

Hinweise zum Anfertigen von Praktikumsprotokollen

– Informationen zum VT-Praktikum –

Lars Hillemann, Frank Babick

Dresden, 20. Januar 2021

Warum ein Protokoll zum Versuch?

- Dokumentation des Versuchs
- **Was** wurde **wie** und **warum** gemacht?

Aufbau eines Versuchsprotokolls

1. Zielstellung
2. Material und Methoden
3. Durchführung
4. Rohdaten
5. Auswertung
6. Fehlerdiskussion
7. Quellen

Zielstellung

1. Zielstellung

- Ziel des Versuchs („Versuchsfrage“)
- kurz und klar
- keine Einleitung
- keine Prosa
- Ziel des Versuchs \neq Ziel des Praktikums

2. Material und Methoden

3. Durchführung

4. Rohdaten

5. Auswertung

6. Fehlerdiskussion

7. Quellen

Zielstellung: so nicht!

Ziel des Praktikums

Das Praktikum beinhaltet die experimentelle Untersuchung der Strömungsmechanischen Eigenschaften von Gas-Feststoff-Wirbelschichten. Die Ziel des Praktikums:

- (1) **Vertiefung** des Wissens über die Funktionsweise von Wirbelschichten, deren Vor- und Nachteile sowie ihrer Applikationsfelder
- (2) **Verinnerlichung** der vollständigen und sorgfältigen Dokumentation von Experimenten
- (3) **Erziehung** zur kritischen Prüfung eigener und fremder Messergebnisse sowie modellbasierter Berechnungen

Zielstellung: so nicht!

1 Aufgabenstellung

Das Praktikum zielt darauf:

- eigenständiges experimentelles Arbeiten zu fördern,
- Auswertung, Darstellung und Interpretation von Messergebnissen zu trainieren
- und das fachliche Verständnis von Wirbelschichten zu erhöhen.

Zur Verfügung stehen zwei disperse Systeme:

Bezeichnung	Sauterdurchmesser d_{ST} [mm]	Sphärizität Ψ [-]	Dichte ρ [kg/m ³]
Probe A	3,6	0,84	1150
Probe B	3,7	0,84	1060

Ermitteln Sie vor den Messungen am Wirbelrohr die Masse der beiden Stoffsysteme! Im Folgenden sind experimentell zu bestimmen:

- 1) Leerrohrdruckverlust in Abhängigkeit von der Leerrohrgeschwindigkeit,
- 2) Druckverlust und der Höhe der Wirbelschicht in Abhängigkeit von Leerrohrgeschwindigkeit im Bereich $0 \dots v_S$ (Leerblasen).

Darstellung der experimentellen Methodik

1. Zielstellung
2. Material, Geräte und Methoden
 - Ziel: Reproduzierbarkeit des Versuches sicherstellen
 - Zeichnungen, Skizzen, Tabellen
3. Durchführung
4. Rohdaten
5. Auswertung
6. Fehlerdiskussion
7. Quellen

Darstellung der experimentellen Methodik

1. Zielstellung
2. Material, Geräte und Methoden
3. Durchführung
 - was wurde gemacht
 - keine Belletristik
 - einheitliche Begriffe
4. Rohdaten
5. Auswertung
6. Fehlerdiskussion
7. Quellen

