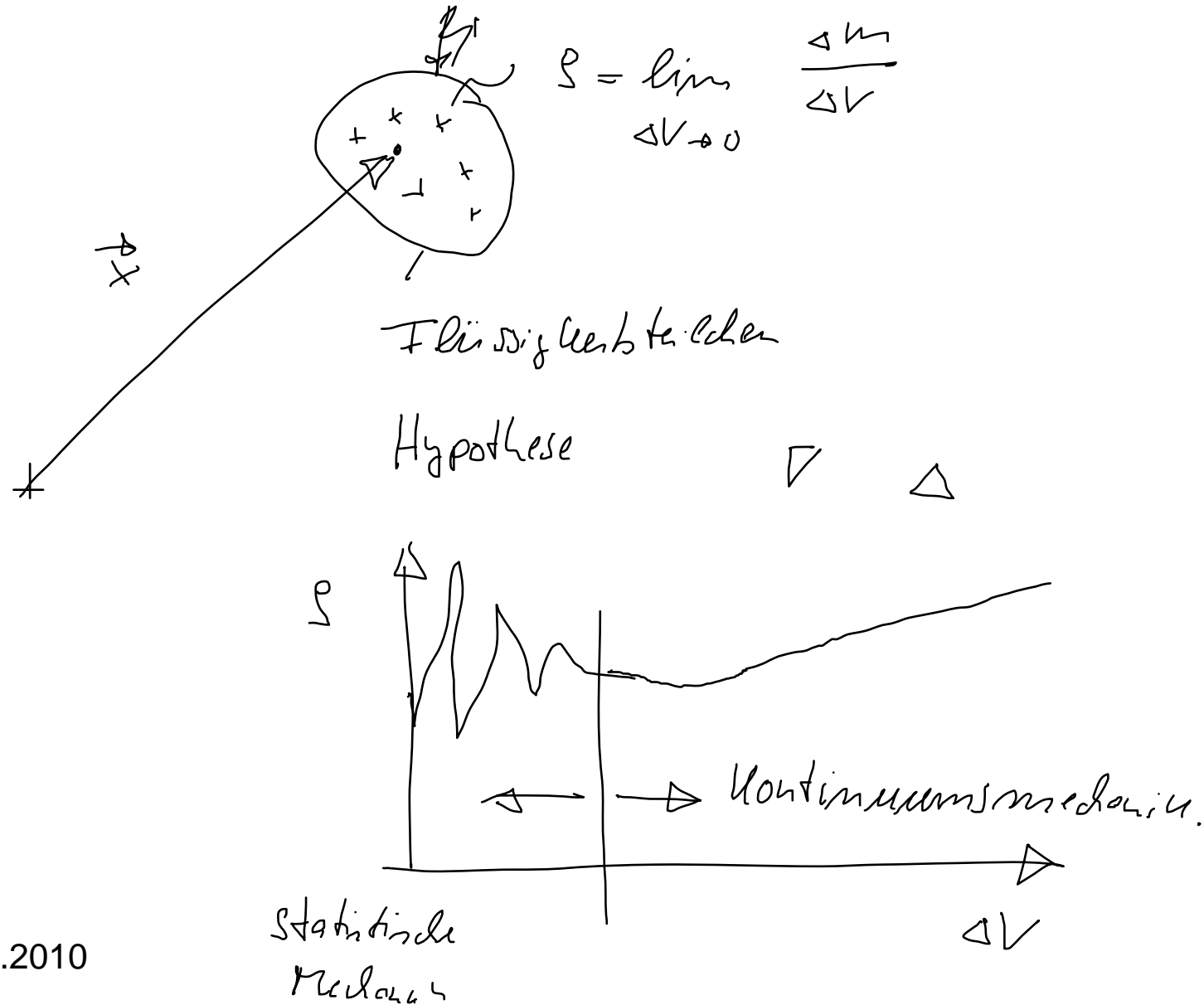


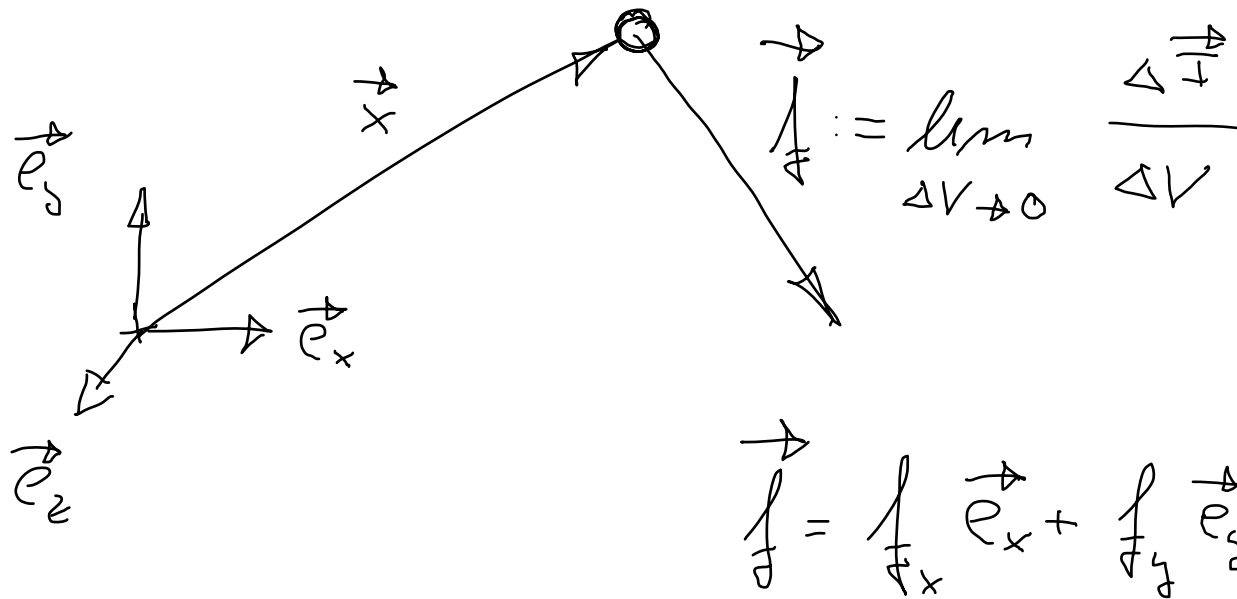
Hydrostatik



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Strömungslehre für
Mechatroniker
Vorlesung 2



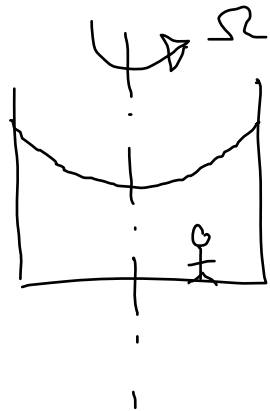
Volumenkraft: Kraft pro Volumeneinheit.



