

1.0 Einheiten, Flüssigkeitsauswahl, Koeffizienteneinstellungen

|      |  |                         |                                  |
|------|--|-------------------------|----------------------------------|
| 1.1  | Berechnungseinheiten                     | SI Units (N, mm, kW...) |                                  |
| 1.2  | <b>Parameter der Flüssigkeit</b>         |                         |                                  |
| 1.3  | Auswahl der Flüssigkeit                  | 02. Wasser (20 °C)      |                                  |
| 1.4  | Dichte                                   | $\rho$                  | 998.19 [kg/m <sup>3</sup> ]      |
| 1.5  | Schallgeschwindigkeit in der Flüssigkeit | $a$                     | 1481.88 [m/s]                    |
| 1.6  | Elastizitätsmodul der Flüssigkeit        | $K$                     | 2.1920 [GPa]                     |
| 1.7  | Kinematische Viskosität                  | $\nu$                   | 0.0000010064 [m <sup>2</sup> /s] |
| 1.8  | Dynamische Viskosität                    | $\mu$                   | 0.0010046000 [Pa*s]              |
| 1.9  | <b>Umgebungseinstellungen</b>            |                         |                                  |
| 1.10 | Meereshöhe                               | Alt                     | 0 [m]                            |
| 1.11 | Barometrischer Referenzdruck             | $p_b$                   | 101.325 [kPa]                    |
| 1.12 | Fallbeschleunigung                       | $g$                     | 9.8067 [m/s <sup>2</sup> ]       |
| 1.13 | Kritische Reynolds-Zahl                  | $Re_{cr}$               | 2300 [-]                         |

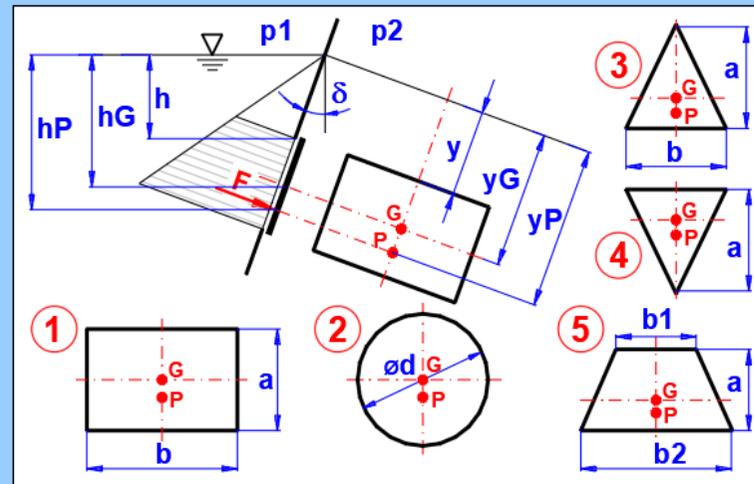
1.14 Maßeinheiten-Umwandlung

|                 |       |                   |             |                       |
|-----------------|-------|-------------------|-------------|-----------------------|
| Länge           | 1     | m                 | 1000        | mm                    |
| Fläche          | 1     | m <sup>2</sup>    | 10.76391042 | feet <sup>2</sup>     |
| Dichte          | 1     | kg/m <sup>3</sup> | 0.062427818 | lb/ft <sup>3</sup>    |
| Geschwindigkeit | 1     | m/s               | 3.280839895 | ft/s                  |
| Druck           | 1     | MPa               | 10.1972     | Atm                   |
| Kin. Viskosität | 1E-06 | m <sup>2</sup> /s | 1.08134E-05 | ft <sup>2</sup> /s    |
| Dyn. Viskosität | 0.001 | Pa*s              | 2.08854E-05 | lbf*s/ft <sup>2</sup> |
| Beschleunigung  | 1     | m/s <sup>2</sup>  | 3.280839895 | ft/s <sup>2</sup>     |
| Leistung        | 1000  | W                 | 1.34102     | HP                    |
| Kraft           | 1     | N                 | 0.224809    | lbf                   |
| Durchfluss      | 1     | m <sup>3</sup> /s | 35.31       | ft <sup>3</sup> /s    |
| Temperatur      | 20    | °C                | 68.00       | °F                    |

2.0 Hydrostatik

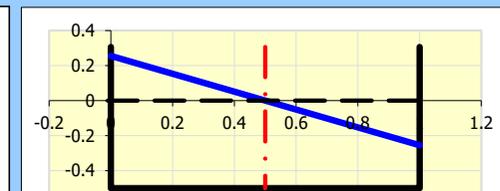
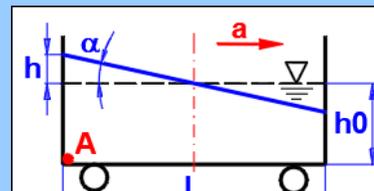
2.1 Hydrostatische, auf ebene Flächen wirkende Kräfte

