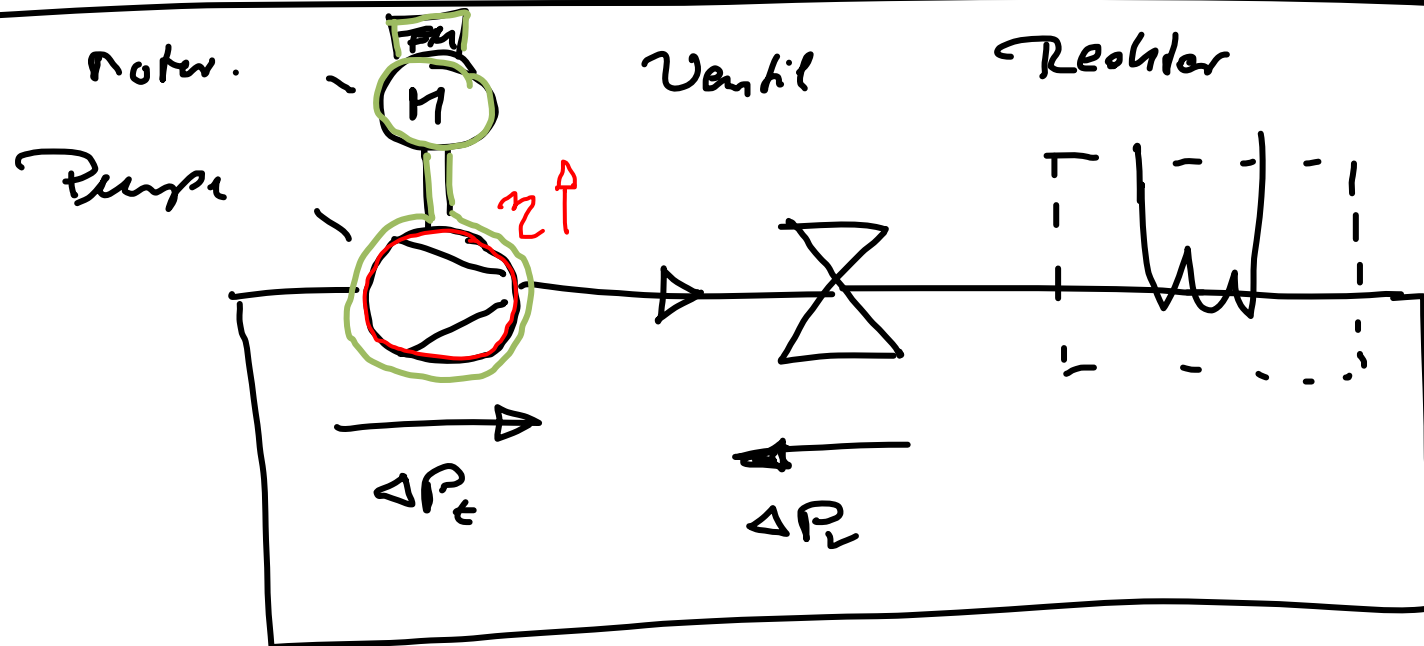


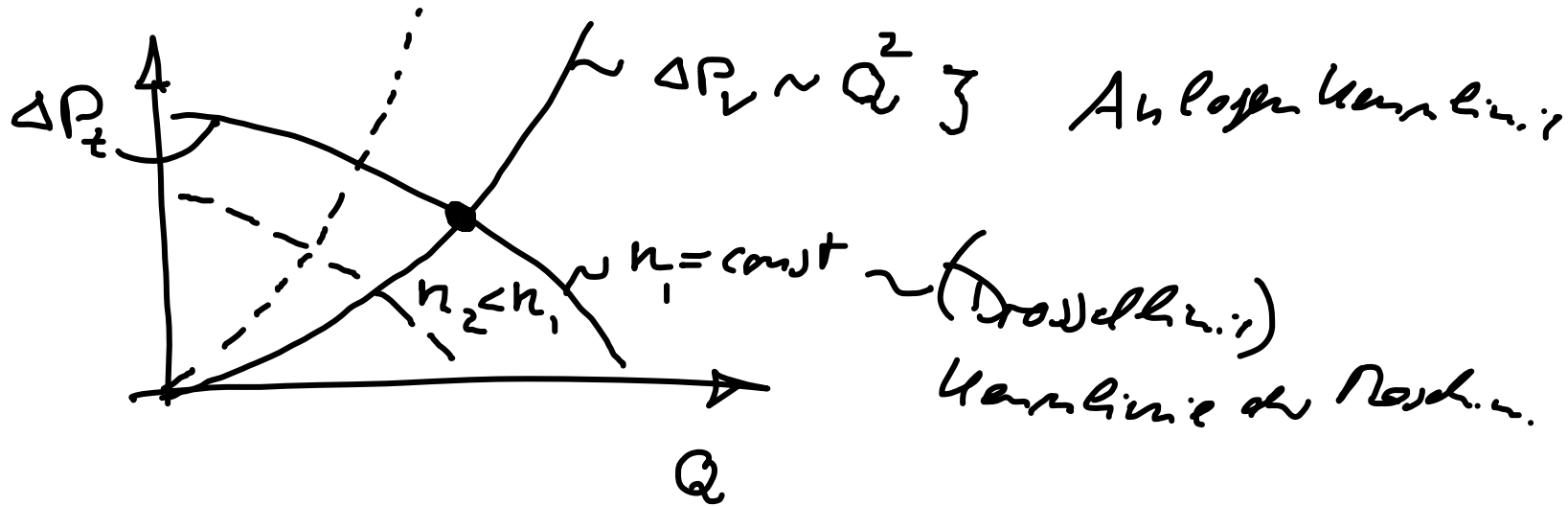
Nachname: Christoph Brenner
 Hydrodynamics of Pumps
 Caltech *pdf.



