

## 1.11 Viskosität

### 1.11.1 Themen und Lerninhalte

#### Die Viskosität als wichtige Stoffkonstante Bestimmung der Viskosität von Flüssigkeiten

Die Viskosität oder Zähigkeit ist eine wichtige Materialkonstante von Flüssigkeiten und Gasen. Große Bedeutung hat sie z. B. beim Transport von Flüssigkeiten in Rohrleitungen, bei Mischvorgängen in Behältern und für den Reibungswiderstand von Körpern, die durch Flüssigkeiten oder Gase bewegt werden. Bei Flüssigkeiten wird die Viskosität durch die Kohäsionskräfte hervorgerufen; bei Gasen sind Diffusionsvorgänge ausschlaggebend.

Zur Definition der Viskosität soll modellhaft die Bewegung einer Platte in einer Flüssigkeit untersucht werden (Abb. 1.97).

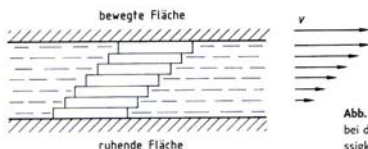


Abb. 1.97. Geschwindigkeitsabnahme bei der Mitnahme von Flüssigkeitsschichten.

Die direkt an die Platte angrenzenden Flüssigkeitsteilchen haften fest an der Platte, bedingt durch die Adhäsionskräfte. Diese Schicht nimmt die Geschwindigkeit der Platte an. Die daran angrenzenden Schichten bleiben im zunehmendem Abstand zur Platte immer weiter zurück. Die Ursache dafür sind die Kohäsionskräfte, die der gegenseitigen Verschiebung der einzelnen Schichten entgegenwirken.

Die in der Flüssigkeit auftretenden Reibungskräfte  $F_{\text{Ri}}$  sind proportional zur Oberfläche  $A$  der bewegten Flüssigkeitsschichten und zur Geschwindigkeit  $v$ . Sie sind umgekehrt proportional zur Gesamtdicke  $d$  aller mitbewegten Schichten. Der Proportionalitätsfaktor ist die *dynamische Viskosität*  $\eta$ . Damit ergibt sich die Beziehung:

$$F_{\text{Ri}} = \eta \cdot \frac{A \cdot v}{d}$$

Für die dynamische Viskosität erhält man:

$$\eta = \frac{F_{\text{Ri}} \cdot d}{A \cdot v}$$

Setzt man die SI-Einheiten ein, resultiert für  $\eta$  die Einheit:

$$\frac{\text{N} \cdot \text{m} \cdot \text{s}}{\text{m}^2 \cdot \text{m}} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \text{s}$$

Da mit  $\text{N}/\text{m}^2$  die Druckeinheit Pascal gegeben ist, nennt man die Einheit der dynamischen Viskosität Pascal-Sekunde ( $\text{Pa} \cdot \text{s}$ ).

Für niedrigviskose Flüssigkeiten bietet sich die Einheit  $\text{mPa} \cdot \text{s}$  an, die der früheren Einheit Centipoise (cP) entspricht.

$$1 \text{ Pa} \cdot \text{s} = 1000 \text{ mPa} \cdot \text{s} \quad 1 \text{ mPa} \cdot \text{s} = 1 \text{ cP}$$

Bei technischen Strömungsvorgängen spielt oft das Verhältnis der dynamischen Viskosität zur Dichte der Flüssigkeiten eine Rolle. Es wird als *kinematische Viskosität*  $\nu$  bezeichnet.

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \quad \text{Die SI - Einheit von } \nu \text{ ist } \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

Die Viskosität von Flüssigkeiten nimmt mit steigender Temperatur stark ab, was besonders bei Schmierölen und bei flüssigen Brennstoffen zu beachten ist. Bei Gasen wächst die Viskosität mit steigender Temperatur.

In der folgenden Übersicht (Tab. 1.9) sind die Zähigkeiten einiger Stoffe bei unterschiedlichen Temperaturen aufgeführt.

**Tabelle 1.9.** Einfluss der Temperatur auf die Viskosität von Luft, Wasser und Glycerin.

	$\vartheta$ in °C	$\eta$ in $\text{mPa} \cdot \text{s}$
Luft	0	0,0171
Luft	100	0,0218
Wasser	20	1,003
Wasser	100	0,282
Glycerin	20	1500
Glycerin	30	624

### 1.11.2

#### Messverfahren

Zur Messung der Viskosität von Flüssigkeiten gibt es zahlreiche Geräte mit unterschiedlichen Messprinzipien. Anwendung finden hauptsächlich *Kapillarviskosimeter*, *Fallkörperviskosimeter* und *Rotationsviskosimeter*.