|      |                                 |          |                           |
|------|---------------------------------|----------|---------------------------|
| 2.2  | Auswahl der Fläche              | 2. Kreis |                           |
| 2.3  | Druck über dem Spiegel          | $p_1$    | 101.3250 [kPa]            |
| 2.4  | Äußerer Druck                   | $p_2$    | 101.3250 [kPa]            |
| 2.5  | Oberkante - Tiefe               | $h$      | 3.0000 [m]                |
| 2.6  | Durchmesser                     | $d$      | 1.0000 [m]                |
| 2.7  | Breite                          | $b$      | 0.9000 [m]                |
| 2.8  | Breite                          | $b_2$    | 3.0000 [m]                |
| 2.9  | Winkel                          | $\delta$ | 45.000 [°]                |
| 2.10 | Oberfläche                      | $S$      | 0.78540 [m <sup>2</sup> ] |
| 2.11 | Kraft                           | $F$      | 25782.74 [N]              |
| 2.12 | Oberkante - Abstand $y$         | $y$      | 4.2426 [m]                |
| 2.13 | Schwerpunkt - $y$ -Abstand      | $y_G$    | 4.7426 [m]                |
| 2.14 | Kraftfläche - Abstand $y$       | $y_P$    | 4.7558 [m]                |
| 2.15 | Schwerpunkt - Tiefe             | $h_G$    | 3.3536 [m]                |
| 2.16 | Angriffspunkt der Kraft - Tiefe | $h_P$    | 3.3629 [m]                |

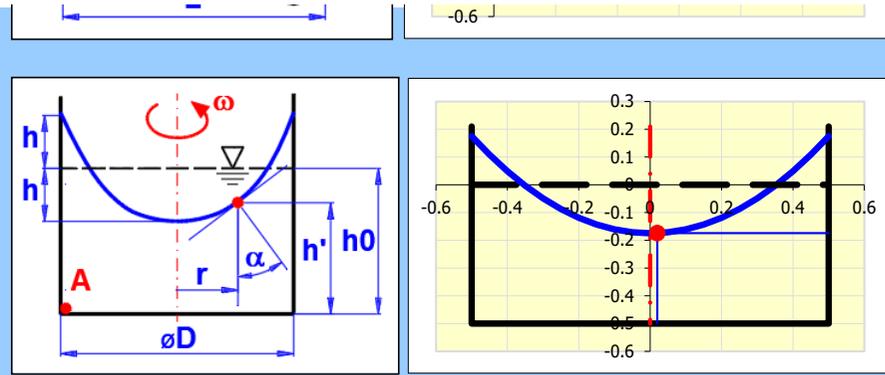


2.17 Flüssigkeitsgleichgewicht - lineare Beschleunigung

|      |                                   |          |                            |
|------|-----------------------------------|----------|----------------------------|
| 2.18 | Länge des Gefäßes                 | $L$      | 1.0000 [m]                 |
| 2.19 | Flüssigkeitsstand                 | $h_0$    | 0.5000 [m]                 |
| 2.20 | Akzeleration / Dezeleration       | $a$      | 5.0000 [m/s <sup>2</sup> ] |
| 2.21 | Flüssigkeitsstandswinkel          | $\alpha$ | 27.02 [°]                  |
| 2.22 | Erhöhung des Flüssigkeitsspiegels | $h$      | 0.2549 [m]                 |

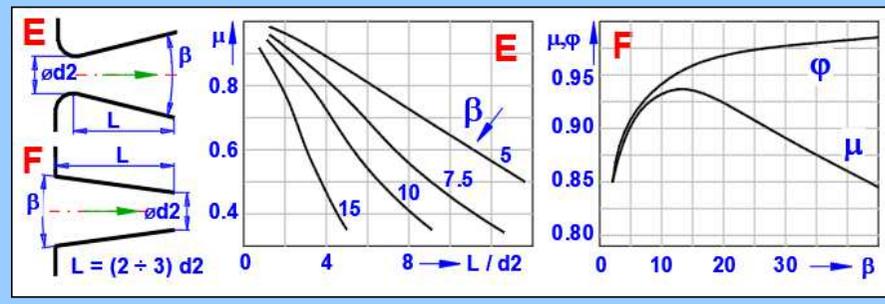
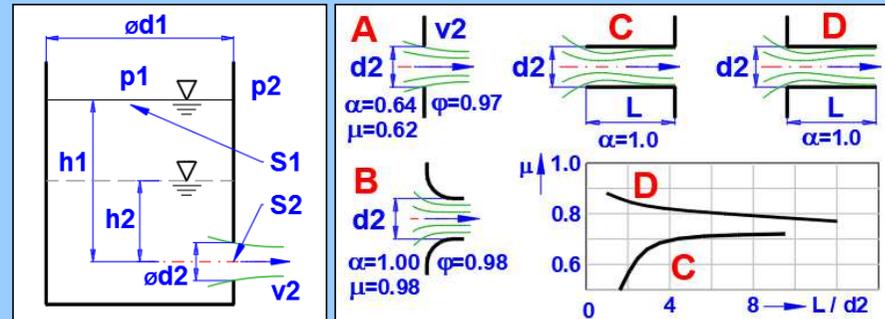


