



PROTOKOLL STRÖMUNGSLEHRE

Versuch Rohrwand

Gruppe II (BCUT3)

Teilnehmer:

Carolin Lohmann
Willy Messerschmidt
Marcus Willbrandt
Roman-Luca Zank

Protokollführer:	Carolin Lohmann & Roman-Luca Zank
Datum der Versuchsdurchführung:	16.12.2019
Abgabedatum:	13.01.2020

Merseburg den 8. Januar 2020

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	2
Tabellenverzeichnis	3
1 Aufgabenstellung	4
2 Physikalische Hintergründe	5
3 Durchführung	6
4 Ergebnisse	7
4.1 Versuchsteil 1:	7
5 Diskussion	11
6 Fehlerbetrachtung	12
Literaturverzeichnis	13

Abbildungsverzeichnis

4.1	λ zu Druckverlust	9
4.2	Druckverlust zu Volumenstrom	10

Tabellenverzeichnis

4.1	Druckverluste, Volumenströme und Rohrleitungswiderstände	7
4.2	Druckverluste, Volumenströme und Rohrleitungswiderstände	8
4.3	Druckverluste, Volumenströme und Rohrleitungswiderstände	9
4.4	Druckverluste, Volumenströme und Rohrleitungswiderstände	10
6.1	Abweichungen für Fehlerrechnung	12

1 Aufgabenstellung

Im folgenden Versuch wird das Strömungsverhalten variierender Wasservolumenströme durch unterschiedliche Rohrleitungen und Rohrleitungseinbauten untersucht. Dabei ist vor allem die nicht-lineare Abhängigkeit des Druckverlustes in der Rohrleitung und der Geschwindigkeit des Fluides darzustellen. Die sich daraus ergebenden Rohrreibungskoeffizienten λ sind in Abhängigkeit von der Reynoldszahl Re zu bestimmen, ebenso wie der Einfluss von Messfehlern auf die Ergebnisse.

2 Physikalische Hintergründe

Als physikalische Hintergründe sind die folgenden Gleichungen dargestellt. Diese beschränken sich im Wesentlichen auf die BERNOULLI-Gleichung mit deren Ableitungen, die REYNOLDSzahl, sowie dem K_V -Wert.

BERNOULLI-Gleichung:

$$p_1 + z_1 \cdot g \cdot \rho + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (v_1)^2 = p_2 + z_2 \cdot g \cdot \rho + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (v_2)^2 \quad (2.1)$$

BERNOULLI-Gleichung mit Druckverlust Δp_v :

$$p_1 + z_1 \cdot g \cdot \rho + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (v_1)^2 = p_2 + z_2 \cdot g \cdot \rho + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (v_2)^2 + \Delta p_v \quad (2.2)$$

Vereinfachung mit $p_{\text{geodätisch}} = \text{const.}$ und $p_{\text{dynamisch}} = \text{const.}$:

$$p_1 = p_2 + \Delta p_v \quad (2.3)$$

Kontinuitätsgleichung:

$$\dot{V} = v \cdot A \quad (2.4)$$

$$\dot{V}_1 = \dot{V}_2 \quad (2.5)$$

$$v_1 \cdot A_1 = v_2 \cdot A_2 \quad (2.6)$$

Druckverluste:

$$\Delta p_v = \left(\lambda \cdot \frac{l}{d} + \sum \zeta_i \right) \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \quad (2.7)$$

REYNOLDSzahl:

$$Re = \frac{v \cdot d \cdot \rho}{\eta} = \frac{v \cdot d}{\nu} \quad (2.8)$$

K_V -Wert:

$$K_V = \sqrt{\frac{1 \text{ bar}}{\Delta p} \cdot \frac{\rho}{\rho_0}} \quad (2.9)$$

3 Durchführung

Die Versuchsanlage besteht aus mehreren, einzeln absperrbaren Rohrleitungen unterschiedlicher Durchmesser und teils mit Einbauten. Für den Versuch werden je drei Rohrleitungen – eine angeraute Leitung und zwei hydraulisch glatte Leitungen unterschiedlicher Nenndurchmesser – ohne Einbauten sowie je eine Rohrleitung mit eingebautem Schrägsitzventil und einem Muffenschieber untersucht.

Für die rauen und hydraulisch glatten Rohrleitungen werden dazu für je fünf unterschiedliche Wasservolumenströme die Druckverluste in jeder einzelnen Rohrleitung über die Manometer am Ein- und Auslauf ermittelt. Vorher ist das System zu entlüften. Mittels der Druckverluste und der Strömungsgeschwindigkeiten berechnet sich schließlich für jede Rohrleitung eine entsprechende Rohrreibungszahl λ .

Die Rohrleitungen mit Einbauten werden auf die Druckverlustbeiwerte ζ untersucht, die durch die jeweiligen eingebauten Armaturen auftreten. Dazu werden die Druckverluste bei einem konstanten Wasservolumenstrom bestimmt, während die Öffnungsweite des Ventils bzw. des Muffenschiebers verändert wird. Die sich daraus ergebende Ventilkennlinie ist als ζ über den Öffnungswinkel und als kv-Wert über den Ventilhub aufzutragen.

