

Grundlagen der Strömungsmaschinen und Windturbinen

Strömungsmechanische Grundlagen

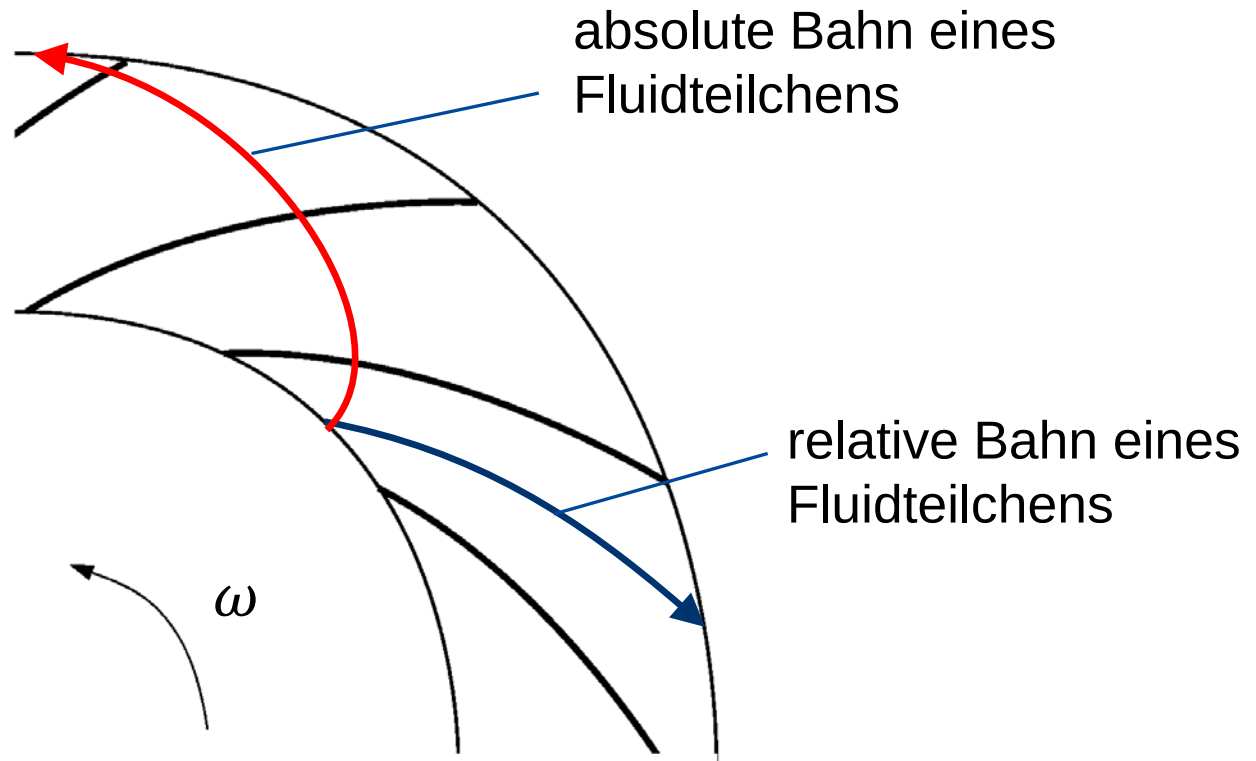
Lehrstuhl Strömungsmaschinen

Gliederung der Vorlesung

1. Einführung, Einteilung, Historische Entwicklung, Aufbau und Wirkungsweise
2. Strömungsmechanische Grundlagen
3. Ähnlichkeitsmechanik
4. Energieübertragung am Rotor, Ableitung der Euler'schen Turbomaschinengleichung
5. Bestimmung der Hauptabmessungen, Entwurfsschritte
6. Strömungsmaschine im System, Kennlinien, Regelung
7. Kavitation
8. Strömungsmaschinen (Pumpe, Verdichter, Flugzeugtriebwerk)
9. Dampfturbinen
10. Windturbinen
11. Sonderbauarten (Strömungswandler, Seitenkanalmaschinen, Voith-Schneider-Propeller, Gezeitenturbinen)
12. Zusammenfassung

2.3. Laufradströmung

Die Kenntnis der Fluidbewegung entlang einer Stromlinie im Laufradkanal ermöglicht die Berechnung der Drehimpulsänderung und damit der Energiewandlung im Laufrad.



