

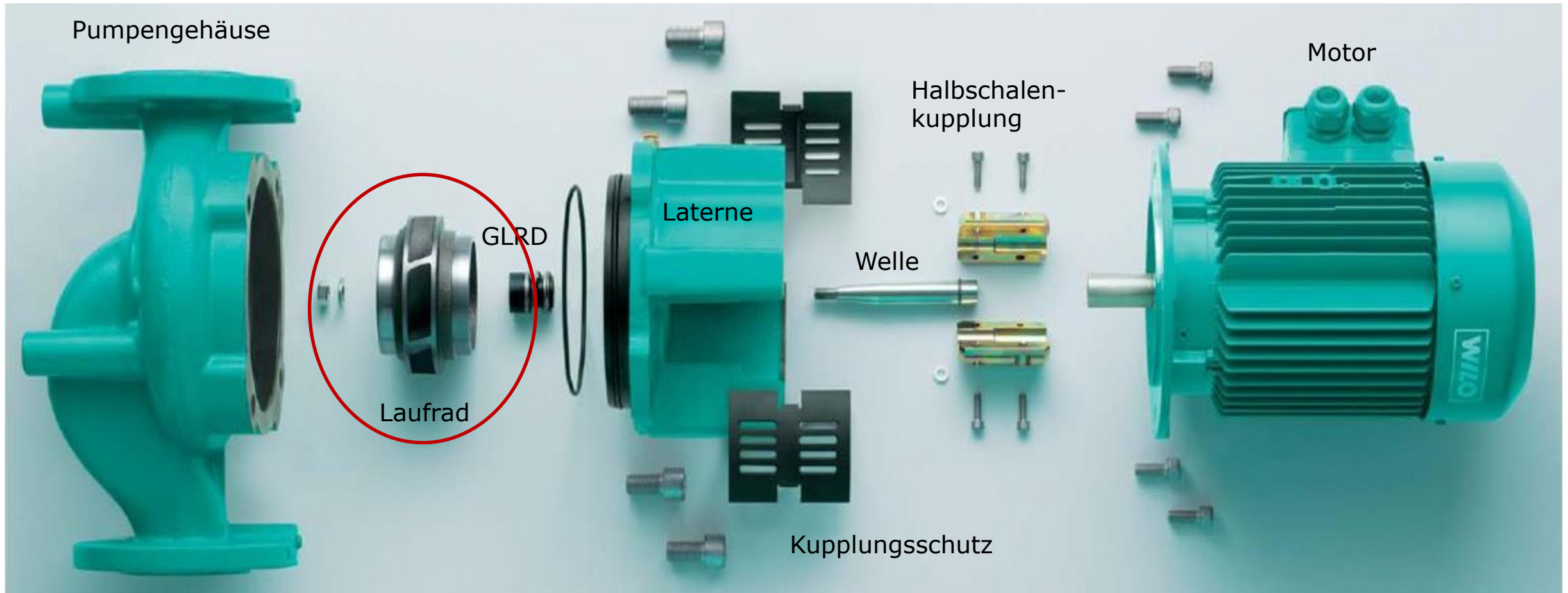
Pumpentechnik

Intensivtraining– November 2022

Thorsten Wallbrecht, Manager Project and Training, Strategic Business Development Deutschland

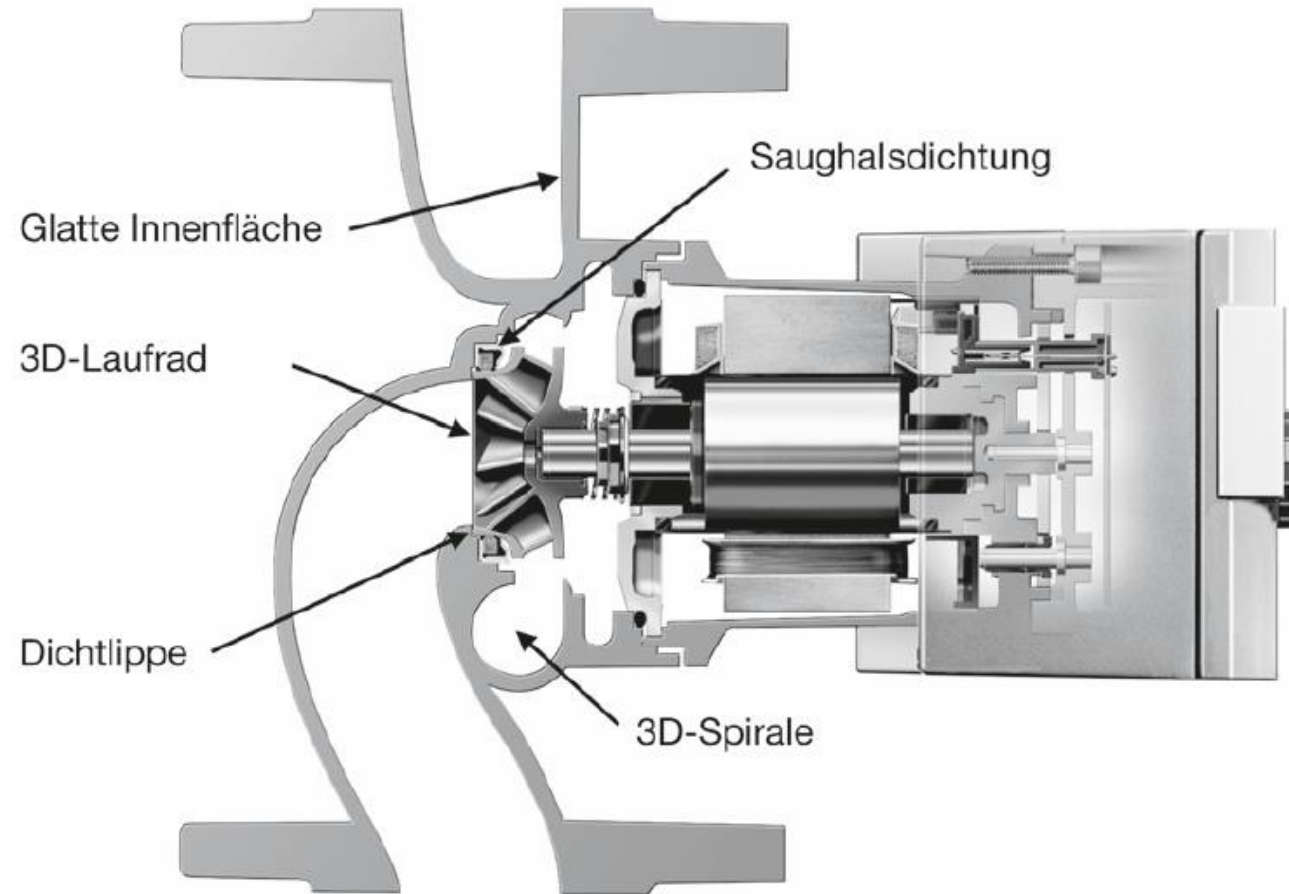
Kreiselpumpen

Trockenläufer



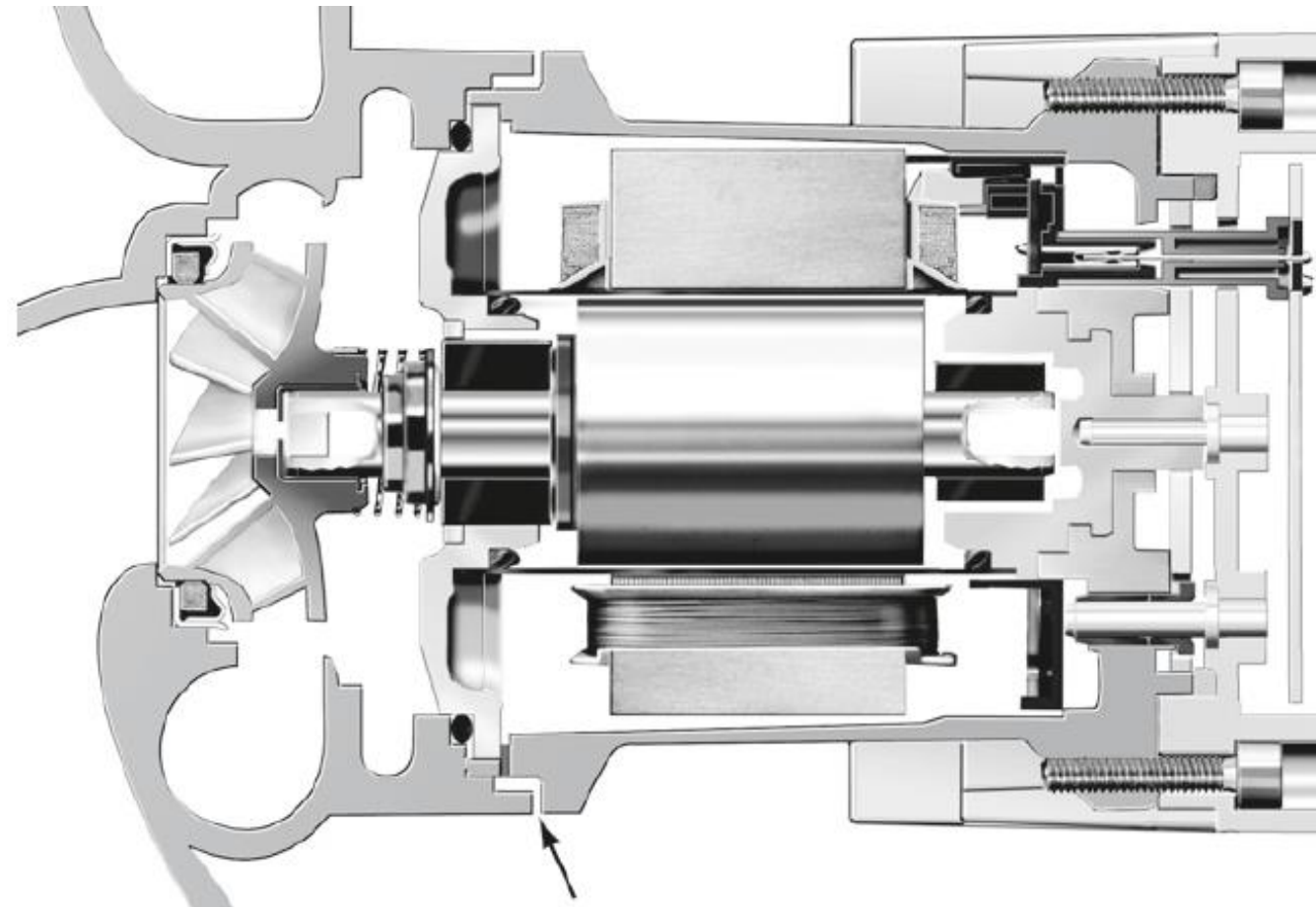
Kreiselpumpen

Nassläufer



Kreiselpumpen

Nassläufer



Pumpenrechenchieber


Rückseite

WiloLine www.wilo.de/wiloline
T 0231 4102 7070 - wiloline@wilo.com

WILO SE - www.wilo.de


Wilo-Hocheffizienz-Pumpen

14. | Förderhöhe H [m]



Wilo-Stratos PICO plus

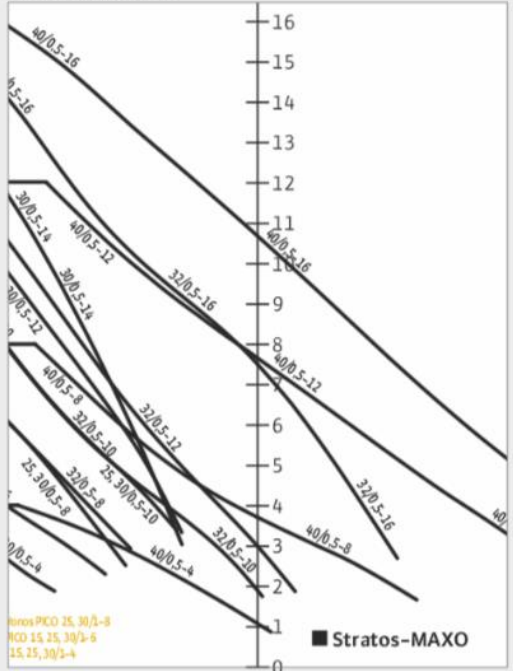
- Dynamic Adapt plus, $\Delta p-v$, $\Delta p-c$
- Volumenstromanzeige in m^3/h
- Förderhöhenanzeige in m
- +2 °C bis +110 °C
- 1~230 V, 50 Hz
- Rp ½, RP 1 und RP 1 ½



Wilo-Yonos PICO plus


- $\Delta p-v$, $\Delta p-c$, Stellerantrieb
- Volumenstromanzeige in m^3/h
- -10 °C bis +95 °C
- 1~230 V, 50 Hz
- Rp ½, RP 1 und RP 1 ½

Pumpen bis DN 40




■ Stratos-MAXO

14. | Förderhöhe H [m]



Wilo-Stratos GIGA2.0

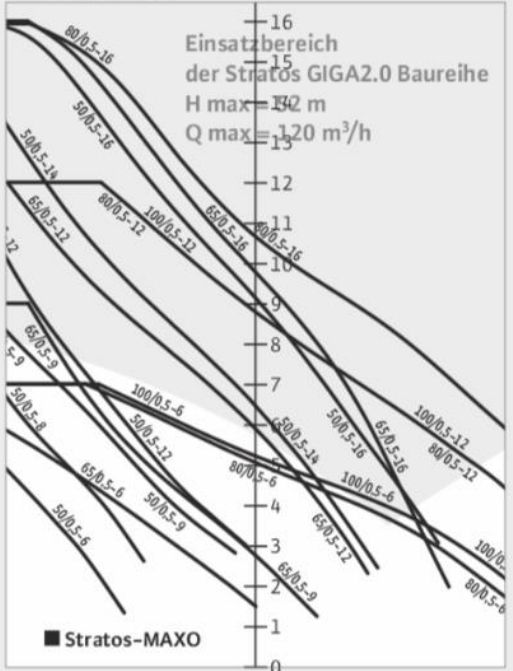
- Dynamic Adapt plus, $\Delta p-v$, $\Delta p-c$.
- Stellerbetrieb, PID-Control
- Sollwertfernverstellung
- -20°C bis +140°C
- 3~400 V, 50/60 Hz
- DN 40 bis DN 100