Für die Rohrreibungszahl λ ist zusätzlich eine Fehlerrechnung durchzuführen, da anzunehmen ist, dass die Messwerte des Versuchs mit Fehlern behaftet sind.

Neben der Versuchsanlage mit den Messinstrumenten für Druck und Volumenstrom wurde weiterhin eine Stoppuhr genutzt.

4 Ergebnisse

4.1 Versuchsteil 1:

Tabellen aufsteigend sortiert nach Druckverlustwerten

Tab. 4.1: Druckverluste, Volumenströme und Rohrleitungswiderstände

Messpunkt	Volumen	Zeit	Druck 1	Druck 2
raues Rohr				
1	0,01	37,6	0,07	0,01
2	0,01	25,2	0,18	0,04
3	0,01	18,4	0,35	0,10
4	0,01	16,8	0,45	0,14
5	0,01	14,9	0,56	0,17
glattes Rohr				
1	0,01	17,1	0,28	0,05
2	0,01	15,0	0,36	0,06
(3)	(0,01)	(12,3)	(0,44)	(0,10)
4	0,01	13,5	0,43	0,07
5	0,01	12,6	0,49	0,09
glattes, dickes Rohr				
1	0,01	10,6	0,11	0,04
2	0,01	9,1	0,15	0,07
3	0,01	7,9	0,23	0,10
4	0,01	7,3	0,26	0,12
5	0,01	6,5	0,33	0,16

Tab. 4.2: Druckverluste, Volumenströme und Rohrleitungswiderstände

Messpunkt	Volumenstrom	mittlere Geschwindigkeit	Druckverlust
raues Rohr			
1	958	1,83	0,06
2	1430	2,73	0,14
3	1962	3,75	0,25
4	2139	4,09	0,32
5	2413	4,61	0,39
glattes Rohr			
1	2111	4,04	0,23
2	2406	4,60	0,30
(3)	(2922)	(5,59)	(0,34)
4	2667	5,10	0,36
5	2866	5,48	0,40
glattes, dickes Rohr			
1	3403	2,49	0,07
2	3978	2,91	0,08
3	4557	3,33	0,13
4	4932	3,60	0,14
5	5513	4,03	0,17

Tab. 4.3: Druckverluste, Volumenströme und Rohrleitungswiderstände

Messpunkt	Temperatur	Dichte	kine. Viskosität [10^{-7}]	Reynoldszahl
raues Rohr				
1	26,5	996,7	8,66	28766
2	26,8	996,6	8,61	43206
3	27,3	996,5	8,51	59940
4	27,5	996,4	8,47	65639
5	26,3	996,7	8,70	72117
glattes Rohr				
1	26,3	996,7	8,70	63108
2	26,1	996,8	8,74	71606
(3)	(25,4)	(997,0)	(8,88)	(85602)
4	25,9	996,9	8,78	78998
5	25,6	996,9	8,84	84344
glattes, dickes Rohr				
1	27,3	996,5	8,51	64267
2	27,0	996,6	8,57	74640
3	26,9	996,6	8,59	85318
4	26,6	996,7	8,64	91723
5	26,3	996,7	8,70	101862

