

Versuch Nr.V70

## Vakuumversuch

Niklas Düser  
niklas.dueser@tu-dortmund.de

Benedikt Sander  
benedikt.sander@tu-dortmund.de

Durchführung: 11.04.2022

Abgabe: 23.06.2021

TU Dortmund – Fakultät Physik

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Theorie</b>	<b>3</b>
1.1	Zielsetzung . . . . .	3

# 1 Theorie

## 1.1 Zielsetzung

Vorbereitung:

1. Definition des Vakuums:

- keine festen Objekte oder Flüssigkeiten,
- extrem wenig Gas und extrem niedriger Gasdruck
- ”geringer Druck innerhalb eines Gefäßes als außerhalb (Atmosphärendruck)”
- niedriger als 300mbar <- niedriger auf der Erdoberfläche vorkommende Atmosphärendruck

2. Ideales Gas:

- Vielzahl von Teilchen in ungeordneter Bewegung
- Wechselwirkung nur durch harte, elastische Stöße

Boyle-Mariottesches Gesetz:

- konstante Teilchenzahl N, ideales Gas, konstante Temperatur, -> Druck oder Volumenänderung => isotherme Zustandsänderung
- > Volumen V ist anti proportional zum Druck p =>  $P \cdot V = \text{const}$

Zustandsgleichung für ideale Gase:

- $p \cdot V = N \cdot k_B \cdot T$

erwarteter Zusammenhang zwischen Druck und Zeit für Evakuierungskurve und Leckratenmessung:

- Die ”Evakuierungsrate” nimmt exponentiell mit der Zeit ab somit steigt der Druck logarithmisch
- Der durch ein Leck Druck nimmt exponentiell ab

3. Druck:

- Druck ist die Kraft auf eine Fläche

Partialdruck:

- Der Druck der in einem Gasgemisch durch eine einzelne/oder mehrere Komponente entsteht
- Setzt sich zum Gesamtdruck additiv zusammen

Druckeinheiten:

- Technischer Atmosphärendruck atm =  $\text{kp/cm}^2 = 98,0665 \text{ kPa}$
- Bar bar = 100kPa about equals 1at
- Torr, Druck von einem Millimeter Quecksilber mmHg=  $1/760 \text{ atm}$
- 1 Meter Wassersäule mWS = 0,1atm = 9.8kPa

Teilchenzahldichte:

- Anzahl an Teilchen pro Volumen, n oder C

Teilchengeschwindigkeit:

- Die durchschnittliche Geschwindigkeit von Teilchen?

mittlere freie Weglänge:

- Durchschnittliche Länge die ein Teilchen zwischen 2 Kollisionen fliegt

4. Laminare Strömung:

- Eine Strömung ohne sichtbare Turbulenzen/Verwirblungen
- Das Fluid strömt in Schichten

molekulare Strömung:

- die mittlere freie Weglänge ist deutlich größer als der Durchmesser der Strömung
- Konstanter Fluss bei gleichem Druck

Leitwert:

- Maß des Widerstandes beim Fluss eines Fluides durch ein Kabel analog zur elektrischen Leitfähigkeit?

5. Gasstrom:

- Fluss an Gass also Materie sehr geringer Dichte?

Saugleistung:

- $dpV/dt$ , das auf die Stoffmenge bezogene Durchlassvermögen

Saugvermögen:

- Volumen pro Zeit bei Umgebungsdruck = 1bar und 20 Grad Celsius

effektives Saugvermögen einer Vakuumpumpe:

- Das effektive Saugvermögen ist das Saugvermögen um einen gewissen Faktor verringert, dieser berechnet sich aus dem Verhältnis des Druckes am Vakuumbehälter und dem Ansaugstutzen oder durch:

$$S(\text{eff}) = S / (1 + S/L) \text{ mit dem Leitwert } L$$

Leitwert eines Rohres:

- $(\pi * d^4) / (256 * \eta * l) * (p_1 + p_2)$  Laminar:

6. Adsorption:

- Wenn Materie sich an der Oberfläche von Materialien

Absorption:

-Wenn Materie/EM-Wellen in Materie aufgenommen werden

Desorption:

-Wenn Materie die Oberfläche eines Festkörpers verlässt, bzw aus der Flüssigen in die Gasphase übergeht

-Umkehrprozess der Sorption

Diffusion:

-Der Prozess wenn ohne äußere Einwirkungen ein Konzentrationsunterschied sich ausgleicht.

"virtuelles"Leck:

-Prozesse die das Vakuum reduzieren, jedoch von außen nicht messbar sind.

- Ausgasung/Desorption/rückstände//

7. Methoden der Vakuumerzeugung:

Funktionsweise von:

Drehschieberpumpe:

-Das Volumen der Pumpkammer wird durch einen zylindrischen Rotor und 2 Drehschieber die durch Federn an die Wand gedrückt werden, das Volumen in drei Bereiche geteilt.

// -Wenn der Rotor nun rotiert, wird gleichzeitig in einem Bereich neues Gas aus dem Rezipienten gezogen und in einem Anderem Bereich wird das Gas komprimiert und an einem Überdruckventil ausgegeben.// -p =  $0,5 \cdot 10^{-1}$  mbar (Feinvakuum) -es liegt viskose laminare Stömung vor, der Innendurchmesser der Rohre kann also klein sein//

// Turbomolekularpumpe:// -mehstufige Turbine mit schaufelähnlichen Scheiben rotiert sehr schnell, ungefähr die mittlere thermische Geschwindigkeit der Teilchen.

-die Teilchen werden beschleunigt und durch Abprallen an den Strator-Schaufeln durch die Pumpe geleitet.

-Probleme bei leichten Gasen da die thermische Geschwindigkeit bereits sehr hoch ist

Methoden der Vakuummessung:

Funktionsweise von:

Wärmeleitungs-Vakuummeter:

-Pirani-Vakuummetr:

-arbeitet im Feinvakuum ( $10^{-1}$  bis  $10^{-3}$  mbar)

-nutz aus, dass Wärmeleitung im Bereich des Feinvakuums proportional zum Druck ist

-Wärmeleitung durch Stöße

-Draht wird im Rezipienten mittels Strom aufgeheizt und die Temperatur des Drahtes gemessen indem der Widerstand gemessen wird.

-Bei hohem druck kühlt der Draht schneller ab.

Ionisations-Vakuummeter:

Kaltkathode:

-Penning-Vakuummeter:

-Arbeitet im Hoch-und Ultrahochvakuum( $10^{-3}$  bis  $10^{-12}$  mbar)

-Glaskolben wird an Rezipienten angeschlossen und natürlich frei werdende Elektronen werden zwischen zwei Elektroden beschleunigt

-Stromstärke ist Maß für Druck

-Messgenauigkeit/Messpunkte werden durch ein externes magnetfeld erhöht

Glühkathode:

-Bayard-Alpert-Vakuummeter:

-Hoch und Ultrahochvakuum

-Elektronenquelle ist eine Glühkathode

-die beschleunigten Elektronen ionisieren Gasteilchen welche dann einen weiteren Strom erzeugen.

-Stromstärke ist also Maß für das Vakuum.

—> Auf Druckbereiche beachten! —> Vor-, und Nachteile beachten!