

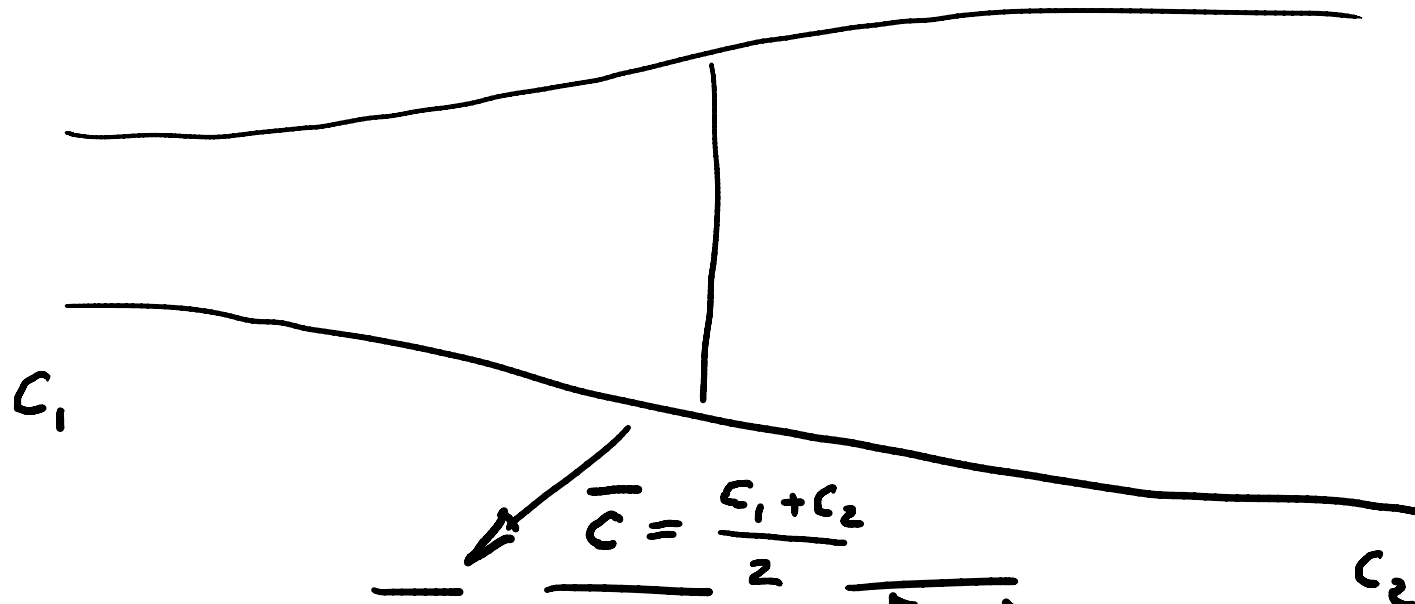
Skalierung



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Optimierung und
Skalierung von
Fluidsystemen



$$\bar{c} = \frac{c_1 + c_2}{2}$$
$$P_N = \vec{F} \cdot \vec{u} = \vec{F} \cdot \vec{u} < 0.$$

$$P_N = \rho \cdot u \cdot v$$

$$= \frac{\rho}{2} \cdot u \cdot v$$

$$P_R = \rho \bar{c} \eta$$

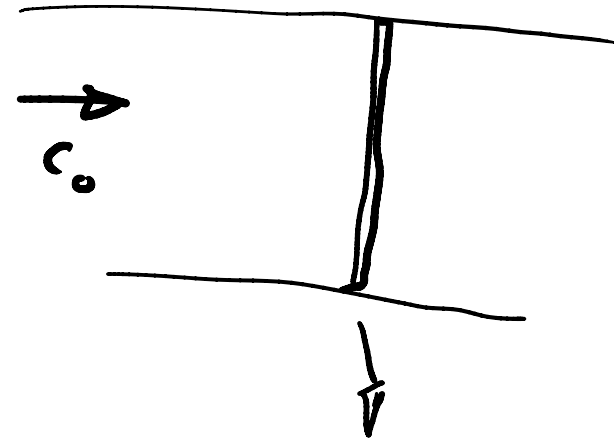
$$\eta = 1$$

$$= \rho \bar{c}^2 A (c_1 - c_2) \eta$$

$$= \rho \frac{1}{4} (c_1 + c_2)^2 A (c_1 - c_2) \eta$$

$$= \underbrace{\frac{\rho A c_1^3}{2}}_{\text{}} \frac{1}{2} (1 + c_+)^2 (1 - c_+) \eta, \text{ mit } c_+ := \frac{c_2}{c_1}$$

