# Verdrängermaschinen

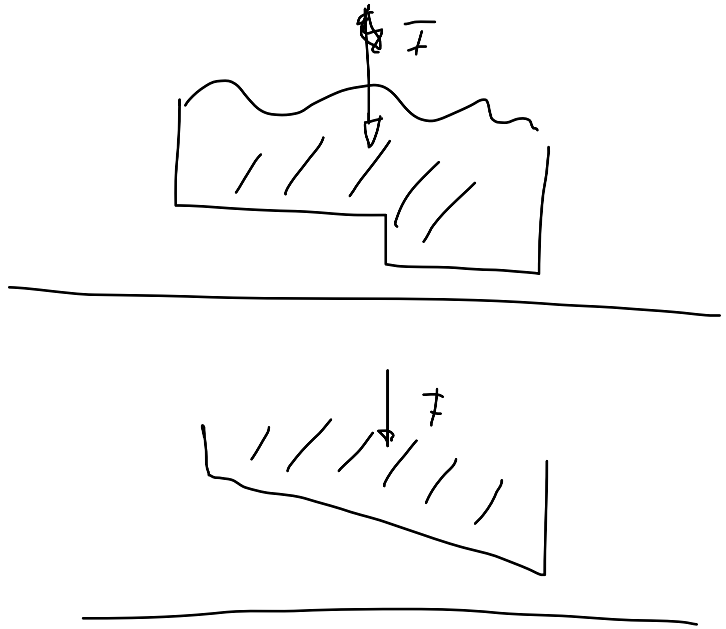
TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

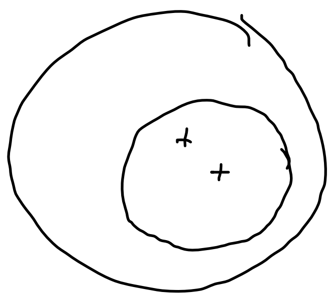
FLUID SYSTEM TECHNIK

Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Wintersemester 2011/12
Technische Fluidsysteme
Vorlesung 5

06.12.2011

Gleitlager



TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT
FLUID SYSTEM TECHNIK
Technische Fluidsysteme

# Hydrostatische Systeme

Der Zustand einer Flüssigkeit ist nur von der Zeit abhängig aber nicht vom Ort.

↳ Hydrostatische Getriebe: Flüssigkeit wird zur Leistungsübertragung genutzt.

⊕ hohe Leistungsdichte → sehr kompakte Motoren. deutlich kompakter im Vergleich zu Elektromotor.

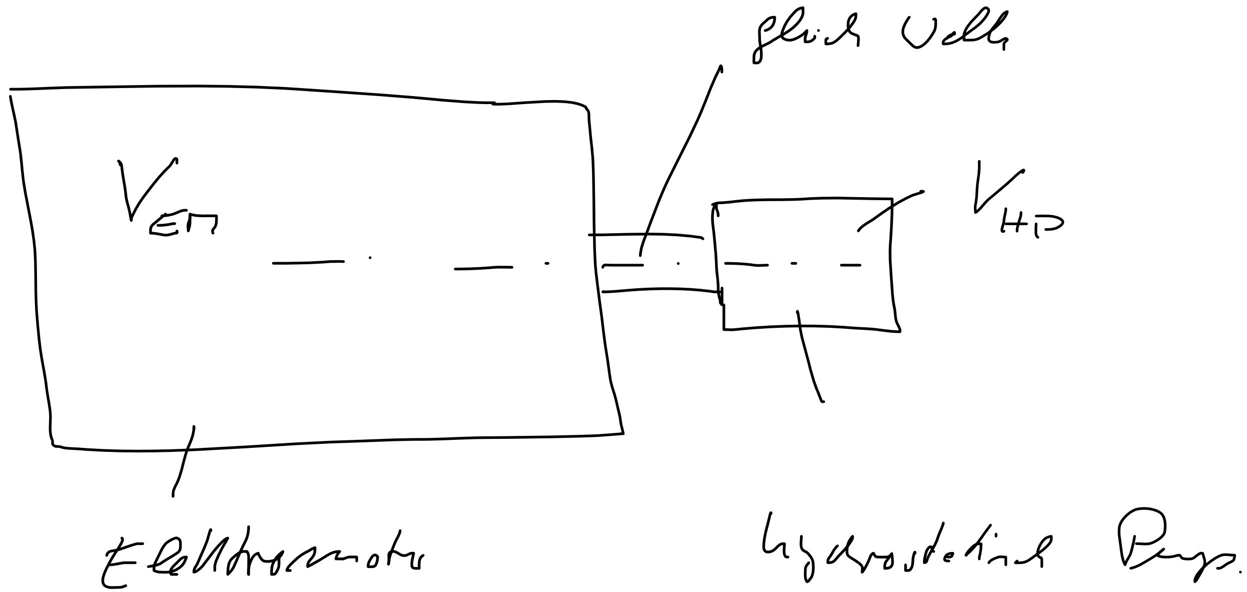
⊖ Schlauchverluste.

