

Sommersemester 2016

Universität
Rostock



Traditio et Innovatio

Kolben- und Strömungsmaschinen

Teil Strömungsmaschinen

Prof. Dr. Hendrik Wurm
Lehrstuhl für Strömungsmaschinen

- Einführung, Arten und grundsätzlicher Aufbau von Strömungsmaschinen
- Aufbau und Funktionsweise von Flugtriebwerken und den enthaltenen Strömungsmaschinen
- Aufbau und Funktionsweise von Windturbinen
- Aufbau, Funktionsweise und Kennlinien von Pumpen
- Entwurfsmethoden
- Optimierungsmethoden
- **Zusammenfassung**

Ziel: Beschreibung des Zusammenhangs zwischen Bewegungsgrößen und resultierender Kraft

Impuls $\mathbf{I} = m \cdot \mathbf{c}$

Impulssatz $\frac{d\mathbf{I}}{dt} = \mathbf{F}$

Die zeitliche Änderung des Impulses einer Masse m ist gleich der resultierenden Kraft, die auf das Masselement ausgeübt wird.

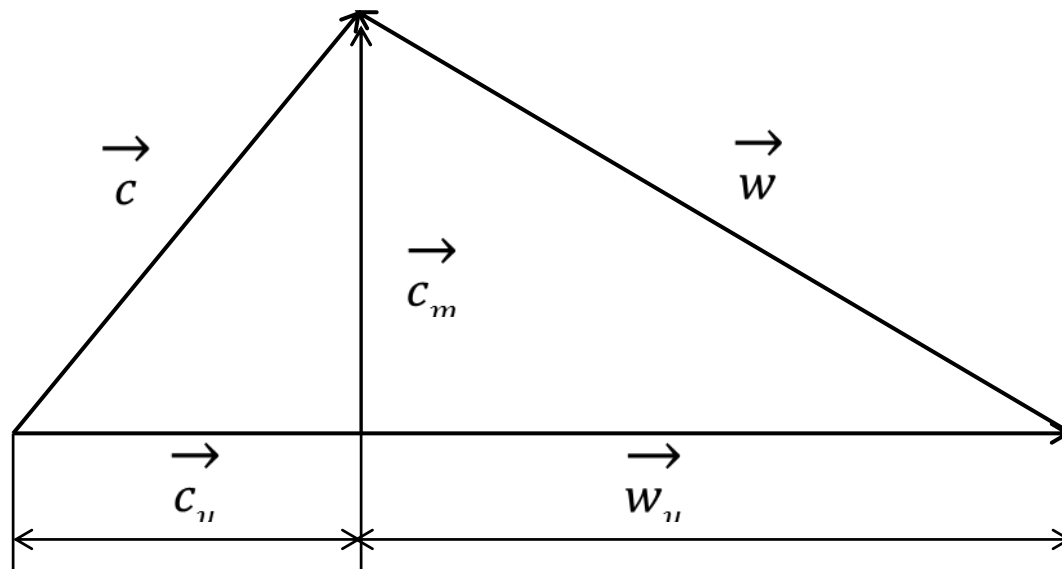


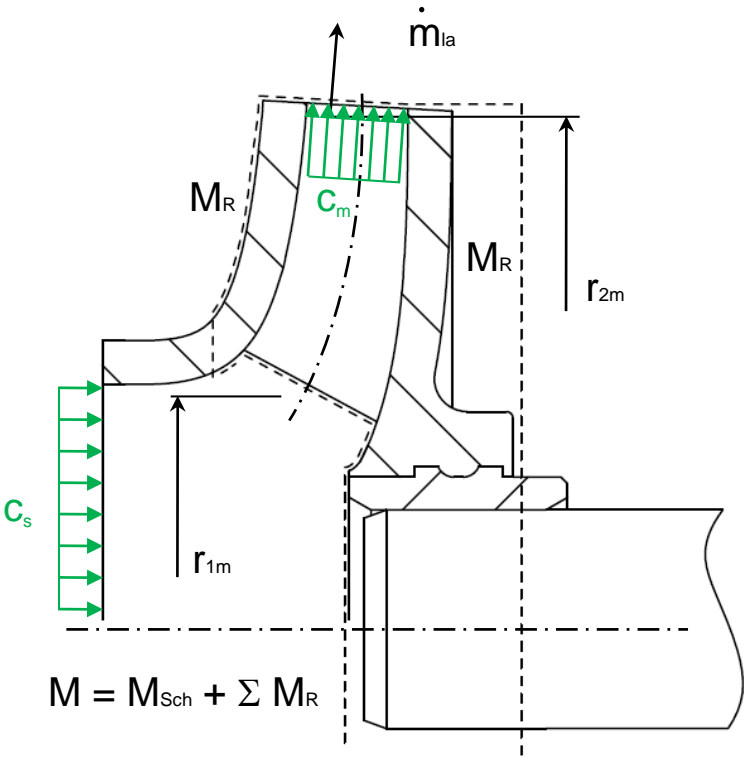
Eine analoge Aussage gilt für den Zusammenhang von Drehimpuls und Moment