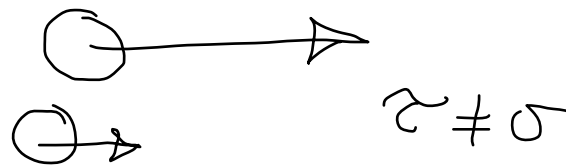
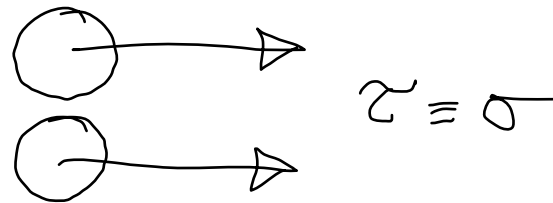
Oberflächenkraft

$$\vec{t} := \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{F}}{\Delta A}$$

Bei ruhender Flüssigkeit (keine Relativbewegung
zwischen Flüssigkeitsteilchen)



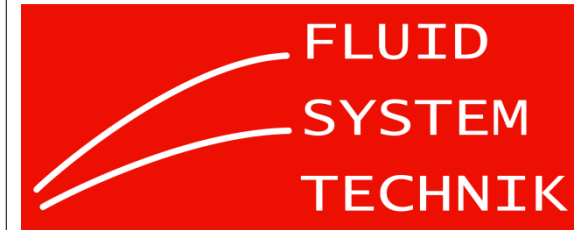
ist die Schubspannung
identisch Null.



Wenn Schubspannungen nicht auftreten,
dann ist die Oberflächkraft \vec{F} normal
zur Oberfläche ΔA .



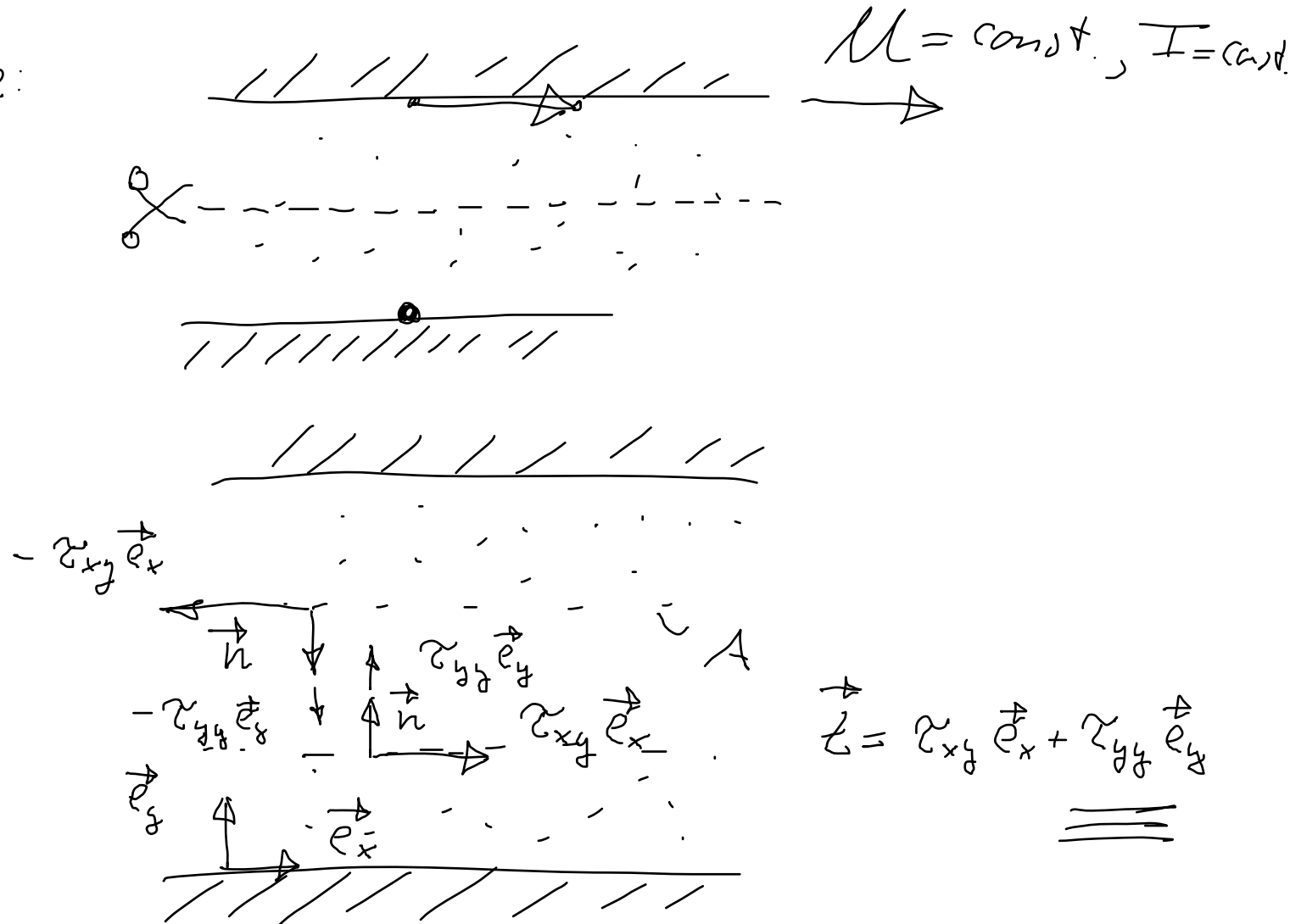
TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Strömungslehre für
Mechatroniker
Vorlesung 2



BSP:



