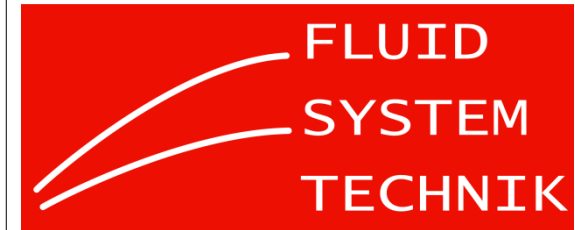


Letzte Vorlesung:
Aufnahme defekt, nur
Folien vorhanden



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2011
Einführung in die
Hydrodynamik
Vorlesung 7

Bernoulli gilt für ~~rote~~ Strömung ohne Verluste
oder für Potentialströmung.

Barometrische Erweiterung der
Bernoullische Gleichung um Druckverluste. ΔP_v ✓

Für inkompressible Strömung

$$P_1 + \frac{\rho}{2} u_1^2 + \psi_1 = P_2 + \frac{\rho}{2} u_2^2 + \psi_2 + \int_1^2 \rho \frac{\partial u}{\partial t} ds + \Delta P_v$$

①

②



Impulsatz in integraler Form.

$$\frac{D}{Dt} \int_{V(t)} \rho \vec{u} dV = \oint_{\mathcal{S}} \vec{t} d\mathcal{S} + \int_V \rho \vec{h} dV$$

Die Impulsänderung eines materiellen Körpers ist gleich der Summe aus Oberflächenkraft und Volumenkraft auf den Körper.



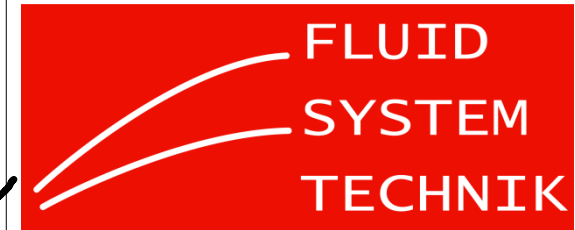
Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2011
Einführung in die
Hydrodynamik
Vorlesung 7

Umformung der linken Seite mit dem
Reynoldsdurch Transporttheorem.

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_V \rho \vec{u} dV + \int_{\mathcal{N}} \rho \vec{u} \vec{u} \cdot \vec{n} dS = \int_V \rho \vec{z} dV + \int_V \rho \vec{k} dV$$



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2011
Einführung in die
Hydrodynamik
Vorlesung 7