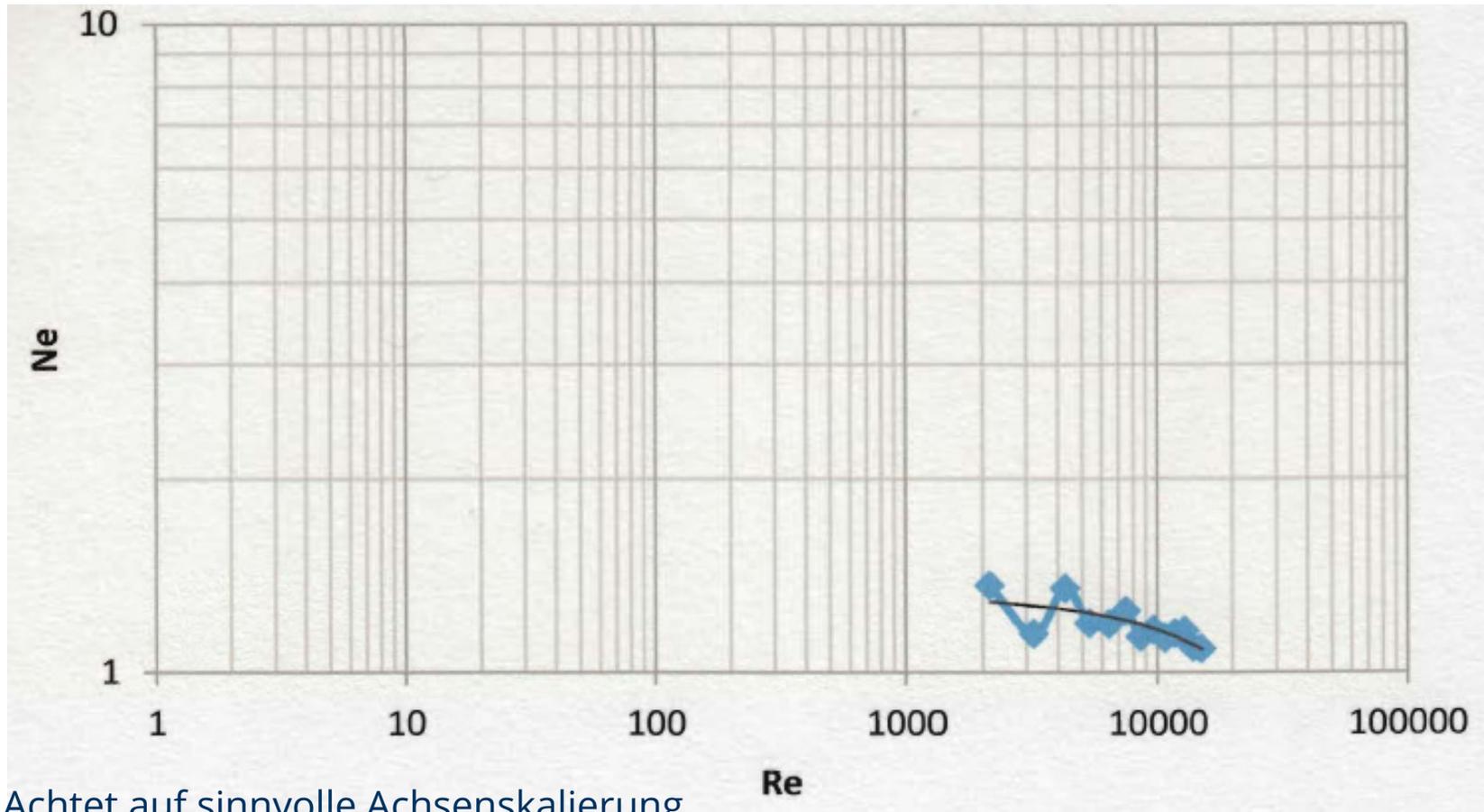
Seriöse Formulierungen!

- „Zusätzlich befand sich in einem der Manometer eine tote Fliege, was dem Wasser erschwerte frei zu fließen.“
- „Der Zweck des Praktikums ist es, den allgemeinen Aufbau und die Funktionsweise eines Wirbelschichtreaktors gesehen zu haben und auch zu verstehen, um es im späteren beruflichen Leben nochmals anzuwenden, vielleicht sogar bauen zu können.“