In Fall Hydrostatik $z_{xy} \equiv 0$

$z_{yy} = -\rho$ hydrostatisch
Druck 13

$$\vec{t} = \underline{T} \cdot \vec{n}$$

\vec{t} Spannungsvektor

\underline{T} Spannungstensor

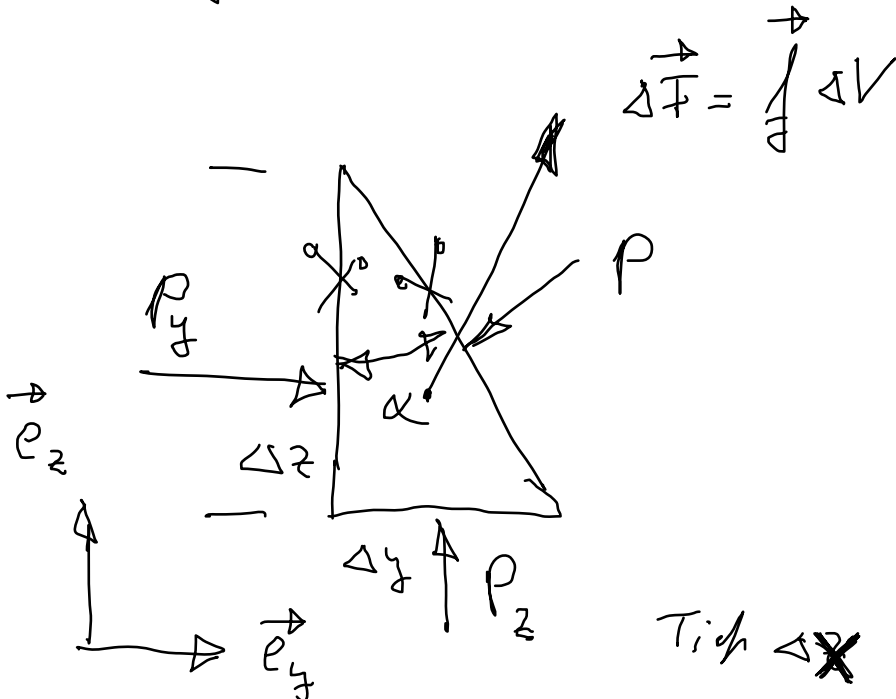
\vec{n} Normalenvektor der Schnittfläche.



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Strömungslehre für
Mechatroniker
Vorlesung 2

In einer ruhende Flüssigkeit
 hängt der Druck in einem Punkt
 nicht von der Orientierung der Schnittfläche ab,

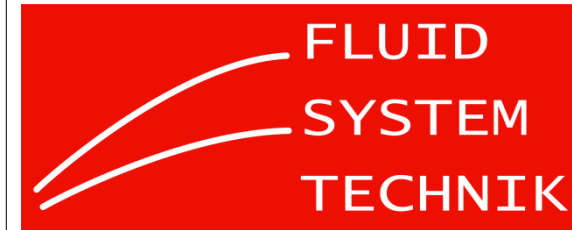
(Nur die Spannungswerte verhalten sich
 auf eine Punkt)



20.04.2010



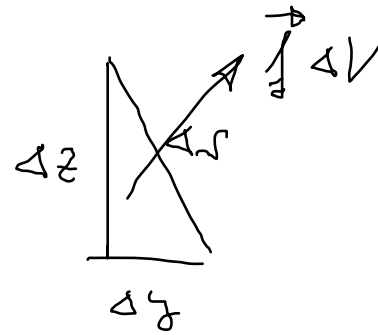
TECHNISCHE
 UNIVERSITÄT
 DARMSTADT



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
 Sommersemester 2010
 Strömungslehre für
 Mechatroniker
 Vorlesung 2

Gleichgewicht in y-Richtung.

$$y: P_y \Delta x \Delta z - P \Delta x \Delta s \cos \alpha + \int_y \frac{1}{\rho} \Delta z \Delta y \Delta x = 0$$



Gleichgewicht in z-Richtung

$$z: P_z \Delta x \Delta y - P \Delta x \Delta s \sin \alpha + \int_z \frac{1}{\rho} \Delta z \Delta y \Delta x = 0$$

$$y: P_y - P + \frac{1}{\rho} \Delta y \int_y = 0$$

$$z: P_z - P + \frac{1}{\rho} \Delta z \int_z = 0$$



$$\lim_{\Delta V \rightarrow 0} : \quad P = P_1$$
$$P = P_2$$

Beim hydrostatischen Spannungszustand existiert keine Richtungsabhängigkeit von der Geschwindigkeit der Schnittfläche.

Jedes Achsensystem ist ein Hauptachsensystem.



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Strömungslehre für
Mechatroniker
Vorlesung 2

Literaturhinweis:

Ernst Becker Strömungslehre

ID, student pool student.

Spurk

Technik Strömungslehre

Springe.

Druckverteilung in einer schrae Flüssigkeit.

$$\vec{f} = -\rho g \vec{e}_z$$

Gleichgewicht im horizontalen
Richt.