Wilo-Stratos MAXO

- Dynamic Adapt plus, Multi-Flow Adaptation, ΔT -const. und Δp -const.
- -10°C bis +110°C
- 1~230 V, 50 Hz
- Rp 1 bis DN 100

15. | Fördermenge Q [m³/h]



■ Stratos-MAXO

2138562/2110/DE/WA

Schutzgebühr 15,- EUR

03 3401 01

App



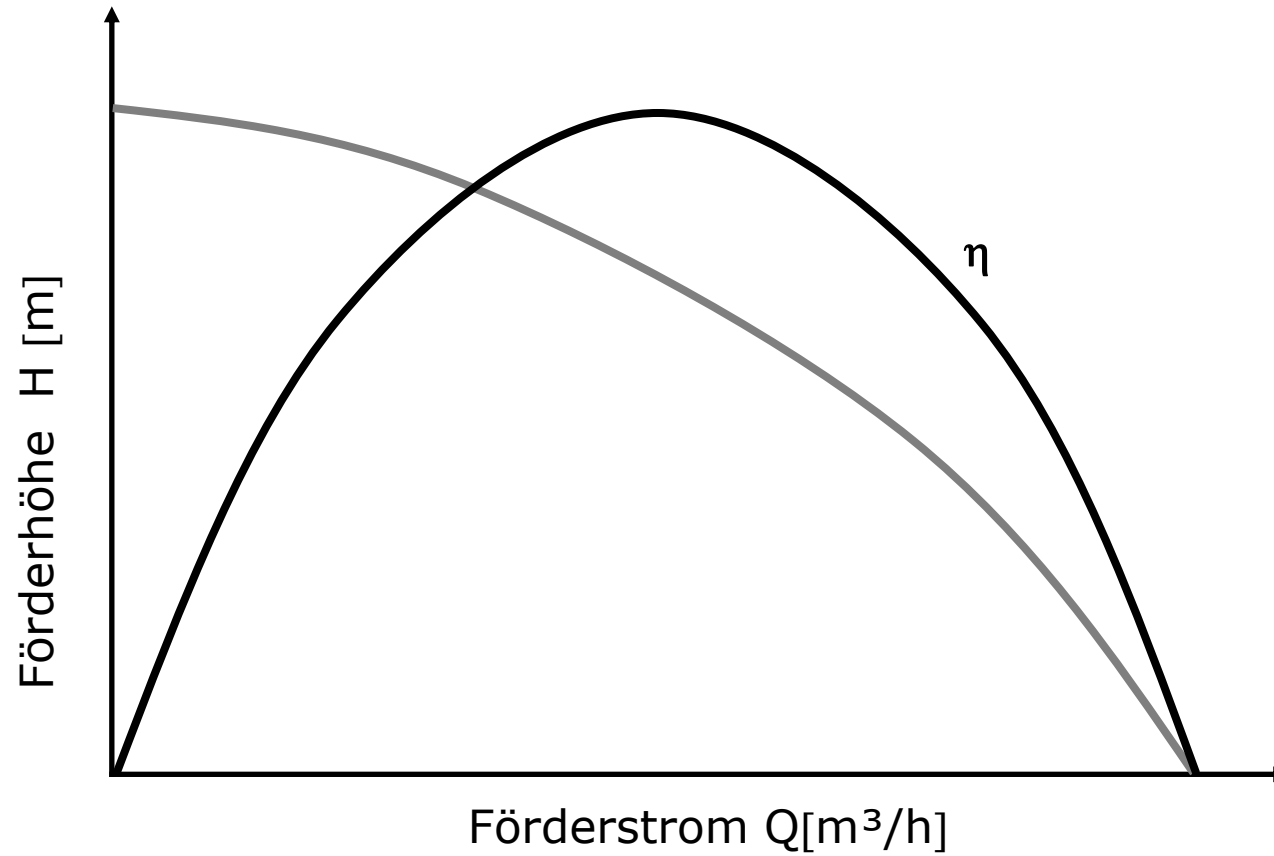
Wilo-Assistent App

Nutzen Sie bequem mit Ihrem Smartphone oder Tablet wichtige Infos und Funktionen bei der Auslegung und Kundenberatung vor Ort. 95% aller Funktionen benötigen keine Internetverbindung und garantieren so eine schnelle und sichere Beratung – auch im tiefstem Keller.



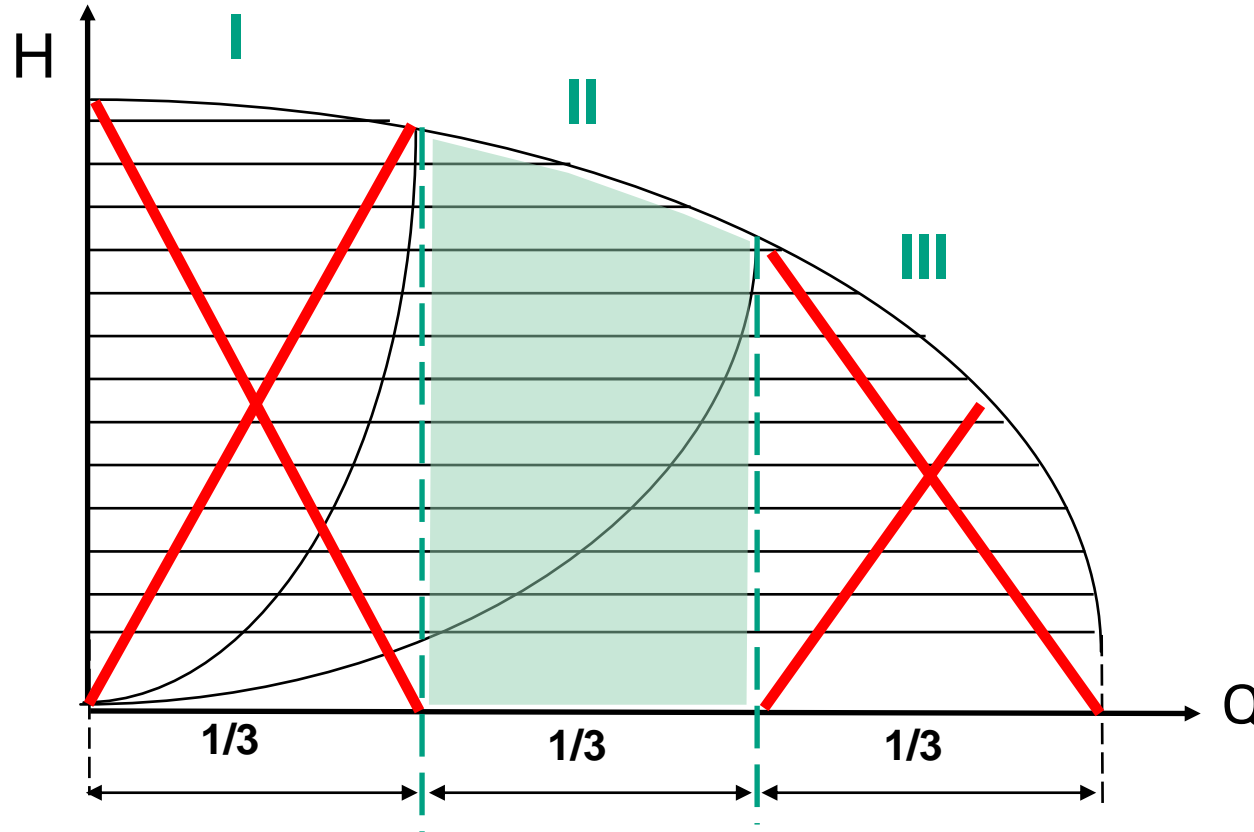
Kreiselpumpen

Kennlinien



Kreiselpumpen

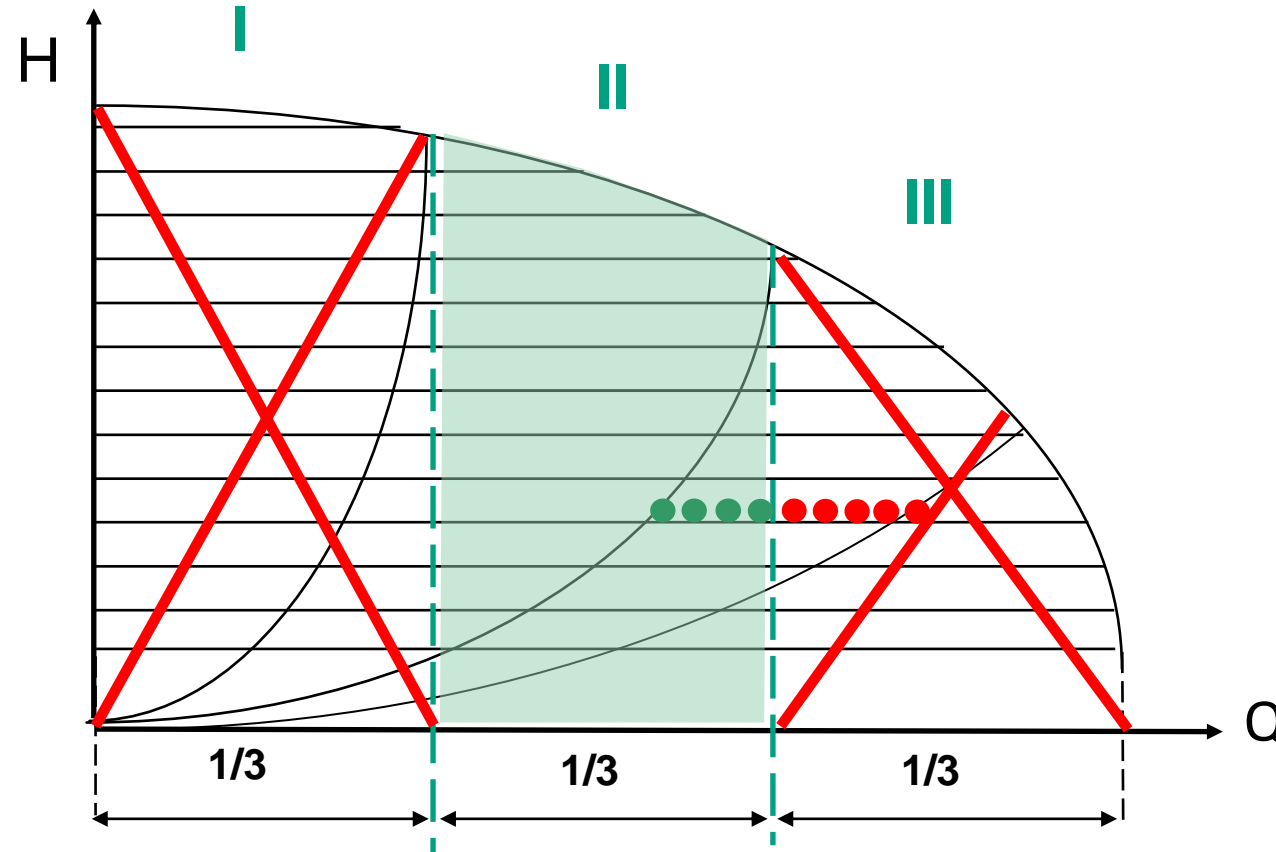
Kennlinien



Bei Anlagen mit **konstantem** Volumenstrom

Kreiselpumpen

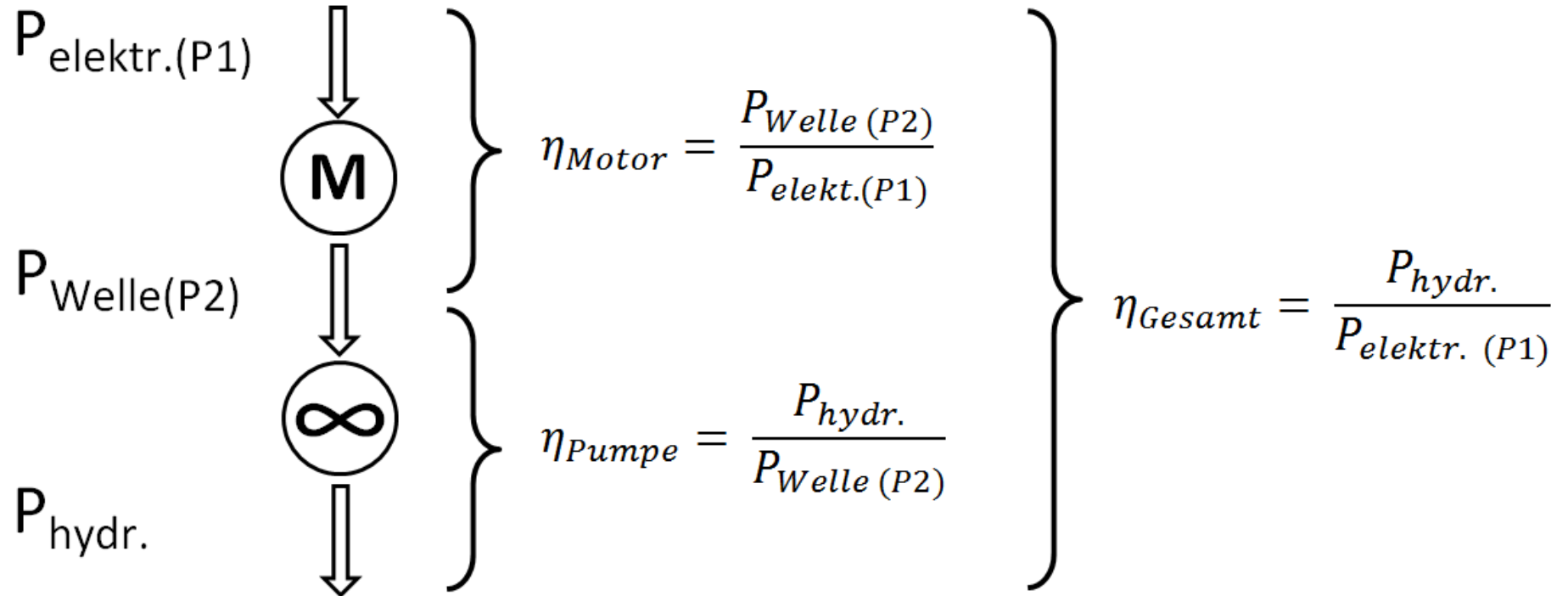
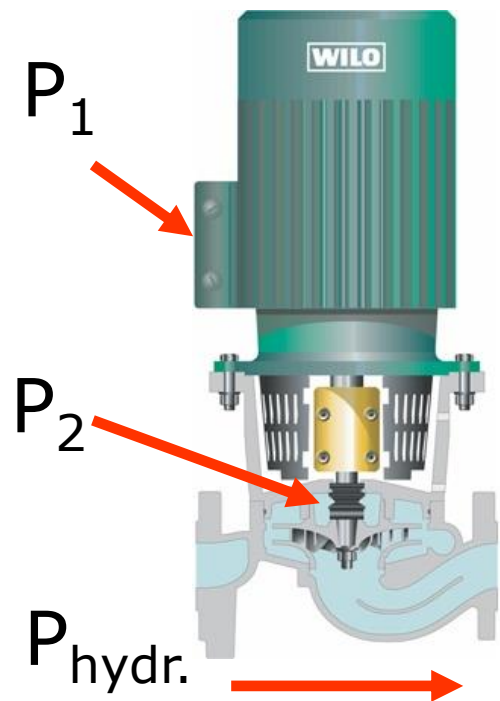
Kennlinien