⊖ Leckage.



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz

$$P = \vec{\Omega} \cdot \vec{T}$$



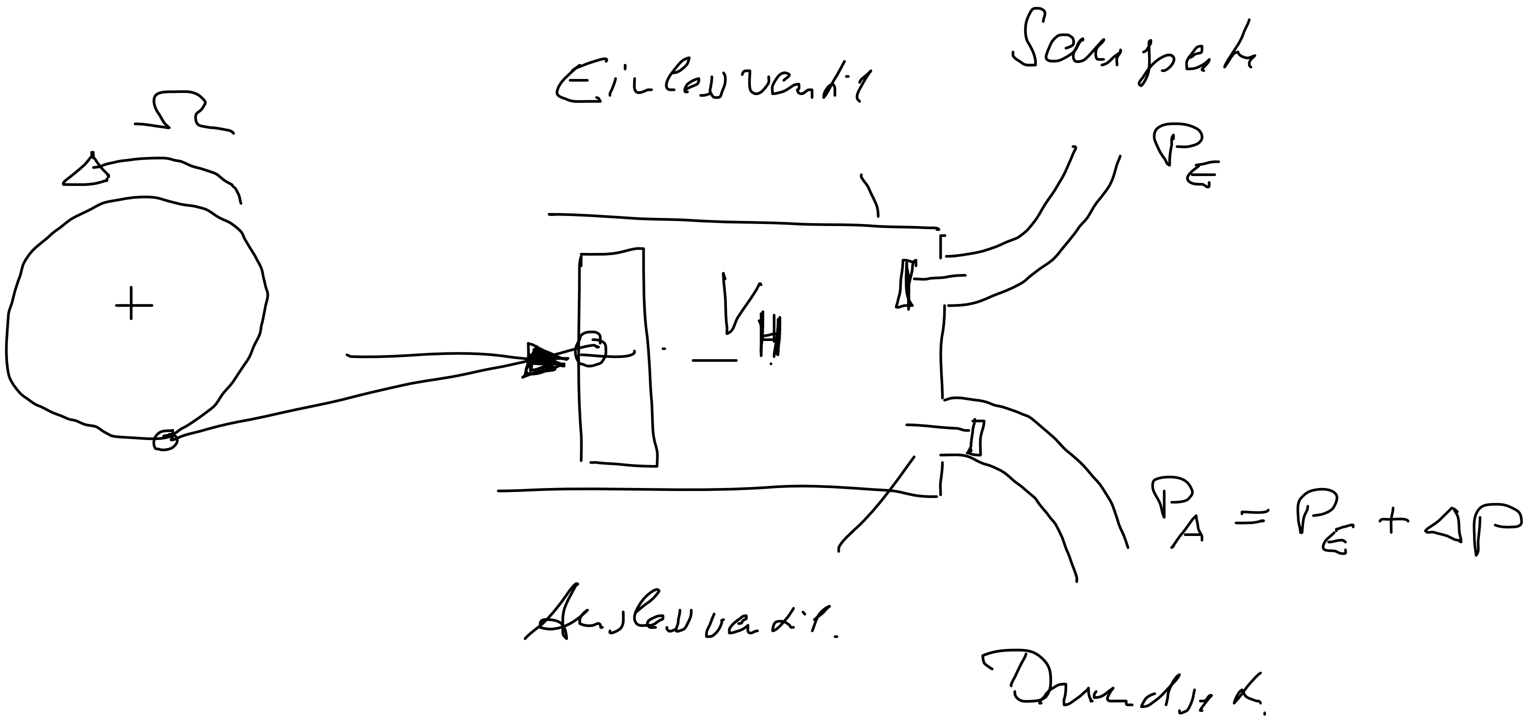

$$\boxed{\frac{V_{EM}}{V_{HP}} \sim \frac{10}{1}}$$

Was bedingt die Kompaktheit von hydrostatischen Maschinen

| Pumpe | Motor |
|---|---|
| Arbeitsmaschine | Kraftmaschine |
| $P_t = \vec{\Omega} \cdot \vec{M} > 0$ | $P_t < 0$ |
| $P_t = \vec{u} \cdot \vec{F}$ | |

$P_t$ ist die über die Welle ab oder zugeführte Leistung.

$P_t$




$V_H$ charakteristisches Volumen der Maschine. Schluckvolumen

$p_E$ Druck der Saugseite.

$p_A$ Druck an Druckseite.

Leistungsdichte := pro Volumen umgesetzte Leistung.

$$P_f = fn\left(\Omega, V_H, \Delta p, \varrho, \cancel{\nu}\right)$$

$\nu = 0$, da in der ersten überschlägigen Betrachtung die Viskosität für die Verluste verantwortlich ist.

Grundgrößen

~~Basiseinheitensystem~~

$$[\text{Länge, Masse, Zeit}] = [L\ M\ T]$$

Basiseinheit

$$\{\text{Meter, Kilogramm, Sekunde}\} = \{m, kg, sec\}$$

$$[P_f] = \frac{M L^2}{T^3} \qquad \{P_f\} = \frac{kg\ m^2}{sec^3}$$