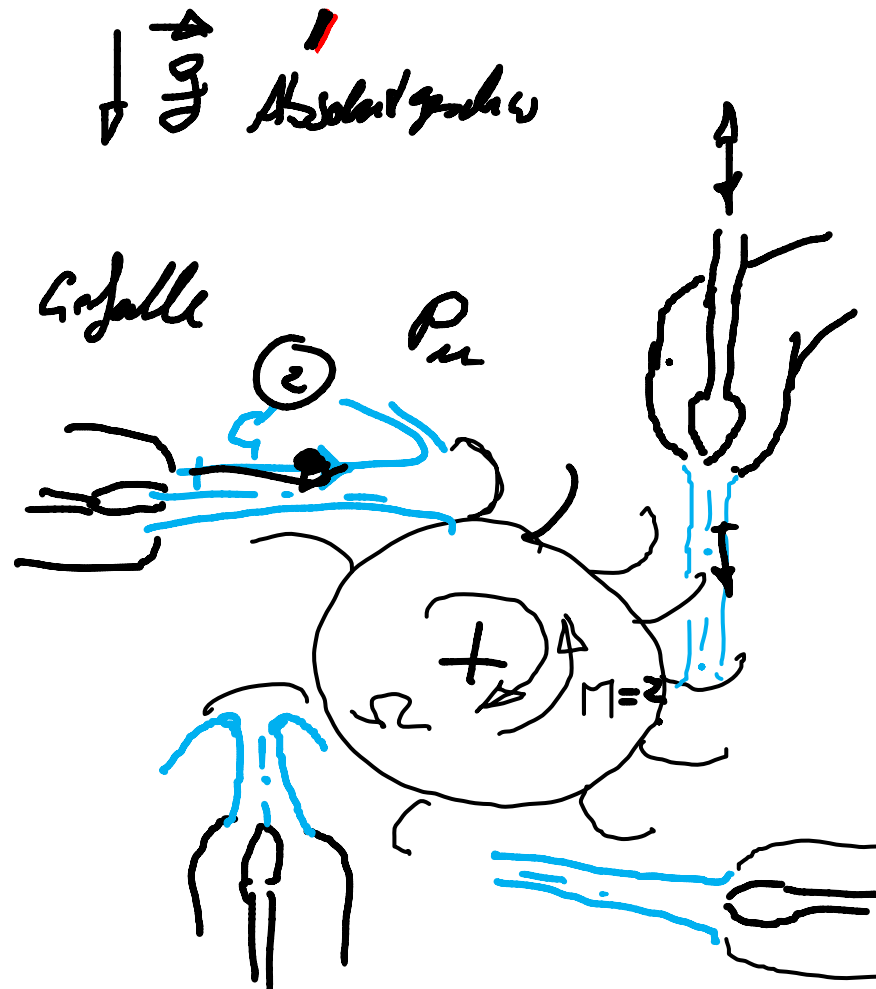
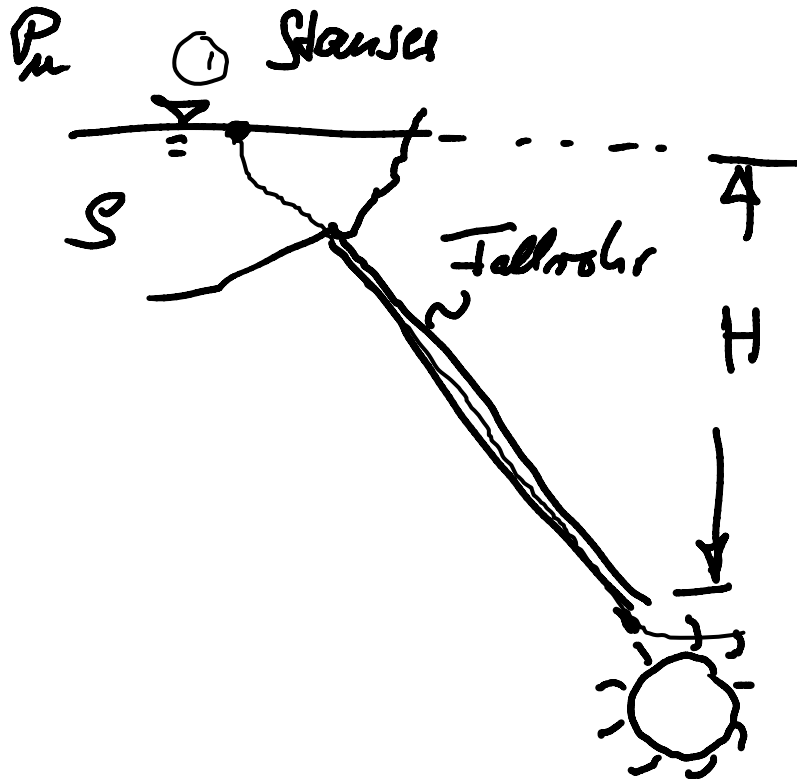
Anwendung: Kraft auf die Schaufel

lineare Peltonmaschine.

Umgangsg.

Relativgesch.