Präsentation der Messergebnisse – Rohdaten

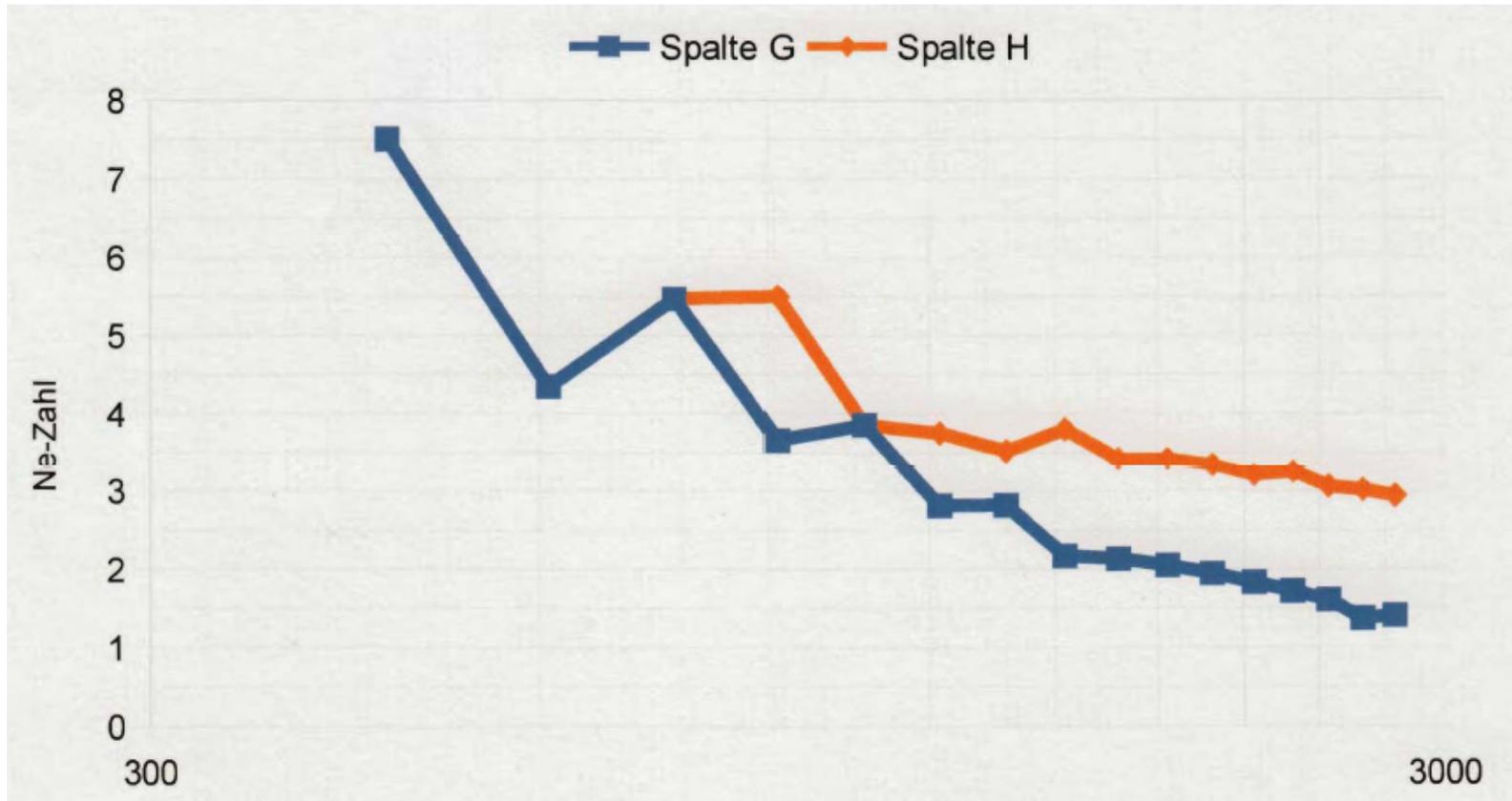
1. Zielstellung
2. Material, Geräte und Methoden
3. Durchführung
4. Rohdaten
 - in Diagrammen (zur Veranschaulichung)
 - in Tabellen oder Stichpunkten (zur Dokumentation der exakten Werte)
5. Auswertung
6. Fehlerdiskussion
7. Quellen

Gestaltung von Diagrammen: so nicht!