$$[\Omega] = \frac{1}{T} \qquad \{\Omega\} = \frac{1}{sec}$$

$$[V_H] = L^3 \qquad \{V_H\} = m^3$$

$$[\rho] = \frac{M}{L^3} \qquad \{\rho\} = \frac{kg}{m^3}$$

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

FLUID SYSTEM TECHNIK

Technische Fluidsysteme

$$P_f = f_1(\Omega, V_H, \varrho, \Delta p)$$

$$\frac{kg\,m^2}{sec^3} \quad \frac{1}{sec} \quad m^3 \quad \frac{kg}{m^3} \quad \frac{kg}{sec^2\,m}$$

$$\frac{P_f}{\Delta p} = f_1\left(\Omega, V_H, \cancel{\varrho}, \frac{\Delta p}{\varrho}\right)$$

$$\frac{m^3}{sec} \neq \frac{1}{sec} \quad m^3 \quad \frac{kg}{m^3} \quad \frac{m^2}{sec^2}$$

$$1\,\frac{kg}{m^3} = 1000\,\frac{g}{m^3}$$

Invarianz gegenüber Änderung des Basiseinheitensystems!

Bridgman-Postulat

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

FLUID SYSTEM TECHNIK

Technische Fluidsysteme

Bridgman-Postulat:

Absolute Bedeutung relativer Größe

$$\frac{P_f}{\Delta p \Omega V_H} = f\left(\cancel{\Omega}, \cancel{V_H}, \cancel{\varrho}, \frac{\Delta p}{\varrho \Omega^2 V_H^{2/3}}\right)$$

