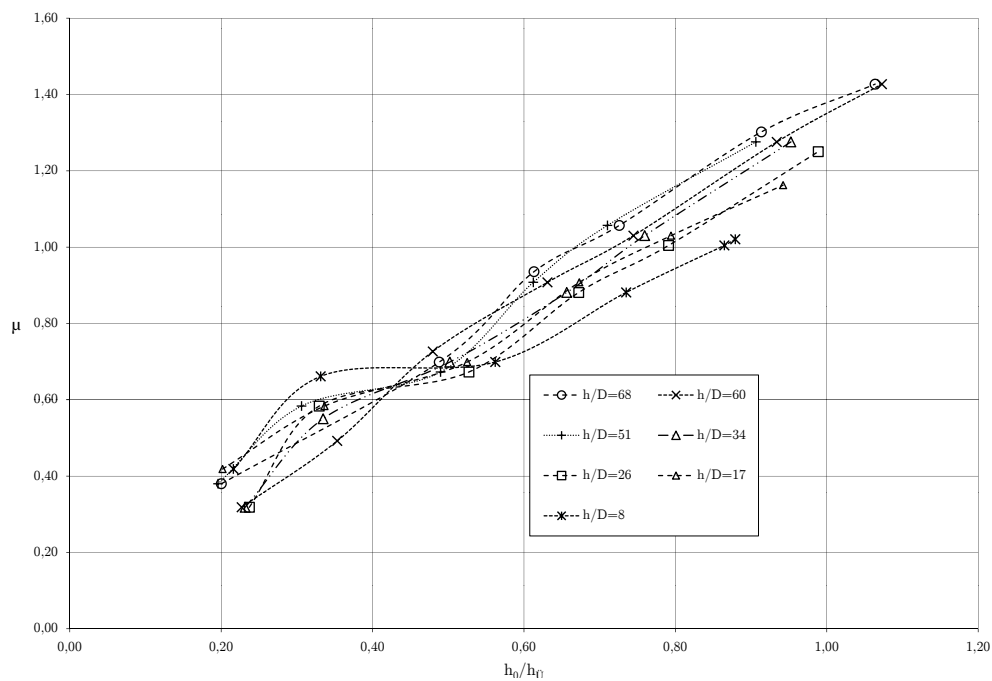


Abbildung 6.1: Überfallbeiwerte bei DN 70 mm (s. Anhang. B.1.1)

6.3 Durchflussbeiwert ξ

Der Durchflussbeiwert (ξ) hängt von λ , $\sum \zeta$, h und D ab.

$$\xi = \frac{1}{\sqrt{\frac{2g(h_0+h)}{1+\lambda \frac{L}{D} + \sum \zeta}}} \quad (6.1)$$

Für die Berechnung des Rohrreibungsbeiwertes (λ) für den hydraulischen Übergangsbereich nach *Colebrook* und *White* wurden folgende Annahmen getroffen:

- Die absolute Rauheit für das glatte PE-Rohr wurde mit 0,003 mm angenommen.
- Die absolute Rauheit für das raue PE-Rohr wurde mit 2,0 mm angenommen.

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2,0 \left(\frac{2,51}{Re\sqrt{\lambda}} + \frac{k/d}{3,71} \right) \quad (6.2)$$

Die Einzelverluste (ζ), welche an Unstetigkeitsstellen wie Einläufen und Ausläufen auftreten, wurden wie folgt angenommen:

- Am Einlauf wurde ein ($\zeta=1,0$) gewählt.
- Am Auslauf wurde ein ($\zeta=0,5$) gewählt.

6.4 Überdeckungsabfluss $Q_{\ddot{U}}$

Der Überdeckungsabfluss ergibt sich durch Gleichsetzen der Formeln nach *Poleni* (Überfallströmung) und *Colebrook* (Druckströmung). In Anhang B sind die Überdeckungsabflüsse für alle untersuchten Rohrkombinationen für hydraulisch raue und glatte Rohre dargestellt. Die Berechnung erfolgte mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Excel.

6.5 Belüftungsgrad β

Für die Darstellung des Belüftungsgrades wurden relative Fallhöhen zu Gruppen zusammengefasst. Exemplarisch sind die Belüftungsgrade für die untersuchten

glatten PE-Rohre in Abbildung 6.2 dargestellt. Die gesamten Ergebnisse sind im Anhang B zu finden.

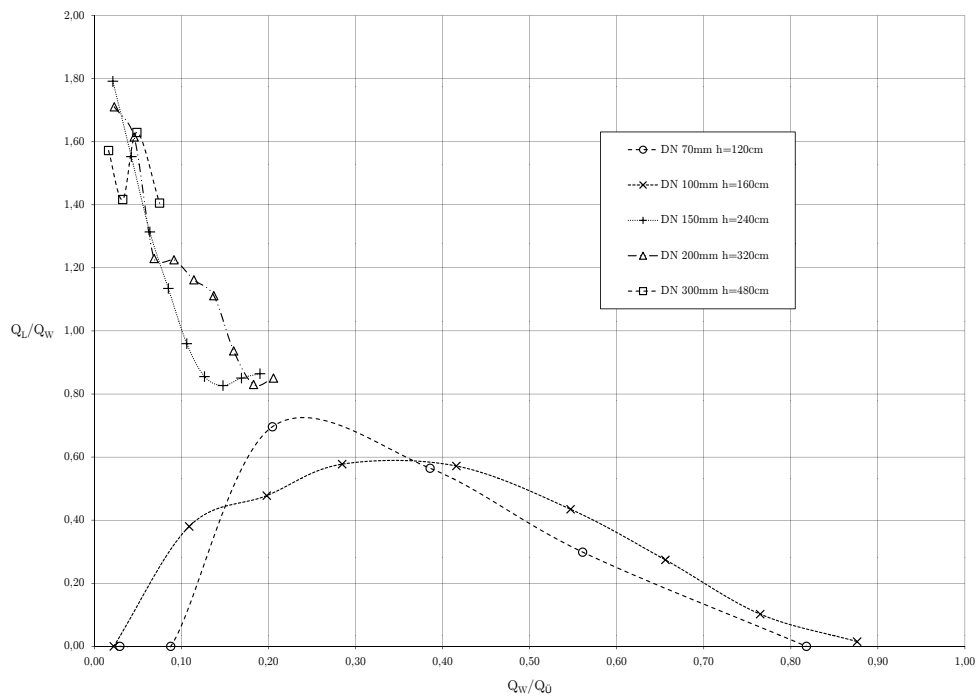


Abbildung 6.2: Belüftungsgrad für Gruppe $h/D=15-16$

Für die Darstellung des Belüftungsgrades in Abhängigkeit des Rohrdurchmessers wird nur der maximale Belüftungsgrad herangezogen und für verschiedene relative Fallhöhengruppen dargestellt.

Für die Darstellung des Belüftungsgrades in Abhängigkeit der relativen Fallhöhe wird wie oben nur der maximale Belüftungsgrad herangezogen und für verschiedene Durchmesser dargestellt.

Die gesamte Auswertung ist im Anhang B zu finden.

Kapitel 7

Zusammenfassung und Ausblick

Die Luftmitnahme und der Druck im Fallrohr wurde an fünf unterschiedlichen Durchmessern, verschiedenen Längen und Rauheiten bei jeweils steigendem Abfluss gemessen.

Durch die radiale Anströmung kommt es mit steigendem Durchfluss mehr und mehr zu einer Kontraktion, einer gegenseitigen Beeinflussung, welche den Überfallbeiwert variabel werden lässt. Der Überfallbeiwert (μ) kann nicht mehr als universelle Konstante wie bei einem vollkommen scharfkantigen Überfall angenommen werden, sondern ist von einer Vielzahl von Faktoren abhängig.

Aufgrund der vorhandenen Modellumgebung waren für Durchmesser größer 100 mm die vorhandene Wassermenge von 46 l/s für ein Erreichen des Überdeckungsabflusses zu klein. Deswegen war die Ermittlung der Überdeckungswassermenge bei größeren Durchmessern nur durch eine Extrapolation möglich.

Die Auswertung der Versuchsergebnisse ergaben folgende wesentliche Erkenntnisse:

- Die Überfallbeiwerte steigen annähernd linear proportional mit dem Abfluss an, bis sie beim Erreichen des Überdeckungsabflusses stark zurückgehen.
- Raues und glattes Rohr haben annähernd die selben Überfallbeiwerte.
- Der Überdeckungsabfluss ist beim glatten Rohr höher als beim rauem

Rohr.

- Die Luftmitnahme steigt mit zunehmender Fallhöhe.
- Mit zunehmendem Durchmesser steigt die Luftmitnahme und der Maximalwert tritt bei geringeren Wassermengen ein.
- Die maximale Luftmitnahme beim rauen Rohr ist größer als beim glatten Rohr.
- Der Zusammenhang zwischen Lufteinzug und Abfluss ist nicht linear.
- Für den Bereich des maximalen Lufteinzuges wurde im Anhang B versucht, den Belüftungsgrad in Abhängigkeit zum Durchmesser (s. B.1.7, B.2.7) bzw. der relativen Höhe (s. B.1.6, B.2.6) mit Hilfe einer Potenzfunktion zu extrapolieren. Dieser Ansatz ist sehr spekulativ und dient nur zur Abschätzung eines möglichen Lufteinzuges bei einem beliebigen Prototypen.

Der Lufteinzug ist eng mit der Strömungsgeschwindigkeit sprich der Fallgeschwindigkeit des Wassers verbunden. Im Modell ist die Fallgeschwindigkeit immer viel geringer als in der Natur, infolge ist auch der Lufteinzug viel geringer. Eine von *Bollrich* vertretene Theorie besagt, dass die maximale Fallgeschwindigkeit mit Luftaufnahme 10 m/s beträgt. Diese wird ungefähr bereits bei einer Fallhöhe von 5 m erreicht.

Die vorhandene Fallhöhe unseres Versuches war mit 4,8 m beschränkt, das heißt der Beschleunigungsvorgang ist noch nicht abgeschlossen. Somit ist eine Extrapolation für größere Fallhöhen nicht spekulationsfrei möglich. Abbildung 7.1 zeigt die theoretische Fallgeschwindigkeit des Wassers und die gemessenen maximalen Belüftungsgrade in Abhängigkeit der Fallhöhe. Der graue Bereich zeigt die Lücke, welche durch weitere Versuche mit größeren Modellabmessungen abzusichern wäre.

Weiters ergaben sich folgende Erkenntnisse für eine verbesserte Versuchsdurchführung:

- Die Montage der Leitbleche am Einlauftrichter sollte stabiler ausgeführt werden.
- Die Größe des Einlaufbeckens ist für eine gleichmäßige Anströmung wesentlich zu vergrößern.

- Eine Steuerung der Wassermengen mittels EDV wäre vorteilhaft, ebenso die Messung des Lufteinzuges und der Drücke im Fallrohr.
- Das Regelorgan für die Wassermenge sollte zwecks einfacherer Bedienbarkeit am Becken angebracht werden, so lassen sich Veränderungen am Strömungsvorgang bei Wassermengenänderung leichter nachregulieren.
- Die Druckmessungen waren nur bedingt qualitativ brauchbar. Die Standrohrharfe war zu klein bemessen, somit waren quantitative Messergebnisse nur teilweise vorhanden. Ebenfalls war ein Ablesen der Messwerte an der Standrohrharfe hinsichtlich des „Pumpens“ schwierig. Deswegen wurde auf eine Auswertung der Druckmessung aufgrund mangelhafter Messeinrichtung und der daraus resultierenden fragwürdigen Messergebnisse verzichtet. Für eine quantitative Aussage über das Druckverhalten im Fallrohr wäre eine Messtechnik mit Druckmesssonden erforderlich.
- Für eine Extrapolation auf ein größeres Modell (Prototype) ist eine Ausweitung der Modellfamilie mit **größeren Fallhöhen** (>5 m), größeren Durchmessern und größeren Rauheiten erforderlich. Nur so ist eine qualitative sowie quantitative Aussage über den Lufteinzug möglich.

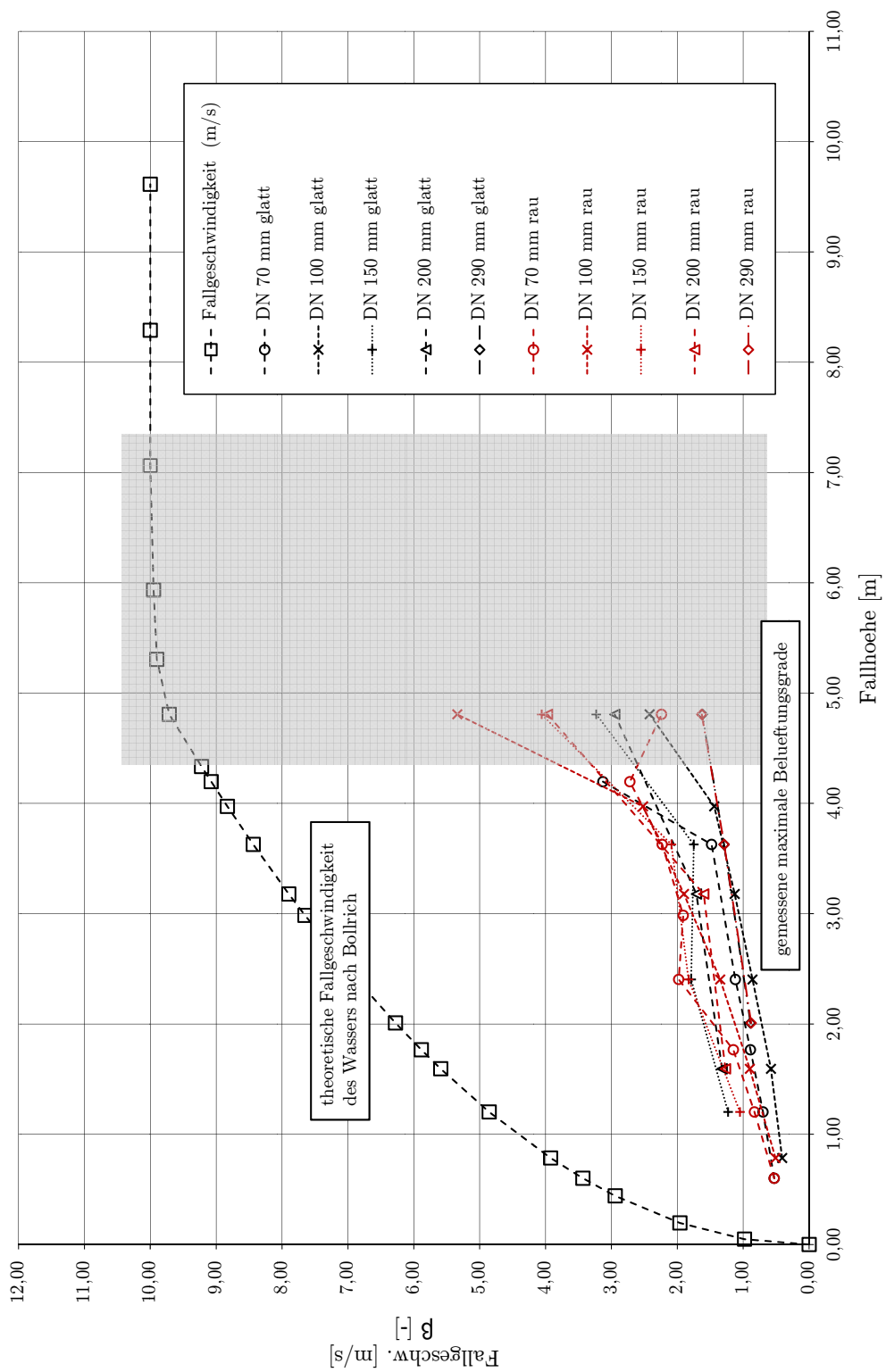


Abbildung 7.1: Gegenüberstellung theoretische Fallgeschwindigkeit mit gemessenen maximalen Belüftungsgraden

Literaturverzeichnis

- [1] Bollrich G.: *Technische Hydromechanik 1 Grundlagen* Verlag Bauwesen, 5. Auflage, (2000)
- [2] Bollrich G.: *Technische Hydromechanik 2* Verlag Bauwesen
- [3] Martin/Pohl u.a.: *Technische Hydromechanik 4 Hydraulische und numerische Modelle* Verlag Bauwesen, 1. Auflage, (2000)
- [4] Kraatz W.: *Freifall- und Druckströmung in lotrechten Überlauf- und Abflureitungen* Stadt- und Gebäudetechnik, (1980) H.6
- [5] Kraatz W.: *Hydraulische Kennwerte bei der Freifallströmung in lotrechten Rohrleitungen* Stadt- und Gebäudetechnik, (1982) H.5
- [6] Velkova S.: *Das Hydraulische Verhalten eines HW-Schachtüberfalls* Diplomarbeit TU Wien, (2008)
- [7] Knauss, Jost: *Wirbelbildung an Einlaufbauwerken - Luft- und Dralleintrag* DVWK, Schriften 63, Kommissionsvertrieb, Verlag Paul Parey Hamburg und Berlin, (1983)
- [8] Aigner D.: *Hydraulische Bemessung von Freigefälledruckleitungen zum Abwassertransport* Merkblatt Landesamt für Umwelt und Geologie, TU Dresden, (2003)
- [9] Hack HP.: *Lufteinzug in Fallschächten mit ringförmiger Strömung durch turbulente Diffusion* Obernach. - (Bericht / Versuchsanstalt für Wasserbau der Technischen Universität München, Oskar v. Miller-Institut ; 36)., (1977)
- [10] Rössert R.: *Hydraulik im Wasserbau* Verlag Oldenburg, 10. Auflage, (1999)
- [11] Vischer.: *Skriptfiles*

Anhang A

Messergebnisse

A.1 glattes Rohr 1-24 Lufteinzug/Druckmessung

A.2 raues Rohr 25-48 Lufteinzug/Druckmessung

Anhang B

Versuchsauswertung

B.1 glattes Rohr

B.1.1 Überfallbeiwert für DN 70 mm $\mu = f(h_0/h_{\ddot{u}})$

B.1.2 Belüftungsgrad β für $h/D = 7 - 8$, $\beta = f(Q_W/Q_{\ddot{u}})$

B.1.3 Belüftungsgrad β für $h/D = 16 - 17$, $\beta = f(Q_W/Q_{\ddot{u}})$

B.1.4 Belüftungsgrad β für $h/D = 24 - 25$, $\beta = f(Q_W/Q_{\ddot{u}})$

B.1.5 Belüftungsgrad β für $h/D = 32 - 33$, $\beta = f(Q_W/Q_{\ddot{u}})$

B.1.6 maxiamler Belüftungsgrad $\beta_{max} = f(h/D)$

B.1.7 maxiamler Belüftungsgrad $\beta_{max} = f(D)$

B.1.8 Überdeckungsabfluss $Q_{\ddot{u}}$

B.2 raues Rohr

B.2.1 Überfallbeiwert für DN 70 mm $\mu = f(h_0/h_{\ddot{u}})$

B.2.2 Belüftungsgrad β für $h/D = 7 - 8, \beta = f(Q_W/Q_{\ddot{u}})$

B.2.3 Belüftungsgrad β für $h/D = 16 - 17, \beta = f(Q_W/Q_{\ddot{u}})$

B.2.4 Belüftungsgrad β für $h/D = 24 - 25, \beta = f(Q_W/Q_{\ddot{u}})$

B.2.5 Belüftungsgrad β für $h/D = 32 - 33, \beta = f(Q_W/Q_{\ddot{u}})$

B.2.6 maxiamler Belüftungsgrad $\beta_{max} = f(h/D)$

B.2.7 maxiamler Belüftungsgrad $\beta_{max} = f(D)$

B.2.8 Überdeckungsabfluss $Q_{\ddot{u}}$

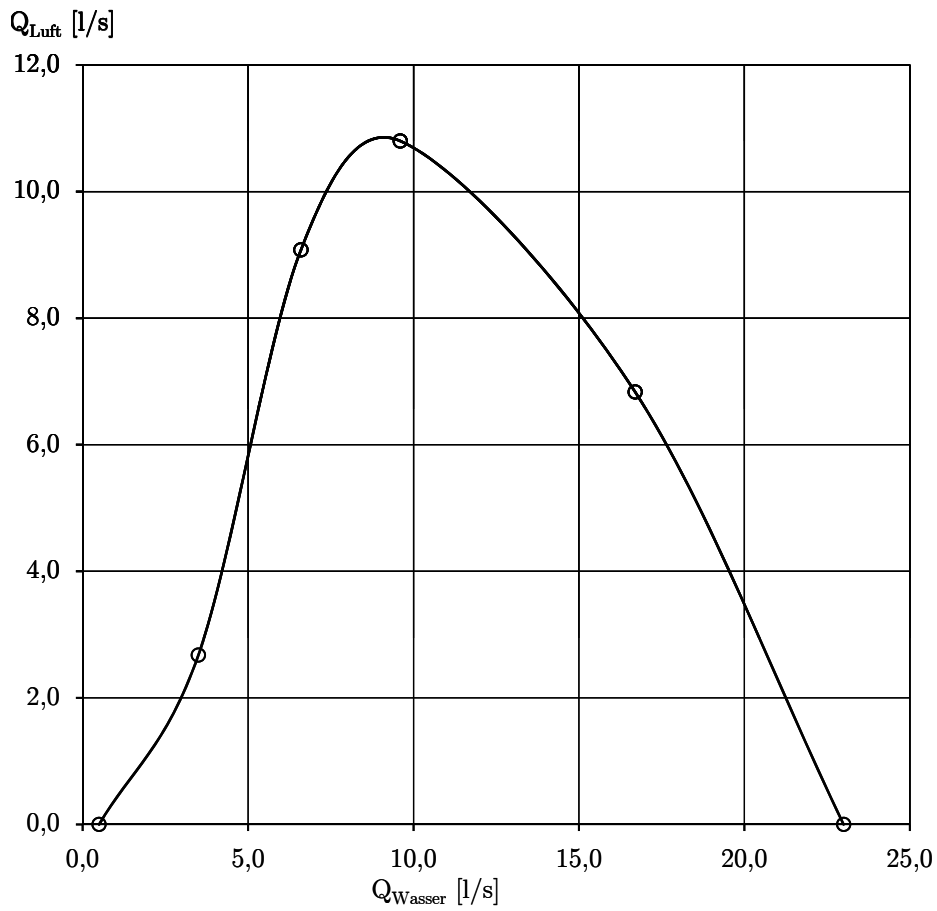
Anhang A.1

Messdaten Versuch Nr. 01

PE - Glatt/DN70mm/Laenge 480cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	0,50	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00
2	3,50	3,90	0,56	0,61	0,53	2,68
3	6,60	4,90	1,90	2,12	1,70	9,08
4	9,60	5,80	2,26	2,42	2,08	10,80
5	16,70	7,30	1,43	1,49	1,37	6,83
6	23,00	8,50	0,00	0,00	0,00	0,00
7						
8						
9						

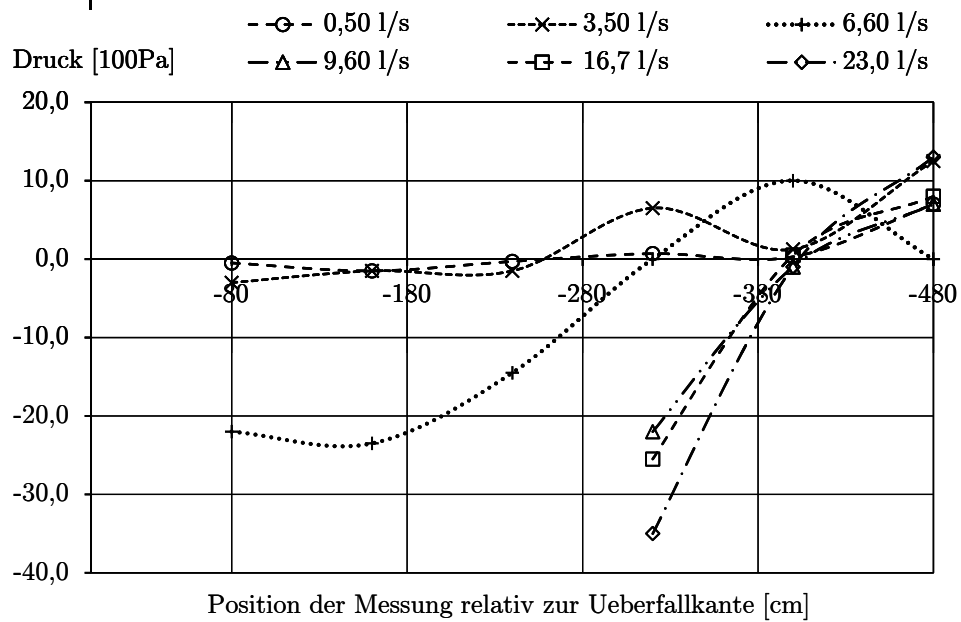


Messdaten Versuch Nr. 01

PE - Glatt/DN70mm/Leange 480cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]											
	-80	-160	-240	-320	-400	-480						
0,50 l/s	-0,5	-1,5	-0,3	0,7	0,3	7,0						
	-0,5	-1,5	-0,3	0,7	0,3	7,0						
3,50 l/s	-3,0	-1,5	-1,5	6,5	0,0	12,0						
	-3,0	-1,5	-1,5	6,5	2,5	13,0						
6,60 l/s	-22,0	-23,5	-16,0	-5,0	0,0	10,0	-2,0					
	-22,0	-23,5	-13,0	5,0	20,0	2,0						
9,60 l/s				-27,0	-10,0	7,0						
				-17,0	8,0	7,0						
16,7 l/s				-26,0	-1,0	8,0						
				-25,0	2,0	8,0						
23,0 l/s				-35,0	-1,0	13,0						
				-35,0	-1,0	13,0						

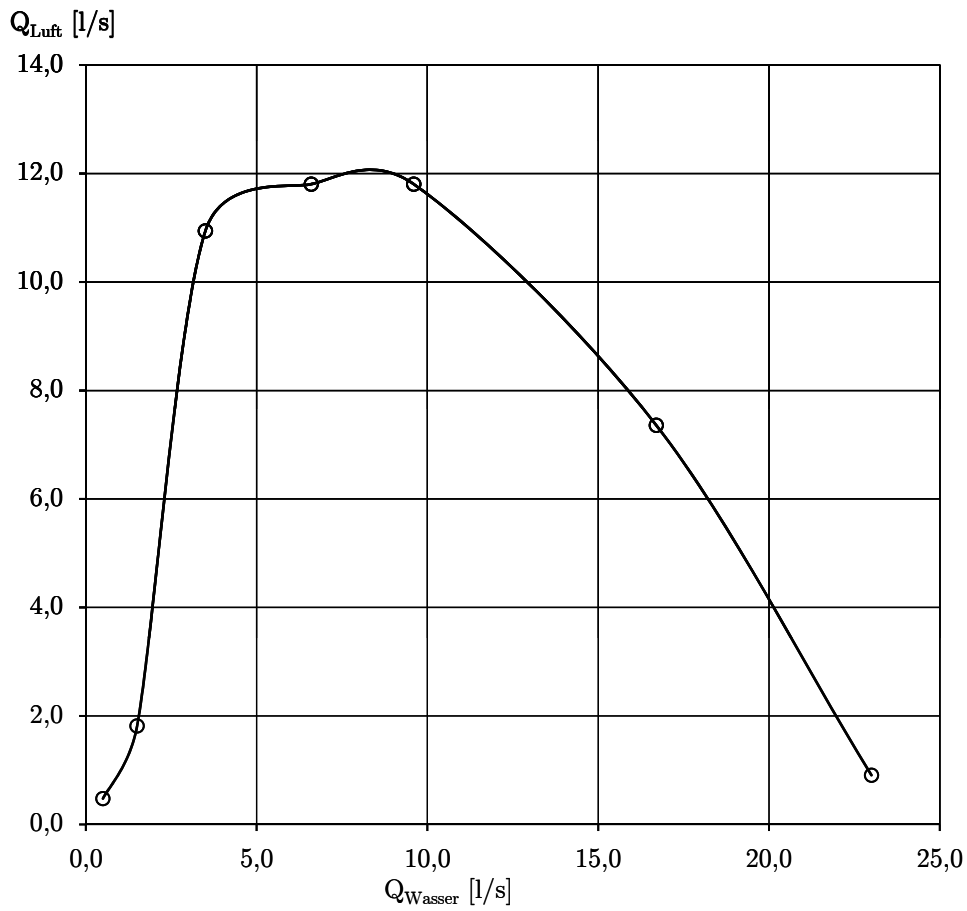


Messdaten Versuch Nr. 02

PE - Glatt/DN70mm/Laenge 420cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	0,50	1,80	0,10	0,14	0,00	0,48
2	1,50	2,80	0,38	0,44	10,00	1,82
3	3,50	3,80	2,29	2,46	2,08	10,94
4	6,60	5,00	2,47	2,71	2,08	11,80
5	9,60	5,90	2,47	2,63	2,29	11,80
6	16,70	7,40	1,54	1,62	1,45	7,36
7	23,00	8,50	0,19	0,22	0,18	0,91
8						
9						

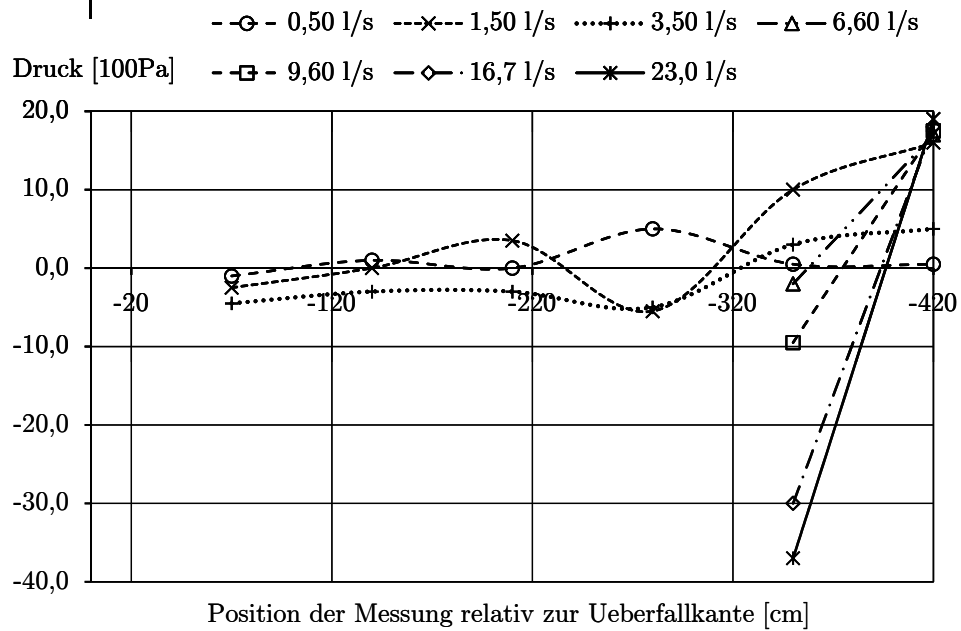


Messdaten Versuch Nr. 02

PE - Glatt/DN70mm/Leange 420cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]											
	-70	-140	-210	-280	-350	-420	-70	-140	-210	-280	-350	-420
0,50 l/s	-1,0	-1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	5,0	5,0	0,5	0,5	0,5	0,5
	-1,0	1,0	0,0	0,0	5,0	5,0	0,5	0,5				
1,50 l/s	-2,5	-2,5	0,0	0,0	3,5	3,5	-5,5	-5,5	10,0	10,0	16,0	16,0
	-2,5	0,0	3,5	3,5	-5,5	-5,5	10,0	10,0	16,0	16,0		
3,50 l/s	-4,5	-4,5	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0	-5,0	-5,0	3,0	3,0	5,0	5,0
	-4,5	-3,0	-3,0	-3,0	-5,0	-5,0	3,0	3,0	5,0	5,0		
6,60 l/s									-3,0	-2,0	17,0	17,0
									-1,0	17,0		
9,60 l/s									-13,0	-9,5	17,0	17,5
									-6,0	18,0		
16,7 l/s									-30,0	-30,0	18,0	18,0
									-30,0	18,0		
23,0 l/s									-37,0	-37,0	19,0	19,0
									-37,0	19,0		

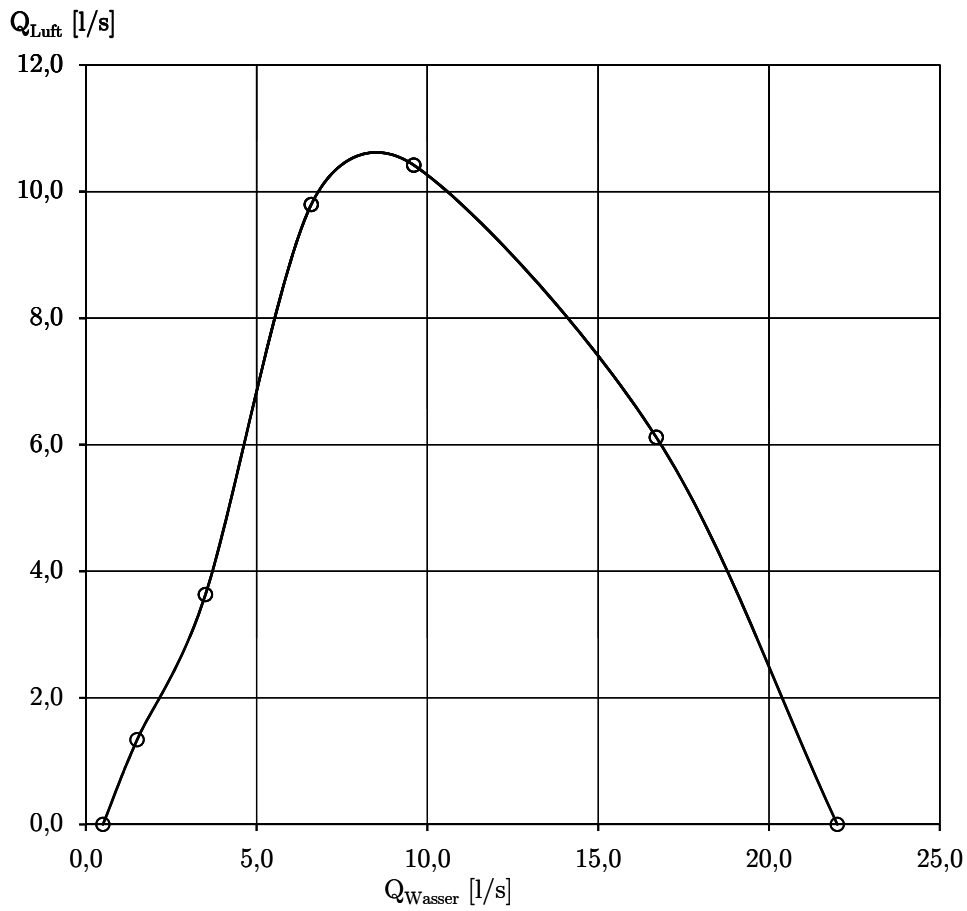


Messdaten Versuch Nr. 03

PE - Glatt/DN70mm/Laenge 360cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	0,50	1,60	0,00	0,14	0,00	0,00
2	1,50	2,50	0,28	0,35	0,22	1,34
3	3,50	4,00	0,76	1,45	0,66	3,63
4	6,60	5,00	2,05	2,29	1,62	9,80
5	9,60	5,80	2,18	2,37	2,00	10,42
6	16,70	7,40	1,28	1,41	1,20	6,12
7	22,00	8,40	0,00	0,00	0,00	0,00
8						
9						

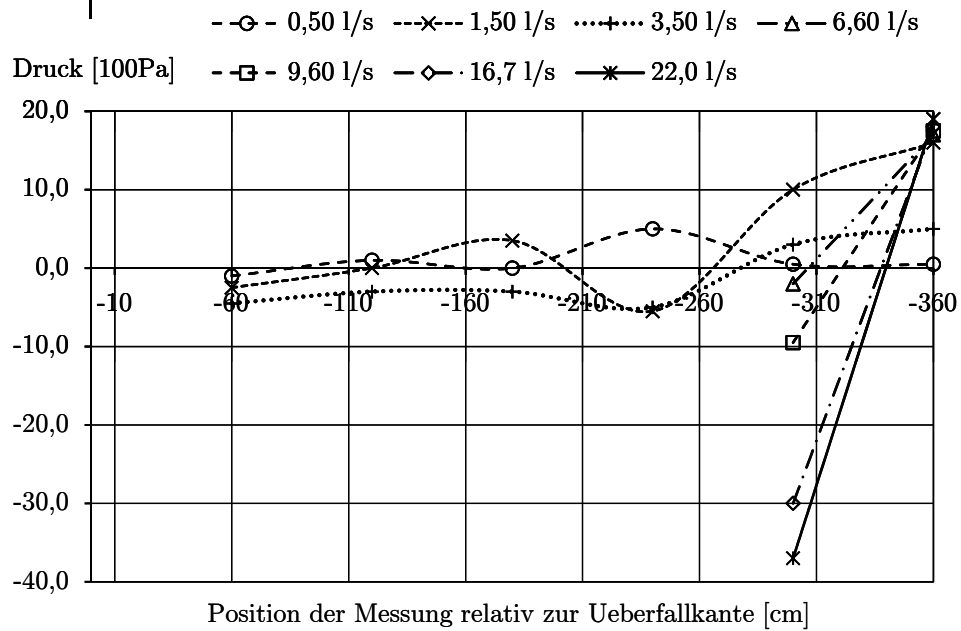


Messdaten Versuch Nr. 03

PE - Glatt/DN70mm/Leange 360cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]											
	-60	-120	-180	-240	-300	-360						
0,50 l/s	-1,0	1,0	0,0	5,0	0,5	0,5						
	-1,0	1,0	0,0	5,0	0,5	0,5						
1,50 l/s	-2,5	0,0	3,5	-5,5	10,0	16,0						
	-2,5	0,0	3,5	-5,5	10,0	16,0						
3,50 l/s	-4,5	-3,0	-3,0	-5,0	3,0	5,0						
	-4,5	-3,0	-3,0	-5,0	3,0	5,0						
6,60 l/s					-3,0	17,0						
					-1,0	17,0						
9,60 l/s					-13,0	17,0						
					-6,0	18,0						
16,7 l/s					-30,0	18,0						
					-30,0	18,0						
22,0 l/s					-37,0	19,0						
					-37,0	19,0						

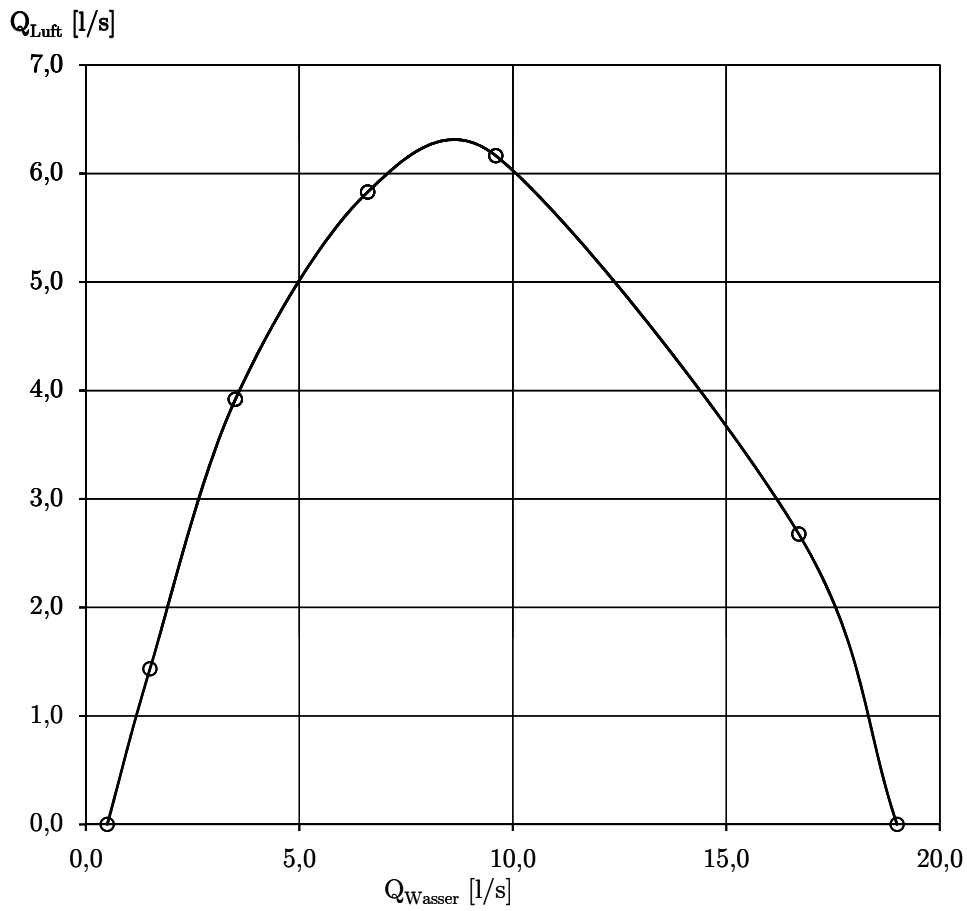


Messdaten Versuch Nr. 05

PE - Glatt/DN70mm/Laenge 240cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	0,50	1,80	0,00	0,14	0,00	0,00
2	1,50	2,60	0,30	0,35	0,27	1,43
3	3,50	3,90	0,82	0,95	0,74	3,92
4	6,60	5,10	1,22	1,49	0,99	5,83
5	9,60	5,90	1,29	1,49	1,03	6,16
6	16,70	7,40	0,56	0,61	0,48	2,68
7	19,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00
8						
9						



Messdaten Versuch Nr. 05

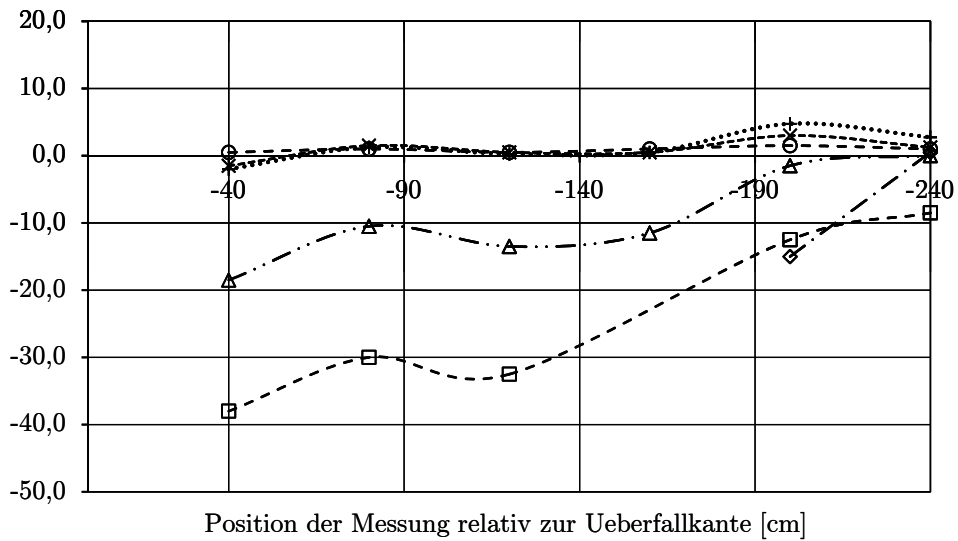
PE - Glatt/DN70mm/Leange 240cm

Druck

Q_w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]													
	-40	-80	-120	-160	-200	-240	-40	-80	-120	-160	-200	-240		
0,50 l/s	0,5		1,0		0,5		1,0		1,5		1,0		1,0	
	0,5	0,5	1,0	1,0	0,5	0,5	1,0	1,0	1,5	1,5	1,0	1,0	1,0	
1,50 l/s	-1,5		1,5		0,0		0,5		0,5		3,0		1,0	1,3
	-1,5	-1,5	1,5	1,5	1,0	0,5	0,5	0,5	3,0	3,0	1,0	1,5		
3,50 l/s	-2,5		1,0		0,0		0,3		0,0		3,5		1,5	2,8
	-1,5	-2,0	1,5	1,3	0,5	0,3	1,0	0,5	6,0	4,8	1,5	4,0		
6,60 l/s	-23,0		-17,0		-20,0		-13,5		-15,0		-6,0		-6,0	0,0
	-14,0	-18,5	-4,0	-10,5	-7,0	-13,5	-8,0	-11,5	3,0	-1,5	-6,0	6,0		
9,60 l/s	-44,0		-40,0		-41,0		-32,5		-20,0		-12,5		-15,0	-8,5
	-32,0	-38,0	-20,0	-30,0	-24,0	-32,5			-5,0	-12,5	-2,0			
16,7 l/s									-15,0		0,0		0,5	
									-15,0	-15,0	1,0			