$\Delta P_e = \Delta P_v$ für $\frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$ (stationäre Strömung in zeitl. Mittel)



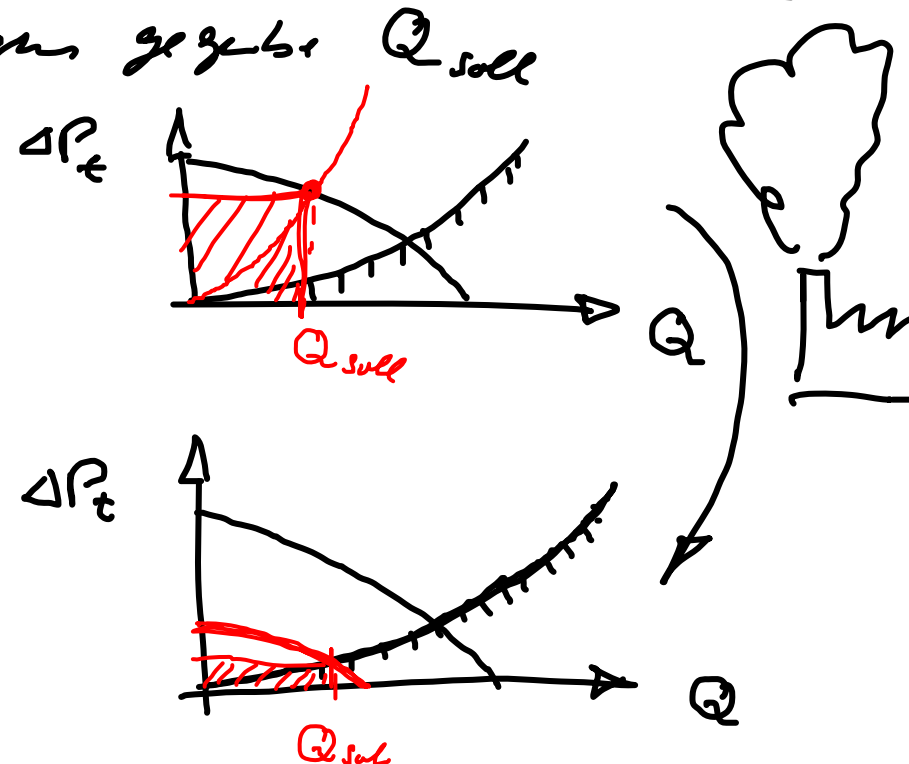
Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
 Sommersemester 2010
 Fluidenenergiemaschinen
 Vorlesung 3



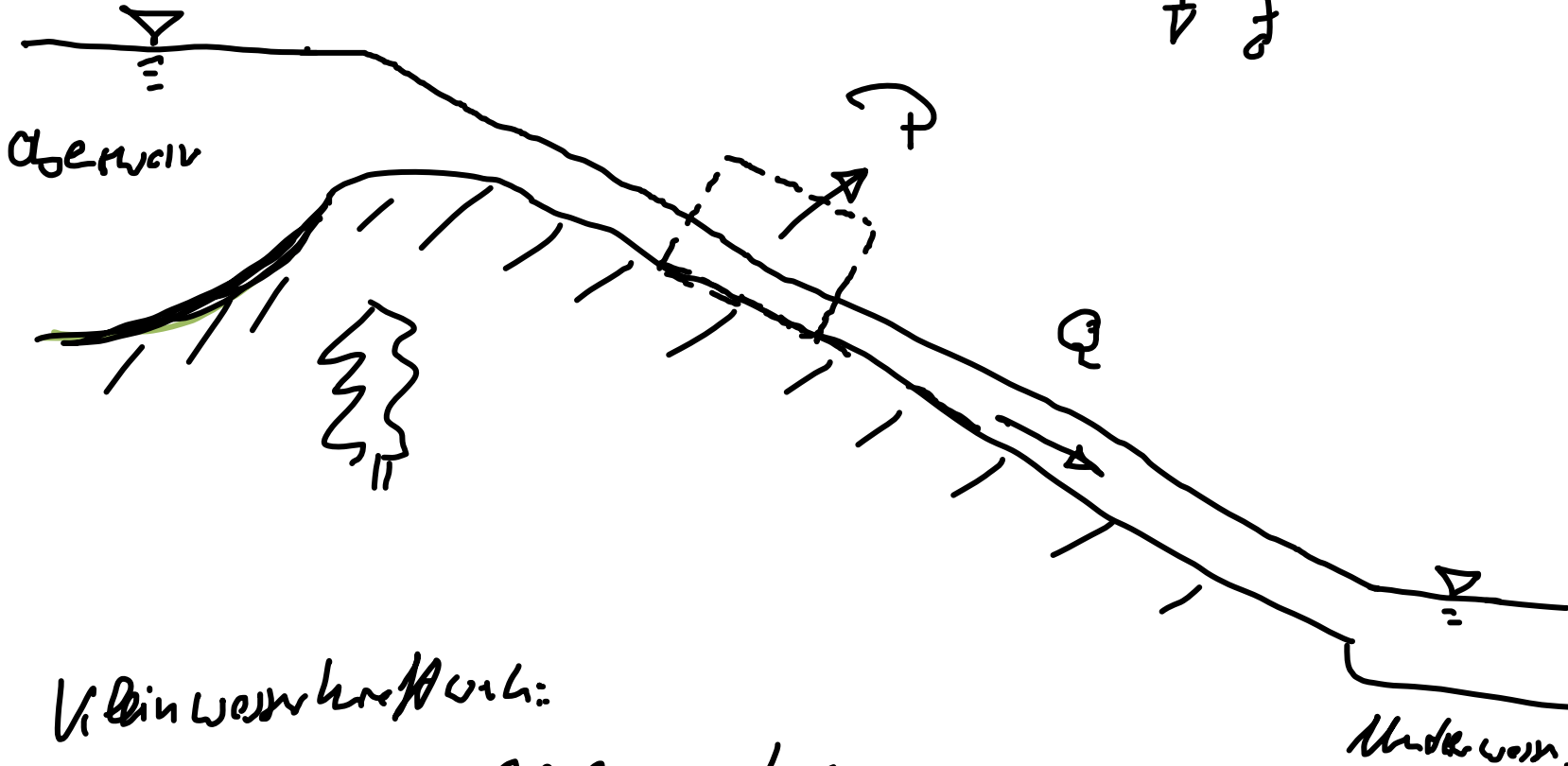
Häufig: Sollvolumenstrom gegeben Q_{soll}

