

# Anhang G

## Fehlerbetrachtung

Zur Berechnung der Sherwoodzahl werden die Größen Druck, Temperatur und Schichtdicke gemessen. Jeder Messwert ist dabei mit einem Fehler behaftet, der sich im Endergebnis niederschlägt. Über das Fehlerfortpflanzungsgesetz nach Gauß [62] lässt sich der Fehler im Endergebnis nach Gleichung (G.1) angeben.

$$\overline{\Delta Y} = \sqrt{\sum_{j=1}^k \left( \frac{\partial f}{\partial x_j} \Delta x_j \right)^2} \quad (\text{G.1})$$

Die Gleichung, aus der die Sherwoodzahl berechnet wird, muss folglich nach jeder fehlerbehafteten Größe differenziert werden. Das Ergebnis der Wurzel der Summe dividiert durch die Sherwoodzahl selbst ergibt den relativen Fehler. Mit den vom Hersteller angegebenen Genauigkeiten bzw. der aus der Kalibrierung erhaltenen Genauigkeit der Messgeräte kann der relative Fehler der Sherwoodzahl berechnet werden. Dieser ist von der jeweiligen Messgröße abhängig, sodass kein allgemeingültiger Fehler für alle Betriebspunkte angegeben werden kann. Maßgeblich für die Größe des Messfehlers ist der Fehler der Temperaturmessung und der Fehler in der Schichtdickenmessung. Hierbei ist anzumerken, dass der angenommene Fehler der Temperaturmessung nicht von der Messkette selbst herrührt, sondern durch die in der Literatur angegebene Änderung der Oberflächentemperatur, die durch Sublimation hervorgerufen wird, welche durch die Thermofühler nicht exakt erfasst werden kann.

Die Gleichung für den absoluten Fehler der Sherwoodzahl lässt sich wie folgt angeben:

$$\Delta Sh = \sqrt{A^2 + B^2 + C^2} \quad (\text{G.2})$$

mit

$$A = -\rho_N \Delta d R_N D_h 10^{\frac{-13.57 T + 3734}{T}} \left(\frac{T}{T_0}\right)^{-u} \cdot p \frac{-T + 3734 \ln(2) + 3734 \ln(5) + u T}{T \Delta t D_0 p_0} dT \quad (\text{G.3})$$

$$B = \rho_N \Delta d R_N T \frac{D_h}{\Delta t} \frac{10^{\frac{-13.57 T + 3734}{T}}}{D_0} \frac{\left(\frac{T}{T_0}\right)^{-u}}{p_0} dp \quad (\text{G.4})$$

$$C = \rho - N R_N T \frac{D_h}{\Delta t} \frac{10^{\frac{-13.57 T + 3734}{T}}}{D_0} \frac{\left(\frac{T}{T_0}\right)^{-u}}{p_0} p d\Delta d \quad (\text{G.5})$$

hierin bedeuten

$\Delta d$ : Schichtdickendifferenz

$D_h$ : hydraulischer Rohrdurchmesser

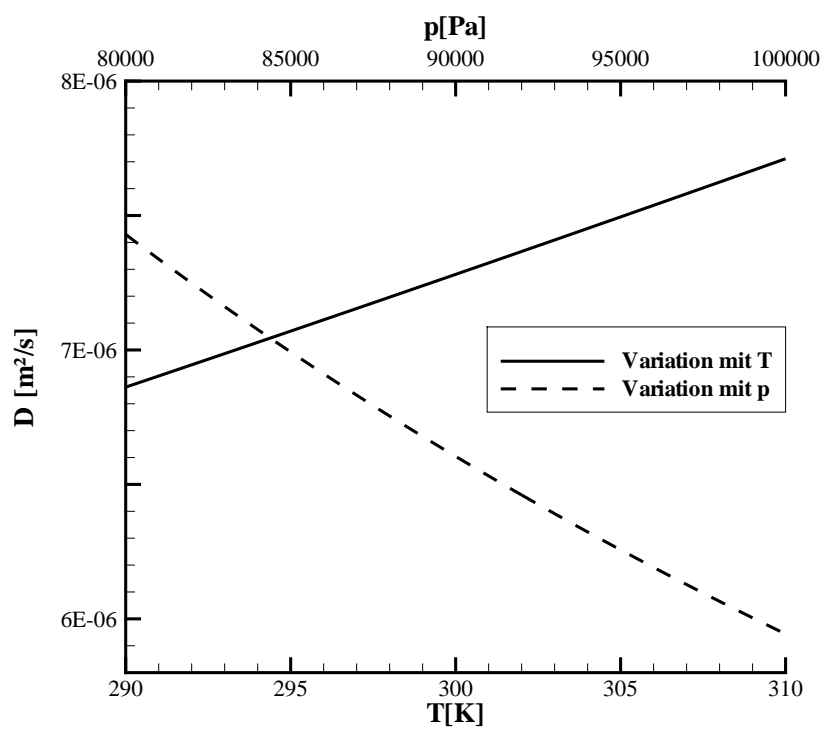
$\Delta t$ : Versuchszeit

$dp$ : absoluter Fehler der Druckmessung

$dT$ : absoluter Fehler der Temperaturmessung

$d\Delta d$ : absoluter Fehler der Schichtdickendifferenzmessung

Für einen typischen Versuch mit rund  $250\mu\text{m}$  Schichtdickendifferenz ergibt sich ein relativer Fehler von  $\pm 2\%$ . Örtlich geringe Abtragsraten von  $20\mu\text{m}$  führen hingegen zu einem relativen Fehler von  $\pm 25\%$ . Zuletzt soll noch auf die in Kapitel 3.1.1 angesprochene Variation des Diffusionskoeffizienten durch variierende Temperatur und Druck eingegangen werden. Zur Veranschaulichung ist in Abbildung G.1 die Abhängigkeit des Diffusionskoeffizienten von Druck und Temperatur geplottet und es ist zu erkennen, dass eine Änderung der Temperatur um ca. 2 Grad eine Änderung im Koeffizienten von rund 1.1% bewirkt. Eine Änderung des Druckes um 10% verändert den Diffusionskoeffizienten ebenfalls um 10%. Zusätzlich zu dieser nicht berücksichtigten Änderung von  $D$  örtlich und über den Versuch, soll erwähnt werden, dass die Literaturangaben für  $D_0$  nach [46] um 26% auseinandergehen. In dieser Arbeit wird mit dem schon in Vorgängerarbeiten genutzten Diffusionskoeffizienten  $D_0 = 5.185 \cdot 10^{-6} [\text{m}^2/\text{s}]$  gerechnet.

Abbildung G.1: Abhängigkeit von  $D$  von  $p$  und  $T$