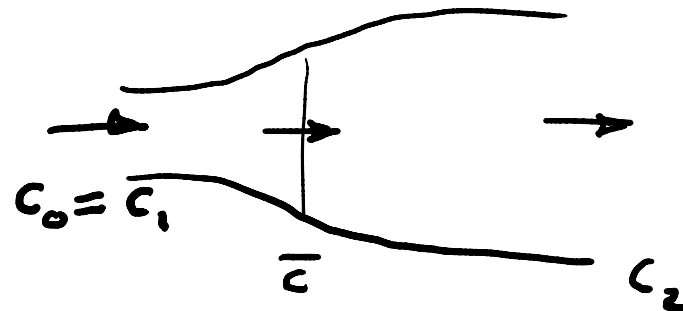
$:= P_{\text{aval.}}$



$$\frac{P_s}{\frac{\rho}{2} A c_0^3} = \frac{1}{2} (1 + c_+)^2 (1 - c_+) \eta$$



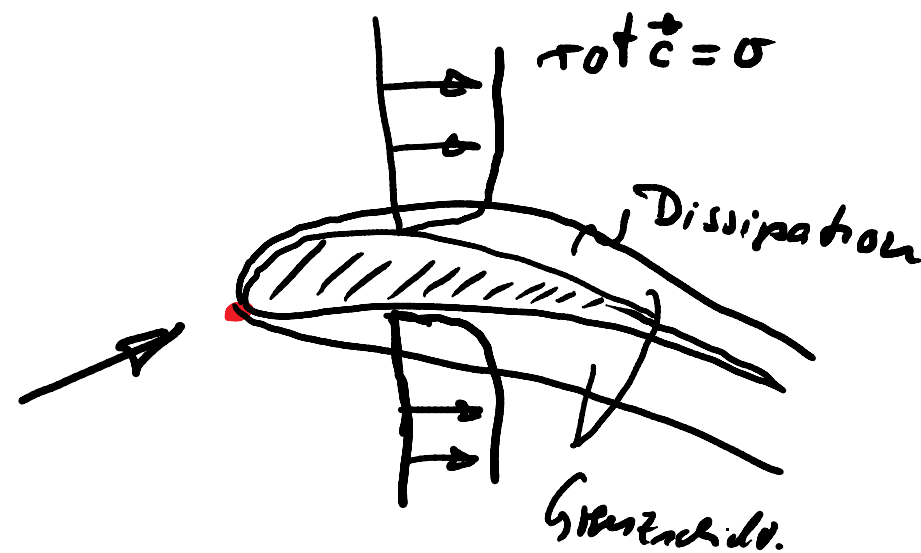
$$C_p := \frac{P_{\text{N}}}{P_{\text{potid}}}$$



$$P_{\text{potid}} := \frac{\rho}{2} c_0^3 A$$

Optimierung.

$$\rightarrow C_p = \eta \frac{1}{2} (1 + c_+)^2 (1 - c_+)$$



Skalierung

$$\eta := 1 - \frac{P_D}{P_{\text{N}}}$$

Wirkungsgrad ist
in dimensionloser Maß für
die Dissipation.

$$\frac{dC_P}{dC_+} \stackrel{!}{=} 0 \quad \text{für} \quad C_+ = C_{+opt.}$$

Optimierungsaufgabe

Annahme: $\mathcal{N} = \text{const.}$

$$2(1 + \cancel{C_+})(1 - C_+) - (1 + \cancel{C_+}) \stackrel{!}{=} 0$$

$$2 - 2C_+ - 1 - C_+ \stackrel{!}{=} 0$$

$$\boxed{\frac{1}{3} = C_{+opt}}$$



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Optimierung und
Skalierung von
Fluidsystemen

Prof. Dr.-Ing. Peter Pelz
Wintersemester 2012/13
Vorlesung 6 F 69



$$\bar{C}_{opt} = \frac{2}{3} C_0$$

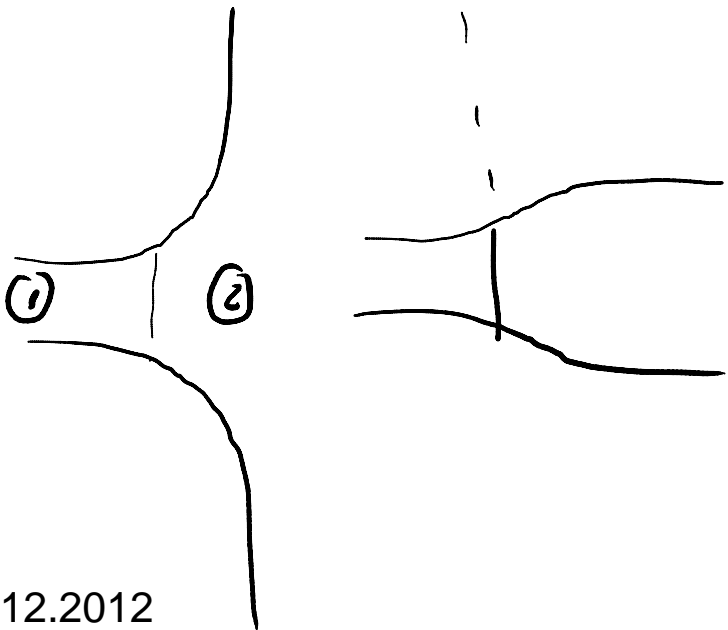
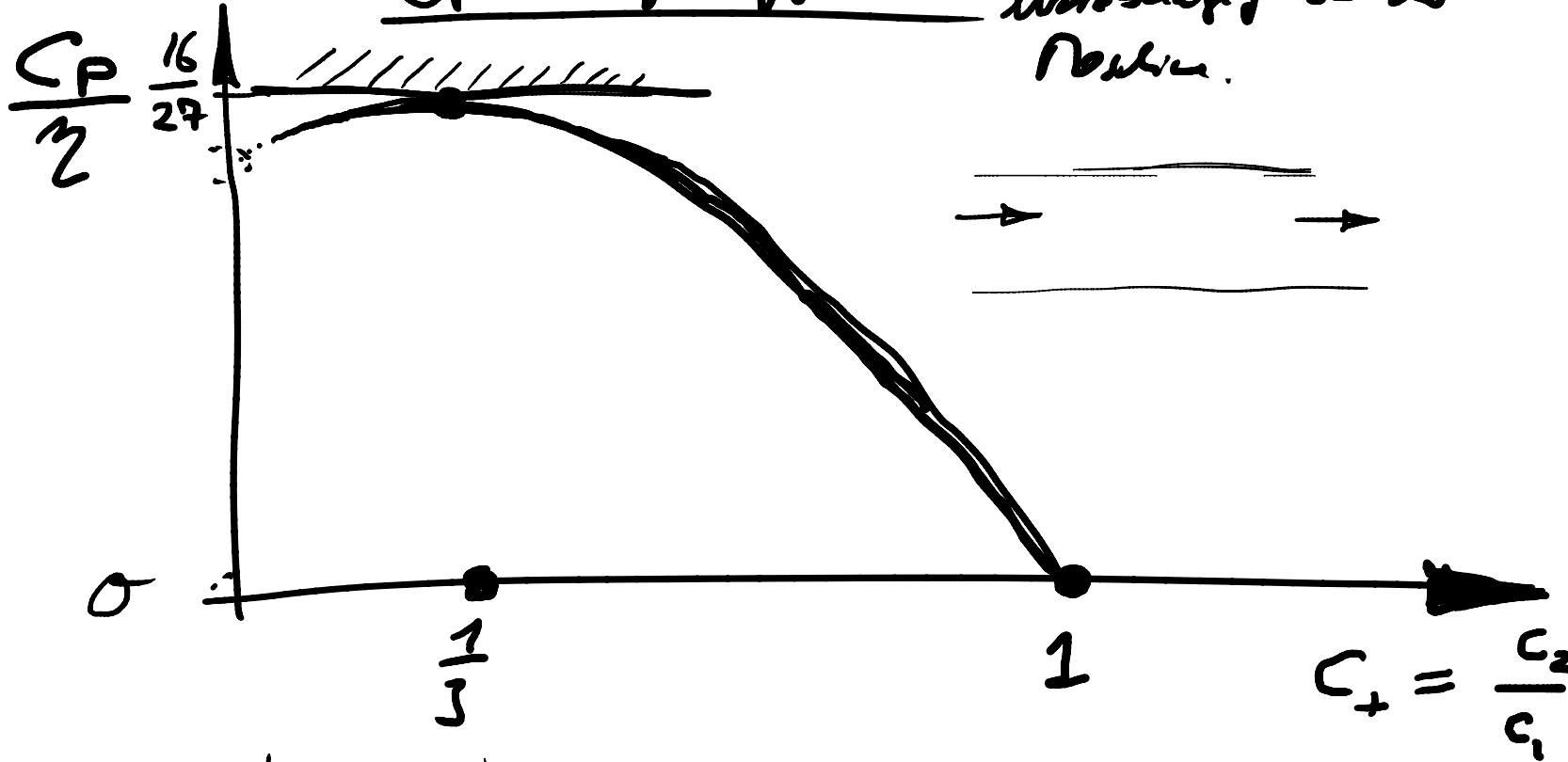
$$C_{2opt} = \frac{1}{3} C_0$$