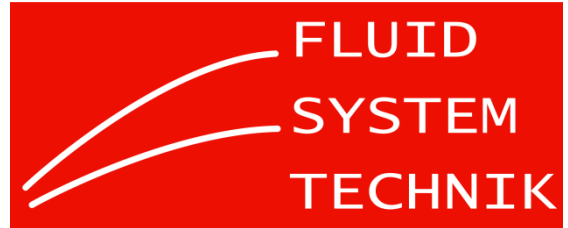
$$P_1 = P_2$$



$$\vec{e}_z$$



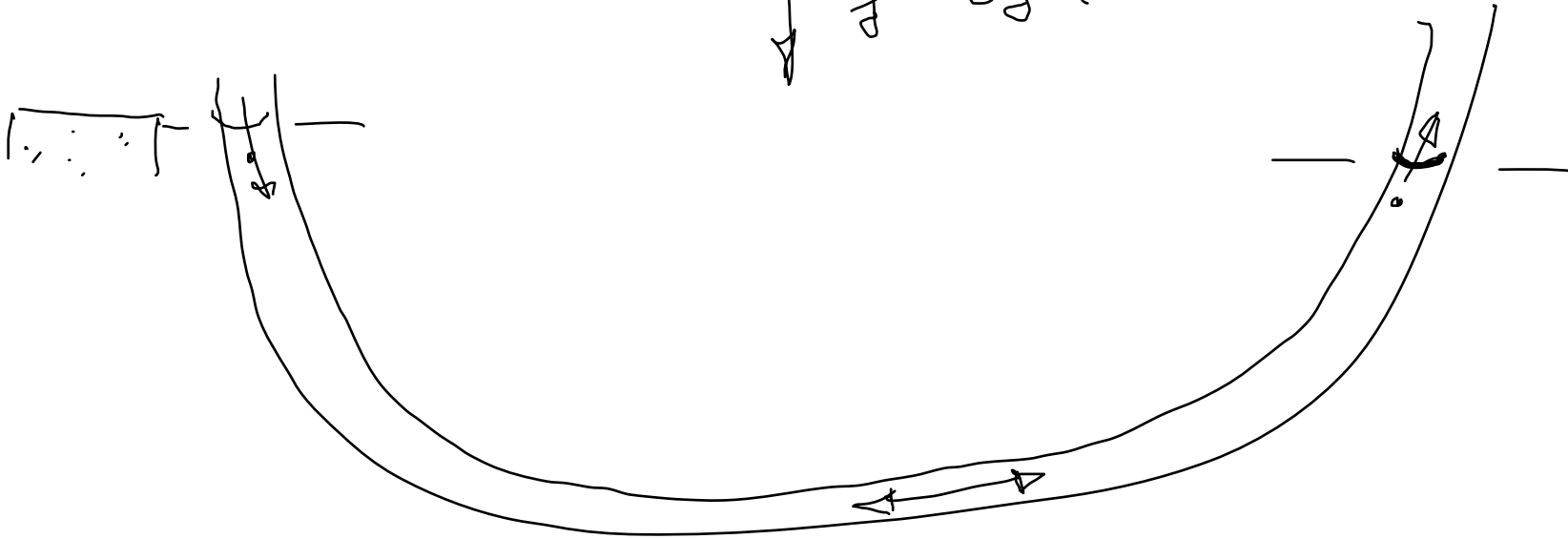
TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Strömungslehre für
Mechatroniker
Vorlesung 2

Anwendung Schlechwege.

$$\vec{f} = -\rho g \vec{e}_z$$



Problem bei Schlechweg: Eigenkreis

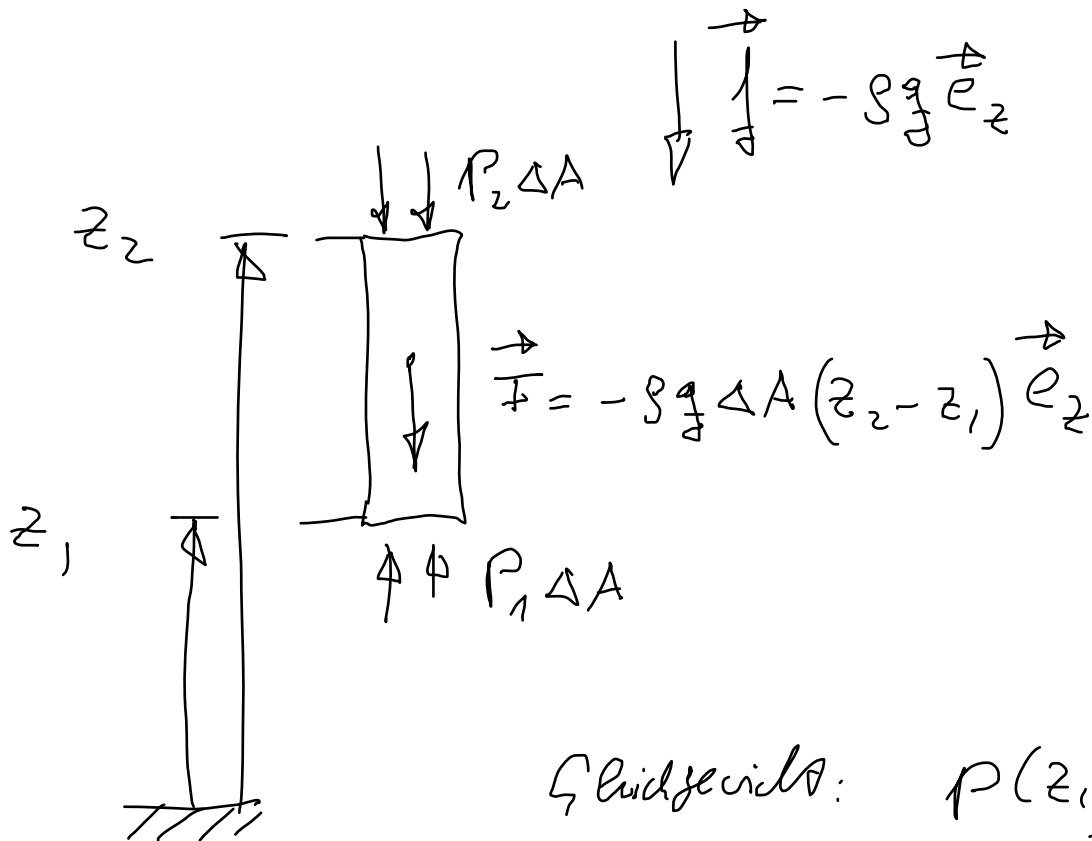


TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

FLUID
SYSTEM
TECHNIK



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Strömungslehre für
Mechatroniker
Vorlesung 2