Bei Anlagen mit **variablem** Volumenstrom

Kreiselpumpen

Wirkungsgrad



Kreiselpumpen

Wirkungsgrad

Die hydraulische Leistung $P_{\text{hydr.}}$ des Mediums beträgt:

$$P_{\text{hydr.}} = \frac{Q * H * \rho}{367}$$

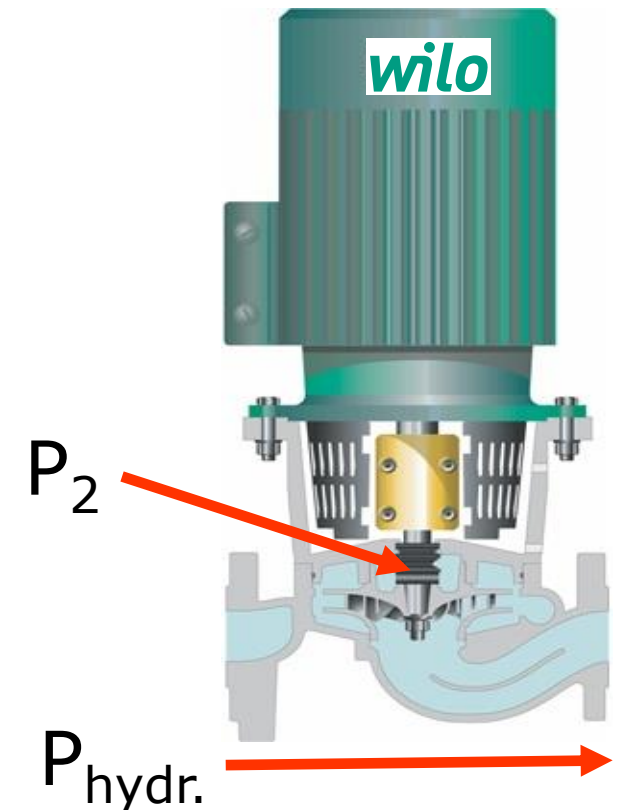
Q = Volumenstrom in m^3/h

H = Förderhöhe in m

ρ = Dichte in kg/m^3

$P_{\text{hydr.}}$ = Leistung in Watt

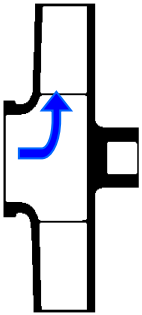
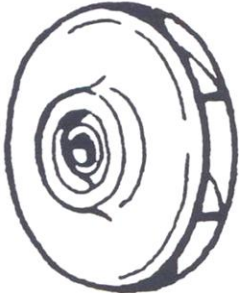
$$\eta_{\text{hydr.}} = \frac{P_{\text{hydr.}}}{P_2}$$



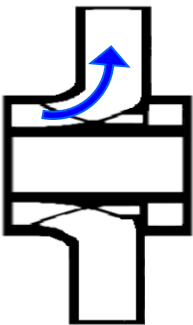
Kreiselpumpen

Laufräder

Geschlossen



Radial

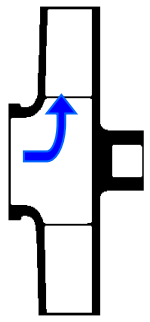
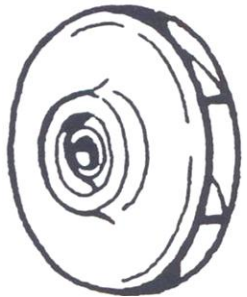


Radial 3D

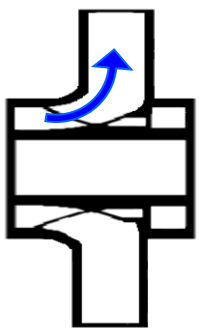
Kreiselpumpen

Laufräder

Geschlossen



Radial



Radial 3D

Halboffen



Einkanal



Doppelkanal

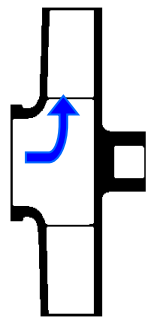
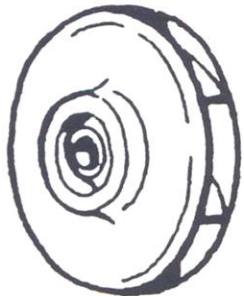


Wirbelrad

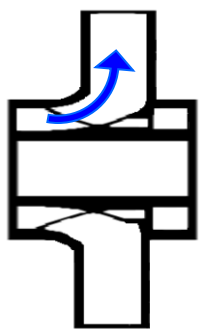
Kreiselpumpen

Laufräder

Geschlossen



Radial



Radial 3D

Halboffen



Einkanal

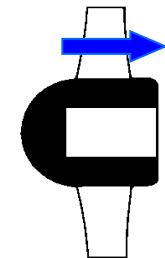
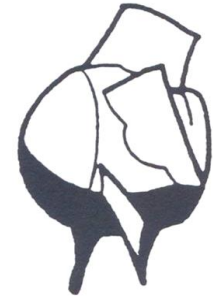


Doppelkanal



Wirbelrad

Offen



Axial

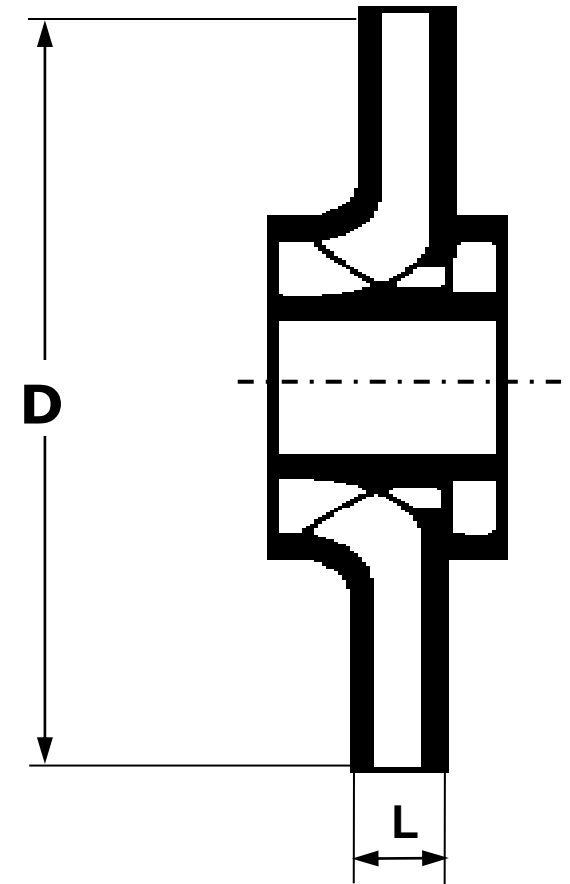
Kreiselpumpen

Laufblätter

So erreicht man eine Volumenstromänderung z.B. durch das Vergrößern oder Verkleinern des Auslasskanals

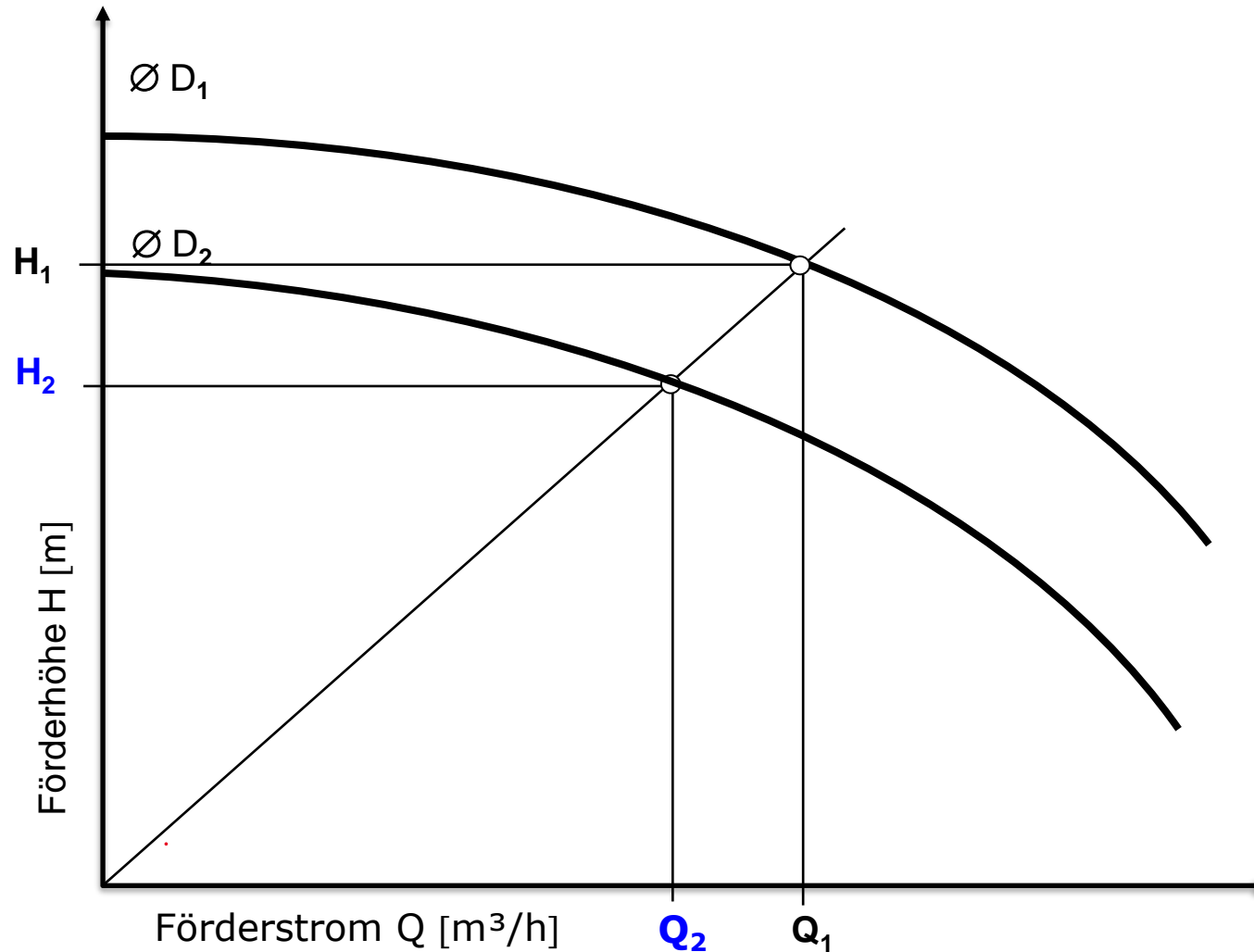
Der Laufraddurchmesser hat einen wesentlichen Anteil an der Förderhöhe einer Pumpe

