

# PROTOKOLL - LABOR Strömungsmaschinen

W. Bachler // Klasse: 4 AKMID // am: 07.,28. März 2017// Betreuer: DI J.Ehrbar

Seite:1/15

## 1) EINFÜHRUNG

Besprechung und Erklärung der Laborordnung und des Aufbaues eines Laborprotokolles

## 2) AUFGABENSTELLUNG

Beim im Labor vorhandenen Rohrleitungsprüfstand sind bei den eingebauten Komponenten die hydraulischen Widerstände  $\lambda$  ( Rohrleitungen) und  $\xi$  ( Ventile und Diffusor) mittels  $\Delta p$  Messungen zu ermitteln und aus den Formeln

$$\Delta p = \lambda \cdot l/d \cdot \rho/2 \cdot c^2 \quad \text{daraus} \quad \lambda = 2 \cdot \Delta p \cdot d / l \cdot \rho \cdot c^2$$

$$\Delta p = \xi \cdot \rho/2 \cdot c^2 \quad \text{daraus} \quad \xi = 2 \cdot \Delta p \cdot l / \rho \cdot c^2$$

zu errechnen.

$\xi$ : Druckverlustbeiwert bei Ventilen (dimensionslos)

$\lambda$ : Rohrreibungszahl (dimensionslos)

$\rho$ : Dichte des Mediums (SI-Einheit:  $\text{kg/m}^3$ )

$c$ : Strömungsgeschwindigkeit  $c = \text{Volumenstrom } V / \text{Querschnittsfläche der Leitung } c = V/A$

$d$ : Leitungsdurchmesser

$l$ : Länge der Leitung

$\Delta p$ : Differenzdruck von Eingang zu Ausgang (Messstelle)

**Die Geschwindigkeit  $c$**  des Mediums ( $\text{H}_2\text{O}$ ) wird aus Messungen des Volumenstroms und des vorhandenen LeitungsQuerschnittes ( Rohr ) errechnet.

Der hydraulische Gesamtwiderstand des Prüfstandes ist aufgrund der möglichen unterschiedlichen Öffnungen der Ventile nicht zu errechnen.

Bild :Prüfstand komplett und Verlaufsplan mit Positionen der Einbaukomponenten (SKIZZE), zusätzlich sind die Messstellen eingezeichnet.

**Rohrleitungsprüfstand**

**Aufgabenstellung**

Ermittlung der Widerstandsbeiwerte verschiedener Einbauten (Schieber, Krümmer, Ventile etc.)

**Nenndaten der Pumpe**

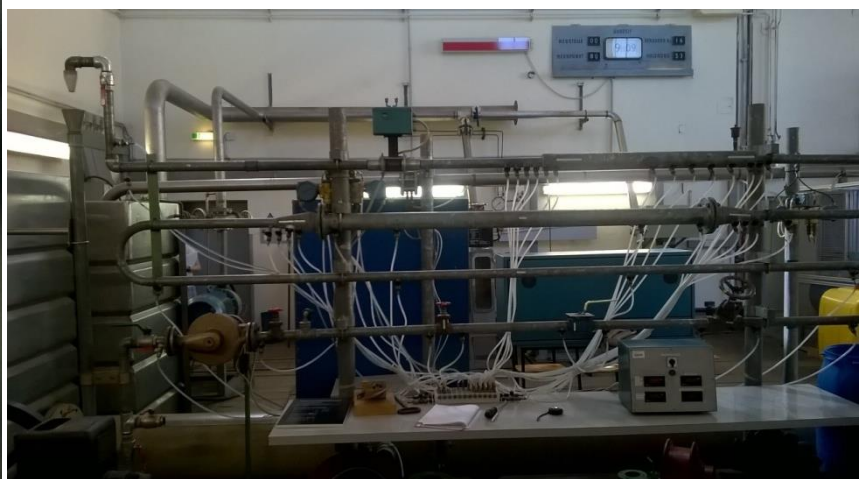
Förderhöhe	H	= 13,2 m
Volumenstrom	V	= 7 m <sup>3</sup> /h
Drehzahl	n	= 1380 min <sup>-1</sup>
Motorleistung	P <sub>Mot</sub>	= 0,8 kW

**gemessene Werte**

Druckdifferenzen	$\Delta p$
Volumenstrom	V

**errechnete Werte**

Fließgeschwindigkeit	c
Widerstandsbeiwerte	$\xi$



3) VERSUCHSAUFBAU

Einbaukomponenten (SKIZZE)