--○-- 0,50 l/s --x-- 1,50 l/s ...+... 3,50 l/s -△- 6,60 l/s

Druck [100Pa] -□- 9,60 l/s -◇- 16,7 l/s -*-

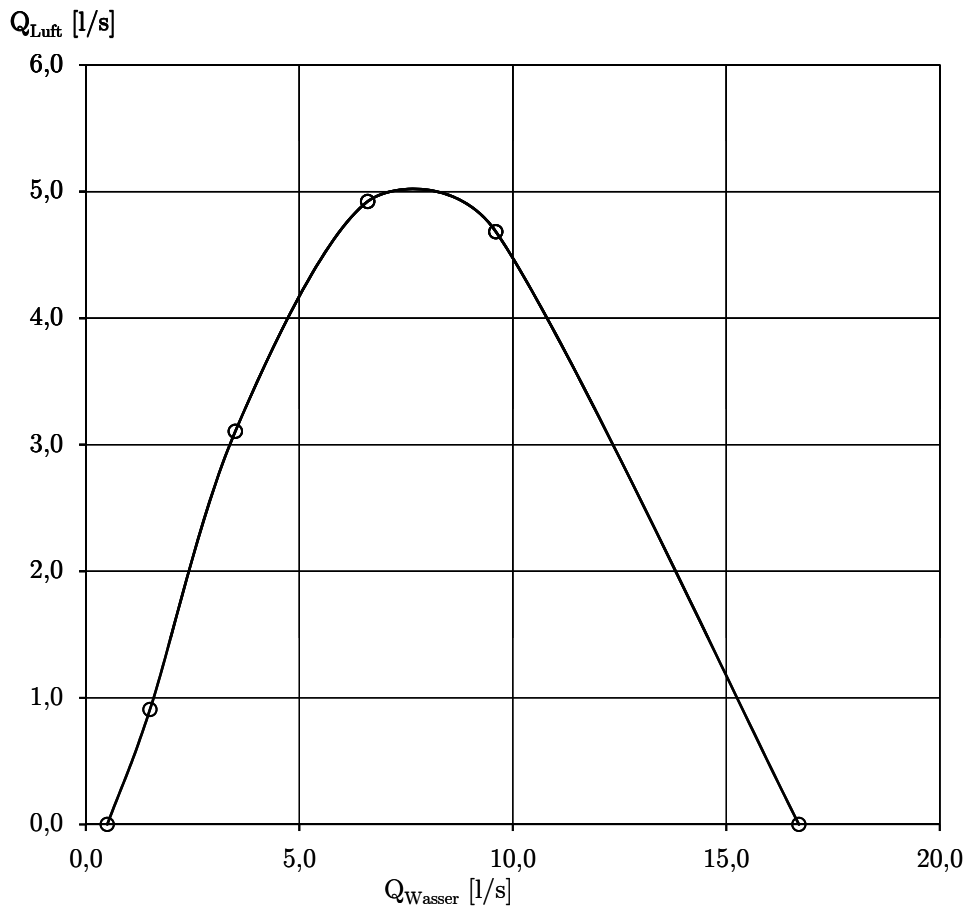


Messdaten Versuch Nr. 06

PE - Glatt/DN70mm/Laenge 240cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	0,50	1,80	0,00	0,14	0,00	0,00
2	1,50	2,50	0,19	0,22	0,14	0,91
3	3,50	4,00	0,65	0,86	0,53	3,11
4	6,60	5,10	1,03	1,24	0,86	4,92
5	9,60	6,00	0,98	1,16	0,74	4,68
6	16,70	7,50	0,00	0,14	0,00	0,00
7						
8						
9						

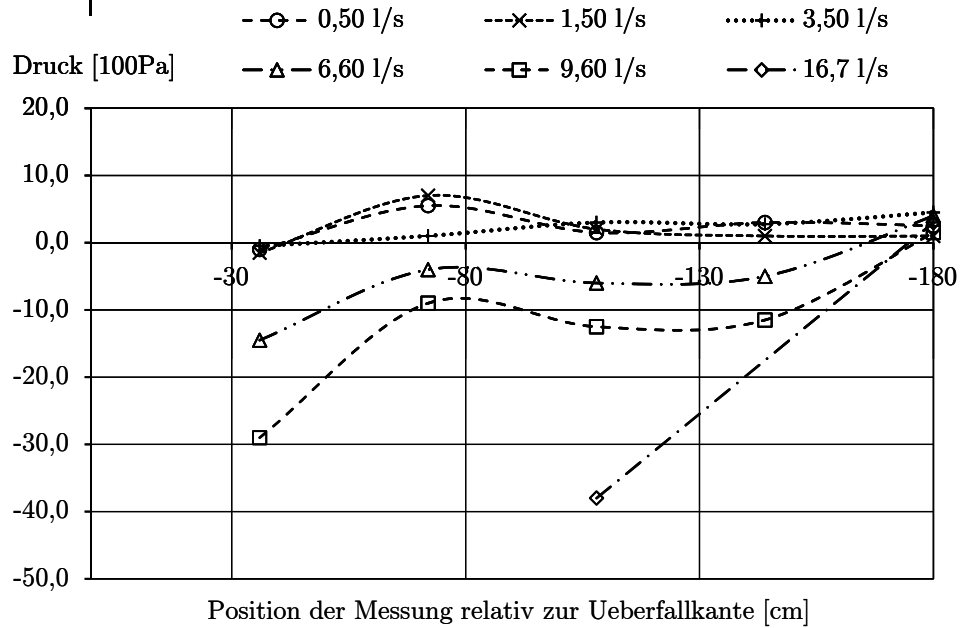


Messdaten Versuch Nr. 06

PE - Glatt/DN70mm/Leange 180cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]									
	-36	-72	-108	-144	-180					
0,50 l/s	-1,0	5,5	1,5	3,0	2,5					
	-1,0	5,5	1,5	3,0	2,5					
1,50 l/s	-1,5	7,0	2,0	1,0	1,0					
	-1,5	7,0	2,0	1,0	1,0					
3,50 l/s	-1,0	1,0	2,0	1,5	3,0					
	0,0	1,0	4,0	4,0	2,8	6,0				
6,60 l/s	-20,0	-4,0	0,0	0,0	-5,0	0,0				
	-9,0	-4,0	-12,0	-10,0	8,0					
9,60 l/s	-38,0	-12,0	-20,0	-16,0	-11,5	-1,0				
	-20,0	-6,0	-5,0	-7,0	4,0					
16,7 l/s			-38,0	-38,0		3,0				
			-38,0			3,0				

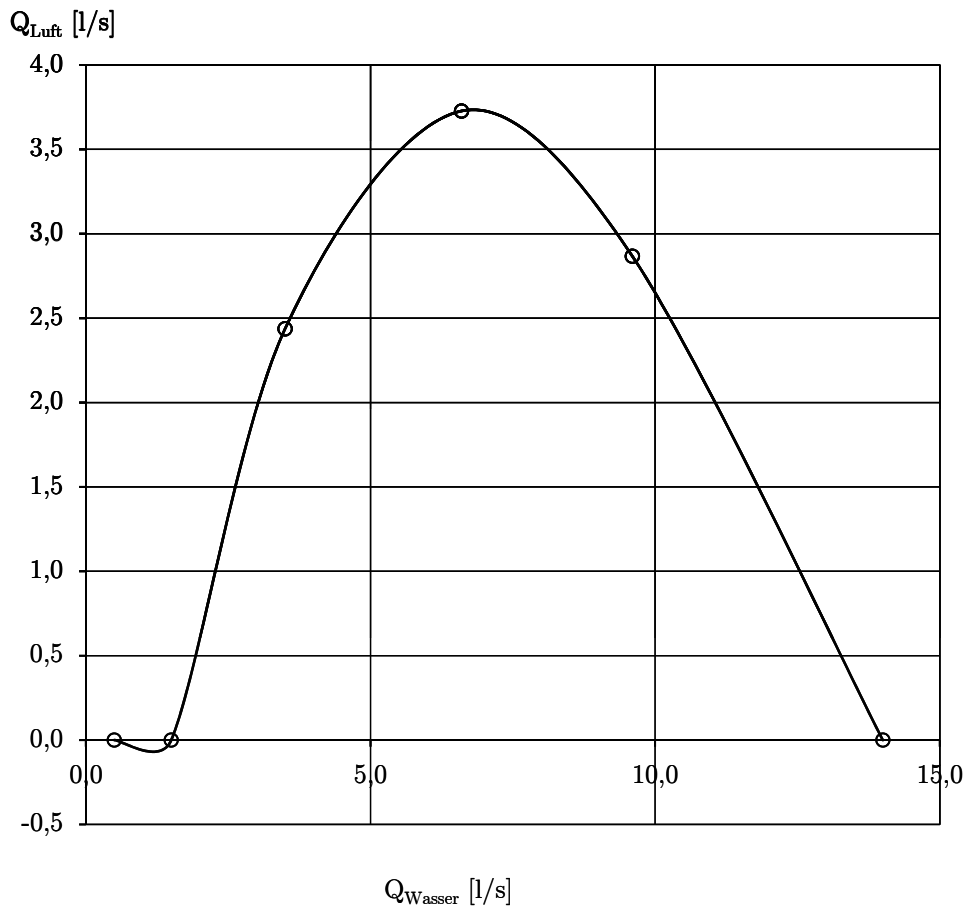


Messdaten Versuch Nr. 07

PE - Glatt/DN70mm/Laenge 120cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	0,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,50	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00
3	3,50	3,90	0,51	0,70	0,35	2,44
4	6,60	5,00	0,78	0,90	0,66	3,73
5	9,60	5,90	0,60	0,74	0,48	2,87
6	14,00	7,00	0,00	0,14	0,00	0,00
7						
8						
9						

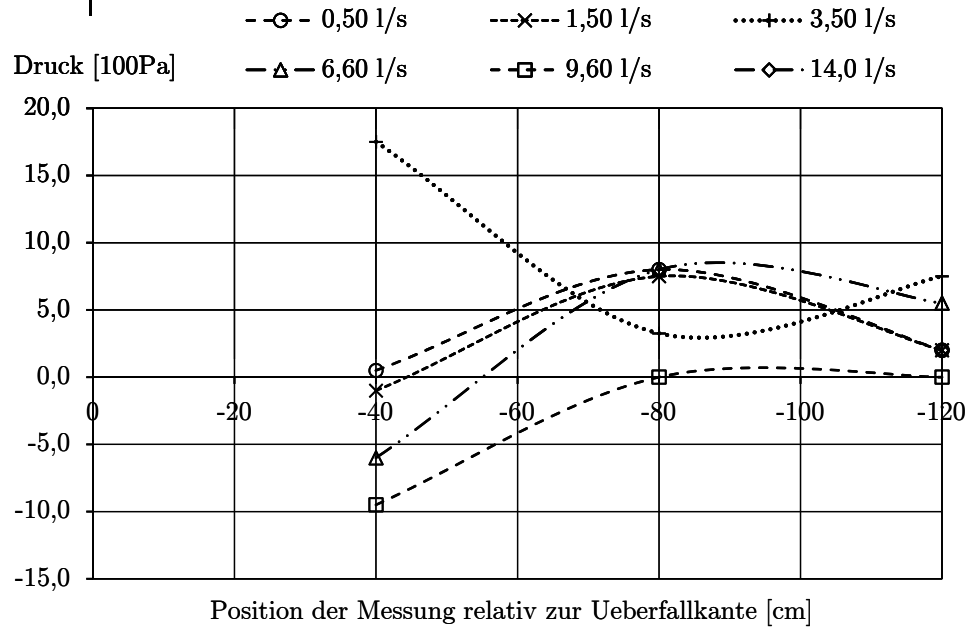


Messdaten Versuch Nr. 07

PE - Glatt/DN70mm/Leange 120cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]					
	-40	-80	-120	-40	-80	-120
0,50 l/s	0,5	8,0	2,0	0,5	8,0	2,0
	0,5	8,0	2,0			
1,50 l/s	-1,0	7,5	2,0	-1,0	7,5	2,0
	-1,0	7,5	2,0			
3,50 l/s	15,0	1,5	5,0	17,5	3,3	7,5
	20,0	5,0	10,0			
6,60 l/s	-12,0	4,0	2,0	-6,0	8,0	5,5
	0,0	12,0	9,0			
9,60 l/s	-20,0	-5,0	-4,0	-9,5	0,0	0,0
	1,0	5,0	4,0			
14,0 l/s	-46,0	-15,5	2,0	-46,0	-15,5	2,0

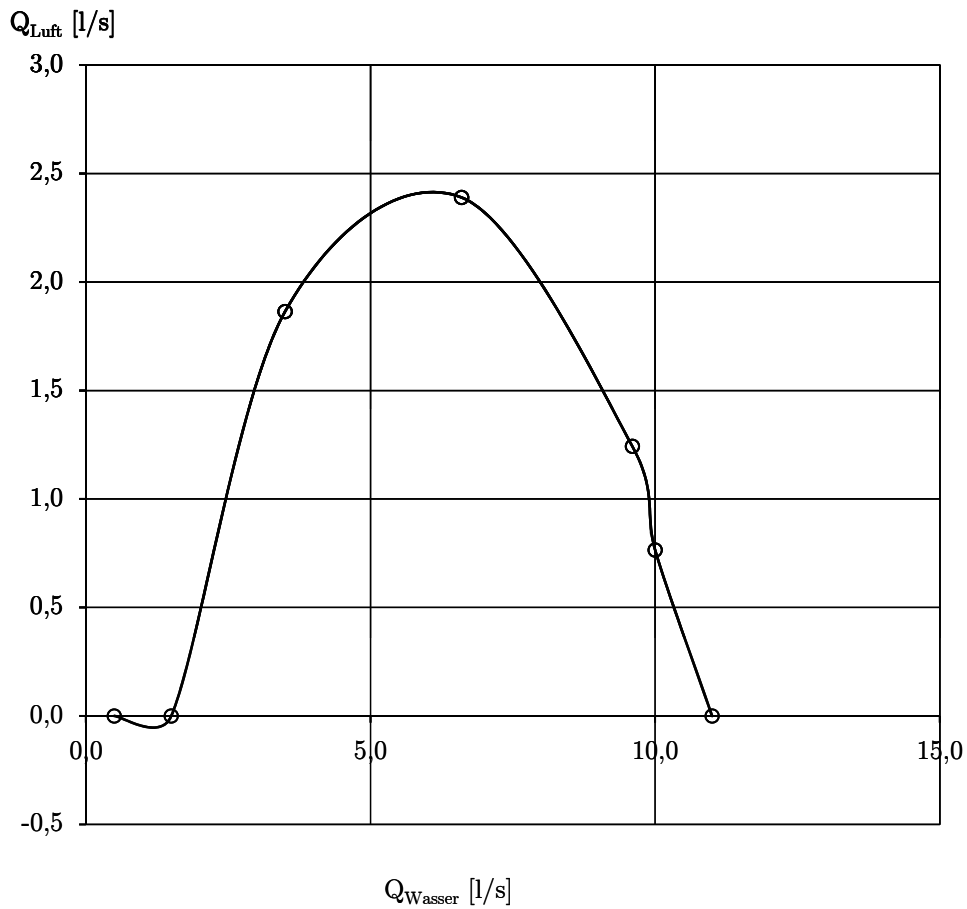


Messdaten Versuch Nr. 08

PE - Glatt/DN70mm/Laenge 60cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	0,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,50	2,30	0,00	0,00	0,00	0,00
3	3,50	3,90	0,39	0,53	0,27	1,86
4	6,60	5,10	0,50	0,57	0,44	2,39
5	9,60	6,00	0,26	0,31	0,22	1,24
6	10,00	6,10	0,16	0,18	0,14	0,76
7	11,00	8,50	0,00	0,00	0,00	0,00
8						
9						



Messdaten Versuch Nr. 08

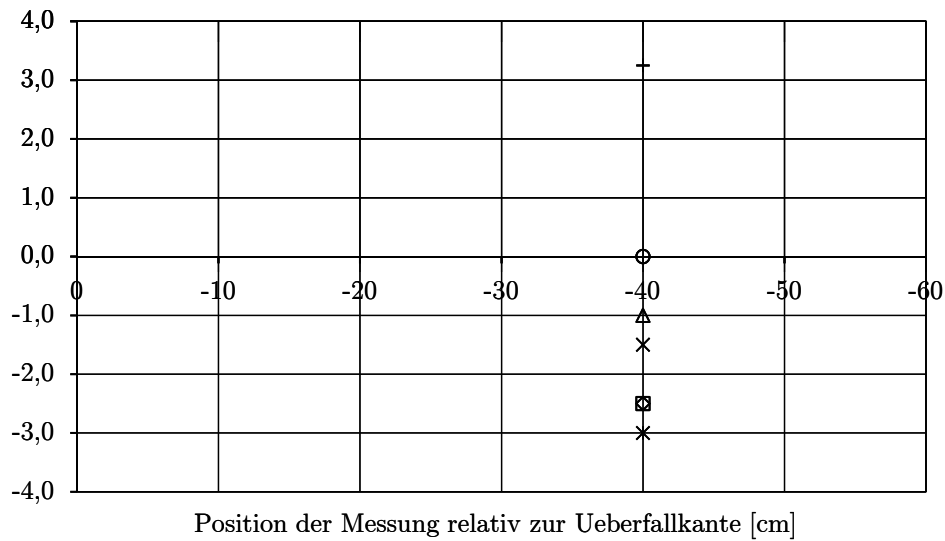
PE - Glatt/DN70mm/Leange 60cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]	
	-40	
0,50 l/s	0,0	0,0
	0,0	
1,50 l/s	-1,5	-1,5
	-1,5	
3,50 l/s	1,5	3,3
	5,0	
6,60 l/s	-5,0	-1,0
	3,0	
9,60 l/s	-2,5	-2,5
	-2,5	
10,0 l/s	-2,5	-2,5
	-2,5	
11,0 l/s	-3,0	-3,0
	-3,0	

--○-- 0,50 l/s --x-- 1,50 l/s ...+... 3,50 l/s -△- 6,60 l/s

Druck [100Pa] -□- 9,60 l/s -◇- 10,0 l/s -*-- 11,0 l/s

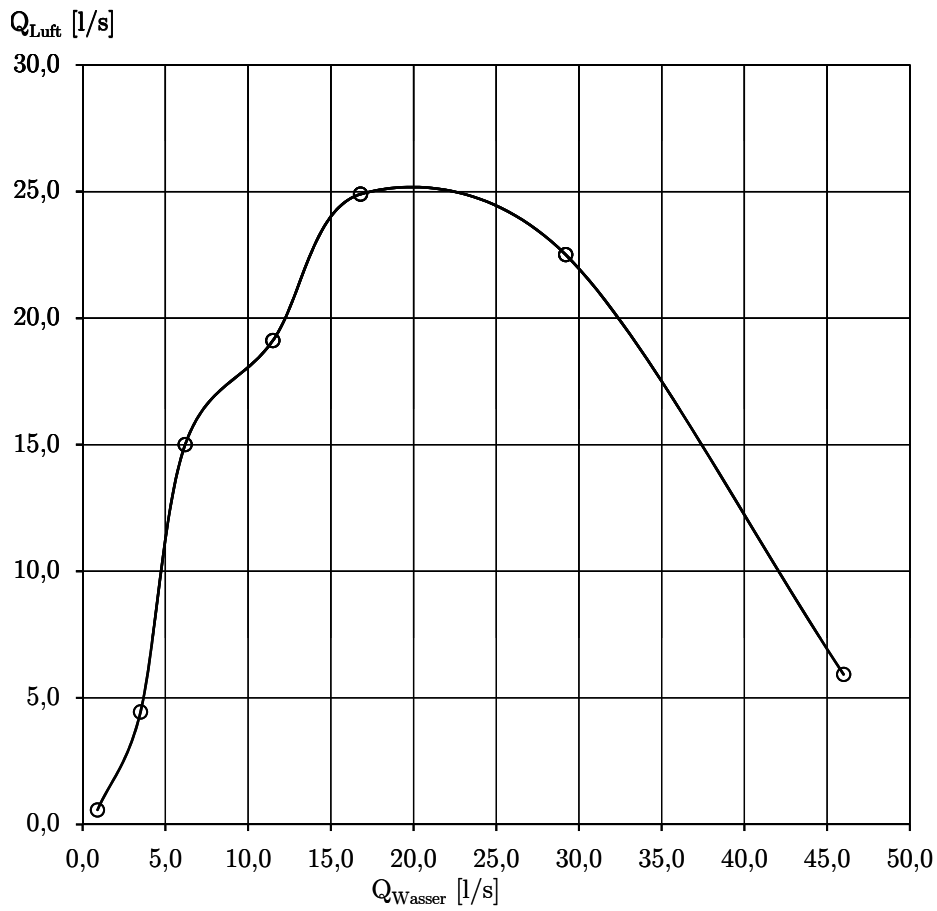


Messdaten Versuch Nr. 09

PE - Glatt/DN100mm/Laenge 480cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	0,90	1,60	0,12	0,18	0,00	0,57
2	3,50	3,30	0,93	2,63	0,66	4,44
3	6,20	4,30	3,14	4,18	2,16	15,00
4	11,50	5,80	4,00	5,06	3,21	19,11
5	16,80	6,80	5,21	5,73	4,56	24,90
6	29,20	8,50	4,71	4,89	4,43	22,51
7	46,00	11,00	1,24	1,41	1,07	5,93
8						
9						

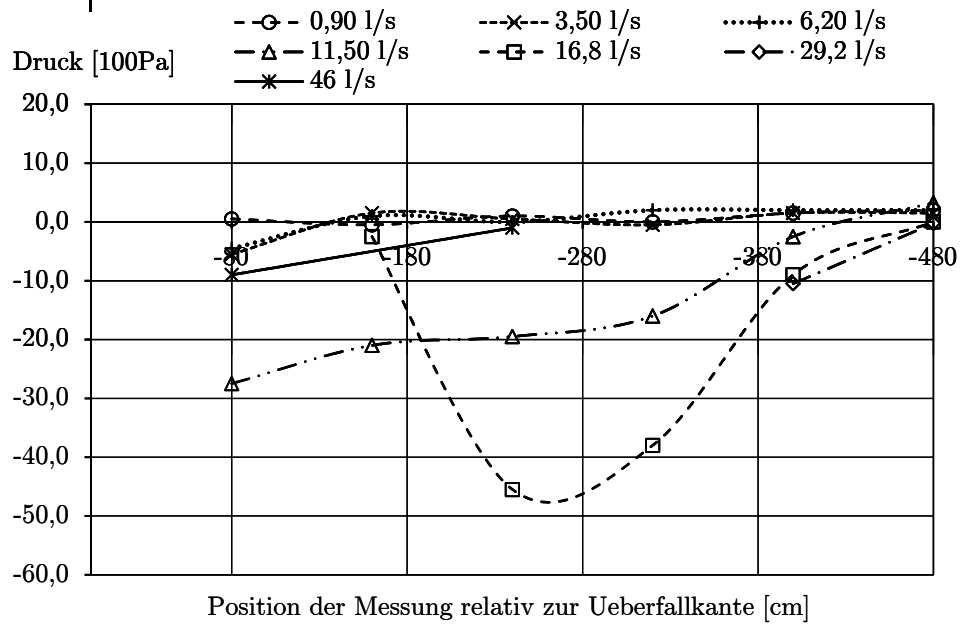


Messdaten Versuch Nr. 09

PE - Glatt/DN100mm/Leange 480cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]											
	-80	-160	-240	-320	-400	-480						
0,90 l/s	0,5	0,5	-0,5	1,0	1,0	0,0	0,0	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0
	0,5		-0,5	1,0	1,0	0,0	0,0	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0
3,50 l/s	-5,5	-5,5	1,5	1,5	0,5	0,5	-0,5	-0,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	-5,5		1,5	1,5	0,5	0,5	-0,5	-0,5	1,5	1,5	1,5	1,5
6,20 l/s	-4,5	-4,5	1,0	1,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	-4,5		1,0	1,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
11,50 l/s	-28,0	-27,5	-23,0	-21,0	-20,0	-19,5	-18,0	-16,0	-4,0	-2,5	3,0	3,3
	-27,0		-19,0	-19,0	-19,0	-14,0	-14,0	-1,0	-1,0	3,5	3,5	3,5
16,8 l/s			-3,0	-2,5	-48,0	-45,5	-39,0	-38,0	-11,0	-9,0	-2,0	0,0
			-2,0	-2,0	-43,0	-37,0	-37,0	-7,0	-7,0	2,0	2,0	2,0
29,2 l/s									-12,0	-10,5	0,0	-0,3
									-9,0	-0,5	-0,5	-0,5
46 l/s									-10,0	-9,0	-0,5	-1,0
									-8,0	-1,5	-1,5	-1,5

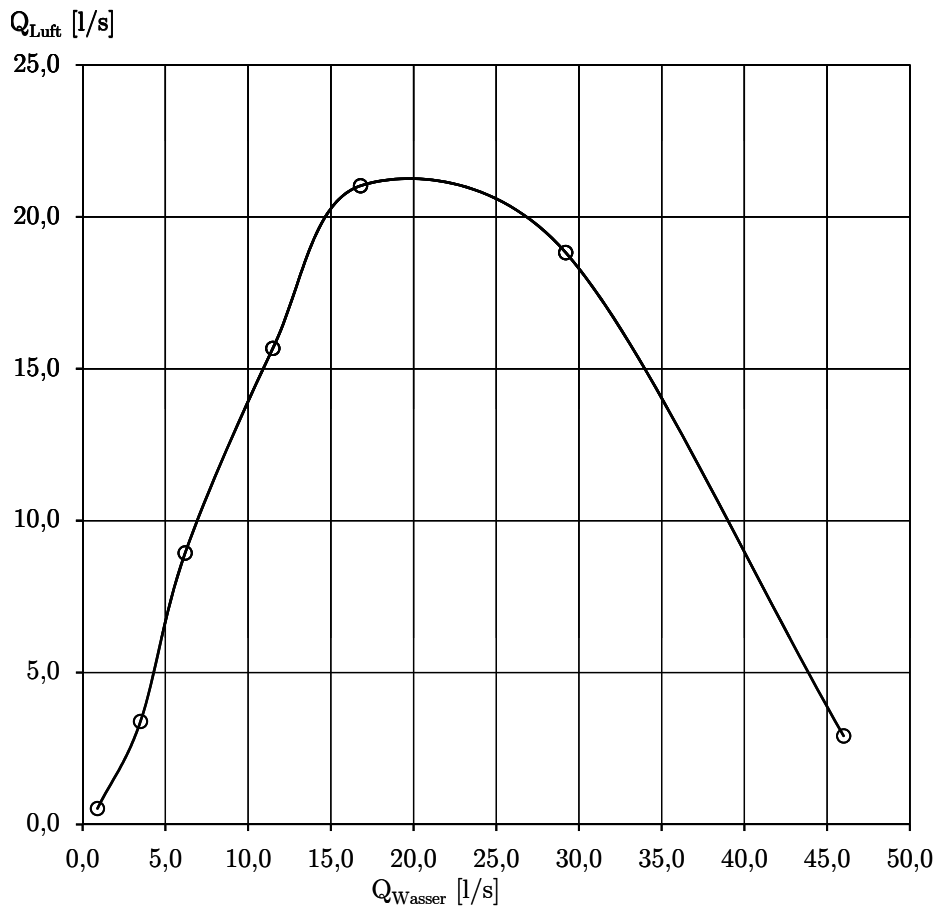


Messdaten Versuch Nr. 10

PE - Glatt/DN100mm/Laenge 400cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	0,90	1,80	0,11	0,18	0,00	0,53
2	3,50	3,10	0,71	0,78	0,61	3,39
3	6,20	4,30	1,87	2,42	1,24	8,94
4	11,50	5,80	3,28	4,09	2,29	15,67
5	16,80	6,80	4,40	4,93	3,80	21,02
6	29,20	8,50	3,94	4,14	3,72	18,83
7	46,00	10,50	0,61	0,70	0,53	2,91
8						
9						

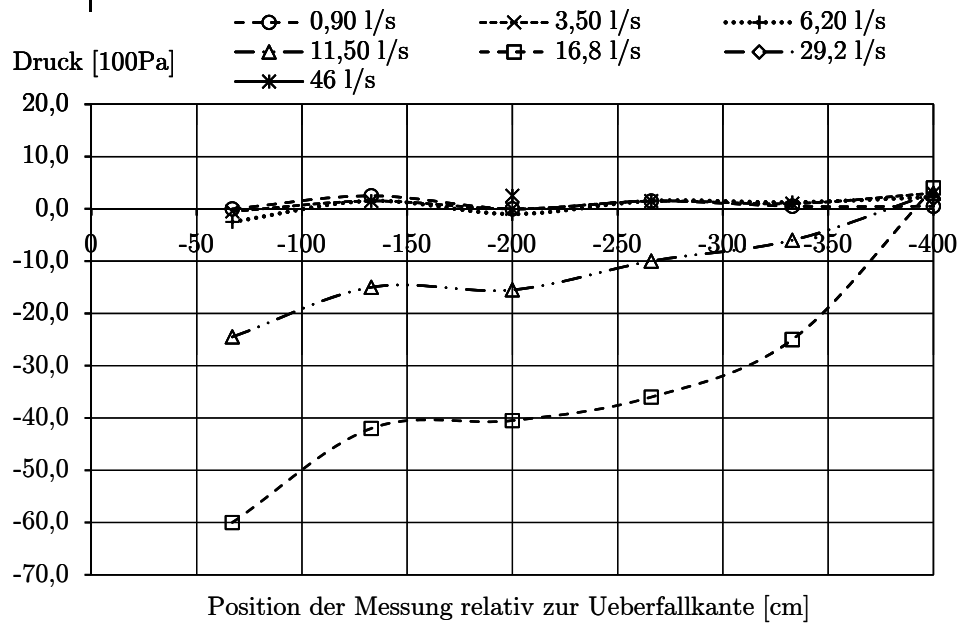


Messdaten Versuch Nr. 10

PE - Glatt/DN100mm/Leange 400cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]										
	-67	-133	-200	-266	-333	-400					
0,90 l/s	0,0	2,5	0,0	1,5	0,5	0,5					
	0,0	2,5	0,0	1,5	0,5	0,5					
3,50 l/s	-0,5	1,5	1,5	0,0	1,5	1,0	1,0	3,0	3,0		
	-0,5	1,5	0,0	1,5	1,0	3,0					
6,20 l/s	-2,5	1,5	1,5	-1,0	1,5	1,0	1,3	2,0	2,3		
	-2,5	1,5	-1,0	1,5	1,5	2,5					
11,50 l/s	-25,0	-16,0	-15,0	-17,0	-15,5	-12,0	-10,0	-8,0	-6,0	2,0	3,0
	-24,0	-14,0	-14,0	-8,0	-4,0	4,0					
16,8 l/s	-60,0	-45,0	-42,0	-43,0	-40,5	-37,0	-36,0	-28,0	-25,0	2,0	4,0
	-60,0	-39,0	-38,0	-35,0	-22,0	6,0					
29,2 l/s										1,0	2,0
										3,0	
46 l/s										2,0	2,5
										3,0	

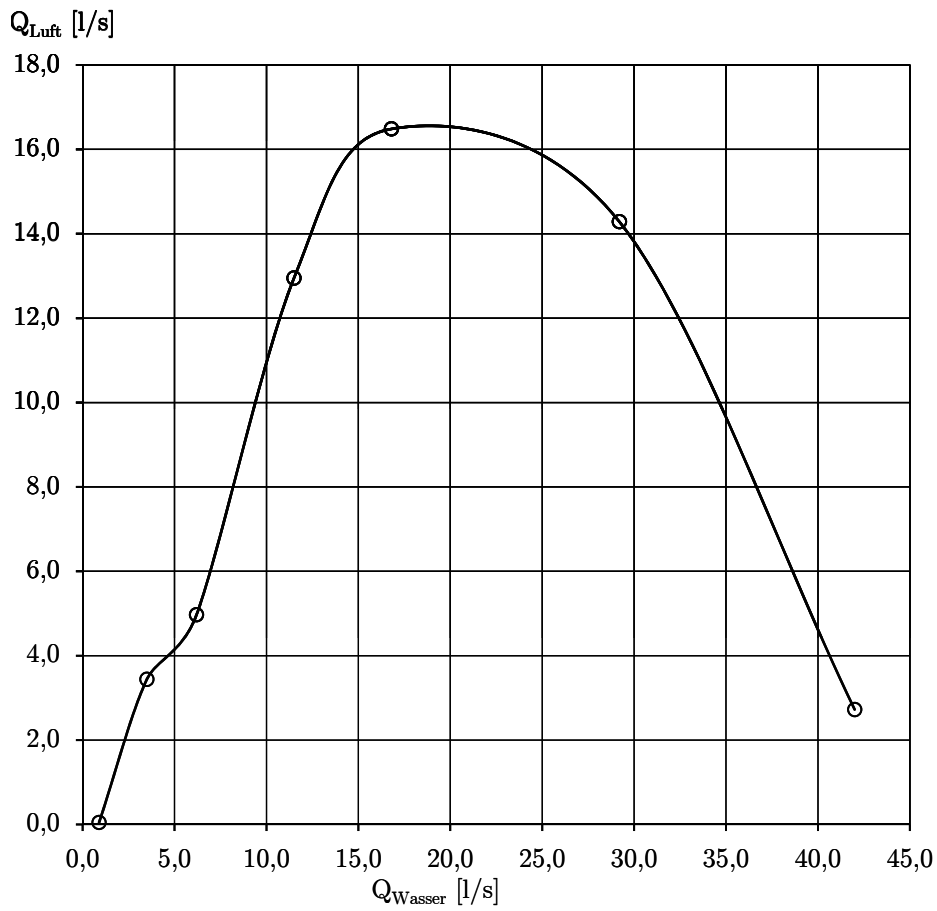


Messdaten Versuch Nr. 11

PE - Glatt/DN100mm/Laenge 320cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	0,90	1,70	0,01	0,14	0,00	0,05
2	3,50	3,10	0,72	0,82	0,66	3,44
3	6,20	4,40	1,04	1,24	0,90	4,97
4	11,50	5,80	2,71	3,38	1,95	12,95
5	16,80	6,80	3,45	4,05	2,83	16,49
6	29,20	8,70	2,99	3,13	2,96	14,29
7	42,00	10,50	0,57	0,66	0,48	2,72
8						
9						

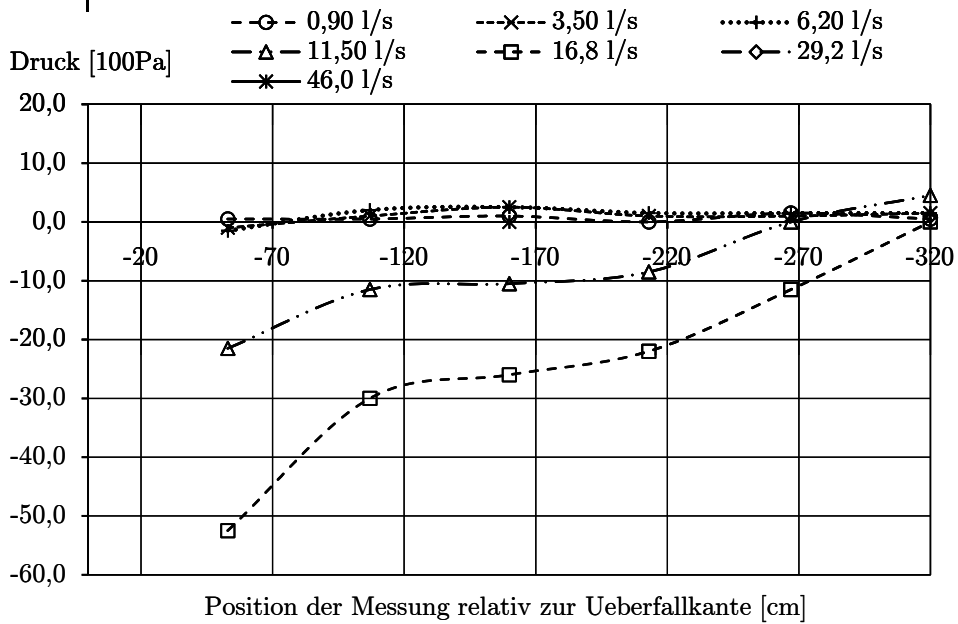


Messdaten Versuch Nr. 11

PE - Glatt/DN100mm/Leange 320cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]											
	-53	-107	-160	-213	-267	-320						
0,90 l/s	0,5	0,5	1,0	1,0	1,5	0,5	0,0	0,0	1,5	1,5	0,5	0,5
	0,5	0,5	1,0	1,0	1,5	0,5	0,0	0,0	1,5	1,5	0,5	0,5
3,50 l/s	-1,0	-1,0	1,0	1,0	2,5	2,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5
	-1,0	1,0	2,5	2,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5		
6,20 l/s	-1,5	-1,5	2,0	2,0	2,5	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,0	1,5
	-1,5	2,0	2,5	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0		
11,50 l/s	-25,0	-21,5	-16,0	-11,5	-13,0	-10,5	-11,0	-8,5	-2,0	0,0	3,0	4,5
	-18,0	-7,0	-8,0	-6,0	-8,5	-2,0	0,0	3,0	4,5			
16,8 l/s	-55,0	-52,5	-33,0	-30,0	-28,0	-26,0	-25,0	-22,0	-13,0	-11,5	-3,0	0,0
	-50,0	-27,0	-24,0	-19,0	-10,0	3,0	0,0					
29,2 l/s									-25,0	0,0	1,0	
									-20,0	2,0		
46,0 l/s									-26,0	-3,0	0,0	
									-26,0	3,0		

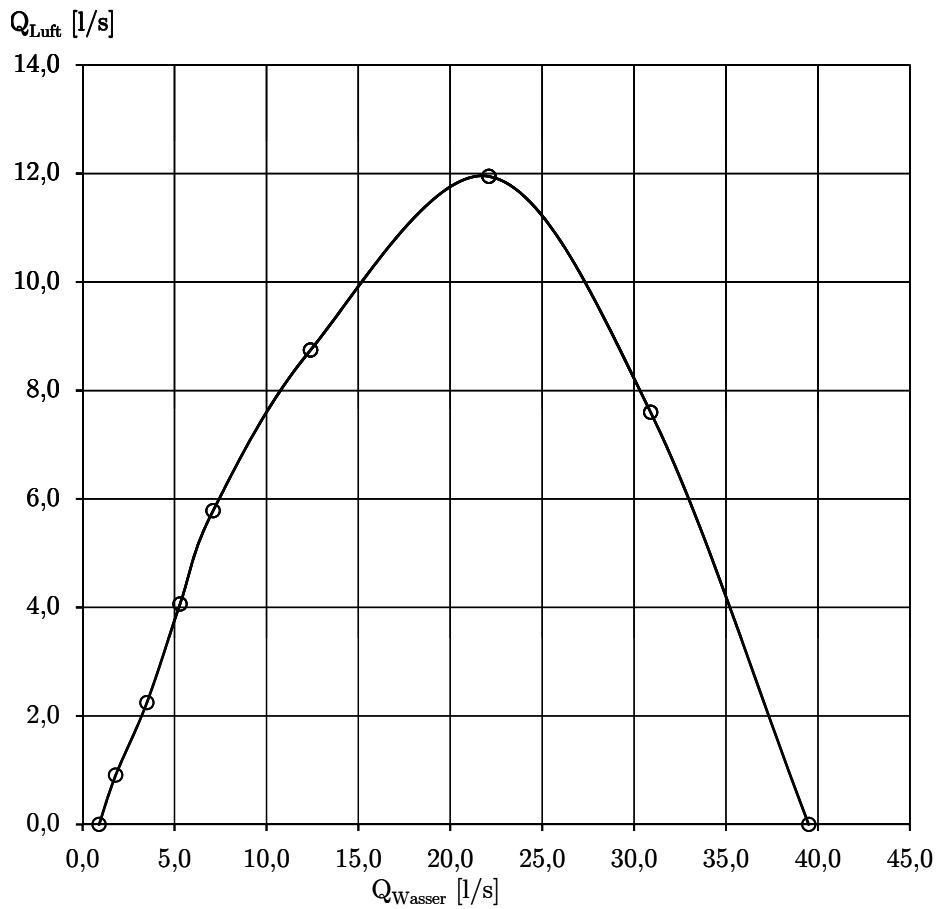


Messdaten Versuch Nr. 12

PE - Glatt/DN100mm/Laenge 240cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	0,90	1,50	0,00	0,00	0,13	0,00
2	1,80	2,20	0,19	0,14	0,22	0,91
3	3,50	3,20	0,47	0,40	0,53	2,25
4	5,30	4,30	0,85	0,66	1,24	4,06
5	7,10	5,00	1,21	1,03	1,49	5,78
6	12,40	6,30	1,83	1,37	2,83	8,74
7	22,10	8,10	2,50	2,12	2,83	11,95
8	30,90	9,20	1,59	0,99	1,87	7,60
9	39,50	18,00	0,00	0,00	0,14	0,00

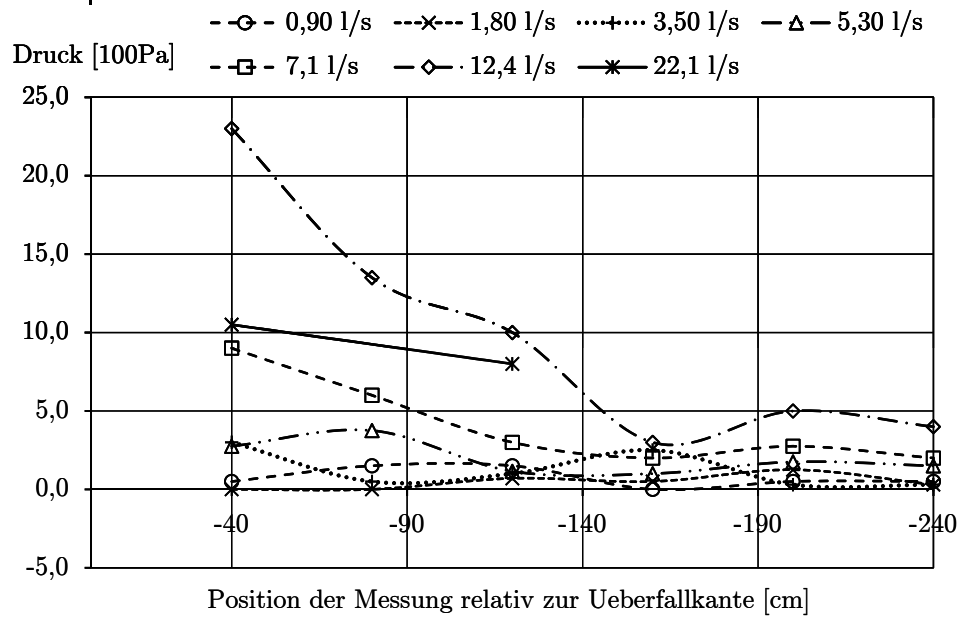


Messdaten Versuch Nr. 12

PE - Glatt/DN100mm/Leange 240cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]											
	-40	-80	-120	-160	-200	-240	-40	-80	-120	-160	-200	-240
0,90 l/s	0,5	1,5	1,5	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0	0,5	0,5	0,5
	0,5	1,5	1,5	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0	0,5	0,5	0,5
1,80 l/s	0,0	0,0	0,7	0,5	1,3	0,3	0,0	0,0	0,7	1,3	0,3	0,3
	0,0	0,0	0,7	0,5	1,3	0,3	0,0	0,0	0,7	1,3	0,3	0,3
3,50 l/s	3,0	0,5	1,0	2,5	0,3	0,3	3,0	3,0	0,5	0,5	0,3	0,3
	3,0	0,5	1,0	2,5	0,3	0,3	3,0	3,0	0,5	0,5	0,3	0,3
5,30 l/s	3,5	4,0	2,0	1,0	3,0	3,0	2,8	2,8	3,8	1,8	3,0	1,5
	2,0	3,5	0,3	1,0	0,5	0,0	2,0	2,0	3,8	1,8	3,0	1,5
7,1 l/s	9,0	6,0	3,0	3,5	4,0	2,0	9,0	9,0	6,0	2,8	2,0	2,0
	9,0	6,0	3,0	0,5	1,5	2,0	9,0	9,0	6,0	2,8	2,0	2,0
12,4 l/s	24,0	18,0	10,0	3,0	8,0	7,0	24,0	23,0	18,0	5,0	2,0	4,0
	22,0	9,0	10,0	3,0	2,0	1,0	22,0	23,0	9,0	5,0	2,0	4,0
22,1 l/s				20,0	15,0	11,0				10,5	11,0	8,0
				15,0	6,0	5,0				10,5	5,0	8,0
30,9 l/s												
39,5 l/s												

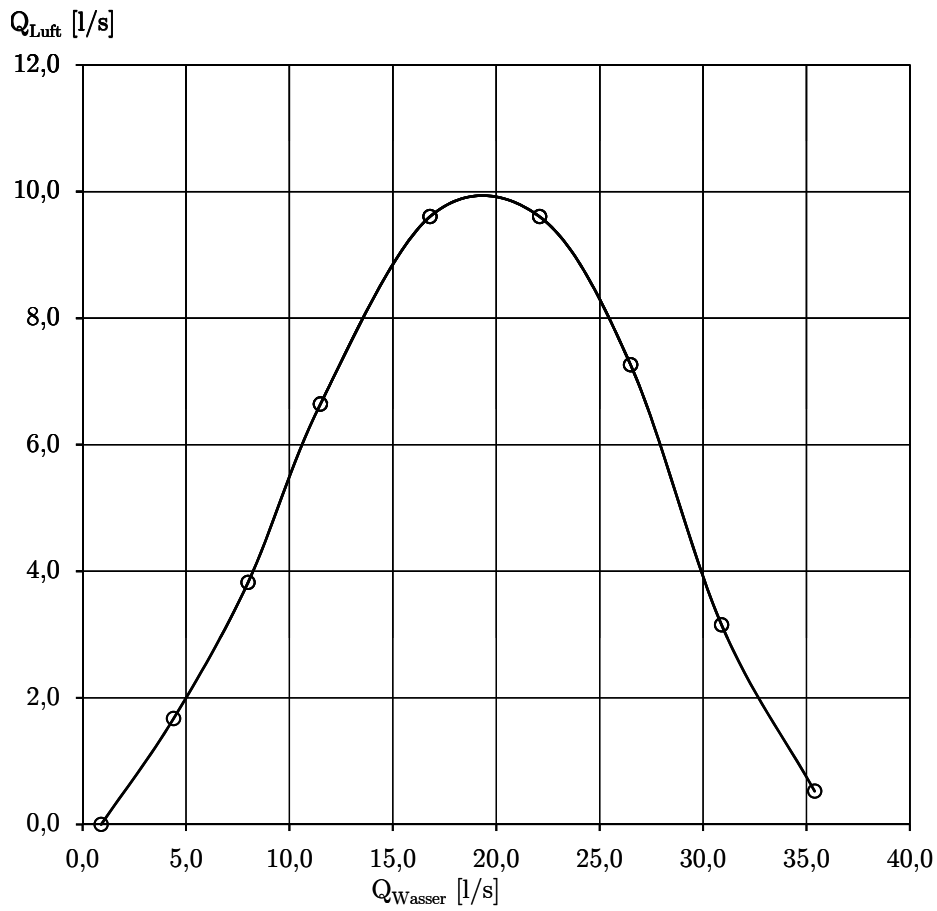


Messdaten Versuch Nr. 13

PE - Glatt/DN100mm/Laenge 160cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	0,90	1,60	0,00	0,00	0,14	0,00
2	4,40	3,70	0,35	0,22	0,53	1,67
3	8,00	5,00	0,80	0,66	1,49	3,82
4	11,50	6,00	1,39	0,90	2,33	6,64
5	16,80	7,00	2,01	1,66	2,33	9,60
6	22,10	8,00	2,01	1,83	2,25	9,60
7	26,50	8,50	1,52	1,37	1,66	7,26
8	30,90	9,00	0,66	0,57	0,74	3,15
9	35,40	24,00	0,11	0,00	0,40	0,53