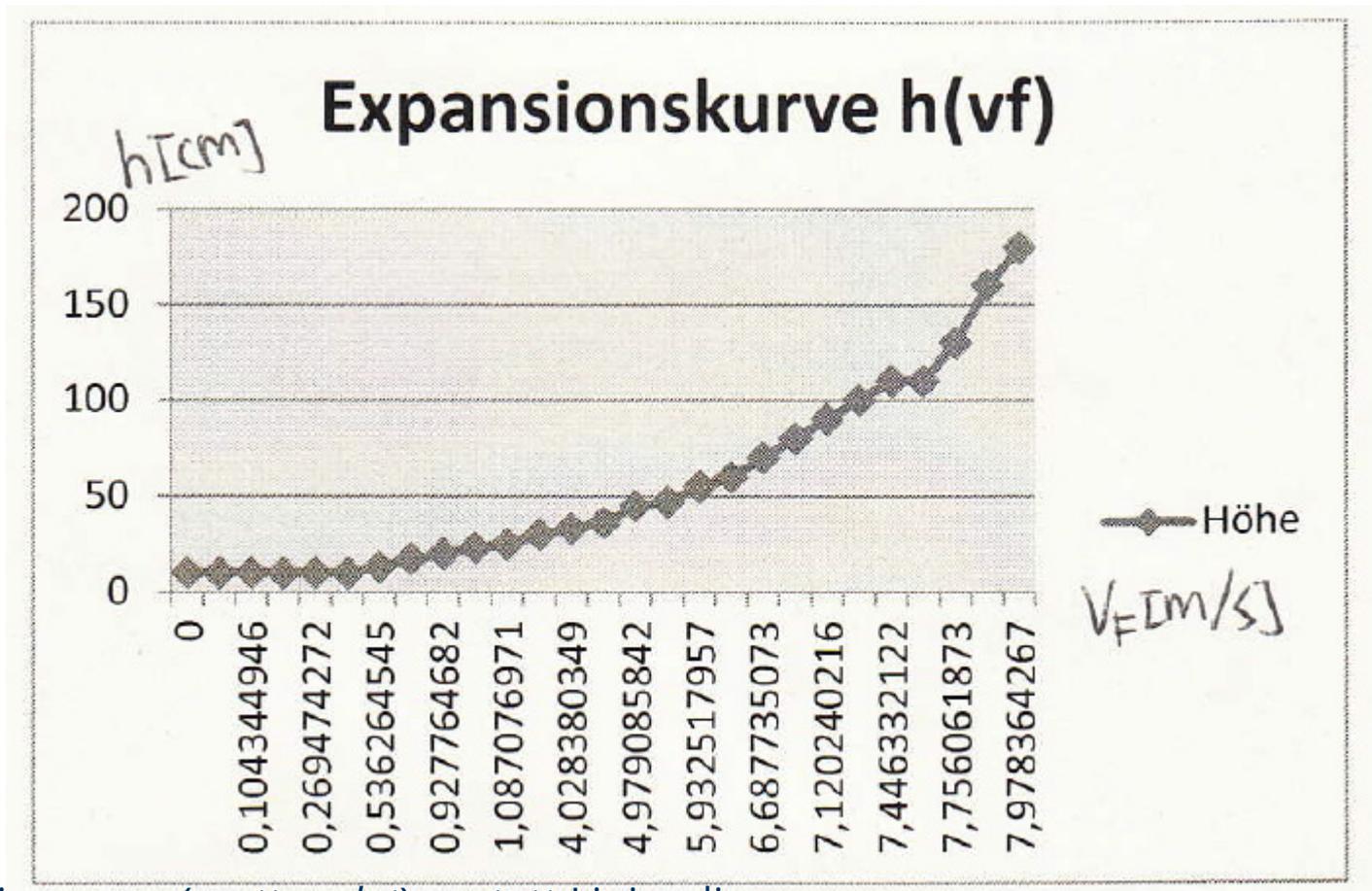
- Achtet auf sinnvolle Achsenskalierung

Gestaltung von Diagrammen: so nicht!



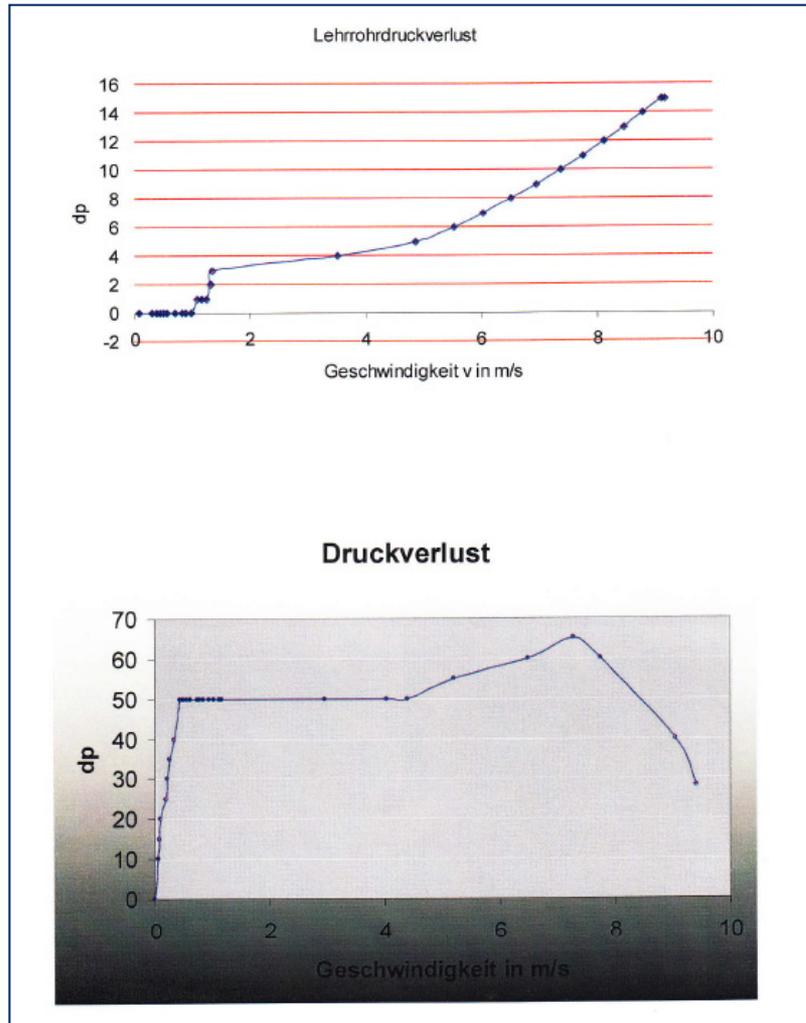
- Achsen beschriften
- Kurven in der Legende sinnvoll bezeichnen

Gestaltung von Diagrammen: so nicht!