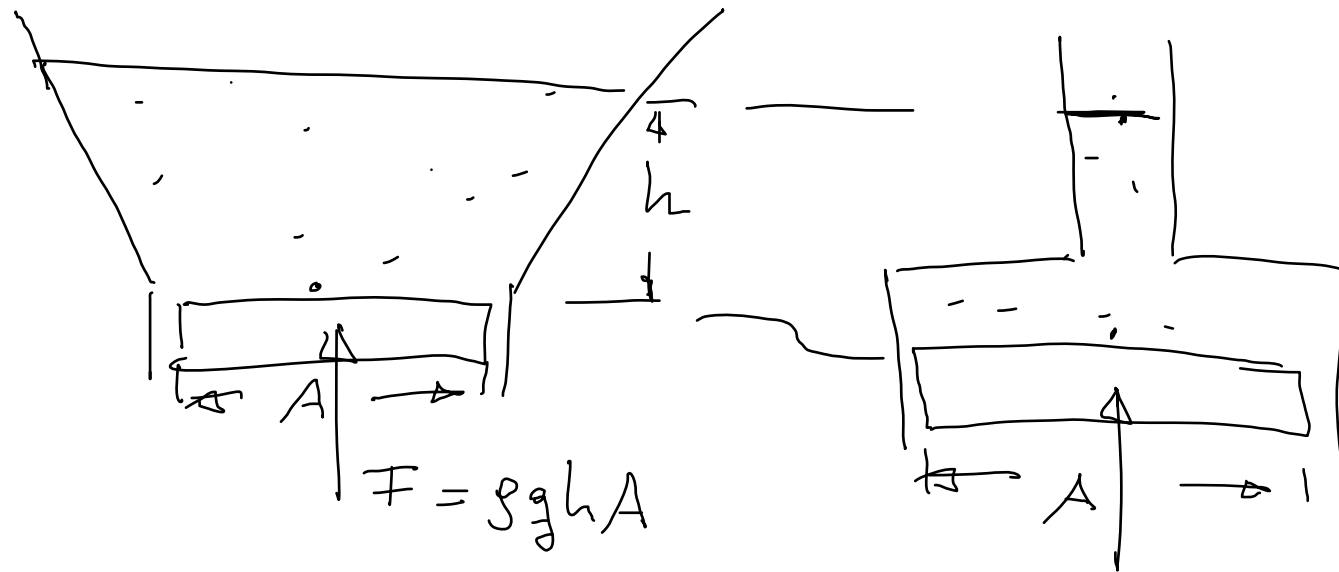
Gleichgewicht:

$$P(z_1) \cancel{\Delta A} - P(z_2) \cancel{\Delta A} +$$

$$- \rho g \cancel{\Delta A} (z_2 - z_1) = 0$$

$$P(z_1) + \rho g z_1 = P(z_2) +$$

$$+ \rho g z_2$$



Pascalsche Paradox.

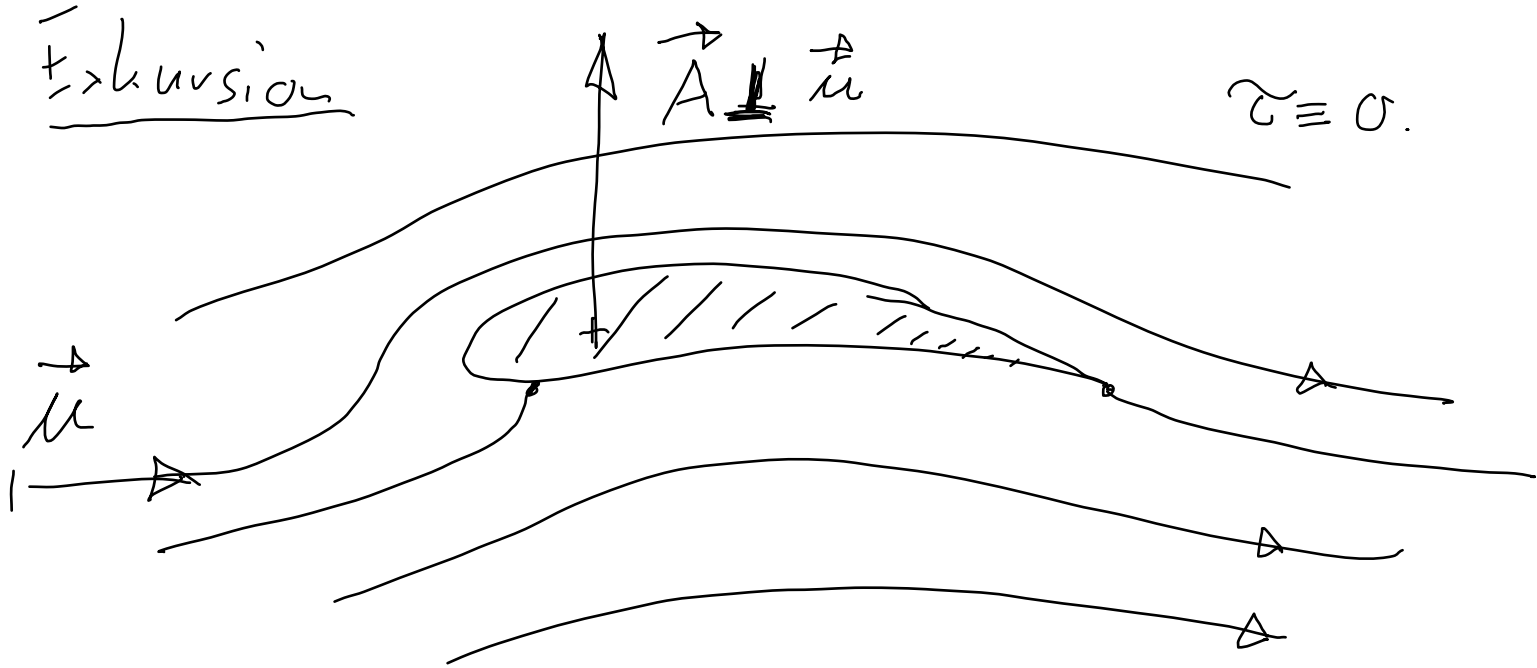
▽ d'Alembertsche Paradox.

In einer ebenen Strömung erfährt ein ungestörtes
Körper keine Widerstand, sofern Reibungsspannungen
vernachlässigbar sind



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Strömungslehre für
Mechatroniker
Vorlesung 2

Exkursion



Stokesches Paradox:

Wenn Reibungsspannungen dominant sind,
dann sieht der Widerstand in einem ∞ ebenen
Strömung gegen unendlich.