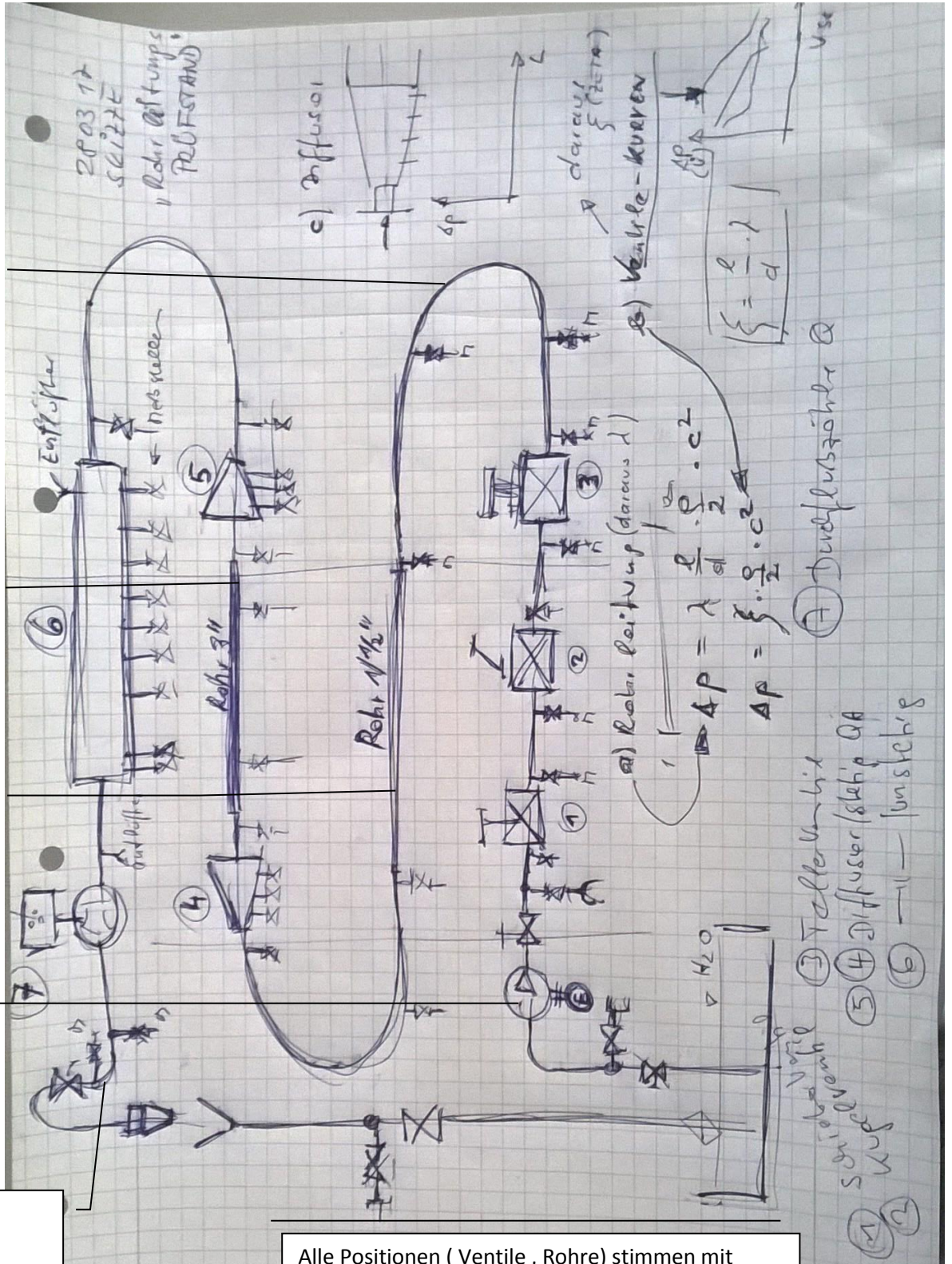
Rohrbogen  
180Grd  
Pos.8

Rohr 3"  
Pos.11

Rohr 1 1/2"  
Pos 9, 10

Pumpe

Knie  
Pos.12



Alle Positionen ( Ventile , Rohre ) stimmen mit  
Angaben im Protokoll überein!

Nach Einschalten der Pumpe ( Hauptschaltschrank entsperren , bei Prüfstand Pult – Pumpe einschalten) wurde Prüfstand in Betrieb genommen und die Messungen an den Positionen durchgeführt.

EINZELKOMPONENTEN laut Position der Skizze -Bilder



1) Schieberventil G 1,5“



2)Kugelventil



3) Tellerventil



4,5) RohrDiffusor mit un stetiger Querschnittserweiterung

Er verlangsamt die Strömung und erhöht somit den Druck des Mediums. Sie werden benutzt um kinetische Energie in Druckenergie umzuwandeln. Eine Verzögerung der Strömung ist dafür notwendig!



6) Rohr Diffusor mit stetiger Q Veränderung

## Rohrleitungskomponenten



8) Rohrbogen 180 Grad

Gerade Rohre nicht dargestellt:

09) Durchmesser 1 ½“      Länge : 1200 mm

10) Durchmesser 1 ½“      Länge : 2370 mm

11) Durchmesser 3“      Länge : 1425 mm

## 4) VERSUCHSPARAMETER

Medium: Wasser , Umgebung T = Raumtemperatur ca. 20 Grd C

Pumpe:  $V = 7/m^3/h$  ( 117l/min) , Förderhöhe H = 13,2 m (1,3 bar)

Pumpen Antrieb: E- Motor P= 0,8 KW , n = 1380 1/min

Im Versuch wird über die Einstellung ( z.b.Handrad Öffnung ) der Ventile ( **1, 2 u 3**) das  $\Delta p$  und die Durchflussmenge ermittelt.

