

Permeations-Messtand

Motivation

Die Permeabilität von Folien oder Beschichtungen ist eine wichtige Kenngröße im Bereich Verpackung, Vakuumisolation und Korrosionsschutz. Für Gastrennung mit geringem Energieeinsatz ist die selektive Durchlässigkeit eines Materials für verschiedene Gase ausschlaggebend. In der Bauphysik, Filtertechnik und für poröse Elektroden ist die Permeabilität eine entscheidende Optimierungsgröße. Um diese Anwendungen abzudecken, steht eine Apparatur zur Bestimmung dieser Kenngröße zur Verfügung, die einen Messbereich von ca. 15 Zehnerpotenzen besitzt.

Messprinzip

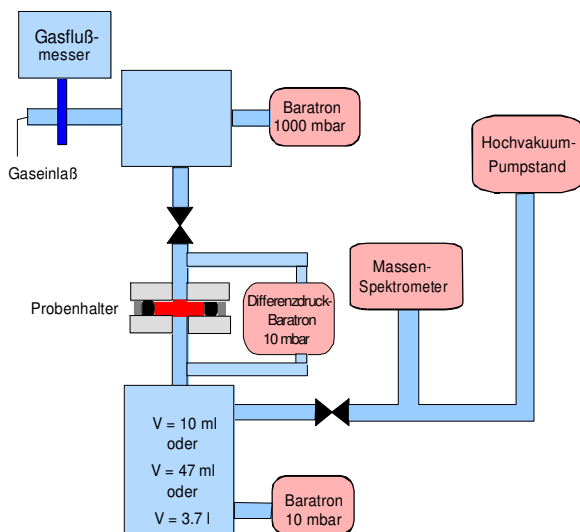


Abb. 1: Experimenteller Aufbau des Permeations-Messtandes.

Die Permeationsanlage (Abb. 1) erlaubt einerseits die zeitaufgelöste Bestimmung des **Integrals über den Teilchenstrom** eines Gases durch eine Probe; dazu wird der Druck auf der Probenrückseite mit einem Membrandruckaufnehmer detektiert, nachdem die Probenvorderseite mit dem Messgas beaufschlagt wurde. Optional ist auch eine stationäre Messung der Permeabilität über die Bestimmung von Gasfluss und Druckabfall über der Probe möglich. Diese Methode bietet sich vor allem bei porösen Materialien bzw. hohen Permeabilitäten an. Andererseits ist mit der Permeationsanlage auch die **differentielle Messung des Teilchenstroms** eines Gases durch die Probe möglich; dazu wird ein Teil der Atome oder Moleküle, welche die Probe nach Beaufschlagung der

Probenvorderseite mit dem Messgas durchdringen, auf der Probenrückseite mit einem Massenspektrometer detektiert. Das Massenspektrometer liefert ein dem Teilchenstrom proportionales Signal; zur Berechnung des Teilchenstroms auf einer absoluten Skala muss die Anlage mit Hilfe einer Integralmessung kalibriert werden. Mit Hilfe des Massenspektrometers ist eine gasartspezifische Detektion z.B. bei Beaufschlagung der Probe mit Gasgemischen möglich. Alle Größen lassen sich als Funktion des mittleren Gasdrucks zwischen 10 mbar und 1000 mbar bestimmen.

Spezifikationen

Messgröße: Permeabilität, Löslichkeit, Adsorptionsverhalten

Messbereich:

$$5 - 10^{-8} \frac{\text{cm}^3(\text{STP}) \cdot \text{cm}}{\text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{bar}} \cdot \frac{d(\text{cm})}{A(\text{cm}^2) \cdot \Delta p(\text{bar})}$$

mit

d = Probendicke,
 A = durchströmte Fläche,
 Δp = Druckgradient über der Probe.