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

FLUID
SYSTEM
TECHNIK

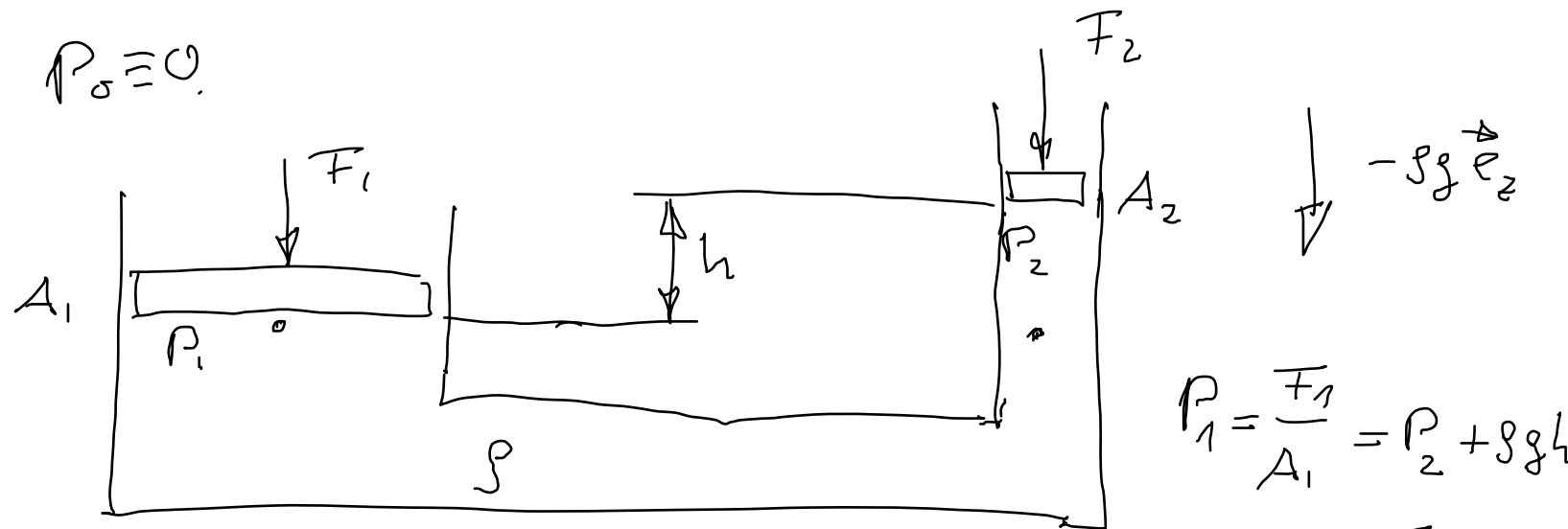


Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Strömungslehre für
Mechatroniker
Vorlesung 2



Hydraulische Presse

$$P_0 \equiv 0$$



$$P_1 = \frac{F_1}{A_1} = P_2 + \rho g h$$

$$= \frac{F_2}{A_2}$$

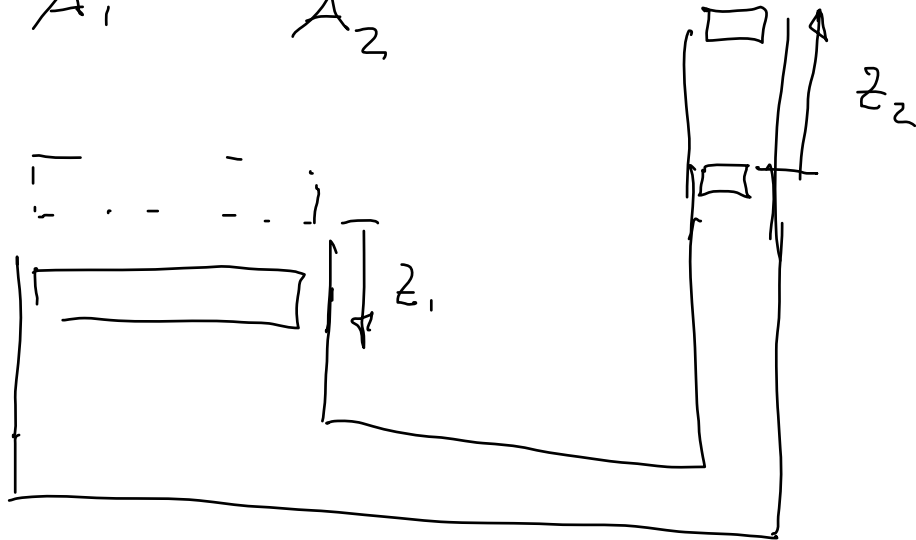
$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} + \rho g h$$

▽ Sofern Flüssigkeiten (Gase + tropfbarere Flüssigkeiten) als inkompressibel betrachtet werden spielt das Densitwert keine Rolle. Dann kann der Densitwert zu Null gesetzt werden. $\rho = \text{const.} \Rightarrow P_0 \equiv 0$ \triangle

Haufig: $\rho g h \ll \frac{F_1}{A_1}$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

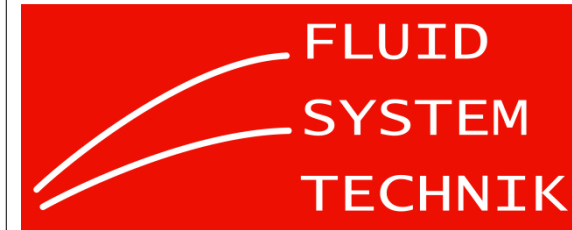
Kraftübertrag.



Kontinuitätsgleichung: $z_1 A_1 = z_2 A_2$ Volumenübertrag.