- x-y-Diagramm (*scatter plot*) anstatt Liniendiagramme
- Achsen beschriften, besser eine Diagrammbeschriftung als ein Diagrammtitel

Gestaltung von Diagrammen: so nicht!



- Auswahl von Farben, Rahmen, Schattierungen etc.
 - weniger ist mehr
 - keine Kunstwerke!
 - einheitliche Achsenskalierung
 - auf Lesbarkeit nach Ausdruck achten

Gestaltung von Diagrammen: schon besser

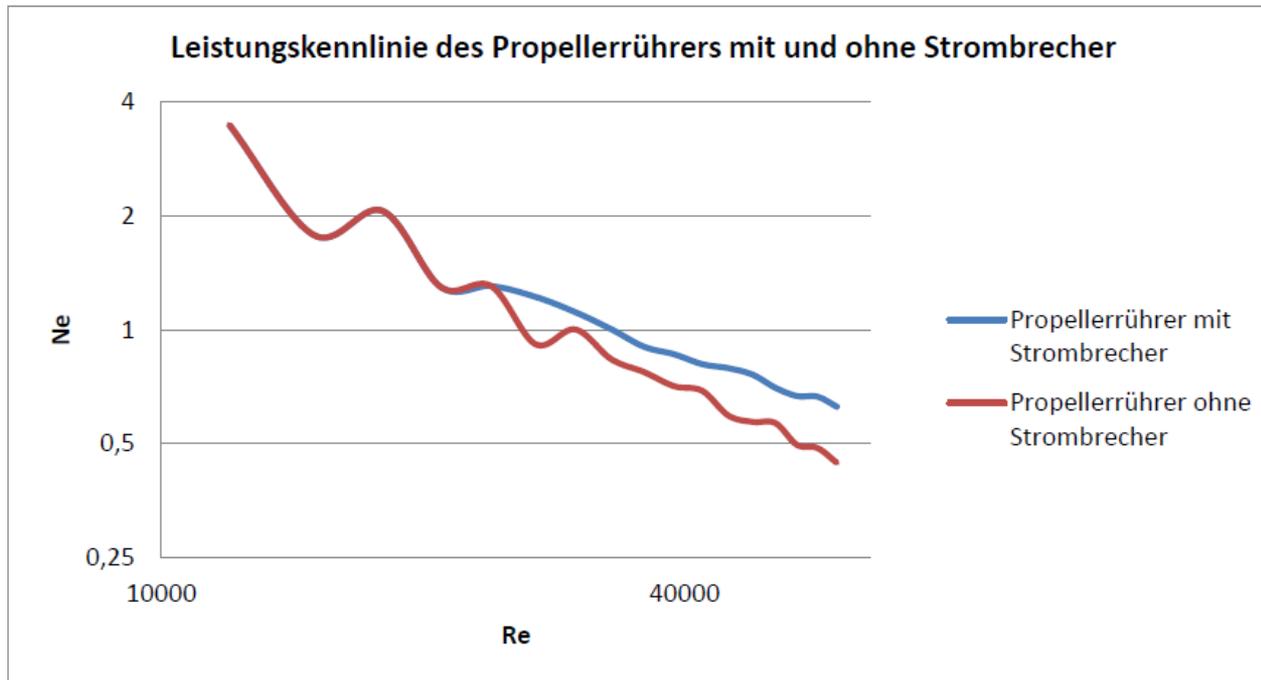


Abbildung 2: Leistungskennlinie des Propellerrührers mit und ohne Strombrecher (doppelt logarithmische Darstellung). Datenreihe aus Anhang B.

- positiv: alle Informationen gegeben, richtige Darstellung, visuell ansprechend
- ungünstig: fehlendes Gitternetz für die Abszisse, Diagrammtitel

Gestaltung von Diagrammen: Hinweise

- unbedingt beachten:
 - sinnvolle Achseneinteilung
 - Achsenbeschriftung mitsamt Einheiten
 - unterscheidbare Bezeichnungen der Datenreihen
 - unterscheidbare Formatierungen der Datenreihen
 - **Bildunterschrift**
Abb. xx: Beschreibung
- für ästhetische Puristen:
 - keine Farben

Gestaltung von Diagrammen: ohne Worte

Anmerkung: Aufgrund von Unkenntnis im Umgang mit einem Tabellenkalkulationsprogrammen war es uns nicht möglich die Druckverlustkurven in einem Diagramm darzustellen

Aufgrund ihrer Unkenntnis im Umgang mit Tabellenkalkulationsprogrammen war es dem Praktikumsbetreuer nicht möglich, den Studenten die nötige Qualifikation zur Durchführung und Auswertung wissenschaftlicher Experimente zu attestieren.

