

# Grundlagen der Strömungsmaschinen und Windturbinen

## Seminar 5 – Kavitation

### Aufgabe 5.1 – Die Baugrubenentwässerung

Auf einer Baustelle wird zur Baugrubenentwässerung eine Kreiselpumpe eingesetzt. Dabei saugt die Pumpe aus einer tiefer liegenden Grube an und fördert das Fluid in ein höher gelegenes Becken (siehe Skizze).

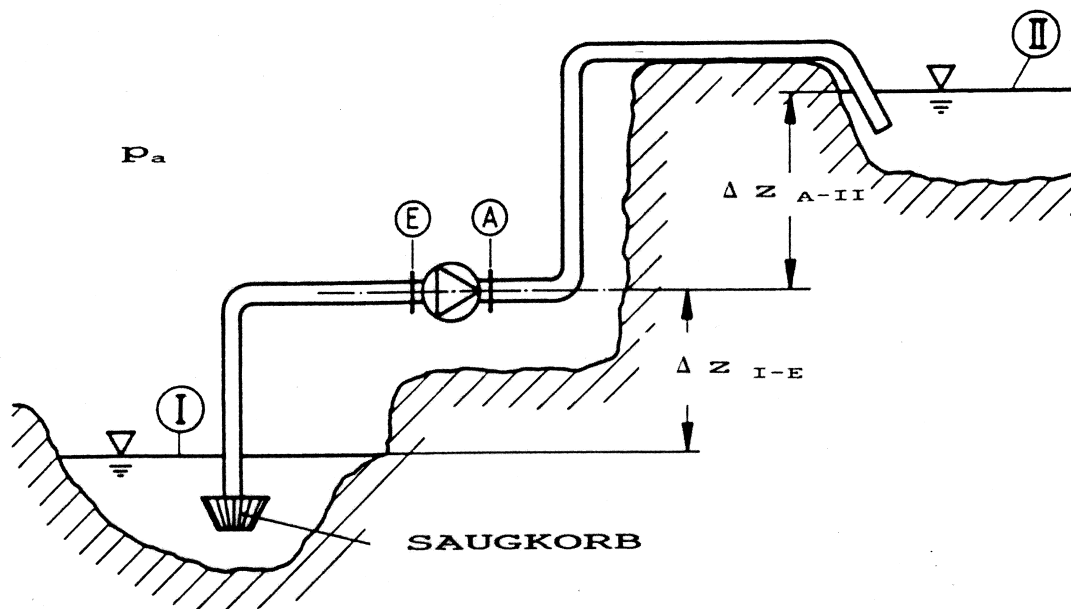


Abbildung 1: Skizze der Konfiguration (Pumpe und Anlage)

Die geodätischen Höhen der freien Flüssigkeitsoberflächen sind als konstant anzusehen. Die Kennlinie der Pumpe ist in dem Diagramm 2 angegeben.

#### Weitere Daten:

- |   |   |
|---|---|
| • Erdbeschleunigung:                              | $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  |
| • Dichte des Fluides:                             | $\rho = 998,2 \text{ kg/m}^3$   |
| • Temperatur des Fluides:                         | $\theta = 18 \text{ }^\circ\text{C}$                                    |
| • Atmosphärendruck:                               | $p_a = 1,013 \text{ bar}$   |
| • Verluste:                                       | $H_{v,I-E} = 2 \text{ m}$<br>$H_{v,A-II} = 3 \text{ m}$                 |
| • Rohrdurchmesser                                 | $D_{\text{Rohr}} = 195,0 \text{ mm}$                                    |
| • geod. Höhendifferenz:<br>(mittlere Stutzenhöhe) | $\Delta z_{I-E} = 1,75 \text{ m}$<br>$\Delta z_{A-II} = 1,75 \text{ m}$ |

Folgende Aufgaben sind zu beantworten:

1. Wie groß ist die Förderhöhe  $H_N$ , welche die Kreiselpumpe aufbringen muss um die Aufgabe zu erfüllen?
2. Tragen Sie den Betriebspunkt der Pumpe in das Diagramm 2 ein! Welchen Volumenstrom  $Q$  fördert die Pumpe?
3. Wie groß ist  $NPSH_{\text{vorh}}$  bei dieser Aufstellung der Pumpe?
4. Welche notwendige Bedingung muss erfüllt sein, damit die Pumpe kavitationsfrei arbeitet?
5. Tragen Sie den  $NPSH_{\text{vorh}}$ -Wert in das Diagramm 2 ein! Arbeitet die Pumpe kavitationsfrei? Begründen Sie Ihre Antwort!