Bei den **4,5,6**) Diffusoren wird der DurchflussQuerschnitt stetig erweitert und bei 3 Messpunkten der momentane Wasserdruck ermittelt.

Differenzdruckmessung bei **E) und F)**(Rohrbogen und Rohr)



Verteiler der Messschläuche  
von  $\Delta p$  zu Messgerät

Prüfstand mit Messstellen , MessSchläuchen



Messgerät  
P, Q

Verteiler  
Messschlauch

Schlauch  
Messung

Achtung: nach jeden Messvorgang ist der Verteiler mittels Schieberventilen drucklos zu schalten, um die nachfolgenden Messergebnisse nicht zu verfälschen.!

## 4) MESSDATEN der Komponenten

### 1) Schieberventil G 1,5“

Messpunkte	Umdrehungen	Druck pbar	DurchflussVI/min
1	0	0,011	138,5
2	4	0,044	137,2
3	8	0,14	133
4	10	0,307	125
5	12	0,796	95,4
6	16	1,265	0

**2) Kugelventil**

Messpunkte	Grad C	Druck[bar]	Durchfluss[l/min]
1	0	0,001	138,6
2	15	0,002	137
3	30	0,006	132
4	45	0,019	114
5	60	0,04	65,7
6	75	0,05	6,4
7	90	0,05	3,4

**3) Tellerventil**

Anmerkung	U	Druck[bar]	Durchfluss [l/min]
offen	1	0	0,083
	2	0,082	138
	3	0,081	137
	4	0,082	137,9
	5	0,086	137,8
	6	0,115	137,6
	7	0,376	136
	8	1,15	121
	8	1,267	48
	8,25	1,267	1,2
	25	1,267	0,1

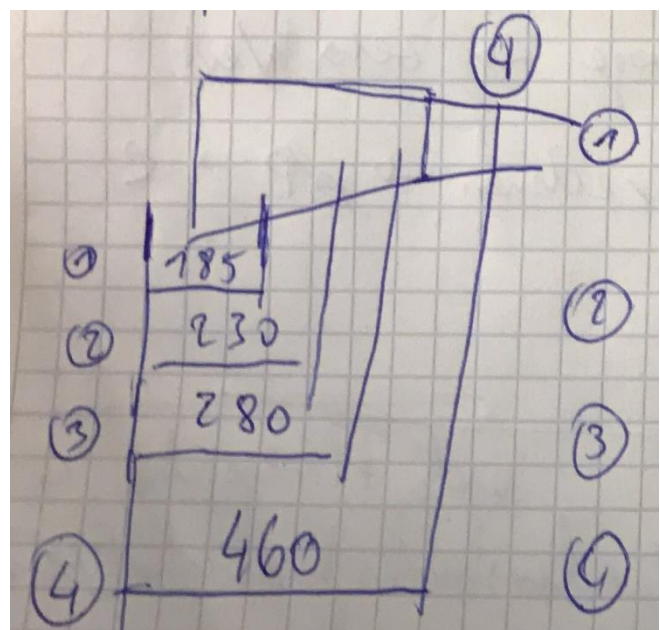
**4) Rohr-Diffusor mit stetiger Querschnittserweiterung (Druck in kilopascal kpa)**

Messpunkte	Länge[mm]	Druck(kpa)// bar	
1	50	0,14 // 0,0014	
2	100	0,22 // 0,0022	
3	150	0,31 // 0,0031	
4	325	0,65 // 0,0065	

**5) Rohr-Diffusor mit stetiger Querschnittserweiterung (Druck in kilopascal kpa)**

**DÜSE**

Messpunkte	Länge[mm]	Druck(kpa)// bar	
1	185	0,08 // 0,0008	
2	230	0,07 // 0,0007	
3	280	0,03 // 0,0003	
4	460	0,05 // 0,0005	Messung nach Düse



**6) Diffusor mit unstetiger Querschnittserweiterung a) Eingang**

Messpunkte	Länge [mm]	Druck (kpa)
1	60	-0,20
2	100	-0,02
3	200	0,33
4	300	0,55
5	400	0,55
6	500	0,59
7	600	0,56

**7) Diffusor (Düse) mit unstetiger Querschnittserweiterung b) Ausgang**

Messpunkte	Länge (mm)	Druck (kpa)
1	50	-0,03
2	100	1,64
3	150	1,77
4	200	1,88
5	250	1,88

**Bei allen Eingangsvolumenströmen bei den Rohren gilt  $V = 138,60 \text{ L/min}$**

**8) Rohrbogen 180 Grad**

$p_{\text{ein}} = 126,7 \text{ kpa}$  (1,267 bar)      $\Delta p = 0,65 \text{ kpa}$  (0,0065 bar)

**9,10) Rohr 1,5" (DN40)**

Länge:  $L_1 = 1200 \text{ mm}$  und  $L_2 = 2370 \text{ mm}$

$\Delta p_{L_1} = 1,03 \text{ kpa}$  (0,0103 bar)      $\Delta p_{L_2} = 2,12 \text{ kpa}$

**11) Rohr 3" (DN80)**

Länge:  $L = 1245 \text{ mm}$

$\Delta p_L = 0,61 \text{ kpa}$  (0,0061 bar)