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



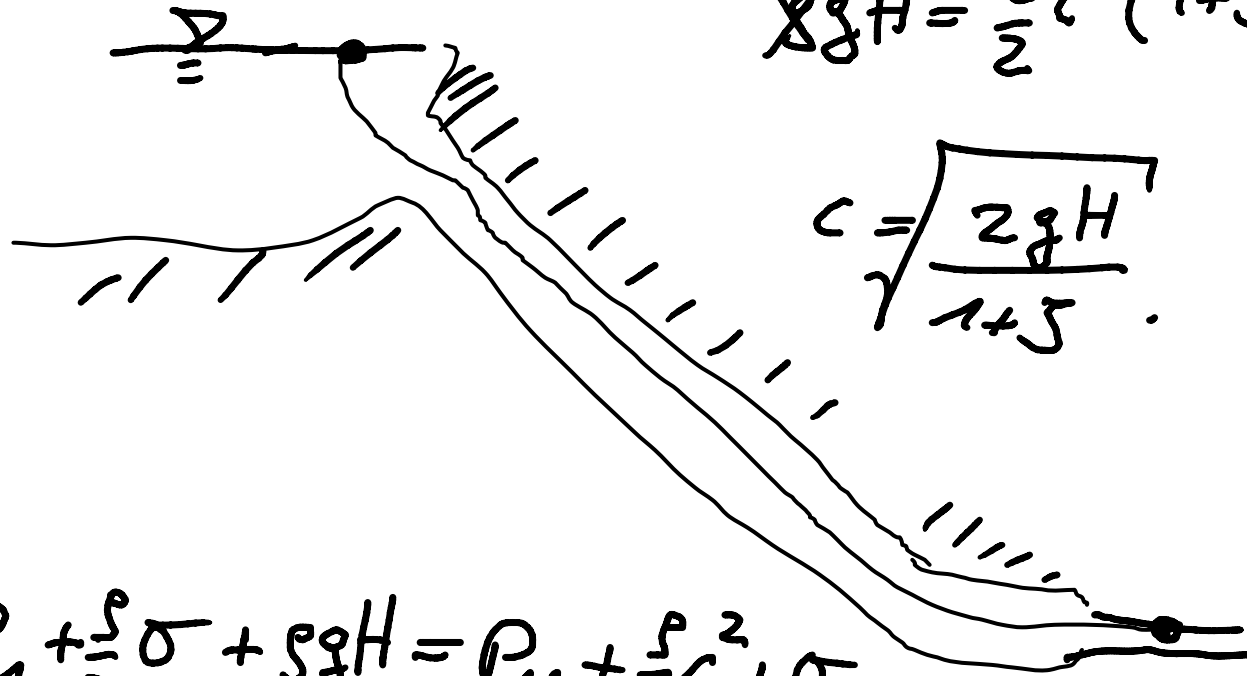
TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

FLUID
SYSTEM
TECHNIK



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2011
Einführung in die
Hydrodynamik
Vorlesung 7

Bernoulli'sche Gleichung



$$\rho g H = \frac{\rho}{2} c^2 (1 + \zeta)$$

$$c = \sqrt{\frac{2gH}{1 + \zeta}}$$

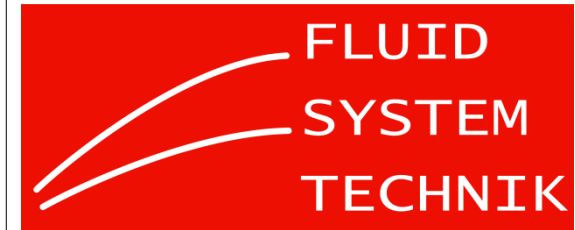
$$P_m + \frac{\rho}{2} 0 + \rho g H = P_m + \frac{\rho}{2} c^2 + 0 + \int \frac{\rho c^2}{x} ds + \Delta P_v$$

$$\Delta P_v := \frac{\rho}{2} c^2 \zeta$$

ζ Verlustkoeffizient $\hat{=}$ dimensionslos
Durchmesser.