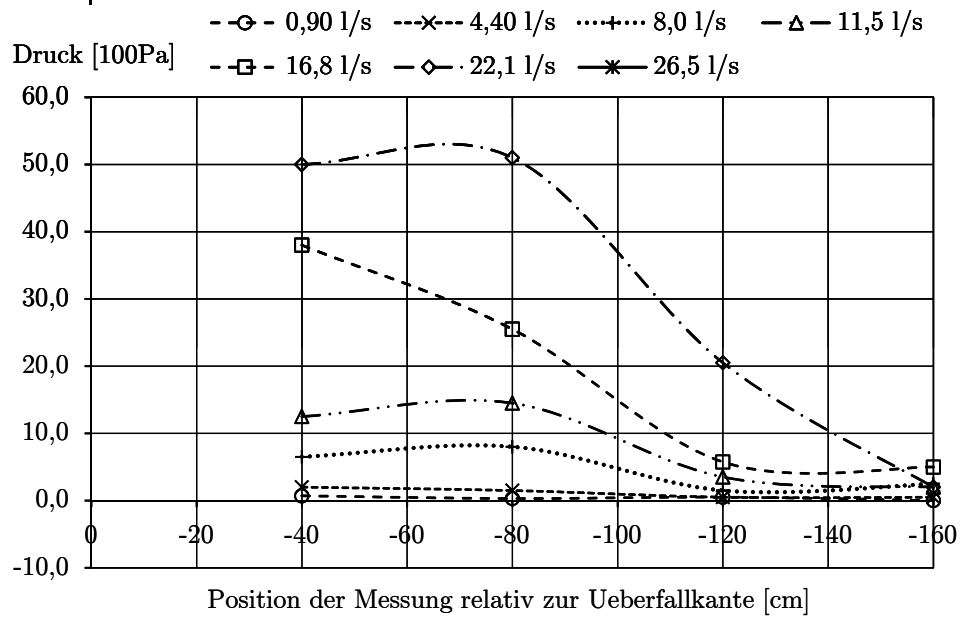


Messdaten Versuch Nr. 13

PE - Glatt/DN100mm/Leange 160cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]							
	-40	-80	-120	-160	-120	-80	-40	0
0,90 l/s	0,7	0,3	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0
	0,7	0,3	0,5	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0
4,40 l/s	2,0	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	2,0	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
8,0 l/s	6,5	8,0	1,5	2,5	1,5	2,5	2,5	2,5
	6,5	8,0	1,5	2,5	1,5	2,5	2,5	2,5
11,5 l/s	15,0	17,0	5,0	3,5	3,5	3,5	2,0	2,0
	10,0	12,0	2,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
16,8 l/s	41,0	28,0	10,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	35,0	23,0	1,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
22,1 l/s	50,0	52,0	22,0	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0
	50,0	50,0	19,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
26,5 l/s			31,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
			31,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
30,9 l/s			37,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
			37,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
35,4 l/s			40,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
			40,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0

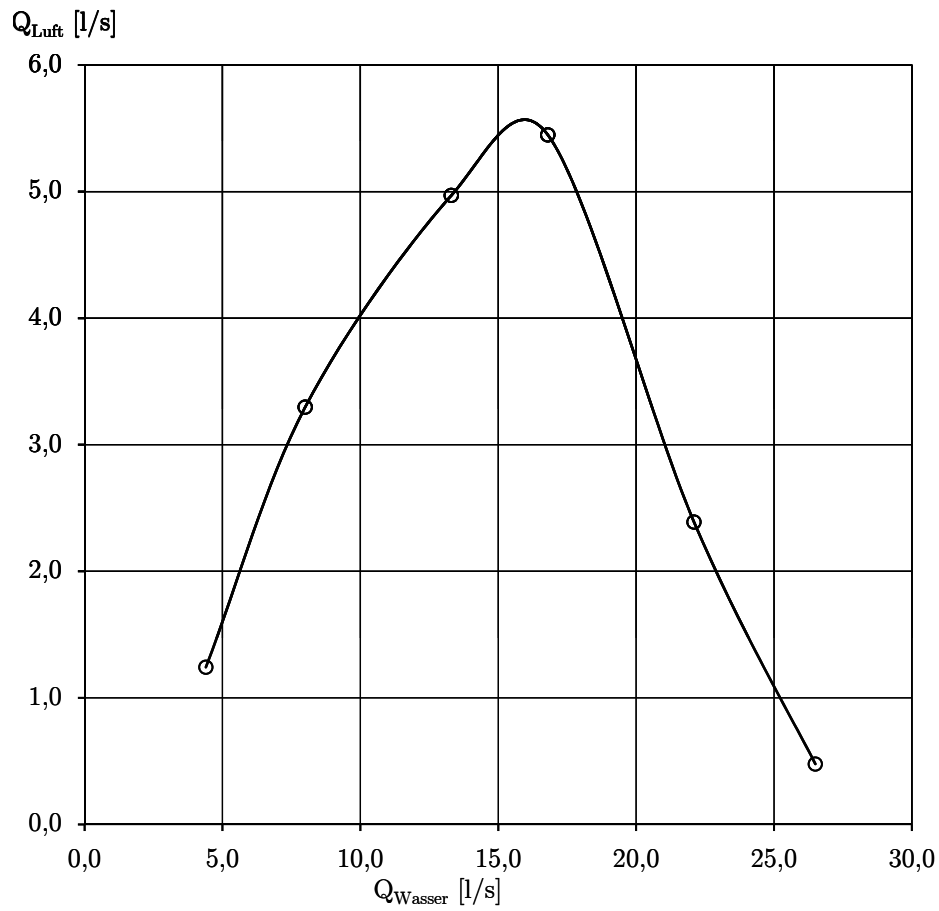


Messdaten Versuch Nr. 14

PE - Glatt/DN100mm/Laenge 80cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	4,40	3,80	0,26	0,18	0,31	1,24
2	8,00	5,30	0,69	0,44	1,07	3,30
3	13,30	6,50	1,04	0,74	1,41	4,97
4	16,80	7,00	1,14	0,99	1,24	5,45
5	22,10	8,00	0,50	0,44	0,57	2,39
6	26,50	24,00	0,10	0,00	0,35	0,48
7						
8						
9						

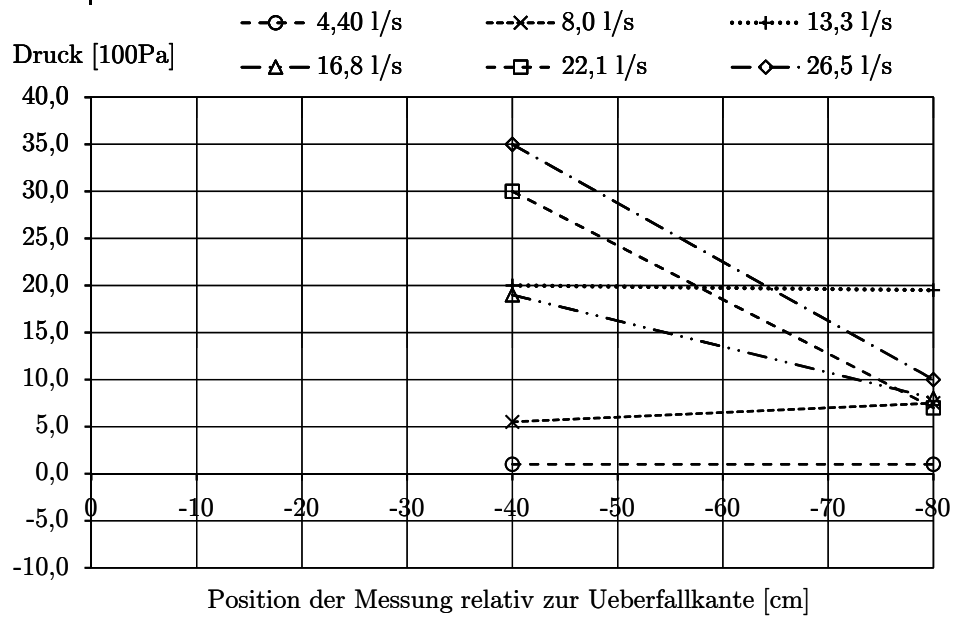


Messdaten Versuch Nr. 14

PE - Glatt/DN100mm/Leange 80cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]			
	-40		-80	
4,40 l/s	1,0	1,0	1,0	1,0
	1,0		1,0	
8,0 l/s	7,0	5,5	10,0	7,5
	4,0		5,0	
13,3 l/s	30,0	20,0	25,0	19,5
	10,0		14,0	
16,8 l/s	23,0	19,0	10,0	8,0
	15,0		6,0	
22,1 l/s	30,0	30,0	7,0	7,0
	30,0		7,0	
26,5 l/s	35,0	35,0	10,0	10,0
	35,0		10,0	

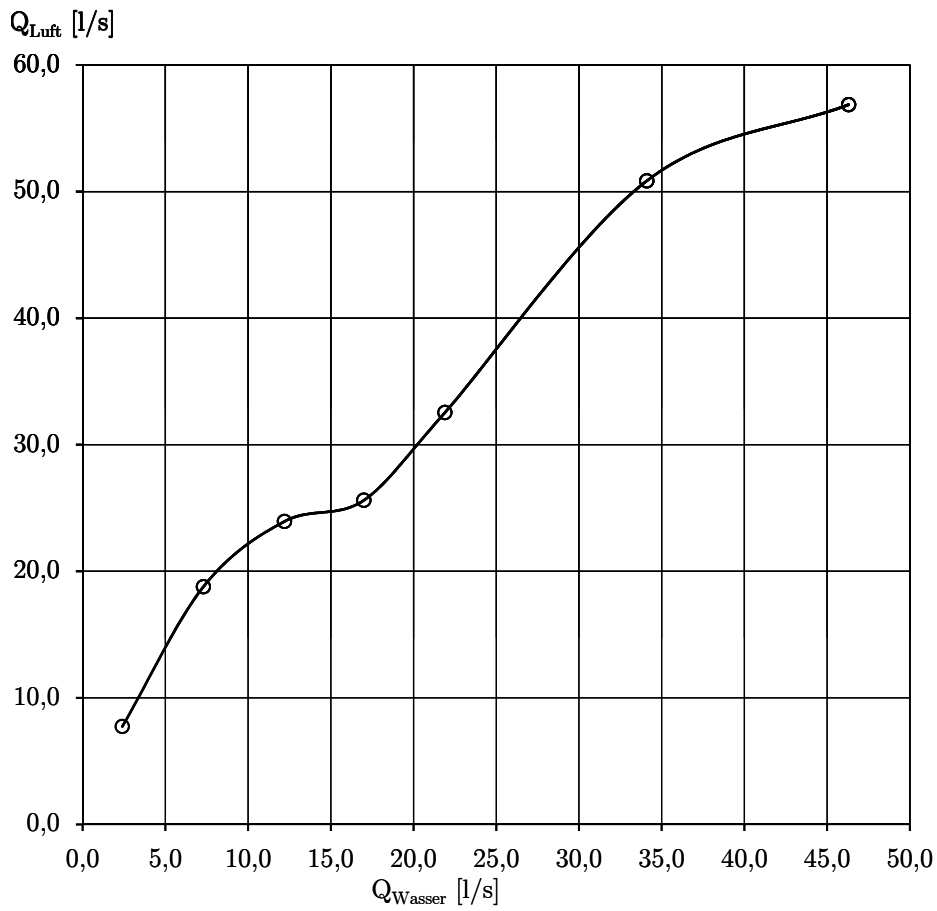


Messdaten Versuch Nr. 15

PE - Glatt/DN148,5mm/Laenge 480cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	2,40	2,50	1,62	2,16	1,11	7,74
2	7,30	4,40	3,93	6,32	2,50	18,78
3	12,20	5,60	5,01	7,95	3,21	23,94
4	17,00	6,50	5,36	8,75	3,17	25,61
5	21,90	7,40	6,81	10,85	4,05	32,54
6	34,10	8,50	10,64	11,90	7,74	50,84
7	46,30	10,00	11,90	12,40	8,04	56,86
8						
9						

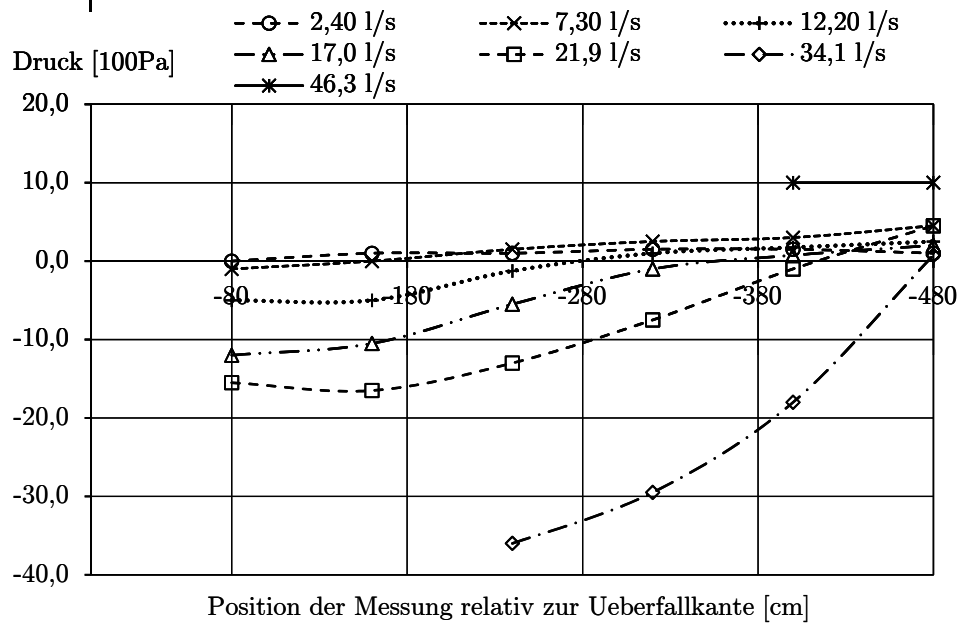


Messdaten Versuch Nr. 15

PE - Glatt/DN148,5mm/Laenge 480cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]											
	-80	-160	-240	-320	-400	-480						
2,40 l/s	0,0	1,0	1,0	1,5	1,5	1,0						
	0,0	1,0	1,0	1,5	1,5	1,0						
7,30 l/s	-0,5	0,0	1,5	2,5	3,0	4,5						
	-1,5	0,0	1,5	2,5	3,0	4,5						
12,20 l/s	-7,0	-6,0	-2,5	0,0	1,5	2,0						
	-3,0	-4,0	0,0	2,0	2,0	3,0						
17,0 l/s	-15,0	-12,0	-10,5	-8,0	-5,5	-4,0						
	-9,0	-9,0	-3,0	2,0	2,0	4,0						
21,9 l/s	-20,0	-18,0	-14,0	-9,0	-4,0	4,0						
	-11,0	-15,0	-12,0	-6,0	2,0	5,0						
34,1 l/s			-40,0	-31,0	-22,0	-2,0						
			-32,0	-28,0	-14,0	3,5						
46,3 l/s					-44	-9						
					-39	0						

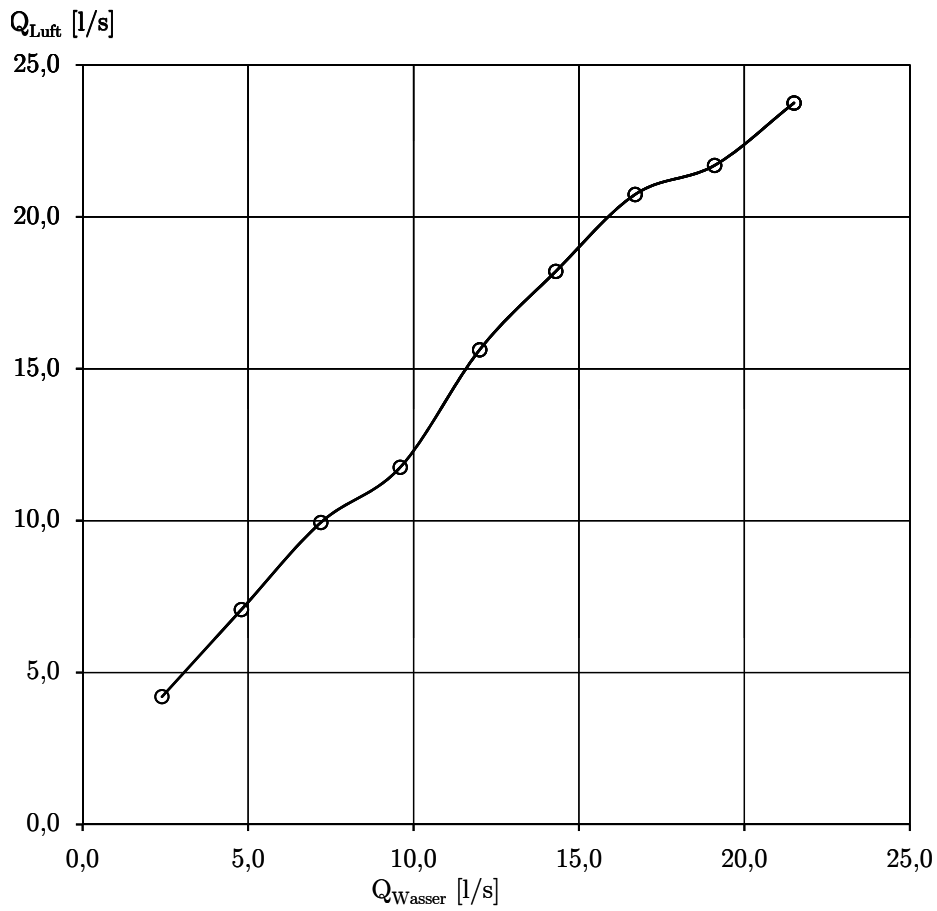


Messdaten Versuch Nr. 16

PE - Glatt/DN148,5mm/Laenge 360cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	2,40	2,50	0,88	0,70	1,11	4,20
2	4,80	3,70	1,48	0,82	2,12	7,07
3	7,20	4,50	2,08	1,32	3,09	9,94
4	9,60	5,00	2,46	1,92	3,34	11,75
5	12,00	5,60	3,27	2,54	4,81	15,63
6	14,30	6,00	3,81	3,00	5,44	18,21
7	16,70	6,50	4,34	3,30	6,15	20,74
8	19,10	7,00	4,54	2,83	7,24	21,69
9	21,50	7,40	4,97	3,13	8,46	23,75

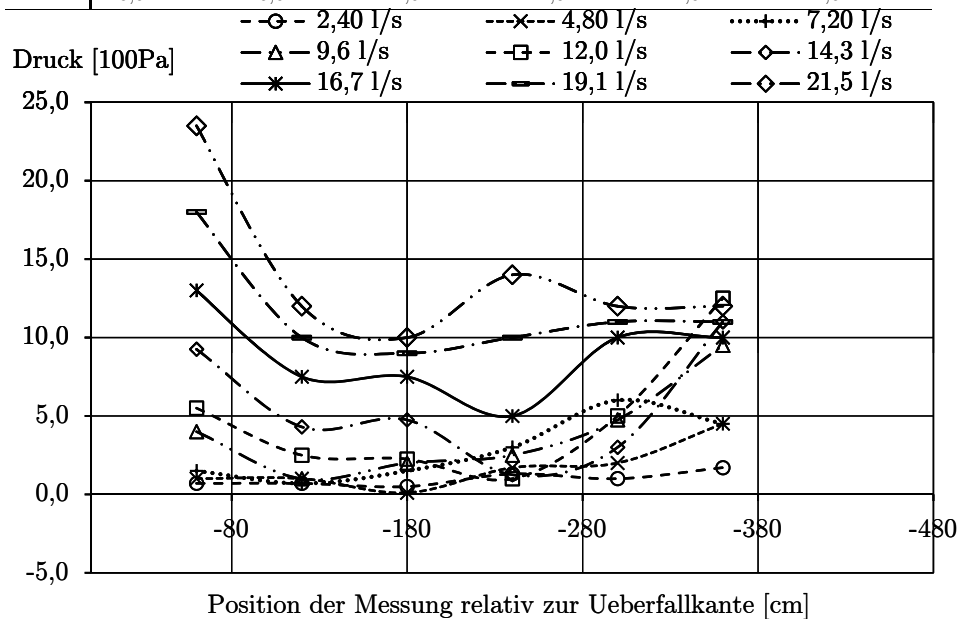


Messdaten Versuch Nr. 16

PE - Glatt/DN148,5mm/Laenge 360cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]											
	-60	-120	-180	-240	-300	-360	-60	-120	-180	-240	-300	-360
2,40 l/s	0,7	0,7	0,5	1,3	1,0	1,7	0,7	0,7	0,5	1,3	1,0	1,7
	0,7	0,7	0,5	1,3	1,0	1,7	0,7	0,7	0,5	1,3	1,0	1,7
4,80 l/s	1,0	1,0	0,1	1,7	2,0	4,5	1,0	1,0	0,1	1,7	2,0	4,5
	1,0	1,0	0,1	1,7	2,0	4,5	1,0	1,0	0,1	1,7	2,0	4,5
7,20 l/s	1,5	0,7	1,5	3,0	6,0	4,5	1,5	0,7	1,5	3,0	6,0	4,5
	1,5	0,7	1,5	3,0	6,0	4,5	1,5	0,7	1,5	3,0	6,0	4,5
9,6 l/s	4,0	1,0	2,0	2,5	6,0	12,0	4,0	1,0	2,0	2,5	6,0	12,0
	4,0	1,0	2,0	2,5	6,0	12,0	4,0	1,0	2,0	2,5	6,0	12,0
12,0 l/s	6,5	2,5	3,0	1,5	6,0	13,0	6,5	2,5	3,0	1,5	6,0	13,0
	4,5	2,5	1,5	0,5	4,0	12,0	4,5	2,5	1,5	0,5	4,0	12,0
14,3 l/s	9,5	4,3	5,0	2,0	4,0	12,0	9,5	4,3	5,0	2,0	4,0	12,0
	9,0	4,3	4,5	0,5	2,0	10,0	9,0	4,3	4,5	0,5	2,0	10,0
16,7 l/s	14,0	7,5	8,0	5,0	2,5	10,0	14,0	7,5	8,0	5,0	2,5	10,0
	12,0	7,5	7,0	5,0	0,5	6,0	12,0	7,5	7,0	5,0	0,5	6,0
19,1 l/s	19,0	10,0	13,0	11,0	8,0	5,0	19,0	10,0	13,0	11,0	8,0	5,0
	17,0	10,0	5,0	9,0	0,5	5,0	17,0	10,0	5,0	9,0	0,5	5,0
21,5 l/s	24,0	14,0	18,0	16,0	13,0	4,0	24,0	14,0	18,0	16,0	13,0	4,0
	23,0	10,0	2,0	12,0	2,0	12,0	23,0	10,0	2,0	12,0	2,0	12,0

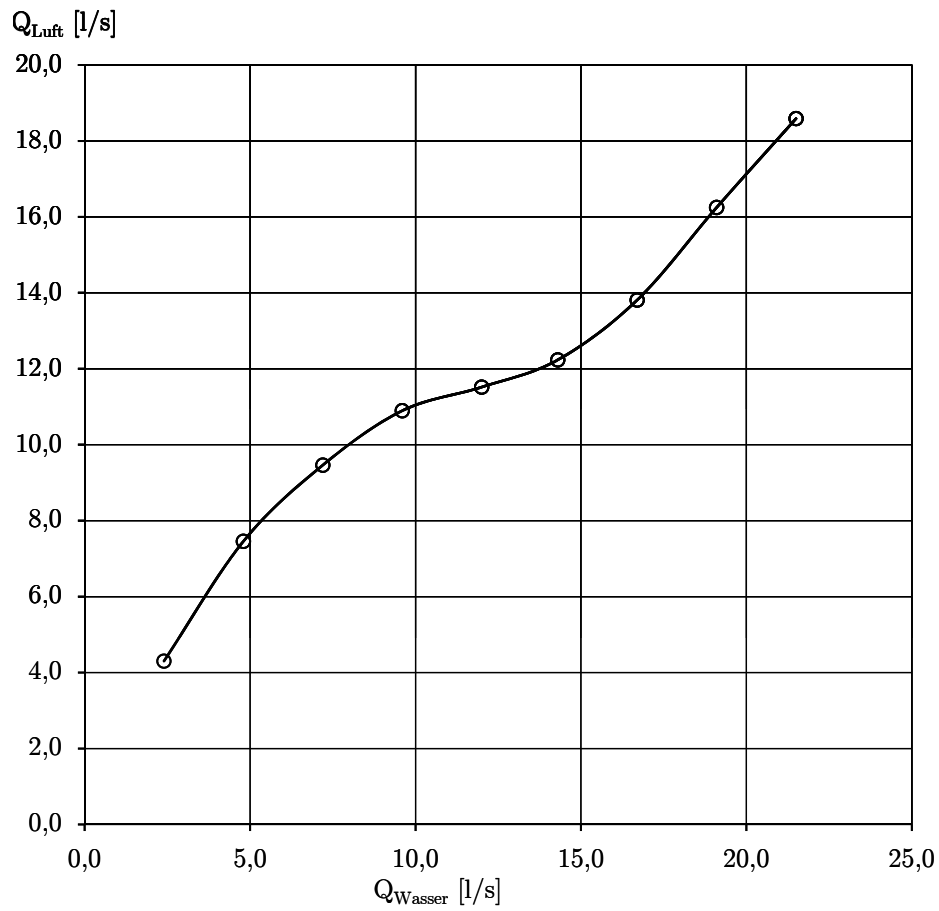


Messdaten Versuch Nr. 17

PE - Glatt/DN148,5mm/Laenge 240cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	2,40	2,50	0,90	0,70	1,16	4,30
2	4,80	3,80	1,56	0,95	2,37	7,45
3	7,20	4,50	1,98	1,41	2,96	9,46
4	9,60	5,00	2,28	1,91	3,51	10,89
5	12,00	5,60	2,41	1,70	3,93	11,52
6	14,30	6,20	2,56	2,08	3,84	12,23
7	16,70	6,60	2,89	2,21	5,23	13,81
8	19,10	7,00	3,40	2,29	6,15	16,25
9	21,50	7,50	3,89	2,33	6,86	18,59

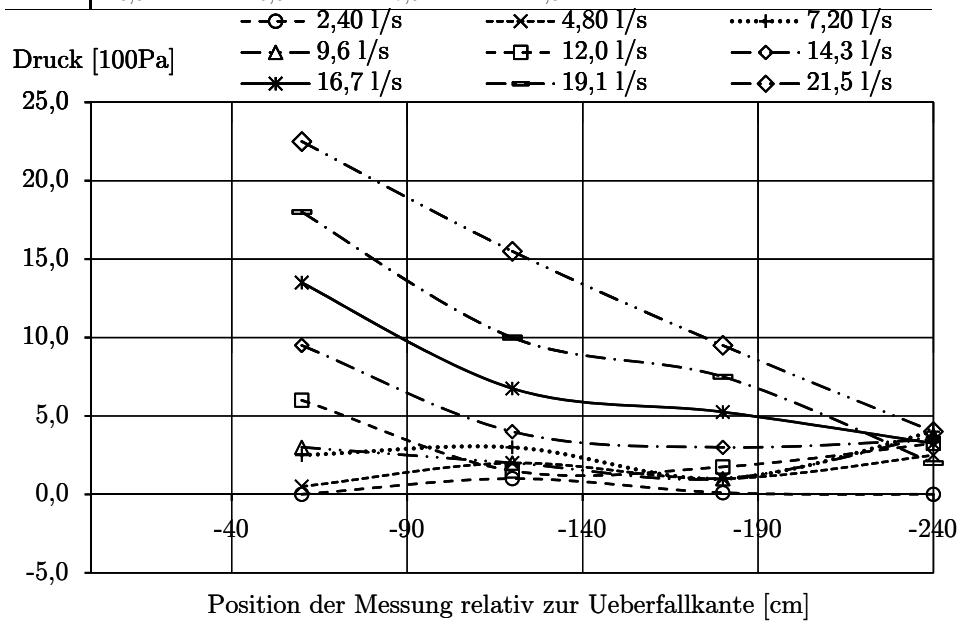


Messdaten Versuch Nr. 17

PE - Glatt/DN148,5mm/Laenge 240cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]							
	-60	-120	-180	-240	-60	-120	-180	-240
2,40 l/s	0,0	1,0	0,1	0,0	0,0	1,0	0,1	0,0
	0,0	1,0	0,1	0,0	0,0	1,0	0,1	0,0
4,80 l/s	0,5	2,0	1,0	2,5	0,5	2,0	1,0	2,5
	0,5	2,0	1,0	2,5	0,5	2,0	1,0	2,5
7,20 l/s	2,5	3,0	1,0	4,0	2,5	3,0	1,0	4,0
	2,5	3,0	1,0	4,0	2,5	3,0	1,0	4,0
9,6 l/s	4,0	2,0	1,0	4,0	3,0	2,0	1,0	3,8
	2,0	2,0	1,0	3,5	2,0	2,0	1,0	3,5
12,0 l/s	6,5	1,5	3,0	4,5	6,0	1,5	1,8	3,3
	5,5	1,5	0,5	2,0	5,5	1,5	0,5	2,0
14,3 l/s	10,0	4,5	4,0	5,0	9,0	3,5	3,0	3,5
	9,0	3,5	2,0	2,0	9,0	3,5	3,0	3,5
16,7 l/s	14,0	7,0	7,0	5,0	13,0	6,5	5,3	3,3
	13,0	6,5	3,5	1,5	13,0	6,5	5,3	3,3
19,1 l/s	19,0	11,0	10,0	3,0	17,0	9,0	7,5	2,0
	17,0	9,0	5,0	1,0	17,0	9,0	7,5	2,0
21,5 l/s	25,0	16,0	12,0	4,0	20,0	15,0	9,5	4,0
	20,0	15,0	7,0	4,0	20,0	15,0	9,5	4,0

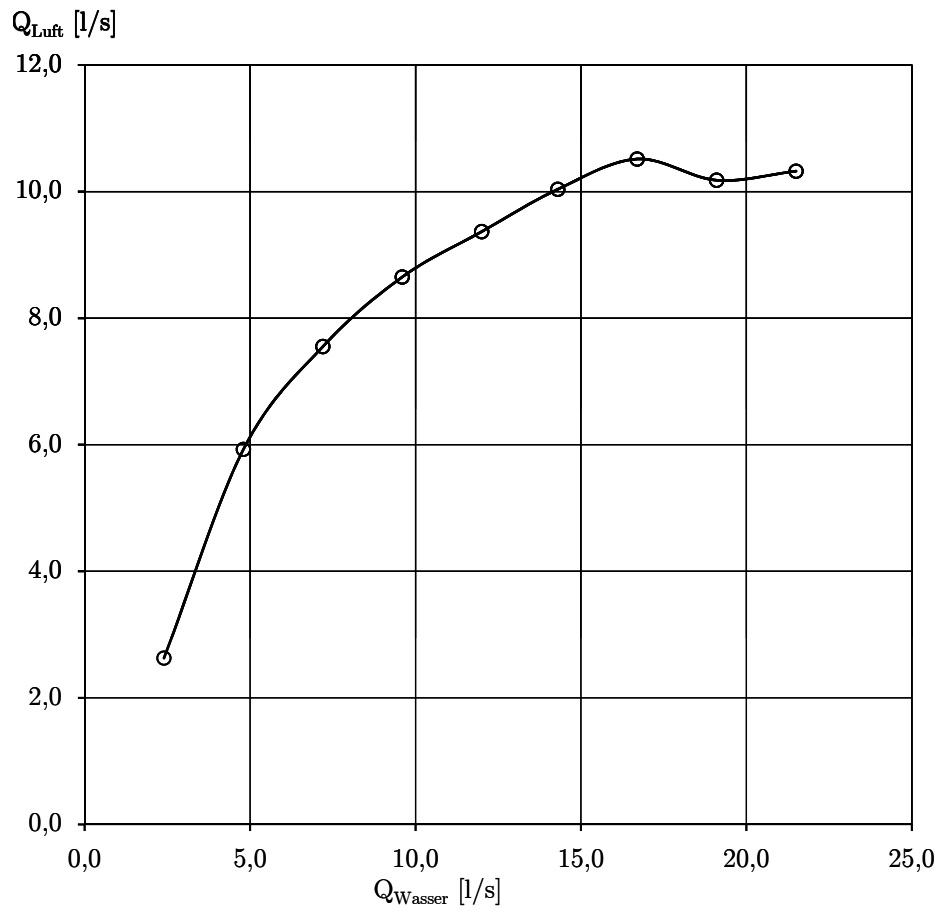


Messdaten Versuch Nr. 18

PE - Glatt/DN148,5mm/Laenge 120cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	2,40	2,60	0,55	0,48	0,66	2,63
2	4,80	3,50	1,24	0,70	1,62	5,93
3	7,20	4,50	1,58	0,82	2,46	7,55
4	9,60	5,20	1,81	1,11	2,50	8,65
5	12,00	5,70	1,96	1,24	2,83	9,37
6	14,30	6,20	2,10	1,70	3,00	10,03
7	16,70	6,70	2,20	1,70	3,00	10,51
8	19,10	7,10	2,13	1,49	2,96	10,18
9	21,50	7,50	2,16	1,49	3,38	10,32

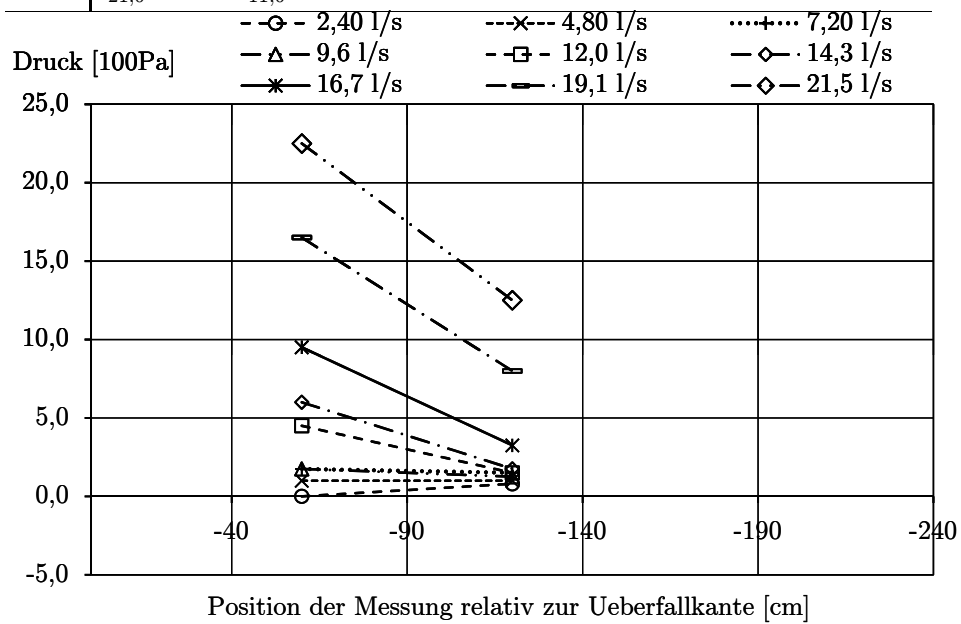


Messdaten Versuch Nr. 18

PE - Glatt/DN148,5mm/Laenge 120cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]			
	-60		-120	
2,40 l/s	0,0	0,8	0,0	0,8
	0,0	0,8		
4,80 l/s	1,0	1,0	1,0	1,0
	1,0		1,0	
7,20 l/s	2,0	1,8	1,5	1,5
	1,5		1,5	
9,6 l/s	3,0	1,8	1,5	1,3
	0,5		1,0	
12,0 l/s	6,0	4,5	1,5	1,5
	3,0		1,5	
14,3 l/s	9,0	6,0	3,0	1,8
	3,0		0,5	
16,7 l/s	14,0	9,5	5,0	3,3
	5,0		1,5	
19,1 l/s	18,0	16,5	13,0	8,0
	15,0		3,0	
21,5 l/s	24,0	22,5	14,0	12,5
	21,0		11,0	

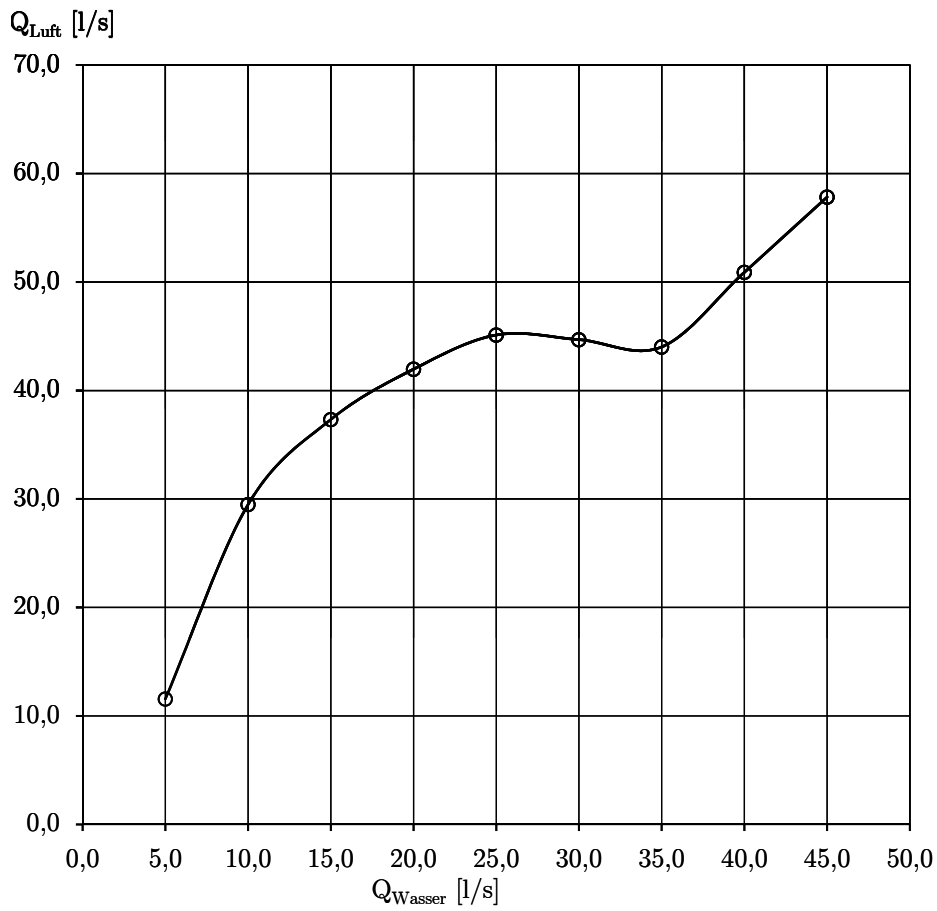


Messdaten Versuch Nr. 19

PE - Glatt/DN192mm/Laenge 480cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	5,00	2,40	2,42	1,74	3,04	11,56
2	10,00	3,80	6,17	3,88	9,13	29,48
3	15,00	4,80	7,81	4,64	12,95	37,32
4	20,00	5,90	8,78	4,72	14,67	41,95
5	25,00	6,60	9,44	5,10	16,30	45,11
6	30,00	7,40	9,35	4,47	16,93	44,68
7	35,00	8,00	9,21	4,60	17,35	44,01
8	40,00	8,70	10,65	4,76	19,37	50,89
9	45,00	9,20	12,10	5,60	20,92	57,82



Messdaten Versuch Nr. 19

PE - Glatt/DN192mm/Laenge 480cm

Druck

Q_w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]
5,0 l/s	
10,0 l/s	
15,0 l/s	
20,0 l/s	
25,0 l/s	
30,0 l/s	
35,0 l/s	
40,0 l/s	
45,0 l/s	

--○-- 5,0 l/s --x-- 10,0 l/s +... 15,0 l/s
 --△-- 20,0 l/s --□-- 25,0 l/s --◇-- 30,0 l/s
 --*-- 35,0 l/s --●-- 40,0 l/s --◊-- 45,0 l/s

Druck [100Pa]

--	--	--	--	--

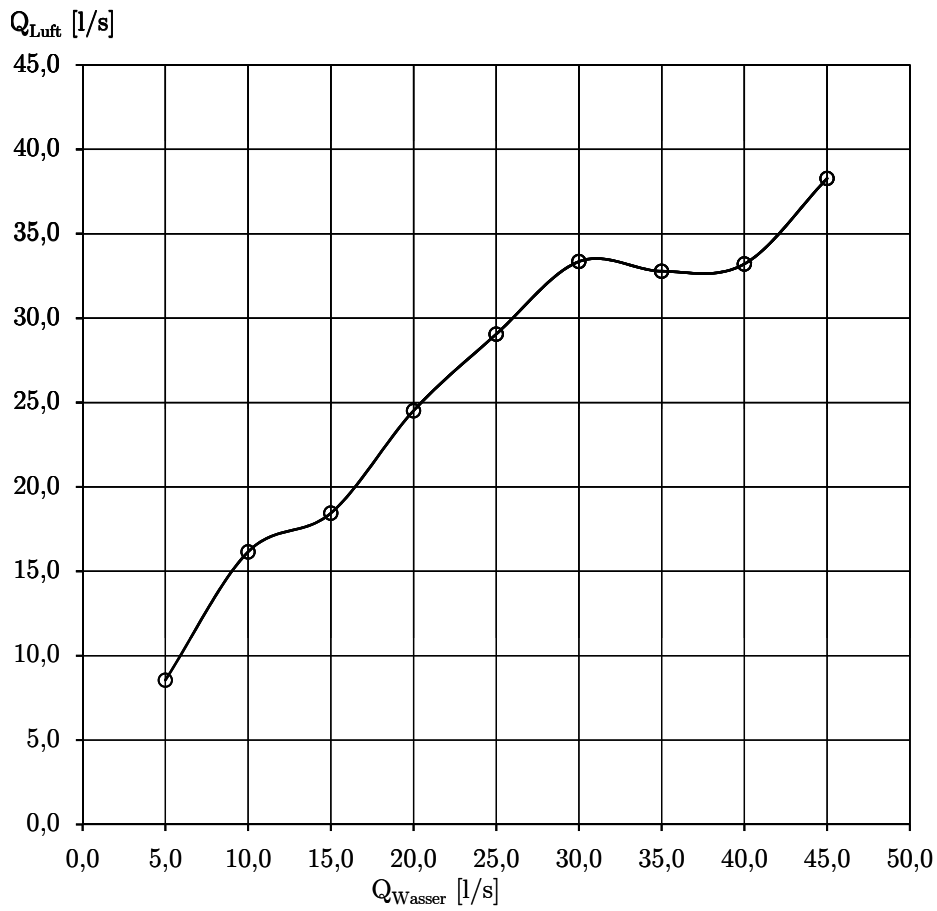
Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]

Messdaten Versuch Nr. 20

PE - Glatt/DN192mm/Laenge 320cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	5,00	2,10	1,79	1,41	2,37	8,55
2	10,00	4,00	3,38	2,54	4,47	16,15
3	15,00	5,00	3,86	3,09	5,39	18,44
4	20,00	5,90	5,13	3,76	8,08	24,51
5	25,00	6,70	6,08	3,97	10,93	29,05
6	30,00	7,30	6,98	4,01	12,11	33,35
7	35,00	8,00	6,86	4,14	13,37	32,78
8	40,00	9,00	6,95	3,88	13,58	33,21
9	45,00	9,50	8,01	4,01	14,33	38,27