1. Drosseln.

2. Drehzahladaptation



$$\sum P = \Delta P_t Q$$



V. Ein Wasserkraftwerk:

Annahme: Volumenstrom Q ist nicht beschränkt.

Opti Zielfunktion: P soll maximiert werden.

~~Flussenergie~~
 Fluss an Energie im Unterwasser muß möglichst klein sein.



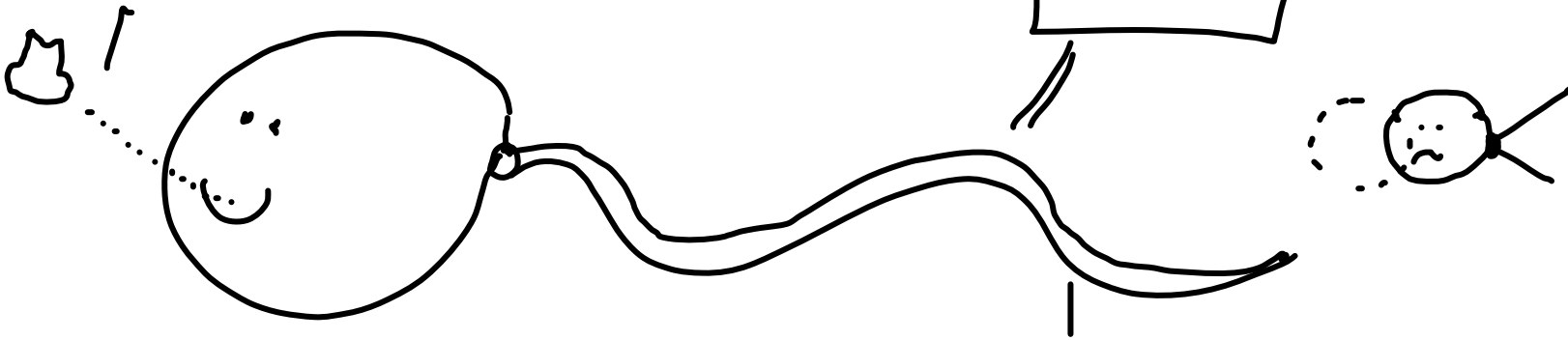
TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

FLUID
SYSTEM
TECHNIK



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Fluidenenergiemaschinen
Vorlesung 3

Diffusions Transportvorgang.