Überlagerung (Superposition) der Bewegung des strömenden Mediums in den Schaufelkanälen (-zwischenräumen) und der Rotationsbewegung des sich drehenden Laufrades.

$\vec{u}$ - **Umfangsgeschwindigkeit**

Drehgeschwindigkeit des rotierenden Laufrades und damit des Fluids

$\vec{w}$ - **Relativgeschwindigkeit**

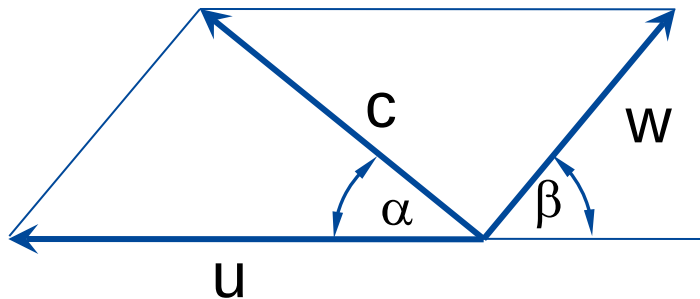
Geschwindigkeit des strömenden Fluids (Fluidteilchen) gegenüber den sich bewegenden Laufschaufeln des sich drehenden Laufrades (mitbewegter Beobachter)

$\vec{c}$ - **Absolutgeschwindigkeit**

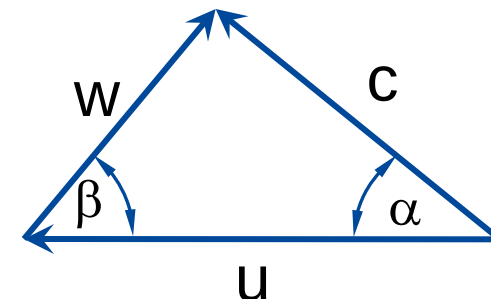
Strömungsgeschwindigkeit des Fluids in Bezug auf ein ruhendes Koordinatensystem, d.h. gegenüber der ruhenden Umgebung bzw. dem ruhenden Betrachter

$$\vec{c} = \vec{u} + \vec{w}$$

Geschwindigkeitspläne



Geschwindigkeitsparallelogramm



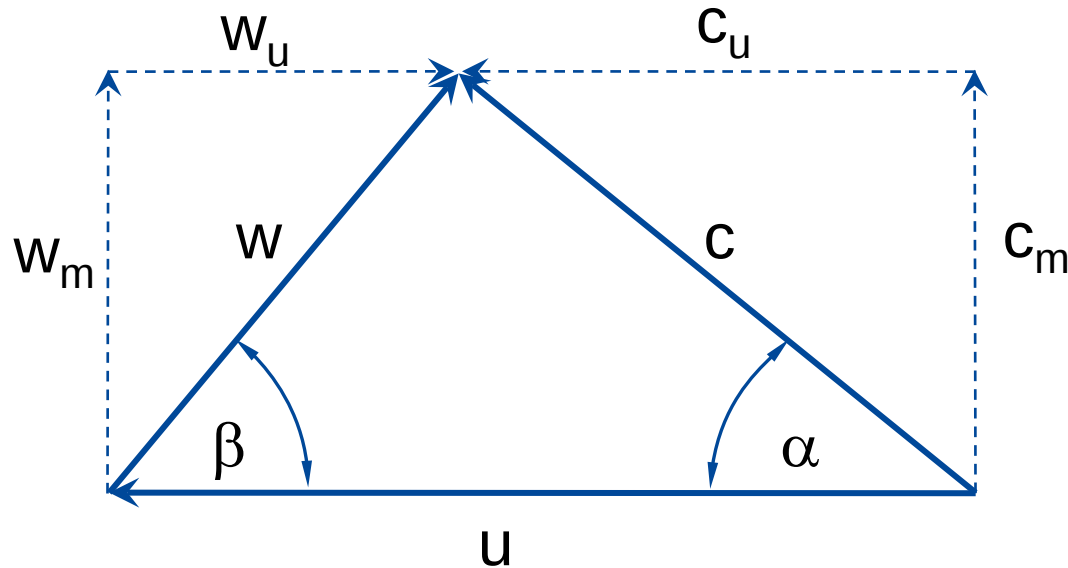
Geschwindigkeitsdreieck

α – **Absolutströmungswinkel**

Winkel der Absolutströmung, Richtung der Absolutströmung, Leitschaufelwinkel, Winkel zwischen positiver c - und u -Richtung