Temperatur: 25 - 80 °C

Atmosphäre: 5 - 1000 hPa

Messgase: He, Ar, N₂, N₂/O₂, CO₂, Luft

Probenformen:

Folien: Ø = 40 mm, maximale Dicke = 1 mm

Scheiben: Ø = 9 - 20 mm
maximale Dicke = 3 mm

poröse Medien: Ø = 9 - 20 mm,
maximale Dicke = 3 mm

Ansprechpartner:

Dr. G. Reichenauer
Tel.: ++49-931/70564-28
Fax: ++49-931/70564-60
e-mail: reichenauer@zae.uni-wuerzburg.de
<http://www.zae-bayern.de>

Anschrift:

ZAE Bayern
Am Hubland
97074 Würzburg

Gas Permeation System

Background

The permeability of foils and coatings is an important parameter in the fields of packaging, vacuum insulation and corrosion prevention. Knowing a material's selective permeability for different gases is a crucial aspect in energy-saving gas separation. Permeability is also a decisive characteristic for optimization in the fields of building physics, filter technology and porous electrodes. The permeameter system at ZAE Bayern can determine permeability for each of the above-mentioned applications within a range of approx. 15 decimal powers.

Measuring principle

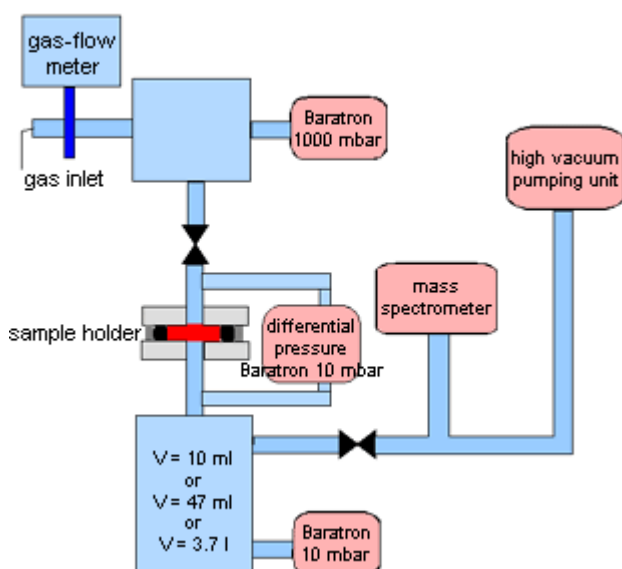


Fig. 1: Permeameter system – experimental set-up

There are two methods of carrying out measurements with the permeameter system (Fig. 1). On the one hand, the system enables the time-resolved determination of the integral via the gas-particle flow through a sample, whereby the pressure on the back of the sample is detected by a membrane pressure transducer after the measuring gas has been admitted to the front of the sample. Steady-state permeability measurements are also possible by determining the gas flow and pressure drop over the sample. This method is particularly useful for porous materials or materials with high permeabilities. On the other hand, the permeameter system can also differentially measure the gas-particle flow through the sample, whereby some of the atoms or molecules which penetrate the sample after the measuring gas has been admitted to the front of the sample are detected on the back of the sample by a mass spectrometer. The mass spectrometer provides a signal proportional

to the gas-particle flow. To calculate the gas-particle flow on an absolute scale, the system has to be calibrated with the aid of integral measurement. The mass spectrometer enables specific gas types to be detected, for example, when a mixture of gases is admitted to the sample. All the variables can be determined as a function of the average gas pressure between 10 mbar and 1000 mbar.

Specifications

Measurable variables: Permeability, solubility, adsorption behaviour

Measurement range:

$$5 - 10^{-8} \frac{\text{cm}^3(\text{STP}) \cdot \text{cm}}{\text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{bar}} \cdot \frac{d(\text{cm})}{A(\text{cm}^2) \cdot \Delta p(\text{bar})}$$

whereby d = sample thickness,
 A = penetrated area,
 Δp = pressure gradient over the sample.

Temperature: 25 - 80 °C

Atmosphere: 5 - 1000 hPa

Measuring gases: He, Ar, N₂, N₂/O₂, CO₂, air

Sample sizes:

- Foils: $\varnothing = 40$ mm,
maximum thickness = 1 mm
- Discs: $\varnothing = 9 - 20$ mm,
maximum thickness = 3 mm
- Porous media: $\varnothing = 9 - 20$ mm,
maximum thickness = 3 mm

Contact:

Dr. G. Reichenauer
Tel.: ++49-931/70564-28
Fax: ++49-931/70564-60
E-mail: reichenauer@zae.uni-wuerzburg.de
<http://www.zae-bayern.de>

Address:

ZAE Bayern
Am Hubland
97074 Würzburg
Germany