$$\underline{\underline{C_{Popt}}} = C_p(C_{+opt}) = \frac{1}{2} \rho \left(1 + \frac{1}{3}\right)^2 \left(1 - \frac{1}{3}\right)$$

$$= \frac{1}{2} \rho \frac{16}{9} \frac{\rho}{3}$$

$$= \rho \frac{16}{27} = \underline{\underline{\rho \cdot 0.59}}$$

Optimierungsaufgabe *Minimierung von den Kosten.*



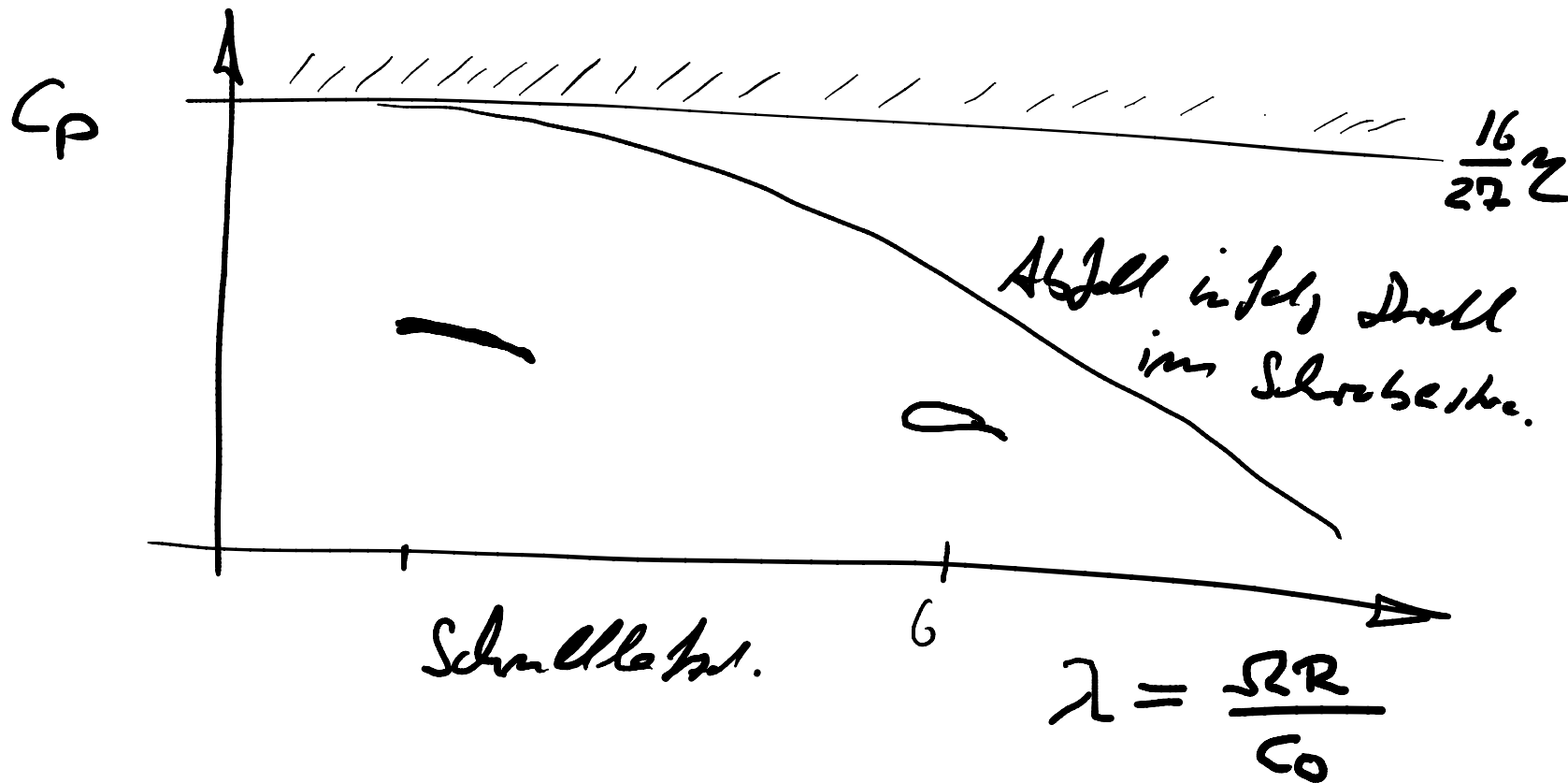
TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



FLUID
SYSTEM
TECHNIK
Optimierung und
Skalierung von
Fluidsystemen

Prof. Dr.-Ing. Peter Pelz
Wintersemester 2012/13
Vorlesung 6 F 71

Zum Einfluß des Dralls \rightarrow



\hookrightarrow Lit. Glauert.