Flusslinien

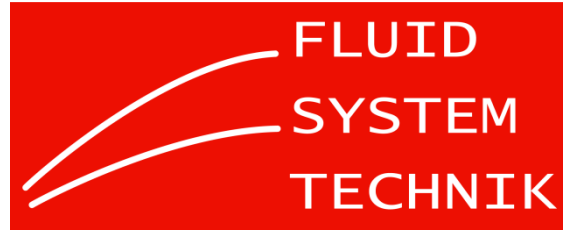
$$\text{Re} := \frac{F M}{\rho}$$

F Widerstandsbeiwert
M Geschwindigkeit
 ρ Zähigkeit des Fluids

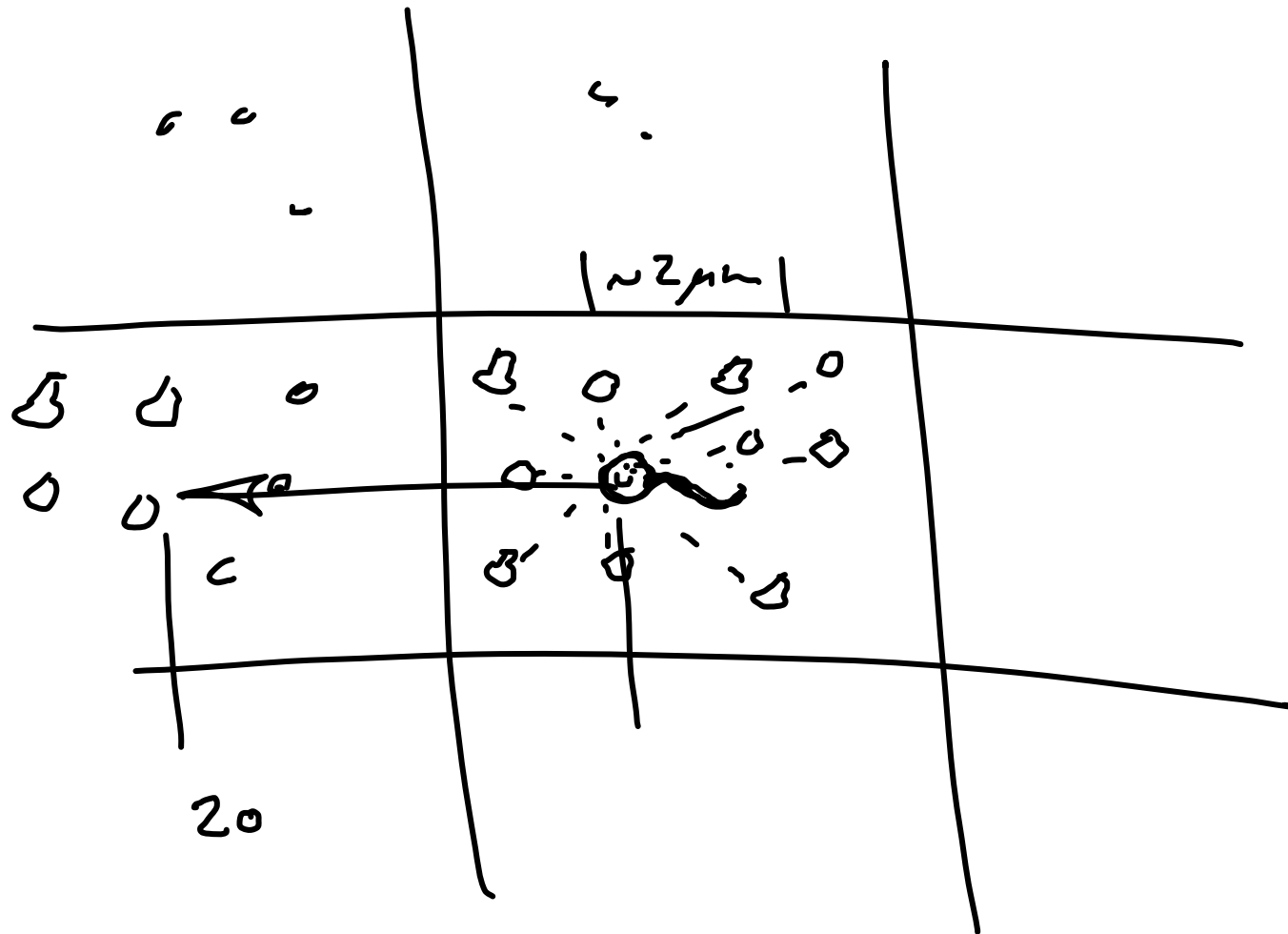
$$\text{Re} \sim 1\%$$



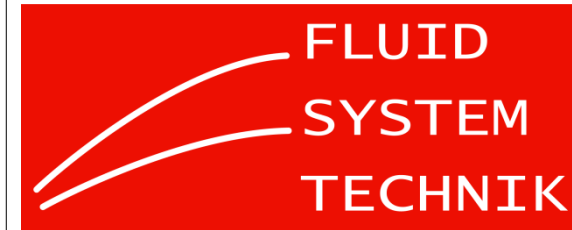
TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Fluidenenergiemaschinen
Vorlesung 3



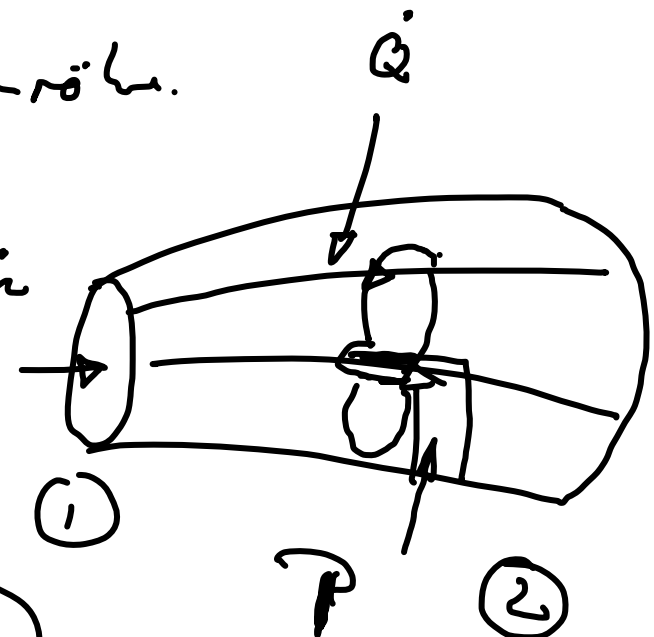
TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Fluidenenergiemaschinen
Vorlesung 3

Energiegleichung für eine Strömungsröhre.
 für im zeitlichen Mittel stationären Strömung.

$$\frac{P + \dot{Q}}{m} = h_{t2} - h_{t1}$$



Herleitung: Spruch Kap 9.2

$$\frac{DE}{Dt} + \frac{DU}{Dt} = P + \dot{Q}$$

An den Stelle 1, 2 ist die Strömung ausgeglichen.