Verändert man den Laufraddurchmesser, hat das Auswirkungen auf die Kennlinie



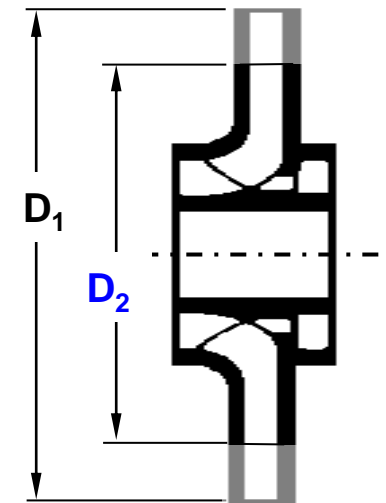
Kreiselpumpen

Laufräder



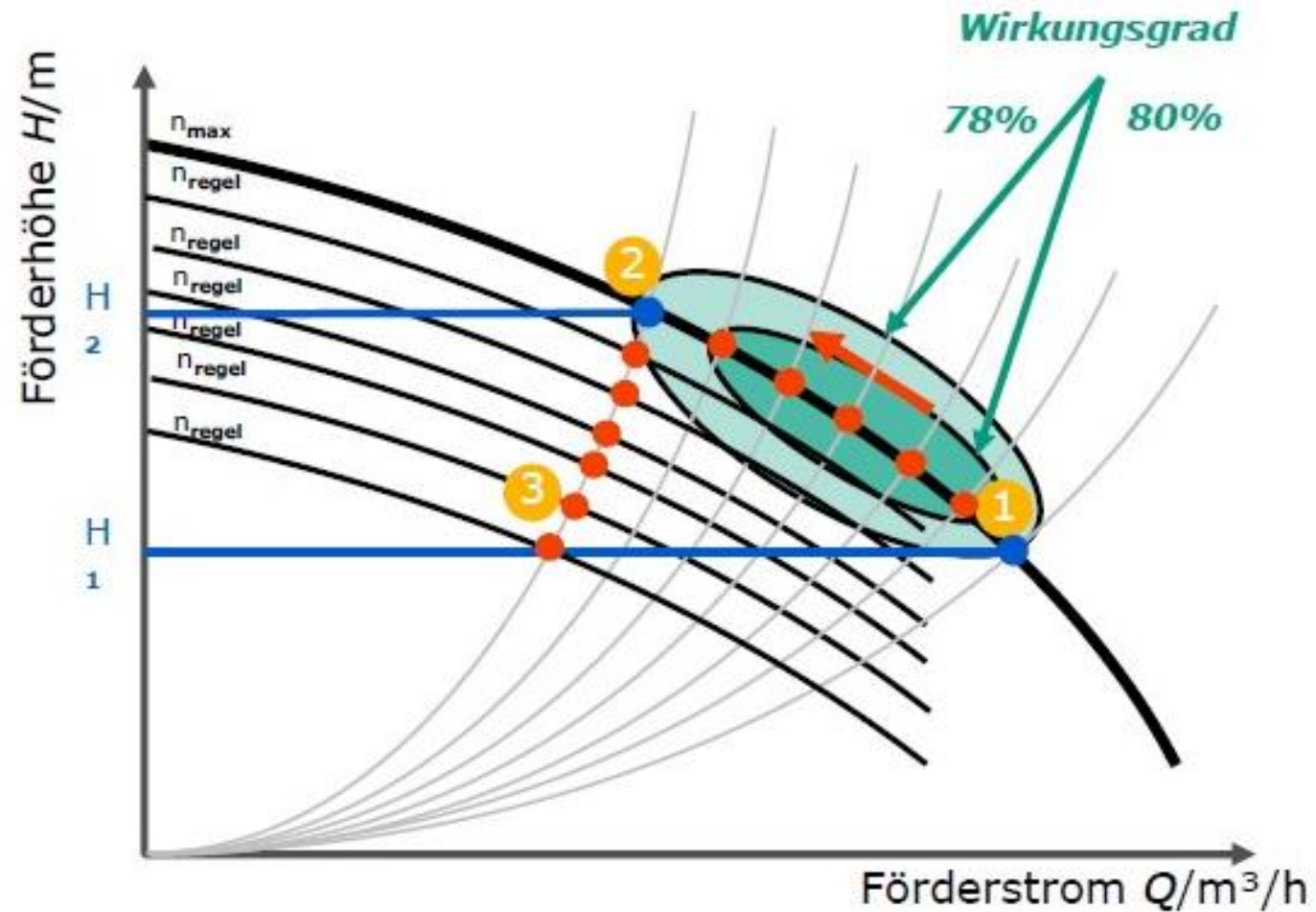
$$D_1 \approx D_2 \sqrt{\frac{Q_1}{Q_2}}$$

$$D_1 \approx D_2 \sqrt{\frac{H_1}{H_2}}$$



Kreiselpumpen

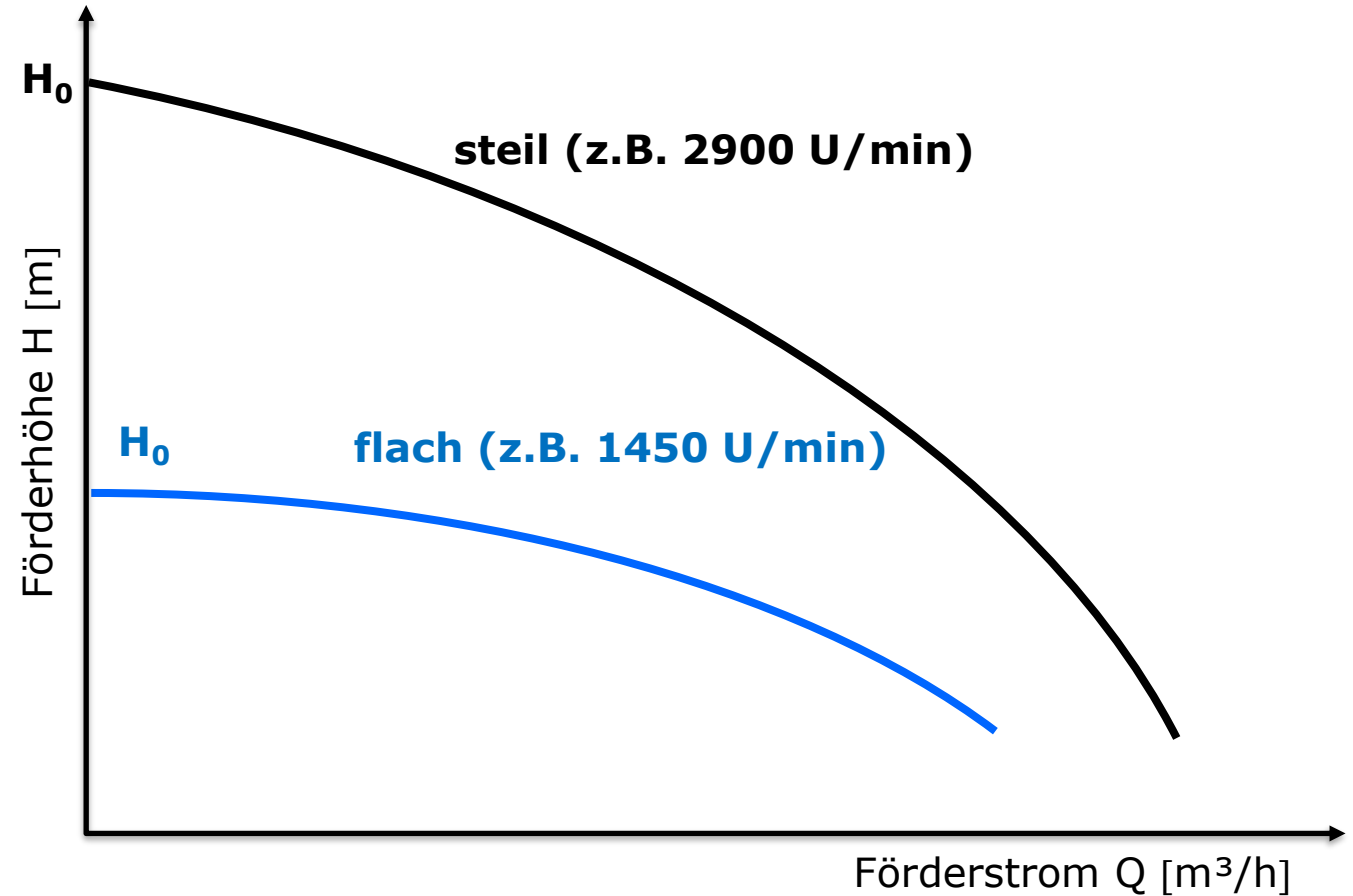
Drehzahlregelung



Kreiselpumpen

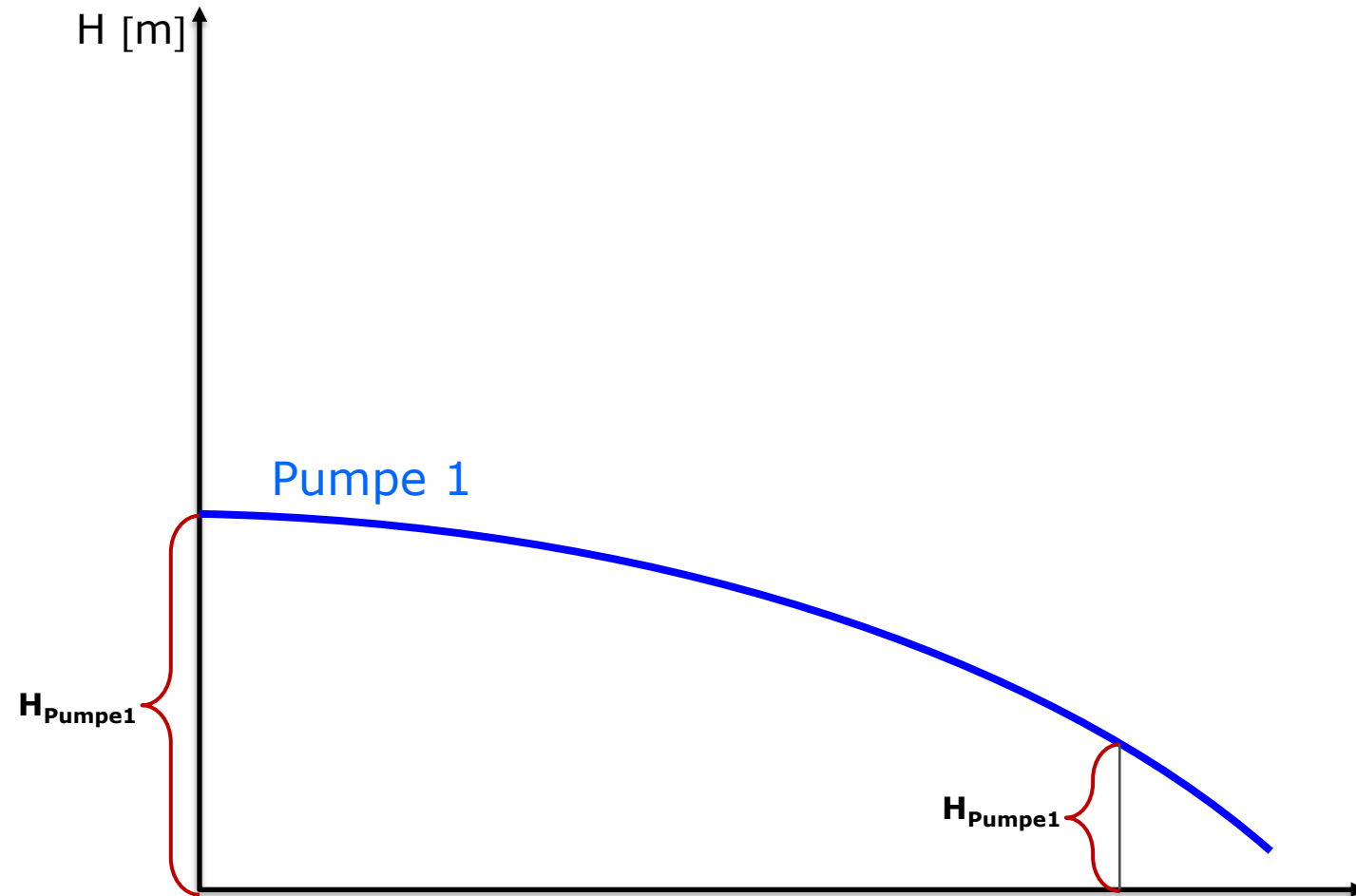
Laufblätter

Unterschiedliche Steilheit in Abhängigkeit zur Drehzahl.