\hookrightarrow Lit. Schmitz

\hookrightarrow Lit. Pet.



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

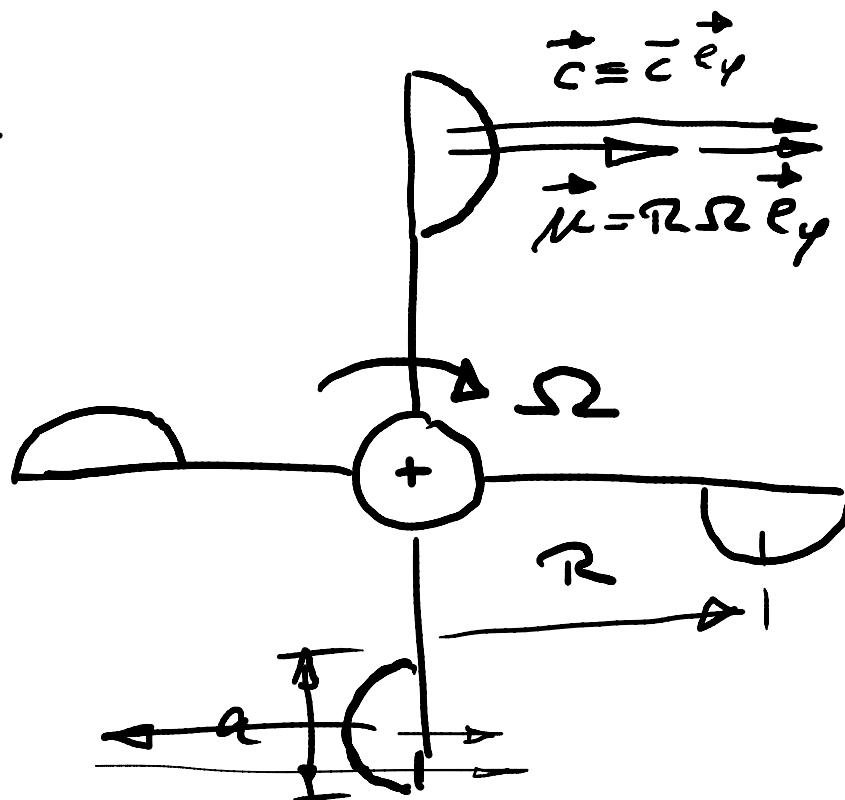


Optimierung und
Skalierung von
Fluidsystemen

Prof. Dr.-Ing. Peter Pelz
Wintersemester 2012/13
Vorlesung 6 F 72



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



$$\vec{c} = \vec{c} e_y$$

$$\vec{u} = R \Omega e_y$$

$$w = \bar{c} - R \Omega$$

$$\bar{W} = \frac{\rho}{2} w^2 c_w a$$

$$W' = \frac{\rho}{2} w'^2 c_w' a$$

$$c_w' < c_w$$

$$w'$$

$$\frac{C_{pmax}}{2} = \frac{4}{27}$$

Zur Skalierungsaufgabe

$$C_p = z \dots$$

↑

Frage: Wie ändert sich der Wirkgrad mit der
„Größe“ der Maschine.

||

$$\text{Reynoldszahl} = \frac{w l}{\nu} = Re'$$

$$= \frac{d^2 n}{\nu} = Re$$

$$d = 2R$$



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

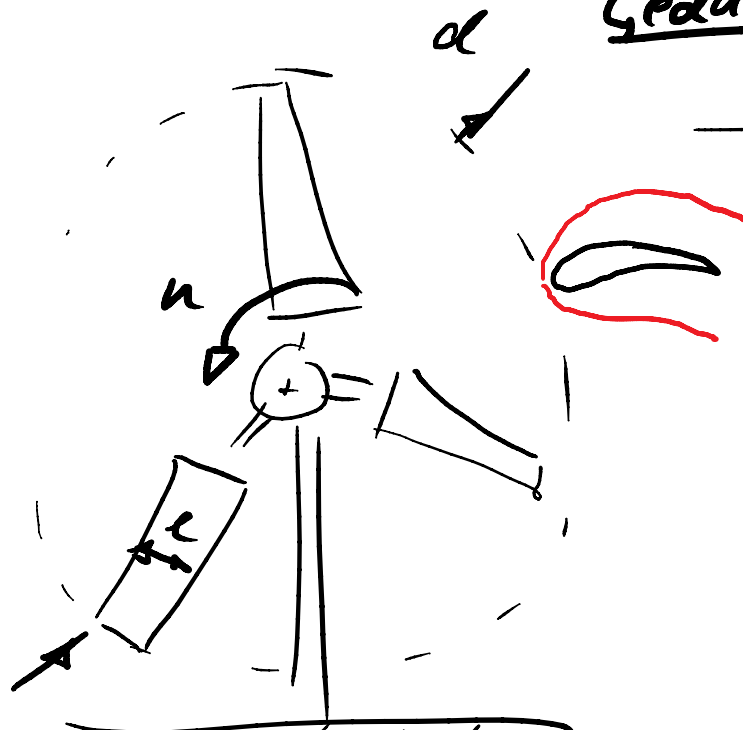


Optimierung und
Skalierung von
Fluidsystemen



Gedächtnisexp.