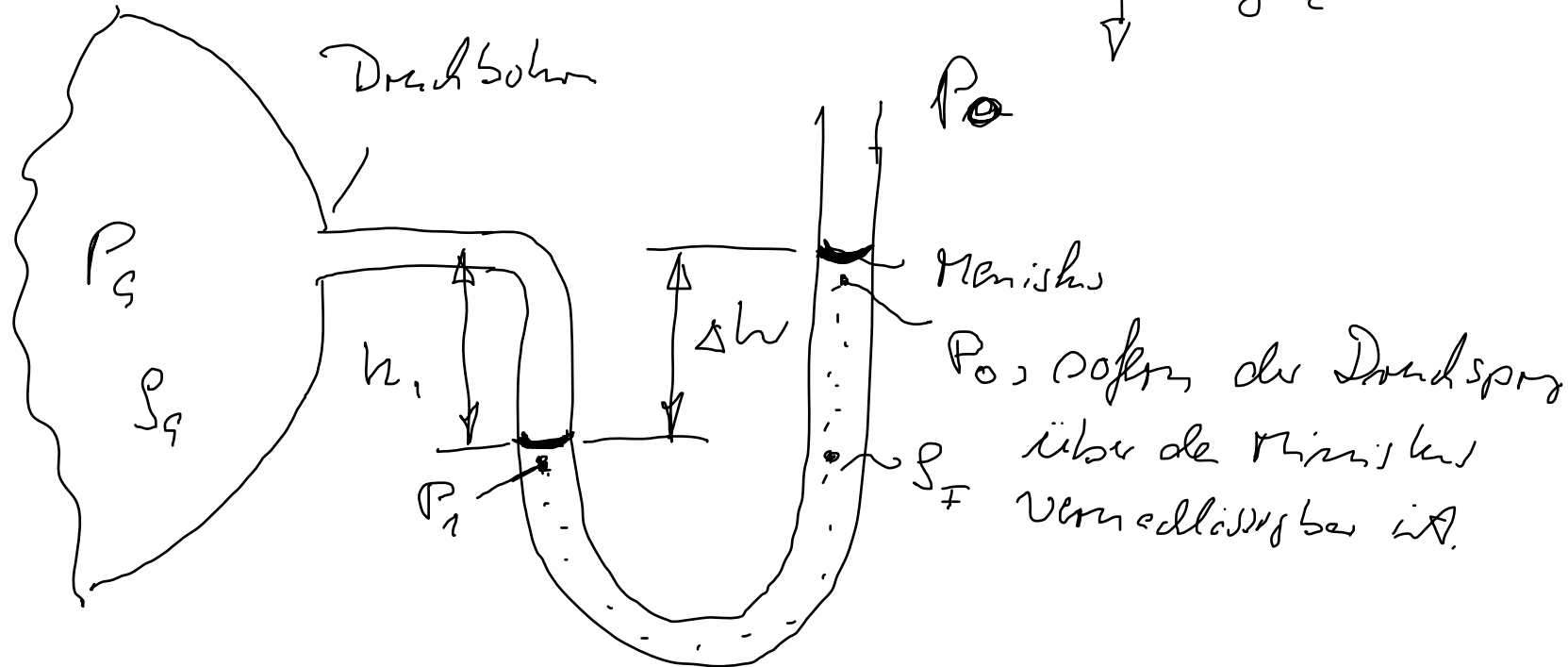


TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Strömungslehre für
Mechatroniker
Vorlesung 2

M-Rohrmanometer



P_0 , P_0 ist der Druck vor dem Manometer über dem Manometer ist vernachlässigbar ist.

$$P_1 = P_S + \rho_S g h_1$$

$$P_1 = P_0 + \rho_F g \Delta h$$

$$P_S = P_0 + \rho_F g \Delta h \left[1 - \frac{\rho_S h_1}{\rho_F \Delta h} \right]$$

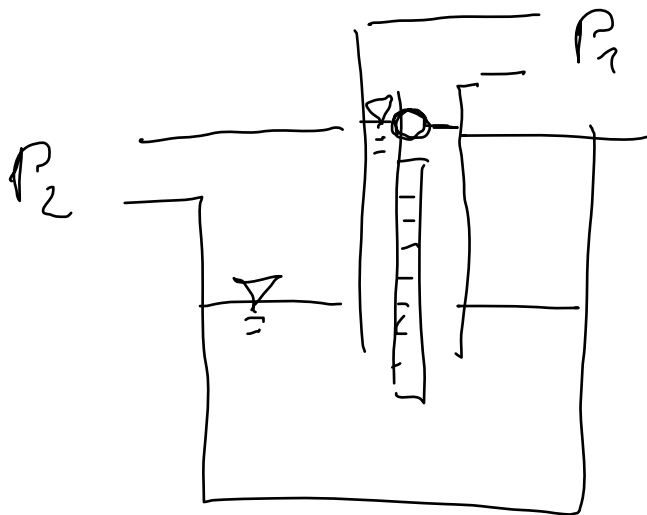


Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Strömungslehre für
Mechatroniker
Vorlesung 2

