

Fortgeschrittenenpraktikum

Versuch 1: Grundlagen der Vakuumtechnik

Ort: Physikgebäude / F-Praktikum, P 007

Hoch- und Ultrahochvakuum findet bei vielen Hochtechnologieprozessen (z. B. Beschichten, Ätzen, Strukturieren und Funktionalisieren von Oberflächen), bei der Oberflächenanalytik und in der Grundlagenforschung zunehmende Anwendung. Ziel dieses Versuches ist es, die Grundlagen und die Praxis der Erzeugung und Messung von Drücken vom Vorvakuum- bis in den Hochvakuumbereich kennen zu lernen. Weiterhin sollen Kenntnisse zu auftretenden Strömungsarten und zu den Leistungsparametern eines Pumpstandes vermittelt werden.

Mess-/Arbeitsprogramm:

- 1) Ermitteln Sie während der Praktikumsdauer das Endvakuum der Vakuumapparatur.
- 2) Ermitteln Sie die Leckrate des Rezipienten (Volumen: 45 Liter) aus einer Druckanstiegsmessung bei geschlossenen Ventilen.
- 3) Ermitteln Sie den gasartspezifischen Korrekturfaktor eines Glühkathoden-Ionisationsvakuummeters für das Gas Helium nach der Methode der zwei Rezipienten. Das für Luft bzw. Stickstoff kalibrierte Ionisationsvakuummeter ist am großen Rezipienten angeflanscht. Am kleineren Hilfs-Rezipienten kann über ein UHV- Dosierventil ein Gasdruck bis 100 Pa eingestellt werden, wobei die Druckmessung mit einem kapazitiven Membranvakuummeter erfolgt. Durch Öffnen eines Absperrventils kann das Gas in den zuvor evakuierten großen Rezipienten einströmen. Gehen Sie beim Kalibrieren in folgenden Schritten vor:
 - a) Bestimmen Sie zunächst das Volumenverhältnis der beiden Rezipienten aus fünf Messungen mit Stickstoff. (Druck im Hilfsrezipienten jeweils ca. 95 Pa)
 - b) Bestimmen Sie den Korrekturfaktor K für Helium, indem Sie Helium expandieren lassen [wahrer Druck = $K \cdot$ angezeigter Druck]. (fünf Messungen; Druck im Hilfsrezipienten wiederum jeweils ca. 95 Pa)
- 4) Messen Sie den Zeitverlauf des Drucks im Rezipienten beim allmählichen Aufheizen eines Metalldrahtes durch direkten Stromdurchgang. Erklären Sie den gemessenen Druck-Zeit-Verlauf.
- 5) Verdampfen Sie ein Metall (Zinn) bei vier verschiedenen Drücken eines Inertgases (Helium) und charakterisieren Sie visuell die Dickenverteilung der abgeschiedenen Schichten. Diskutieren Sie die beobachtete Druckabhängigkeit.
- 6) Bestimmen Sie das effektive Saugvermögen der Drehschieberpumpe durch Messung der Druck-Zeit-Abhängigkeit beim Evakuieren des großen Rezipienten. Vergleichen Sie das ermittelte Saugvermögen mit der Herstellerangabe: $S = 18 \text{ m}^3/\text{h}$.
- 7) Evakuieren Sie den Rezipienten auf unter 10^{-2} Pa und ermitteln Sie dann nochmals die Leckrate des Rezipienten: Diskutieren Sie eventuelle Abweichungen zur ersten Messung.

Stichwortverzeichnis:

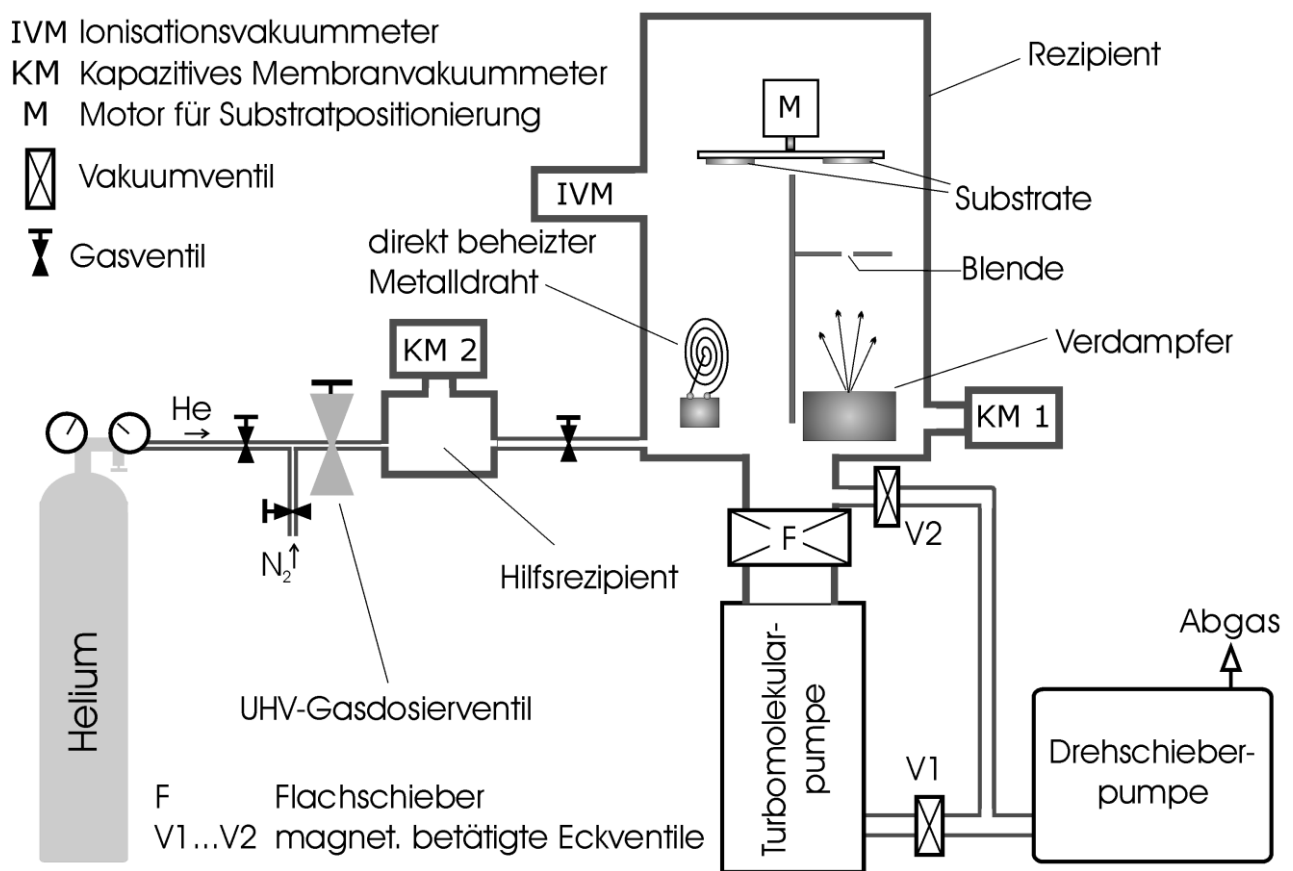
Grundbegriffe: Vakuumbereiche, Totaldruck, Partialdruck, Teilchengeschwindigkeit, mittlere freie Weglänge, Stoßrate, Strömungsarten (turbulente, laminare, molekulare Strömung), Adsorption, Desorption, Gettern

Vakuumerzeugung: Drehschieberpumpe, Turbomolekularpumpe, Diffusionspumpe, Arbeitsbereiche, Saugvermögen, Saugleistung, Leckrate

Vakuummessung: Kapazitives Membranvakuummeter, Wärmeleitungsvakuummeter, Ionisationsvakuummeter, Messbereich, Gasartabhängigkeit

Literaturangaben:

- W. Umrath u.a.: Grundlagen der Vakuumtechnik, Leybold AG, Köln 1997
- Edelmann, Ch.: Wissenspeicher Vakuumtechnik, Fachbuchverlag Leipzig, 1985
- Kerspe, J. H. u. a.: Vakuumtechnik in der industriellen Praxis, expert verlag Sindelfingen, 1987



Schema des Versuchsaufbaus

Liste der Geräte:

- Hochvakuumpumpstand mit Drehschieberpumpe und Turbomolekularpumpe,
- Ionisationsvakuummeter HVD M321, Messbereich $10^{-1} \dots 10^{-6}$ Pa,
- Kapazitives Membranvakuummeter MKS 120AA, Messbereich 0,01...100 Pa,
- Kapazitives Membranvakuummeter MKS 622A, Messbereich 0,1...1300 mbar,
- PC-gestütztes Datenerfassungssystem zur Registrierung von Druck-Zeit-Verläufen.