Gestaltung von Diagrammen: Beispiel

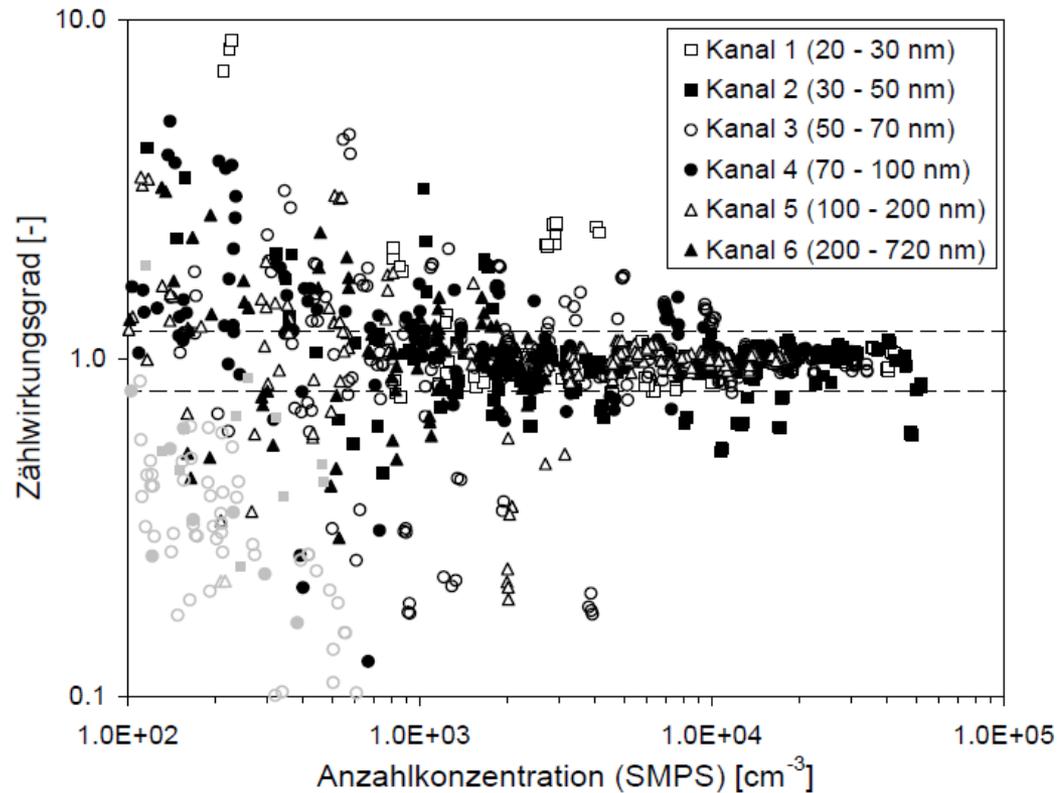


Abbildung 5.1: Zählwirkungsgrad des UFPM über der vom SMPS bestimmten Anzahlkonzentration in den sechs Partikelgrößenkanälen des UFPM für monodisperses Prüfaerosol (Messreihen 1 bis 4)

Gestaltung von Tabellen

Folgende Messwerte wurden aufgenommen(berechnet):

Messung	Rohr Δp [mmWS] ✓	Rohr Δp [Pa] ✓	Blende1 Δp [mmWS] ✓	Blende2 Δp [mmWS] ✓	V [m ³ h ⁻¹] ✓	v _F [m/s] ✓
1	0	0	50		40,29	0,37
2	1	10	112		80,71	0,75
3	1	10	140		96,21	0,89
4	2	20	225		136,10	1,27
5	2	20		9	392,32	3,65

- das Anzeigen aller Gitternetzlinien gilt heute vielen als „unprofessionell“

Gestaltung von Tabellen

ΔB_1 [mm]	ΔB_2 [mm]	$\Delta B_{2\text{korrt}}$ [mm]	ΔWS [mm]	ΔWS_{korrt} [mm]
0	2	0	3	0
40	2	0	3	0
100	2	0	3	0
139	2	0	3	0
154	2	0	3	0
174	2	0	3	0
194	2	0	3	0
214	2	0	3	0
235	2	0	3	0
249	2	0	3	0
	10	8	3	0
	13	11	3	0
	16	14	4	1
	29	27	7	4
	56	54	10	7
	71	69	14	11