|  |                                   |          |         |         |
|--|-----------------------------------|----------|---------|---------|
| 2.23   | Druck am Punkt A                  | pA       | 7.3899  | [kPa]   |
| <b>2.24 Flüssigkeitsgleichgewicht - Rotation</b> |                                   |          |         |         |
| 2.25   | Durchmesser des Gefäßes           | D        | 1.0000  | [m]     |
| 2.26   | Flüssigkeitsstand                 | h0       | 0.5000  | [m]     |
| 2.27   | Drehgeschwindigkeit des Gefäßes   | n        | 50.0000 | [rpm]   |
| 2.28   | Winkelgeschwindigkeit             | $\omega$ | 5.236   | [rad/s] |
| 2.29   | Erhöhung des Flüssigkeitsspiegels | h        | 0.1747  | [m]     |
| 2.30   | Druck am Punkt A                  | pA       | 3.6018  | [kPa]   |
| 2.31   | Ergebnisse für den Radius         | r        | 0.0200  | [m]     |
| 2.32   | Oberflächenwinkel                 | $\alpha$ | 3.20    | [°]     |
| 2.33   | Flüssigkeitsstand                 | h'       | 0.3258  | [m]     |

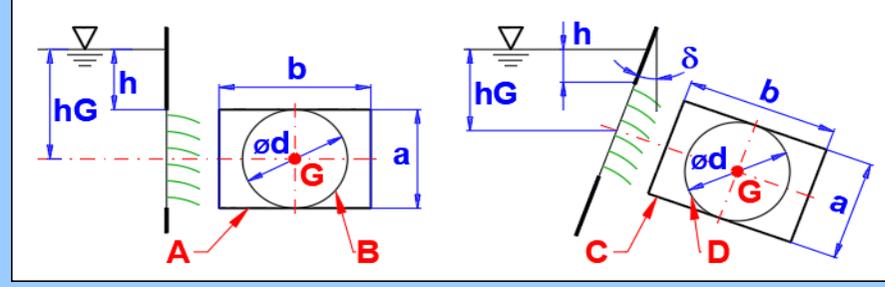


**3.0 Stationärer Austritt der Flüssigkeit durch die Öffnung**

|  |  |            |                 |                      |
|--|--|------------|-----------------|----------------------|
| <b>3.1 Ausfluss der Flüssigkeit durch die kleine Öffnung</b> |  |            |                 |                      |
| 3.2  | Druck über dem Spiegel                                       | p1         | 101.3250        | [kPa] ✓              |
| 3.3  | Äußerer Druck  | p2         | 101.3250        | [kPa]                |
| 3.4  | Flüssigkeitsstand  | h1         | 2.000           | [m]                  |
| 3.5  | Durchmesser des Gefäßes                                      | d1         | 2.000           | [m]                  |
| 3.6  | Fläche des Behälters   | S1         | 3.14            | [m <sup>2</sup> ] ✓  |
| 3.7  | Durchmesser des Lochs  | d2         | 10.000          | [mm]                 |
| 3.8  | Fläche der Öffnung   | S2         | 78.540          | [mm <sup>2</sup> ] ✓ |
| 3.9  | Theoretische Ausflussgeschwindigkeit                         | vt2        | 6.26            | [m/s]                |
| 3.10   | Reynolds-Zahl / Ausflussfaktor für A                         | Re / $\mu$ | 62231.52   0.62 | [~]                  |
| 3.11   | Kontraktionszahl   | $\alpha$   | 0.64            | [~]                  |
| 3.12   | Geschwindigkeits-Koeffizient                                 | $\varphi$  | 0.97            | [~]                  |
| 3.13   | Ausflussfaktor   | $\mu$      | 0.62            | [~] ✓                |
| 3.14   | Reale Abflussgeschwindigkeit                                 | v2         | 6.08            | [m/s]                |
| 3.15   | Durchflussmenge  | Q          | 0.3054          | [L/s]                |
| 3.16   | Erforderliche Höhe des Füllstands                            | h2         | 1.000           | [m]                  |
| 3.17   | Dauer der Entleerung des Gefäßes von h1 bis h2 (für p1 = p2) | t          | 12052.78        | [s]                  |
| 3.18   | Öffnungszeit (ab h1)   | to         | 1000            | [s]                  |
| 3.19   | Während der Öffnungszeit fließt der Auslass ab               | Qo         | 301.6635        | [L]                  |



|  |                     |                             |        |                     |
|--|---------------------|-----------------------------|--------|---------------------|
| <b>3.20 Ausfluss der Flüssigkeit durch die große Öffnung</b> |                     |                             |        |                     |
| 3.21   | Typ otvoru          | B. Kreis (vertikale Wand) ▼ |        |                     |
| 3.22   | Oberkante - Tiefe   | h                           | 2.000  | [m]                 |
| 3.23   | Durchmesser         | d                           | 1.000  | [m]                 |
| 3.24   | Breite              | b                           | 2.000  | [m]                 |
| 3.25   | Winkel              | $\delta$                    | 30.000 | [°]                 |
| 3.26   | Ausflussfaktor      | $\mu$                       | 0.62   | [~]                 |
| 3.27   | Schwerpunkt - Tiefe | hG                          | 2.500  | [m]                 |
| 3.28   | Durchflussmenge     | Q                           | 3.410  | [m <sup>3</sup> /s] |