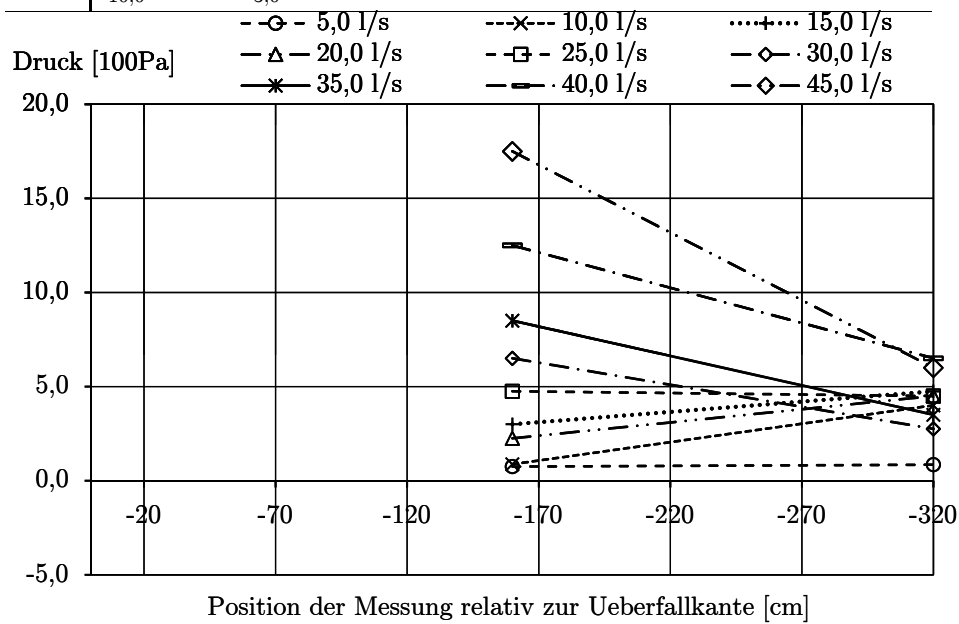


Messdaten Versuch Nr. 20

PE - Glatt/DN192mm/Laenge 320cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]			
	-160		-320	
5,0 l/s	0,8	0,8	0,9	0,9
	0,8		0,9	
10,0 l/s	1,3	0,9	4,5	4,0
	0,5		3,5	
15,0 l/s	3,5	3,0	5,0	4,8
	2,5		4,5	
20,0 l/s	3,0	2,3	4,5	4,5
	1,5		4,5	
25,0 l/s	5,0	4,8	5,0	4,5
	4,5		4,0	
30,0 l/s	10,0	6,5	5,0	2,8
	3,0		0,5	
35,0 l/s	12,0	8,5	6,0	3,5
	5,0		1,0	
40,0 l/s	20,0	12,5	10,0	6,5
	5,0		3,0	
45,0 l/s	25,0	17,5	9,0	6,0
	10,0		3,0	

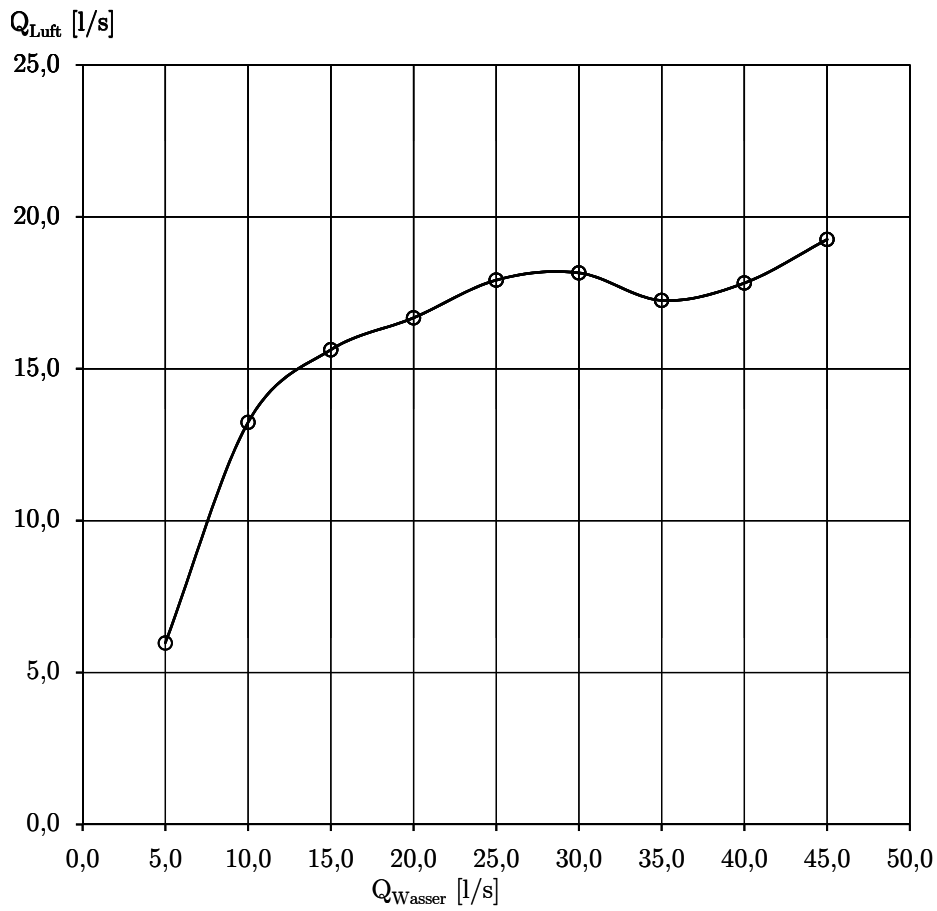


Messdaten Versuch Nr. 21

PE - Glatt/DN192mm/Laenge 160cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	5,00	2,30	1,25	0,78	1,74	5,97
2	10,00	4,00	2,77	1,74	3,76	13,24
3	15,00	5,00	3,27	2,25	4,76	15,63
4	20,00	5,90	3,49	2,63	4,51	16,68
5	25,00	6,80	3,75	2,67	5,48	17,92
6	30,00	7,30	3,80	2,71	5,48	18,16
7	35,00	7,80	3,61	2,63	5,35	17,25
8	40,00	8,50	3,73	2,25	6,49	17,82
9	45,00	9,00	4,03	2,42	6,74	19,26

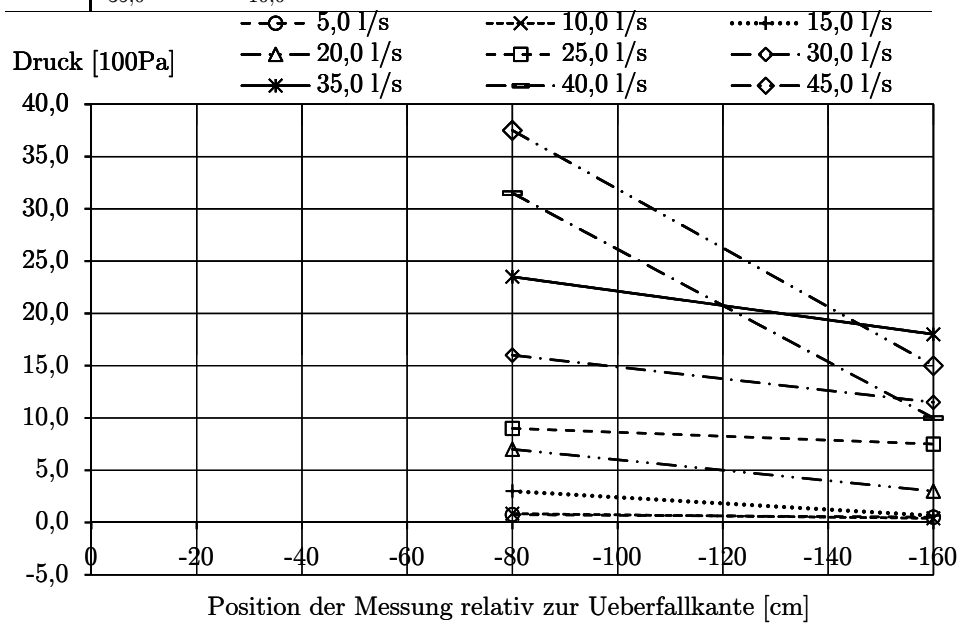


Messdaten Versuch Nr. 21

PE - Glatt/DN192mm/Laenge 160cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]			
	-80		-160	
5,0 l/s	0,8	0,5	0,8	0,5
	0,8	0,5		
10,0 l/s	0,9	0,4	0,9	0,4
	0,9	0,4		
15,0 l/s	3,5	1,0	3,0	0,7
	2,5	0,3		
20,0 l/s	7,0	4,0	7,0	3,0
	7,0	2,0		
25,0 l/s	11,0	9,0	9,0	7,5
	7,0	6,0		
30,0 l/s	17,0	13,0	16,0	11,5
	15,0	10,0		
35,0 l/s	25,0	20,0	23,5	18,0
	22,0	16,0		
40,0 l/s	33,0	15,0	31,5	10,0
	30,0	5,0		
45,0 l/s	40,0	20,0	37,5	15,0
	35,0	10,0		

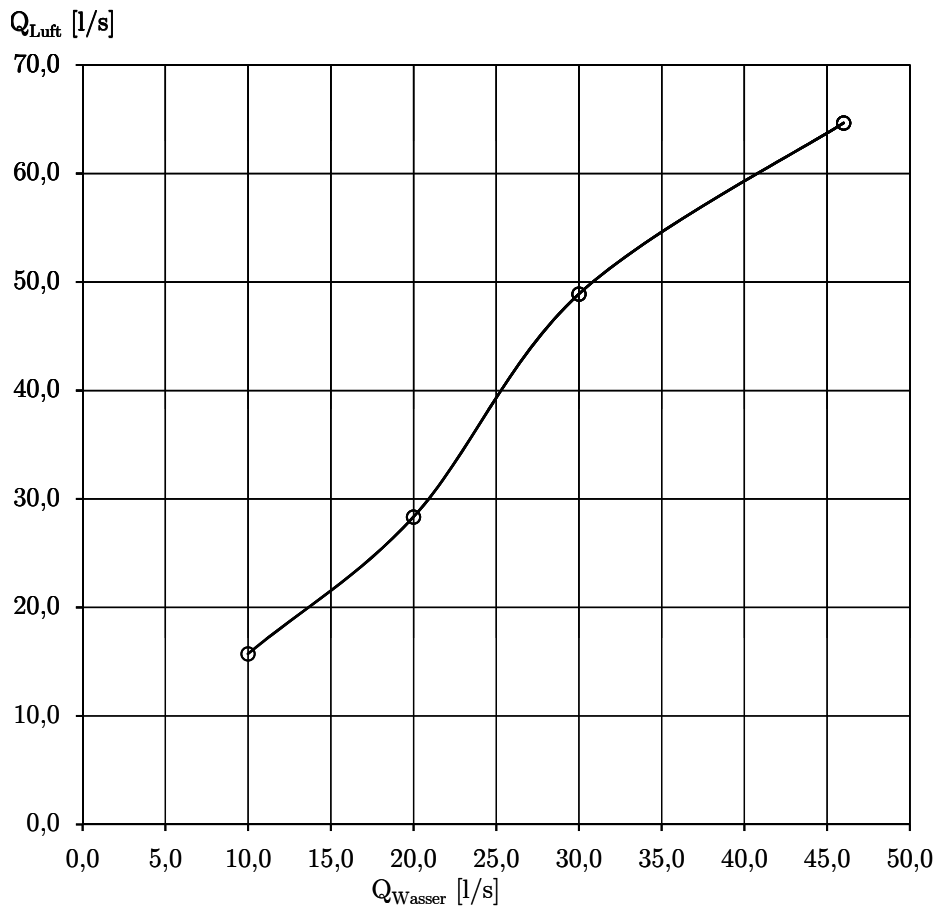


Messdaten Versuch Nr. 22

PE - Glatt/DN290mm/Laenge 480cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	10,00	2,70	3,29	4,43	2,54	15,72
2	20,00	5,50	5,93	7,41	4,76	28,34
3	30,00	7,00	10,23	16,51	6,07	48,88
4	46,00	8,50	13,53	23,52	7,83	64,65
5						
6						
7						
8						
9						

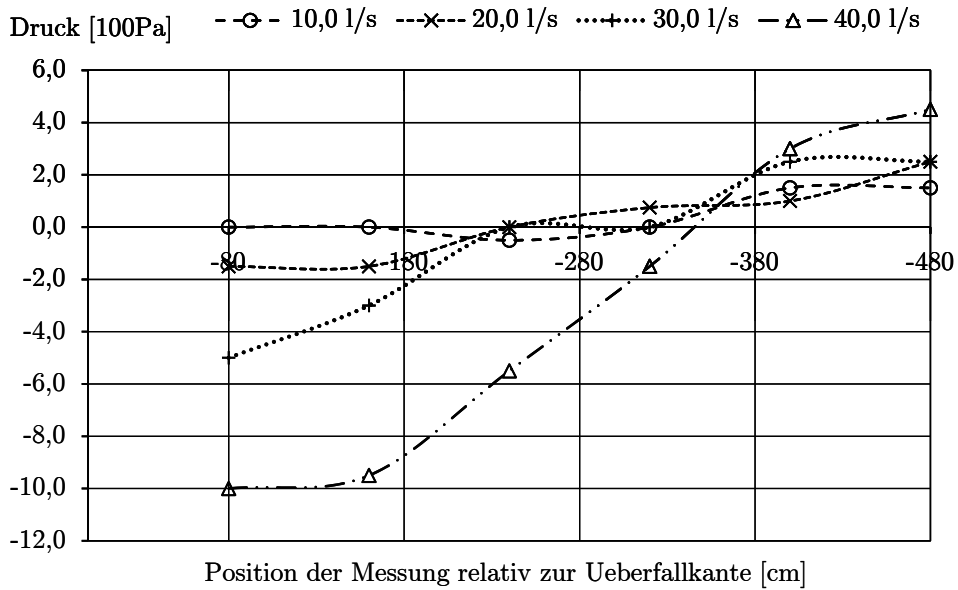


Messdaten Versuch Nr. 22

PE - Glatt/DN290mm/Laenge 480cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]											
	-80	-160	-240	-320	-400	-480						
10,0 l/s	0,0	0,0	0,0	-0,5	-0,5	0,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	0,0	0,0	0,0	-0,5	-0,5	0,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
20,0 l/s	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	0,0	0,0	0,5	0,8	1,0	1,0	2,0	2,5
	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	3,0	3,0	3,0
30,0 l/s	-5,0	-5,0	-3,0	-3,0	0,0	0,0	-1,0	0,0	2,0	2,5	2,5	2,5
	-5,0	-5,0	-3,0	-3,0	0,0	0,0	1,0	1,0	3,0	3,0	3,0	3,0
40,0 l/s	-10,0	-10,0	-10,0	-9,5	-6,0	-5,5	-2,5	-1,5	2,0	3,0	4,0	4,5
	-10,0	-10,0	-9,0	-9,0	-5,0	-5,0	-0,5	-0,5	4,0	4,0	5,0	5,0

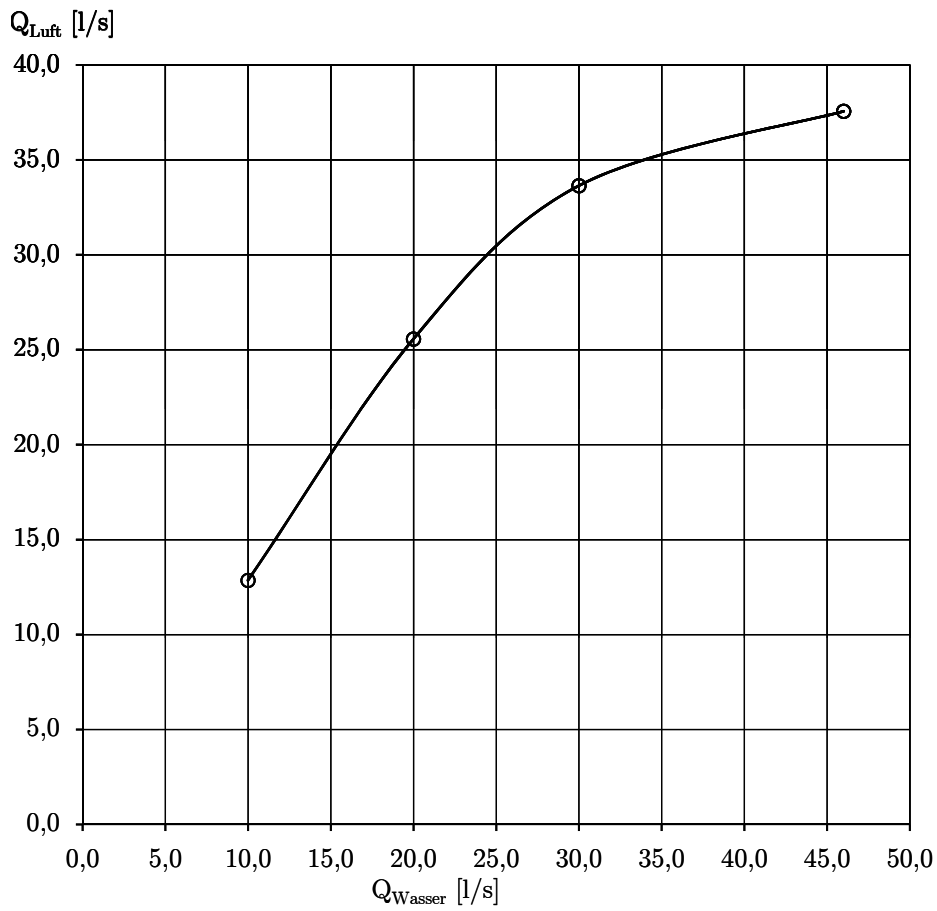


Messdaten Versuch Nr. 23

PE - Glatt/DN290mm/Laenge 350cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	10,00	3,70	2,69	3,46	1,95	12,85
2	20,00	5,50	5,35	6,99	4,09	25,56
3	30,00	7,00	7,04	9,30	5,44	33,64
4	46,00	8,70	7,86	12,99	5,23	37,56
5						
6						
7						
8						
9						

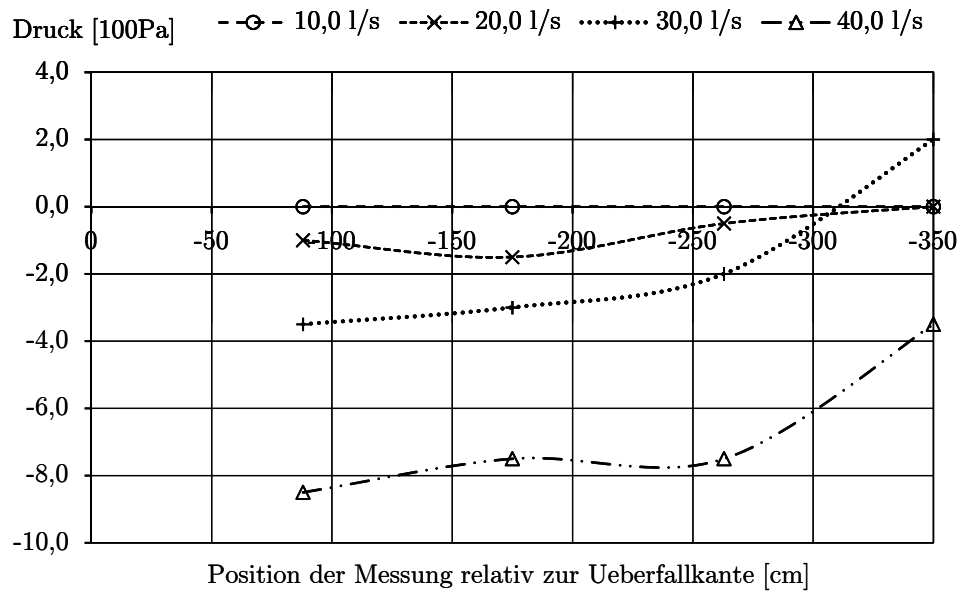


Messdaten Versuch Nr. 23

PE - Glatt/DN290mm/Laenge 350cm

Druck

Q_w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]							
	-88	-175	-263	-350				
10,0 l/s	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20,0 l/s	-1,0	-1,5	-1,5	-0,5	-0,5	0,0	0,0	
30,0 l/s	-3,5	-3,0	-3,0	-2,0	-2,0	1,0	2,0	
40,0 l/s	-9,0	-8,5	-8,0	-7,5	-8,0	-7,5	-7,0	-3,5

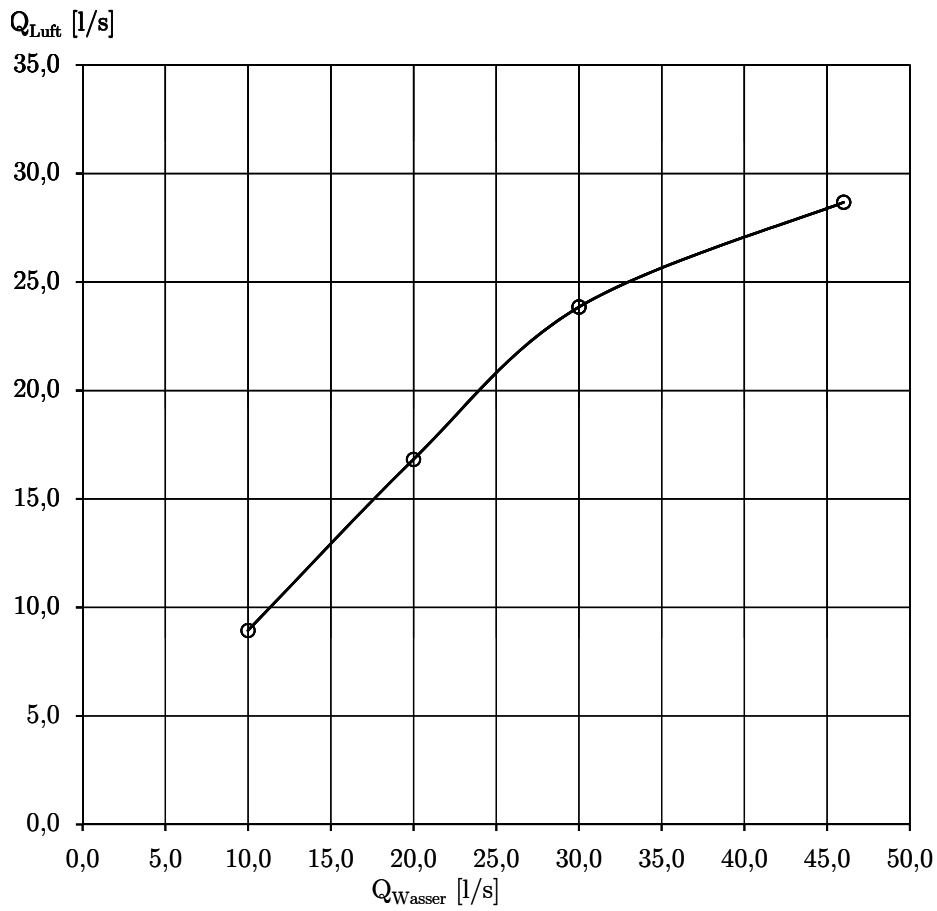


Messdaten Versuch Nr. 24

PE - Glatt/DN290mm/Laenge 200cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	10,00	3,80	1,87	2,42	1,52	8,94
2	20,00	5,60	3,52	4,51	2,88	16,82
3	30,00	7,00	4,99	7,07	3,76	23,84
4	46,00	9,00	6,00	8,29	4,47	28,67
5						
6						
7						
8						
9						



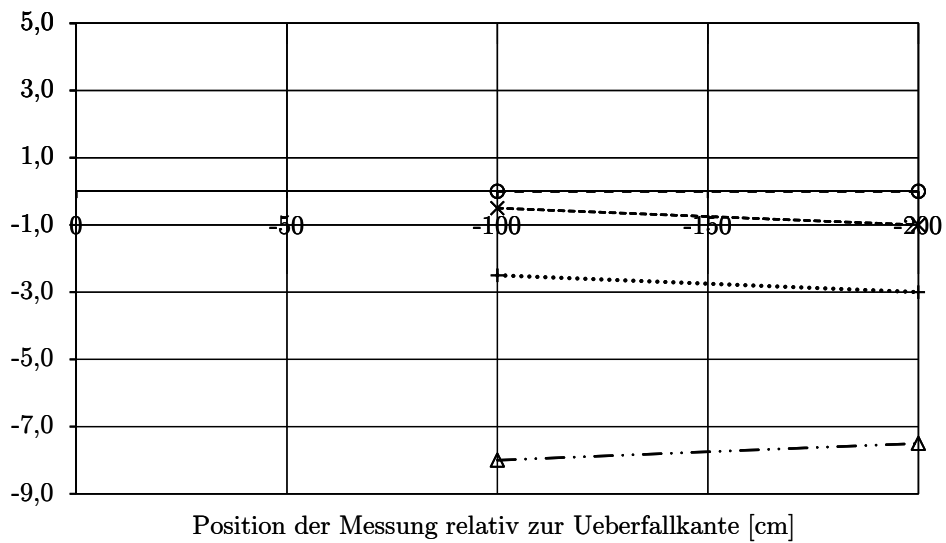
Messdaten Versuch Nr. 24

PE - Glatt/DN290mm/Laenge 200cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]			
	-100		-200	
10,0 l/s	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0		0,0	
20,0 l/s	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0
	-0,5		-1,0	
30,0 l/s	-2,5	-2,5	-3,0	-3,0
	-2,5		-3,0	
40,0 l/s	-8,0	-8,0	-7,5	-7,5
	-8,0		-7,5	

Druck [100Pa] - ⊕ - 10,0 l/s - x - 20,0 l/s - + - 30,0 l/s - Δ - 40,0 l/s



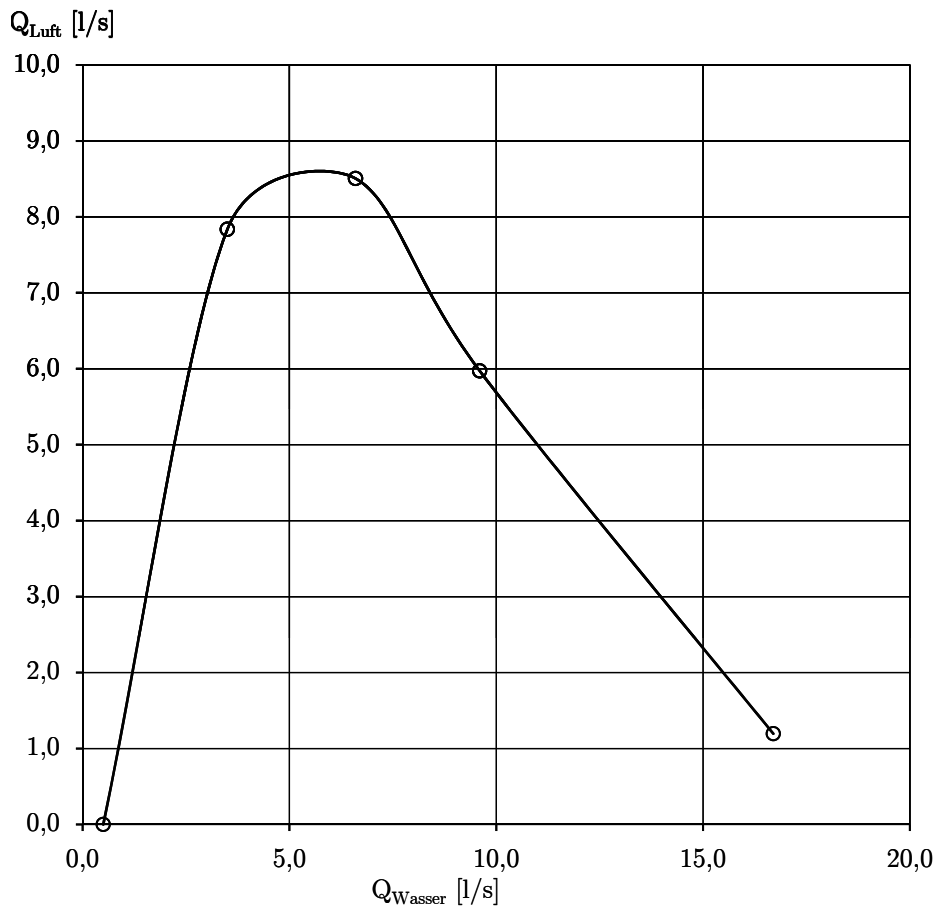
Anhang A.2

Messdaten Versuch Nr. 25

PE - Rau/DN70mm/Laenge 480cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	0,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
2	3,50	3,90	1,64	1,49	1,74	7,84
3	6,60	5,00	1,78	1,66	1,95	8,51
4	9,60	5,90	1,25	1,11	1,32	5,97
5	16,70	7,50	0,25	0,22	0,31	1,19
6						
7						
8						
9						

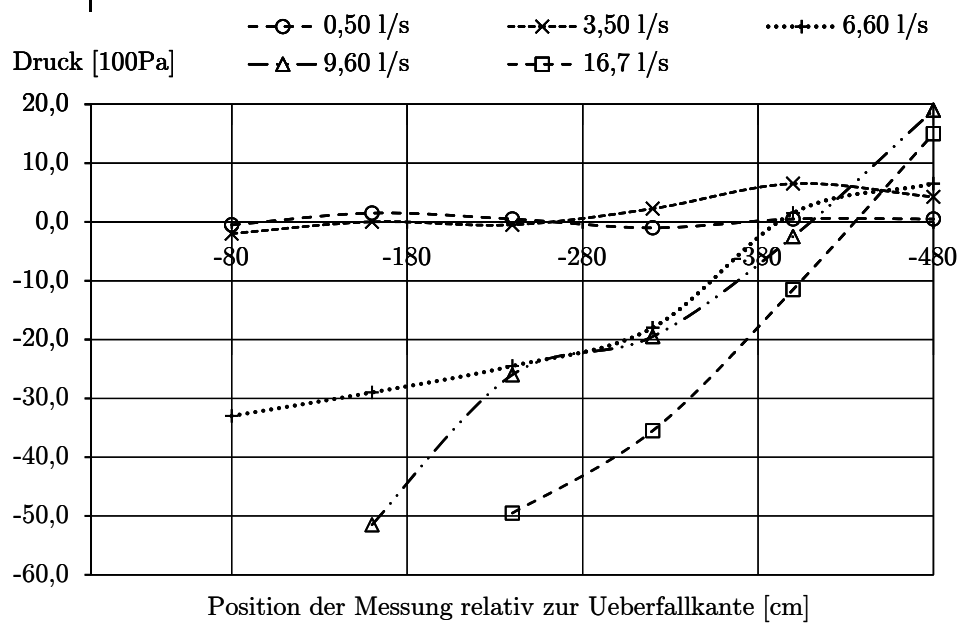


Messdaten Versuch Nr. 25

PE - Rau/DN70mm/Leange 480cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]											
	-80	-160	-240	-320	-400	-480						
0,50 l/s	-0,5	1,5	0,5	-1,0	0,5	0,5						
	-0,5	1,5	0,5	-1,0	0,5	0,5						
3,50 l/s	-2,0	0,0	-0,5	2,0	2,3	6,0	6,5	4,0	4,3			
	-2,0	0,0	-0,5	2,5	7,0	4,5						
6,60 l/s	-33,0	-29,0	-25,0	-19,0	-18,0	-1,0	1,5	6,0	6,5			
	-33,0	-29,0	-24,0	-17,0	4,0	7,0						
9,60 l/s		-53,0	-28,0	-21,0	-6,0	19,0	19,0					
		-50,0	-24,0	-18,0	1,0	19,0						
16,7 l/s			-50,0	-36,0	-12,0	15,0	15,0					
			-49,0	-35,0	-11,0	15,0						

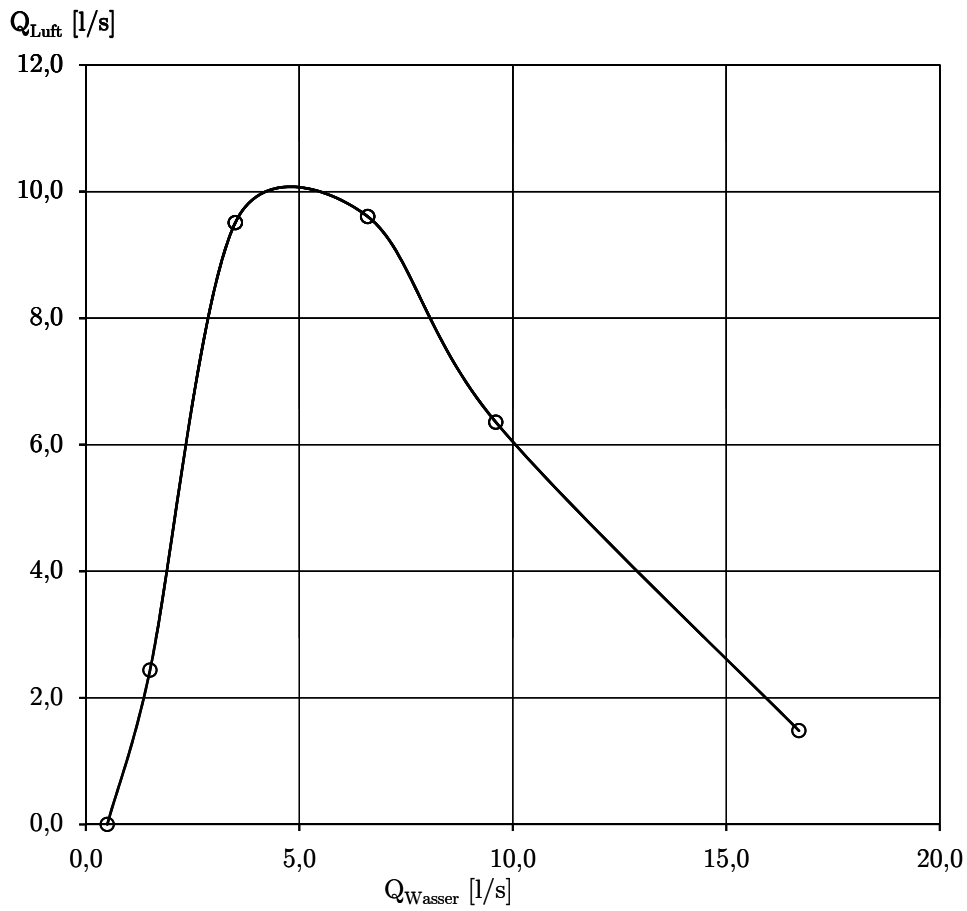


Messdaten Versuch Nr. 26

PE - Rau/DN70mm/Laenge 420cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	0,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,50	2,40	0,51	0,44	0,61	2,44
3	3,50	3,80	1,99	1,83	2,16	9,51
4	6,60	5,00	2,01	1,95	2,08	9,60
5	9,60	5,90	1,33	1,28	1,41	6,36
6	16,70	7,40	0,31	0,27	0,35	1,48
7						
8						
9						

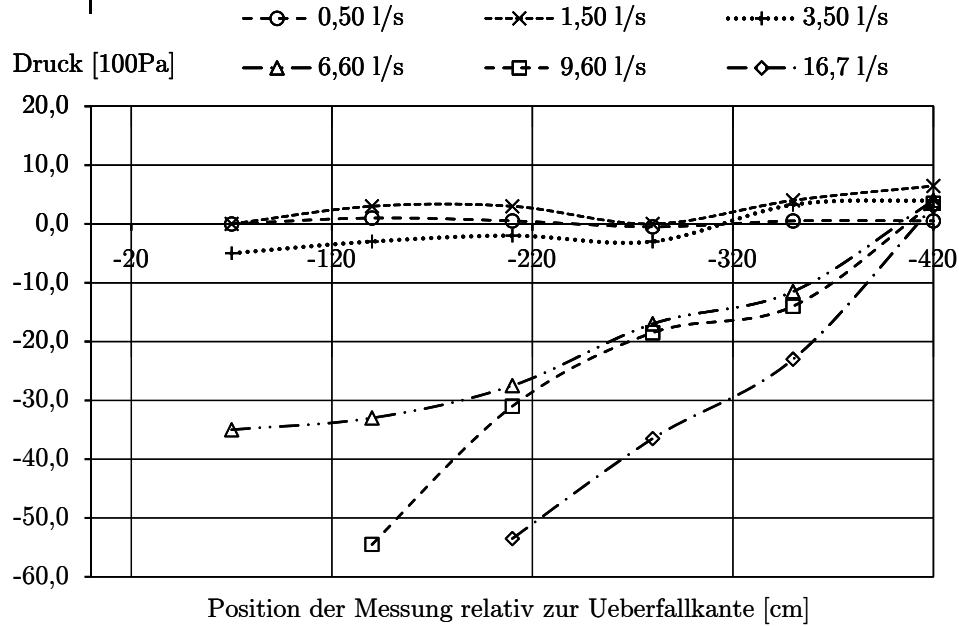


Messdaten Versuch Nr. 26

PE - Rau/DN70mm/Leange 420cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]											
	-70	-140	-210	-280	-350	-420						
0,50 l/s	0,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	0,0	1,0	0,5	-0,5	-0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
1,50 l/s	0,0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,0	0,0	4,0	4,0	6,5	6,5	6,5
	0,0	3,0	3,0	3,0	0,0	0,0	4,0	4,0	6,4	6,4	6,4	6,4
3,50 l/s	-5,0	-3,0	-2,0	-2,0	-3,0	-3,0	3,0	3,0	3,3	4,0	4,0	4,0
	-5,0	-3,0	-2,0	-2,0	-3,0	-3,0	3,5	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0
6,60 l/s	-35,0	-33,0	-28,0	-27,5	-17,0	-17,0	-13,0	-11,5	4,0	4,0	4,0	4,0
	-35,0	-33,0	-27,0	-17,0	-17,0	-10,0	-10,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
9,60 l/s		-57,0	-54,5	-33,0	-31,0	-19,0	-18,5	-15,0	-14,0	3,0	3,0	3,0
		-52,0	-29,0	-18,0	-13,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
16,7 l/s			-54,0	-53,5	-37,0	-36,5	-23,0	-23,0	3,0	3,0	3,0	3,0
			-53,0	-36,0	-23,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0

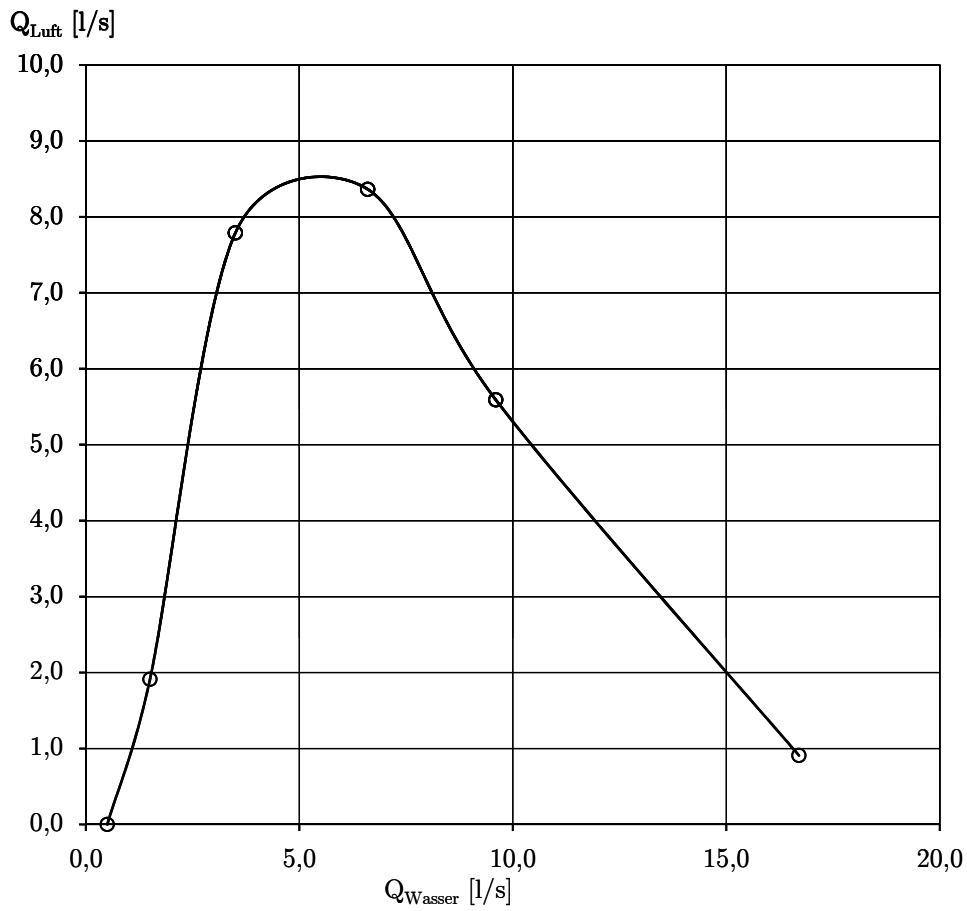


Messdaten Versuch Nr. 27

PE - Rau/DN70mm/Laenge 360cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	0,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,50	2,40	0,40	0,45	0,95	1,91
3	3,50	3,80	1,63	1,74	1,41	7,79
4	6,60	5,00	1,75	1,62	1,87	8,36
5	9,60	5,90	1,17	1,07	1,28	5,59
6	16,70	7,40	0,19	0,18	0,22	0,91
7						
8						
9						

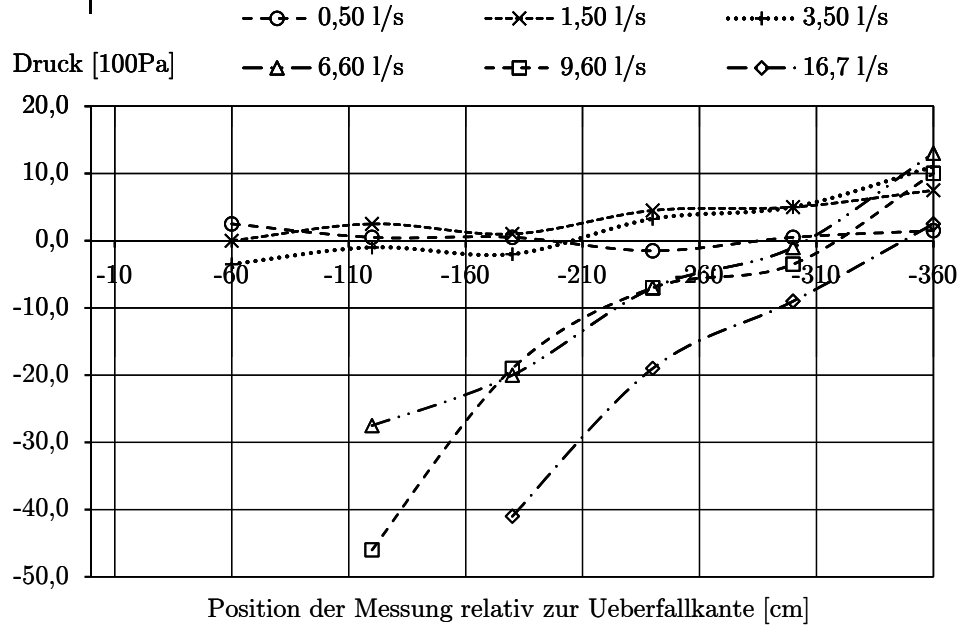


Messdaten Versuch Nr. 27

PE - Rau/DN70mm/Leange 360cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]											
	-60	-120	-180	-240	-300	-360	-60	-120	-180	-240	-300	-360
0,50 l/s	2,5	2,5	0,5	0,5	0,5	0,5	-1,5	-1,5	0,5	0,5	1,5	1,5
	2,5		0,5	0,5		-1,5	-1,5	0,5		1,5		
1,50 l/s	0,0	0,0	2,5	2,5	1,0	1,0	4,5	4,5	5,0	5,0	7,5	7,5
	0,0		2,5		1,0		4,5		5,0		7,5	
3,50 l/s	-3,5	-3,5	-1,0	-1,0	-2,0	-2,0	3,0	3,3	4,0	5,0	11,0	11,0
	-3,5		-1,0		-2,0		3,5		6,0		11,0	
6,60 l/s	-33,0	-28,0	-27,5	-20,0	-20,0	-8,0	-7,0	-3,0	-1,0	13,0	13,0	
	-33,0		-27,0		-20,0		-6,0		1,0		13,0	
9,60 l/s		-48,0	-46,0	-20,0	-19,0	-8,0	-7,0	-7,0	-3,5	11,0	10,0	
			-44,0		-18,0		-6,0		0,0		9,0	
16,7 l/s				-41,0	-41,0	-19,0	-19,0	-9,0	-9,0	2,5	2,5	
					-41,0		-19,0		-9,0		2,5	

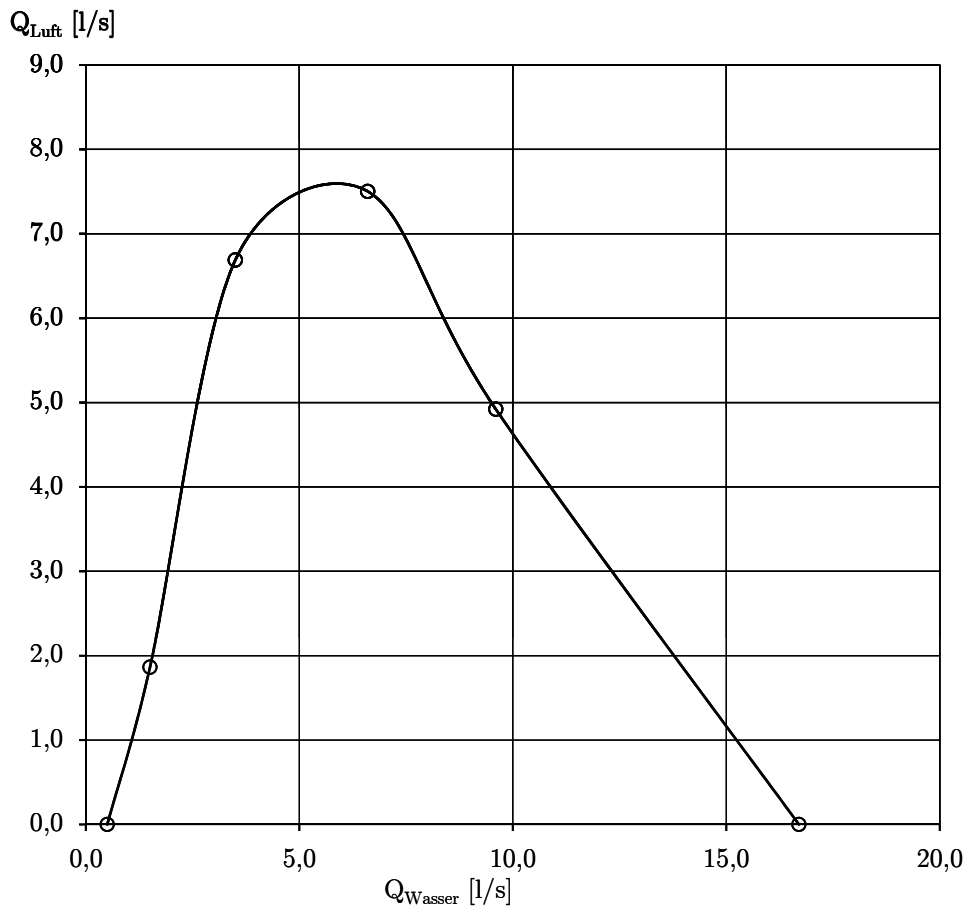


Messdaten Versuch Nr. 28

PE - Rau/DN70mm/Laenge 300cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	0,50	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,50	2,40	0,39	0,35	0,44	1,86
3	3,50	3,80	1,40	1,28	1,53	6,69
4	6,60	5,00	1,57	1,45	1,66	7,50
5	9,60	5,90	1,03	0,95	1,16	4,92
6	16,70	7,50	0,00	0,00	0,00	0,00
7						
8						
9						