Tabelle 1: LDV

- Tabellenbeschriftung sollten auch dem flüchtigen Leser etwas mitteilen

Gestaltung von Tabellen: Hinweise

- unbedingt beachten:
 - Tabellenköpfe mit eindeutiger Kennzeichnung und Einheiten
 - Layout soll Lesbarkeit unterstützen
 - Tabellen**überschrift**
Tab. xx: Beschreibung
- für ästhetische Puristen:
 - keine senkrechten Linien

Gestaltung von Tabellen

Tabelle E.5: Versuchsparameter von Messreihe 5

Datensatz Nr.	Klassierspannung [V]	Nominale Partikel- größe [nm]	Anzahlkonzentration [cm ⁻³]
1 .. 5	247.3	24.4	39633.6
6 .. 10	636.9	38.1	43419.4
11 .. 15	1295.2	59.6	32296.0
16 .. 20	2230.2	80.3	20948.1
21 .. 25	3344.0	100.3	13553.8
26 .. 30	6530.0	145.5	4676.9
31 .. 35	9914.3	181.9	1968.2

Auswertung der Messdaten

1. Zielstellung
2. Material, Geräte und Methoden
3. Durchführung
4. Rohdaten
5. Auswertung
 - nachvollziehbare Umrechnungen etc. (Formeln, Literaturverweise)
 - Plausibilität der Ergebnisse prüfen, Sinnhaftigkeit wahren
 - aber keine Diskussion im Hinblick auf Übereinstimmung mit Modellen etc. → separater Bericht zur Analyse bzw. Forschungsprojekt
6. Fehlerdiskussion
7. Quellen

Auswertung der Messdaten: Negativbeispiel

Hilfslinien zur Ermittlung
charakteristischer Parameter
eintragen

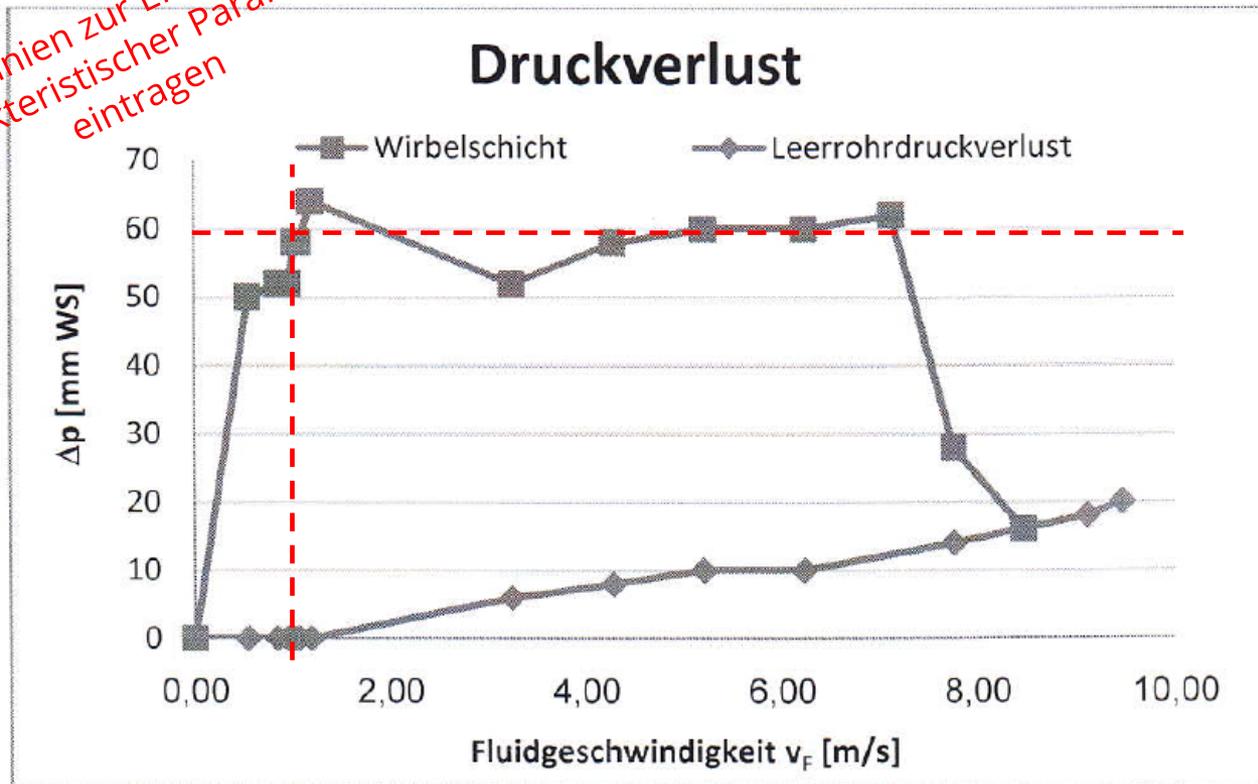


Abb.4: Druckverlustdiagramm der Wirbelschicht

Aus den Diagramm kann man $v_{F,WS} = 0,5431$ m/s bestimmen, da hier der Übergangsbereich beginnt,