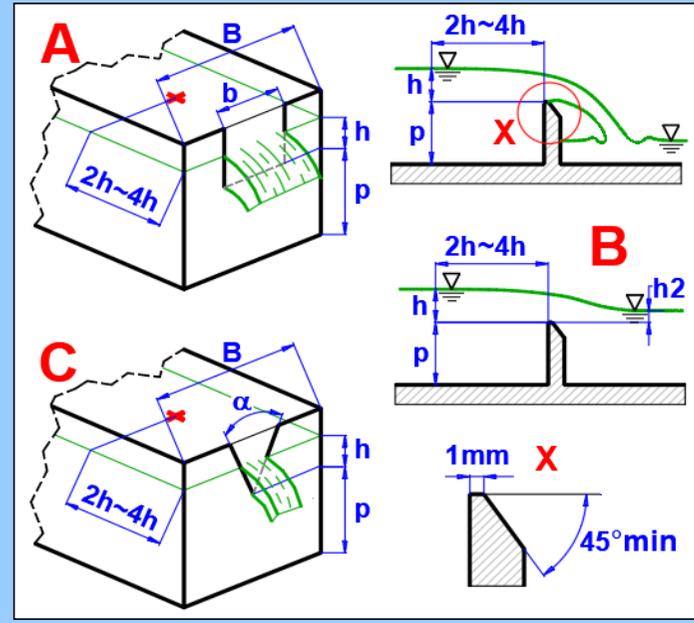


**4.0 Stationärer Ausfluss - Überläufe (Ablaufwehre) (ISO 1438, Swiss Engineers, Hansen, Bazin, Frese)**

4.1 **A. Rechteckiger Überlauf (Ablaufwehr)**

|  |                  |                 |
|--|------------------|-----------------|
| 4.2 Berechnungsart von Cd, Q             | 1. ISO 1438:2017 |                 |
| 4.3 Gemessene Höhe über dem Überlauf     | h                | 0.400 [m]       |
| 4.4 Höhe des Scheitels relativ zum Boden | p                | 0.900 [m]       |
| 4.5 Breite des Zulaufkanals              | B                | 8.000 [m]       |
| 4.6 Gemessene Breite des Einschnittes    | b                | 2.000 [m]       |
| 4.7 Koeffizient des Abflusses            | Cd               | 0.590 0.590 [-] |
| 4.8 Volumetrische Durchflussmenge        | Q                | 0.8850 [m³/s]   |

[h/p=0.44<2.5]  
[h>0.03m]  
[p>0.10m]  
[B>=b]  
[b>0.15m]



4.9 **B. Rechteckiger Überlauf (Ablaufwehr) - geflutet (ISO1438)**

|   |    |                 |
|---|----|-----------------|
| 4.10 Gemessene Höhe hinter dem Überlauf | h2 | 0.200 [m]       |
| 4.11 Flutungsfaktor                     | f  | 0.755 0.755 [-] |
| 4.12 Volumetrische Durchflussmenge      | Q  | 0.6685 [m³/s]   |

[h/p=0.44<4]  
[h2/h=0.5]  
[0<h2/h<0.97]

4.13 **C. Dreieckiger Überlauf (ISO1438)**

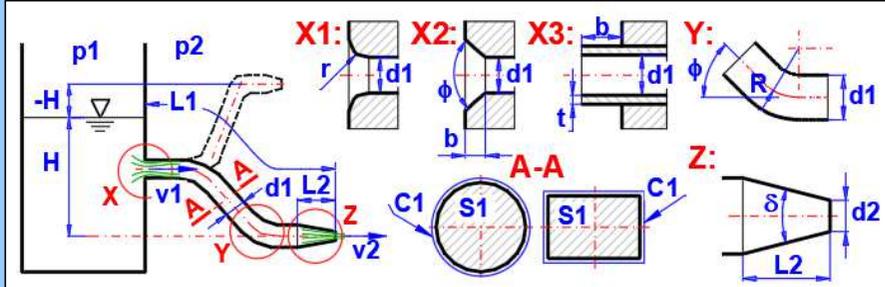
|                                       |       |                 |
|---------------------------------------|-------|-----------------|
| 4.14 Gemessene Höhe über dem Überlauf | h     | 0.500 [m]       |
| 4.15 Kerbwinkel                       | alpha | 99.00 [°]       |
| 4.16 Koeffizient des Abflusses        | Cd    | 0.581 0.581 [-] |
| 4.17 Volumetrische Durchflussmenge    | Q     | 0.2851 [m³/s]   |

[h>0.06m]  
[20°<alpha<100°]

5.0 **Stationäre Strömung einer zähen Flüssigkeit - konstanter Querschnitt der Rohrleitung mit Austrittsdüse/Diffusor**