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



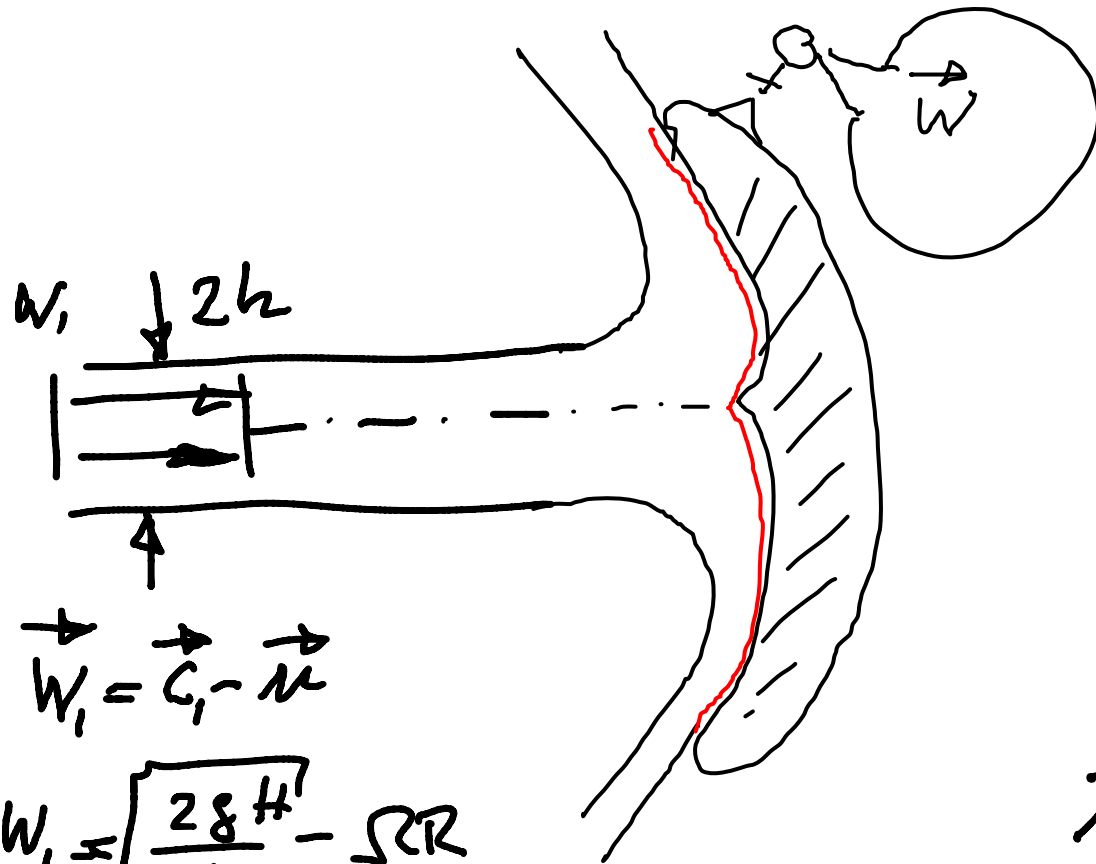
FLUID
SYSTEM
TECHNIK



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2011
Einführung in die
Hydrodynamik
Vorlesung 7



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



$$\vec{c}_\varphi = \vec{c}_x$$

$$\vec{c}_1 = \sqrt{\frac{2gH}{1+\psi}} \vec{e}_x$$

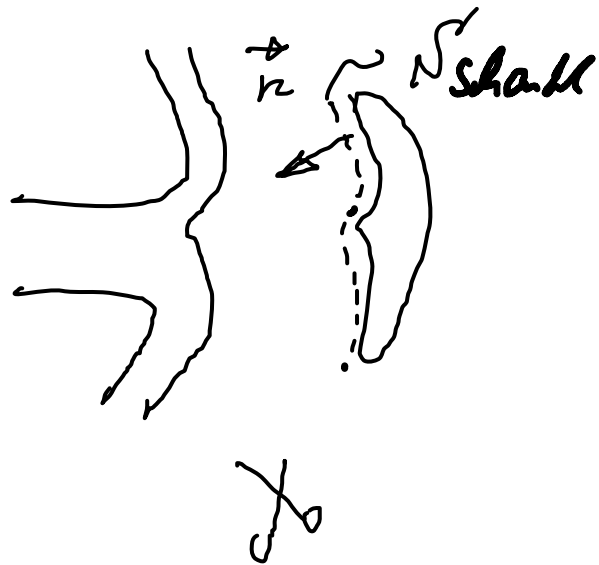
$$\vec{u} = \Omega R \vec{e}_x$$

$\vec{u} = \Omega R \vec{e}_\varphi$ Umfangsgeschw. der Scheib.