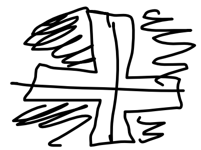
$$\cancel{\Omega} = \frac{1}{T}, \quad \cancel{V_H} = L^3, \quad \cancel{\varrho} = \frac{m}{L^3}$$

$$\left[\frac{P_f}{\Delta p \Omega V_H}\right] = 1 \qquad \left[\frac{\Delta p}{\varrho \Omega^2 V_H^{2/3}}\right] = 1$$

$$P_A = f_1(\Omega, V_H, \rho, \Delta p)$$

$$\Longleftrightarrow$$

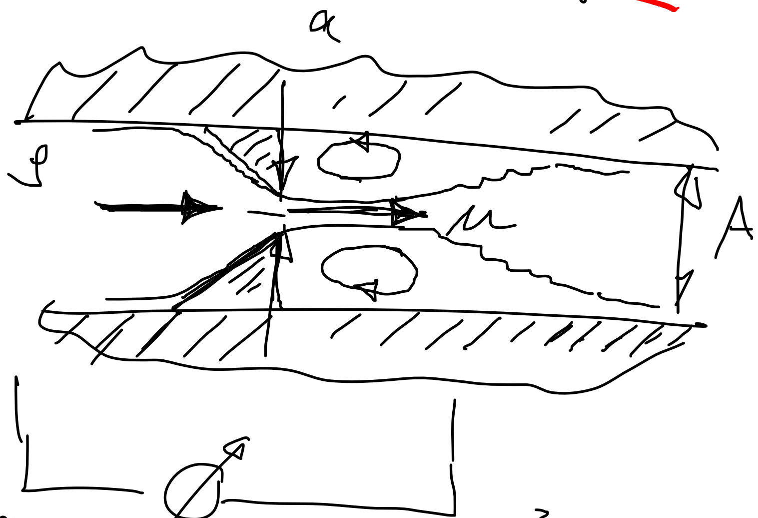
$$\frac{P_A}{\Omega V_H \Delta p} = f_1\left(\frac{\Delta p}{\rho\, \Omega^2 V_H^{2/3}}\right).$$



5 physikalische Größen oder dimensionsbehaft.

$\Longleftrightarrow$

2 dimensionslose Größ.




Carnotsch Stoßverl. $\Delta p = \frac{\rho}{2} u^2$, wenn $a \ll A$.

Im Grenzfall einer idealen Verdrängermaschine sind alle viskosen und trägheitsbedingten Verluste klein.

$$\eta_t = 1$$

$$\frac{P_t}{\Delta p \, \Omega \, V_H} = \text{const}$$

$$\boxed{\frac{P_t}{V_H} = \text{const} \; \Delta p \, \Omega}$$

für eine ideale Verdrängermaschine.

Leistungsdichte ~ Druckdifferenz * Drehzahl.

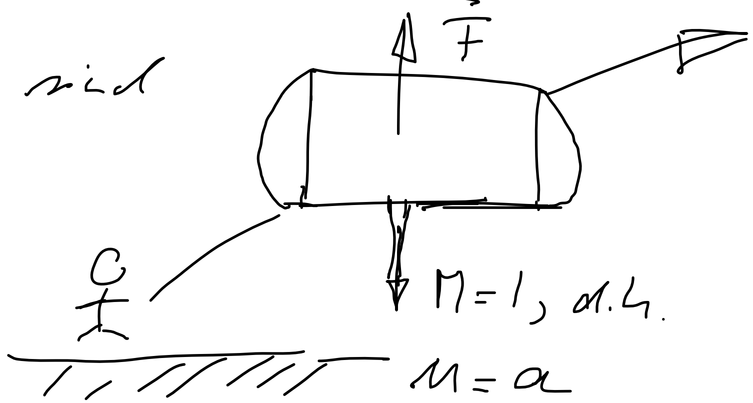
TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT
FLUID SYSTEM TECHNIK
Technische Fluidsysteme

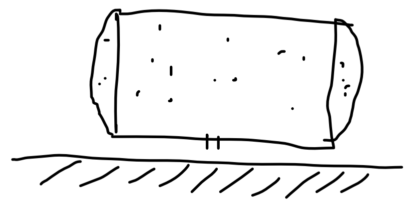
$\Delta p \sim 10$ bar in der Pneumatik

$\Delta p \sim 100 \ldots 300$ bar in der Ölhydraulik.