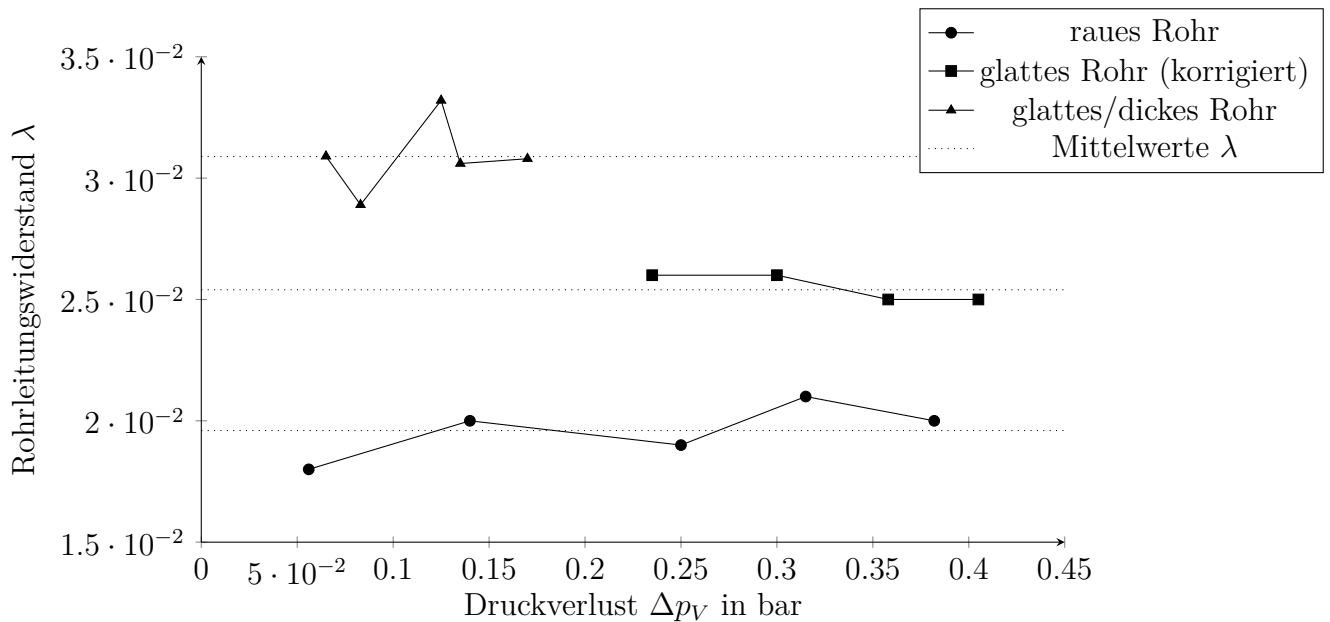


Abb. 4.1: λ zu Druckverlust

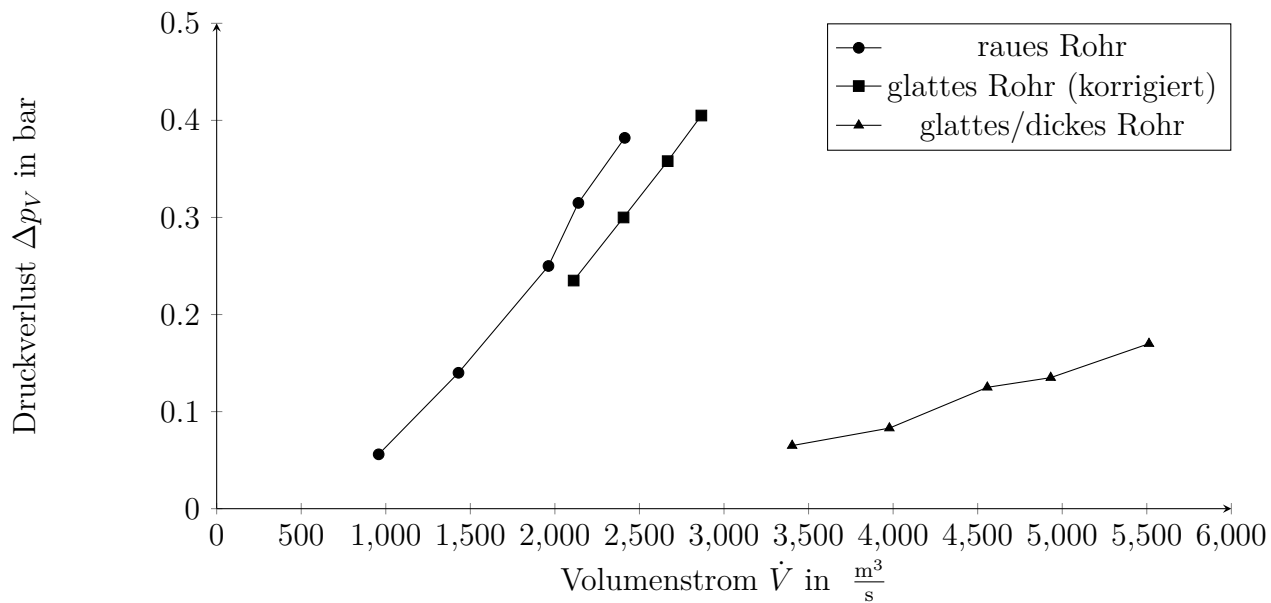


Abb. 4.2: Druckverlust zu Volumenstrom

Tab. 4.4: Druckverluste, Volumenströme und Rohrleitungswiderstände

Messpunkt	Volumenstrom	Druckverlust	Rohrleitungswiderstand
raues Rohr			
1	958	0,06	0,018
2	1430	0,14	0,020
3	1962	0,25	0,019
4	2139	0,32	0,021
5	2413	0,41	0,020
glattes Rohr			
1	2111	0,24	0,026
2	2406	0,30	0,026
(3)	(2922)	(0,34)	(0,020)
4	2667	0,36	0,025
5	2866	0,41	0,025
glattes, dickes Rohr			
1	3403	0,07	0,031
2	3978	0,08	0,029
3	4557	0,13	0,033
4	4932	0,14	0,031
5	5513	0,17	0,031

Glatte Rohre müssten weniger Rohrleitungswiderstand haben, da sich aber Dichte des Wasser verringert steigt somit laut Gleichung der Rohrleitungswiderstand

5 Diskussion

6 Fehlerbetrachtung

Tab. 6.1: Abweichungen für Fehlerrechnung

Messgröße	Abweichung
Volumenstrom	$\pm 2,5\%$
Temperatur	$\pm 0,5\text{ K}$
Druckmessungen	$\pm 2\text{ mmWS}$

Literaturverzeichnis