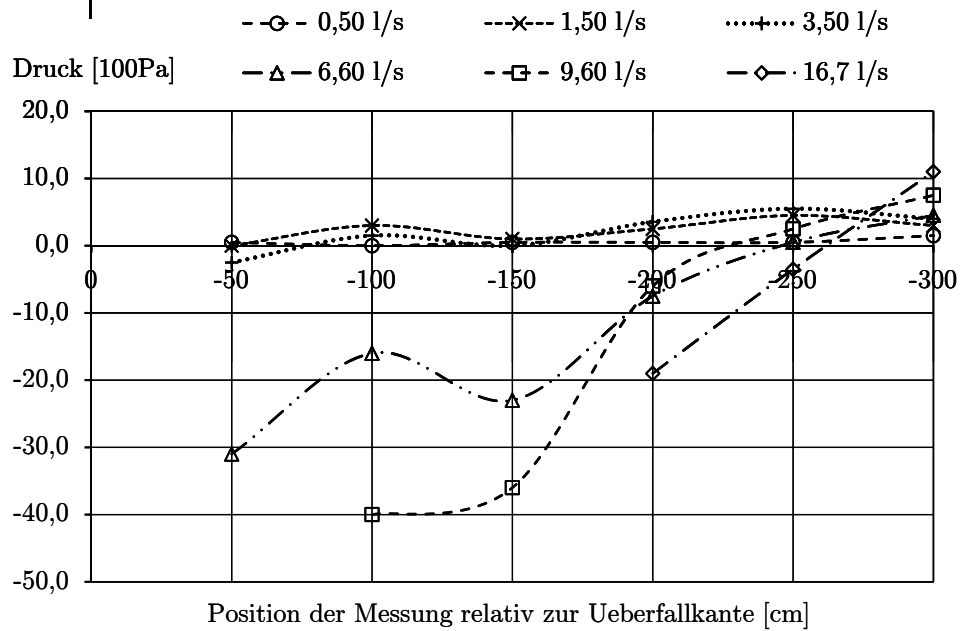


Messdaten Versuch Nr. 28

PE - Rau/DN70mm/Leange 300cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]											
	-50		-100		-150		-200		-250		-300	
0,50 l/s	0,5	0,5	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	1,5
	0,5	0,5	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	1,5
1,50 l/s	0,0	0,0	3,0	3,0	1,0	1,0	2,5	2,5	4,5	4,5	3,0	3,0
	0,0	0,0	3,0	3,0	1,0	1,0	2,5	2,5	4,5	4,5	3,0	3,0
3,50 l/s	-2,5	-2,5	1,5	1,5	0,0	0,0	3,5	3,6	5,5	5,5	4,0	4,0
	-2,5	-2,5	1,5	1,5	0,0	0,0	3,6	3,6	5,5	5,5	4,0	4,0
6,60 l/s	-31,0	-31,0	-16,0	-16,0	-23,0	-23,0	-7,0	-7,5	-1,0	0,5	4,5	4,5
	-31,0	-31,0	-16,0	-16,0	-23,0	-23,0	-8,0	-7,5	2,0	0,5	4,5	4,5
9,60 l/s			-40,0	-40,0	-40,0	-36,0	-8,0	-6,0	1,0	2,5	6,0	7,5
			-40,0	-40,0	-32,0	-36,0	-4,0	-6,0	4,0	2,5	9,0	7,5
16,7 l/s							-19,0	-19,0	-3,5	-3,5	11,0	11,0
							-19,0	-19,0	-3,5	-3,5	11,0	11,0

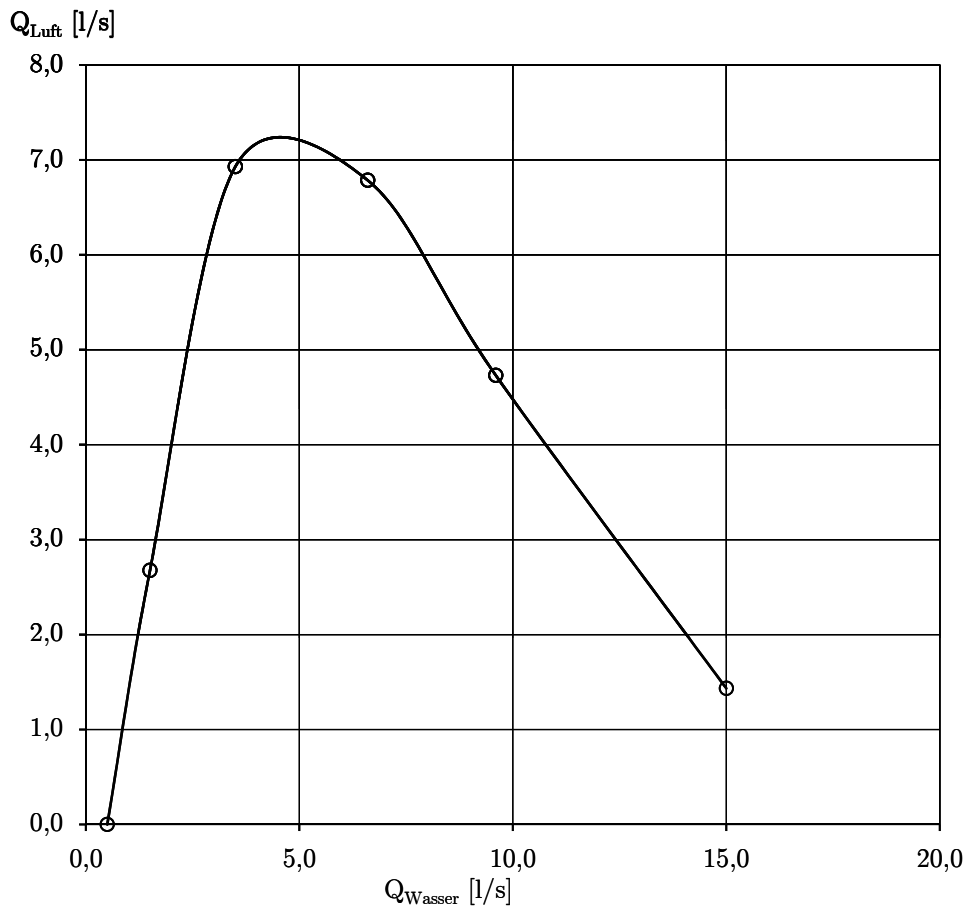


Messdaten Versuch Nr. 29

PE - Rau/DN70mm/Laenge 240cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	0,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,50	2,30	0,56	0,48	0,66	2,68
3	3,50	3,80	1,45	1,37	1,58	6,93
4	6,60	5,00	1,42	1,28	1,53	6,79
5	9,60	5,80	0,99	0,90	1,07	4,73
6	15,00	7,20	0,30	0,27	0,35	1,43
7						
8						
9						

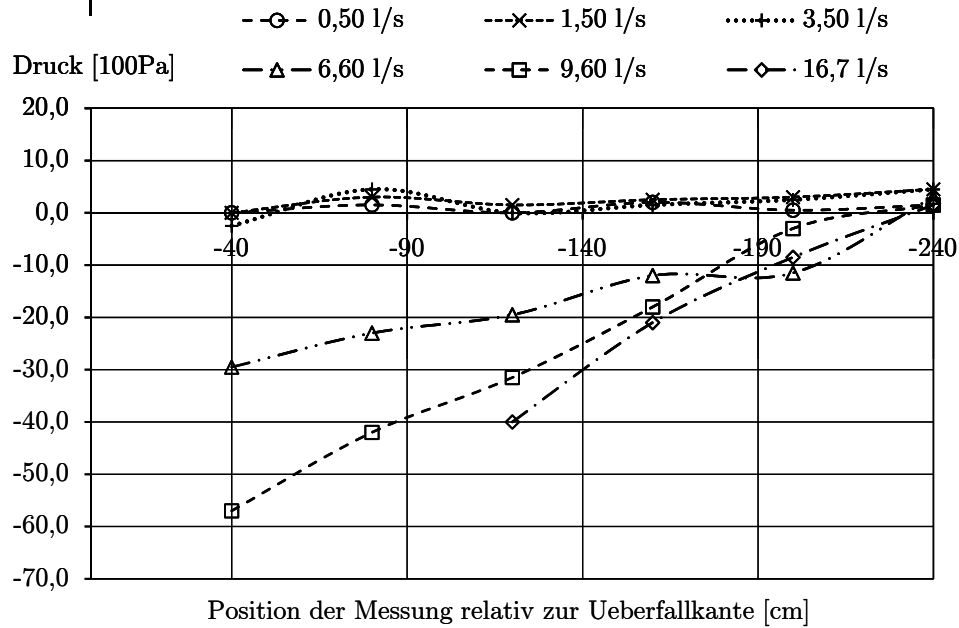


Messdaten Versuch Nr. 29

PE - Rau/DN70mm/Leange 240cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]											
	-40	-80	-120	-160	-200	-240	-40	-80	-120	-160	-200	-240
0,50 l/s	0,0	1,5	0,0	2,0	0,5	1,5	0,0	1,5	0,0	2,0	0,5	1,5
	0,0	1,5	0,0	2,0	0,5	1,5	0,0	1,5	0,0	2,0	0,5	1,5
1,50 l/s	0,0	3,0	1,5	2,5	3,0	4,5	0,0	3,0	1,5	2,5	3,0	4,5
	0,0	3,0	1,5	2,5	3,0	4,5	0,0	3,0	1,5	2,5	3,0	4,5
3,50 l/s	-2,5	4,5	0,0	1,5	2,5	4,5	-2,5	4,5	0,0	1,5	2,5	4,5
	-2,5	4,5	0,0	1,5	2,5	4,5	-2,5	4,5	0,0	1,5	2,5	4,5
6,60 l/s	-30,0	-23,0	-20,0	-13,0	-12,0	2,0	-29,5	-23,0	-19,5	-12,0	-11,5	3,0
	-29,0	-23,0	-19,0	-11,0	-11,0	4,0	-29,0	-23,0	-19,0	-11,0	-11,0	4,0
9,60 l/s	-57,0	-42,0	-33,0	-20,0	-6,0	0,0	-57,0	-42,0	-31,5	-18,0	-3,0	1,5
	-57,0	-42,0	-30,0	-16,0	0,0	3,0	-57,0	-42,0	-30,0	-16,0	0,0	3,0
16,7 l/s			-40,0	-21,0	-8,5	1,5			-40,0	-21,0	-8,5	1,5
			-40,0	-21,0	-8,5	1,5			-40,0	-21,0	-8,5	1,5

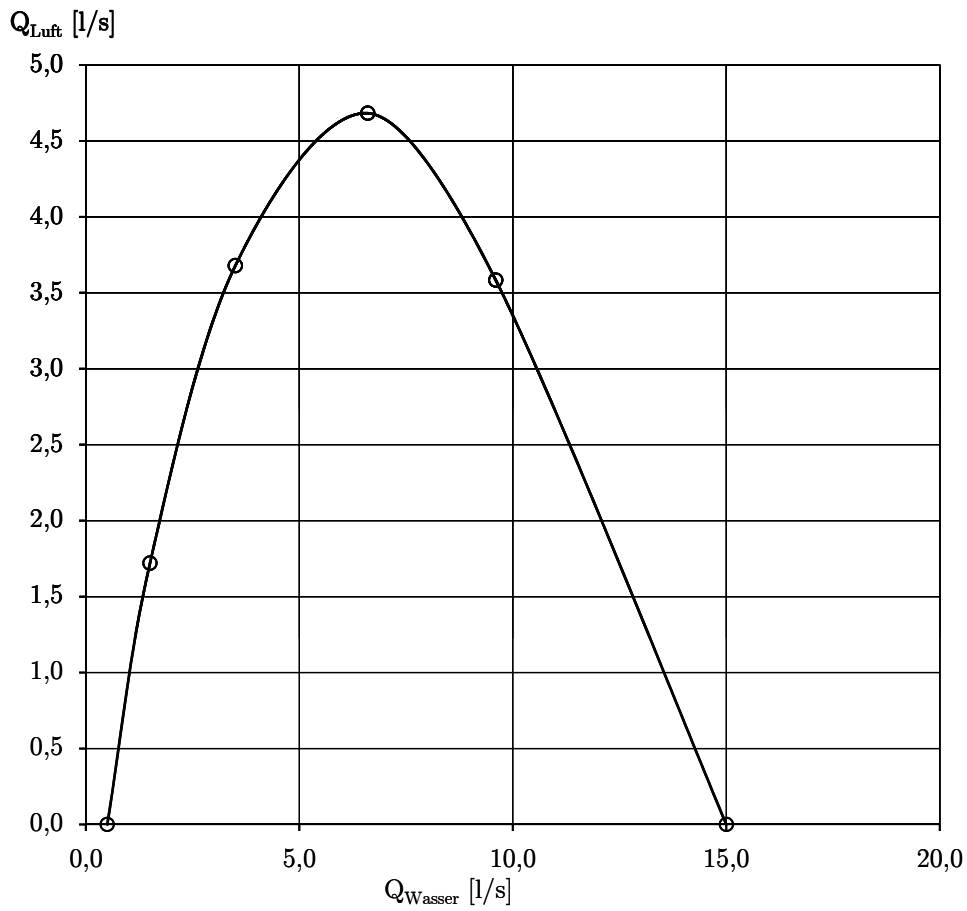


Messdaten Versuch Nr. 30

PE - Rau/DN70mm/Laenge 240cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	0,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,50	2,30	0,36	0,22	0,44	1,72
3	3,50	3,80	0,77	0,70	0,86	3,68
4	6,60	5,00	0,98	0,90	1,07	4,68
5	9,60	5,90	0,75	0,66	0,82	3,58
6	15,00	7,20	0,00	0,00	0,00	0,00
7						
8						
9						



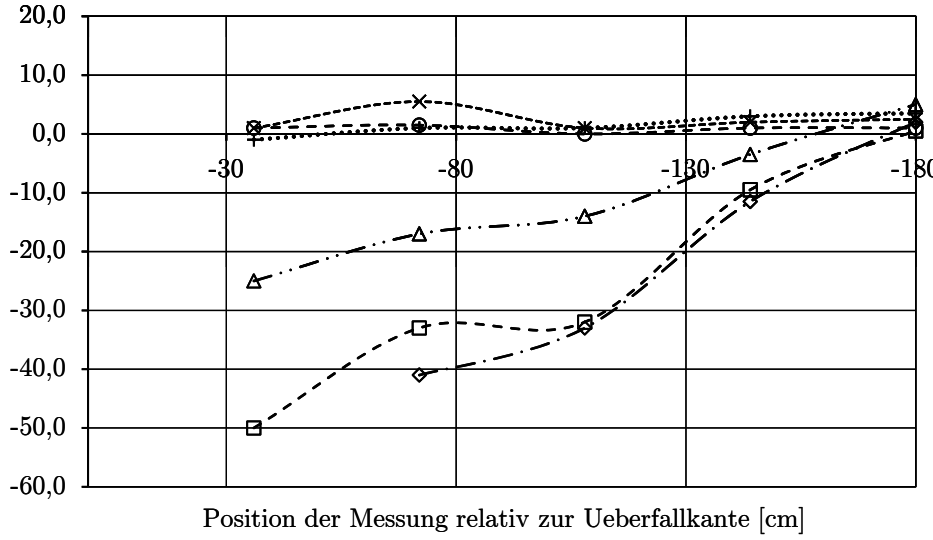
Messdaten Versuch Nr. 30

PE - Rau/DN70mm/Leange 180cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]																			
	-36	-72	-108	-144	-180	-36	-72	-108	-144	-180										
0,50 l/s	1,0	1,0	1,5	1,5	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	1,0										1,0									
1,50 l/s	1,0	1,0	5,5	5,5	1,0	1,0	2,0	2,0	2,5	2,5	1,0	1,0	5,5	5,5	1,0	1,0	2,0	2,0	2,5	2,5
	1,0										1,0									
3,50 l/s	-1,0	-1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	3,0	3,0	3,5	-1,0	-1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	3,0	3,0	3,5
	-1,0										-1,0									
6,60 l/s	-25,0	-25,0	-17,0	-17,0	-16,0	-14,0	-5,0	-3,5	4,0	5,0	-25,0	-25,0	-17,0	-17,0	-16,0	-14,0	-5,0	-3,5	4,0	5,0
	-25,0										-25,0									
9,60 l/s	-50,0	-50,0	-34,0	-33,0	-38,0	-32,0	-11,0	-9,5	-2,0	0,5	-50,0	-50,0	-34,0	-33,0	-38,0	-32,0	-11,0	-9,5	-2,0	0,5
	-50,0										-50,0									
15,0 l/s			-41,0	-41,0	-33,0	-33,0	-11,5	-11,5	2,0	2,0			-41,0	-41,0	-33,0	-33,0	-11,5	-11,5	2,0	2,0

--○-- 0,50 l/s ---x--- 1,50 l/s +..... 3,50 l/s
 Druck [100Pa] -△- 6,60 l/s -□- 9,60 l/s -◇- 15,0 l/s

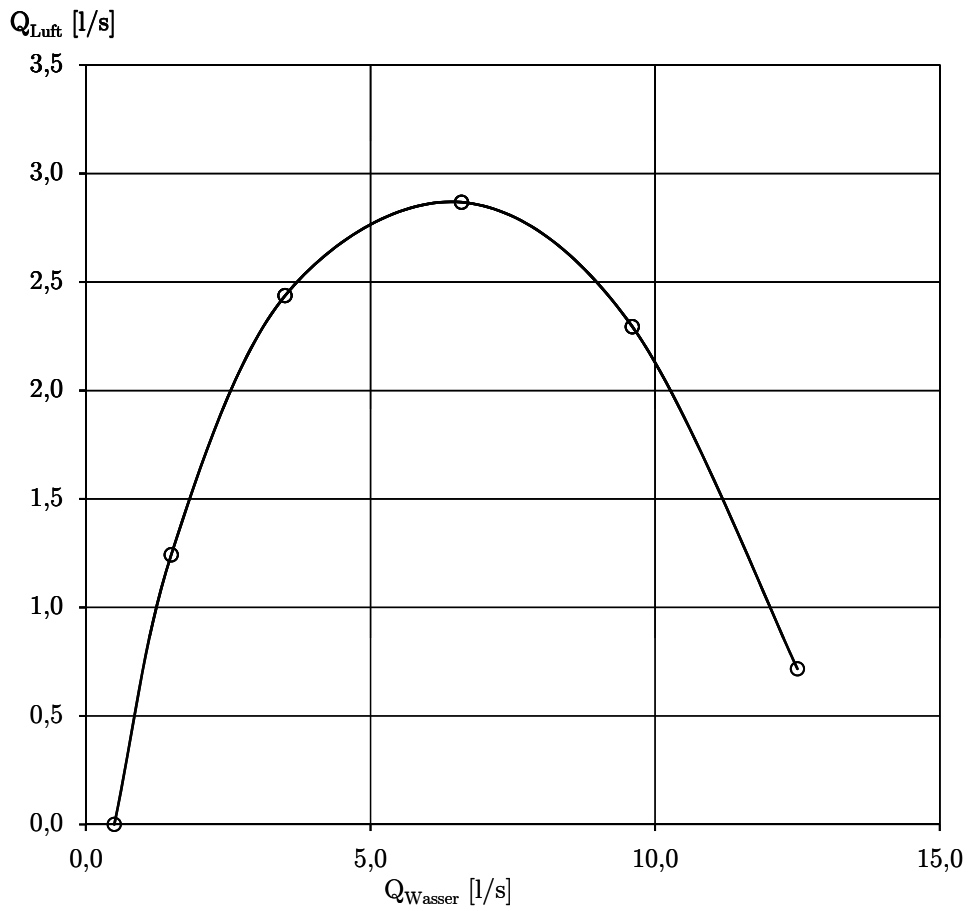


Messdaten Versuch Nr. 31

PE - Rau/DN70mm/Laenge 120cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	0,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,50	2,40	0,26	0,14	0,31	1,24
3	3,50	3,80	0,51	0,48	0,57	2,44
4	6,60	5,10	0,60	0,53	0,70	2,87
5	9,60	6,00	0,48	0,44	0,53	2,29
6	12,50	6,60	0,15	0,14	0,18	0,72
7						
8						
9						

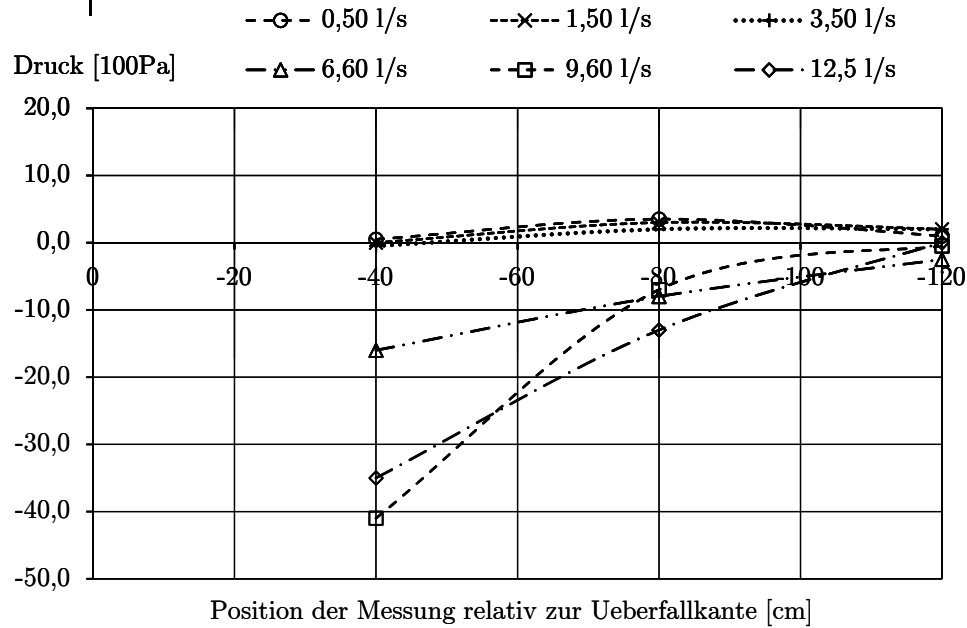


Messdaten Versuch Nr. 31

PE - Rau/DN70mm/Leange 120cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]					
	-40	-80	-120			
0,50 l/s	0,5	3,5	1,0			
	0,5	3,5	1,0			
1,50 l/s	0,0	3,0	2,0			
	0,0	3,0	2,0			
3,50 l/s	-0,5	2,0	2,0			
	-0,5	2,0	2,0			
6,60 l/s	-17,0	-9,0	-6,0			
	-15,0	-7,0	1,0			
9,60 l/s	-41,0	-7,0	-3,0			
	-41,0	-7,0	2,0			
12,5 l/s	-35,0	-13,0	-2,0			
	-35,0	-13,0	2,0			

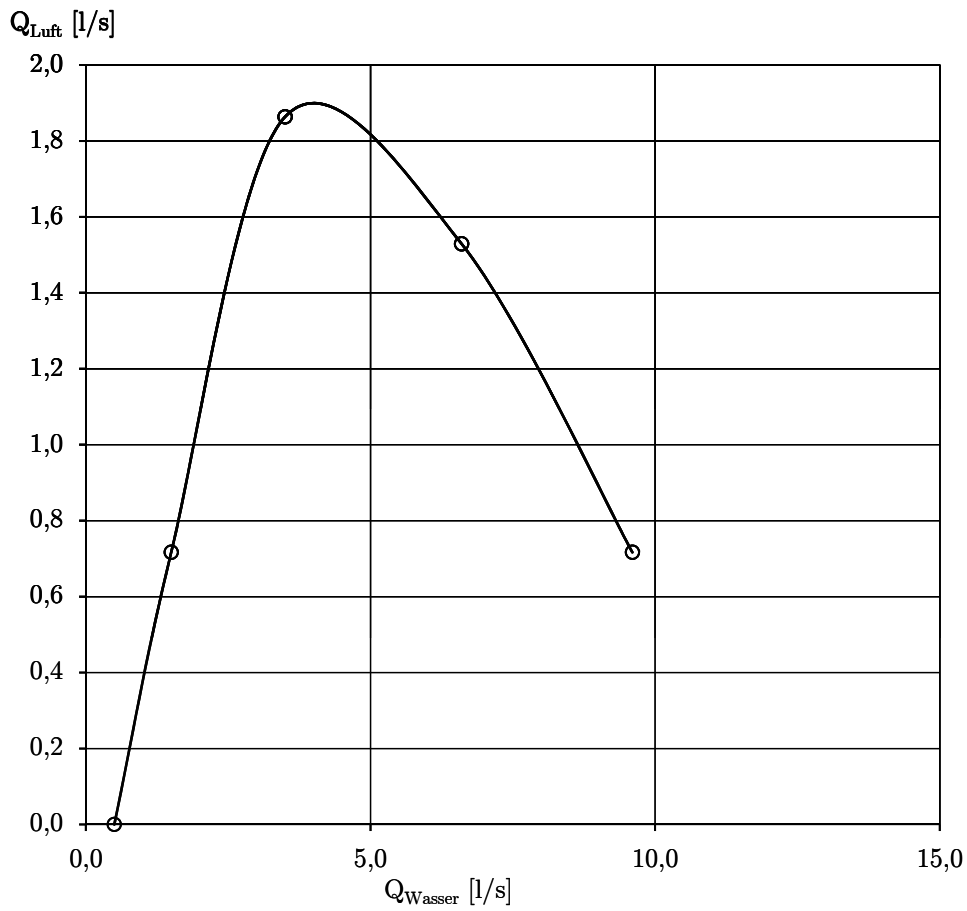


Messdaten Versuch Nr. 32

PE - Rau/DN70mm/Laenge 60cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	0,50	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,50	2,40	0,15	0,00	0,18	0,72
3	3,50	3,80	0,39	0,35	0,44	1,86
4	6,60	5,10	0,32	0,27	0,40	1,53
5	9,60	6,00	0,15	0,14	0,18	0,72
6						
7						
8						
9						



Messdaten Versuch Nr. 32

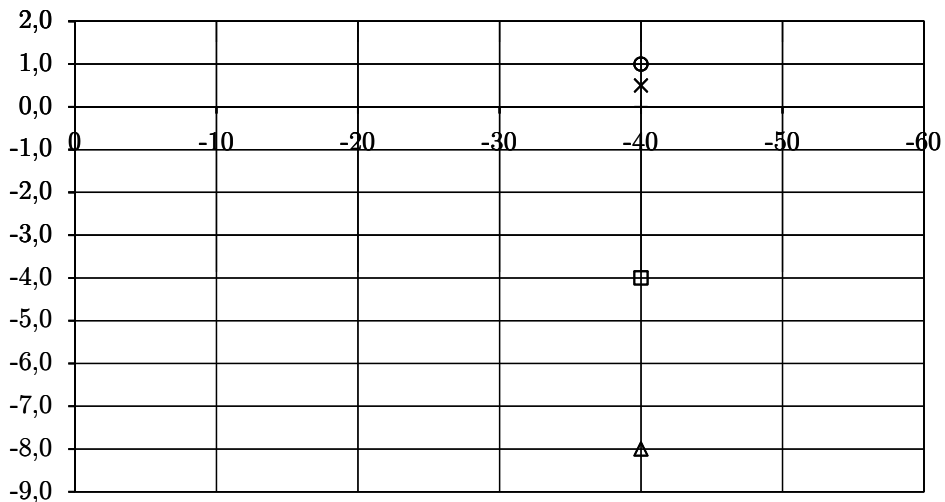
PE - Rau/DN70mm/Leange 60cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]	
		-40
0,50 l/s	1,0	1,0
	1,0	
1,50 l/s	0,5	0,5
	0,5	
3,50 l/s	0,0	0,0
	0,0	
6,60 l/s	-9,0	-8,0
	-7,0	
9,60 l/s	-4,0	-4,0
	-4,0	

--○-- 0,50 l/s --x-- 1,50 l/s +.... 3,50 l/s

Druck [100Pa] -△- 6,60 l/s -□- 9,60 l/s



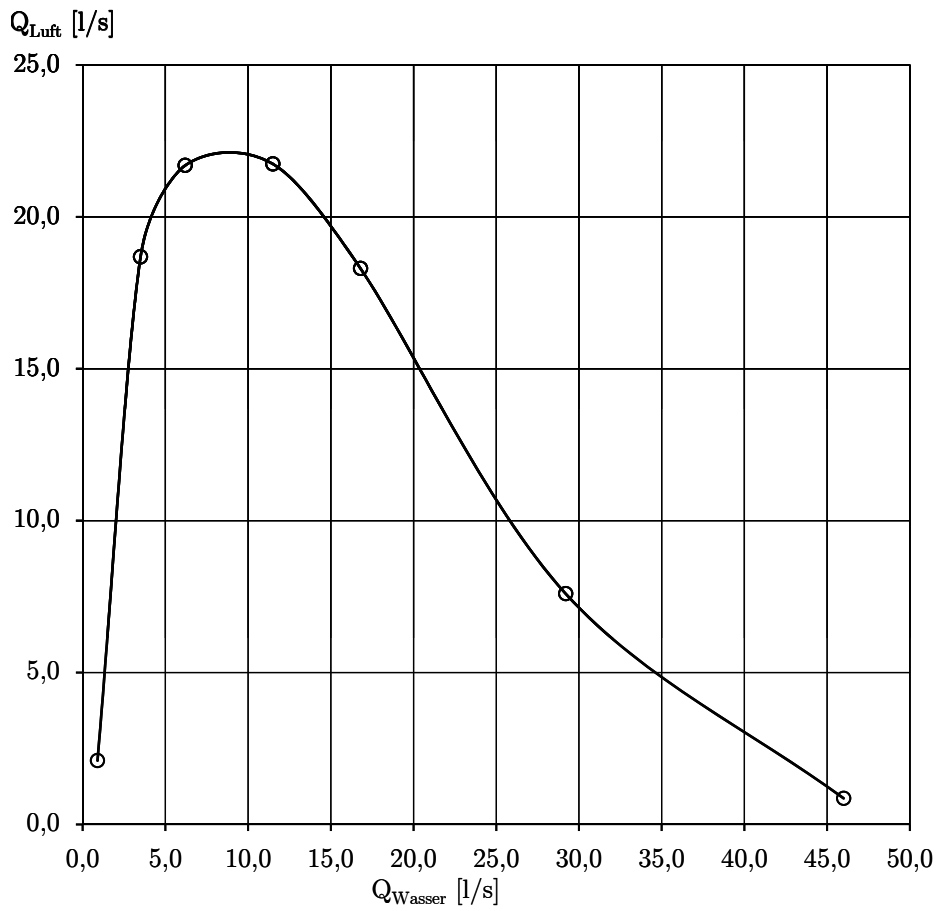
Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]

Messdaten Versuch Nr. 33

PE - Rau/DN100mm/Laenge 480cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	0,90	1,60	0,44	0,31	0,57	2,10
2	3,50	3,20	3,91	3,46	4,30	18,68
3	6,20	4,30	4,54	4,97	4,97	21,69
4	11,50	5,80	4,55	4,26	4,85	21,74
5	16,80	6,80	3,83	3,55	4,18	18,30
6	29,20	8,90	1,59	1,41	1,79	7,60
7	46,00	11,00	0,18	0,00	0,27	0,86
8						
9						

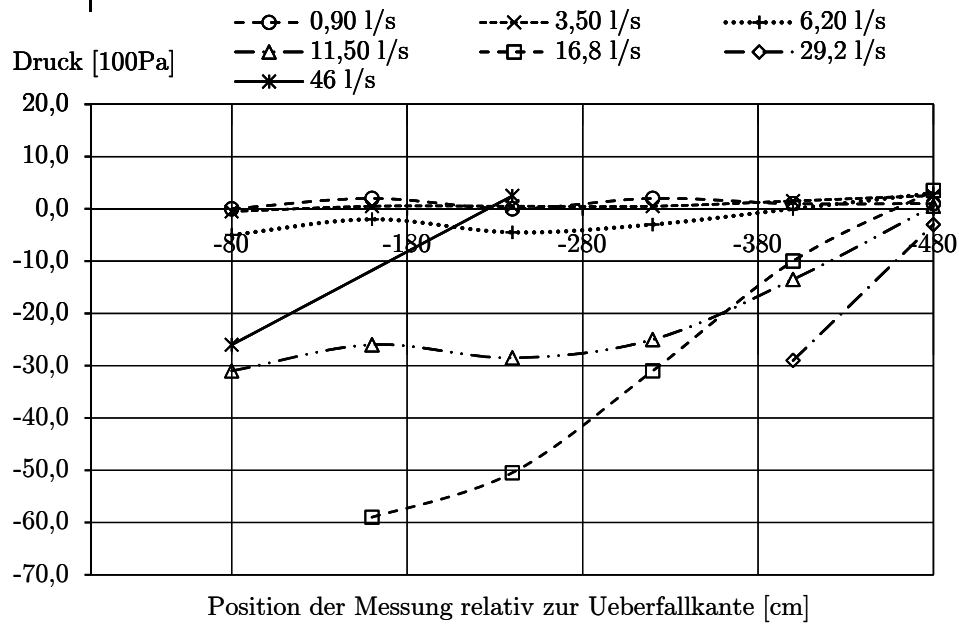


Messdaten Versuch Nr. 33

PE - Rau/DN100mm/Leange 480cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]											
	-80	-160	-240	-320	-400	-480	-80	-160	-240	-320	-400	-480
0,90 l/s	0,0	2,0	0,0	2,0	1,0	1,0	0,0	2,0	0,0	2,0	1,0	1,0
	0,0	2,0	0,0	2,0	1,0	1,0	0,0	2,0	0,0	2,0	1,0	1,0
3,50 l/s	-0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	2,5	-0,5	0,5	0,5	1,5	2,5
	-0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	2,6	-0,5	0,5	0,5	1,5	2,6
6,20 l/s	-5,0	-2,0	-4,5	-4,5	-3,0	0,0	3,0	-5,0	-2,0	-4,5	-3,0	3,0
	-5,0	-2,0	-4,5	-4,5	-3,0	0,0	3,0	-5,0	-2,0	-4,5	-3,0	3,0
11,50 l/s	-32,0	-26,0	-29,0	-28,5	-26,0	-15,0	-1,0	-30,0	-26,0	-28,0	-24,0	2,0
	-32,0	-26,0	-29,0	-28,5	-26,0	-15,0	-1,0	-30,0	-26,0	-28,0	-24,0	2,0
16,8 l/s		-59,0	-51,0	-50,5	-35,0	-12,0	3,0		-59,0	-50,0	-31,0	3,5
		-59,0	-50,0	-50,5	-27,0	-8,0	4,0		-59,0	-50,0	-31,0	3,5
29,2 l/s						-32,0	-7,0				-29,0	-3,0
						-26,0	1,0				-26,0	1,0
46 l/s						-27,0	2,5				-26,0	2,5
						-25,0	2,5				-25,0	2,5

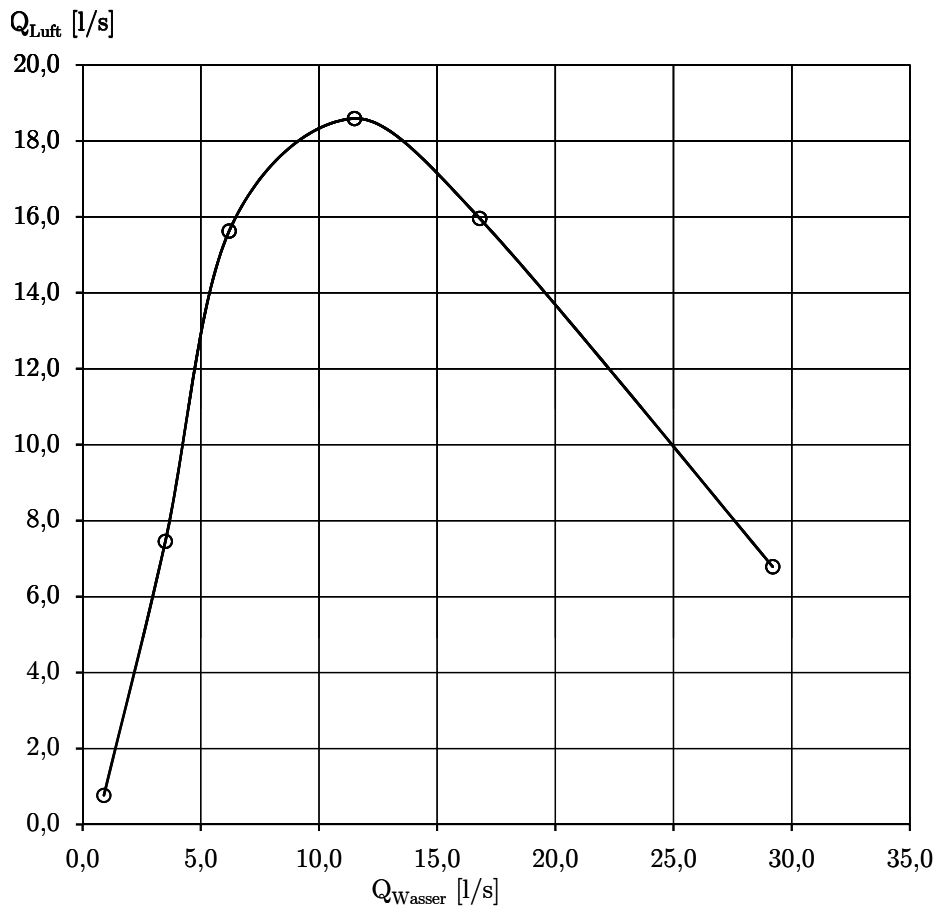


Messdaten Versuch Nr. 34

PE - Rau/DN100mm/Laenge 400cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	0,90	1,80	0,16	0,00	0,22	0,76
2	3,50	3,30	1,56	1,32	1,87	7,45
3	6,20	4,40	3,27	2,88	3,59	15,63
4	11,50	5,80	3,89	3,63	4,22	18,59
5	16,80	6,90	3,34	3,09	3,55	15,96
6	29,20	9,00	1,42	1,28	1,53	6,79
7						
8						
9						

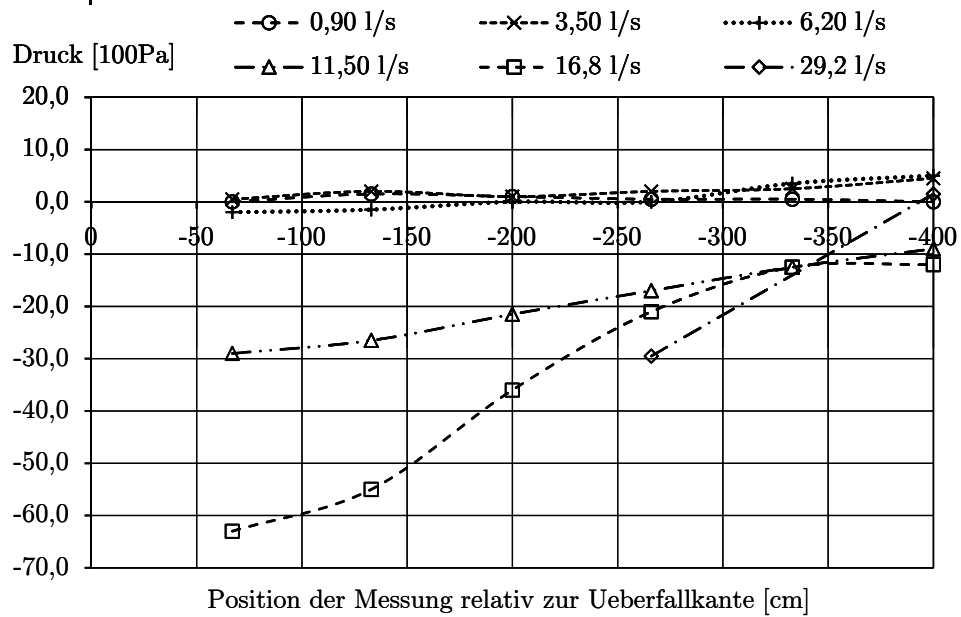


Messdaten Versuch Nr. 34

PE - Rau/DN100mm/Leange 400cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]											
	-67	-133	-200	-266	-333	-400						
0,90 l/s	0,0	1,5	1,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0
	0,0	1,5	1,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0
3,50 l/s	0,5	2,0	1,0	2,0	2,5	2,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
	0,5	2,0	1,0	2,0	2,5	2,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
6,20 l/s	-2,0	-1,5	0,0	0,0	3,5	3,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	-2,0	-1,5	0,0	0,0	3,5	3,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
11,50 l/s	-30,0	-27,0	-22,0	-18,0	-15,0	-12,5	-10,0	-9,0	-9,0	-9,0	-9,0	-9,0
	-28,0	-26,0	-21,0	-16,0	-10,0	-8,0	-8,0	-8,0	-8,0	-8,0	-8,0	-8,0
16,8 l/s	-63,0	-55,0	-36,0	-23,0	-15,0	-12,5	-13,0	-12,0	-12,0	-12,0	-12,0	-12,0
	-63,0	-55,0	-36,0	-19,0	-10,0	-11,0	-11,0	-11,0	-11,0	-11,0	-11,0	-11,0
29,2 l/s				-30,0	-31,0	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
				-29,0	-26,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0

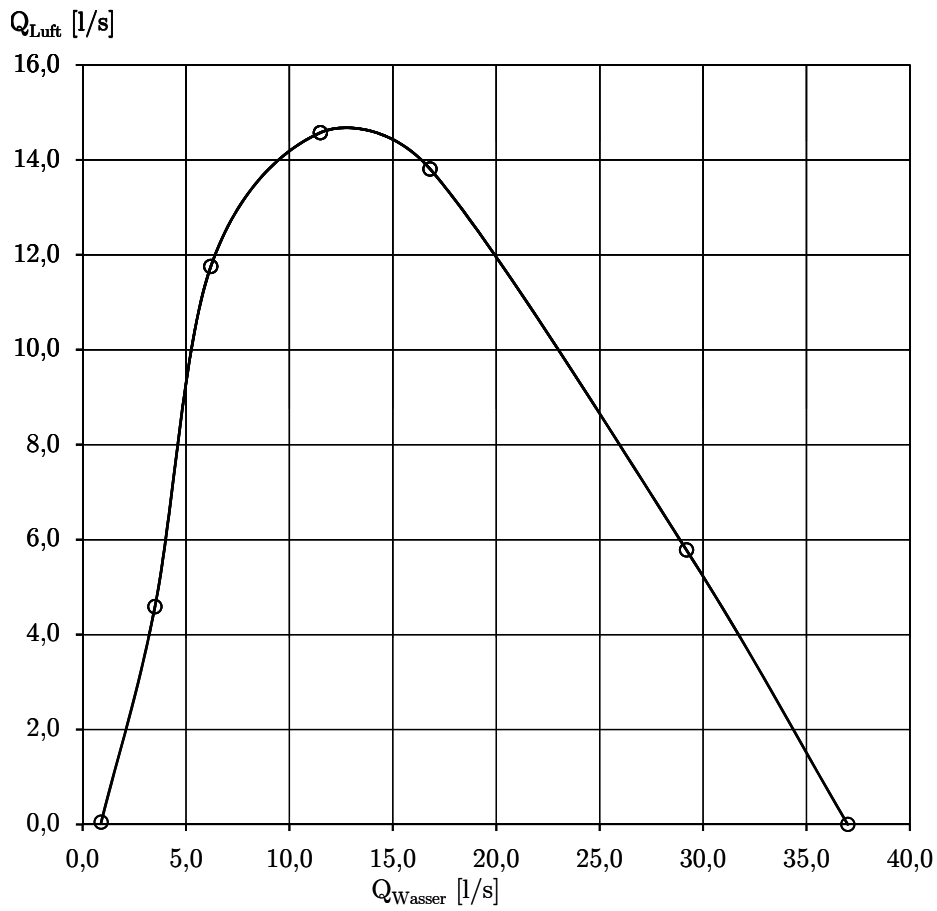


Messdaten Versuch Nr. 35

PE - Rau/DN100mm/Laenge 320cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	0,90	1,60	0,01	0,00	0,18	0,05
2	3,50	3,00	0,96	0,86	1,07	4,59
3	6,20	4,30	2,46	2,16	2,83	11,75
4	11,50	5,90	3,05	2,79	3,34	14,57
5	16,80	6,90	2,89	2,67	3,13	13,81
6	29,20	8,90	1,21	1,11	1,32	5,78
7	37,00	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8						
9						