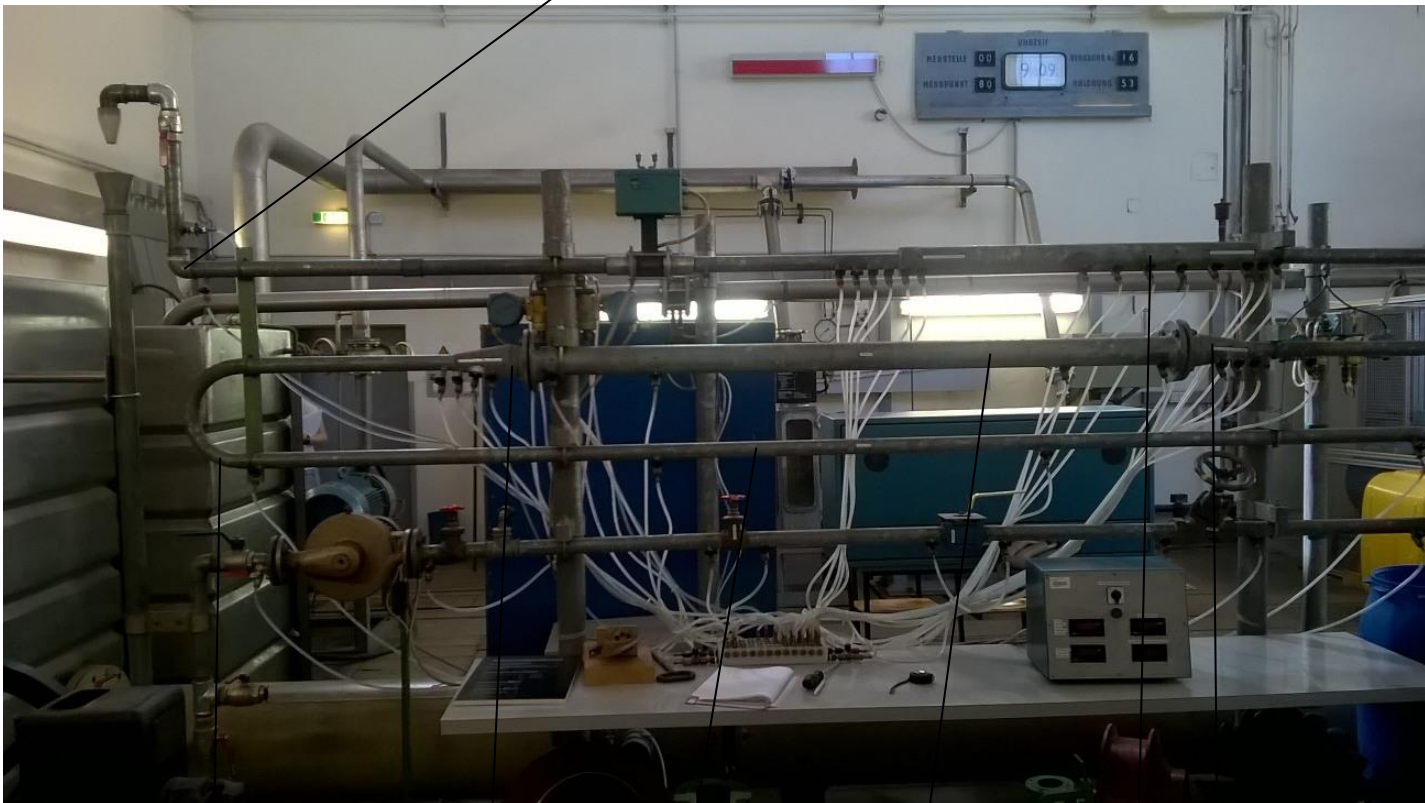
Bei Volumenstrom  $V = 138,60 \text{ L/min}$

**12) Rohrknief 90 Grd**      $\Delta p = 1,48 \text{ kpa}$



Übersicht Rohre

Knie 90 Grd  
12)



Rohrbogen  
8)

Diffusor 4)

Rohr 1 1/2"  
9,10)

Rohr 3" 11)

Diffusor  
unstetig 6)

Diffusor  
Düse 5)

