heißt NEWTONsches Reibungsgesetz oder NEWTONscher Schubspannungsansatz. Fluide, die diese Proportionalität zwischen τ und dem Geschwindigkeitsgefälle dv_x/dy aufweisen, heißen NEWTONsche Fluide.

2.2 Die Grundgleichungen zu Berechnung von Strömungsgeschwindigkeiten

Reibungsbehaftete Strömungsfelder werden durch partielle Differentialgleichungen (DGL) beschrieben. Unter den Voraussetzungen konstanter Materialwerte, vernachlässigbarer Reibungswärme und stationärer Strömung vereinfacht sich die Bewegungsgleichung (NAVIER-STOKES-Gleichung) erheblich

$$\vec{f}_T = -\nabla p + \eta \nabla^2 \vec{v}. \quad (2a)$$

Außerdem gilt die die Kontinuitätsgleichung

$$\operatorname{div} \vec{v} = \nabla \cdot \vec{v} = 0.$$

Hierin sind

- $\vec{f}_T$ - die Trägheitskraftdichte (Trägheitskraft pro Volumenelement der Flüssigkeit)
- $\nabla \cdot p$ - der Druckgradient
- $\vec{v}(x, y, z)$ - das Feld der Strömungsgeschwindigkeit, $\vec{v} = v_x \vec{e}_x + v_y \vec{e}_y + v_z \vec{e}_z$
- η - die dynamische Viskosität und
- ∇ - (Nabla) der Operator $\nabla = \frac{\partial}{\partial x} \vec{e}_x + \frac{\partial}{\partial y} \vec{e}_y + \frac{\partial}{\partial z} \vec{e}_z$.

Wird ∇ auf eine skalare Größe angewandt, z.B. auf den Druck p , erhält man den Gradienten von p . Das Skalarprodukt von ∇ mit einem Vektor, z.B. der Geschwindigkeit $\vec{v}$, heißt Divergenz. Diese ist ein Maß für die Quellstärke im jeweiligen Punkt. Aus den genannten Gleichungen und den im konkreten Fall geltenden Bedingungen am Rand kann man das Strömungsfeld z.B. einer Meeresströmung, einer Rohrdurchströmung und einer Kugel- oder Zylinderumströmung berechnen.

2.3 Die STOKESsche Formel für die Reibungskraft auf eine umströmte Kugel

Das in diesem Versuch behandelte Beispiel einer fallenden Kugel in einer ruhenden Flüssigkeit ist völlig äquivalent dem Problem der Umströmung einer festgehaltenen Kugel. Es gilt, die Geschwindigkeitsverteilung um eine Kugel und daraus die Reibungskraft auf die Kugel zu berechnen. Es ergibt sich die erstmals von STOKES (engl., 1819-1903) gefundene Formel für die Reibungskraft [1]

$$\text{STOKES} \quad \vec{F}_R = -6\pi\eta r_K \vec{v}, \quad r_K \text{ ist der Kugelradius.} \quad (3)$$

Bei der Ableitung dieser Formel wurde allerdings die Trägheitskraftdichte vernachlässigt, so dass sie nur gilt, wenn das Verhältnis von f_T zu f_R (f_R ist die Reibungskraftdichte) klein ist, also $\operatorname{Re} = f_T / f_R \ll 1$ gilt. Dieses Verhältnis ist die wichtigste dimensionslose Ähnlichkeitskennzahl für Strömungsprobleme, die REYNOLDSsche Zahl Re .