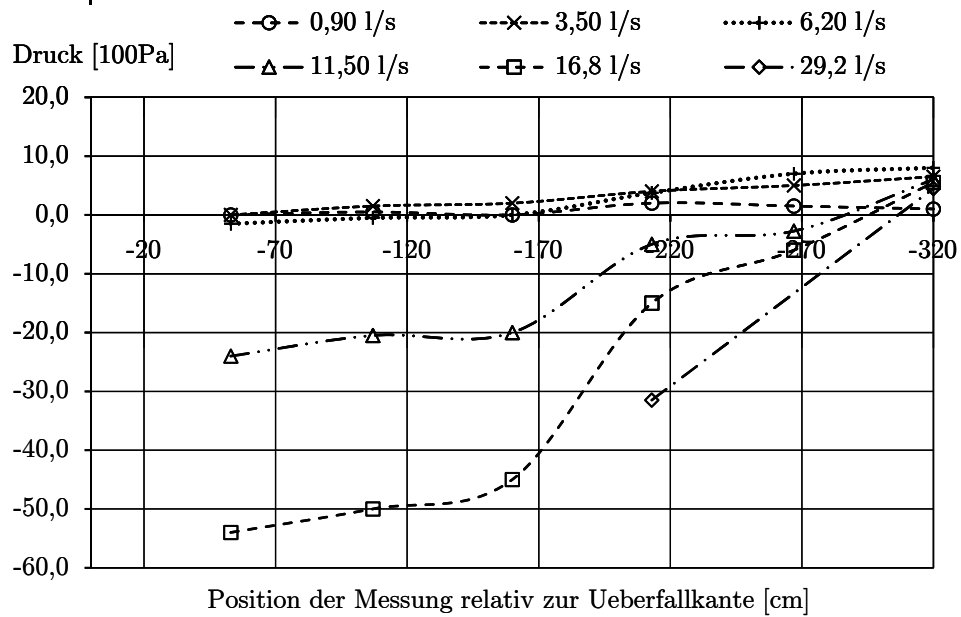


Messdaten Versuch Nr. 35

PE - Rau/DN100mm/Leange 320cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]											
	-53	-107	-160	-213	-267	-320						
0,90 l/s	0,0	0,5	0,0	2,0	1,5	1,0						
	0,0	0,5	0,0	2,0	1,5	1,0						
3,50 l/s	0,0	1,5	2,0	4,0	5,0	6,5						
	0,0	1,5	2,0	4,0	5,0	6,5						
6,20 l/s	-1,5	-0,5	0,0	3,5	7,0	8,0						
	-1,5	-0,5	0,0	4,0	7,0	8,0						
11,50 l/s	-25,0	-21,0	-21,0	-5,5	-3,5	5,0						
	-23,0	-20,0	-19,0	-4,5	-2,0	7,0						
16,8 l/s	-56,0	-52,0	-46,0	-18,0	-9,0	3,0						
	-52,0	-48,0	-44,0	-12,0	-3,0	8,0						
29,2 l/s				-32,0	-7,0	4,0						
				-31,0	-6,0	5,0						

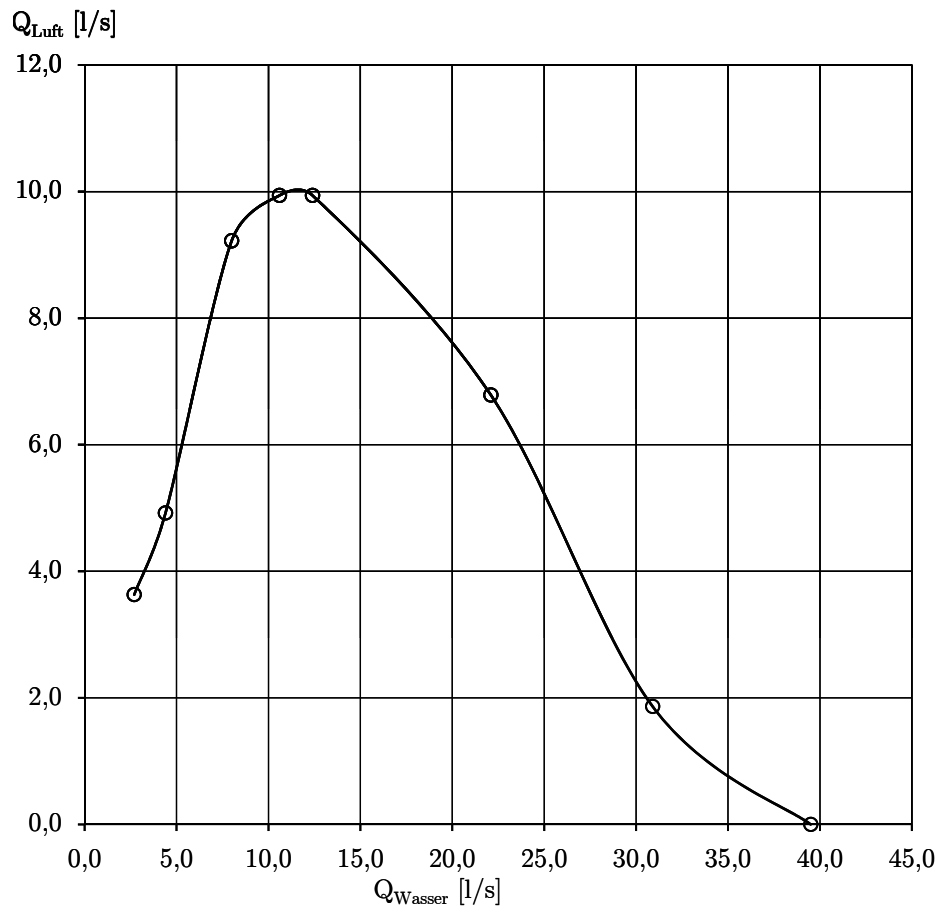


Messdaten Versuch Nr. 36

PE - Rau/DN100mm/Laenge 240cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	2,70	3,00	0,76	0,61	0,95	3,63
2	4,40	3,80	1,03	0,95	1,16	4,92
3	8,00	5,00	1,93	1,66	2,25	9,22
4	10,60	5,80	2,08	1,41	2,50	9,94
5	12,40	6,10	2,08	1,66	2,54	9,94
6	22,10	8,00	1,42	0,95	1,58	6,79
7	30,90	9,10	0,39	0,35	0,44	1,86
8	39,50	33,00	0,00	0,00	0,10	0,00
9						

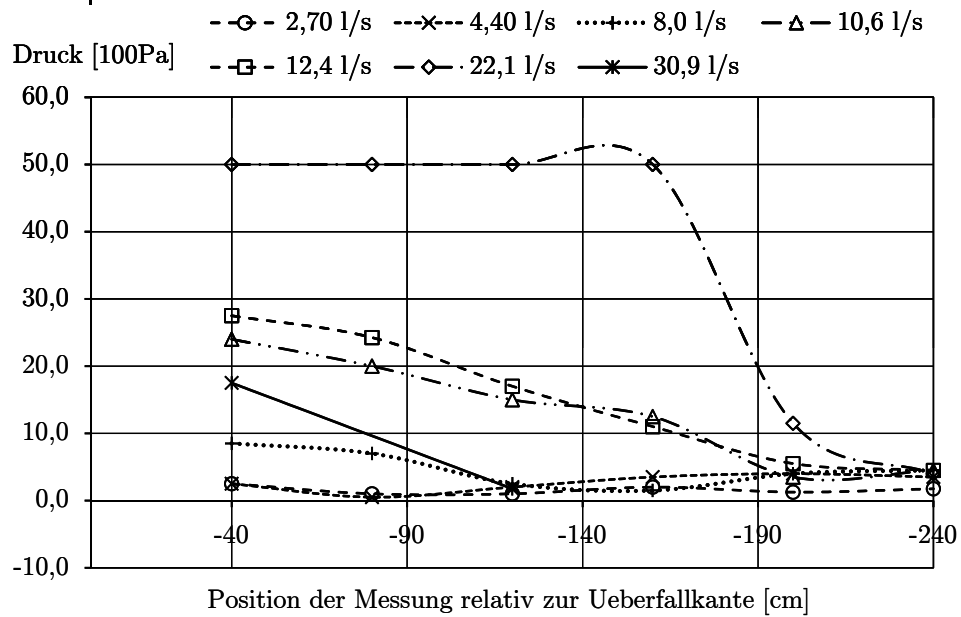


Messdaten Versuch Nr. 36

PE - Rau/DN100mm/Leange 240cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]											
	-40	-80	-120	-160	-200	-240	-40	-80	-120	-160	-200	-240
2,70 l/s	2,5	1,0	1,0	2,0	1,5	2,0	2,5	1,0	1,0	2,0	1,3	2,0
	2,5	1,0	1,0	2,0	1,0	1,5						1,8
4,40 l/s	2,5	0,5	0,5	2,0	3,5	4,0	2,5	0,5	2,0	3,5	4,0	3,5
	2,5	0,5	2,0	3,5	4,0	3,5						3,5
8,0 l/s	8,5	7,0	2,5	1,5	4,0	4,5	8,5	7,0	2,5	1,5	4,0	4,5
10,6 l/s	24,0	20,0	15,0	12,5	3,5	4,5	24,0	20,0	15,0	12,5	3,5	4,5
12,4 l/s	28,0	25,0	18,0	12,0	8,0	6,0	27,5	24,3	17,0	11,0	5,5	4,5
22,1 l/s	50,0	50,0	50,0	50,0	13,0	6,0	50,0	50,0	50,0	50,0	11,5	4,0
30,9 l/s					18,0	2,0					17,5	1,8
											17,0	1,5

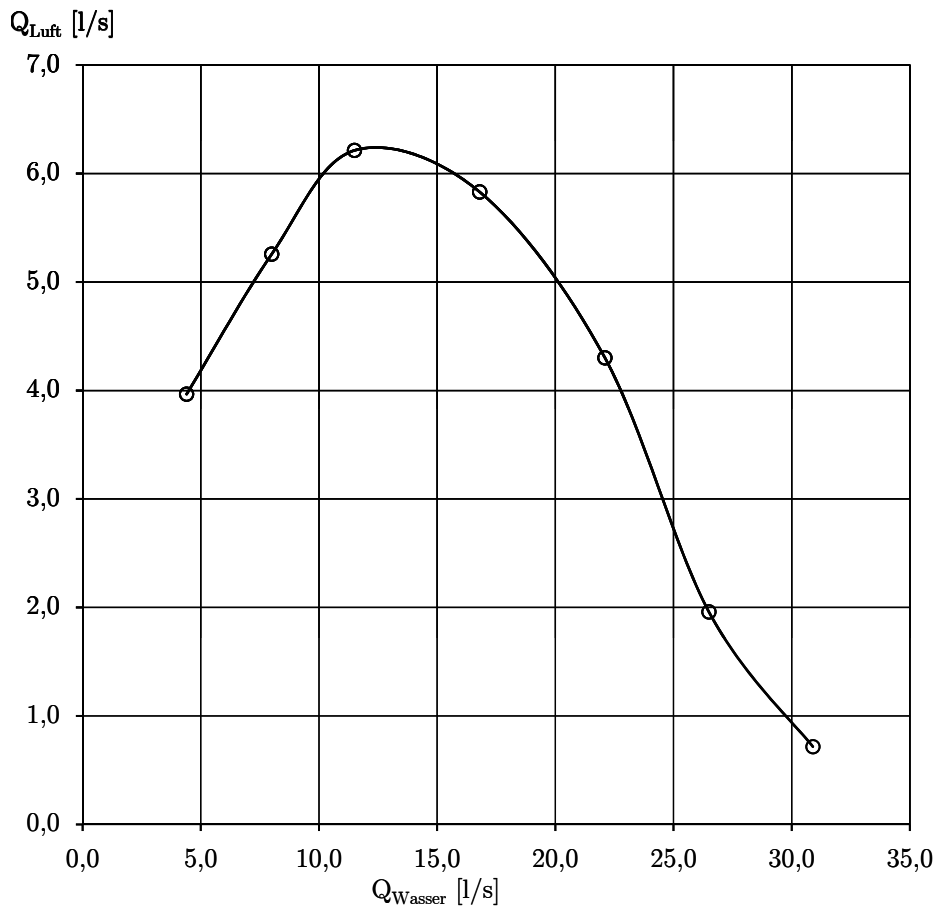


Messdaten Versuch Nr. 37

PE - Rau/DN100mm/Laenge 160cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	4,40	3,80	0,83	0,74	0,90	3,97
2	8,00	5,10	1,10	1,03	1,24	5,26
3	11,50	6,00	1,30	1,07	1,58	6,21
4	16,80	7,10	1,22	1,07	1,45	5,83
5	22,10	8,00	0,90	0,82	0,99	4,30
6	26,50	8,80	0,41	0,35	0,48	1,96
7	30,90	29,00	0,15	0,00	0,34	0,72
8						
9						

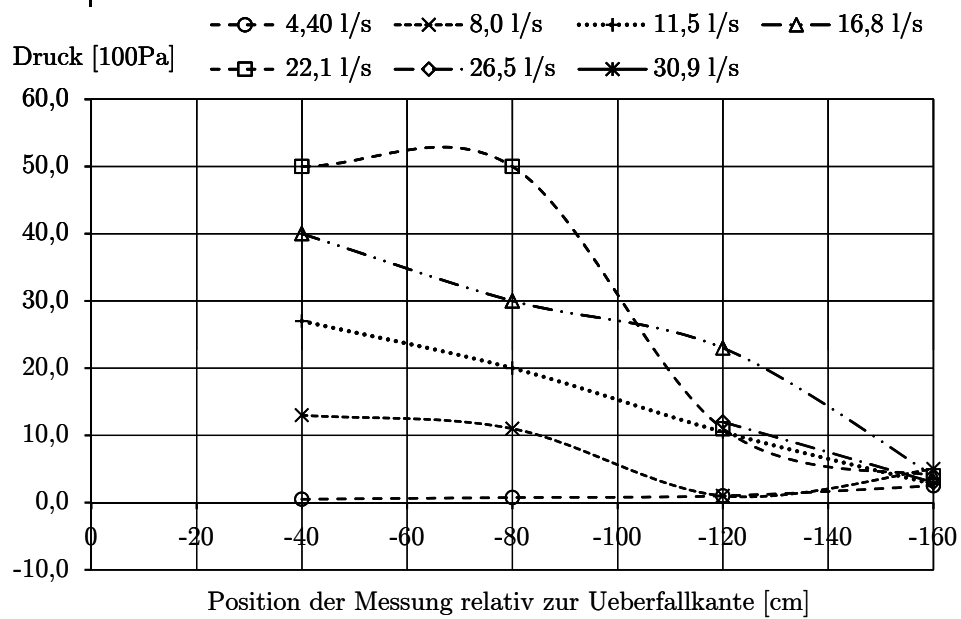


Messdaten Versuch Nr. 37

PE - Rau/DN100mm/Leange 160cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]							
	-40	-80	-120	-160	-120	-80	-40	0
4,40 l/s	0,5	1,0	1,0	2,5	1,0	0,8	0,5	0,5
	0,5	0,5	1,0	2,5	1,0	0,8	0,5	0,5
8,0 l/s	13,0	11,0	1,0	5,0	1,0	11,0	13,0	13,0
	13,0	11,0	1,0	5,0	1,0	11,0	13,0	13,0
11,5 l/s	27,0	20,0	12,0	5,0	10,5	20,0	27,0	27,0
	27,0	20,0	9,0	0,5	10,5	20,0	27,0	27,0
16,8 l/s	40,0	30,0	23,0	6,0	23,0	30,0	40,0	40,0
	40,0	30,0	23,0	2,0	23,0	30,0	40,0	40,0
22,1 l/s	50,0	50,0	11,0	4,0	11,0	50,0	50,0	50,0
	50,0	50,0	11,0	4,0	11,0	50,0	50,0	50,0
26,5 l/s			12,0	3,0	12,0			
			12,0	3,0	12,0			
30,9 l/s			20,0	10,0	20,0			
			20,0	10,0	20,0			

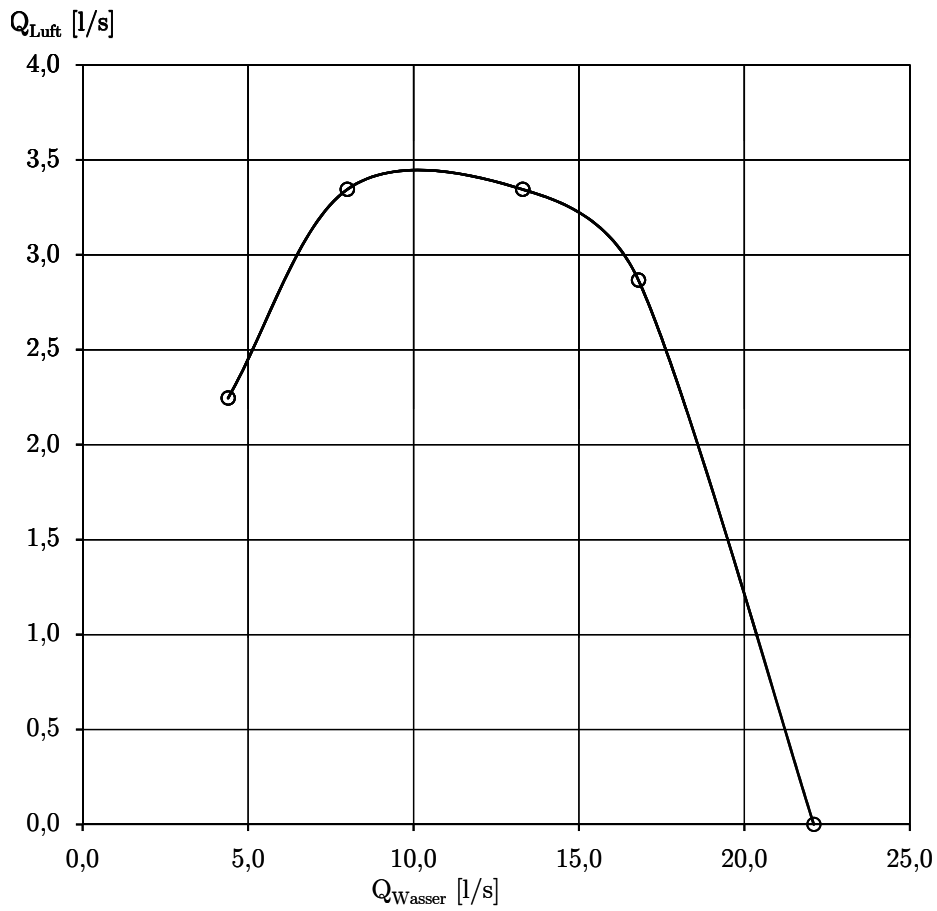


Messdaten Versuch Nr. 38

PE - Rau/DN100mm/Laenge 80cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	4,40	3,80	0,47	0,40	0,53	2,25
2	8,00	5,00	0,70	0,61	0,82	3,34
3	13,30	6,50	0,70	0,61	0,82	3,34
4	16,80	7,10	0,60	0,48	0,70	2,87
5	22,10	14,00	0,00	0,00	0,14	0,00
6						
7						
8						
9						

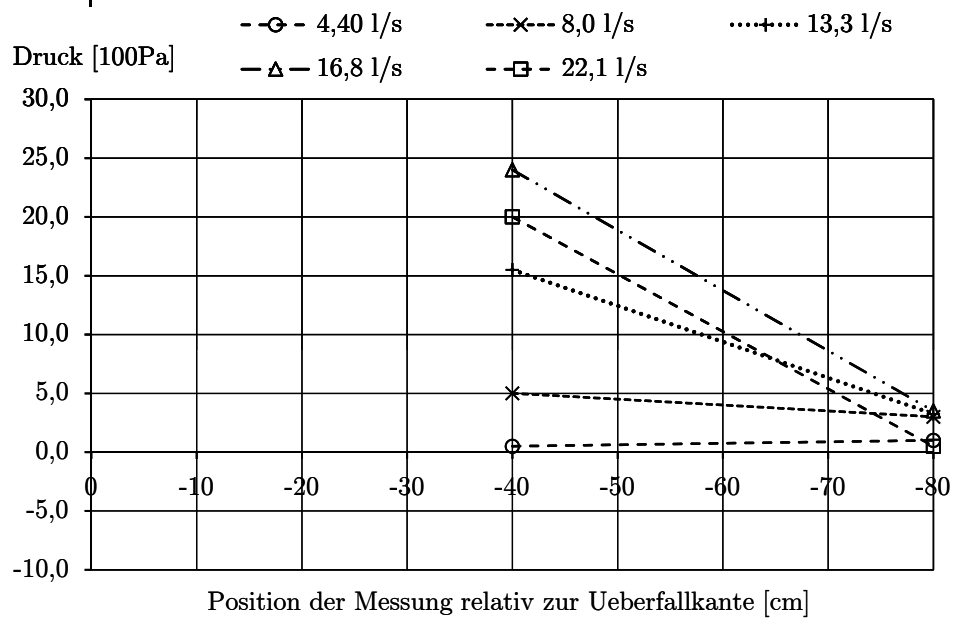


Messdaten Versuch Nr. 38

PE - Rau/DN100mm/Leange 80cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]			
	-40		-80	
4,40 l/s	0,5	1,0	0,5	1,0
	0,5	1,0		
8,0 l/s	5,0	3,0	5,0	3,0
	5,0	3,0		
13,3 l/s	18,0	6,0	15,5	3,3
	13,0	0,5		
16,8 l/s	24,0	6,0	24,0	3,5
	24,0	1,0		
22,1 l/s	20,0	0,5	20,0	0,5
	20,0	0,5		

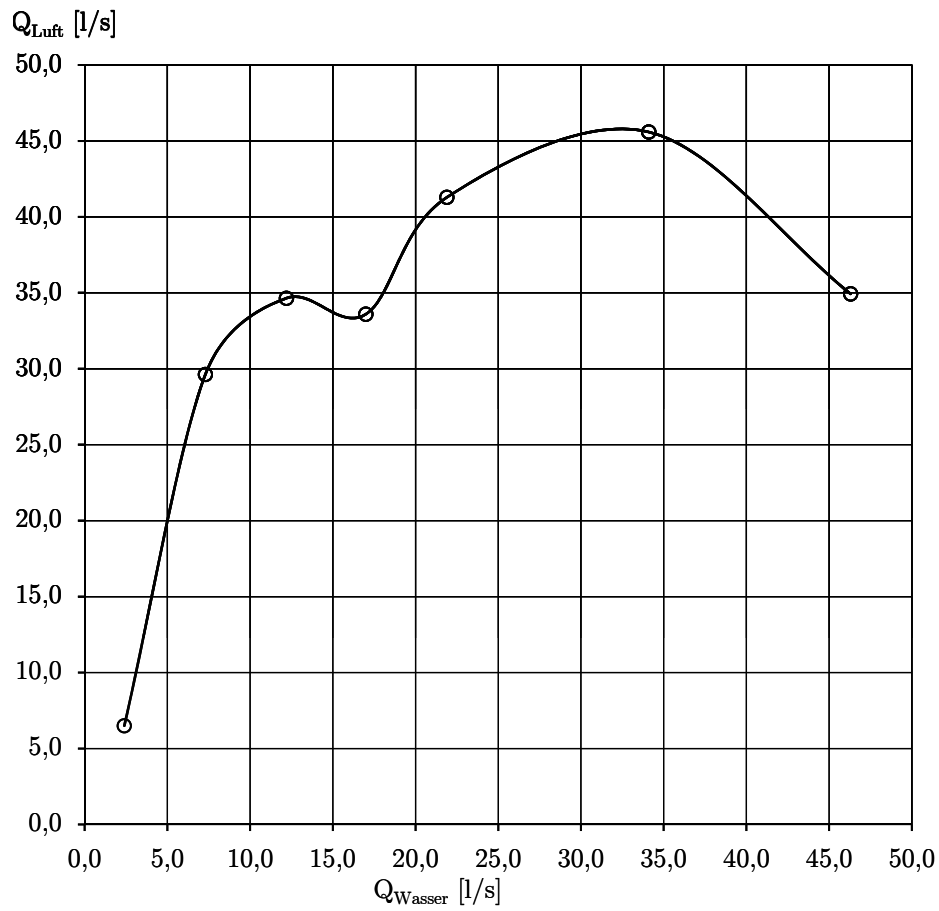


Messdaten Versuch Nr. 39

PE - Rau/DN148,5mm/Laenge 480cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	2,40	2,60	1,36	0,99	1,79	6,50
2	7,30	4,40	6,20	5,56	7,03	29,63
3	12,20	5,60	7,25	6,40	8,33	34,64
4	17,00	6,50	7,03	7,03	8,96	33,59
5	21,90	7,40	8,64	7,62	9,80	41,29
6	34,10	9,00	9,54	8,58	10,51	45,59
7	46,30	10,50	7,31	6,57	8,00	34,93
8						
9						

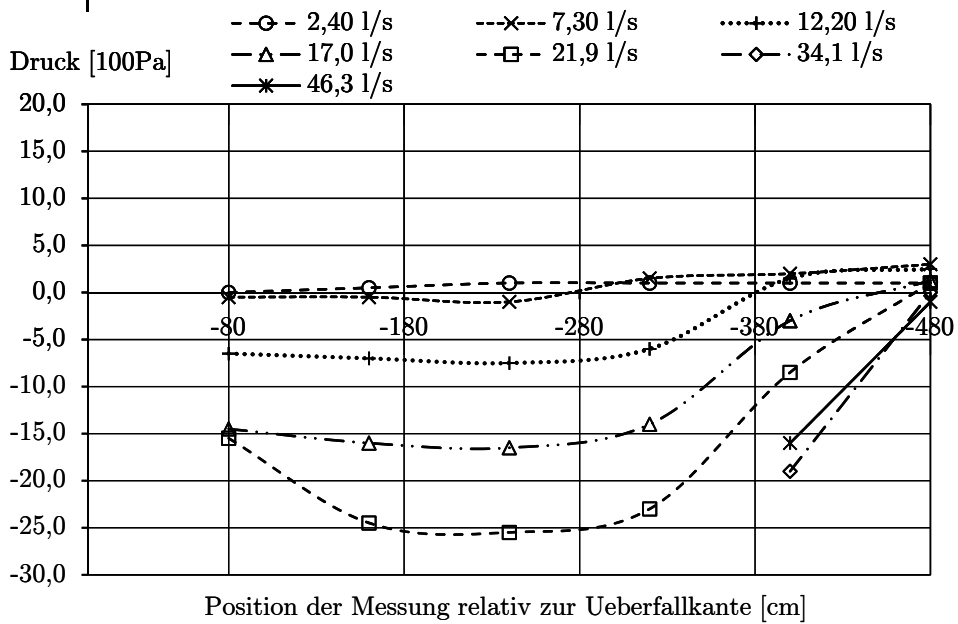


Messdaten Versuch Nr. 39

PE - Rau/DN148,5mm/Laenge 480cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]											
	-80	-160	-240	-320	-400	-480						
2,40 l/s	0,0	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	0,0	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
7,30 l/s	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	1,5	1,5	2,0	2,0	3,0	3,0		
	-0,5	-0,5	-1,0	-1,0	1,5	1,5	2,0	2,0	3,0	3,0		
12,20 l/s	-6,5	-7,0	-7,5	-7,5	-6,0	-6,0	1,5	1,5	2,5	2,5		
	-6,5	-7,0	-7,5	-7,5	-6,0	-6,0	1,5	1,5	2,5	2,5		
17,0 l/s	-14,5	-16,0	-17,0	-16,5	-14,0	-14,0	-4,0	-3,0	1,0	1,3		
	-14,5	-16,0	-16,0	-14,0	-14,0	-2,0	-2,0	1,5	1,5	1,5		
21,9 l/s	-17,0	-27,0	-28,0	-25,5	-25,0	-23,0	-10,0	-8,5	0,0	1,0		
	-14,0	-22,0	-23,0	-21,0	-21,0	-7,0	-7,0	2,0	2,0	2,0		
34,1 l/s	-50,0						-20,0	-19,0	-2,0	0,0		
	-40,0						-18,0	-2,0	2,0	2,0		
46,3 l/s							-17,0	-3	-1,0			
							-15,0	1	1	1		

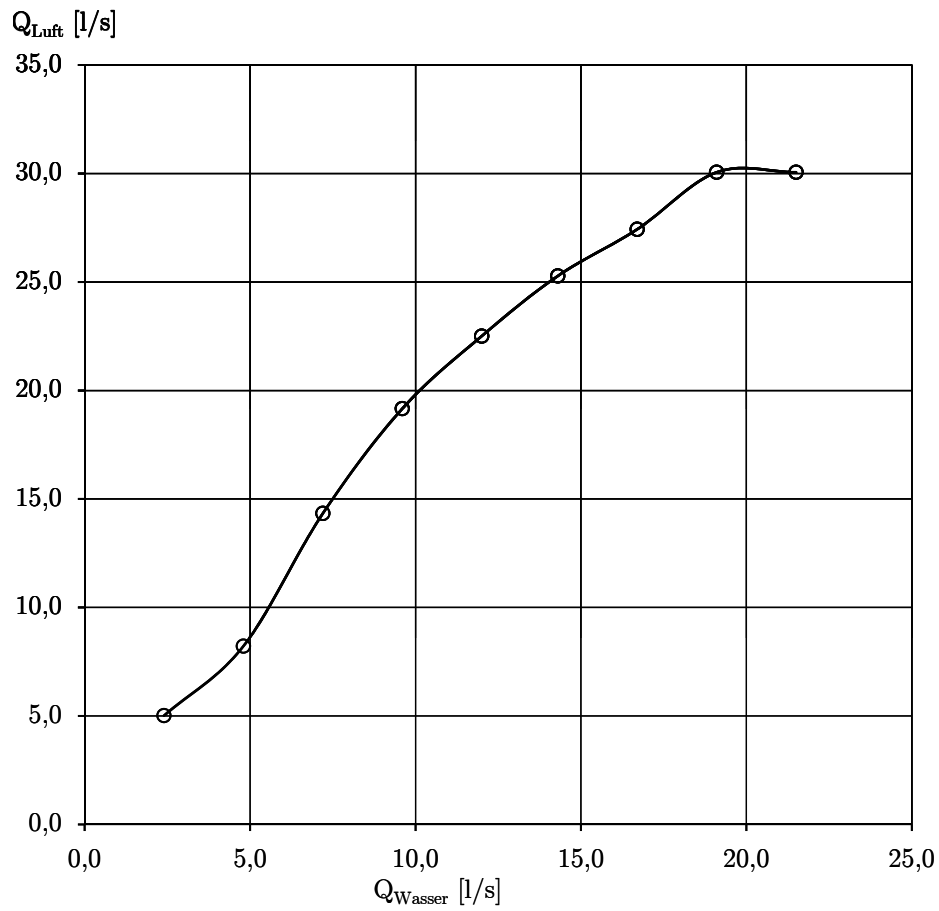


Messdaten Versuch Nr. 40

PE - Rau/DN148,5mm/Laenge 360cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	2,40	2,50	1,05	0,78	1,32	5,02
2	4,80	3,60	1,72	1,28	2,16	8,22
3	7,20	4,50	3,00	1,70	5,31	14,34
4	9,60	5,00	4,01	3,25	6,15	19,16
5	12,00	5,60	4,71	4,05	5,44	22,51
6	14,30	6,00	5,29	4,51	6,07	25,28
7	16,70	6,60	5,74	4,93	6,69	27,43
8	19,10	7,00	6,29	5,48	7,24	30,06
9	21,50	7,00	6,29	5,44	7,37	30,06

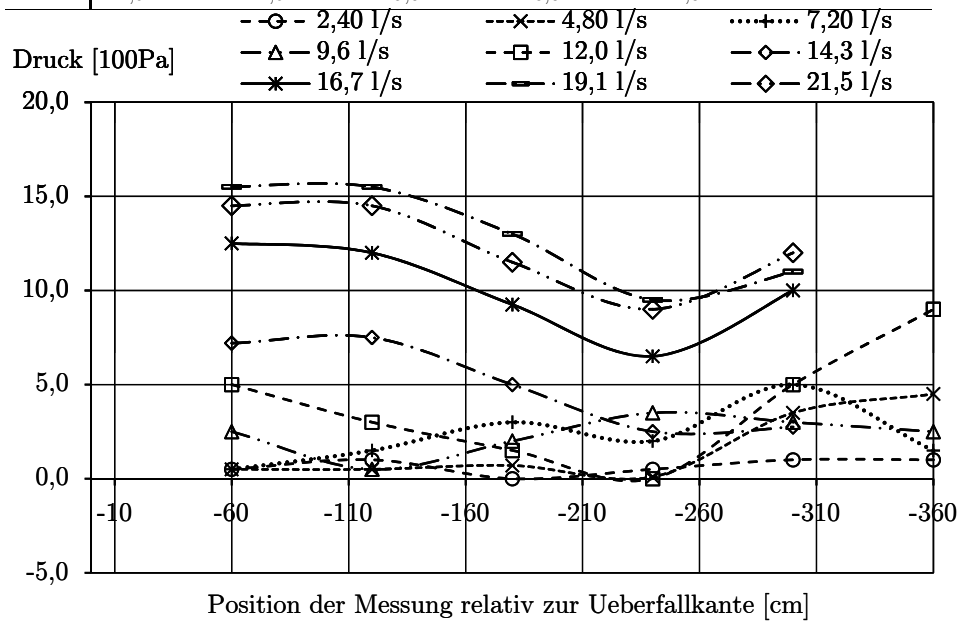


Messdaten Versuch Nr. 40

PE - Rau/DN148,5mm/Laenge 360cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]											
	-60	-120	-180	-240	-300	-360	-60	-120	-180	-240	-300	-360
2,40 l/s	0,5	1,0	0,0	0,5	1,0	1,0	0,5	1,0	0,0	0,5	1,0	1,0
	0,5	1,0	0,0	0,5	1,0	1,0	0,5	1,0	0,0	0,5	1,0	1,0
4,80 l/s	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	0,1	0,1	3,5	3,5	4,5	4,5
	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	0,1	0,1	3,5	3,5	4,5	4,5
7,20 l/s	0,5	1,5	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	5,0	5,0	1,5	1,5
	0,5	1,5	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	5,0	5,0	1,5	1,5
9,6 l/s	2,5	0,5	2,0	2,0	3,5	3,5	3,5	3,5	3,0	3,0	2,5	2,5
	2,5	0,5	2,0	2,0	3,5	3,5	3,5	3,5	3,0	3,0	2,5	2,5
12,0 l/s	5,0	3,0	1,5	1,5	0,0	0,0	5,0	5,0	9,0	9,0	9,0	9,0
	5,0	3,0	1,5	1,5	0,0	0,0	5,0	5,0	9,0	9,0	9,0	9,0
14,3 l/s	7,2	7,5	5,0	5,0	2,5	2,5	2,5	2,5	3,0	2,8		
	7,2	7,5	5,0	5,0	2,5	2,5	2,5	2,5	3,0	2,8		
16,7 l/s	12,5	12,0	9,5	9,3	6,5	6,5	1,0	10,0				
	12,5	12,0	9,0	9,0	6,5	6,5	0,5					
19,1 l/s	15,5	15,5	14,0	13,0	9,5	9,5	4,0	11,0				
	15,5	15,5	12,0	13,0	9,5	9,5	3,0					
21,5 l/s	14,5	14,5	14,0	11,5	10,0	9,0	4,0	12,0				
	14,5	14,5	9,0	11,5	8,0	9,0	2,0					

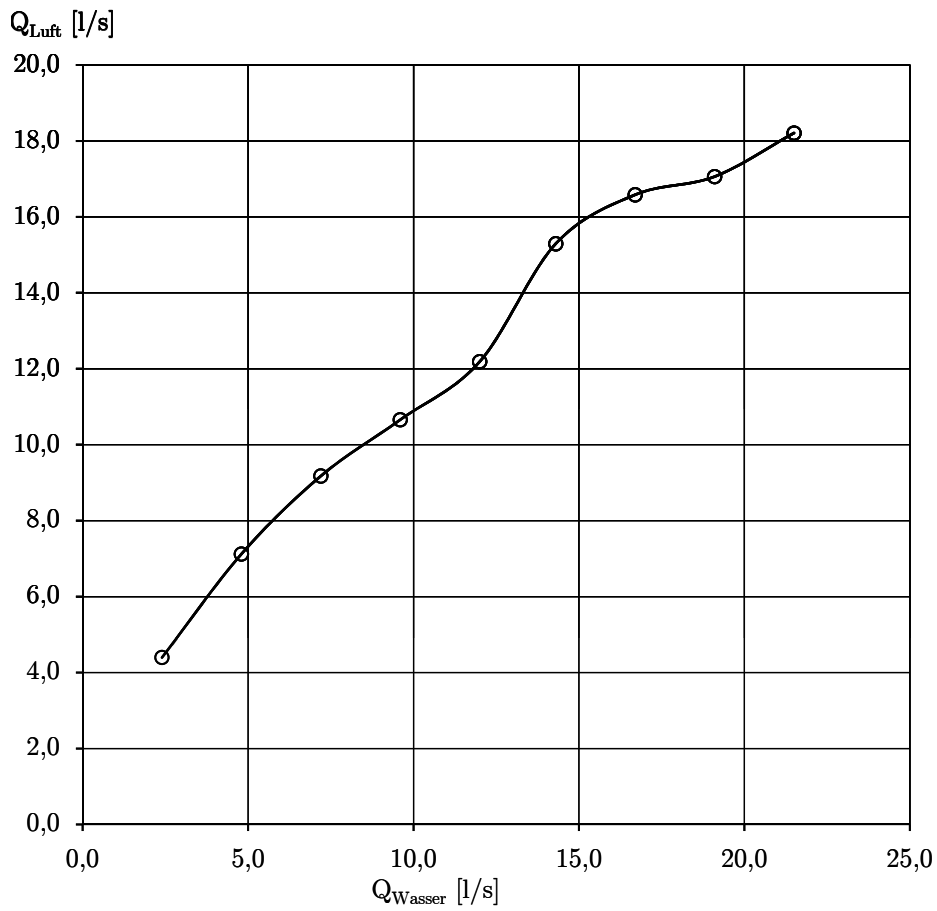


Messdaten Versuch Nr. 41

PE - Rau/DN148,5mm/Laenge 240cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	2,40	2,50	0,92	0,74	1,11	4,40
2	4,80	3,50	1,49	1,11	2,00	7,12
3	7,20	4,50	1,92	1,37	2,54	9,17
4	9,60	5,00	2,23	1,74	3,13	10,66
5	12,00	5,50	2,55	2,04	4,01	12,18
6	14,30	6,00	3,20	2,37	4,56	15,29
7	16,70	6,50	3,47	2,67	4,76	16,58
8	19,10	7,00	3,57	2,79	4,47	17,06
9	21,50	7,10	3,81	3,04	4,93	18,21

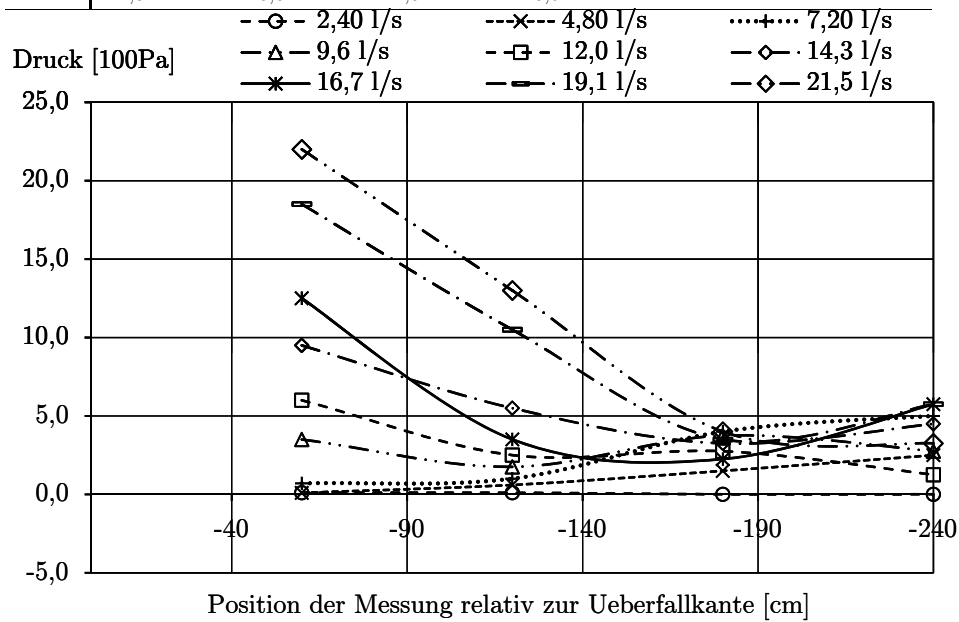


Messdaten Versuch Nr. 41

PE - Rau/DN148,5mm/Laenge 240cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]							
	-60	-120	-180	-240	-60	-120	-180	-240
2,40 l/s	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4,80 l/s	0,1	0,1	0,6	0,6	1,5	1,5	2,5	2,5
	0,1	0,1	0,6	0,6	1,5	1,5	2,5	2,5
7,20 l/s	0,7	0,7	1,0	1,0	4,0	4,0	5,0	5,0
	0,7	0,7	1,0	1,0	4,0	4,0	5,0	5,0
9,6 l/s	4,0	3,5	3,0	1,8	6,0	3,8	4,5	2,8
	3,0	3,0	0,5	1,5	1,5	1,0	1,0	1,0
12,0 l/s	6,5	6,0	2,5	2,5	4,0	2,8	2,0	1,3
	5,5	5,5	2,5	2,5	1,5	1,5	0,5	0,5
14,3 l/s	10,0	9,5	7,0	5,5	5,0	3,3	6,0	4,5
	9,0	9,0	4,0	4,0	1,5	1,5	3,0	3,0
16,7 l/s	12,5	12,5	3,5	3,5	3,0	2,3	7,5	5,8
	12,5	12,5	3,5	3,5	1,5	1,5	4,0	4,0
19,1 l/s	18,5	18,5	11,0	10,5	5,0	3,5	7,0	5,8
	18,5	18,5	10,0	10,0	2,0	2,0	4,5	4,5
21,5 l/s	22,0	22,0	13,0	13,0	7,0	4,0	6,0	3,3
	22,0	22,0	13,0	13,0	1,0	1,0	0,5	0,5

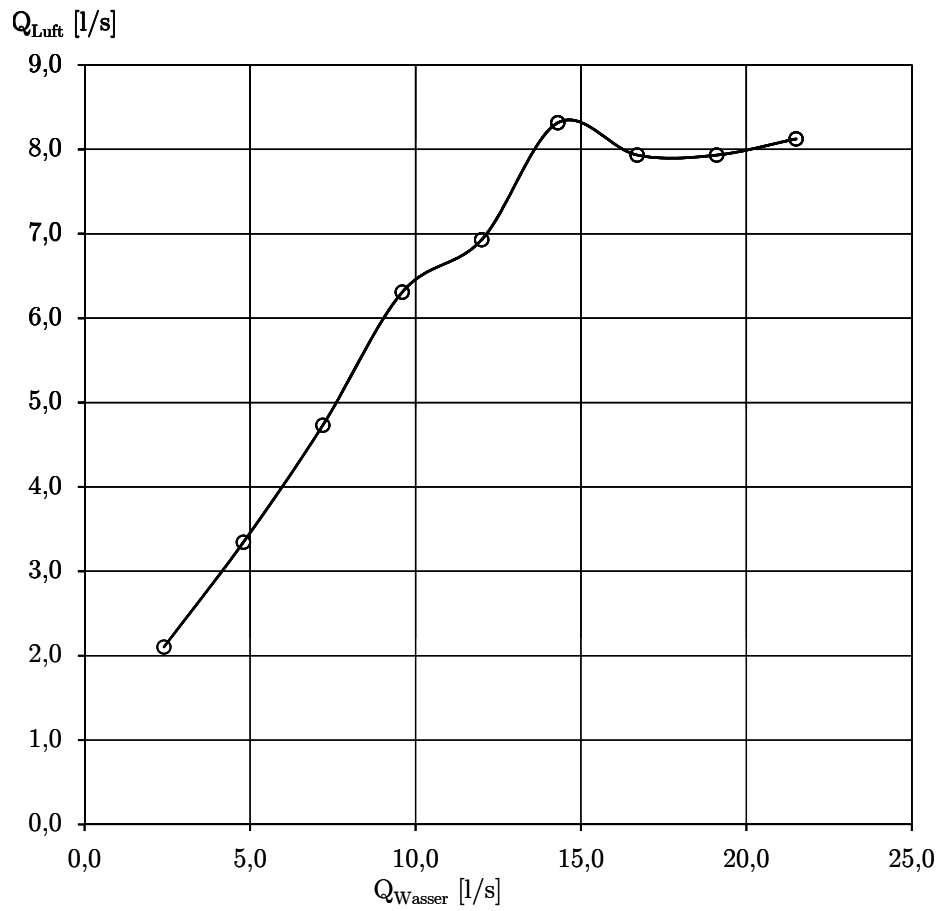


Messdaten Versuch Nr. 42

PE - Rau/DN148,5mm/Laenge 120cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	2,40	2,50	0,44	0,44	0,57	2,10
2	4,80	3,50	0,70	0,70	1,41	3,34
3	7,20	4,50	0,99	0,99	2,00	4,73
4	9,60	5,00	1,32	1,32	2,12	6,31
5	12,00	5,50	1,45	1,45	2,50	6,93
6	14,30	6,00	1,74	1,74	1,67	8,31
7	16,70	6,50	1,66	1,66	2,54	7,93
8	19,10	7,00	1,66	1,66	2,37	7,93
9	21,50	7,10	1,70	1,70	2,33	8,12