5.1 **Rohrleitung und Eingangsbedingungen**

|  |     |                 |
|--|-----|-----------------|
| 5.2 Druck über dem Spiegel                   | p1  | 101.3250 [kPa]  |
| 5.3 Äußerer Druck                            | p2  | 101.3250 [kPa]  |
| 5.4 Höhe des Spiegels                        | H   | 200.00 >0 [m]   |
| 5.5 Rohrdurchmesser                          | d1  | 500.00 [mm]     |
| 5.6 Querschnitt des Flüssigkeitsstroms (A-A) | S1  | 196349.54 [mm²] |
| 5.7 Nasser Kreislauf (A-A)                   | C1  | 1570.80 [mm]    |
| 5.8 Hydraulischer Durchmesser                | dh1 | 500.00 [mm]     |
| 5.9 Länge der Rohrleitung                    | L1  | 1000.00 [m]     |



|   |  |                    |
|---|--|--------------------|
| 5.10 Material der Rohrleitung (Rauheit)                     | 10. Altes Rohr aus Gusseisen (k = 1 - 4.5) |                    |
| 5.11 Mittlere Rohrrauigkeit                                 | k  | 2.5000 2.5000 [mm] |
| 5.12 Art der Berechnung von Lambda                          | D. Colebrook - White (Raurohre)            |                    |
| 5.13 Rohrreibungszahl lambda (Lambda)                       | lambda                                     | 0.030444 0.030 [-] |
| 5.14 Verlustkoeffizient des Eingangs (Detail X1, X2, X3)    | zeta_I                                     | 0.5000 [-]         |
| 5.15 Verlustkoeffizient der Krümmungen + Ventile (Detail Y) | zeta_B+zeta_V                              | 1.9000 [-]         |

5.37 **Berechnung des Verlustes im gerundeten Einlauf (Detail X1:)**

|                          |        |                  |
|--------------------------|--------|------------------|
| 5.38 Radius der Krümmung | r      | 30.00 <=250 [mm] |
| 5.39 Verlustkoeffizient  | zeta_I | 0.2000 [-]       |

5.40 **Berechnung des Verlustes im verjüngten Einlauf (Detail X2:)**

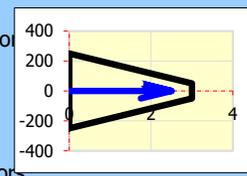
|                         |        |                  |
|-------------------------|--------|------------------|
| 5.41 Kegelbreite        | b      | 20.00 <=250 [mm] |
| 5.42 Kegelwinkel        | phi    | 90.00 <=90 [mm]  |
| 5.43 Verlustkoeffizient | zeta_I | 0.3540 [-]       |

5.44 **Berechnung des Verlustes im erweiterten Einlauf (Detail X3:)**

|                              |        |                  |
|------------------------------|--------|------------------|
| 5.45 Verlängerung des Rohres | b      | 20.00 <=250 [mm] |
| 5.46 Wanddicke               | t      | 2.00 <=50 [mm]   |
| 5.47 Verlustkoeffizient      | zeta_I | 0.7280 [-]       |

5.16 **Düse / Diffusor (Detail Z:)**

|   |       |                |
|---|-------|----------------|
| 5.17 Düse / Diffusor                          | d2    | 100.000 [mm]   |
| 5.18 Fläche der Austrittsdüse / des Diffusors | S2    | 7853.982 [mm²] |
| 5.19 Nasser Kreislauf                         | C2    | 314.159 [mm]   |
| 5.20 Hydraulický průměr                       | dh2   | 100.000 [mm]   |
| 5.21 Länge der Düse / des Diffusors           | L2    | 3.000 [m]      |
| 5.22 Scheitelwinkel der Düse / des Diffusors  | delta | 7.63 Düse [°]  |



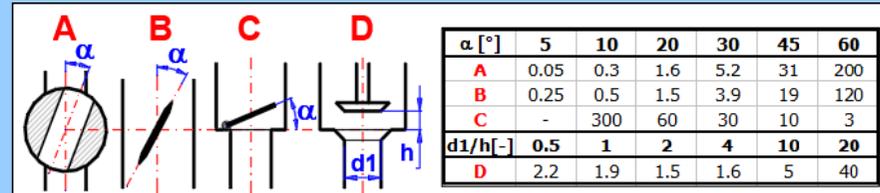
5.48 **Berechnung des Biegeverlustes (Detail Y:)**

|                  |   |                  |
|------------------|---|------------------|
| 5.49 Biegeradius | R | 300.00 >250 [mm] |
|------------------|---|------------------|

|      |   |           |             |          |             |                                     |
|------|---|-----------|-------------|----------|-------------|-------------------------------------|
| 5.23 | Verlustkoeffizient der Düse / des Diffusors       | $\zeta_o$ | 0.099       | 0.099    | [~]         | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 5.24 | <b>Ergebnisse</b>                                 |           |             |          |             |                                     |
| 5.25 | Rohrgeschwindigkeit                               | $v_1$     | 2.28700     |          | [m/s]       |                                     |
| 5.26 | Ausgangsgeschwindigkeit                           | $v_o$     | 57.17490    |          | [m/s]       |                                     |
| 5.27 | Reynoldszahl (Rohr)                               | Re        | 1136201.7   |          | [~]         |                                     |
| 5.28 | Verlusthöhe (hydraulische Verluste)               | hz        | 33.32896    |          | [m]         |                                     |
| 5.29 | Wirkungsgrad der Rohrleitung                      | $\eta$    | 83.34       |          | [%]         |                                     |
| 5.30 | Druckleistung = $Q \cdot (p_2 - p_1)$             | Pp        | 0.00000     |          | [kW]        |                                     |
| 5.31 | Höhenleistung = $Q \cdot g \cdot R_o \cdot H$     | Ph        | 879.14229   |          | [kW]        |                                     |
| 5.32 | Verlustleistung = $Q \cdot g \cdot R_o \cdot h_z$ | Pz        | 146.50451   |          | [kW]        |                                     |
| 5.33 | Ausgangsleistung = $Q \cdot R_o \cdot v_o^2 / 2$  | Po        | 732.63778   |          | [kW]        |                                     |
| 5.34 | Durchfluss  | Q         | 0.449050604 |          | [m³/s]      |                                     |
| 5.35 | Einheiten   |           | [m³/s]      | [m³/h]   | [US Gal./s] | [US Gal./h]                         |
| 5.36 | Durchfluss  | Q         | 0.449051    | 1616.582 | 118.62667   | 427056.021                          |
|      |   |           |             |          | [L/min]     | [cm³/s]                             |
|      |   |           |             |          | 26943.0363  | 449050.60                           |
|      |   |           |             |          |             | [cm³/min]                           |
|      |   |           |             |          |             | 26943036.3                          |