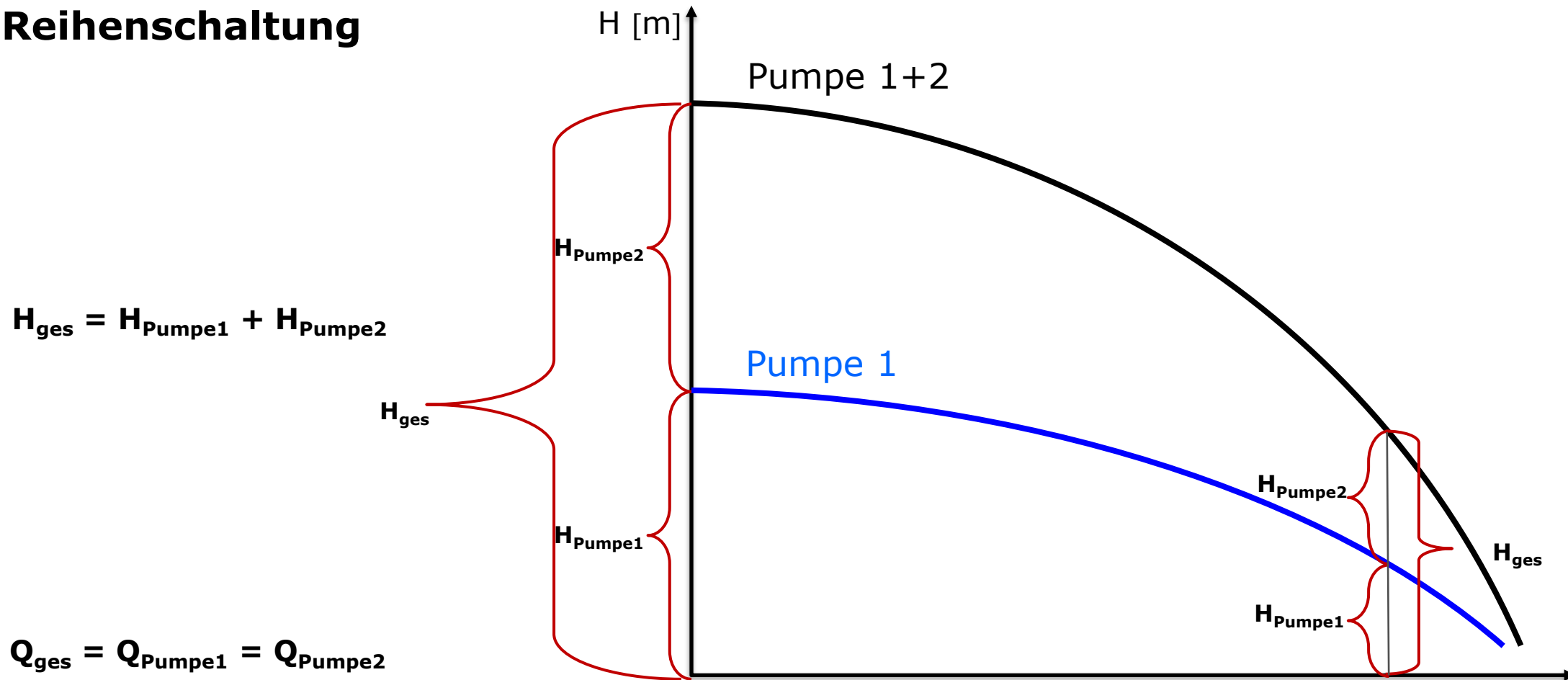
Kreiselpumpen

Reihenschaltung



Kreiselpumpen

Reihenschaltung



$$H_{ges} = H_{Pumpe1} + H_{Pumpe2}$$

$$Q_{ges} = Q_{Pumpe1} = Q_{Pumpe2}$$

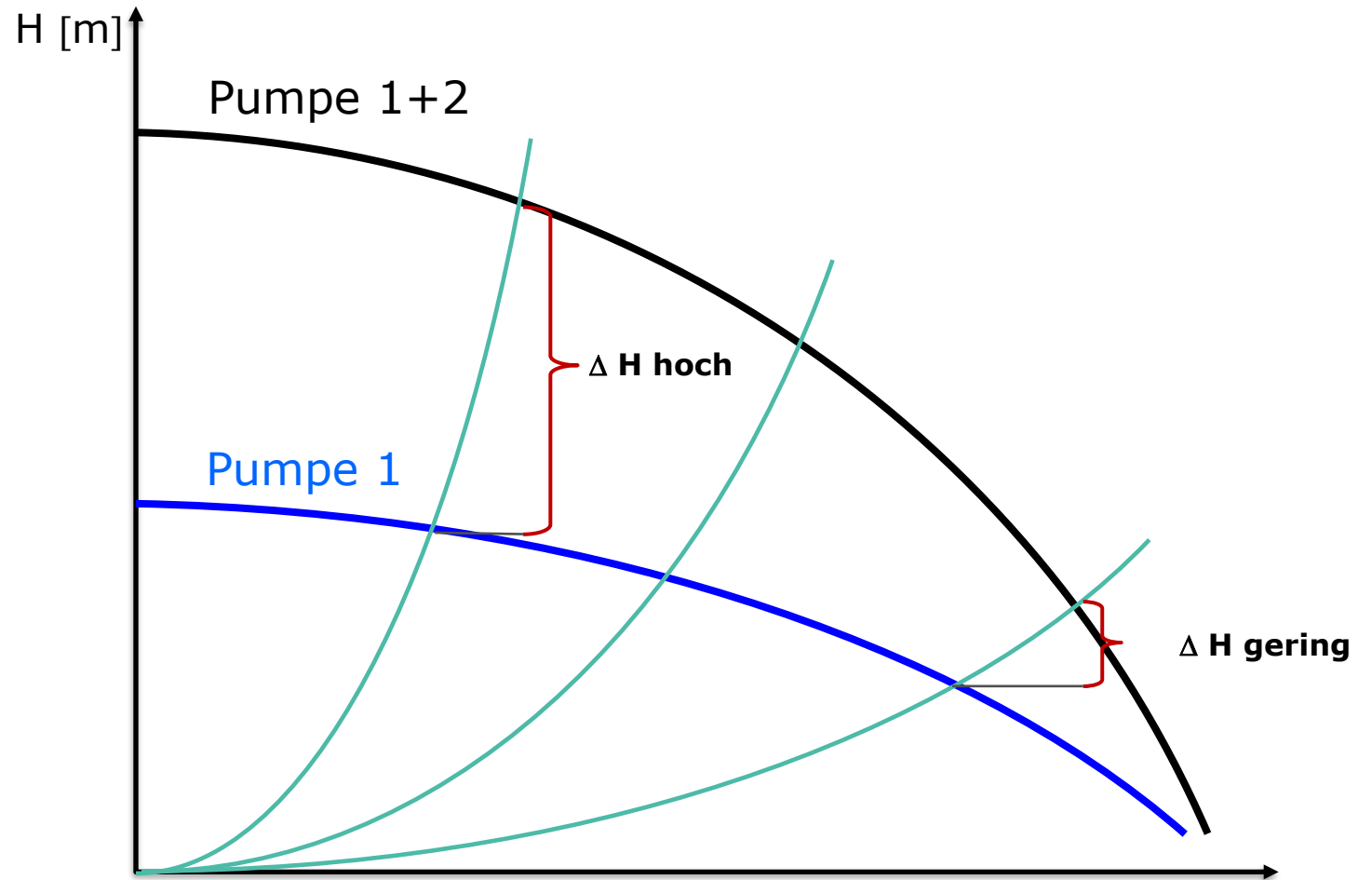
Kreiselpumpen

Reihenschaltung

Anlagenkennlinie

Steil ΔH hoch

Flach ΔH gering

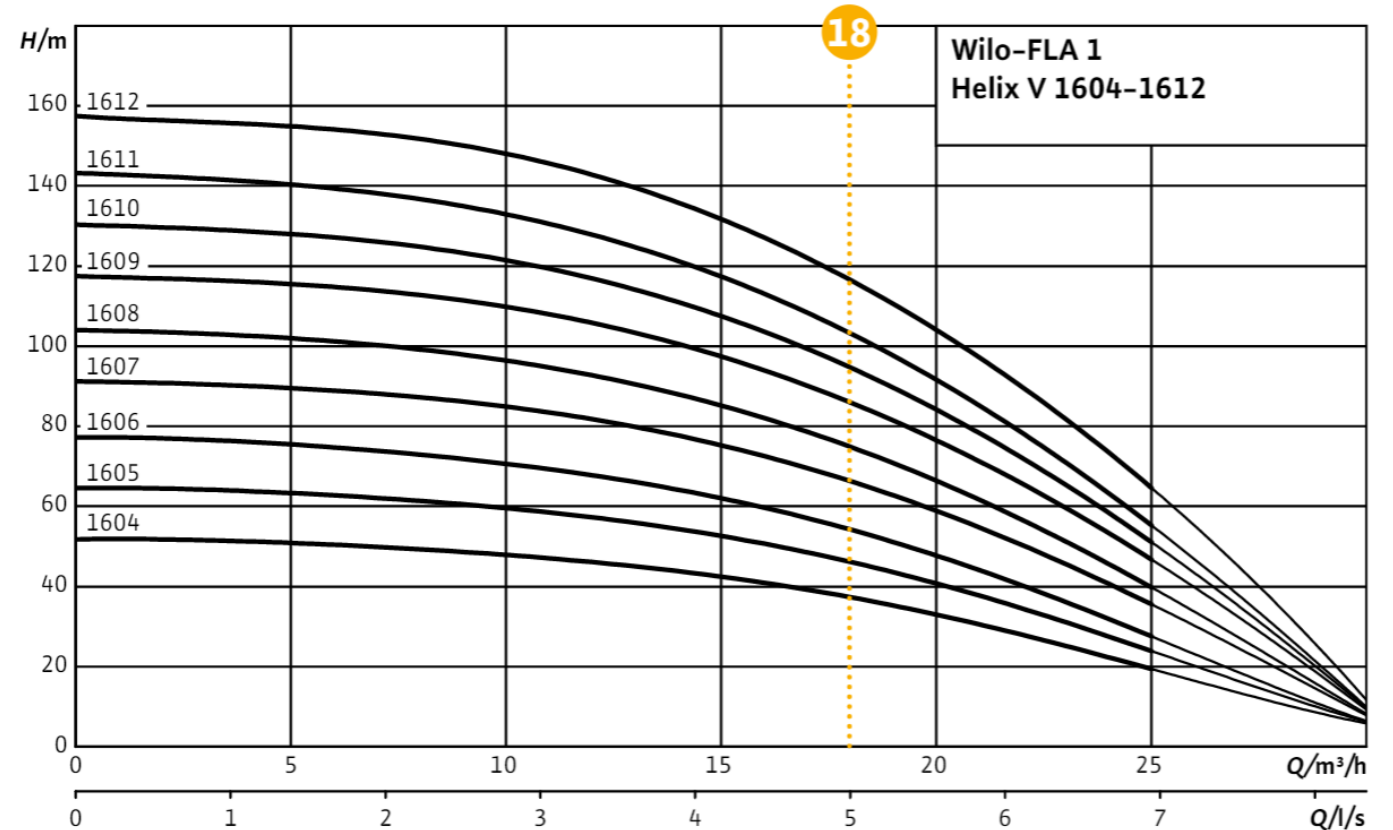


Kreiselpumpen

Reihenschaltung

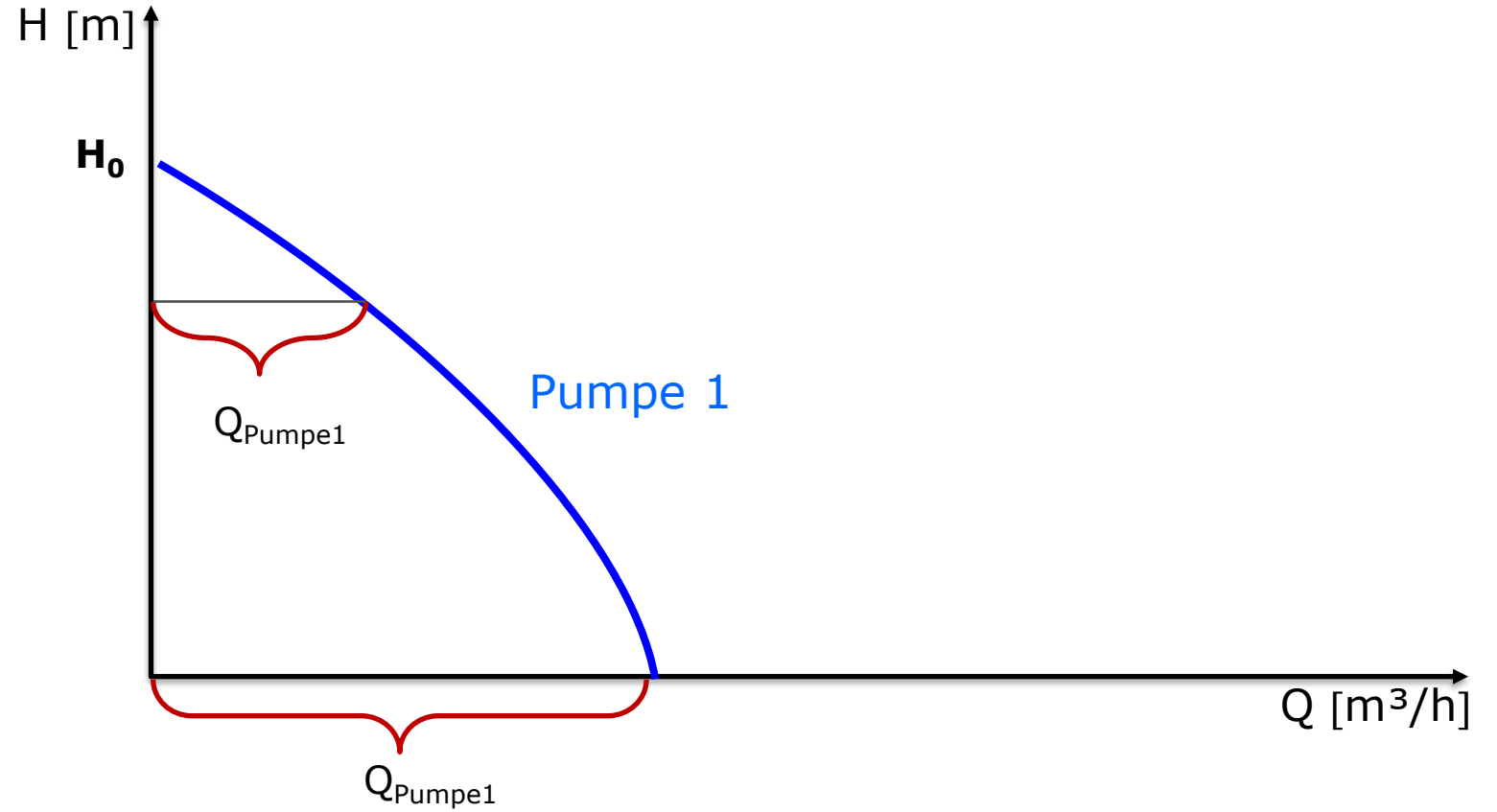
Beispiel Wilo-FLA-1

Pro Laufrad ca. 1 bar Druckerhöhung



Kreiselpumpen

Parallelschaltung

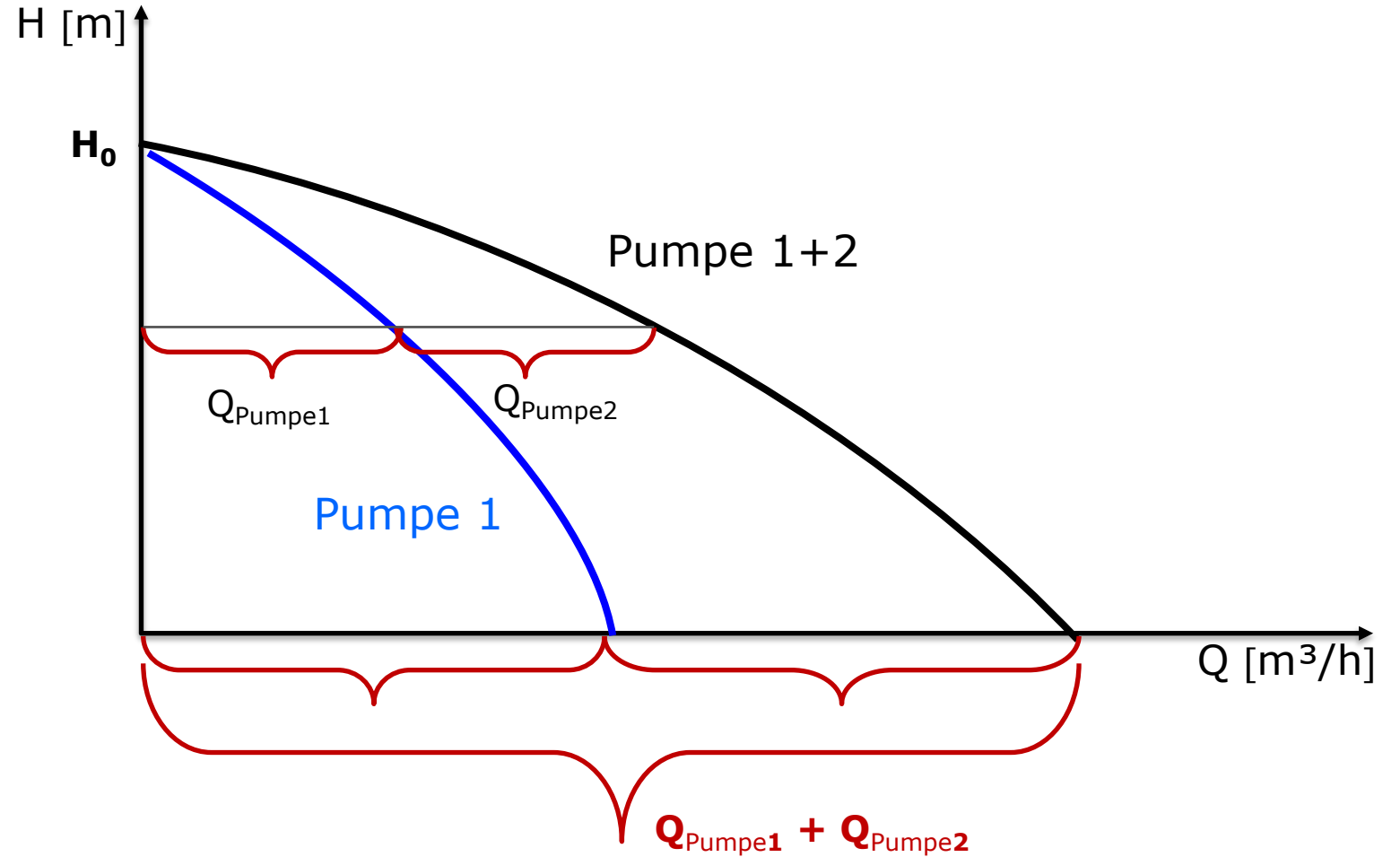


Kreiselpumpen

Parallelschaltung

$$H_{ges} = H_{Pumpe1} = H_{Pumpe2}$$

$$Q_{ges} = Q_{Pumpe1} + Q_{Pumpe2}$$