Zur Sicherheit:

- Leckage im gasgefüllten Druckbehältern sind sehr kritisch. ⇒ „Rakete"
- Leckage in sehr steifen Ölhydraulischen Systemen sind unkritisch.
- Leckage in sehr nachgiebigen ölhydraulischen Systemen sind sehr kritisch






Prof. Dr. Ing. Peter Pelz

Frage: Existiert eine maximales Druckverhältnis $\Pi = p_A / p_E$ bis zu welchem eine Flüssigkeitsförderung (Gas) möglich ist?

Antwort: Ja.

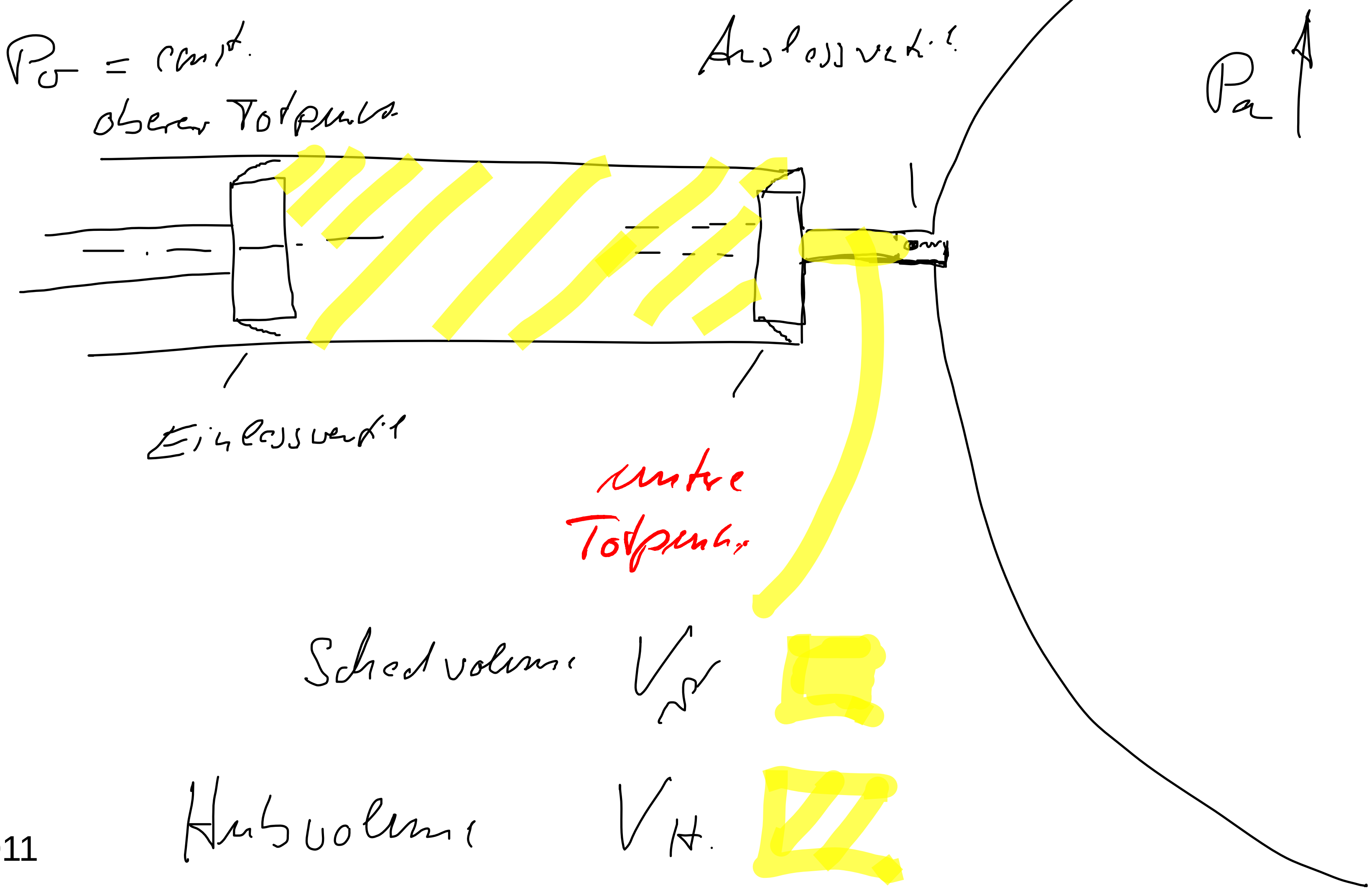
$$\Pi_{max} = \left(\frac{p_A}{p_E}\right)_{max} = fn\left(\frac{V_S}{V_H} = \varepsilon\right)$$