β – **Relativströmungswinkel**

Winkel zwischen Relativströmung, Richtung der Relativströmung, Laufschaufelwinkel, Winkel zwischen positiver w - und negativer u -Richtung



- c_m – Meridiankomponente der Absolutgeschwindigkeit ($\perp u$)
- c_u – Umfangskomponente der Absolutgeschwindigkeit ($\parallel u$, Drall)
- w_m – Meridiankomponente der Relativgeschwindigkeit ($\perp u$)
- w_u – Umfangskomponente der Relativgeschwindigkeit ($\parallel u$)

Indizierung durch eine Strömungsmaschine (nach Pfeleiderer):

D...druckseitiges Ende der Maschine

S... saugseitiges Ende der Maschine

0... auf der Saugseite des Laufrades, unmittelbar vor den Schaufeln

1... unmittelbar nach dem Eintritt in den Schaufelkanal des Laufrades

2... unmittelbar vor dem Austritt aus dem Schaufelkanal des Laufrades

3... auf der Druckseite des Laufrades, unmittelbar hinter den Schaufeln

4... unmittelbar vor dem Schaufelkanal des Leitrades

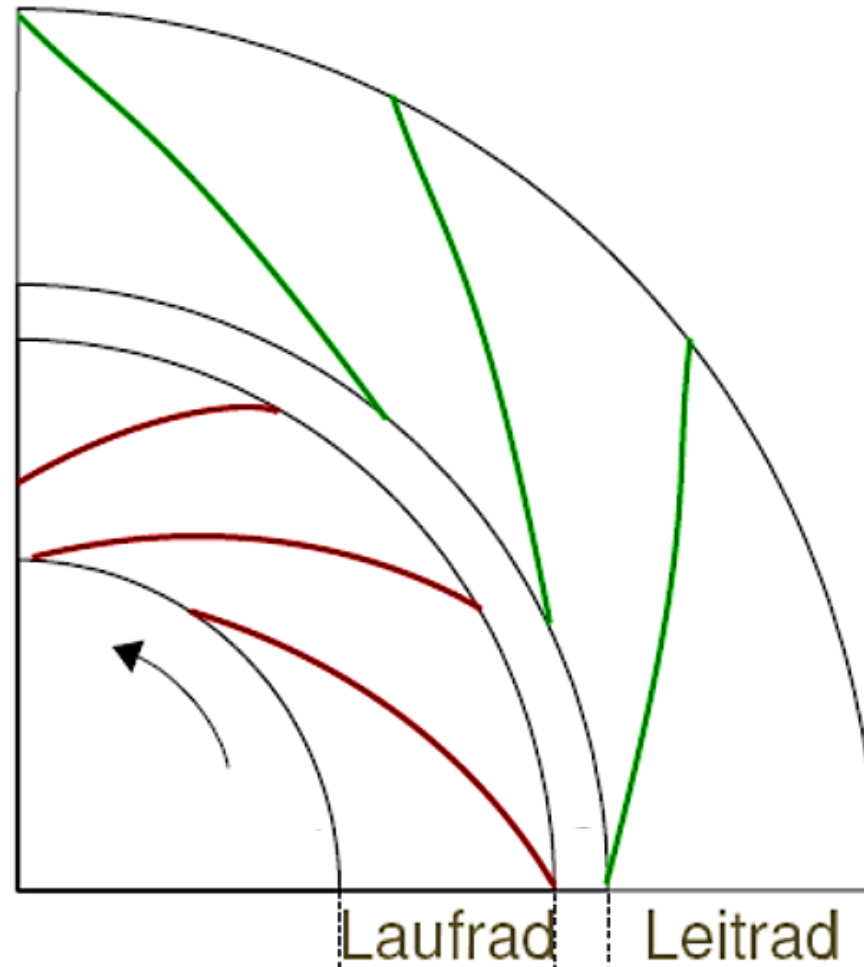
5... unmittelbar nach dem Eintritt in den Schaufelkanal des Leitrades