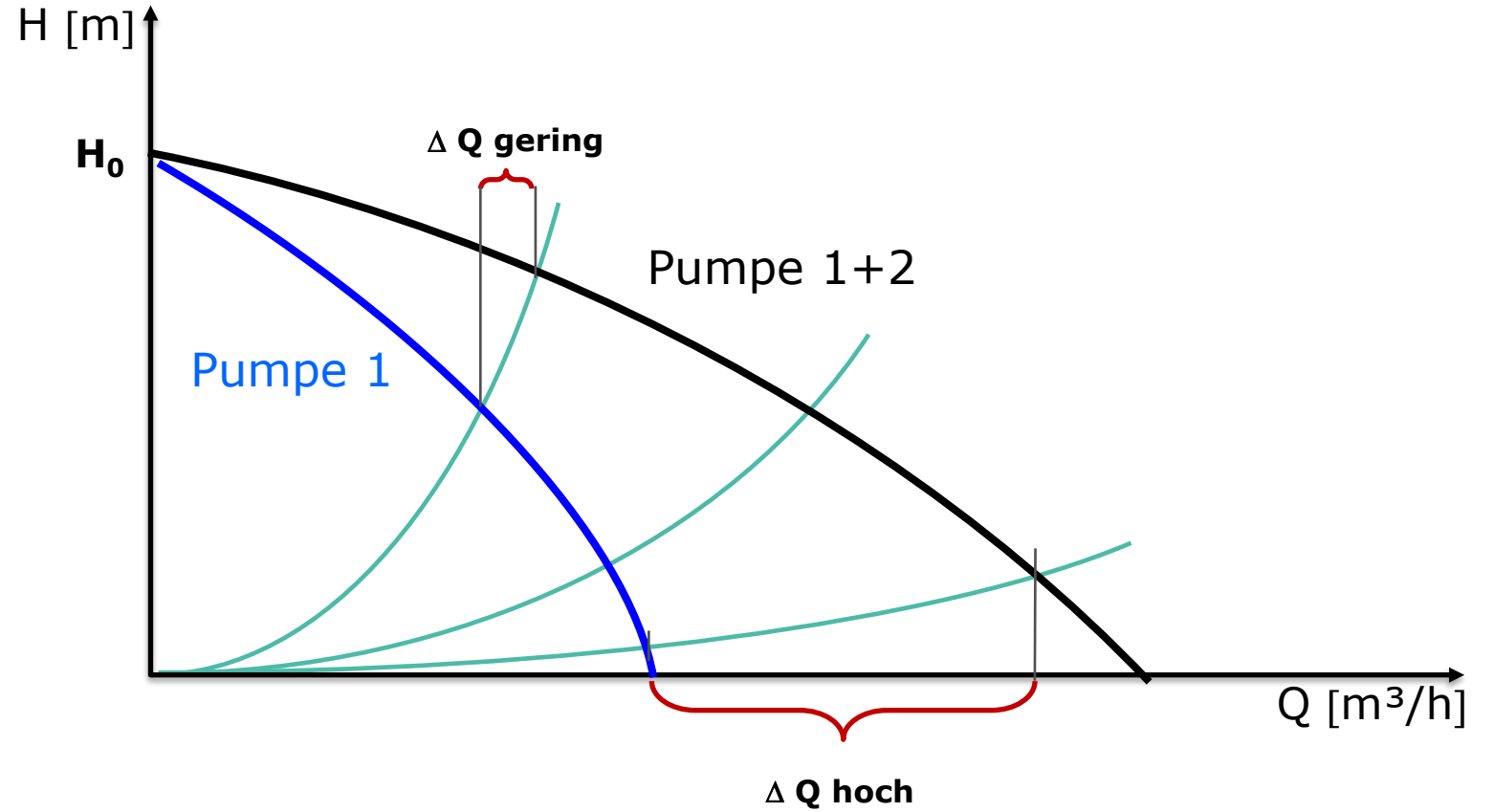
Kreiselpumpen

Parallelschaltung

Anlagenkennlinie

Steil ΔQ gering

Flach ΔQ hoch

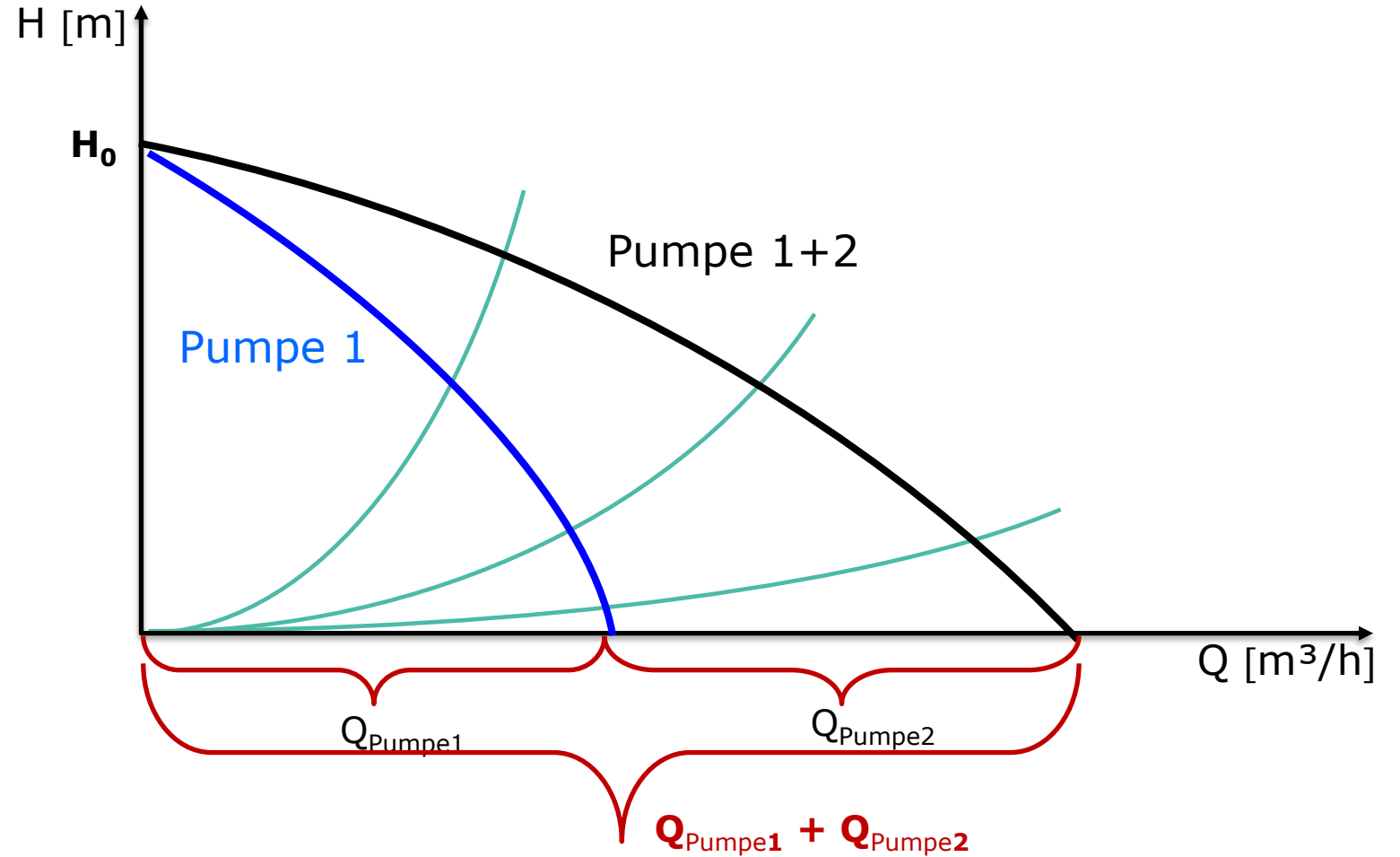


Kreiselpumpen

Parallelschaltung

$$H_{ges} = H_{Pumpe1} = H_{Pumpe2}$$

$$Q_{ges} = Q_{Pumpe1} + Q_{Pumpe2}$$



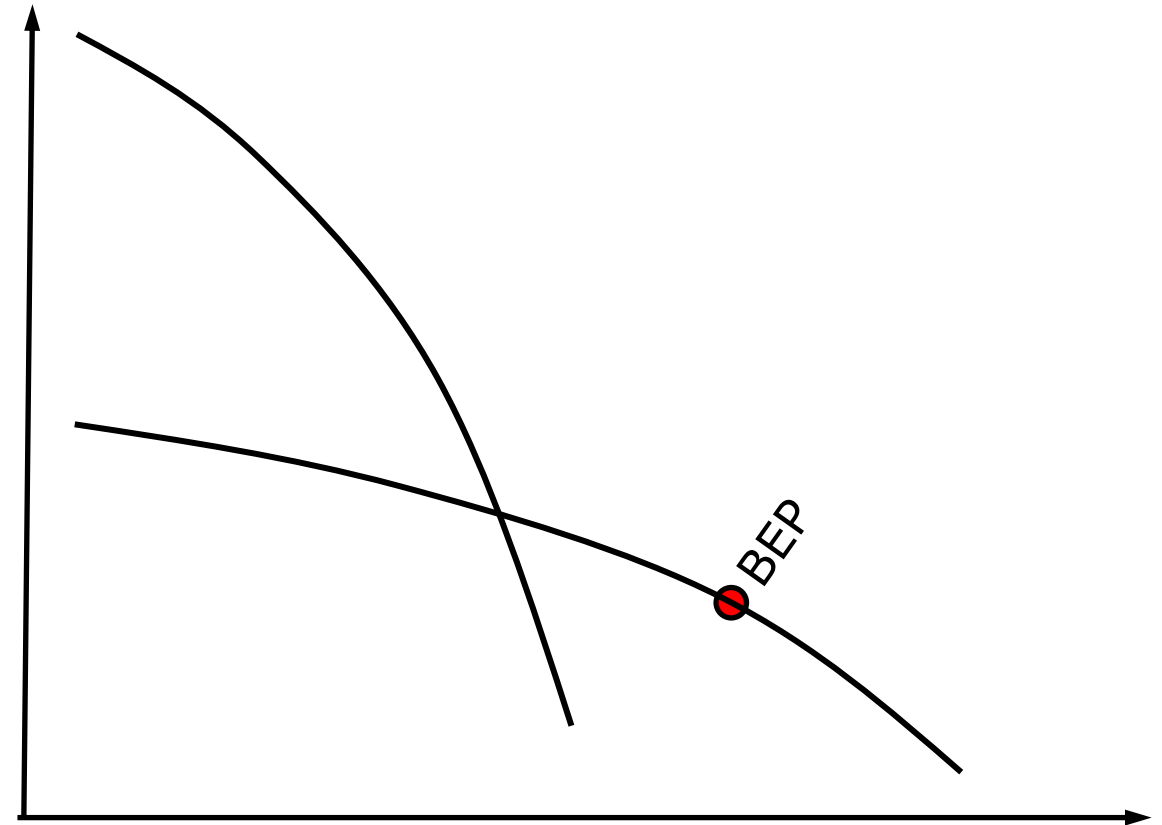
Kreiselpumpen

Falsche Drehrichtung

Praxisbeispiele: falsche Pumpenkurve

Bei einer falschen Drehrichtung wird die Pumpenkurve fast auf die doppelte Förderhöhe der Normalpumpe verändert. Die Stromaufnahme bleibt aber annähernd gleich.

Hier gibt nur eine Differenzdruckmessung oder ein Drehrichtungskontrollgerät genaue Aussage über den Kurvenverlauf der Pumpe.