Zwei Wege:

① Berechnung der Kraft auf die Staffe
durch Integration der Spannungskräfte.

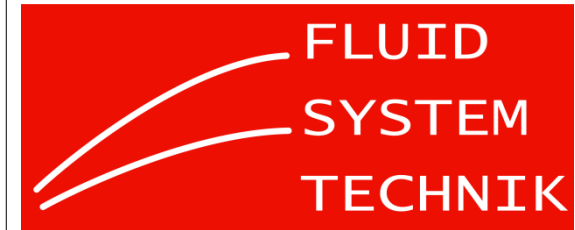


$$\vec{F} = \int_{\text{Staffe}} \vec{t} \, dN$$

② Berechnung der Kraft über die Impulserhaltung.



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2011
Einführung in die
Hydrodynamik
Vorlesung 7



Trich

$$\mathcal{N} = \mathcal{S}\text{-Schaufl} + \mathcal{S}\text{Schaufl.}$$

Annahme 1) gleichförmige Bewegung

→ das Relativsystem ist ein
Inertialsystem

→ keine Scherkräfte im Turbulenz

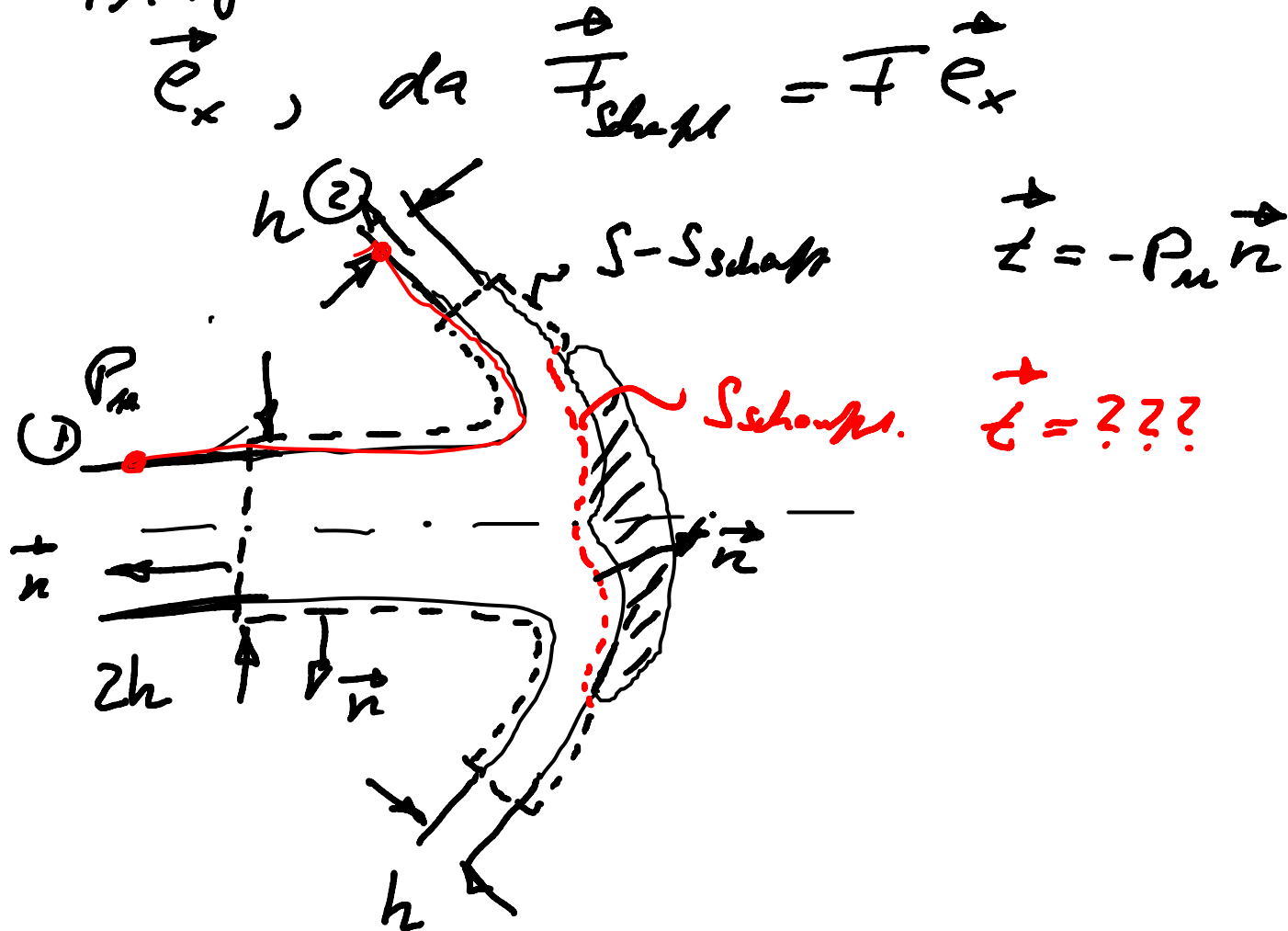
2) stationäre Strömung

$$\frac{\partial}{\partial t} \equiv 0.$$

3) homogenes Dichtfeld

$$\rho \equiv \text{const.}$$

Multiplication des Impulssatzes $\rho h d s$ mit \vec{e}_x , da $\vec{F}_{\text{Sheff}} = F \vec{e}_x$



$$P_m + \frac{\rho}{2} w_1^2 = P_m + \frac{\rho}{2} w_2^2 \Rightarrow w_1 = w_2$$



Kontinuität

$$2h_1 w_1 = 2h_2 w_2 = 2h_2 w_1$$