Daten zu Rohre

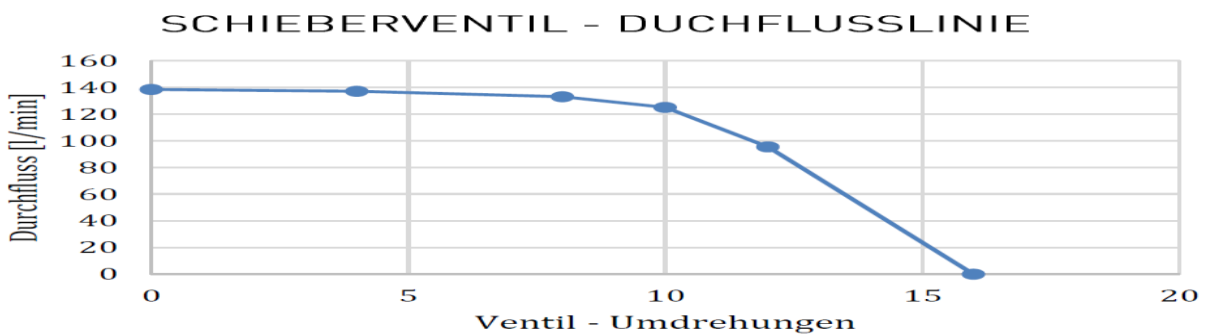
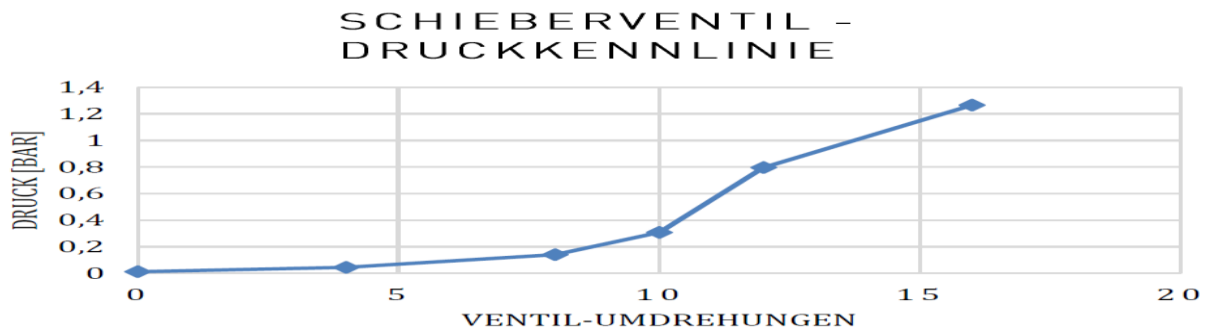
Die folgende Tabelle enthält die genormten Nennweitenstufungen in DN (Diameter Nominal) mm und Zoll, sowie die wichtigsten Eckdaten der Rohre nach DIN 2440 :

Rohrnenweite nach DIN 2440		Aussen-Durchmesser DIN 2440 [mm]	Innen-Durchmesser DIN 2440 [mm]	Innen-querschnitt DIN 2440 [cm <sup>2</sup> ]	Wandstärke DIN 2440 [mm]	Wandstärke DIN 2441 [mm]
[Zoll]	[DN]					
1 1/2"	40	48,30	41,80	13,80	3,25	4,05
3"	80	88,90	80,80	50,70	4,05	4,85

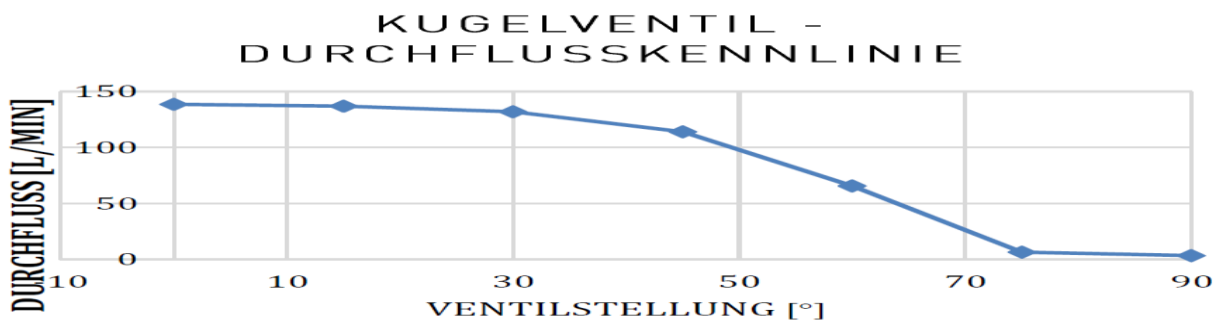
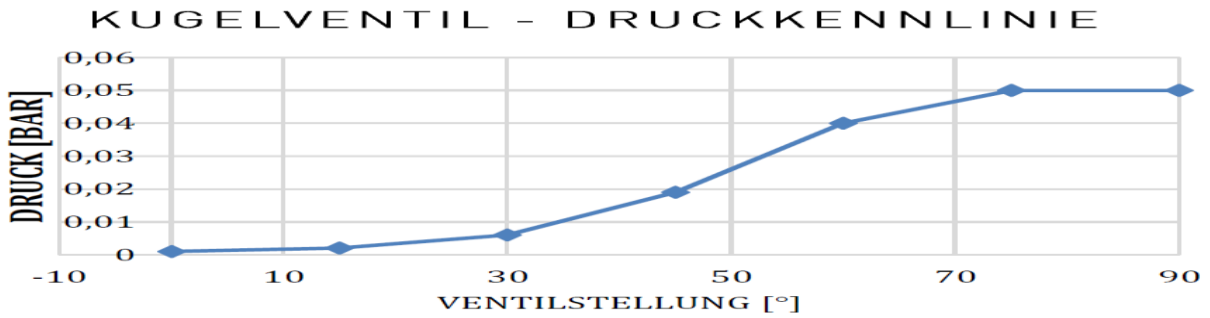
5) Auswertung / Tabellen der Messdaten

Seite 1 / Punkt 2) ..... siehe dazugehörige Beschreibung der Aufgabenstellungen!