|      |                                  |           |        |     |
|------|----------------------------------|-----------|--------|-----|
| 5.50 | Biegewinkel                      | $\phi$    | 90     | [°] |
| 5.51 | Verlustkoeffizient               | $\zeta_B$ | 1.0873 | [~] |
| 5.52 | Verlustkoeffizient des Abflusses | $\zeta_O$ | 1.0000 | [~] |

### 5.53 Verlustkoeffizient der Ventile



## 6.0 Stationäre Strömung der zähen Flüssigkeit - verschiedene Rohrleitungsquerschnitte

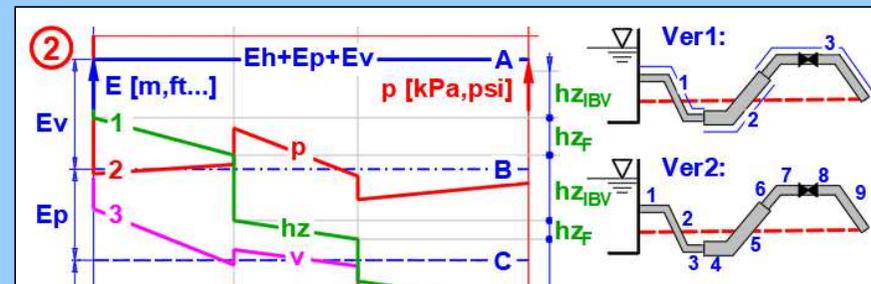
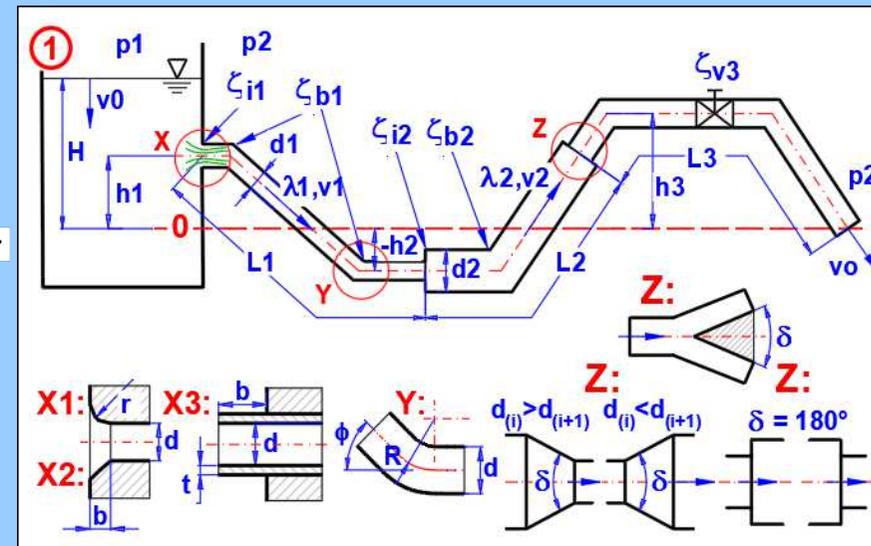
### 6.1 Eingangsbedingungen

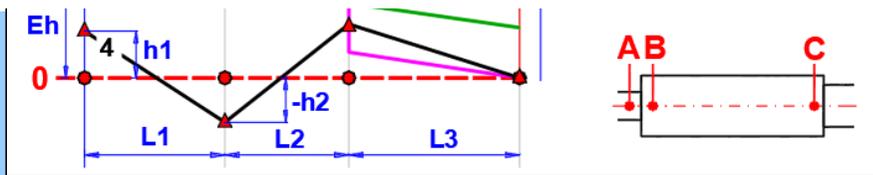
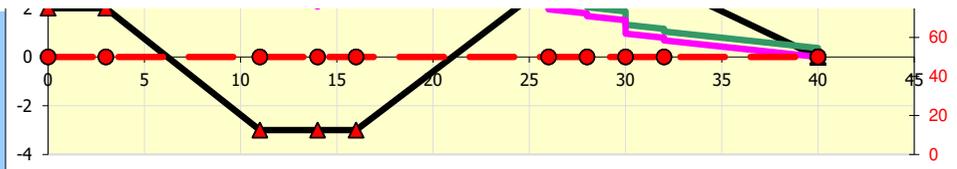
|     |                                 |                                  |          |       |                                     |
|-----|---------------------------------|----------------------------------|----------|-------|-------------------------------------|
| 6.2 | Druck über dem Spiegel          | $p_1$                            | 101.3250 | [kPa] | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 6.3 | Äußerer Druck                   | $p_2$                            | 101.3250 | [kPa] |                                     |
| 6.4 | Geschwindigkeit der Flüssigkeit | $v_0$                            | 0.0000   | [m/s] |                                     |
| 6.5 | Höhe des Spiegels               | H                                | 10.000   | [m]   | >0                                  |
| 6.6 | Art der Berechnung von Lambda   | D. Colebrook - White (Rauerohre) |          |       |                                     |