$$\leadsto \underline{\underline{h_2 = h_1}}$$



$p_u \equiv 0$, da für die Strömung inkompressibel ist.

$$\int_{S_{\text{Kont}}} \rho \vec{w} \cdot \vec{n} dS = \int_{S_{\text{Kont}}} \underbrace{-p_u \vec{n}}_{\equiv 0} dS + \int_{S_{\text{Kont}}} \vec{\tau} + p_u \vec{n} dS$$

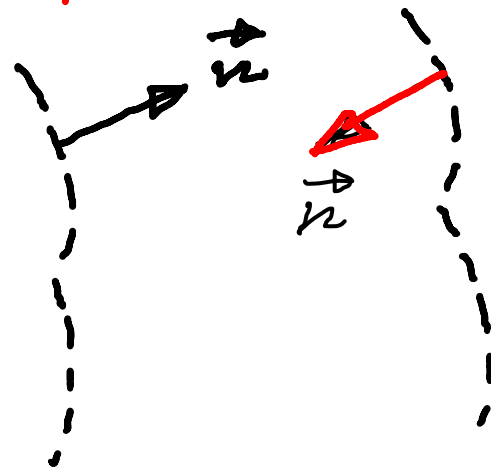




$$\int_{A_1} \rho \underbrace{\vec{w} \cdot \vec{e}_x}_{w_1} \underbrace{\vec{w} \cdot \vec{n}}_{-w_1} d\mathcal{N} + \int_{A_2} \rho \underbrace{\vec{w} \cdot \vec{e}_x}_{-w_1 \cos \beta} \vec{w} \cdot \vec{n} d\mathcal{N} =$$

$$= -F \quad \text{Fl.} \rightarrow \text{Schaukl.} = F \quad \text{Schaukl.} \rightarrow \text{Fl.}$$

Altkio = Reaktor.



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2011
Einführung in die
Hydrodynamik
Vorlesung 7

$$+ \rho w_1^2 2h + \rho w_1^2 2h \cos\beta = + F$$

$$F = \rho w_1^2 2h (1 + \cos\beta)$$

$$= \left(\sqrt{\frac{2gh'}{1+J}} - \Omega R \right)^2 \rho 2h (1 + \cos\beta)$$