Zu 1)Schieberventil  
Diagramm

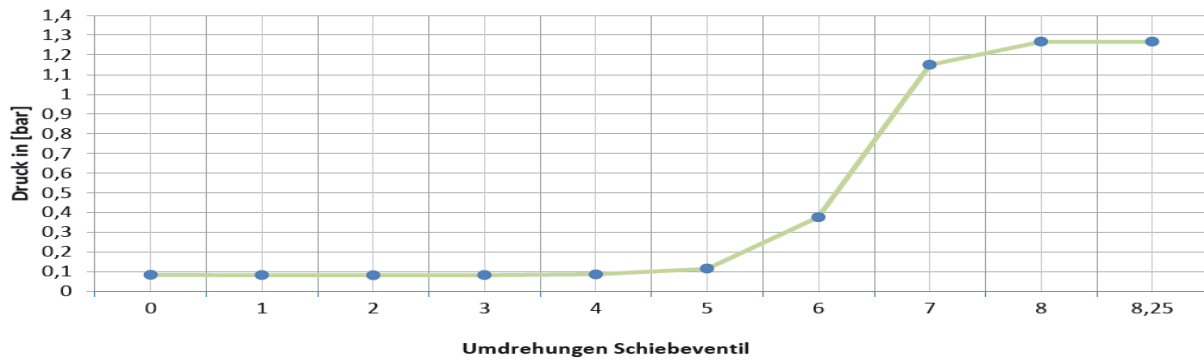


Zu 2) Kugelventil

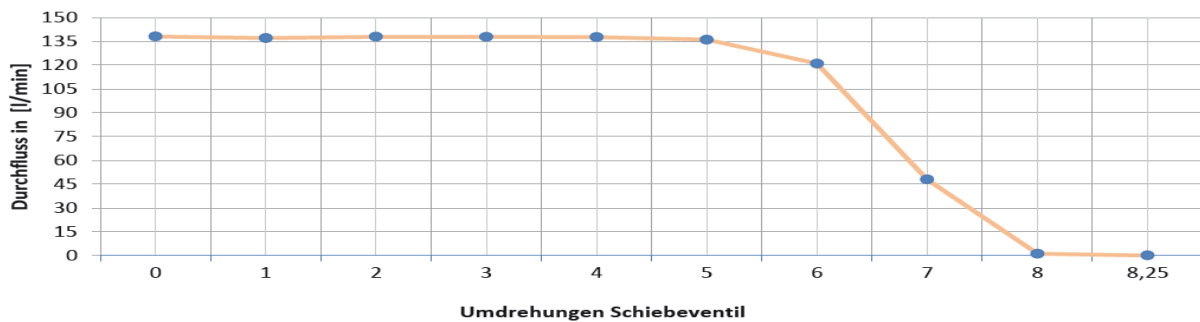


Zu 3) Tellerventil

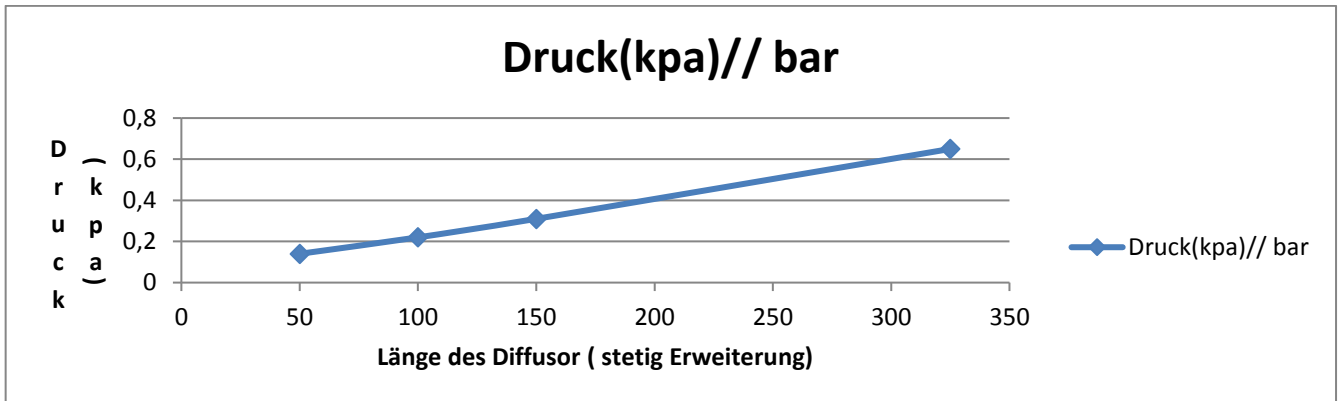
**Druckmessung nach dem Öffnen des Tellerschiebers**