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
 Sommersemester 2010
 Fluidenenergiemaschinen
 Vorlesung 3



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Fluidenenergiemaschinen
Vorlesung 3

$$\frac{P + \dot{Q}}{m} = h_{e2} - h_{e1} = \left(\frac{P_2}{\rho_2} + \frac{c_2^2}{2} + g z_2 \right) - \left(\frac{P_1}{\rho_1} + \frac{c_1^2}{2} + g z_1 \right) +$$

$$\gamma = \rho g H$$

$$+ \underbrace{(e_2 - e_1)}$$

$$\gamma_v = \rho g H_v$$

$\bar{\gamma}$ spez. Förder- od. Fallhöhe

$\bar{\gamma}_v$ spez. Energie-
verlust.

$H = \frac{v}{g}$ spez. Fallhöhe, Förderhöhe.

$$\dot{Q} = \sigma:$$

$$\eta \frac{\dot{I}}{v_{in}} := \gamma \quad \text{Arbeitsmaschine.}$$

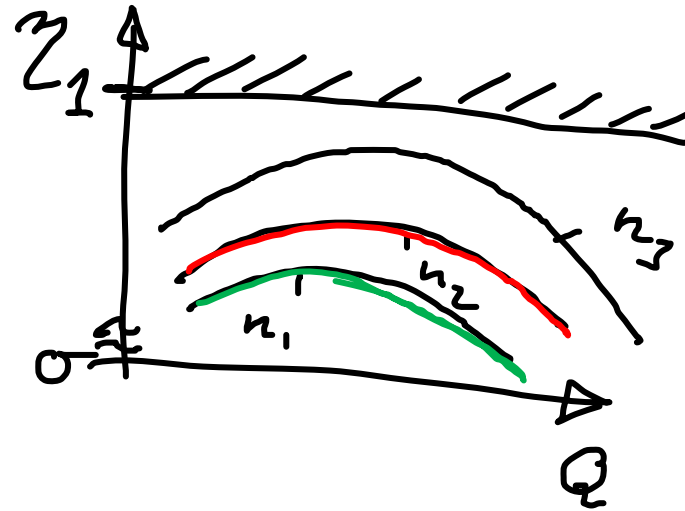
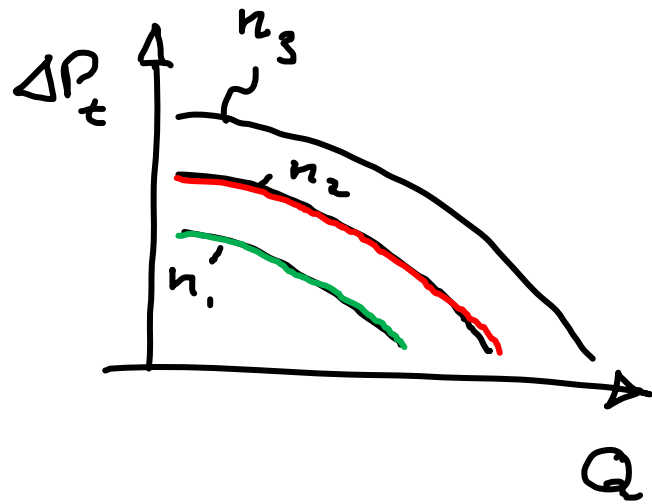
$$\frac{\dot{I}}{v_{in}} := \gamma \eta \quad \text{Kraftmaschine.}$$

Definitionsgleichungen für die Wirkungsgrade.

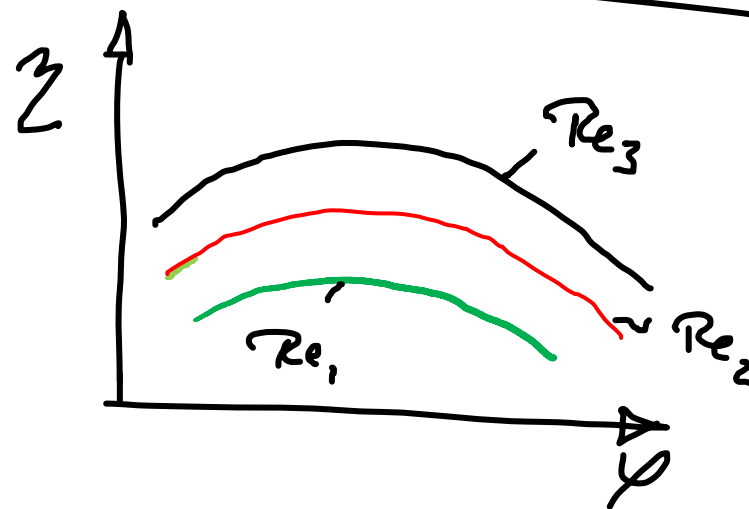
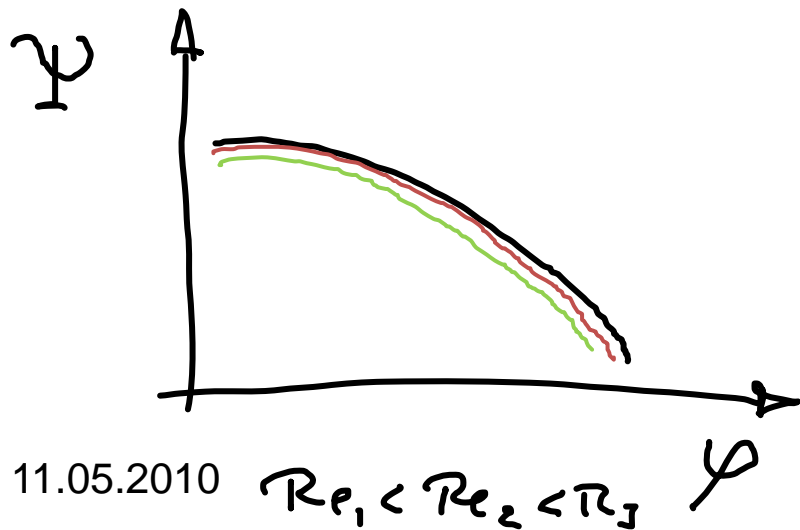


Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Fluidenenergiemaschinen
Vorlesung 3

Dimensionslose Kennlinien.



$\eta_1 < \eta_2 < \eta_3 \dots$ Drehzahl



11.05.2010

$Re_1 < Re_2 < Re_3$



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

FLUID
SYSTEM
TECHNIK



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Fluidenenergiemaschinen
Vorlesung 3

ψ Durchfluss $\sim \Delta p_L$

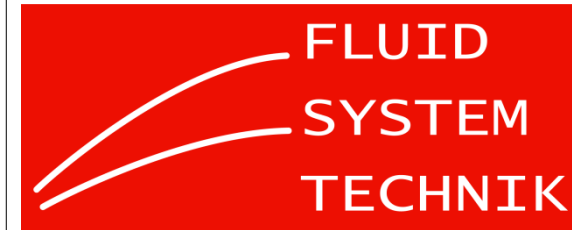
ψ Durchflusszahl $\sim Q$
(Pécletzahl, ...)

ω Wirbelzahl

Re Reynoldszahl $\sim \frac{d \cdot v}{\nu}$



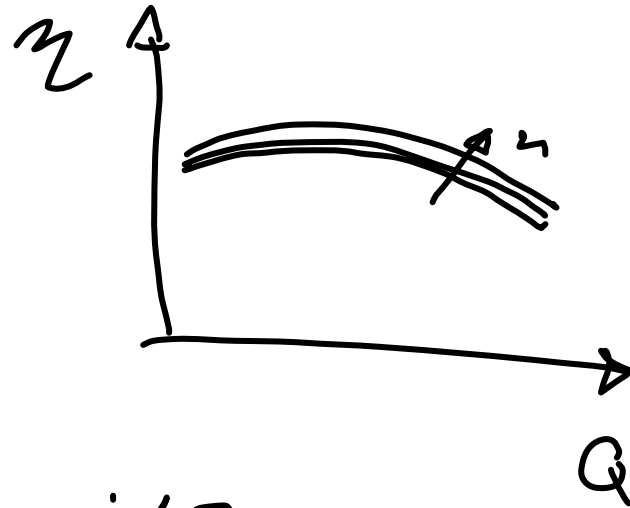
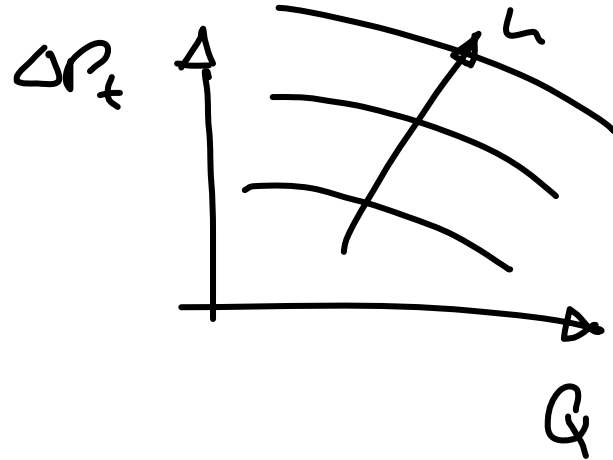
TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Fluidenenergiemaschinen
Vorlesung 3