$V_S$ Schadvolumen $\qquad \varepsilon := \frac{V_S}{V_H}$ relatives Schadvolumen.

$V_H$ Schluckvolumen.

z.B. Luftpumpe (Kolbenkompressor)

$p_e = p_0 = \text{const.}$



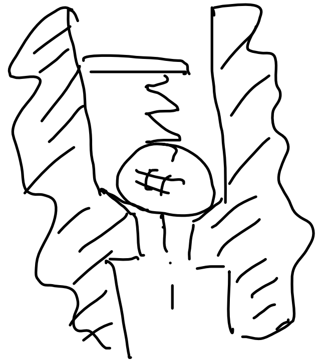

Schadvolumen $V_S$

Hubvolumen $V_H$

# Unterscheidung der Ventile bei Verdrängermaschinen.

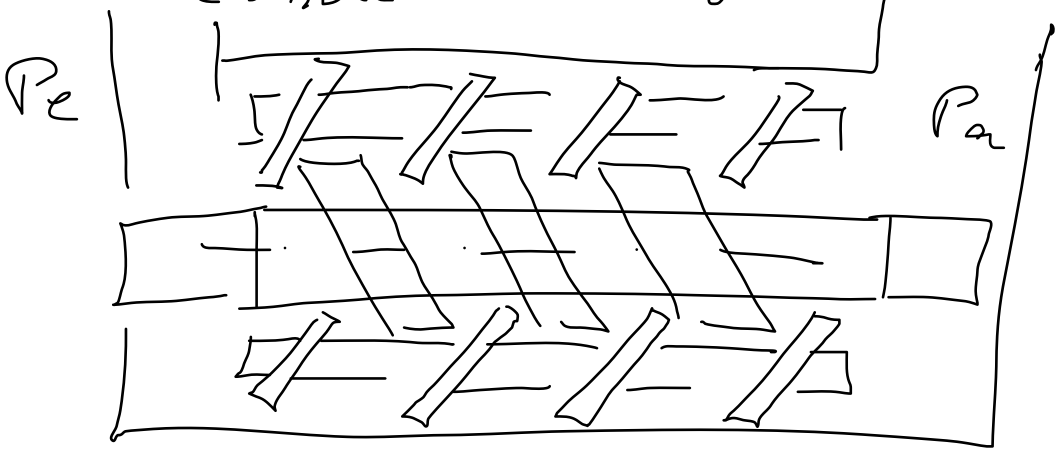
1. Selbsttätige Ventile

   z.B. Rückschlagventile



2. gesteuerte Ventile

   i.d.R. über kinematische Kopplung
   zwischen Ventilstellung und ~~kine~~ Kolbenstellung.