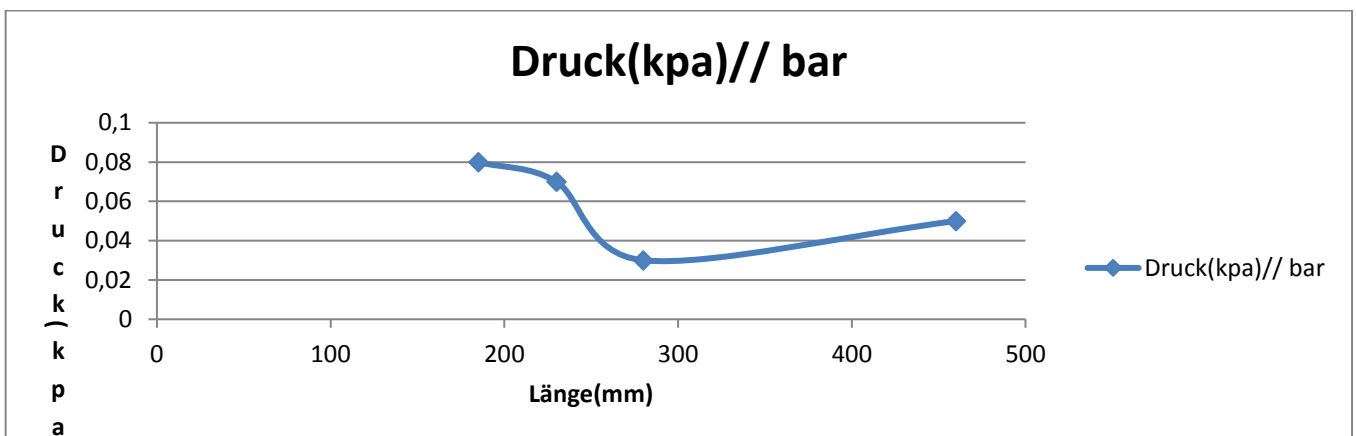
**Durchflussmessung nach dem Öffnen des Tellerschiebers**



Zu 4) Diffusor mit stetiger Erweiterung

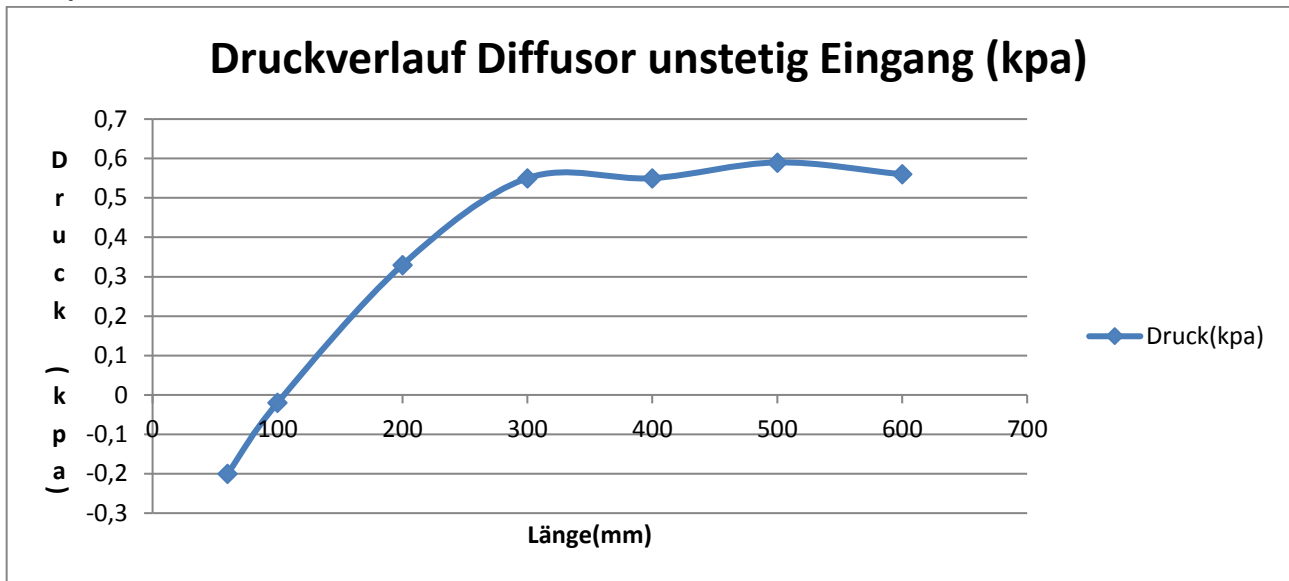


Zu 5) Diffusor mit stetiger Verengung (Düse)