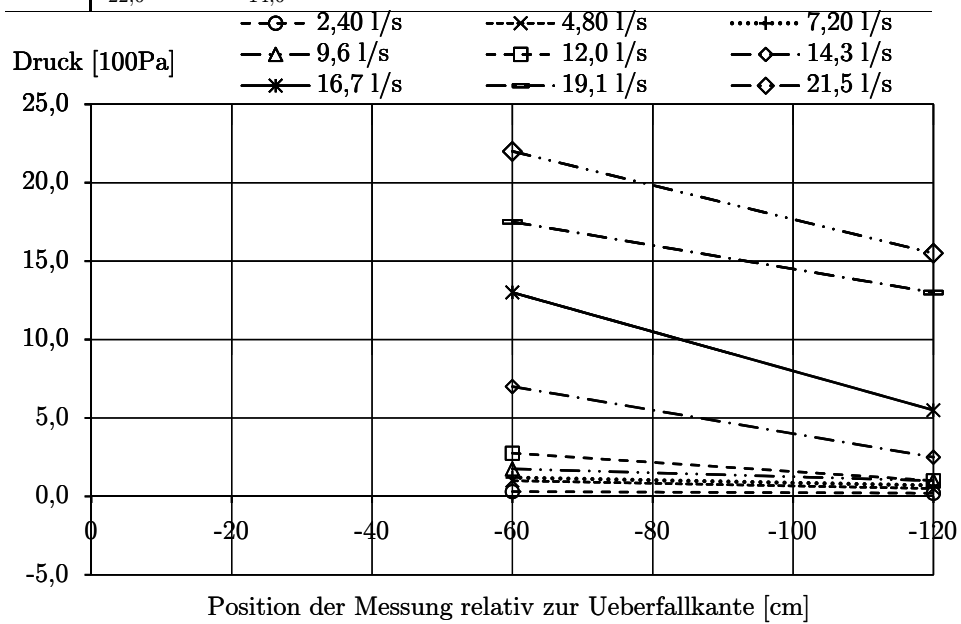


Messdaten Versuch Nr. 42

PE - Rau/DN148,5mm/Laenge 120cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]			
	-60		-120	
2,40 l/s	0,3	0,2	0,3	0,2
	0,3	0,2		
4,80 l/s	1,0	0,5	1,0	0,5
	1,0	0,5		
7,20 l/s	1,2	0,7	1,2	0,7
	1,2	0,7		
9,6 l/s	2,0	1,0	1,8	1,0
	1,5	1,0		
12,0 l/s	5,0	1,5	2,8	1,0
	0,5	0,5		
14,3 l/s	6,0	3,5	7,0	2,5
	8,0	1,5		
16,7 l/s	13,0	5,5	13,0	5,5
	13,0	5,5		
19,1 l/s	17,5	15,0	17,5	13,0
	17,5	11,0		
21,5 l/s	22,0	17,0	22,0	15,5
	22,0	14,0		

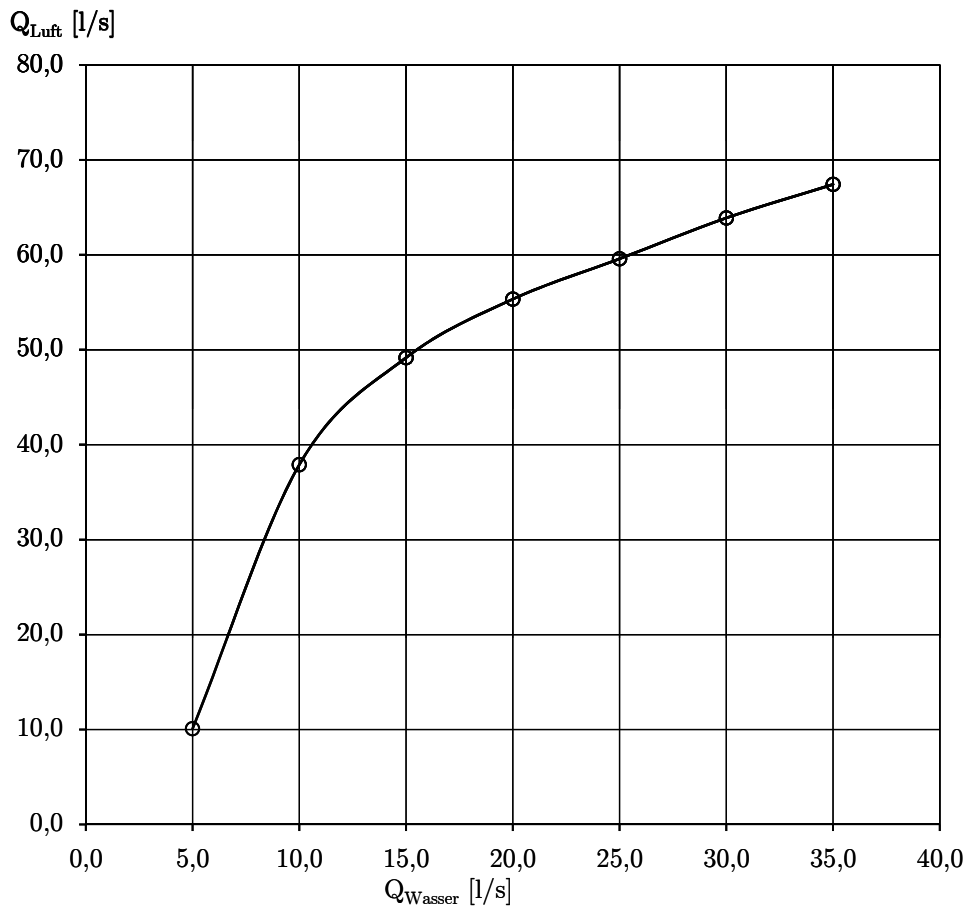


Messdaten Versuch Nr. 43

PE - Rau/DN192mm/Leange 480cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	5,00	2,20	2,11	1,45	2,83	10,08
2	10,00	3,70	7,93	6,40	9,59	37,89
3	15,00	4,8	10,29	8,96	11,52	49,17
4	20,00	5,80	11,58	10,09	13,49	55,33
5	25,00	6,50	12,47	10,76	14,04	59,59
6	30,00	7,00	13,37	11,44	15,00	63,89
7	35,00	7,50	14,11	12,11	16,05	67,42
8	40,00	8,00	14,64	11,98	16,93	69,96
9	45,00	9,00	15,07	12,36	17,56	72,01

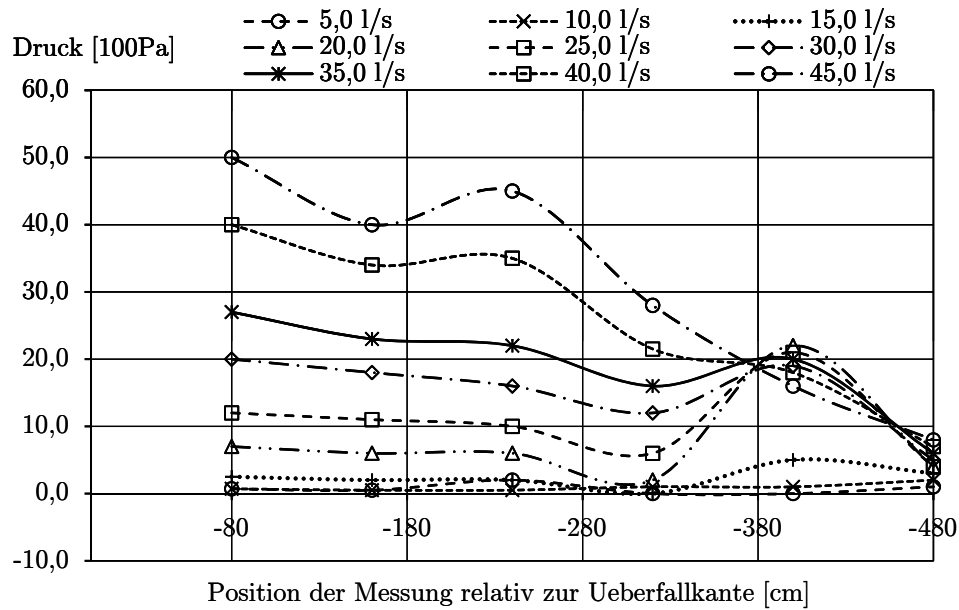


Messdaten Versuch Nr. 43

PE - Rau/DN192mm/Leange 480cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]											
	-80	-160	-240	-320	-400	-480	-80	-160	-240	-320	-400	-480
5,0 l/s	0,7	0,5	2,0	0,0	0,0	1,0	0,7	0,5	2,0	0,0	0,0	1,0
	0,7	0,5	2,0	0,0	0,0	1,0	0,7	0,5	2,0	0,0	0,0	1,0
10,0 l/s	0,7	0,5	0,5	1,0	1,0	2,0	0,7	0,5	0,5	1,0	1,0	2,0
	0,7	0,5	0,5	1,0	1,0	2,0	0,7	0,5	0,5	1,0	1,0	2,0
15,0 l/s	2,5	2,0	2,0	0,0	5,0	3,0	2,5	2,0	2,0	0,0	5,0	3,0
	2,5	2,0	2,0	0,0	5,0	3,0	2,5	2,0	2,0	0,0	5,0	3,0
20,0 l/s	7,0	6,0	6,0	2,0	22,0	4,0	7,0	6,0	6,0	2,0	22,0	4,0
	7,0	6,0	6,0	2,0	22,0	4,0	7,0	6,0	6,0	2,0	22,0	4,0
25,0 l/s	12,0	11,0	10,0	7,0	21,0	4,0	12,0	11,0	10,0	5,0	21,0	4,0
	12,0	11,0	10,0	5,0	21,0	4,0	12,0	11,0	10,0	5,0	21,0	4,0
30,0 l/s	20,0	18,0	16,0	12,0	19,0	5,0	20,0	18,0	16,0	12,0	19,0	5,0
	20,0	18,0	16,0	12,0	19,0	5,0	20,0	18,0	16,0	12,0	19,0	5,0
35,0 l/s	27,0	23,0	22,0	16,0	20,0	6,0	27,0	23,0	22,0	16,0	20,0	6,0
	27,0	23,0	22,0	16,0	20,0	6,0	27,0	23,0	22,0	16,0	20,0	6,0
40,0 l/s	40,0	34,0	35,0	23,0	20,0	9,0	40,0	34,0	35,0	23,0	20,0	9,0
	40,0	34,0	35,0	20,0	16,0	5,0	40,0	34,0	35,0	20,0	16,0	5,0
45,0 l/s	50,0	40,0	45,0	30,0	17,0	8,0	50,0	40,0	45,0	26,0	15,0	8,0
	50,0	40,0	45,0	26,0	15,0	8,0	50,0	40,0	45,0	26,0	15,0	8,0

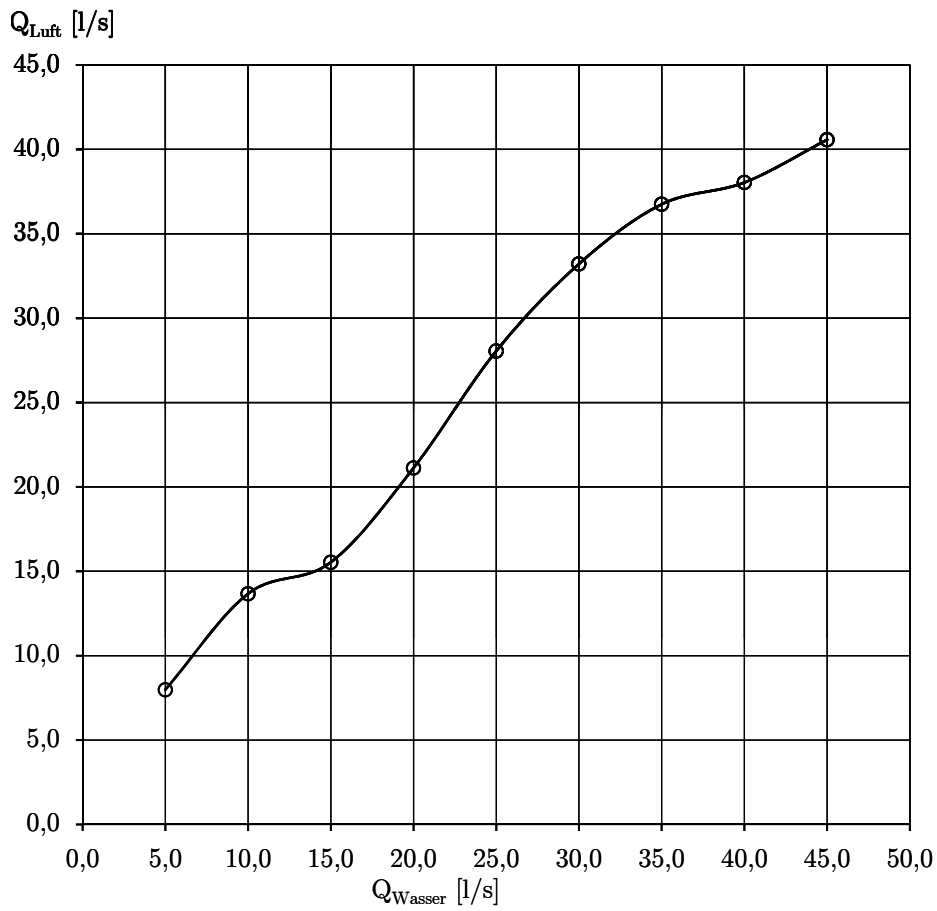


Messdaten Versuch Nr. 44

PE - Rau/DN192mm/Laenge 320cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	5,00	2,30	1,67	1,28	2,00	7,98
2	10,00	3,70	2,86	1,11	4,14	13,67
3	15,00	5,00	3,25	2,58	4,30	15,53
4	20,00	5,80	4,42	3,00	8,00	21,12
5	25,00	6,50	5,87	3,97	8,63	28,05
6	30,00	7,00	6,95	5,31	8,79	33,21
7	35,00	7,50	7,69	5,73	9,97	36,75
8	40,00	8,00	7,96	5,52	10,56	38,04
9	45,00	9,00	8,49	5,44	11,73	40,57

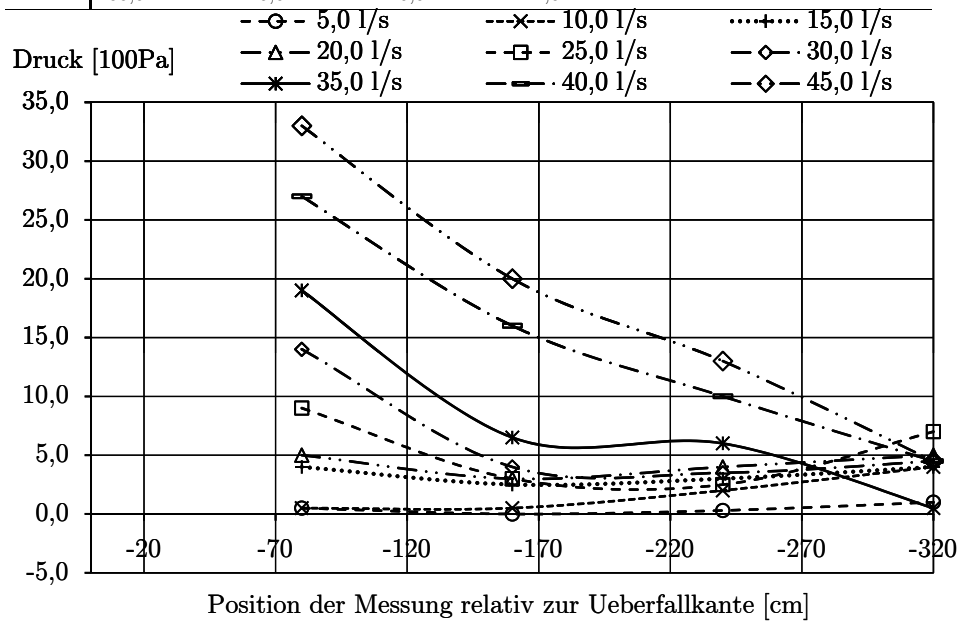


Messdaten Versuch Nr. 44

PE - Rau/DN192mm/Laenge 320cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]							
	-80	-160	-240	-320	-320	-240	-160	-80
5,0 l/s	0,5	0,0	0,3	1,0	1,0	0,3	0,0	0,5
	0,5	0,0	0,3	1,0	1,0	0,3	0,0	0,5
10,0 l/s	0,5	0,5	2,0	4,0	4,0	2,0	0,5	0,5
	0,5	0,5	2,0	4,0	4,0	2,0	0,5	0,5
15,0 l/s	4,0	3,0	4,0	5,0	4,0	3,0	4,0	4,0
	4,0	2,0	2,0	3,0	3,0	2,0	4,0	4,0
20,0 l/s	5,0	3,0	4,0	5,0	5,0	4,0	3,0	5,0
	5,0	3,0	4,0	5,0	5,0	4,0	3,0	5,0
25,0 l/s	9,0	3,0	2,5	7,0	7,0	2,5	3,0	9,0
	9,0	3,0	2,5	7,0	7,0	2,5	3,0	9,0
30,0 l/s	14,0	5,0	4,0	6,0	4,5	3,5	4,0	14,0
	14,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	14,0
35,0 l/s	19,0	8,0	6,0	4,0	0,5	6,0	8,0	19,0
	19,0	5,0	6,0	4,0	4,0	6,0	5,0	19,0
40,0 l/s	27,0	18,0	12,0	6,0	4,5	10,0	18,0	27,0
	27,0	14,0	8,0	3,0	3,0	8,0	14,0	27,0
45,0 l/s	33,0	20,0	16,0	5,0	4,5	13,0	20,0	33,0
	33,0	20,0	10,0	4,0	4,0	13,0	20,0	33,0

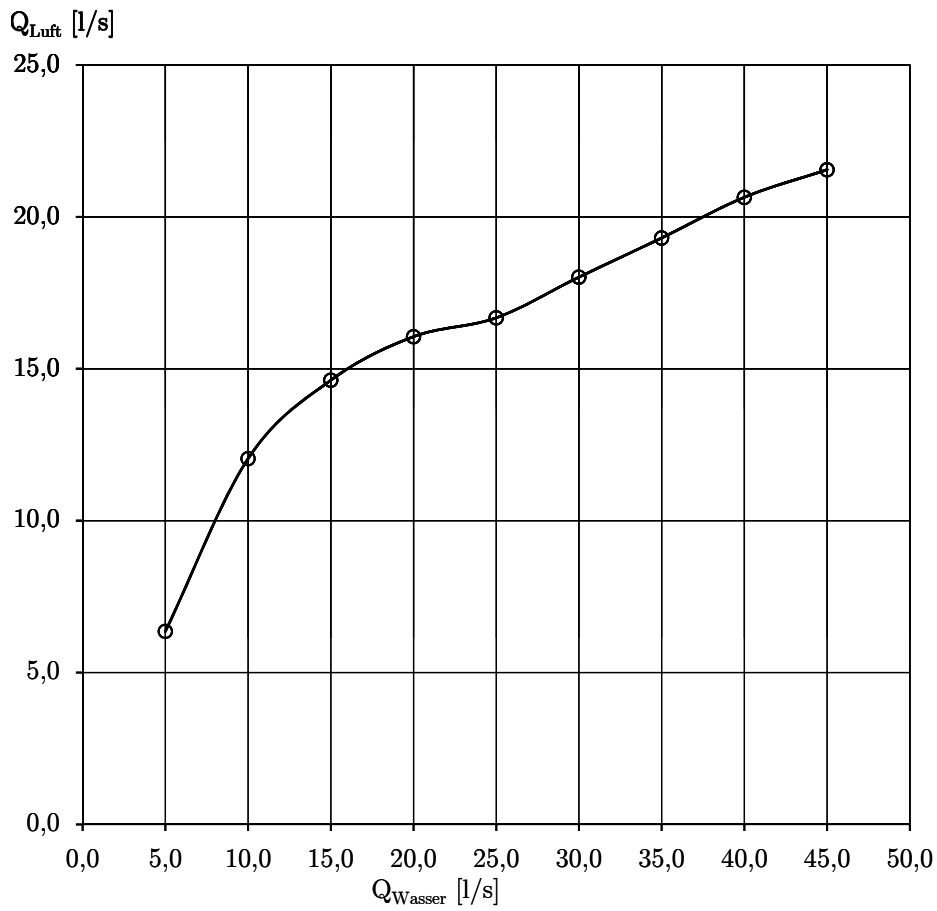


Messdaten Versuch Nr. 45

PE - Rau/DN192mm/Laenge 160cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	5,00	2,20	1,33	1,03	1,58	6,36
2	10,00	3,80	2,52	1,87	3,55	12,04
3	15,00	4,80	3,06	2,46	4,01	14,62
4	20,00	5,80	3,36	2,67	4,47	16,06
5	25,00	6,50	3,49	2,88	4,64	16,68
6	30,00	7,10	3,77	3,13	4,93	18,01
7	35,00	7,50	4,04	3,17	5,02	19,30
8	40,00	8,00	4,32	3,30	5,65	20,64
9	45,00	9,00	4,51	3,34	6,32	21,55

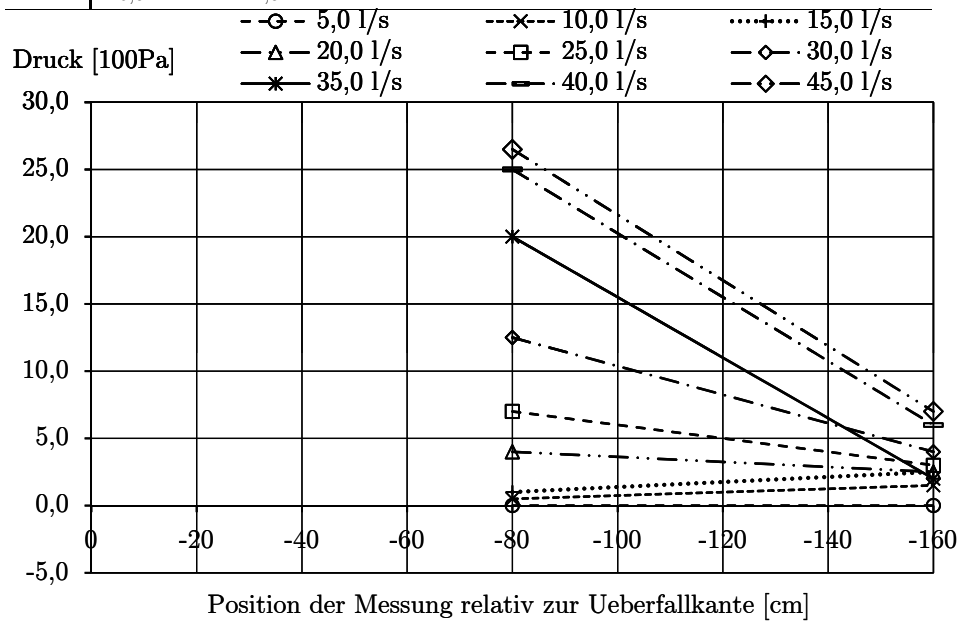


Messdaten Versuch Nr. 45

PE - Rau/DN192mm/Laenge 160cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]			
	-80		-160	
5,0 l/s	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0		0,0	
10,0 l/s	0,5	0,5	1,5	1,5
	0,5		1,5	
15,0 l/s	1,0	1,0	2,5	2,5
	1,0		2,5	
20,0 l/s	4,0	4,0	3,0	2,5
	4,0		2,0	
25,0 l/s	7,0	7,0	3,0	3,0
	7,0		3,0	
30,0 l/s	15,0	12,5	6,0	4,0
	10,0		2,0	
35,0 l/s	20,0	20,0	2,0	2,0
	20,0		2,0	
40,0 l/s	25,0	25,0	6,0	6,0
	25,0		6,0	
45,0 l/s	27,0	26,5	10,0	7,0
	26,0		4,0	

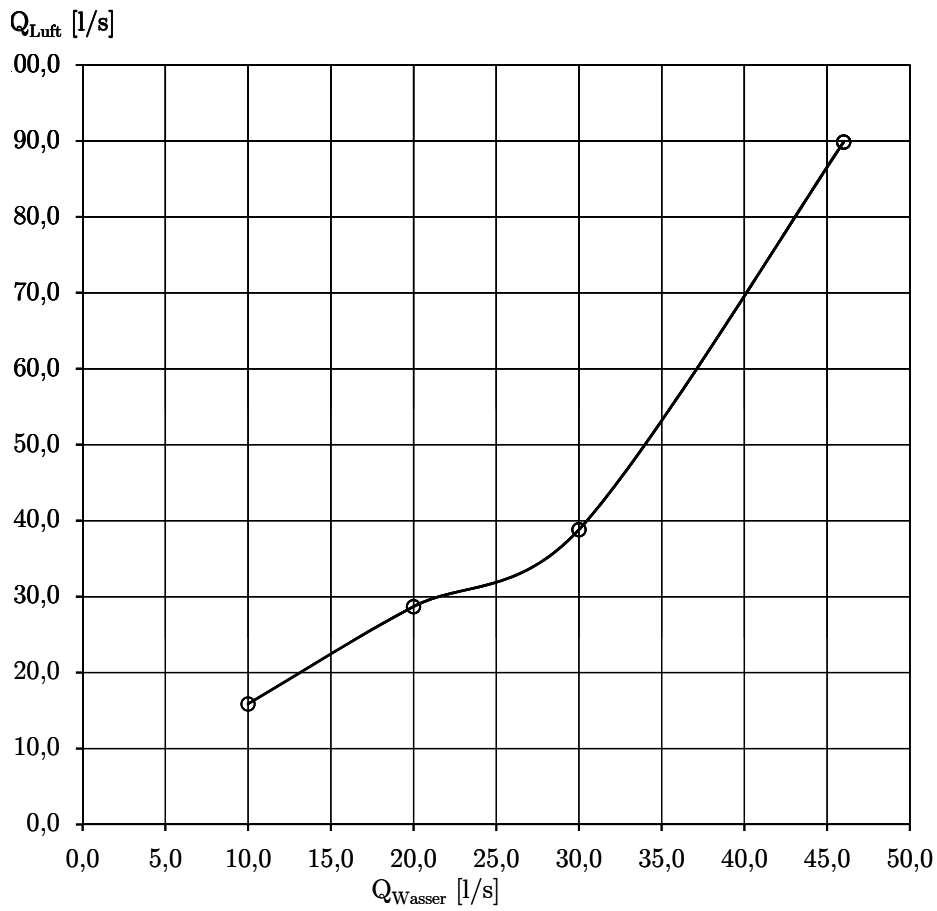


Messdaten Versuch Nr. 46

PE - Rau/DN290mm/Laenge 480cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	10,00	3,70	3,32	2,63	4,18	15,86
2	20,00	5,50	6,00	4,97	7,53	28,67
3	30,00	7,00	8,12	5,69	13,37	38,80
4	46,00	8,80	18,80	14,12	22,76	89,83
5						
6						
7						
8						
9						

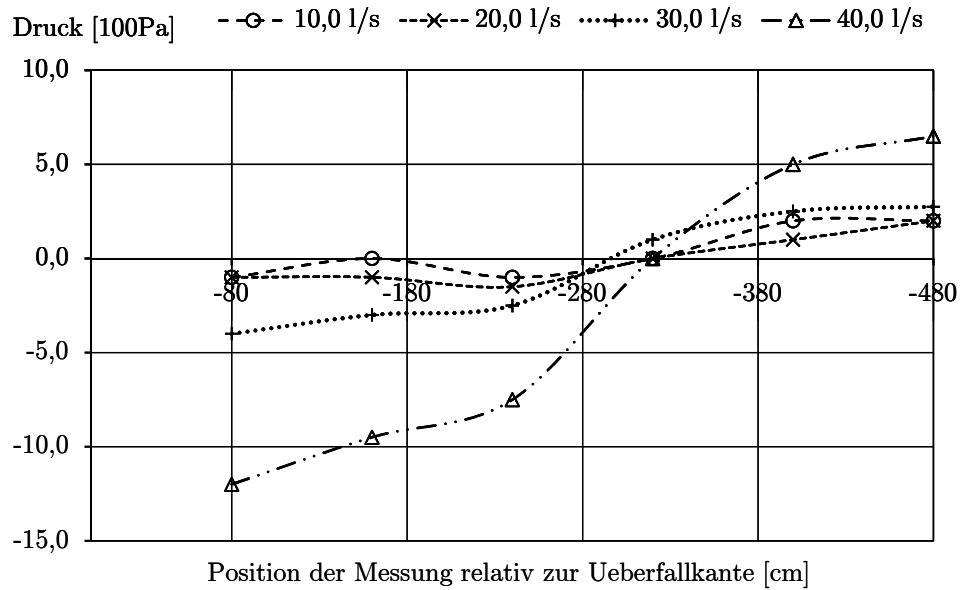


Messdaten Versuch Nr. 46

PE - Rau/DN290mm/Laenge 480cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]											
	-80	-160	-240	-320	-400	-480	-80	-160	-240	-320	-400	-480
10,0 l/s	-1,0	-1,0	0,0	0,0	-1,0	-1,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	-1,0		0,0		-1,0		0,0		2,0		2,0	
20,0 l/s	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,5	-1,5	0,0	0,0	1,0	1,0	2,0	2,0
	-1,0		-1,0		-1,5		0,0		1,0		2,0	
30,0 l/s	-4,0	-4,0	-3,0	-3,0	-2,5	-2,5	1,0	1,0	2,5	2,5	2,0	2,8
	-4,0		-3,0		-2,5		1,0		2,5		3,5	
40,0 l/s	-12,0	-12,0	-9,5	-9,5	-8,0	-7,5	-2,0	0,0	4,0	5,0	6,5	6,5
	-12,0		-9,5		-7,0		2,0		6,0		6,5	

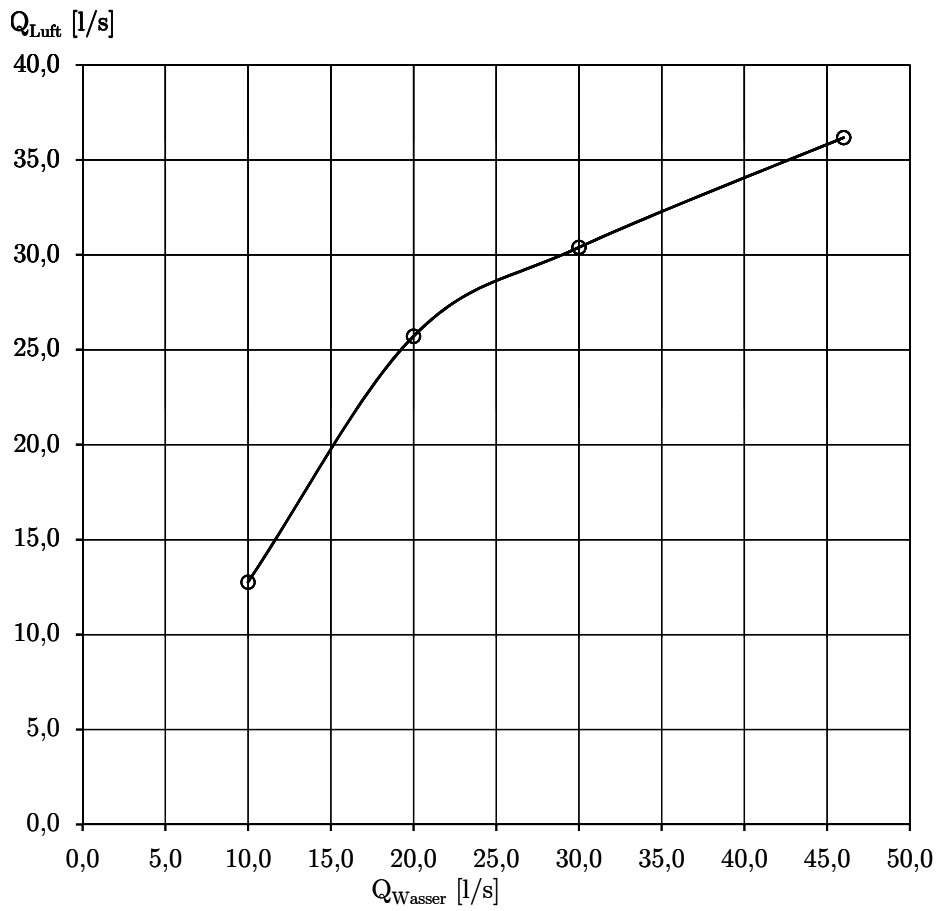


Messdaten Versuch Nr. 47

PE - Rau/DN290mm/Laenge 350cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	10,00	3,80	2,67	1,95	3,25	12,76
2	20,00	5,50	5,38	4,35	6,78	25,71
3	30,00	7,00	6,36	4,97	8,33	30,39
4	46,00	9,00	7,57	5,90	9,76	36,17
5						
6						
7						
8						
9						

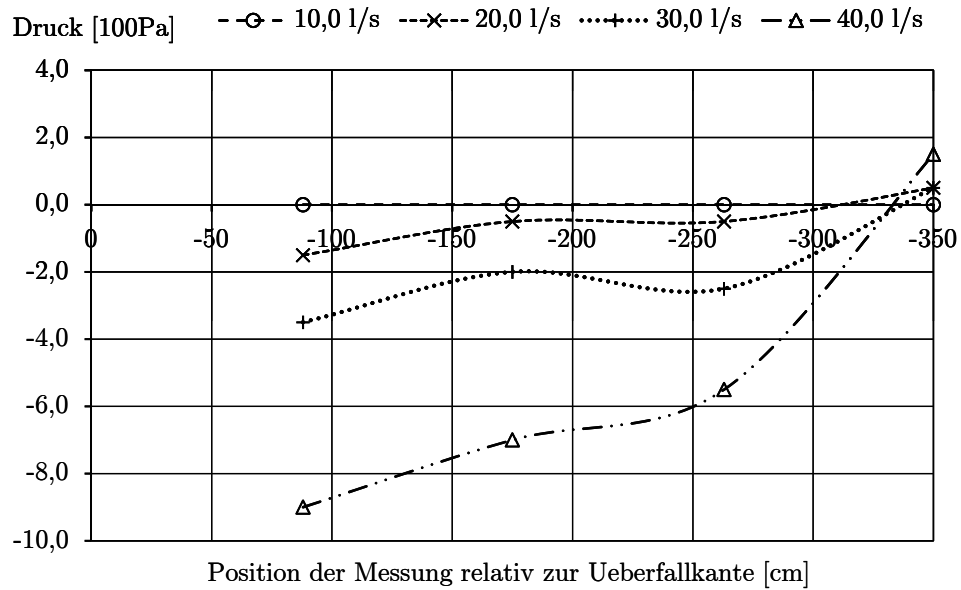


Messdaten Versuch Nr. 47

PE - Rau/DN290mm/Laenge 350cm

Druck

Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]							
	-88	-175	-263	-350				
10,0 l/s	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20,0 l/s	-1,5	-1,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	0,5	0,5
	-1,5	-1,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	0,5	0,5
30,0 l/s	-3,5	-3,5	-2,0	-2,0	-2,5	-2,5	-1,0	0,5
	-3,5	-3,5	-2,0	-2,0	-2,5	-2,5	2,0	0,5
40,0 l/s	-9,0	-9,0	-7,0	-7,0	-5,5	-5,5	-2,0	1,5
	-9,0	-9,0	-7,0	-7,0	-5,5	-5,5	5,0	1,5

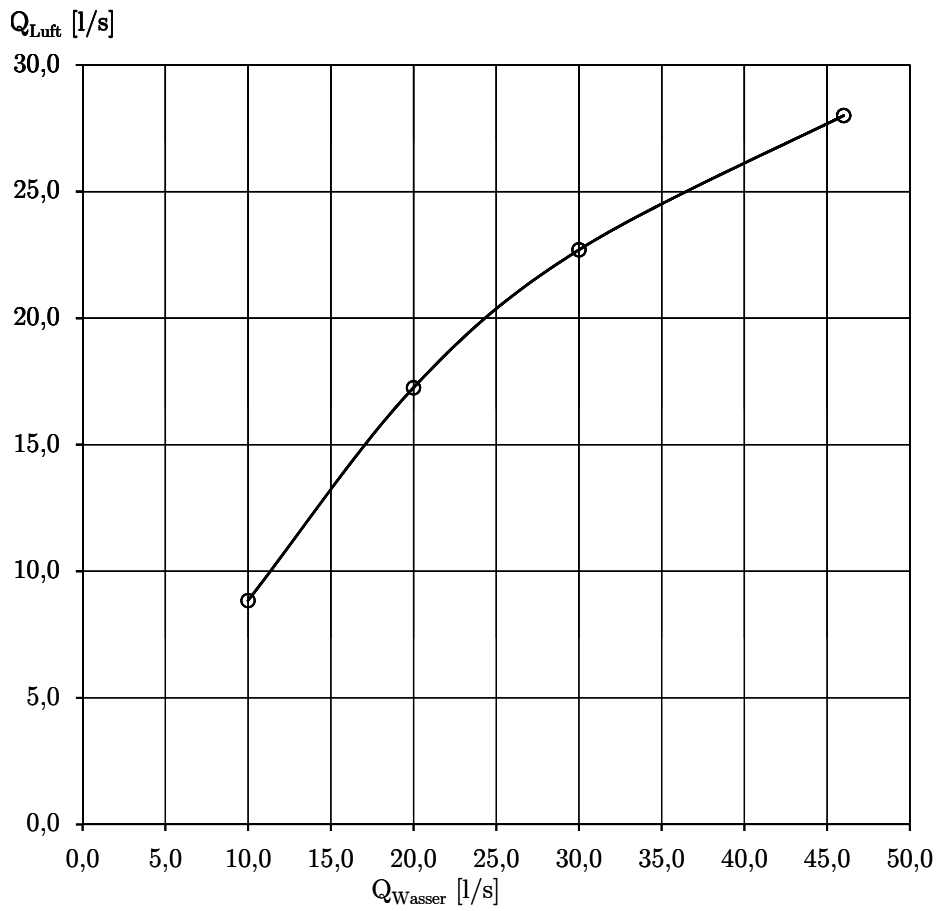


Messdaten Versuch Nr. 48

PE - Rau/DN290mm/Laenge 200cm

Lufteinzug

	Q_W l/s	h_0 cm	v_m m/s	v_{min} m/s	v_{max} m/s	Q_L l/s
1	10,00	3,80	1,85	1,58	2,21	8,84
2	20,00	5,60	3,61	2,96	4,85	17,25
3	30,00	7,20	4,75	3,42	7,20	22,70
4	46,00	9,00	5,86	4,39	7,95	28,00
5						
6						
7						
8						
9						



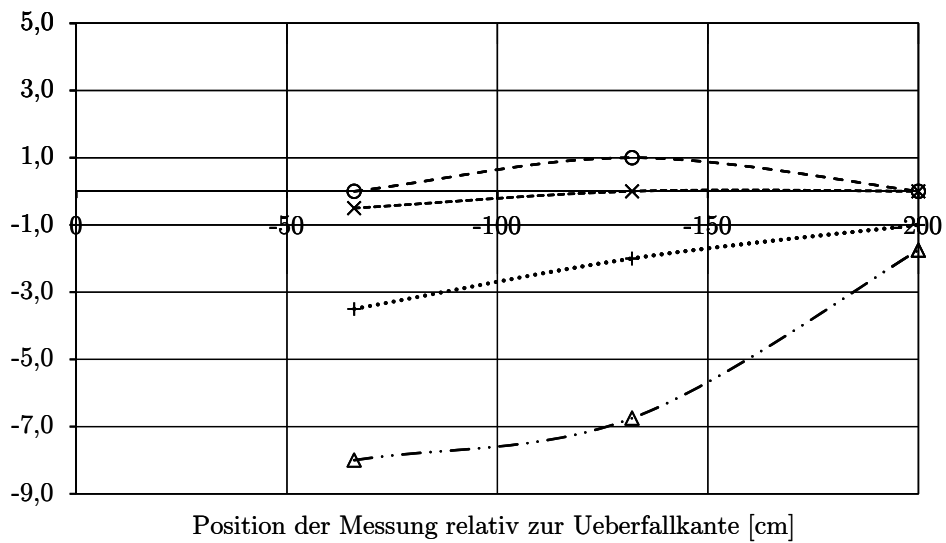
Messdaten Versuch Nr. 48

PE - Rau/DN290mm/Laenge 200cm

Druck

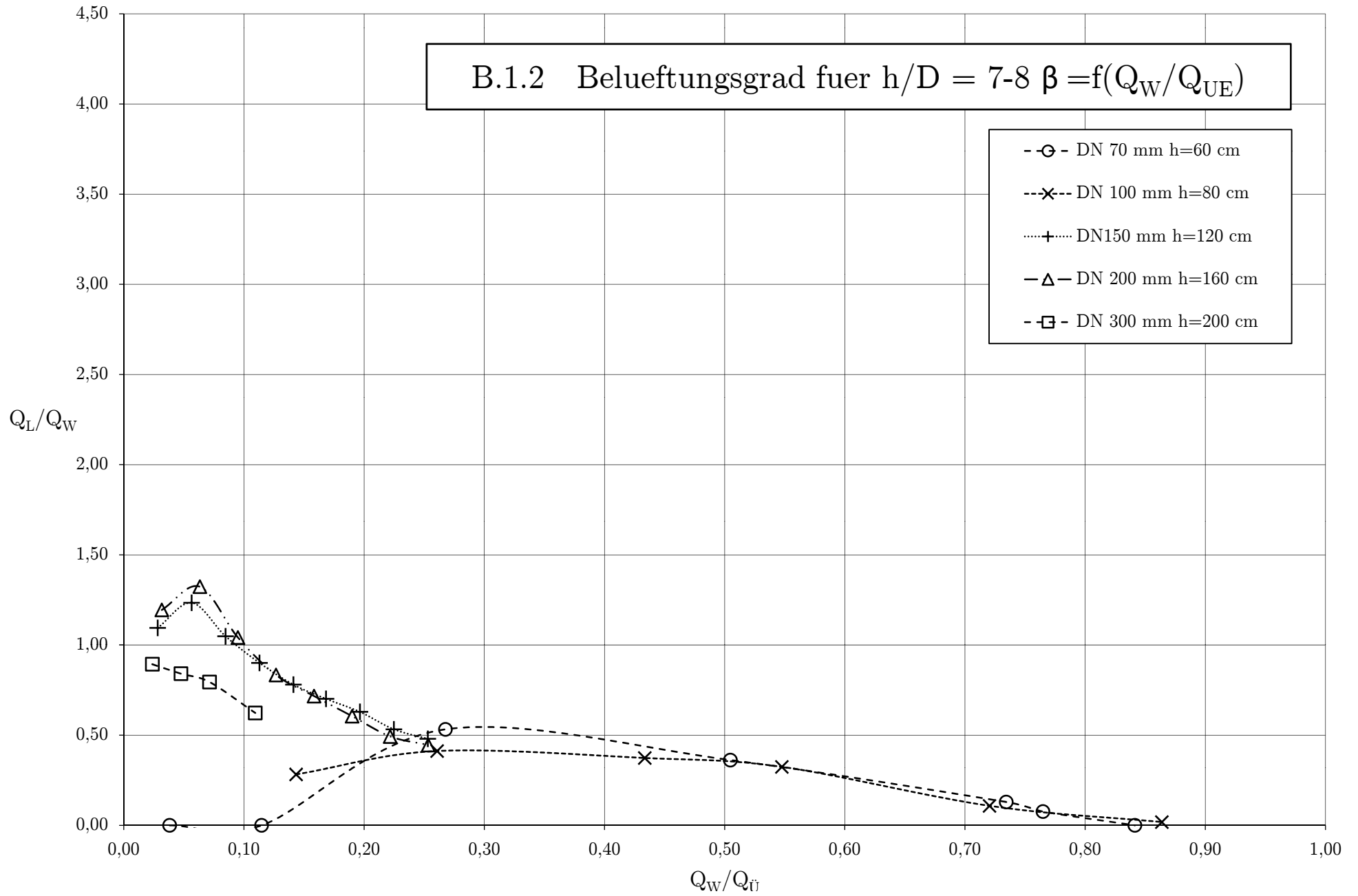
Q _w l/s	Position der Messung relativ zur Ueberfallkante [cm]					
	-66	-132	-200	-266	-332	-400
10,0 l/s	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20,0 l/s	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30,0 l/s	-3,5	-2,0	-2,0	-1,0	-1,0	-1,0
40,0 l/s	-8,0	-7,0	-6,8	-1,5	-1,8	-1,8