Luft

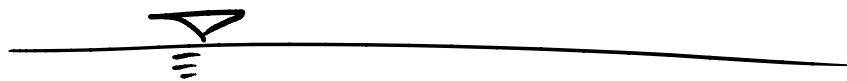


$$Re = \frac{d^2 n}{\nu} <$$

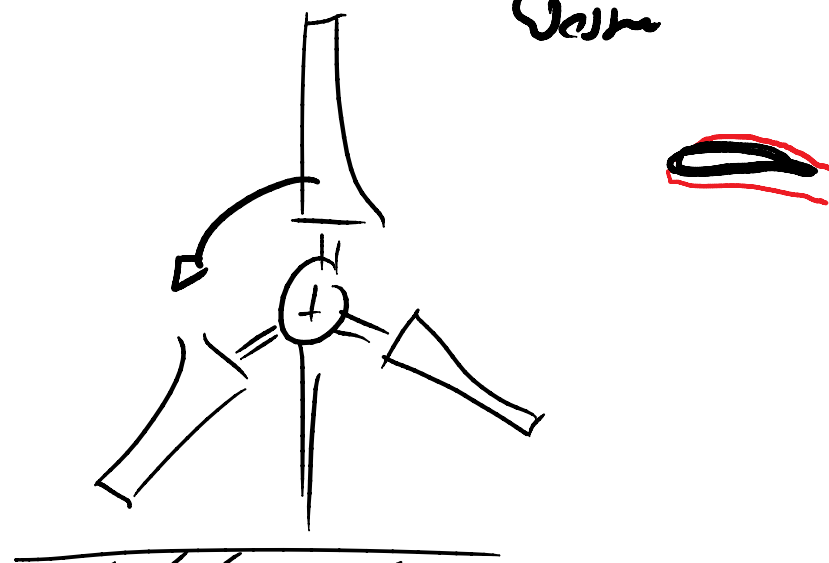
$$d =$$

$$n =$$

$$\nu >$$



Wasser



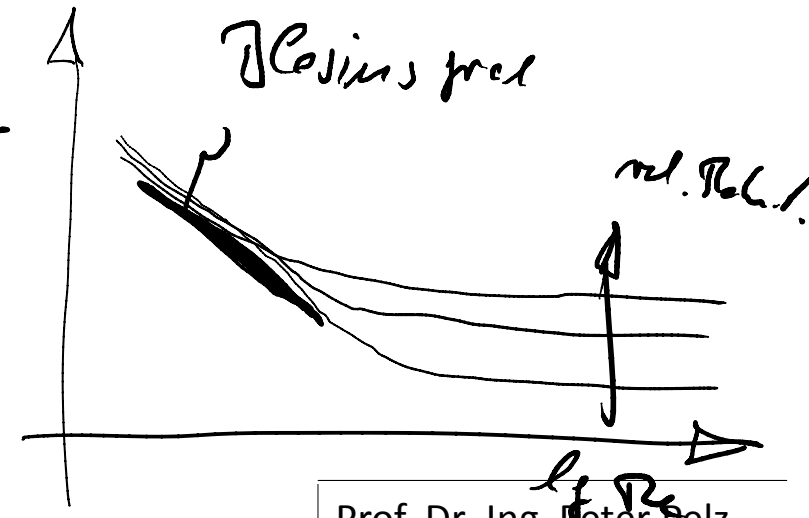
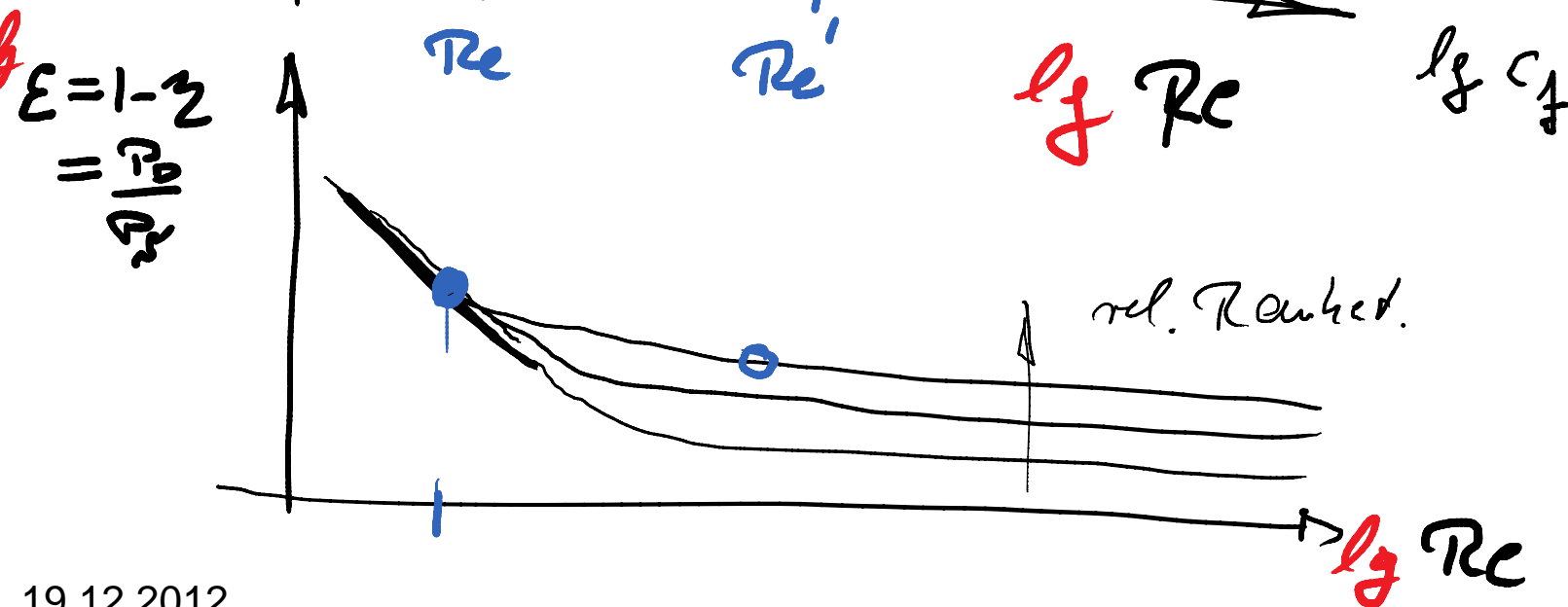
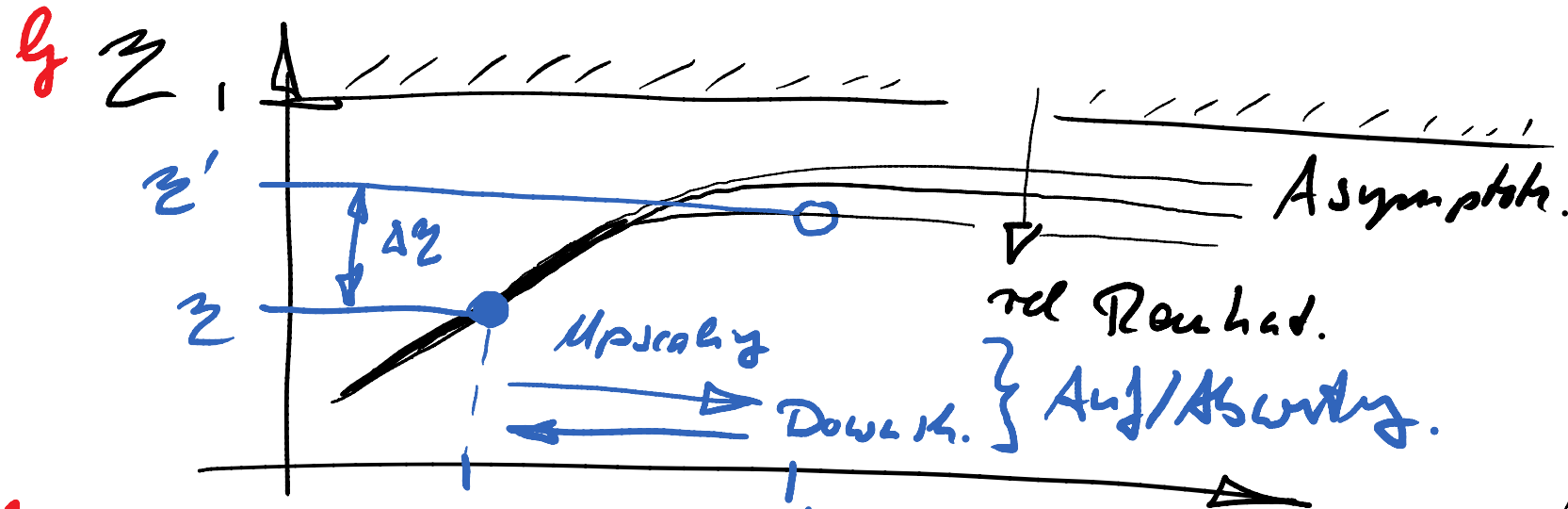
$$Re' \Rightarrow \nu < \nu'$$

