

# 1 Kenngrößen und Betriebsverhalten von Kreiselpumpen radialer Bauart

## 1. Der Förderstrom Q

Der Förderstrom oder Volumenstrom ist das in der Zeiteinheit aus dem Druckstutzen der Pumpe austretende nutzbare Flüssigkeitsvolumen. Die Grundeinheit ist m<sup>3</sup>/s. Gebräuchliche Einheiten sind m<sup>3</sup>/h, l/h und l/min.

## 2. Die Förderhöhe der Pumpe H und der Anlage H<sub>A</sub>

Die Förderhöhe der Pumpe errechnet sich aus der spezifischen Förderarbeit Y Nm/kg, d.h. dem Energiezuwachs, den 1 kg Förderflüssigkeit in der Pumpe erfährt. An der in Betrieb befindlichen Pumpe bestimmt man die spezifische Förderarbeit Y durch Messung bzw. Errechnung folgender Größen: (Bild 1).

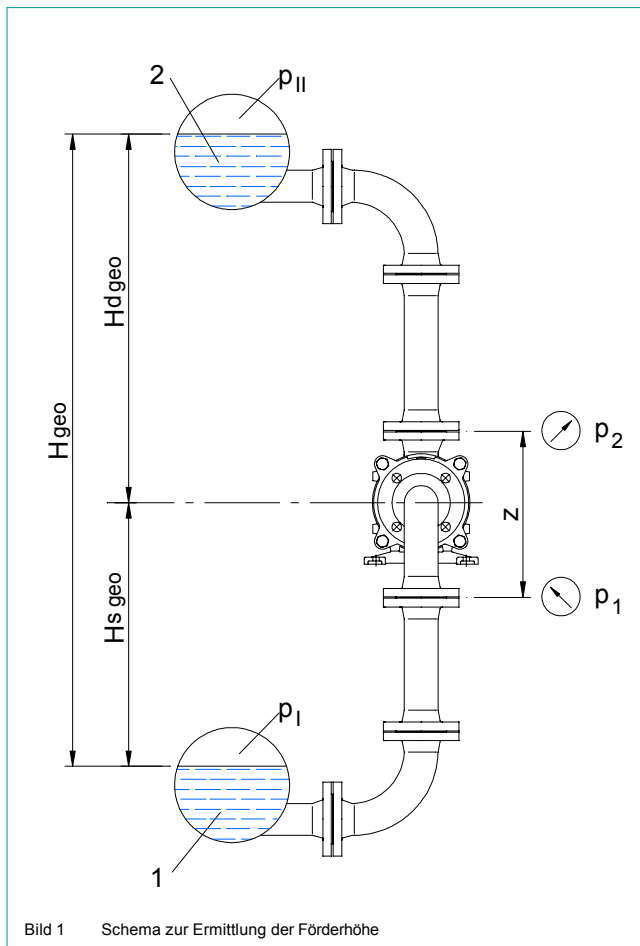


Bild 1 Schema zur Ermittlung der Förderhöhe

- a) des Überdrucks p<sub>1</sub> oder Unterdrucks – p<sub>1</sub> im Saugstutzen in N/m<sup>2</sup>,
- b) des Überdrucks p<sub>2</sub> im Druckstutzen in N/m<sup>2</sup>,
- c) des Höhenunterschiedes z dieser beiden Meßstellen in m. (Dieser Wert ist positiv, wenn die Meßstelle von p<sub>2</sub> höher liegt als diejenige von p<sub>1</sub>),
- d) der kinetischen Energie der Strömung im Druck- und Saugstutzen.

Bezeichnen ρ die Dichte der Förderflüssigkeit in kg/m<sup>3</sup>, g die örtliche Fallbeschleunigung in m/s<sup>2</sup> und c<sub>2</sub> bzw. c<sub>1</sub> m/s die mittleren Geschwindigkeiten in den Rohrquerschnitten der Druckmessstellen, so beträgt die spezifische Förderarbeit:

$$Y = \frac{p_2 - p_1}{\rho} + g \cdot z + \frac{c_2^2 - c_1^2}{2} \quad \text{Nm/kg} \quad (1)$$