Druck [100Pa] -○- 10,0 l/s -x- 20,0 l/s -+ 30,0 l/s -Δ- 40,0 l/s

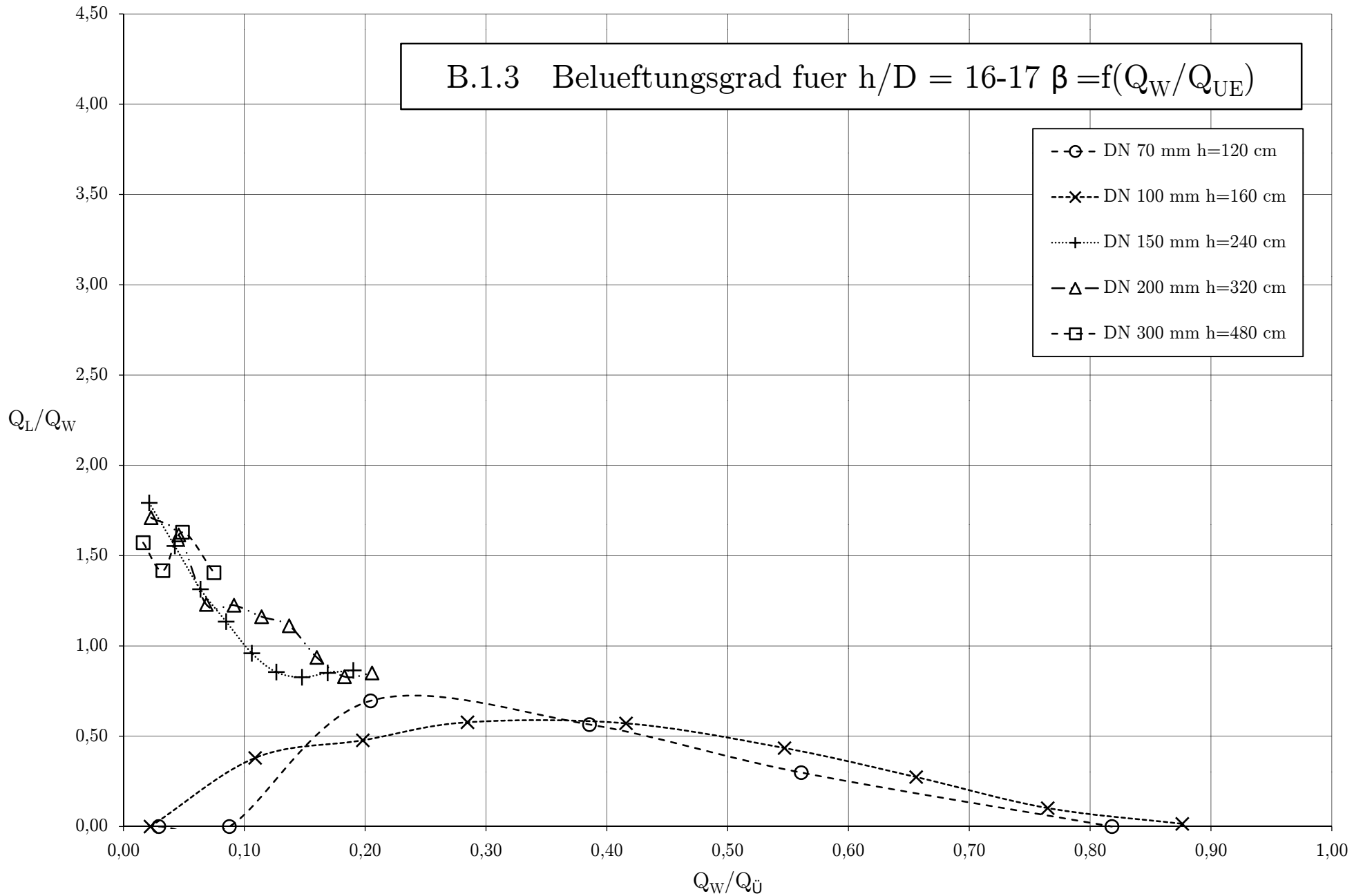


Anhang B.1

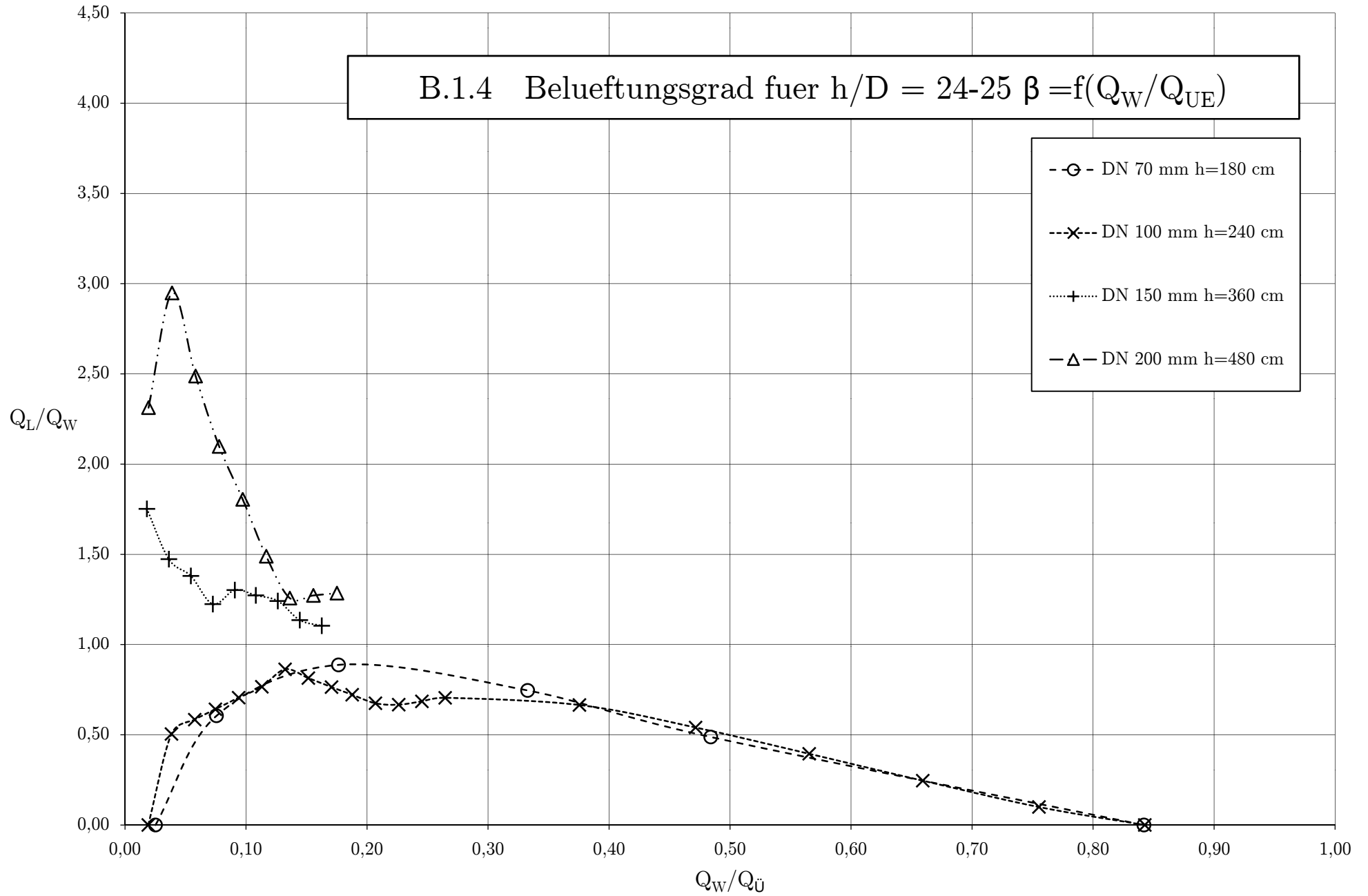
B.1.2 Belueftungsgrad fuer $h/D = 7-8 \beta = f(Q_W/Q_{UE})$



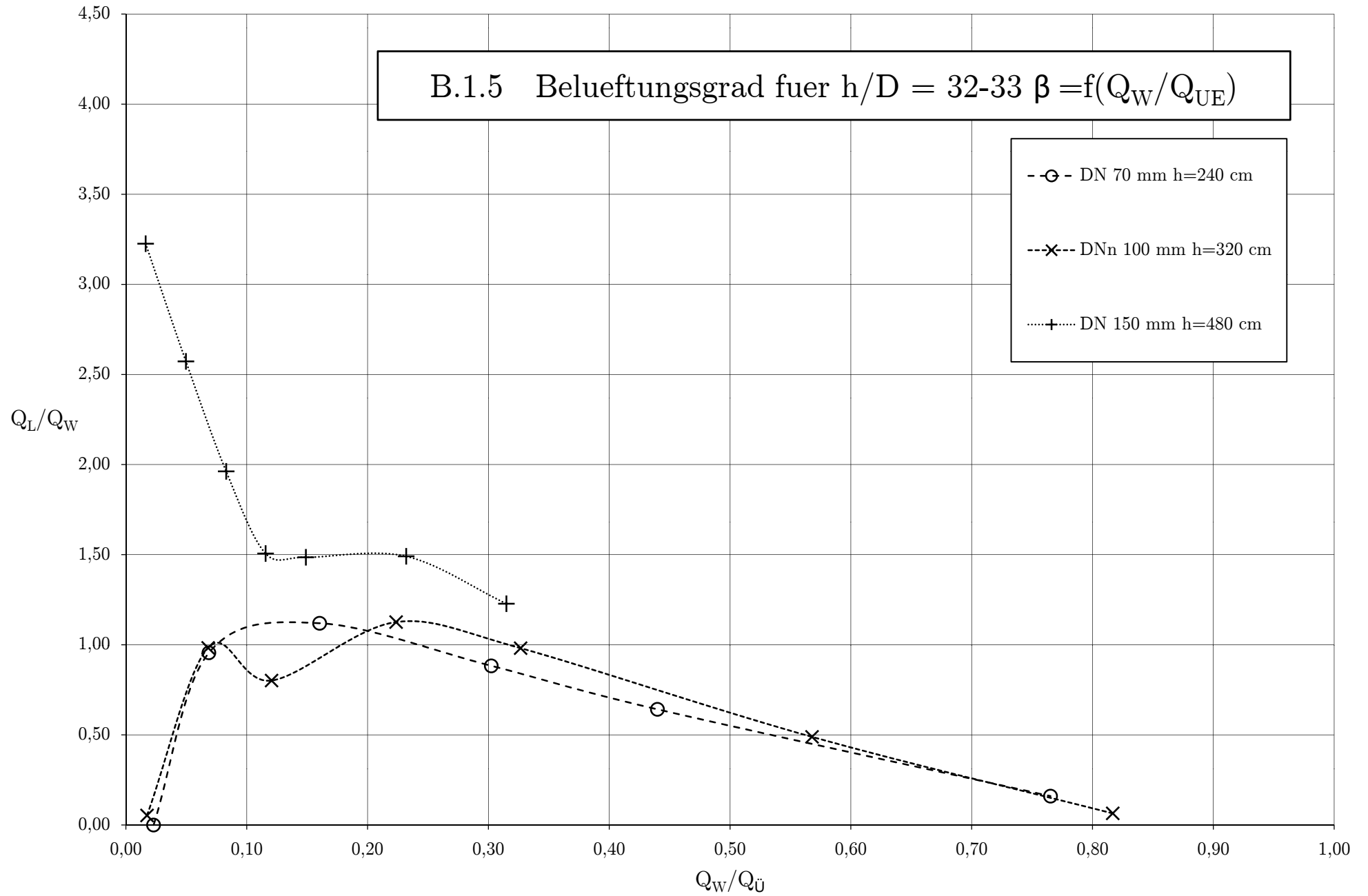
B.1.3 Belueftungsgrad fuer $h/D = 16-17$ $\beta = f(Q_W/Q_{UE})$



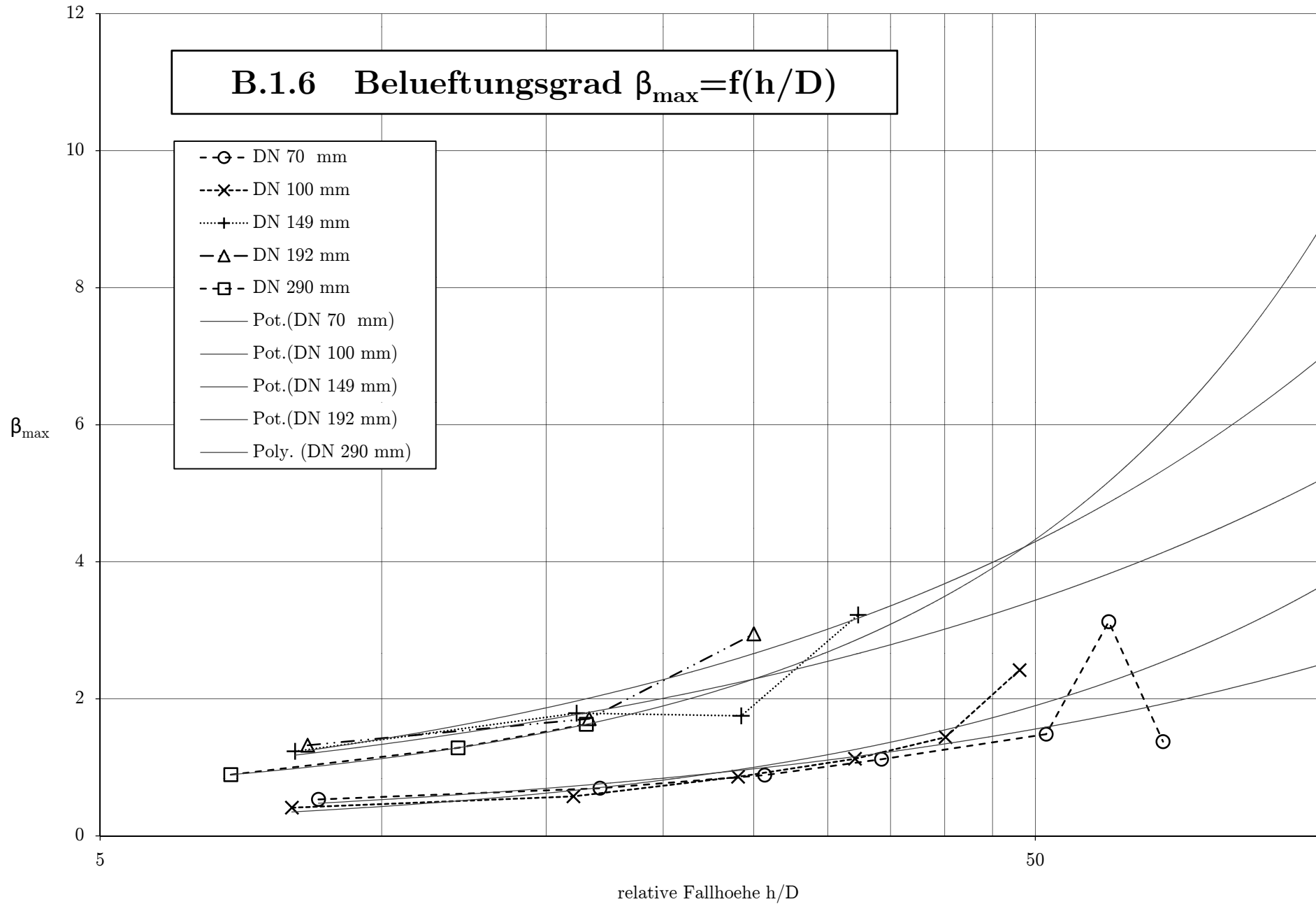
B.1.4 Belueftungsgrad fuer $h/D = 24-25 \beta = f(Q_W/Q_{UE})$

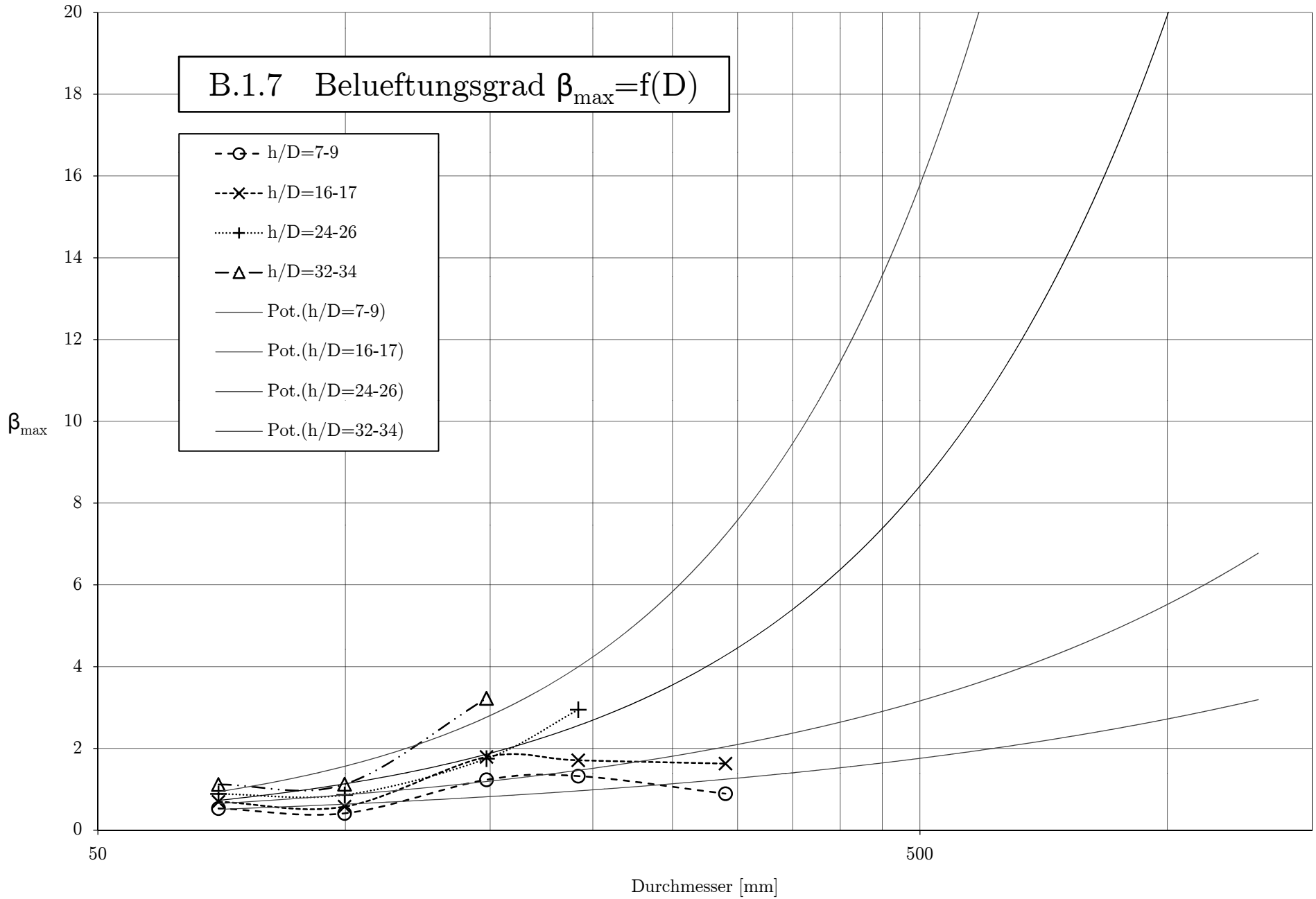


B.1.5 Belueftungsgrad fuer $h/D = 32-33 \beta = f(Q_W/Q_{UE})$

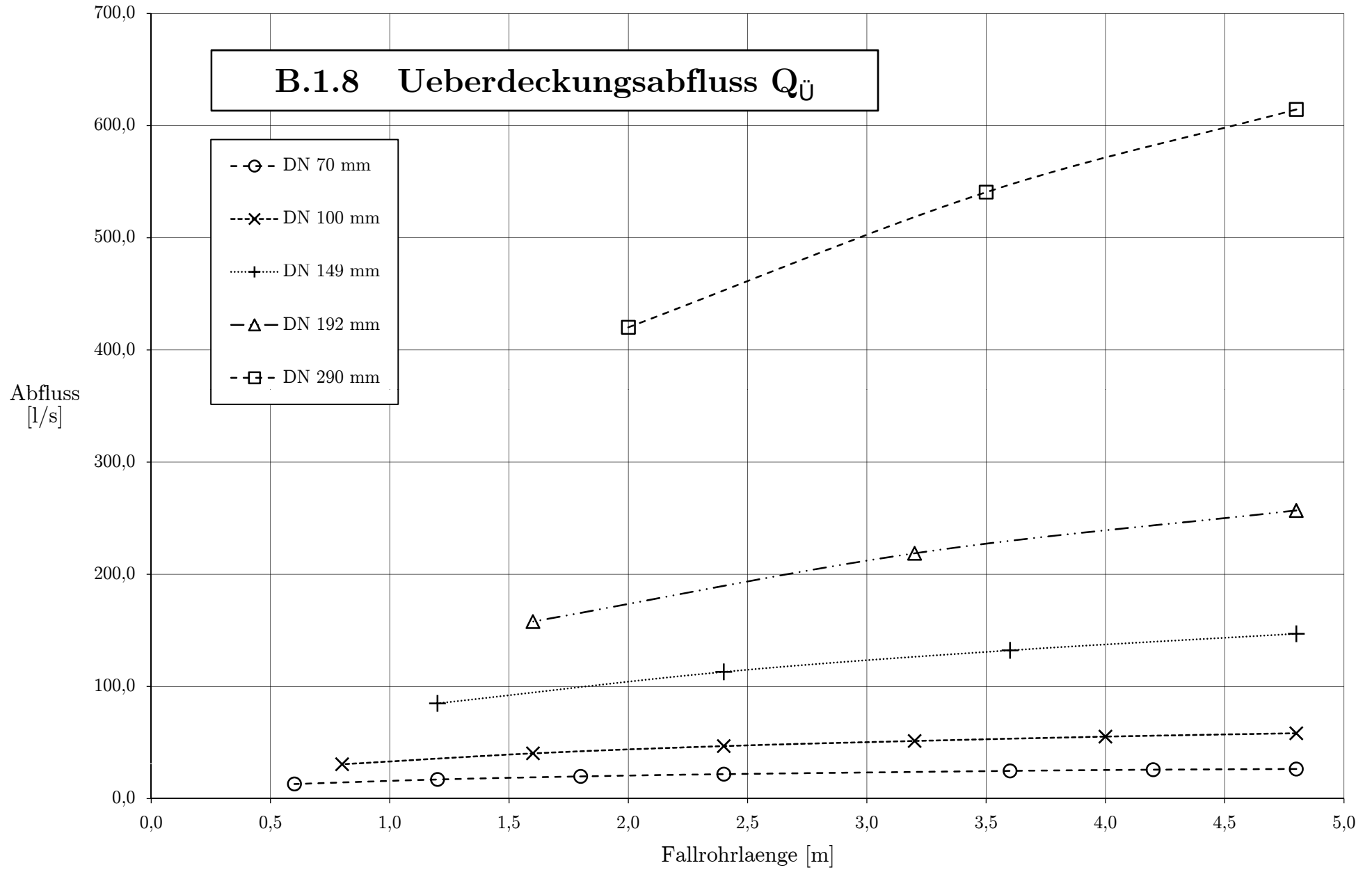


B.1.6 Belueftungsgrad $\beta_{\max} = f(h/D)$



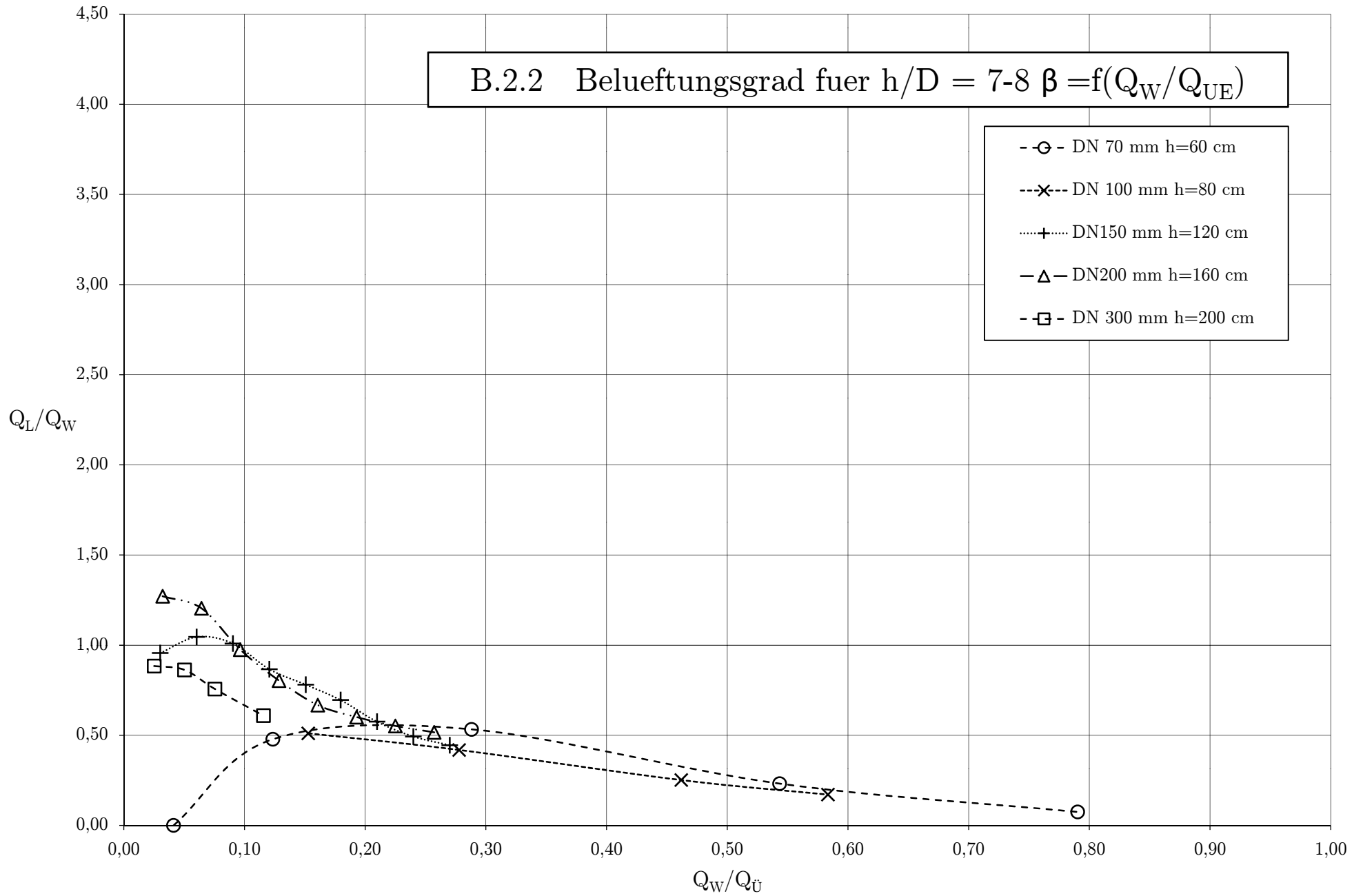


B.1.8 Ueberdeckungsabfluss $Q_{Ü}$

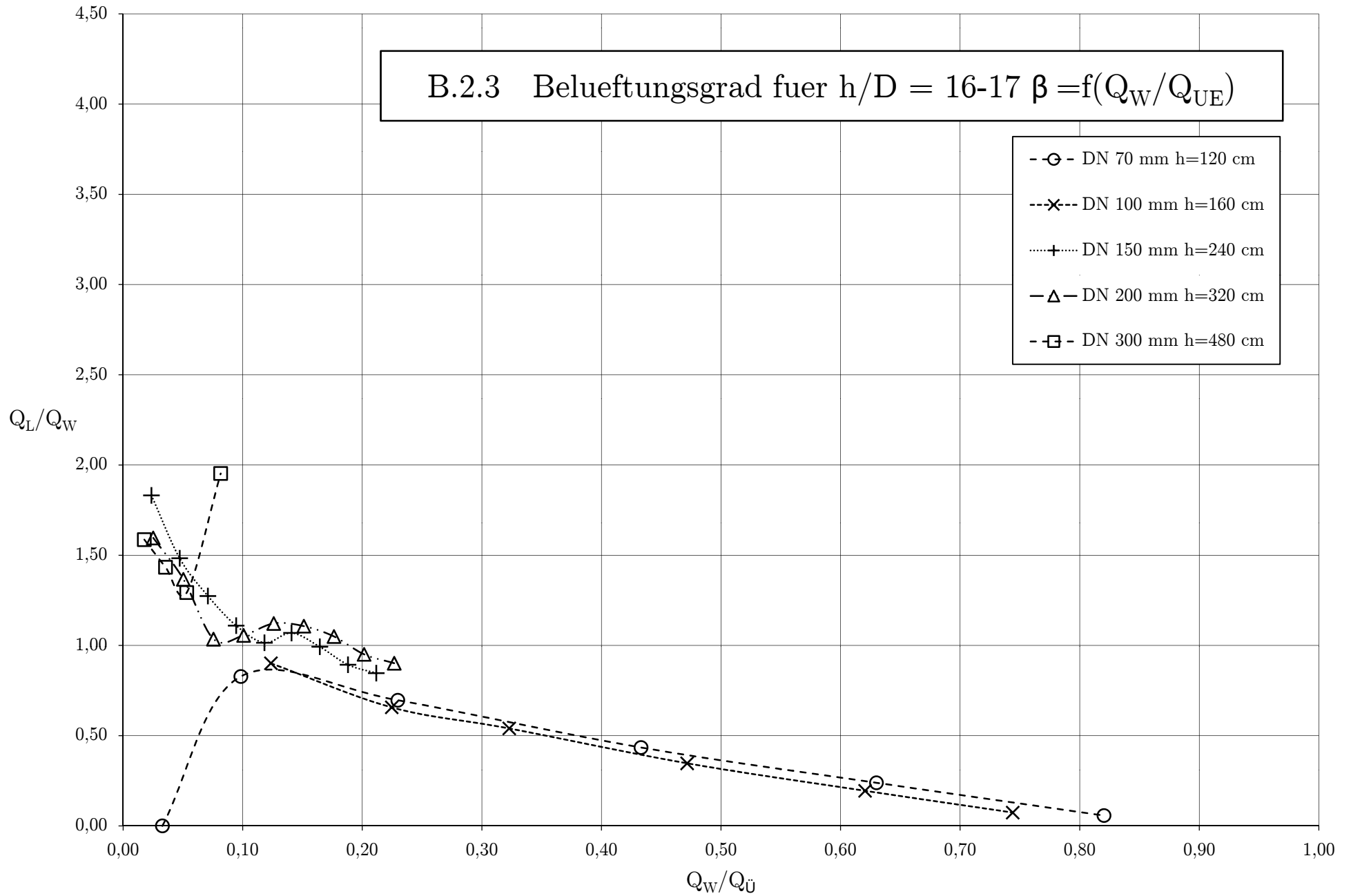


Anhang B.2

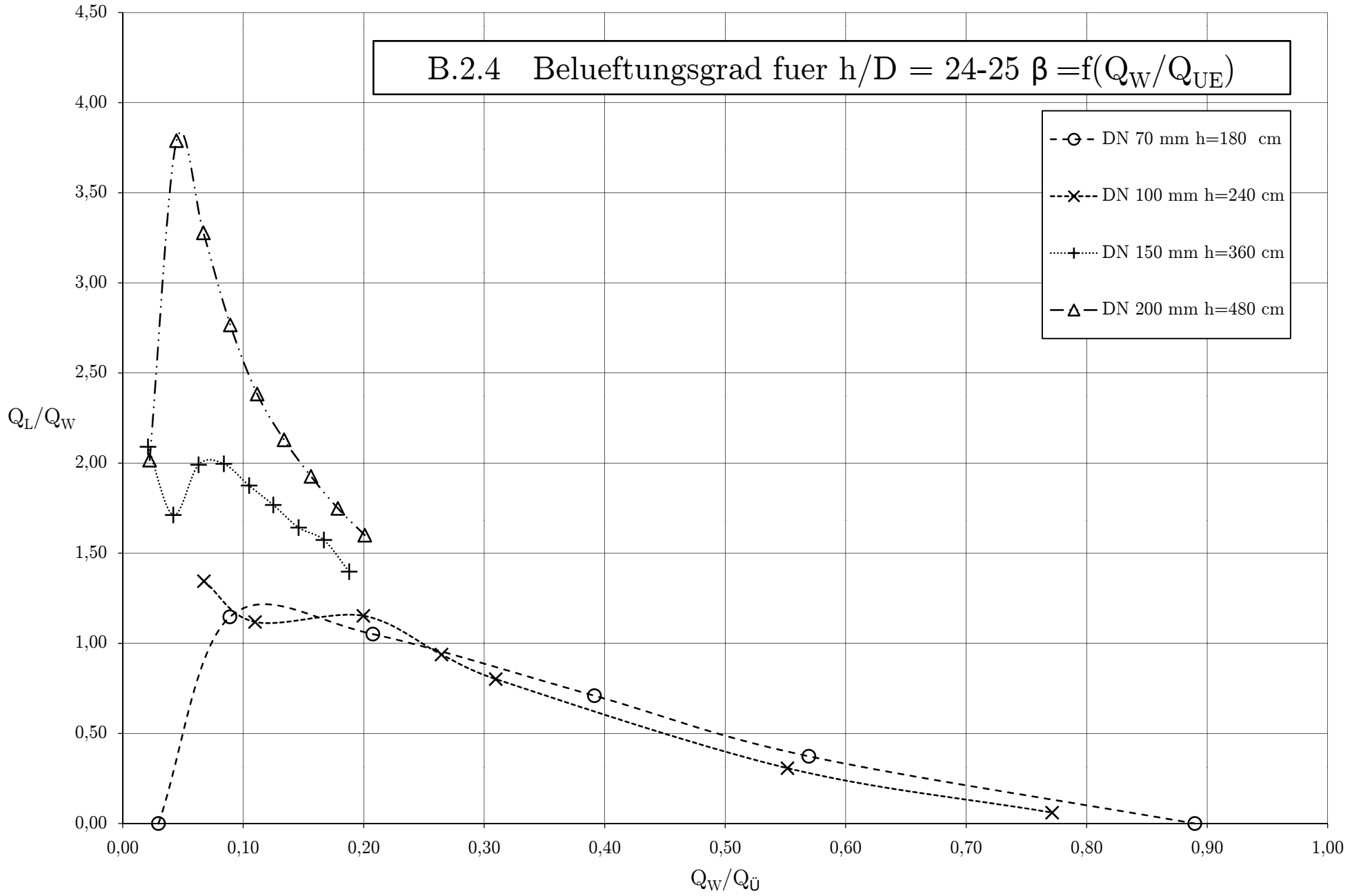
B.2.2 Belueftungsgrad fuer $h/D = 7-8$ $\beta = f(Q_W/Q_{UE})$



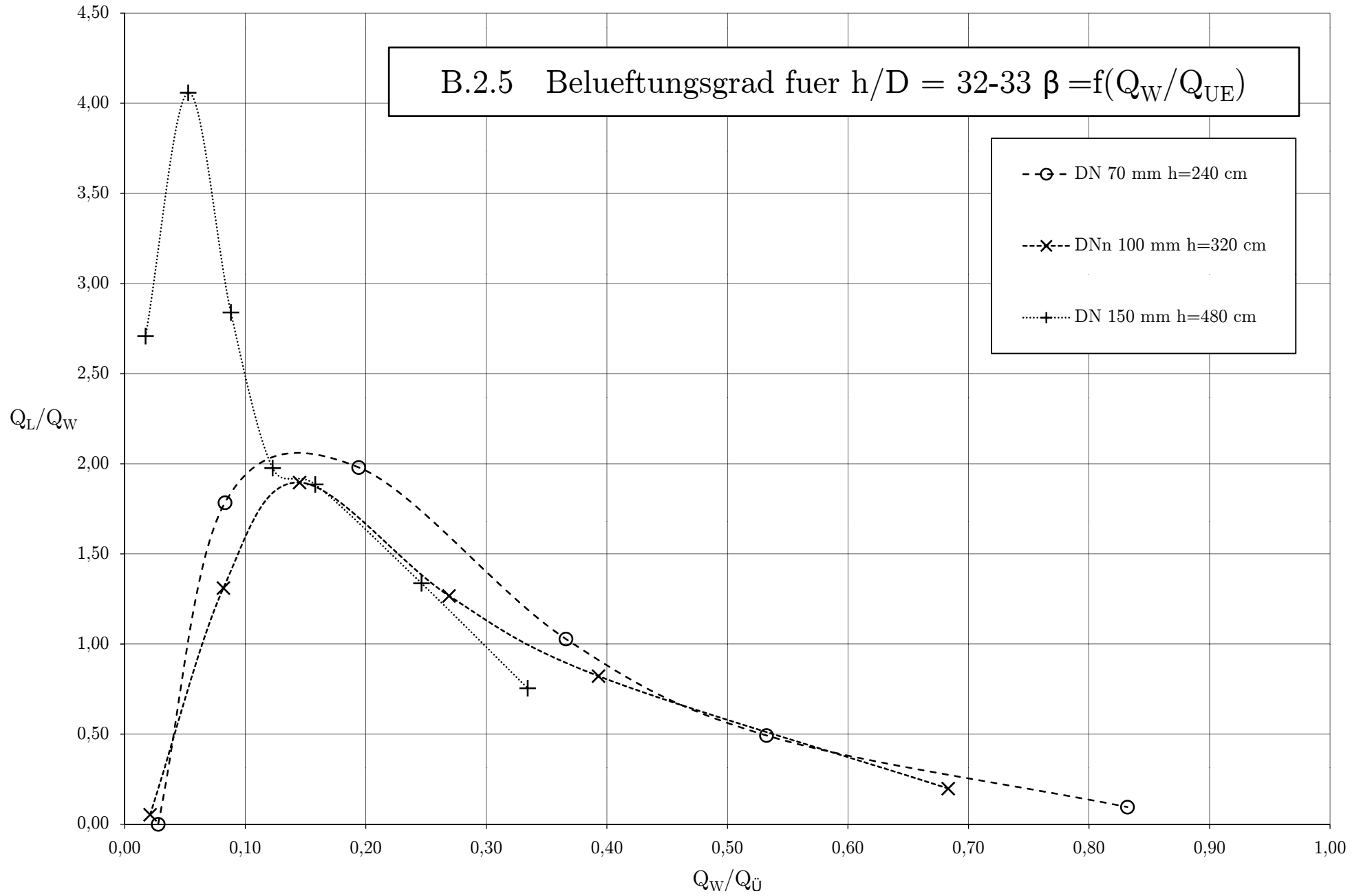
B.2.3 Belueftungsgrad fuer $h/D = 16-17$ $\beta = f(Q_W/Q_{UE})$



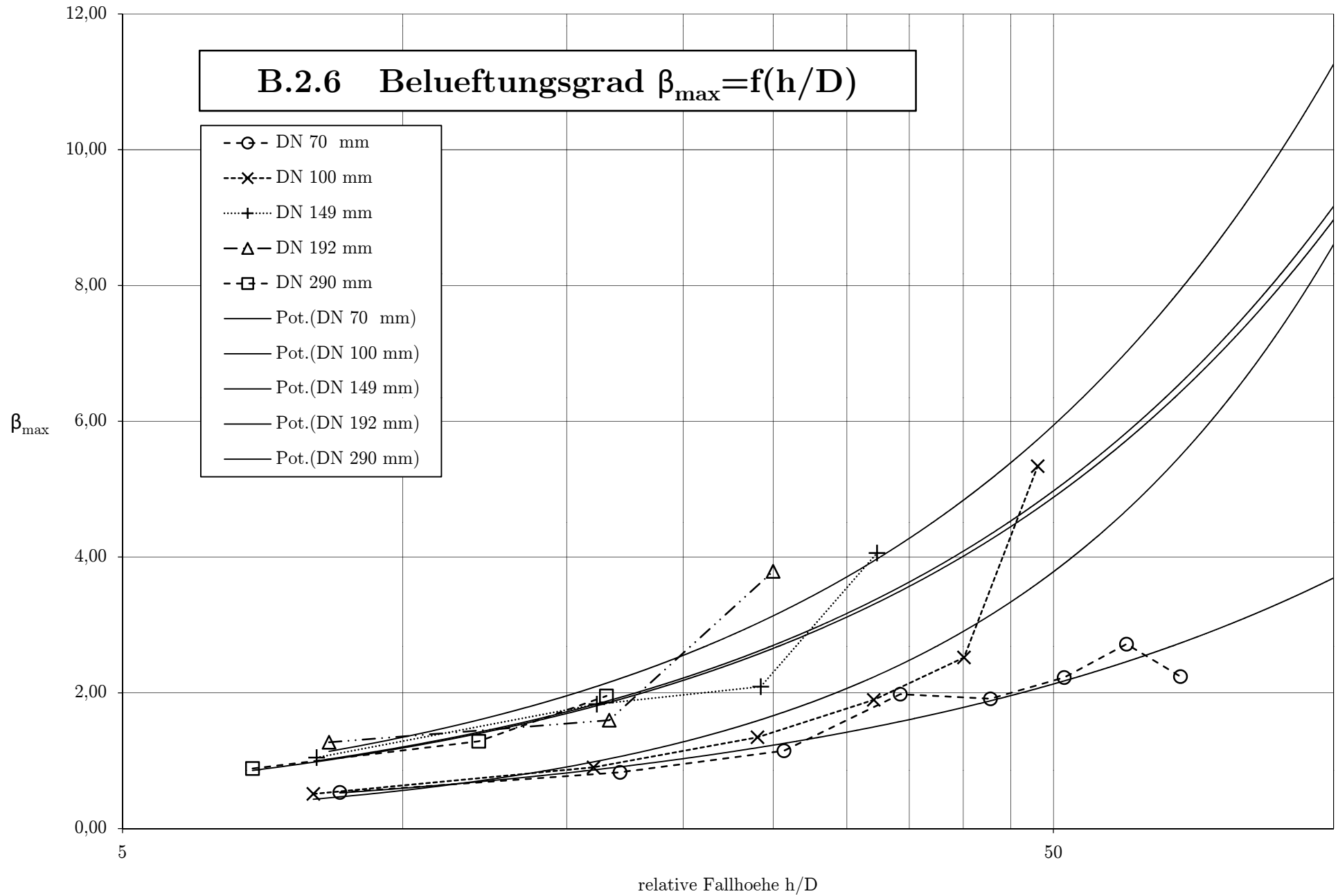
B.2.4 Belueftungsgrad fuer $h/D = 24-25$ $\beta = f(Q_W/Q_{UE})$



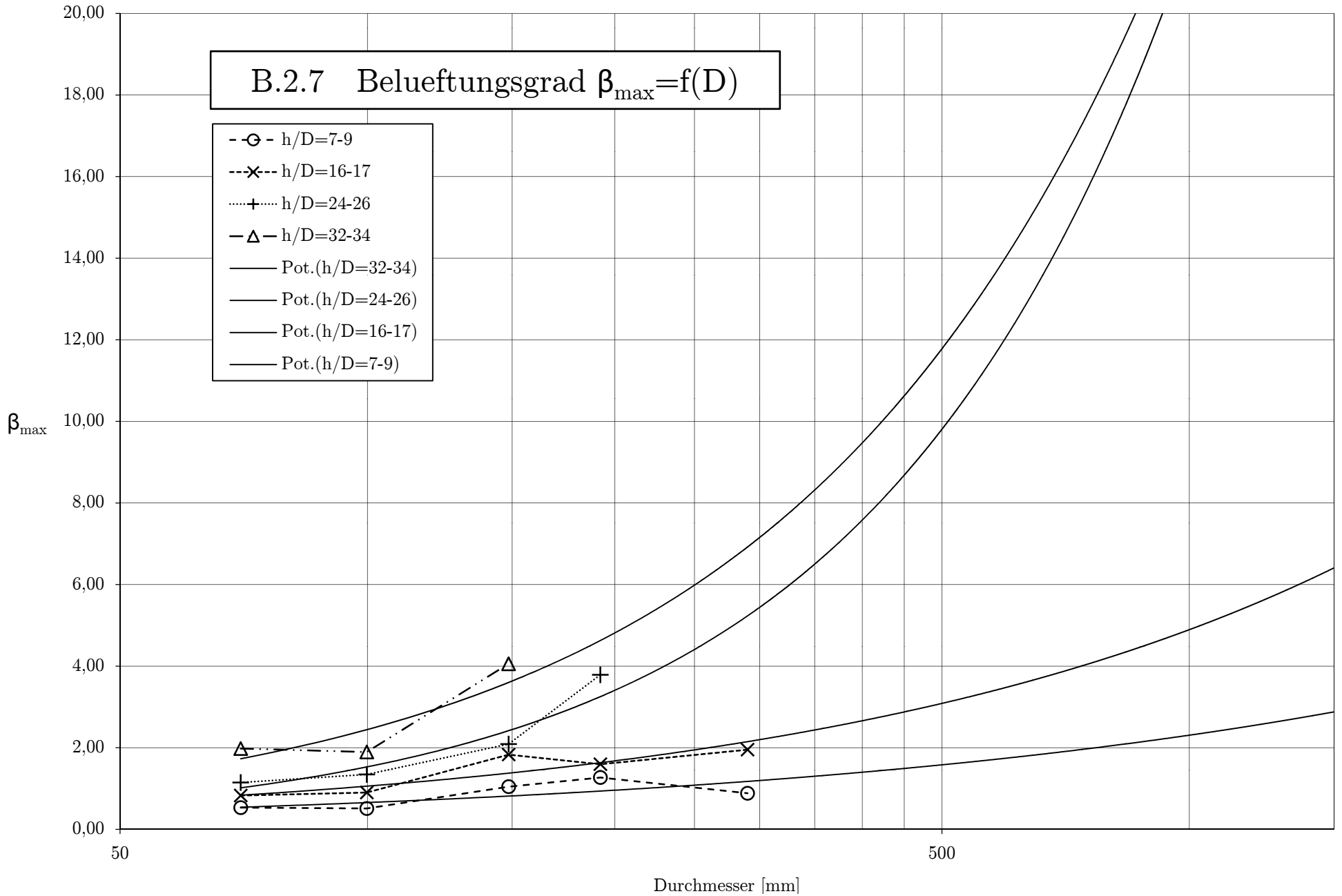
B.2.5 Belueftungsgrad fuer $h/D = 32-33 \beta = f(Q_W/Q_{UE})$



B.2.6 Belueftungsgrad $\beta_{\max} = f(h/D)$



B.2.7 Belueftungsgrad $\beta_{\max}=f(D)$



B.2.8 Ueberdeckungsabfluss $Q_{\ddot{U}}$