Drehimpuls $\mathbf{L} = \mathbf{r} \times \mathbf{I}$

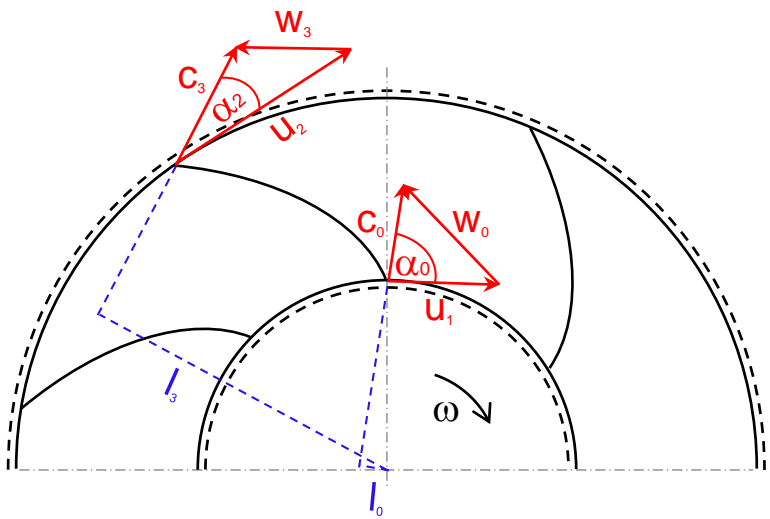
Drehimpulssatz $\frac{d\mathbf{L}}{dt} = \mathbf{M}$

Die zeitliche Änderung des Drehimpulses (Impulsmoments) einer Masse m ist gleich dem resultierenden Moment (bezogen auf einen Bezugspunkt O).





Kontrollvolumen



Bilanzfläche 1 :

Massestrom \dot{m}_{La} mit dem Drehimpuls $\dot{m}_{La} r_{1m} \cdot \mathbf{c}_{ou}$

Bilanzfläche 2 :

Massestrom \dot{m}_{La} mit dem Drehimpuls $\dot{m}_{La} r_{2m} \cdot \mathbf{c}_{3u}$

Die statischen Drücke an den Bilanzflächen und die radialen Komponenten der Geschwindigkeit erzeugen keine Kräfte in Umfangsrichtung und werden deshalb nicht berücksichtigt.

an den festen Berandungen

Moment wegen der Radseitenreibung M_R

an der Welle: übertragenes Drehmoment M

$$M = M_{\text{sch}} + \Sigma M_R$$

an der Welle übertragenes Moment

$$M_{\text{sch}} = \dot{m} (r_{2m} \mathbf{c}_{3u} - r_{1m} \mathbf{c}_{ou})$$

von den Schaufeln übertragenes Moment

mit $u = \omega r$

$$P_{\text{sch}} = M_{\text{sch}} \cdot \omega = \dot{m} (u_{2m} c_{3u} - u_{1m} c_{ou})$$