$$d'$$

$$n'$$

$$\nu'$$

Frage: Wie ändert sich das Nitzsystem
mit der Größe \rightarrow Reynoldszahl und Reibung





$$\varepsilon := \frac{P_A}{P_{\text{Z}}} \rightsquigarrow P_{\text{Z}} = \frac{P_D}{\varepsilon}$$

$$d\varepsilon = \frac{dP_D}{P_{\text{Z}}} - \frac{P_D}{P_{\text{Z}}^2} dP_{\text{Z}}$$

$$= \varepsilon \frac{dP_D}{P_D} - \varepsilon \frac{dP_{\text{Z}}}{P_{\text{Z}}}$$

$$\frac{d\varepsilon}{\varepsilon} = \frac{dP_D}{P_D} - \frac{dP_{\text{Z}}}{P_{\text{Z}}}$$

logarithmische Ableitungen
(vgl. Felbauer).



$$\overline{P_D} \sim \frac{W^3}{2} l C_D \left(Re, Ma, \frac{k}{d} \right)$$

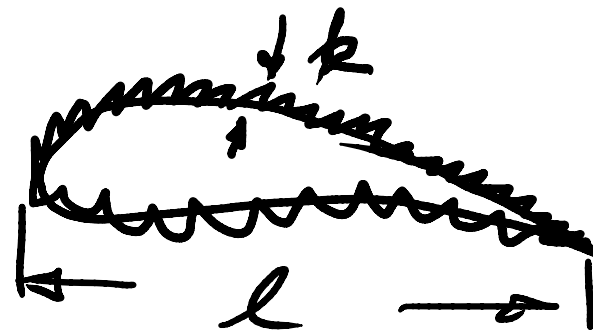
$$\frac{d\overline{P_D}}{\overline{P_D}} = \frac{dC_D}{C_D}$$

$$Re = \frac{W d^2}{\nu}$$

$$Ma = \frac{W d}{a}$$

$$a^2 = \left. \frac{\partial P}{\partial \beta} \right|_0 = \gamma RT \quad \text{Schallgeschw.}$$

$\frac{k}{d}$ relative Platten





$$\frac{d\varepsilon}{\varepsilon} = \frac{dC_D}{C_D} - \frac{dP_{\text{Pr}}}{P_{\text{Pr}}} = \frac{dC_D}{C_D} - \frac{d\Lambda}{\Lambda}$$

$$\boxed{d\varepsilon = \varepsilon \frac{dC_D}{C_D} - \varepsilon^2 \frac{dP_{\text{Pr}}}{P_{\text{Pr}}} \approx \varepsilon \left(\frac{dC_D}{C_D} + \sigma(\varepsilon^2) \right)}$$