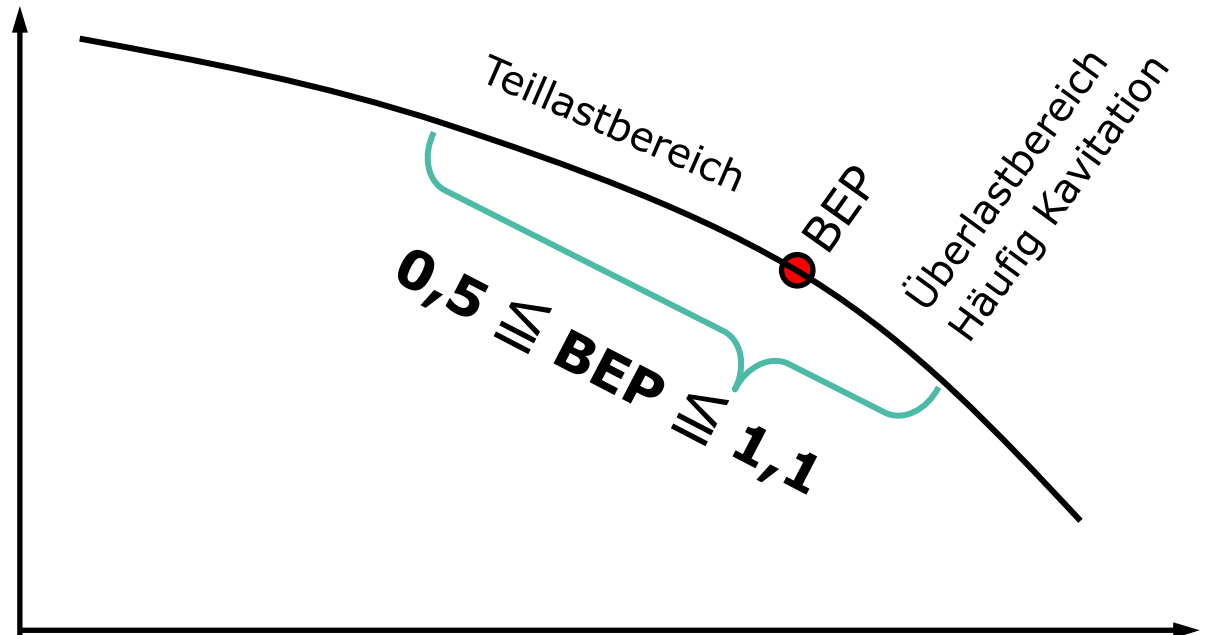
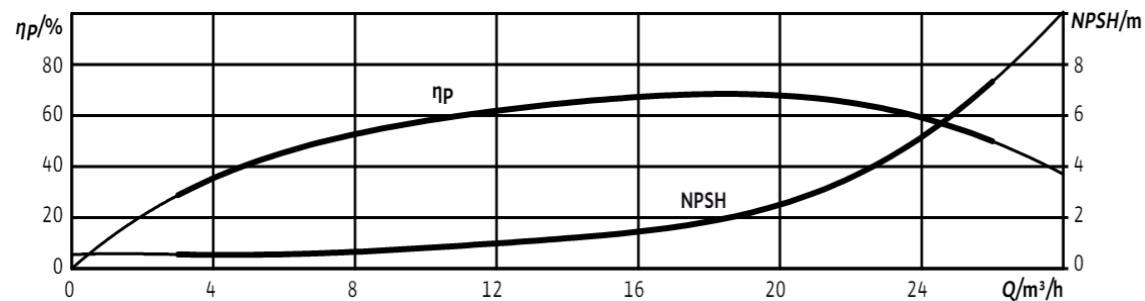
Kreiselpumpen

Bester Wirkungsgrad – Laufruhe

Praxisbeispiele: Finden des BEP – Best efficiency point

Schieber abwechselnd Öffnen und Schließen bis die Pumpe ruhig und leise läuft.
98% Trefferquote den BEP zu finden.

Beispiel: Wilo-Helix V 1601 – 1621/50 Hz



Kreiselpumpen

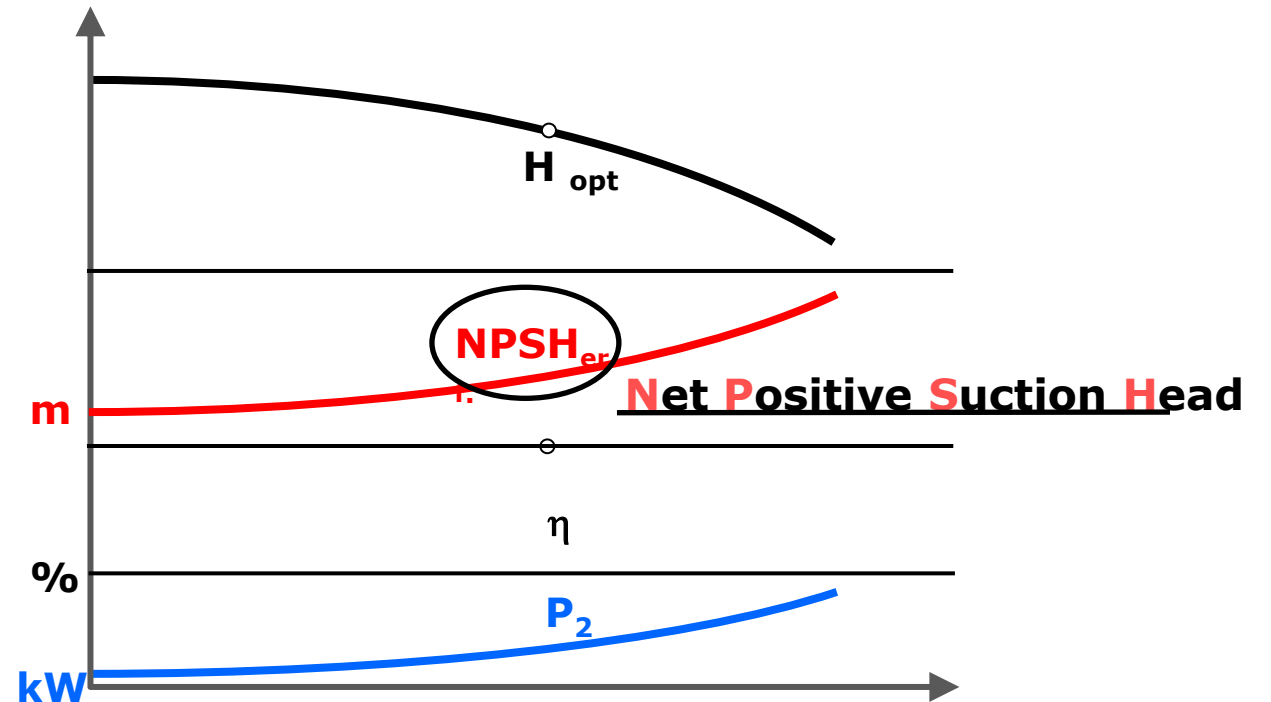
Kavitation – NPSH-Wert

$NPSH-A_{Anlage} \geq NPSH_{Pumpe}$ oder $NPSH-R$, (R für required)

Je kleiner der $NPSH_{Pumpe}$ ist desto mehr Sicherheit für das System.

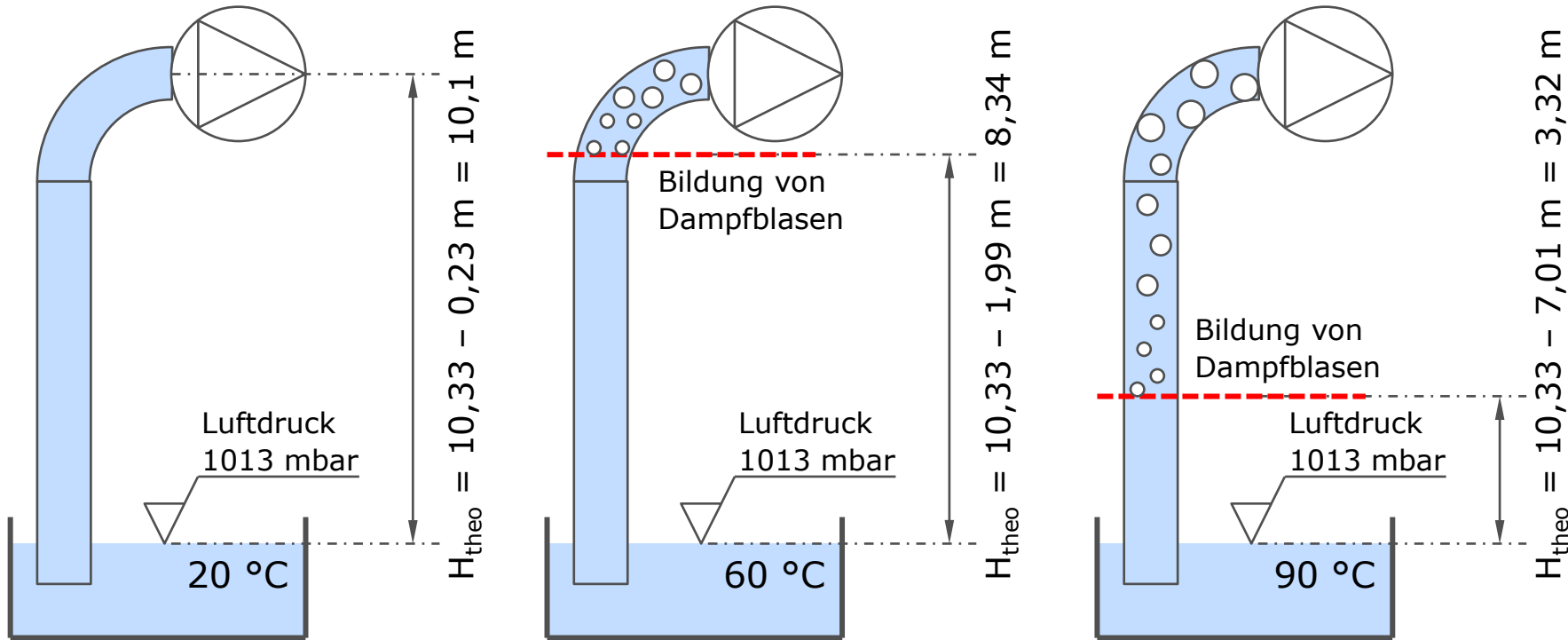
Er ist abhängig vom:

- Volumenstrom
- Temperatur
- Luftdruck
- Dichte
- Ansaughöhe
- Dampfdruck



Kreiselpumpen

Kavitation – Saugseite der Pumpe



ϑ °C	P_{abs} bar
5	0,0087
20	0,023
60	0,199
90	0,701
100	1,013

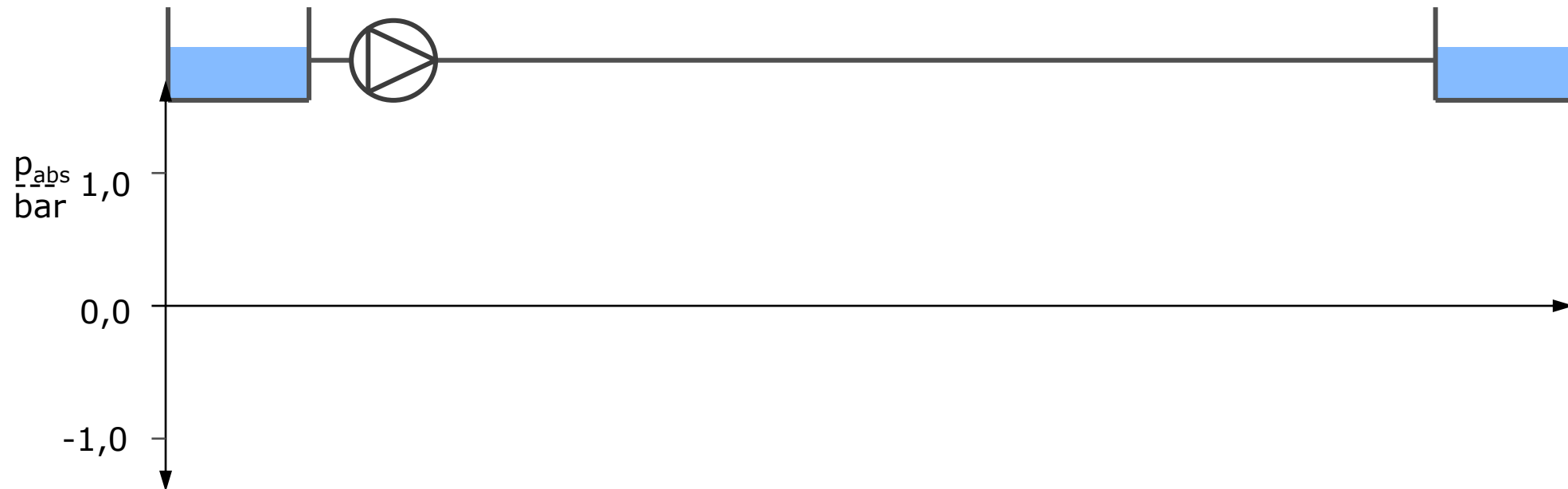
Kreiselpumpen

Kavitation – Saugseite der Pumpe

Druckliniendiagramm

Differenzdruck Rohr $\Delta p = 1 \text{ bar}$

Förderhöhe Pumpe $H_{p_u} = 10 \text{ m}$ (Rohrleitung 500 m, 200 Pa/m, DN100, 1,5 m/s)