Im Laufe des Betriebes verstopft der aufgewirbelte Schlamm teilweise den Saugkorb. Dadurch verändert sich die Anlagenkennlinie und es stellt sich ein neuer Betriebspunkt ein. Der zusätzlichen Druckverlust auf der Saugseite der Pumpe beträgt  $\Delta p_{v,\text{zusätzl.}} = 0,2 \text{ bar}$ . Die Änderung des Druckverlustes auf der Druckseite wird vernachlässigt.

6. Kennzeichnen Sie den neuen Betriebspunkt und geben Sie die neuen Werte  $H_{N,\text{neu}}$  und  $Q_{\text{neu}}$  an!
7. Bestimmen Sie den neuen  $NPSH_{\text{vorh,neu}}$ -Wert! Arbeitet die Pumpe kavitationsfrei?

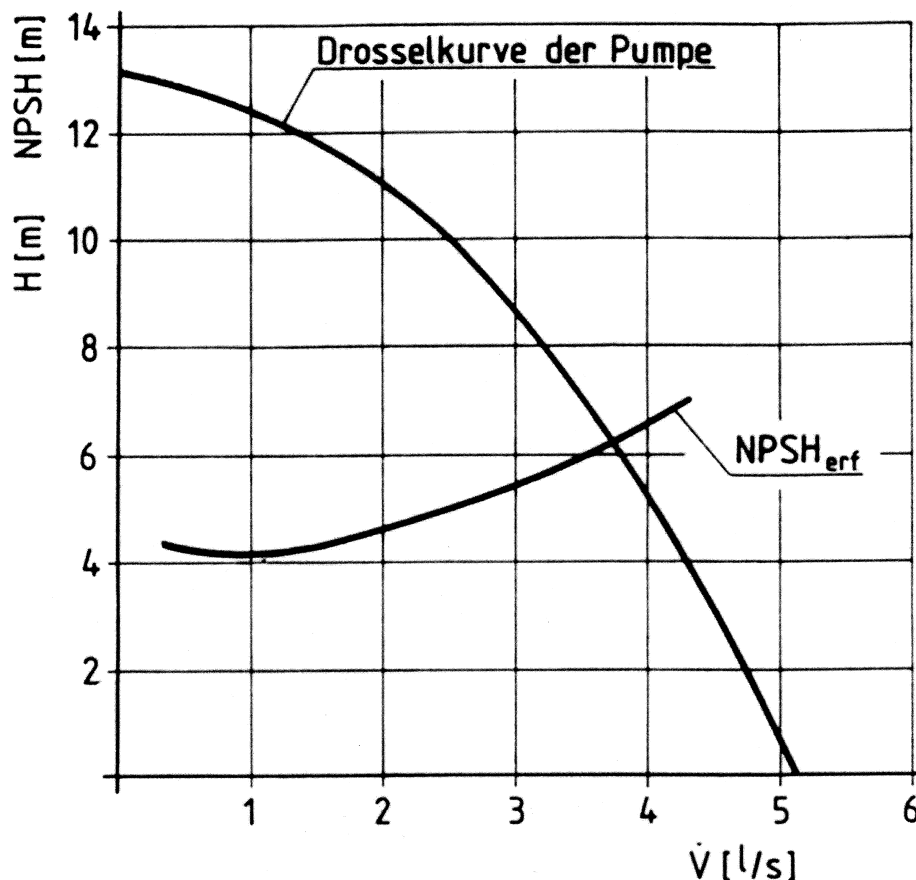


Abbildung 2: Pumpenkennlinie und Verlauf der Haltedruckhöhe der Pumpe

## Anhang 1.1

### Dampfdruck $p_n$ von Wasser

Quelle: [http://www.wissenschaft-technik-ethik.de/wasser\\_dampfdruck.html#kap03](http://www.wissenschaft-technik-ethik.de/wasser_dampfdruck.html#kap03)

Temp.(°C) Dampfdruck(mbar)

-90	0,000093
-80	0,00053
-70	0,00259
-60	0,0108
-50	0,0394
-40	0,129
-30	0,381
-25	0,634
-20	1,03
-15	1,65
-10	2,60
-5	4,02
0	6,10 Eis
<hr/>	
0	6,10 Wasser
5	8,7
10	12,3
15	17,0
20	23,4
25	31,7
30	42,4
35	56,2
40	73,7
50	123
60	199
70	311
80	473
90	701
97,92	940
98,21	950
98,50	960
98,79	970
99,07	980
99,36	990
99,64	1000
99,92	1010
100,00	1013
100,20	1020
100,74	1040
101,28	1060
110	1433
120	1985
130	2,70 bar
150	4,76 bar
200	15,54 bar