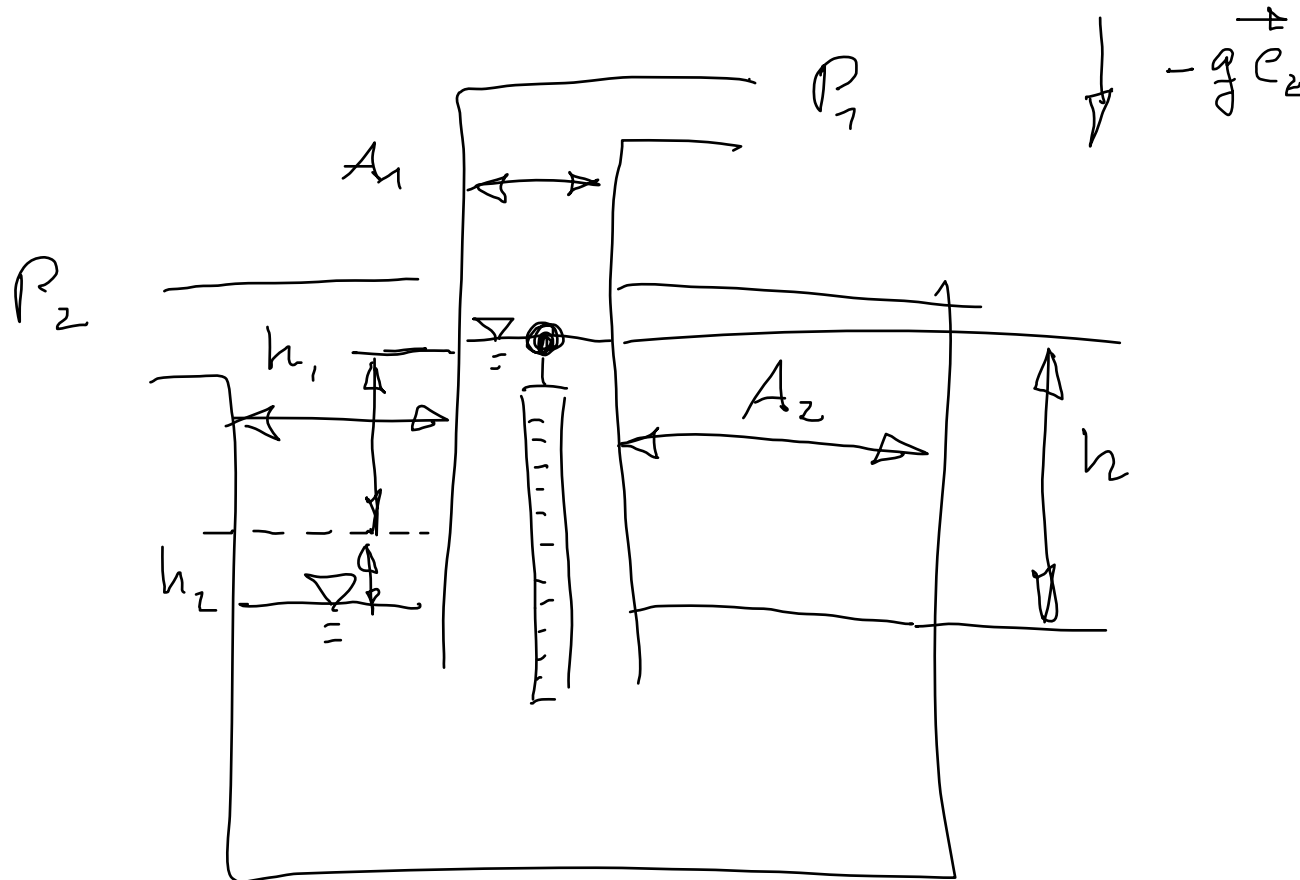
$$\frac{\rho_g}{\rho_f} \sim 10^{-3}$$

$$p_g = p_0 + \rho_f g \Delta h.$$

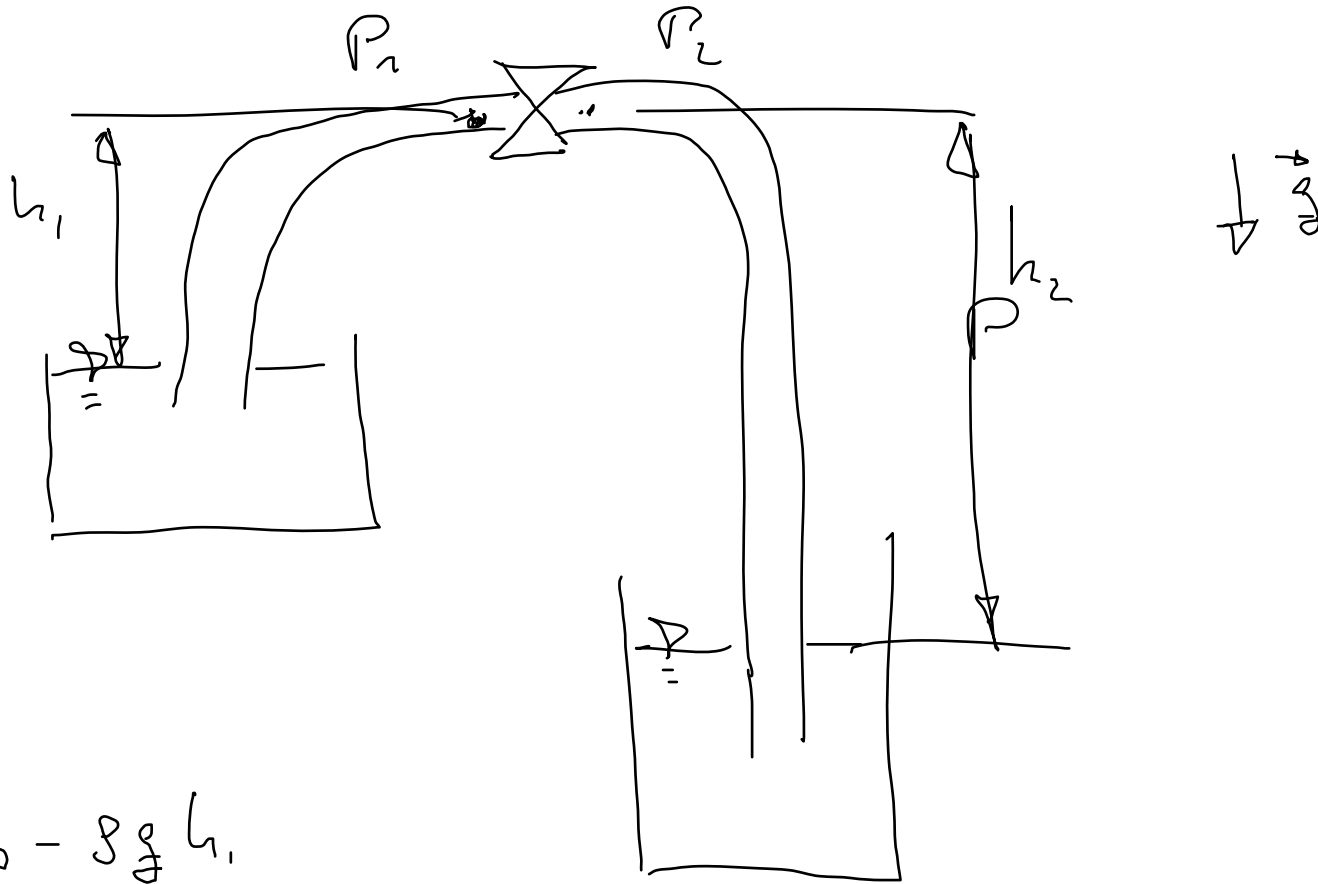
Bei Manometern hydraulische Flüssigkeit wird genutzt



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Strömungslehre für
Mechatroniker
Vorlesung 2



$$\begin{aligned} P_2 &= P_1 + \rho g h = P_1 + \rho g (h_1 + h_2) \\ &= P_1 + \rho g h_1 \left(1 + \frac{h_2}{h_1} \right) \\ &= P_1 + \rho g h_1 \left(1 + \frac{A_1}{A_2} \right) \end{aligned}$$



$$P_1 = P_0 - \rho g h_1$$

$$P_2 = P_0 - \rho g h_2$$

$P_2 < P_1$ kommt es bei geöffnetem Ventil zu einer Bewegung.





Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Strömungslehre für
Mechatroniker
Vorlesung 2