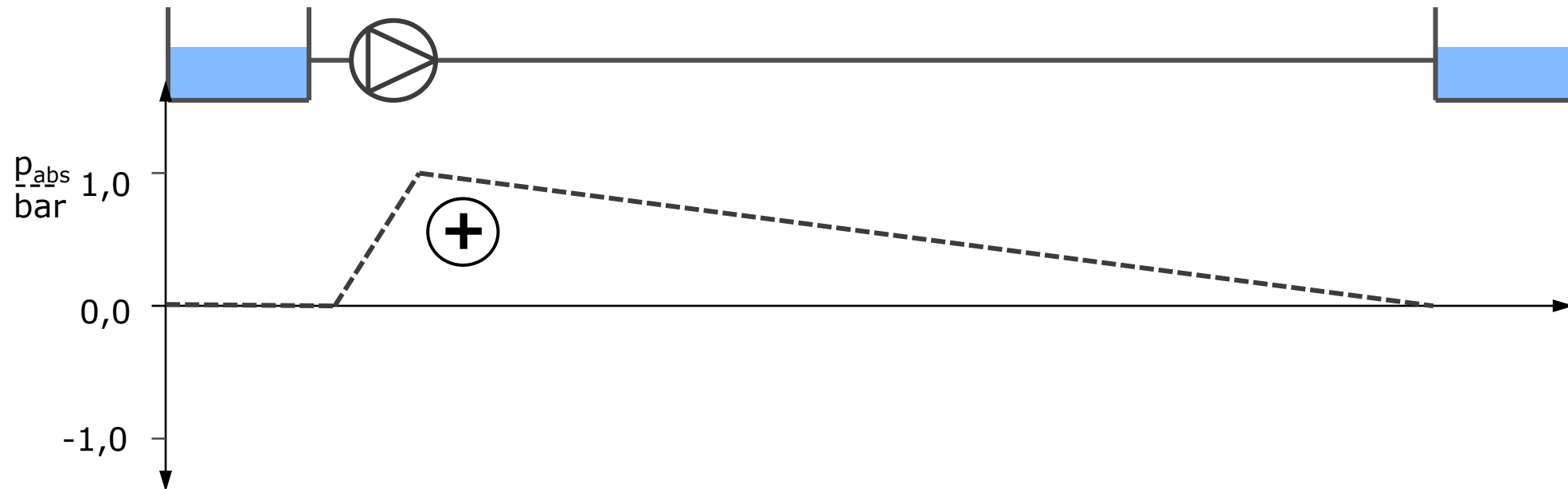
Kreiselpumpen

Kavitation – Saugseite der Pumpe

Druckliniendiagramm

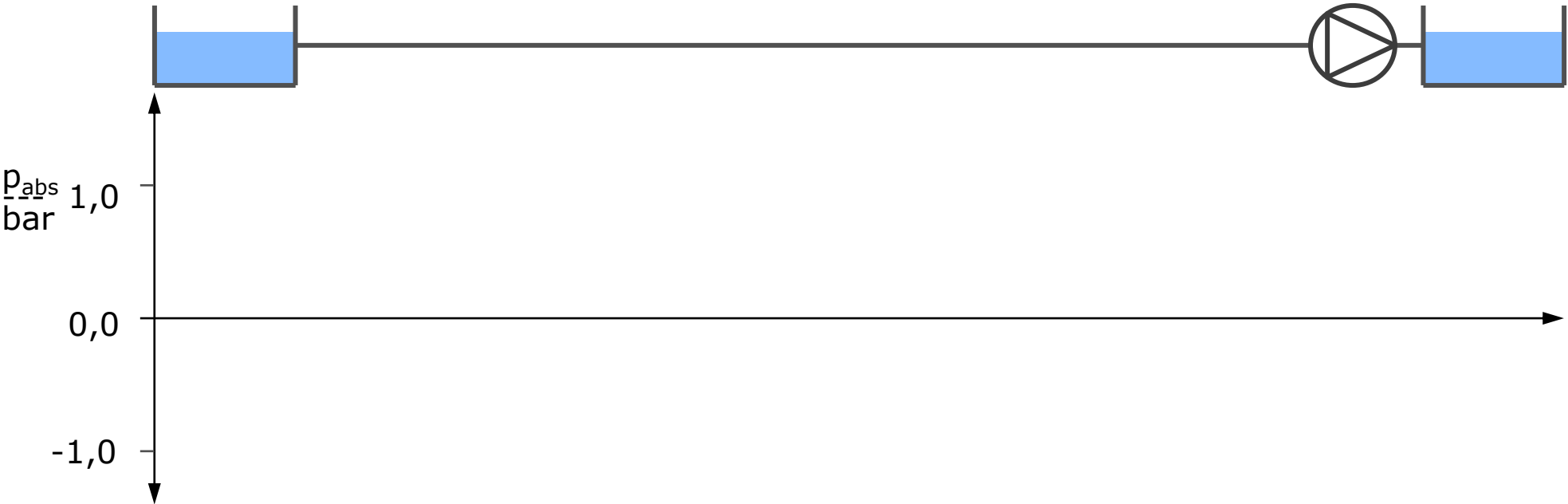
Differenzdruck Rohr $\Delta p = 1 \text{ bar}$

Förderhöhe Pumpe $H_{p_u} = 10 \text{ m}$ (Rohrleitung 500 m, 200 Pa/m, DN100, 1,5 m/s)



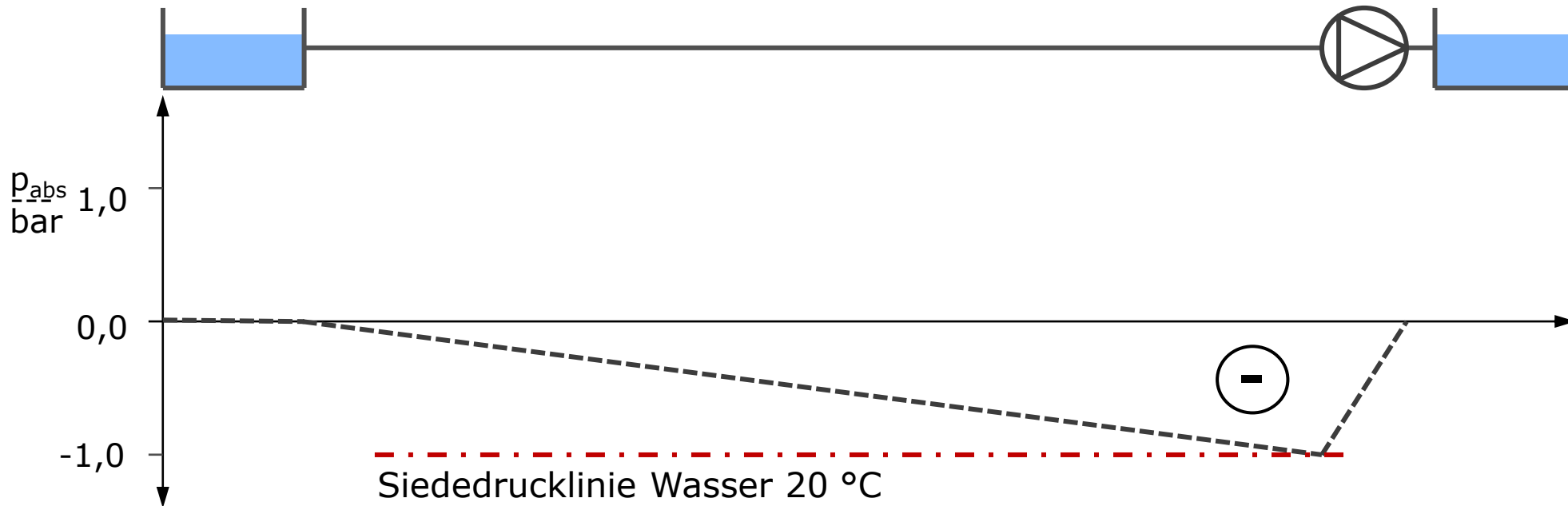
Kreiselpumpen

Kavitation – Saugseite der Pumpe



Kreiselpumpen

Kavitation – Saugseite der Pumpe



Kreiselpumpen

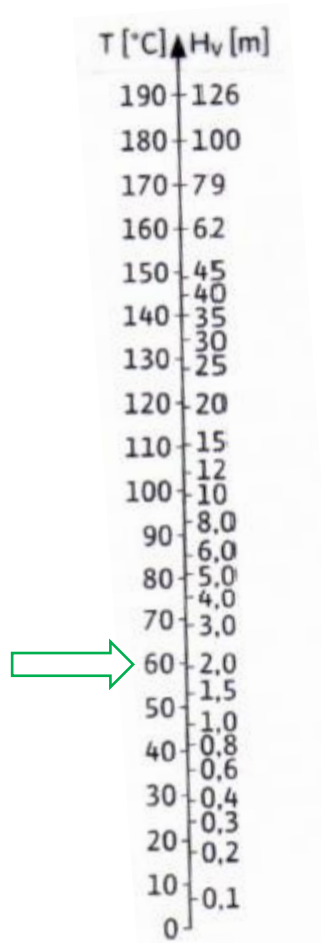
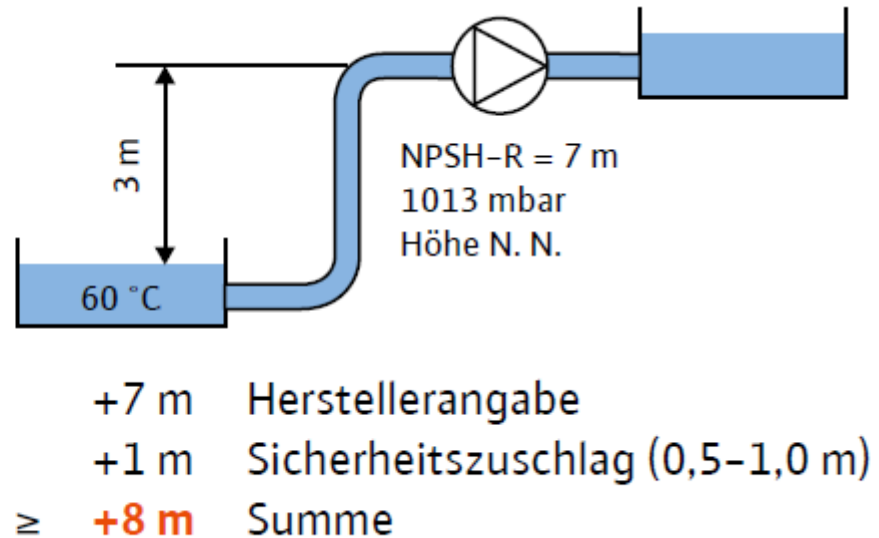
Kavitation Berechnungsbeispiel Trockenläuferpumpe

Der Anlagen NPSH-A muss immer größer als der erforderliche NPSH-R sein

NPSH-A_{Anlage}

Luftdruck	+10 m
Höhenlage (-1 m/1000 m)	
Wassertemperatur 60 °C (Dampfdruck)	
$p_{abs} = 0,199 \text{ bar}$	-1,99 m (-2 m)
Saugbetrieb minus	-3 m
Zulaufbetrieb plus	
Dynamische Druckverlustegabe	
$H_{dyn} = H_{Rohr} + HS\zeta$	-2 m
Summe:	+3 m

≥ NPSH-R_{Pumpe}



Kreiselpumpen

Kavitation – Mindest-Zulaufdruck Nassläuferpumpe

Nennweite	Medientemperatur			
	-10 °C bis +50 °C	+80 °C	+95 °C	+110 °C
DN 32 ($H_{\max} = 16$ m)	0,5 bar	1,0 bar	1,2 bar	1,8 bar
DN 40 ($H_{\max} = 4$ m, 8 m)	0,3 bar	0,8 bar	1,0 bar	1,6 bar
DN 40 ($H_{\max} = 12$ m, 16 m)	0,5 bar	1,0 bar	1,2 bar	1,8 bar
DN 50 ($H_{\max} = 6$ m)	0,3 bar	0,8 bar	1,0 bar	1,6 bar
DN 50 ($H_{\max} = 8$ m)	0,5 bar	1,0 bar	1,2 bar	1,8 bar
DN 50 ($H_{\max} = 9$ m, 12 m)	0,5 bar	1,0 bar	1,2 bar	1,8 bar
DN 50 ($H_{\max} = 14$ m, 16 m)	0,7 bar	1,2 bar	1,5 bar	2,3 bar
DN 65 ($H_{\max} = 6$ m, 9 m)	0,5 bar	1,0 bar	1,2 bar	1,8 bar
DN 65 ($H_{\max} = 12$ m, 16 m)	0,7 bar	1,2 bar	1,5 bar	2,3 bar
DN 80	0,7 bar	1,2 bar	1,5 bar	2,3 bar
DN 100	0,7 bar	1,2 bar	1,5 bar	2,3 bar

Tab. 5: Mindest-Zulaufdruck

Kreiselpumpen

Dampfdruck

Dampfdruck und Dichte von Wasser in Abhängigkeit von der Temperatur											
ϑ	T	P _D ¹	ρ	ϑ	T	P _D ¹	ρ	ϑ	T	P _D ¹	ρ
[°C]	[K]	[bar]	[kg/m ³]	[°C]	[K]	[bar]	[kg/m ³]	[°C]	[K]	[bar]	[kg/m ³]
0	273,15	0,0061	999,8	72	345,15	0,340	976,6	108	381,15	1,339	952,2
5	278,15	0,0087	1000,0	74	347,15	0,397	975,4	110	383,15	1,433	951,0
10	283,15	0,0123	999,6	76	349,15	0,402	974,3	112	385,15	1,532	949,6
15	288,15	0,017	999,0	78	351,15	0,437	973,0	114	387,15	1,636	948,0
20	293,15	0,023	998,2	80	353,15	0,474	971,8	116	389,15	1,746	946,4
25	299,15	0,032	997,0	82	355,15	0,513	970,6	118	391,15	1,863	944,8
30	303,15	0,042	995,6	84	357,15	0,556	969,4	120	393,15	1,985	943,1
35	308,15	0,056	993,9	86	359,15	0,601	968,1	122	395,15	2,114	941,5
40	313,15	0,074	992,2	88	361,15	0,650	966,7	124	397,15	2,250	939,6
45	318,15	0,096	990,2	90	363,15	0,701	965,3	126	399,15	2,393	938,2
50	323,15	0,123	988,0	92	365,15	0,756	964,0	128	401,15	2,543	936,5
55	328,15	0,157	985,7	94	367,15	0,815	962,6	130	403,15	2,701	934,8
60	333,15	0,199	983,2	96	369,15	0,877	961,2	132	405,15	2,867	933,2
62	335,15	0,218	982,1	98	371,15	0,943	959,8	134	407,15	3,041	931,4
64	337,15	0,239	981,1	100	373,15	1,013	958,3	136	409,15	3,223	929,6
66	339,15	0,262	980,0	102	375,15	1,088	956,8	138	411,15	3,414	927,9
68	341,15	0,286	978,8	104	377,15	1,167	955,4	140	413,15	3,614	926,1
70	343,15	0,312	977,7	106	379,15	1,250	954,0				

1) Absoluter Druck