- ermittelter Wert ist weder nachvollziehbar, noch sinnhaftig

Fehlerdiskussion

1. Zielstellung
2. Material, Geräte und Methoden
3. Durchführung
4. Rohdaten
5. Auswertung
6. Fehlerdiskussion
 - wenn möglich Quantifizierung von Messunsicherheiten (ausgehend von Wiederholungsmessungen und Geräteangaben)
 - Berücksichtigung von Beobachtungen (z.B. Entmischung, Instabilitäten)
 - basierend auf Verständnis der Stoffe, Prozesse und Sensoren
7. Quellen

Fehlerdiskussion

1. Zielstellung
2. Material, Geräte und Methoden
3. Durchführung
4. Rohdaten
5. Auswertung
6. Fehlerdiskussion
7. Quellen
 - in Messprotokollen eher sparsame Nutzung von Literaturquellen
 - nur wenn für Datenauswertung und -interpretation benötigt (z.B. spezielle Gleichungen, keine „Standardformeln“)

Allgemeine Hinweise zur Praktikumsdurchführung

- Anleitung sollte rechtzeitig **vor** Versuchsbeginn durchgelesen werden!
(beschleunigt das Arbeiten, verbessert die Qualität der Messdaten und erhöht die Erfolgsaussichten beim Eingangstest)
- Anmerkungen / Hilfestellungen des Betreuers (zu Versuchsdurchführung und Protokollerstellung) sollten beherzigt werden!
- **Vor** experimentellen Tätigkeiten überlegen was warum untersucht werden soll!
- Der Betreuer darf (bei Unklarheiten) gefragt werden!
- bei der Sammlung und Aufbereitung von Messdaten mit Hilfe von Tabellenkalkulation (z.B. Excel[®]) auf eine gute Dokumentation achten (Datum, Bearbeiter, Methodik ...)

Ergebnisse des Eingangstests

oder:

Warum ich manchmal schlecht schlafe...

Umrechnung von Einheiten

1 bar	1 mbar	1 hbar	1 mm Wassersäule
1	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-3}$	10

$$1 \text{ bar} = 1000 \text{ mbar} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$$

$$1 \text{ bar} = 100000 \text{ Pa}$$

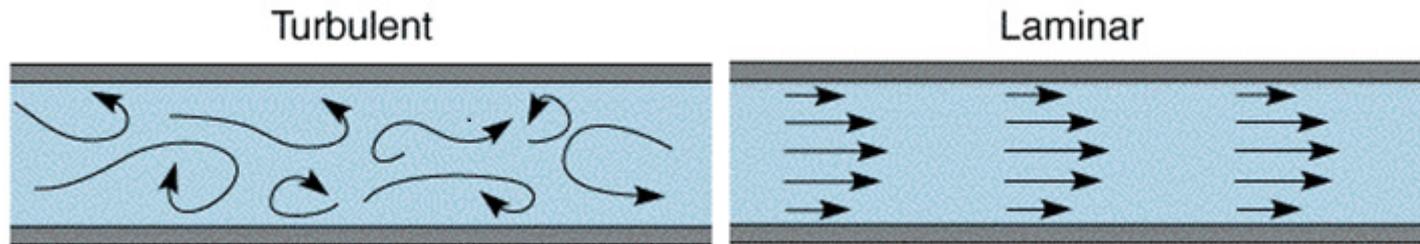
Kommunizierende Röhren

→ gleiche Wassertiefe
→ Fläche₂ = 2 · Fläche₁
→ $\frac{p_1}{p_2} = \frac{1}{2}$

$$\begin{aligned} p_1 v_1 &= p_2 v_2 \\ p_1 A_1 &= p_2 A_2 & v_1 &= \frac{1}{2} v_2 \\ p_1 A_1 &= p_2 \frac{1}{2} A_1 \\ p_1 &= \frac{1}{2} p_2 \\ \hookrightarrow p &= p_1 \quad \checkmark \end{aligned}$$

Im größeren Behälter herrscht der vierfache Druck.

Kritische „Quellenarbeit“



Kritische „Quellenarbeit“

bombentrichter.de, vermutlich ab 2007 VT-Praktikum, WS 2009/2011