6... unmittelbar vor dem Austritt aus dem Schaufelkanal des Leitrades

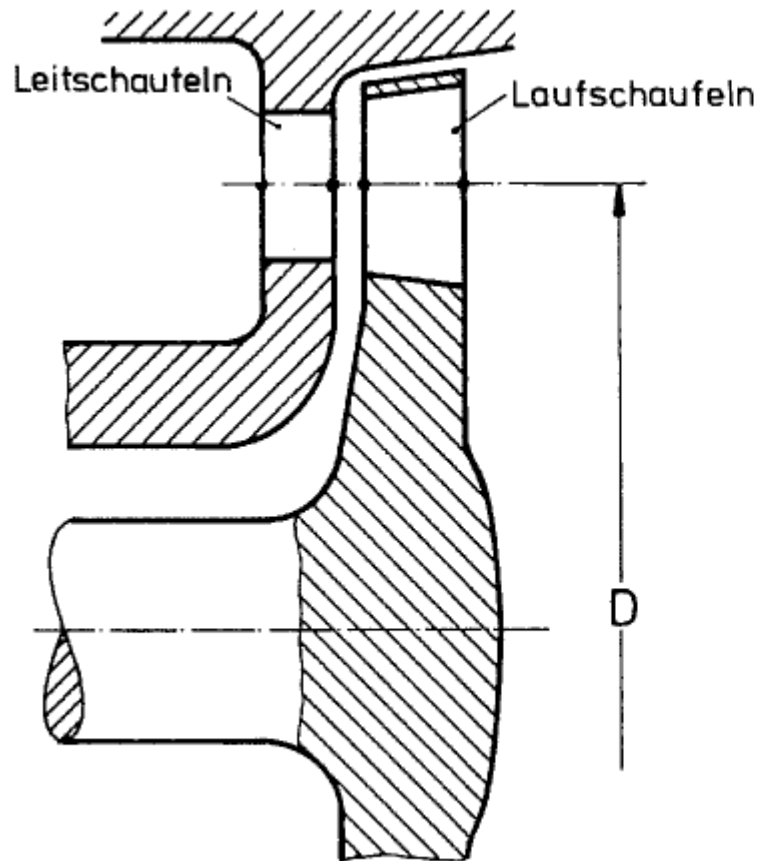
7... unmittelbar hinter den Schaufeln des Leitrades

USW.

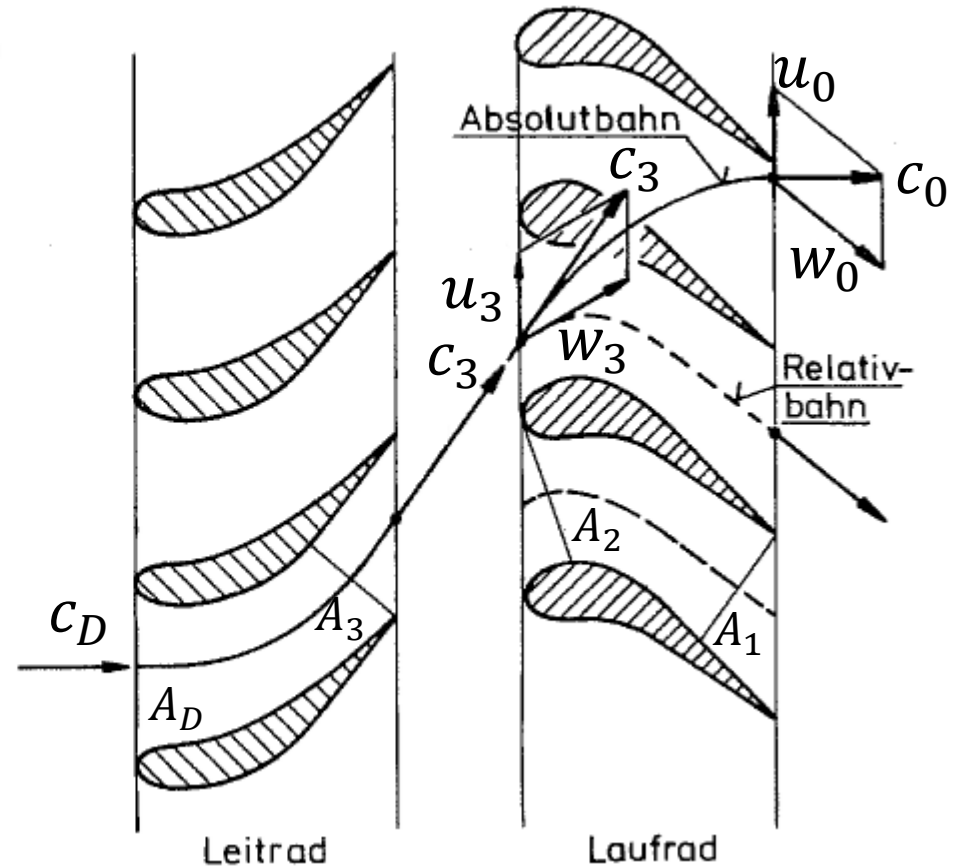
Für die Gesamtenergieumwandlung müssen die Geschwindigkeiten an den Kontrollraumgrenzen (Ein- und Austritt) bekannt sein.



