

Zusammenfassung FTH 1	
Version: 17.11.2025	
Druck Umrechnungen	
1 Bar	10^5 Pa
1 Torr / (mmHg)	1.3332*10^2 Pa
1 ATM	1.0133*10^5 Pa
1 PSI	6.8948*10^3 Pa
1 mmH2O	9.80665 Pa
Dezimale SI-Präfixe	
10 ³ = Kilo = k	10 ⁻³ = Milli = m
10 ⁶ = Mega = M	10 ⁻⁶ = Mikro = μ
10 ⁹ = Giga = G	10 ⁻⁹ = Nano = n
Hydrostatisches Druckgesetz	
Höhendruck	
$p(z) = p_0 + g * \rho * z$	
$p(z)$ [pa] Druck auf Höhe z	
p_0 [pa] Druck auf Fluid Oberfläche	
$g \left[\frac{m}{s^2} \right]$ Erdbeschleunigung	
$\rho \left[\frac{kg}{m^3} \right]$ Dichte Fluid	
Druck U-Rohr	
$p_{links} = p_{Rechts}$	
Höhe kleinere Seite und Säulen berechnen	
Kontinuitätsgleichung	
Massestrom und Kontinuität	
$\dot{m} = \rho_1 * w_1 * A_1 = \rho_2 * w_2 * A_2$	
$\dot{m} \left[\frac{kg^3}{h}; \frac{kg^3}{s} \right]$ Massenstrom	
A [m²] Fläche des Rohrs	
$w \left[\frac{m}{h}; \frac{m}{s} \right]$ Fliessgeschwindigkeit	
Volumenstrom	
$Q = \frac{\dot{m}}{\rho} = w * A$	
$Q \left[\frac{m^3}{h}; \frac{m^3}{s} \right]$ Volumenstrom $\left(\frac{m^3}{h} = \frac{m^3}{s} * 3600 \right)$	
Reynoldszahl	
$R_e = \frac{w * d}{\nu}$	
R_e [–] Reynoldszahl Kritisch für Wasser im Rohr 2300	
R_{eKrit} : Kugel 3 * 10 ⁵ , Fläche Ebene 5 * 10 ⁵	
Viskosität dynamisch [Kg/(m*s)]	
$\eta = \frac{32 * h * M}{\pi * \omega * D^4}$	
Viskosität Kinematisch	
$\nu = \frac{\eta [pa * s]}{\rho \left[\frac{kg}{m^3} \right]}$	

Energiesatz (Immer Stromfaden zeichnen)	
Energieform [m^2/s^2]	
$\frac{w_2^2}{2} + \frac{p_2}{\rho} + gz_2 = \frac{w_1^2}{2} + \frac{p_1}{\rho} + gz_1 + W_{t,1\rightarrow2} - \varphi_{1\rightarrow2}$	
$\frac{w_2^2}{2}$ spezifische kinetische Energie	
$W_{t,1\rightarrow2} \left[\frac{J}{kg}; \frac{m^2}{s^2} \right]$ Zugegebene Arbeit von Pumpe	
$\varphi_{1\rightarrow2}$ Reibungsverlust; spezifische Dissipation	
Druckform [Pa]	
$\frac{w_2^2 \rho}{2} + p_2 + gz_2 \rho = \frac{w_1^2 \rho}{2} + p_1 + gz_1 \rho$	
$\frac{w_2^2 \rho}{2} \hat{=}$ Staudruck	
$p_2 \hat{=}$ statischer Druck	
$gz_2 \rho \hat{=}$ Höhendruck	
$\varphi_{1\rightarrow2} \rho \hat{=}$ totaler Druckverlust	
Höhenform [m]	
$\frac{w_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\rho g} + z_2 = \frac{w_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\rho g} + z_1 + H_m - H_v$	
$\frac{w_2^2}{2g} \hat{=}$ Geschwindigkeitshöhe	
$\frac{p_2}{\rho g} \hat{=}$ Manometer Höhe /Druckhöhe	
$z_2 \hat{=}$ geodätische Höhe	
H_m [m] Förder Höhe = $\frac{W_{t,1\rightarrow2}}{g}$ (technische Arbeit am Fluid)	
H_v [m] verlust Höhe = $\frac{\varphi_{1\rightarrow2}}{g}$	
Impulssatz (Flächenvektoren und Stromfaden zeichne)	
$\rho * (\mathbf{w}_{1x} * [w_1 * A_1 * \cos(\alpha)] + \mathbf{w}_{2x} * [w_2 * A_2 * \cos(\alpha)]) = F_{kx} + F_{px} + F_{sx}$	
A_x [m²] Fläche parallel zur Strömungsrichtung	
F_{kx} [N] Schwerkraft ($m * g$)	
F_{px} [N] Druckkraft; $-p_1 * A_1 * \cos(\alpha) - p_2 * A_2 * \cos(\alpha)$	
F_{sx} [N] Fluidkraft Reaktionskraft $R_{sx} = -F_{sx}$	
Alles fett wird absolutes Koordinate verwendet,	
alles dünne ist bezüglich Vektor	
Reibung	
Ersatzdurchmesser	
$d_h = \frac{4 * A}{U}$	
d_h [m]Hydraulischer Durchmesser	
U [m] Benetzte Oberfläche	
A [m²] Fliessende Fläche	
Dissipation	
$\varphi_{1\rightarrow2} = \zeta_1 * \frac{w_1^2}{2} + \zeta_2 * \frac{w_2^2}{2}$	
ζ_1 [–] totaler Verlustbeiwert	