Leistung

$$Y_{\text{sch}} = \frac{P_{\text{sch}}}{\dot{m}}$$

spezifische Förderarbeit

$$Y_{\text{sch}} = u_{2m} c_{3u} - u_{1m} c_{ou}$$

**Euler'sche
Turbinengleichung
(1754)**

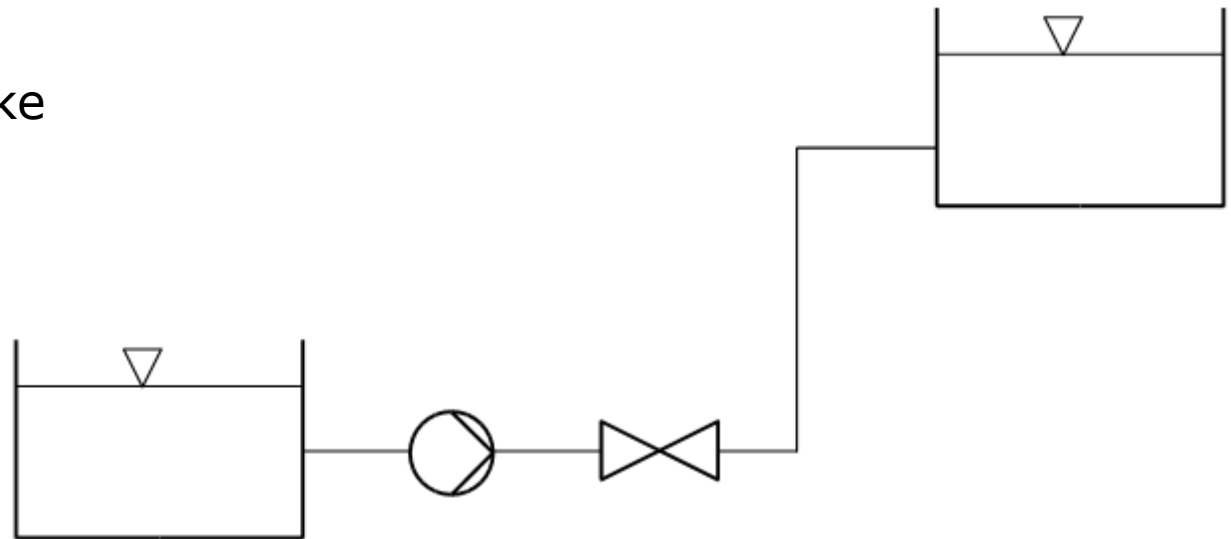
Wasserversorgung

Abwasserentsorgung

Bewässerung

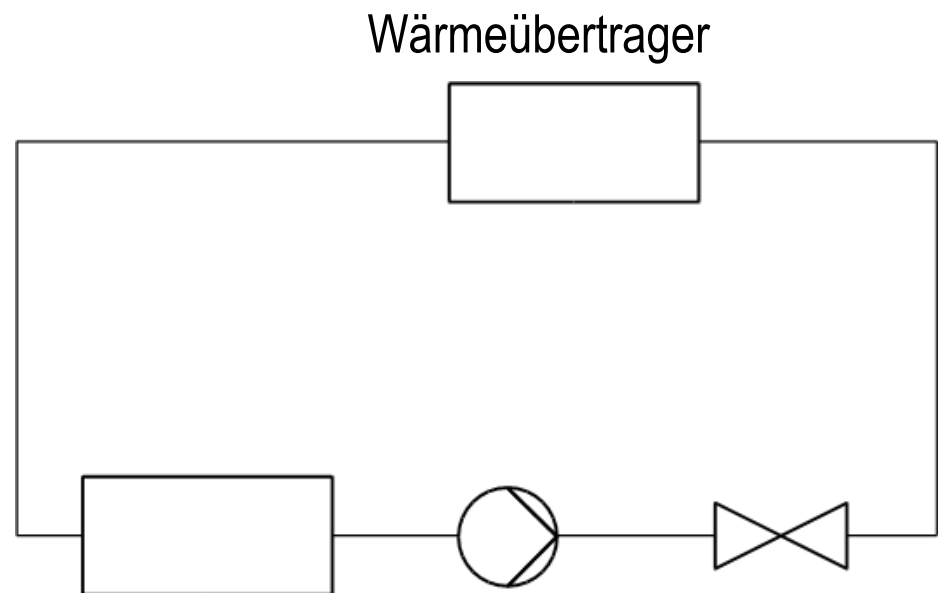
Substanzzuführung

Hochwasserpumpwerke



$$H = H_{\text{Stat}} + H_{\text{Verluste}}$$

Blutkreislauf
Heizkreislauf
Kühlkreislauf



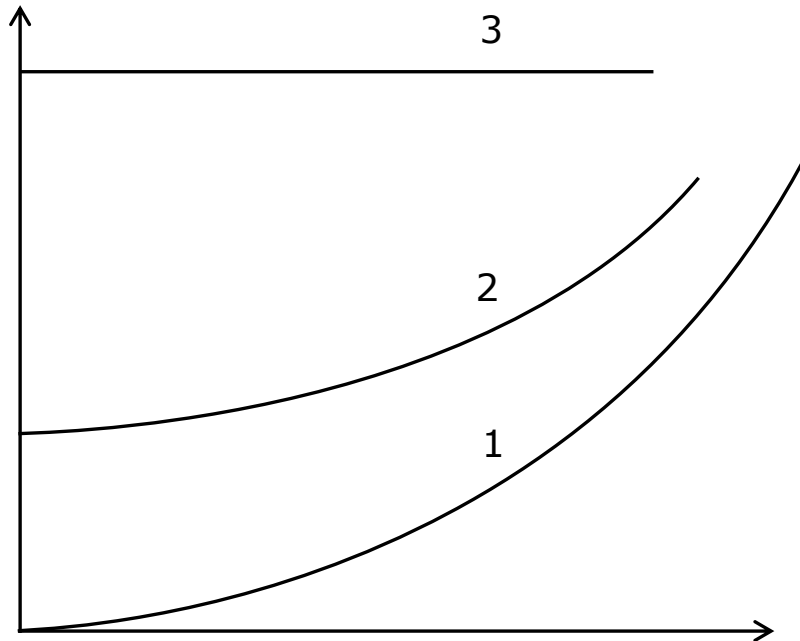
$$H = H_{\text{Verluste}}$$

$$\Delta p_v = \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot \frac{l_i}{D_i} \frac{\rho}{2} \left(\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D_i^2} \right)^2 + \sum_{j=1}^m \zeta_j \frac{\rho}{2} \left(\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D_j^2} \right)^2$$

λ - Reibkoeffizient

ζ - Verlustbeiwert

$$H_{\text{Verluste}} = \frac{\Delta p_v}{\rho \cdot g}$$



- 1- Förderhöhe: nur dynamischer Anteil
- 2- Förderhöhe: statischer und dynamischer Anteil
- 3- Förderhöhe: „nur“ statischer Anteil

- Drehzahlregelung
- Drosselregelung
- Start – Stop – Ansteuerung der Pumpe
- Bypass- Regelung

- Reihenschaltung von Pumpen
- Parallelschaltung von Pumpen



- Bestimmung der äquivalenten Sandrauheit aus Oberflächenprofilen – Hr. Juckelandt
- Entwurf von Schiffspropeller und Windturbinen – Hr. Torner
- Akustische Messungen an Pumpen – Dr. Witte
- LES von durchströmten Systemen – Hr. Torner



- Kolben- und Strömungsmaschinen
(Grundlagen der Strömungsmaschinen)

- Management von Entwicklungsprojekten und Teams
(Formen der Aufbauorganisation, Führung von Mitarbeitern, Innovations- und Entwicklungsprozess, Projektmanagement (Planung, Businessplan, Marktanalysen, Controlling, FreigabeprozEDUREN, Schutzrechte))