### 6.7 Ergebnisse

|      |  |          |             |        |
|------|--|----------|-------------|--------|
| 6.8  | Energieniveau  | $E_n$    | 10.000000   | [m]    |
| 6.9  | Theoretische Austrittsgeschwindigkeit                    | $v_{to}$ | 14.004749   | [m/s]  |
| 6.10 | Ausgangsgeschwindigkeit                                  | $v_o$    | 2.674219    | [m/s]  |
| 6.11 | Verlusthöhe (hydraulische Verluste)                      | hz       | 9.63538     | [m]    |
| 6.12 | Wirkungsgrad der Rohrleitung                             | $\eta$   | 3.65        | [%]    |
| 6.13 | Druckleistung = $Q \cdot (p_2 - p_1)$                    | Pp       | 0.00000     | [kW]   |
| 6.14 | Geschwindigkeitsleistung = $Q \cdot R_o \cdot v_o^2 / 2$ | Pv       | 0.00000     | [kW]   |
| 6.15 | Höhenleistung = $Q \cdot g \cdot R_o \cdot H$            | Ph       | 5.26333     | [kW]   |
| 6.16 | Verlustleistung = $Q \cdot g \cdot R_o \cdot h_z$        | Pz       | 5.07142     | [kW]   |
| 6.17 | Ausgangsleistung = $Q \cdot R_o \cdot v_o^2 / 2$         | Po       | 0.19191     | [kW]   |
| 6.18 | Durchfluss   | Q        | 0.053768363 | [m³/s] |

### 6.19 Graph Energie (links), Druck (rechts)





6.20 Definition der Rohrleitung und Ergebnisse der Berechnung

| ID     | A    | B      | C           | D      | E        |
|--------|------|--------|-------------|--------|----------|
| Anzahl | Höhe | Länge  | Durchmesser | Fläche |          |
| h      | L    | d (dh) | S           |        |          |
| 1      | 1    | 2      | 3           | 120    | 11309.73 |
| 2      | 1    | 2      | 8           | 120    | 11309.73 |
| 3      | 1    | -3     | 3           | 120    | 11309.73 |
| 4      | 1    | -3     | 2           | 240    | 45238.93 |
| 5      | 1    | -3     | 10          | 240    | 45238.93 |
| 6      | 1    | 3      | 2           | 160    | 20106.19 |
| 7      | 1    | 3      | 2           | 160    | 20106.19 |
| 8      | 1    | 3      | 2           | 160    | 20106.19 |
| 9      | 1    | 3      | 8           | 160    | 20106.19 |
| 10     | 1    | 0      | 20          | 100    | 7853.982 |
| 11     | 1    | 0      | 20          | 100    | 7853.982 |
| 12     | 1    | 0      | 20          | 100    | 7853.982 |
| 13     | 1    | 0      | 20          | 100    | 7853.982 |
| 14     | 1    | 0      | 20          | 100    | 7853.982 |
| 15     | 1    | 0      | 20          | 100    | 7853.982 |

| F        | G         | H                             | I          | J        | K       | L       |
|----------|-----------|-------------------------------|------------|----------|---------|---------|
| Delta    | Geom      | Geom                          | Rauhigkeit | Reynolds | Reibung | Reibung |
| $\delta$ | $\zeta I$ | $\zeta I + \zeta B + \zeta V$ | k          | Re       | Lambda  | Lambda  |
|          | 0.5       | 0.5                           | 1.5        | 566859.9 | 0.04101 | 0.04101 |
| 180      | 0         | 0.3                           | 1.5        | 566859.9 | 0.04101 | 0.04101 |
| 180      | 0         | 0.3                           | 1.5        | 566859.9 | 0.04101 | 0.04101 |
| 180      | 9         | 9                             | 1.5        | 283429.9 | 0.03281 | 0.03281 |
| 180      | 0         | 0.3                           | 1.5        | 283429.9 | 0.03281 | 0.03281 |
| 180      | 0.309     | 0.309                         | 1.5        | 425144.9 | 0.03723 | 0.03723 |
| 180      | 0         | 0.3                           | 1.5        | 425144.9 | 0.03723 | 0.03723 |
| 180      | 0         | 1.5                           | 1.5        | 425144.9 | 0.03723 | 0.03723 |
| 180      | 0         | 0.3                           | 1.5        | 425144.9 | 0.03723 | 0.03723 |
| 180      | 0         | 0                             | 1.5        | 0        | 0       | 0       |
| 180      | 0         | 0                             | 1.5        | 0        | 0       | 0       |
| 180      | 0         | 0                             | 1.5        | 0        | 0       | 0       |
| 180      | 0         | 0                             | 1.5        | 0        | 0       | 0       |
| 180      | 0         | 0                             | 1.5        | 0        | 0       | 0       |
| 180      | 0         | 0                             | 1.5        | 0        | 0       | 0       |