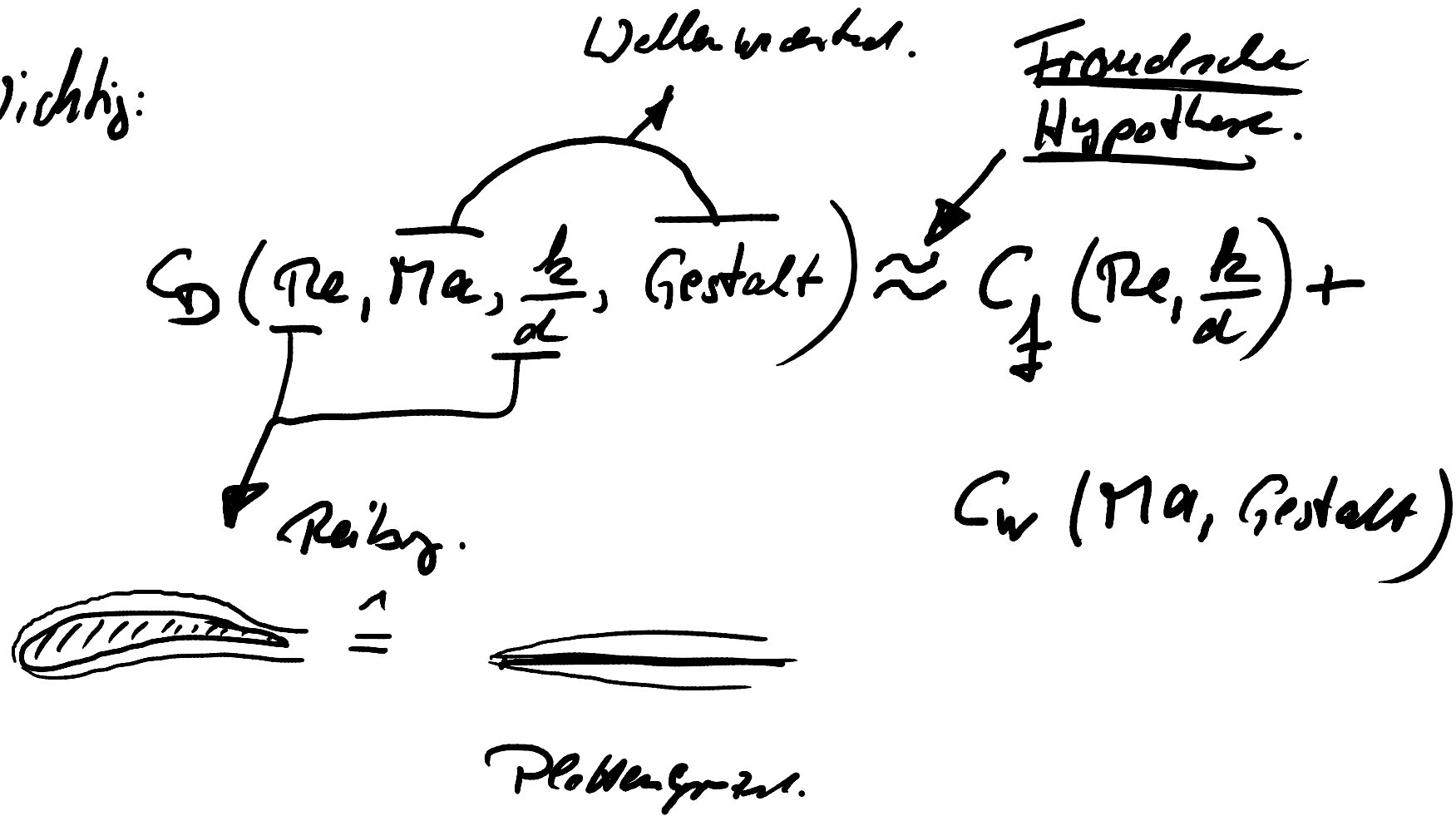
$$\Lambda := \frac{P_{\text{Pr}}}{\rho v^3 d^5} \quad \text{Geschwindigkeit im Nenn.}$$

↳ Artikel Mr. Stojich / P.A.

$$\boxed{\frac{\Delta \varepsilon}{1 - \varepsilon} = \frac{\Delta C_D}{C_D}}$$

Skalierung nur
Anzahltheorie

Wichtig:



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

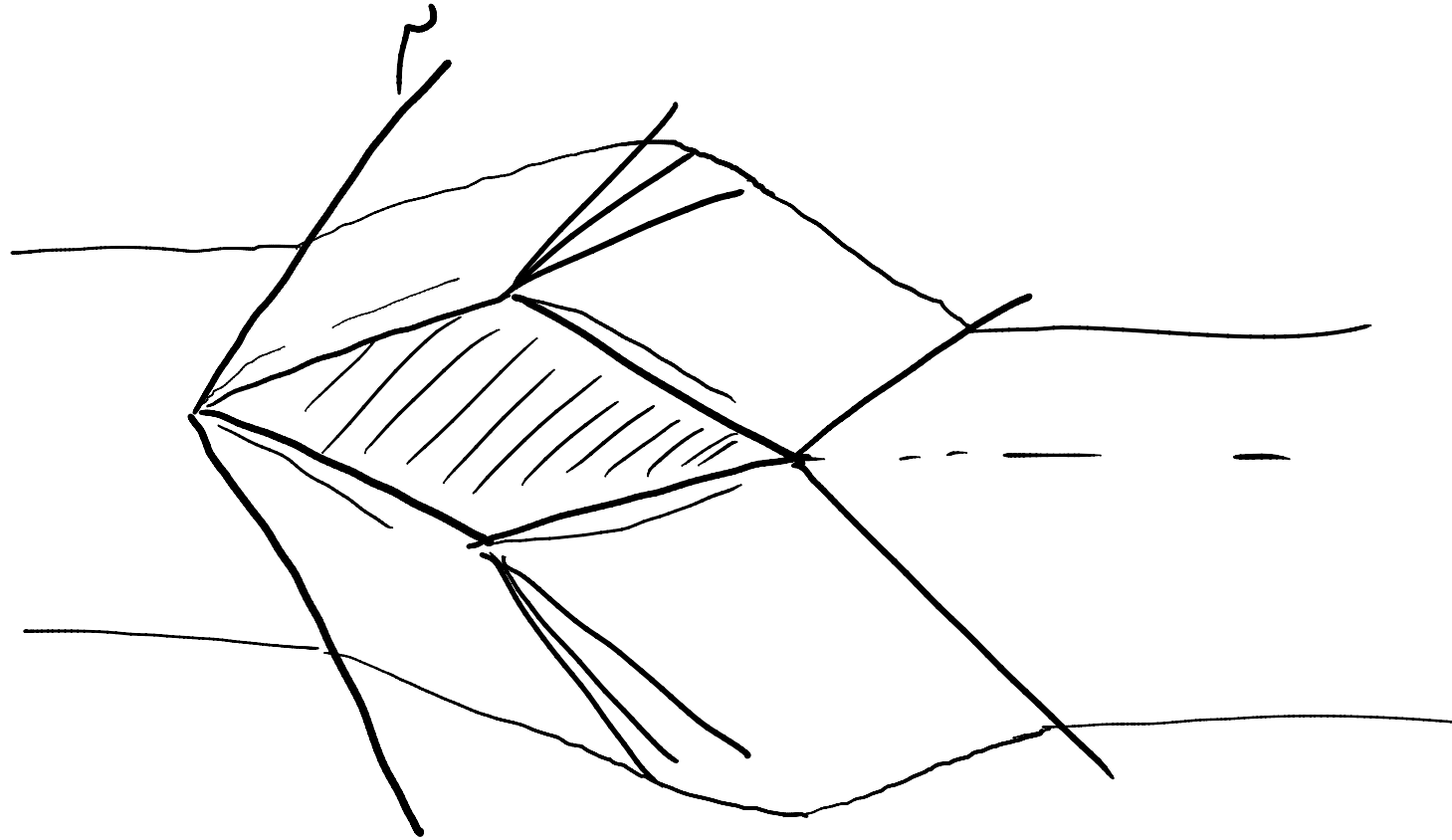


Optimierung und
Skalierung von
Fluidsystemen

Prof. Dr.-Ing. Peter Pelz
Wintersemester 2012/13
Vorlesung 6 F 80

Bsp.

Verdrängungswelle: δ_{ver}



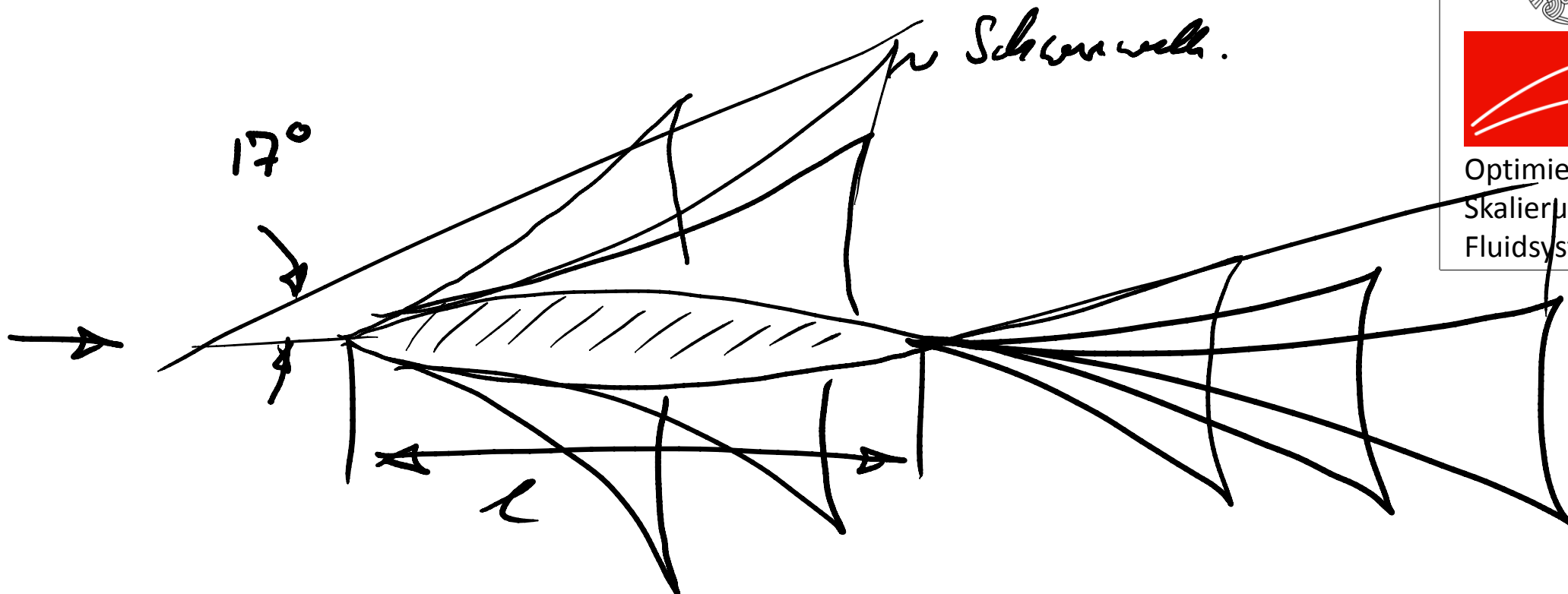
$$C_D = c_{Df} \left(Re, \frac{L}{a} \right) + c_{Dw} \left(Ma_{\infty}, \text{Seildicke} \right)$$



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Optimierung und
Skalierung von
Fluidsystemen



$$C_D = C_{Df} \left(Re, \frac{k}{\sigma} \right) + C_{Du} \left(Fr, \text{Gerüst} \right)$$

$$Fr = \frac{U_0}{\sqrt{g l}}$$