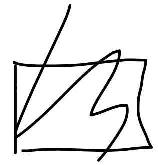


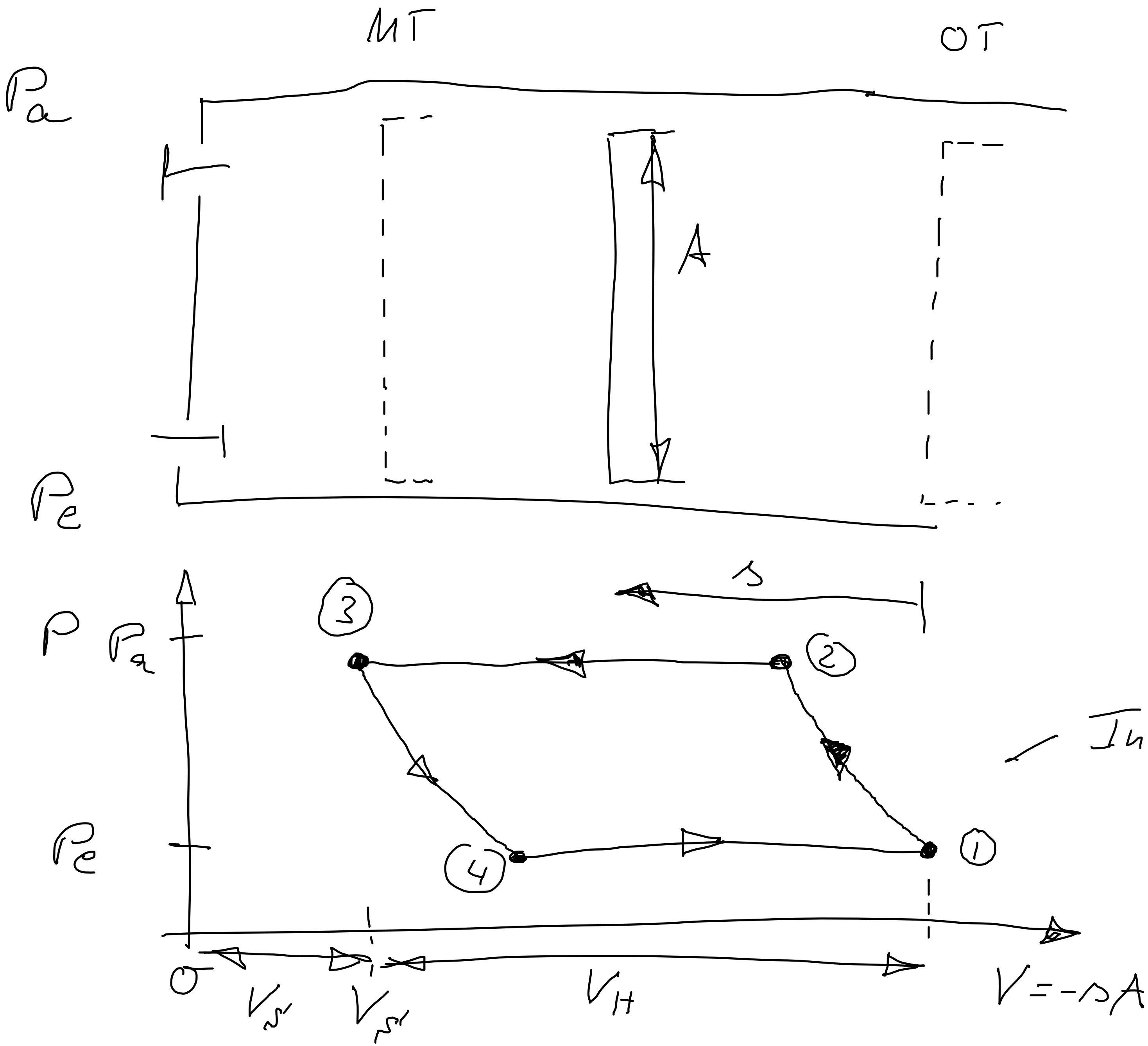

$\varepsilon \equiv 0$ kein Schadvolumen
gesteuerte Ventile.

3. geregelte Ventile

z.B. Twinair von Fiat

Schäffler.