Strömung durch eine Axialmaschine (Turbine)

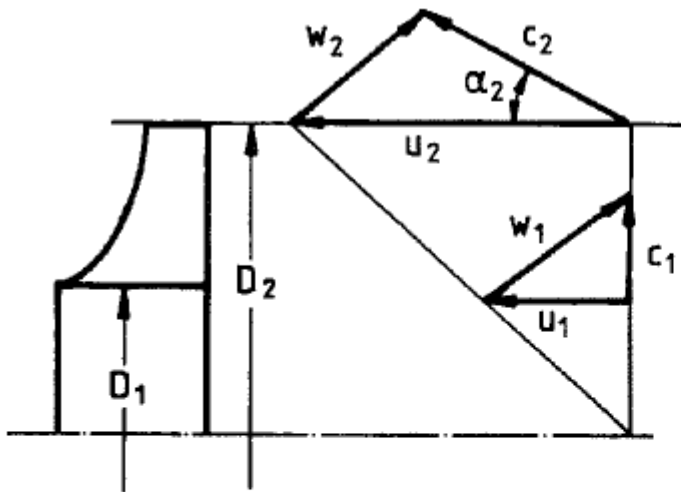


Meridianschnitt

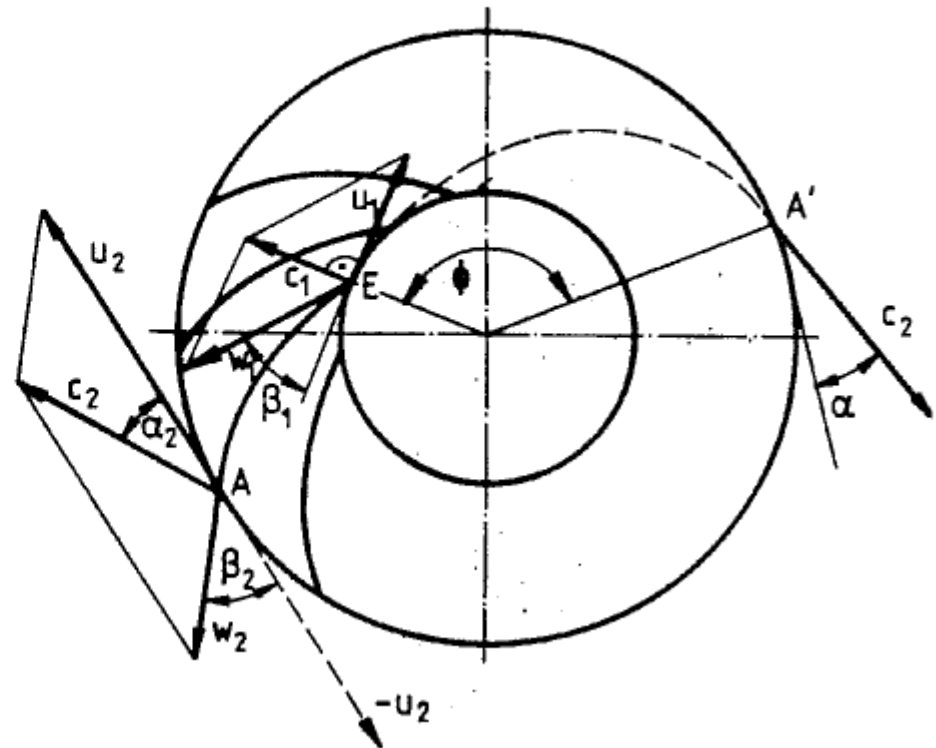


abgewickelter Zylinderschnitt

Strömung durch eine Radialmaschine (Pumpe)



Meridianschnitt



Draufsicht