Fasst man Y als Energie der Lage von 1 kg Flüssigkeit mit der Gewichtskraft g N/kg auf, so läßt sich auch schreiben:

$$Y = g \cdot H$$

Somit erhält man aus Gleichung (1) unter Verwendung der Druckeinheit bar, der Dichte ρ in kg/dm<sup>3</sup> und der Fallbeschleunigung g = 9,81 m/s<sup>2</sup> die Förderhöhe:

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\rho} \cdot 10,2 + z + \frac{c_2^2 - c_1^2}{2 \cdot g} \quad \text{m} \quad (2)$$

Für **überschlägliche** Bestimmung der Förderhöhe kann bei Förderung von Kaltwasser unter Vernachlässigung der Geschwindigkeitshöhendifferenz folgende vereinfachte Beziehung verwendet werden:

$$H \approx (p_2 - p_1) \cdot 10 + z \quad \text{m} \quad (3)$$

Bei Unterdruck im Saugstutzen ist p<sub>1</sub> mit negativem Vorzeichen einzusetzen:

Für die Projektierung einer Pumpenanlage ist die Förderhöhe in anderer Weise zu bestimmen (Förderhöhe H<sub>A</sub>):

Die Pumpe fördere aus dem Saugbehälter 1 (Bild 1) mit dem Druck p<sub>1</sub> bar in den Druckbehälter 2 mit dem Druck p<sub>II</sub> bar. Der Höhenunterschied zwischen Saug- und Druckwasserspiegel, die „geodätische Förderhöhe“ sei H<sub>geo</sub> m, ferner die Summe aller Druckhöhenverluste in der Saug- und Druckleitung H<sub>v</sub> m. (Hierzu die Ausführungen zum Thema „Der Druckhöhenverlust in Rohrleitungen“). Vernachlässigt man die sehr gerin-

gen Geschwindigkeiten in den Behältern, so ergibt sich mit der Dichte  $\rho$  der Förderflüssigkeit in  $\text{kg/dm}^3$  die Förderhöhe der Anlage:

$$H_A = \frac{p_{II} - p_I}{\rho} \cdot 10,2 + H_{\text{geo}} + H_V \quad \text{m} \quad (4)$$

Die Druckhöhenverluste  $H_V$  in den Rohrleitungen vergrößern also die Förderhöhe der Anlage, da sie auch von der Pumpe aufgebracht werden müssen.

Bei Unterdruck im Saugbehälter ist  $p_I$  mit negativem Vorzeichen einzusetzen. Sind beide Behälter offen, so verbleibt:

$$H_A = H_{\text{geo}} + H_V \quad \text{m} \quad (5)$$

$H_V$  enthält nicht nur die Druckhöhenverluste in den Rohrleitungen, sondern auch die Verluste in den angeschlossenen Geräten, Düsen oder sonstigen Rohreinbauten.

### 3. Der Wirkungsgrad

Von der durch die Antriebsmaschine an die Kreiselpumpe übertragenen Energie wird nur ein Teil zur Förderung der Flüssigkeit ausgenutzt, der Rest entfällt auf die in der Pumpe entstehenden Verluste. Diese verwandeln sich in Wärme, die für die Druckgewinnung wertlos und u.U. für die Pumpe nachteilig ist.

Die für den Antrieb der Pumpe erforderliche Leistung  $P$  ist also immer größer als die verfügbare Nutzleistung  $P_N$  in der geförderten Flüssigkeit. Das Verhältnis

$$\eta = \frac{\text{Nutzleistung}}{\text{Leistungsbedarf}} = \frac{P_N}{P}$$

ist der Wirkungsgrad der Pumpe. Je höher der Wirkungsgrad, um so wirtschaftlicher arbeitet die Pumpe.

Für die Berechnung kann der Leistungsbedarf aus den Kennlinien oder Leistungstabellen in den EDUR-Verkaufsunterlagen entnommen werden. Die Nutzleistung ergibt sich aus folgender Gleichung:

$$P_N = Q \cdot \rho \cdot g \cdot H = Q \cdot \rho \cdot Y \quad \text{Watt} \quad (6)$$

Führt man den Förderstrom  $Q$  in  $\text{m}^3/\text{h}$ , die Dichte  $\rho$  in  $\text{kg/dm}^3$  ein und setzt  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ , ergibt sich  $P_N$  in kW zu:

$$P_N = \frac{Q \cdot H \cdot \rho}{367} \quad \text{kW} \quad (7)$$