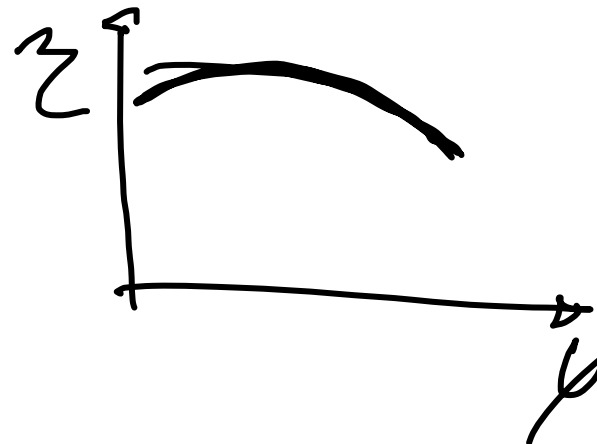
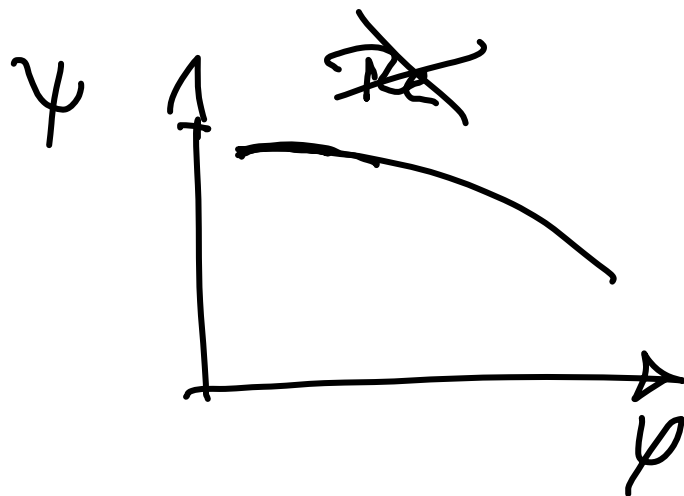


Normalfall



id. R.

Kleiner Unterschied im
Vorzeichen mit der
Drehzahl.



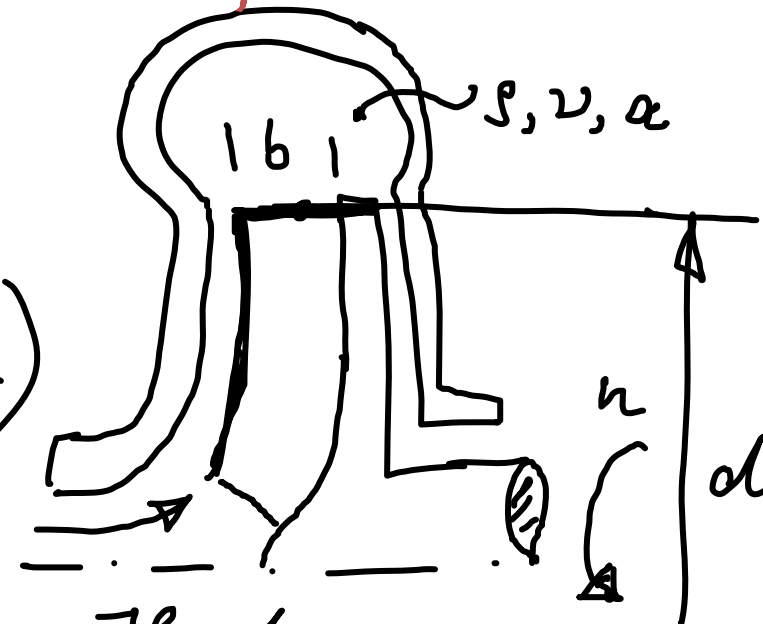
Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Fluidenergiemaschinen
Vorlesung 3



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Fluidenergiemaschinen
Vorlesung 3

	$gH = y$	Q	n	d	β	v	a
L	2	3	1	-3	2	1	
η					1		
T	-2	-1	-1		-1	-1	

$gH = f_n(Q, n, d, \cancel{\beta}, v, a)$
 ↑ Prozessw. ↓ Stoffgröße



$$b = \beta d$$



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Fluidenenergiemaschinen
Vorlesung 3

	$\frac{gH}{n^2 d^2}$	$\frac{Q}{n d^3}$	$\frac{n d^2}{\nu}$	d	ν	$\frac{a}{n d}$
L	0	0	0	1	2	0
M	0	0	0	0	0	0
T	0	0	0	0	-1	0

$\Psi =$ $\Psi =$ $Re =$ $Ma^{-1} =$
 $\frac{gH}{n^2 d^2} = f_{\Psi} \left(\frac{Q}{n d^3}, \frac{n d^2}{\nu}, \cancel{d}, \cancel{\nu}, \frac{a}{n d} \right)$
 \longleftrightarrow
 $gH = f_{\Psi} (Q, n, d, \nu, a)$

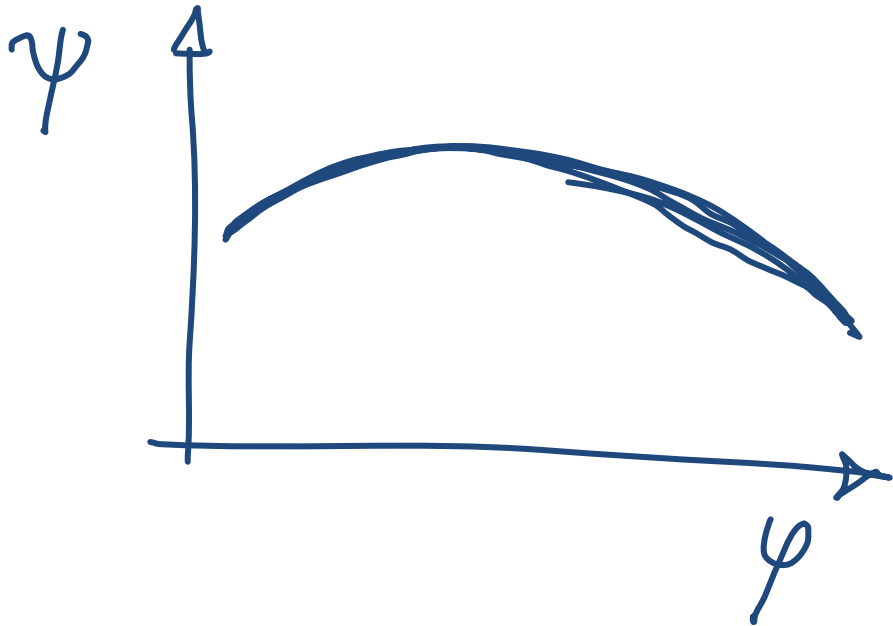


Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Fluidenergiemaschinen
Vorlesung 3

