

## Übungsbeispiele zu Kapitel 5

**Ü 15** Von einer bezüglich Schaufelwinkel kavitationsoptimalen Kreiselpumpe mit Förderstrom  $90 \text{ m}^3/\text{h}$ , angetrieben mittels zweipoligen Elektromotors, sind bekannt: Aufstellungsort  $420 \text{ m}$  über NN.

Abgeschätzt: Spez. Energieverluste in der Saugleitung ( $150 \text{ mm}$  Durchmesser)  $7,5 \text{ m}^2/\text{s}^2$ .

Gesucht: Maximale Saug- bzw. Zulaufhöhe bei

- a) Förderung von Wasser mit  $40^\circ\text{C}$  aus Quelle
- b) Absaugen von Wasserdampf-Kondensat mit  $40^\circ\text{C}$  aus dem Kondensator

**Ü 16** Eine Kreiselpumpe mit Vorsatzläufer (Inducer) verwirklicht bei der Drehzahl  $1440 \text{ min}^{-1}$  einen relativen Gleichdrall von  $0,8$ . Für Wasser von  $20^\circ\text{C}$  soll beim Aufstellungsort  $720 \text{ m}$  über NN die Saughöhe  $4,3 \text{ m}$  betragen. Die Zuströmgeschwindigkeit im Saugbehälter beträgt  $1,2 \text{ m/s}$ . Für einen Förderstrom von  $720 \text{ m}^3/\text{h}$  wurden berechnet: Spez. Energieverluste der Saugleitung mit  $18,7 \text{ m}^2/\text{s}^2$ .

Gesucht:

- a) Geforderte Saughöhe bei optimaler Saugkantengestaltung zulässig?
- b) Pumpen-Bauform und THOMA-Zahl bei Förderung in einen direkt an den Pumpendruckstutzen anschließenden Druckbehälter mit  $0,85 \text{ bar}$  Überdruck
- c) Zu verwirklichender Relativströmungswinkel

**Ü 17** Eine waagrecht angeordnete Kreiselpumpe mit Drehzahl  $940 \text{ min}^{-1}$  fördert  $1200 \text{ m}^3/\text{h}$  Wasser von  $20^\circ\text{C}$  auf  $6,4 \text{ m}$  Höhe. Die spez. Verlustenergie der Förderleitung wird zu  $11 \text{ m}^2/\text{s}^2$  und die der Saugleitung zu  $8 \text{ m}^2/\text{s}^2$  überschlagen (Sauggeschwindigkeit  $1,5 \text{ m/s}$ ).

Gesucht:

- a) Bauform, d. h. Laufradform
- b) Saugzahl beim Nabenverengungsfaktor  $0,8$ , äußerem Relativstromwinkel  $20^\circ$  und äußerer Relativdrallzahl  $0,9$
- c) THOMA-Zahl bei  $85\%$  Schaufelungswirkungsgrad
- d) Maschinentalteenergie
- e) *NPSH*-Werte bei Saughöhe  $2,2 \text{ m}$
- f) Maximal zulässige Saughöhe

**Ü 18** Eine Wasserturbinen-Anlage soll geplant werden. Bekannt sind: Mittlerer Durchsatz  $10,8 \text{ m}^3/\text{s}$ , mittleres Gefälle  $161,6 \text{ m}$ , spez. Energieverluste in Druckleitung  $149 \text{ m}^2/\text{s}^2$  und in Saugleitung  $12,5 \text{ m}^2/\text{s}^2$  (geschätzt). Generatorwirkungsgrad  $95\%$ .

Gesucht:

- a) Turbinen-Bauform bei 12-poligem Generator
- b) Turbinen-Abgabeleistung beim Turbinengesamtwirkungsgrad von  $85\%$
- c) Anlagenwirkungsgrad
- d) Saugzahl bei drallfreier Abströmung,  $25^\circ$  Relativabströmwinkel und Nabenverengungsfaktor  $0,82$
- e) THOMA-Zahl
- f) Spez. Maschinentalteenergie
- g) Zulässige Saughöhe bei Wassertemperatur  $10^\circ\text{C}$

**Ü 19** Von einem Kreiseldichter für Luft mit in den Saugmund vorgezogenen Schaufelkanten sind bekannt:

Saugmunddurchmesser	$250 \text{ mm}$
Nabendurchmesser	$150 \text{ mm}$
Drehzahl	$17200 \text{ min}^{-1}$
Massenstrom	$11 \text{ t/h}$
Ruhezustand	$1 \text{ bar}, 20^\circ\text{C}$

Gesucht:

Wird die Überschallgrenze erreicht bzw. überschritten, d. h. bleibt die Laufradeintrittsströmung im Unterschall oder erfolgt Übergang in den Überschallbereich?

- a) Ohne Berücksichtigen der Dichteänderung im Radeinlauf
- b) Mit Berücksichtigung der Dichteänderung in der Zuströmung
- c) Bei Zuströmung mit Vordrall entsprechend relativer Außen-Drallziffer von 0,7 und ohne Berücksichtigen der Dichteänderung im Radeinlauf

**Ü 20** Ein mehrstufiger Axialverdichter ohne Zuströmschaufelgitter, jedoch mit optimal gestaltetem Saugbereich (Saugmund, Laufschaufeln) ist für einen auf den Ruhezustand (Luft 20 °C, 1 bar) bezogenen Volumenstrom von 32 000 m<sup>3</sup>/h (Ansaugvolumenstrom) auszulegen. Das Verhältnis radiale Schaufellänge (-breite) zu Laufradaußenradius wird mit 1/3 angenommen.

Gesucht:

- a) Maximal zulässige sowie sinnvolle Drehzahl bei üblicher Verdichtergestaltung
  - ohne Berücksichtigen der Dichteänderung im Radeinlauf
  - mit Berücksichtigen des Dichteinflusses im Saugbereich
- b) Laufradumfangsgeschwindigkeit bei sinnvoller Drehzahl
- c) Zuströmgeschwindigkeit bei sinnvoller Drehzahl