- **Hydraulische Strömungsmaschinen**
(Physikalische Grundlagen: Strömungstechnik, Kavitation;
Bauarten und Entwurf hydraulischer Strömungsmaschinen,
Lebenszykluskosten (LCC), Grundlagen der Windkraftanlagen)
- **Thermische Strömungsmaschinen**
(Physikalische Grundlagen: Akustik; Thermische Strömungsmaschinen –
Verdichter, Dampf- und Gasturbinen)
- **Windturbinen und alternative Energiequellen**
(Entstehung des Windes, aerodynamischer Entwurf des Rotors,
Fluid-Struktur-Wechselwirkungen, Solarenergie, Geothermie)
- **Grundlagen der Akustik**

**Vertiefungsrichtung Strömungsmaschinen im
Masterstudiengang Maschinenbau seit SS 2011**

Reduzierung des Energieverbrauches von Strömungsmaschinen

- numerische Verfahren zum Entwurf und zur Optimierung der Bauteile von Strömungsmaschinen

Systemintegration - von der Komponenten - zur Systemoptimierung

- numerische und experimentelle Systemanalysen
- Umsetzen des dynamischen Systembedarfs
(systemangepasste adaptive Regelung,
dynamische geometrische Anpassung etc.)

Analyse der Zuverlässigkeit mechatronischer Produkte

- Ausfallursachen
- Ausfallwahrscheinlichkeit

Reduzierung der Schallemission

- numerische Verfahren zu Fluid- Struktur- Wechselwirkungen
und experimentelle Untersuchung des akustischen Verhaltens

Integration bionischer Verfahren in die Strömungsmaschinen- forschung

- Konsultation: bei Bedarf



- Prüfungstermin: 15.08.2016 9:00 Uhr
- Prüfungsdauer: 120 Min.
- Raum: 111
- zugelassene Unterlagen:
 - Fragenteil: keine
 - Aufgabenteil: 1 DIN A4 Blatt (beidseitig)
handgeschriebene
Formelsammlung

Die Prüfung besteht aus einem Kolbenmaschinenteil und einem Strömungsmaschinenteil. Zu jedem Bereich gibt es einen Fragenteil und einen Aufgabenteil.