	gH	Q	n	d	ω	a
L	2	3		1	2	1
T	-2	-1	-1		-1	-1

	$\frac{gH d}{Q}$	Q	n	d	ω	a
L	0	3		1	2	1
T	-1	-1	-1		-1	-1

	gH	Q/gH	$\frac{n Q}{gH d}$	$\frac{d gH}{Q}$	ω	a
L	2	1	0	0	2	1
T	-2	+1	0	-1	-1	-1



i. d. Regel ist Re so groß, dass die Strömung nicht mehr von der Reynoldszahl abhängt

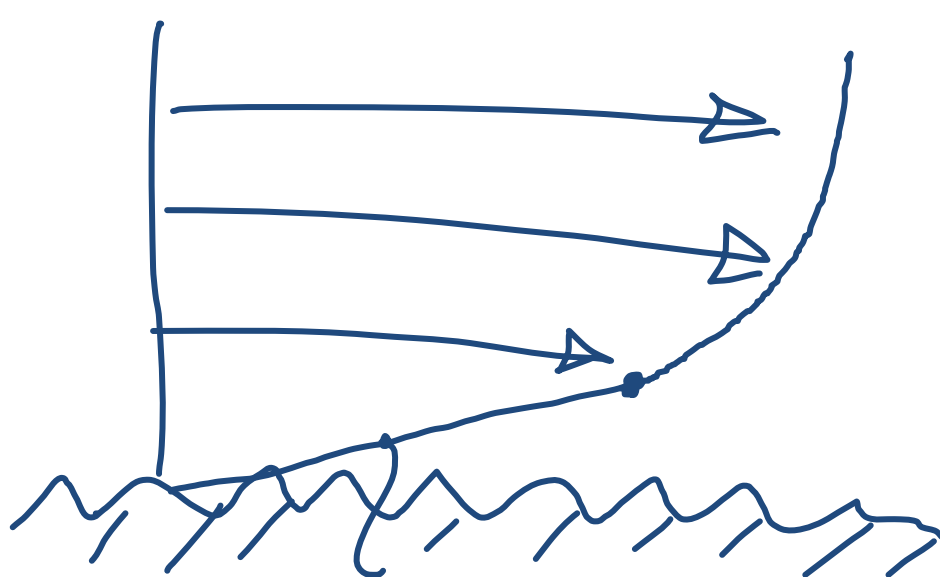
$$\psi = \psi(\varphi, Re, Ma) = \psi(\varphi, Ma),$$

sofern $Re \rightarrow \infty$.



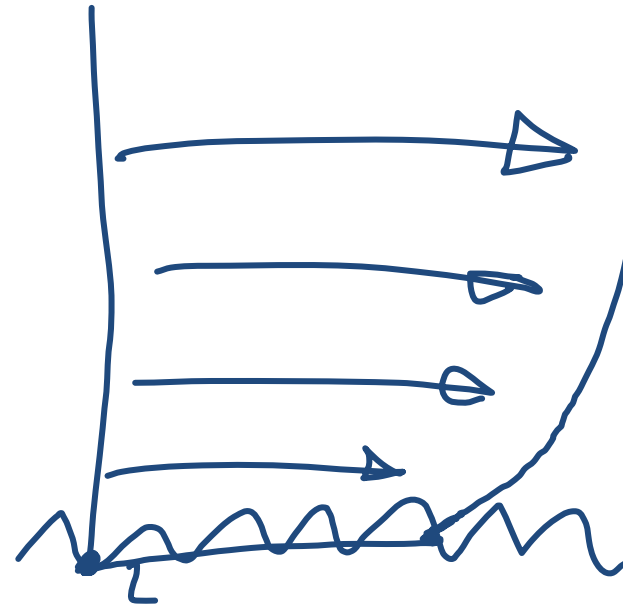
Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Fluidenenergiemaschinen
Vorlesung 3

Für $Re \rightarrow \infty$ dominie turbulente Spanne
alle viskose Spanne.



viskose Unterseite

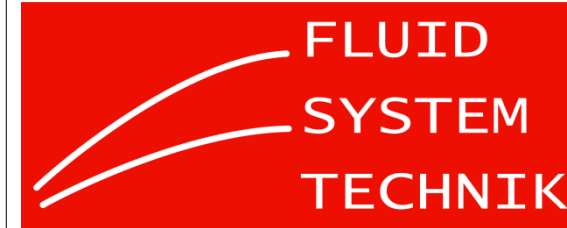
$Re < \infty$



$Re \rightarrow \infty$



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



FLUID
SYSTEM
TECHNIK



Prof. Dr. Ing. Peter Pelz
Sommersemester 2010
Fluidenenergiemaschinen
Vorlesung 3