Arbeitsmasch:

Indikatordiagramm

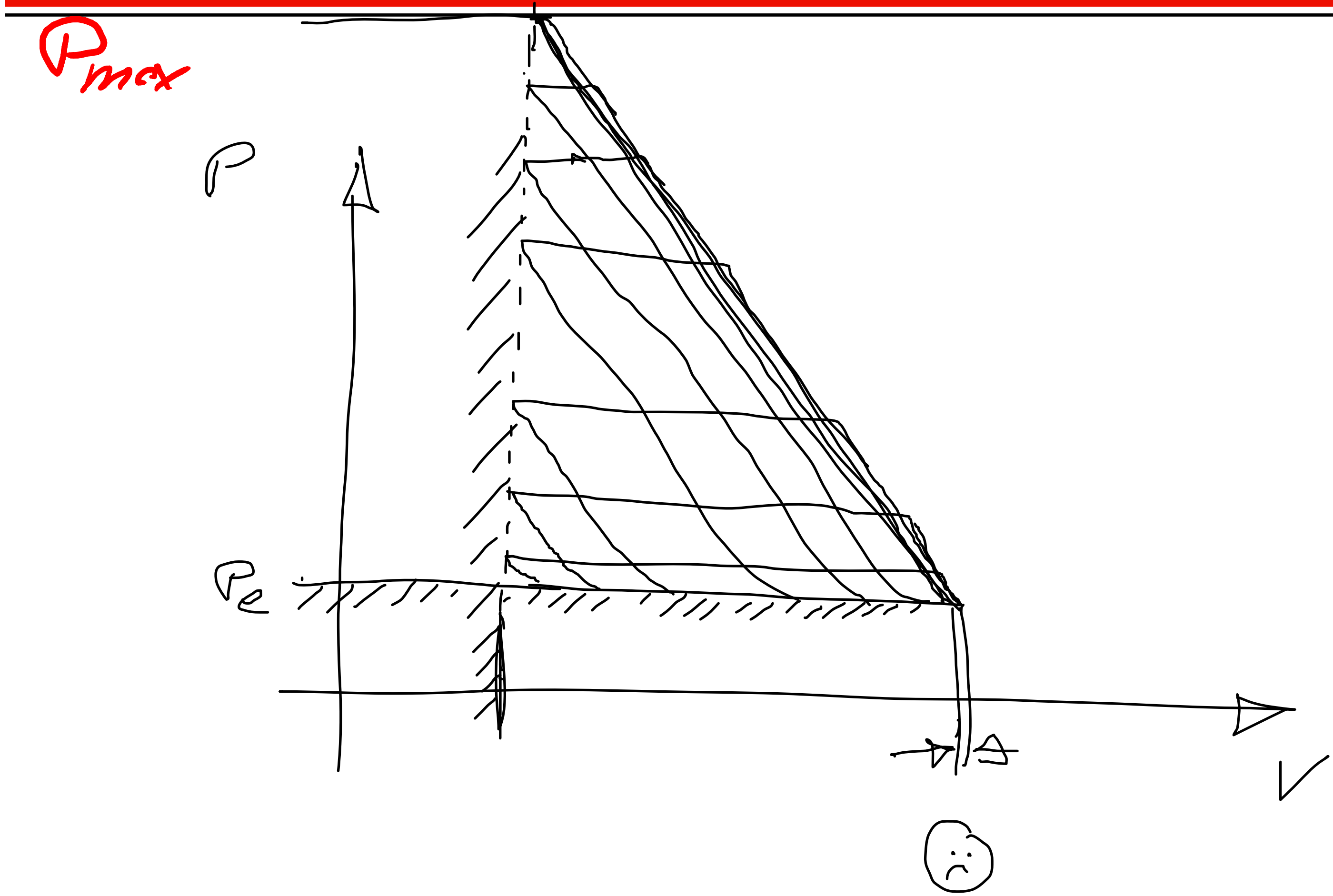
TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT
FLUID SYSTEM TECHNIK
Technische Fluidsysteme

1 → 2 Kompression

2 → 3 Ausschieben

3 → 4 Expansion des Gases im Schadvol.

4 → 1 Ansaugen.


$p_{max}$
$p$
$p_e$
$V$