Rohrreibung	
$\zeta = \lambda * \frac{l}{d}$	
λ [–]Reibungswert (erste Annahme für Rohr 0.03)	
$\lambda = \frac{8 * \tau_w}{\rho * w^2}$	
Pumpen Dimensionen	
NPSH-Wert	
Bei Anlagedimensionierung aus Datenblatt der Pumpe $NPSH_R$ ablesen und so $NPSH_{Anlage}$ festlegen:	
$NPSH_A = NPSH_R + 0.5m$	
Aus $NPSH_A$ Wert die Anlagedefinieren:	
$NPSH_A = \frac{p_1 - p_D}{\rho * g} - (z_s - z_1) - H_v$	
$NPSH_A$ [m] Net Positiv Suction Head der Anlage	
p_D [Pa] Dampfdruck von Wasser bei $T_{definiert}$	
z_s [m] Höhe des Ansaugstutzen	
H_v [m] nur bis zur Ansaugseite der Pumpe	
Leistung [W]	
$P_{motor} = \frac{P_{fluid}}{\eta}$	
η [–] Wirkleistungsgrad	
$P_{fluid} = \dot{m} * W_{t,1\rightarrow2} = \rho * Q * W_{t,1\rightarrow2}$	
$Q \left[\frac{m^3}{s} \right]$ Einheitengleichung wichtig	
Anlagekennlinie aufbauen	
Energiesatz in Höhenform für Stromfaden aufbauen	
$H_m = A + B * Q^2$	
H_m [m] benötigte technische Arbeit in m	
A [m] = $\frac{p_2}{\rho g} - \frac{p_1}{\rho g} + z_2 - z_1$	
B bestimmen durch Arbeitspunkt auf Graphik	
Oder Rechnen mit:	
Umformung von $w = \frac{Q}{A}$	
$B \left[\frac{s^2 * m}{l^2} \right] = \frac{\left(\frac{Q}{A} \right)_2^2}{2g} - \frac{\left(\frac{Q}{A} \right)_1^2}{2g} + \frac{\zeta_1 * \left(\frac{Q}{A} \right)^2}{2g} = \frac{Q_2^2}{2gA^2} - \frac{Q_1^2}{2gA^2} + \frac{\zeta * Q^2}{2gA^2}$	
Kreispumpe	
Hier gilt A = 0, da im Kreis gepumpt wird (Stromfaden vor zu nach der Pumpe)	
$H_m = 0 + B * Q^2$	
$B \left[\frac{s^2 * m}{l^2} \right] = \frac{\zeta * 16}{2g\pi^2 d^4}$	
Pumpenbenennung	
Name D Druckstutzen – D Schaufelrad	
NCP 30 - 160	
(Druckstutzen 30 mm, Schaufelrad 160 mm)	