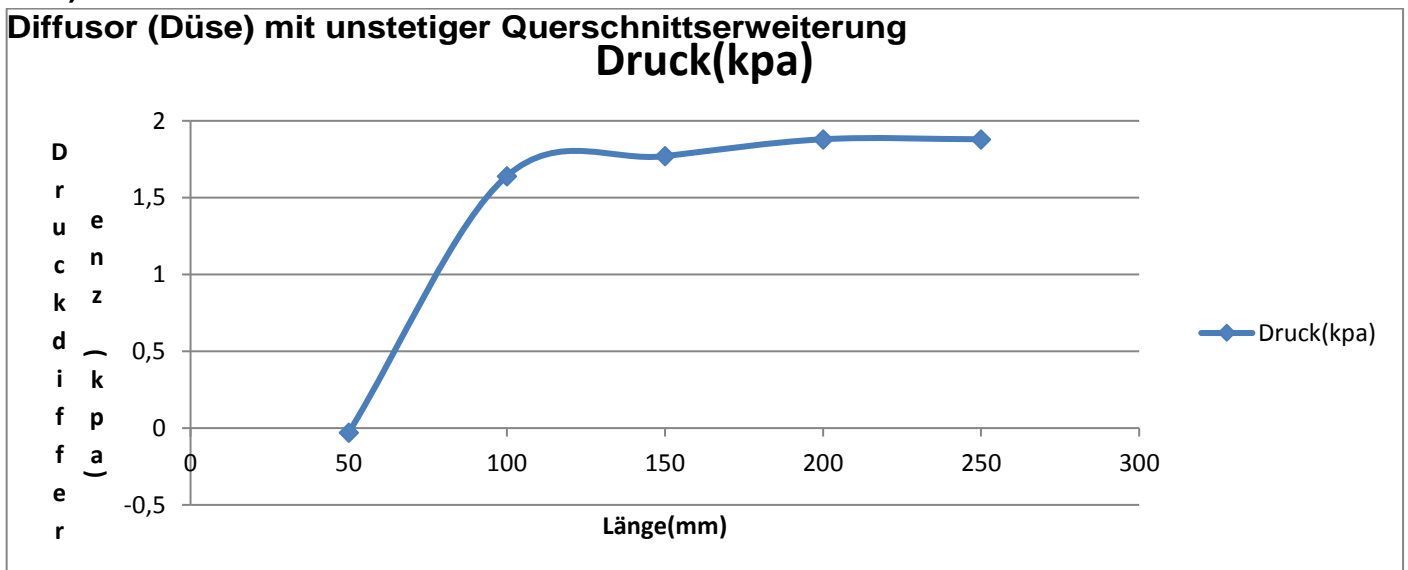


Hier ist der Anstieg von p nach der Düse ersichtlich (siehe auch Messtabelle)

Zu 6)



Zu 7)



Zu 4 – 7) alle Druckwerte sind  $\Delta p$  Werte !

**6) Interpretation, Bemerkungen und Zusammenfassung**

Der hydraulische Gesamtwiderstand des Prüfstandes ist aufgrund der möglichen unterschiedlichen Öffnungen der Ventile nicht zu errechnen.

Die Rohrreibungszahlen  $\lambda$  der Rohrleitungen ergeben sich wie bei Punkt 2 ) angeführt wie folgt

**Bei allen Eingangsvolumenströmen bei den Rohren gilt  $V = 138,60 \text{ L/min}$**

**8) Rohrbogen 180 Grad 1 1/2"  $\lambda = 0,038$** 

$p_{\text{ein}} = 126,7 \text{ kPa}$  (1,267 bar)      $\Delta p = 0,65 \text{ kPa}$  (0,0065 bar)

**9,10) Rohr 1 1/2" (DN40)  $\lambda_1 = 0,025$       $\lambda_2 = 0,0296$** 

Länge:  $L_1 = 1200 \text{ mm}$  und  $L_2 = 2370 \text{ mm}$

$\Delta p_{L_1} = 1,03 \text{ kPa}$  (0,0103 bar)      $\Delta p_{L_2} = 2,12 \text{ kPa}$

**11) Rohr 3" (DN80)  $\lambda = 0,39$** 

Länge:  $L = 1245 \text{ mm}$

$\Delta p_L = 0,61 \text{ kPa}$  (0,0061 bar)

Bei Volumenstrom  $V = 138,60 \text{ L/min}$

**12) Rohrknief 90 Grd 1 1/2"  $\Delta p = 1,48 \text{ kPa}$   $\lambda = 0,19$** 

$$\Delta p = \frac{\lambda \cdot L \cdot \rho \cdot v^2}{d_i \cdot 2}$$

$\Delta p$  = Druckverlust durch Rohrreibung (Pa)

$\lambda$  = Rohrreibungszahl (-)

$L$  = Rohrlänge (m)

$\rho$  = Dichte ( $\text{kg/m}^3$ )

$v$  = Strömungsgeschwindigkeit (m/s)

$d_i$  = Rohrinne Durchmesser (m)

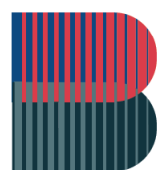
Für die Ventile ist der Widerstandsbeiwert  $\xi$  nur für die jeweiligen Öffnungsstellen errechenbar. Da diese vom Betriebsfall abhängen , der nicht definiert ist , wird  $\xi$  nicht errechnet.

Aufnehmer: W. Bachler //

erstellt: in Leoben, 27.03 . 2017

Aufnahme: Graz , 07.03.2017 / LaborSTRömungs Masch.

Erstellt: Wilhelm Bachler .....





BULME  
GRAZ-GÖSTING

## INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
<b>1) EINFÜHRUNG</b>	<b>1</b>
<b>2) AUFGABENSTELLUNG</b>	<b>2</b>
<b>3) VERSUCHSAUFBAU</b>	<b>2</b>
<b>4) VERSUCHSPARAMETER</b>	<b>4</b>
<b>5) Auswertung / Tabellen der Messdaten</b>	<b>10</b>
<b>6) Interpretation, Bemerkungen und Zusammenfassung</b>	<b>14</b>