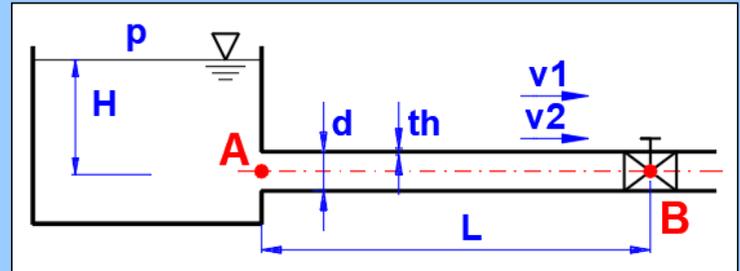
| M               | N        | O        |
|-----------------|----------|----------|
| Geschwindigkeit | Auswahl  | Auswahl  |
| v               | 7. p-A   | 8. p-B   |
| 4.754167        | 18.35101 | 16.62243 |
| 4.754167        | 15.44095 | 15.09523 |
| 4.754167        | 16.9446  | 16.59889 |
| 1.188542        | 15.4174  | 15.84955 |
| 1.188542        | 15.82986 | 15.80825 |
| 2.674219        | 9.709786 | 9.30452  |
| 2.674219        | 9.134833 | 9.025447 |
| 2.674219        | 8.855761 | 8.308827 |
| 2.674219        | 8.139141 | 8.029754 |
| 0               | 0        | 0        |
| 0               | 0        | 0        |
| 0               | 0        | 0        |
| 0               | 0        | 0        |
| 0               | 0        | 0        |
| 0               | 0        | 0        |

7.0 Hydraulischer Stoß

7.1 Übertragung der Werte aus Abschnitt [5.0]

7.2 Eingangparameter

|  |                          |             |
|--|--------------------------|-------------|
| 7.3 Material der Rohrleitung                     | 2. Gusseisen, gewöhnlich |             |
| 7.4 Elastizitätsmodul des Rohrleitungsmaterials  | E                        | 60.00 [GPa] |
| 7.5 Rohrdurchmesser                              | d                        | 500.00 [mm] |
| 7.6 Rohrwandstärke                               | th                       | 20.00 [mm]  |
| 7.7 Länge der Rohrleitung                        | L                        | 1000.00 [m] |
| 7.8 Strömungsgeschwindigkeit vor dem Schließen   | v1                       | 2.32 [m/s]  |
| 7.9 Geschwindigkeit der Flüssigkeit nach dem Spe | v2                       | 0.00 [m/s]  |
| 7.10 Schließdauer des Ventils                    | tc                       | 2.00 [s]    |



7.11 Rohrleitung flexibel (elastisch)

|   |            |               |
|---|------------|---------------|
| 7.12 Kompressionsmodul der Flüssigkeit        | K          | 2.1920 [GPa]  |
| 7.13 Schallgeschwindigkeit in der Flüssigkeit | a          | 1071.32 [m/s] |
| 7.14 Stoßwellenlaufzeit (B->A->B)             | t          | 1.867 [s]     |
| 7.15 Intensität der erzeugten Druckwelle      | p          | 1.1561 [MPa]  |
| 7.16 Meridianspannung                         | $\sigma_1$ | 7.225 [MPa]   |

7.18 Absolut starre Rohrleitungen

|   |            |               |
|---|------------|---------------|
| 7.19 Kompressionsmodul der Flüssigkeit        | K          | 2.1920 [GPa]  |
| 7.20 Schallgeschwindigkeit in der Flüssigkeit | a          | 1481.88 [m/s] |
| 7.21 Stoßwellenlaufzeit (B->A->B)             | t          | 1.350 [s]     |
| 7.22 Intensität der erzeugten Druckwelle      | p          | 1.1561 [MPa]  |
| 7.23 Meridianspannung                         | $\sigma_1$ | 7.225 [MPa]   |

7.17 Umfangsspannung  $\sigma_c$   [MPa] 7.24 Umfangsspannung  $\sigma_c$   [MPa]

**?** **Ergänzungskapitel**

**8.0 Berechnung der Viskosität und der Dichte**

|   |        |   |                      |
|---|--------|---|----------------------|
| 8.1 Auswahl der Flüssigkeit               |        | 01. Wasser                                |                      |
| 8.2 Temperatur                            | T      | <input type="text" value="50.00"/>        | [°C]                 |
| 8.3 Dichte                                | $\rho$ | <input type="text" value="988.06"/>       | [kg/m <sup>3</sup> ] |
| 8.4 Kinematische Viskosität               | $\nu$  | <input type="text" value="0.0000005743"/> | [m <sup>2</sup> /s]  |
| 8.5 Dynamische Viskosität                 | $\mu$  | <input type="text" value="0.0005674722"/> | [Pa*s]               |
| 8.6 Übertragung der Werte in Absatz [1.0] |        |   |                      |