

Zusammenarbeit mehrerer Kreiselpumpen

Die Zusammenarbeit mehrerer Pumpen kann erfolgen durch:

- Parallelschaltung,
- Reihenschaltung.

1. Parallelschaltung von Kreiselpumpen

Die Gesamtkennlinie mehrerer parallel geschalteter Pumpen ergibt sich durch Addition der Förderströme der einzelnen Pumpen bei jeweils gleicher Förderhöhe.

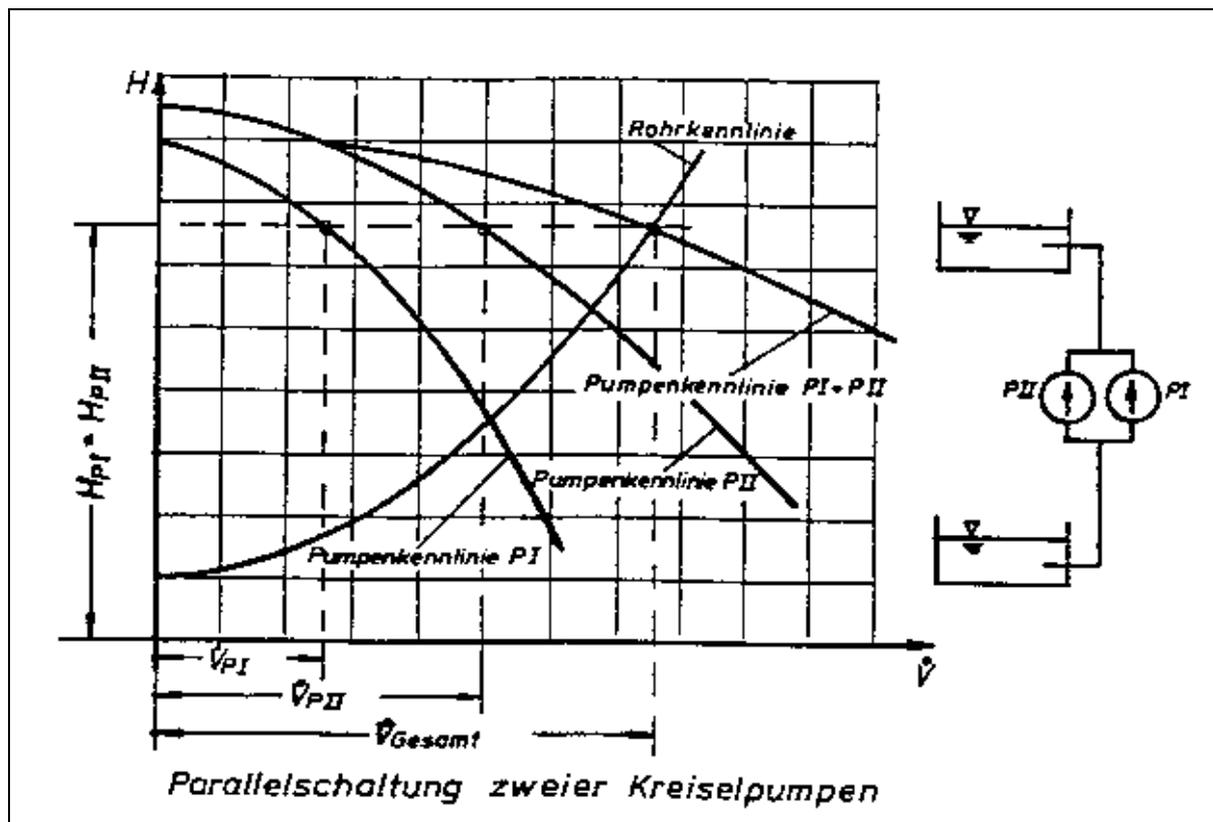


Bild 1 Parallelschaltung zweier Pumpen

Was passiert, wenn man eine Drossel in die Rohrleitung einbaut und drosselt?

Die Rohrleitungskennlinie wird steiler → bis zum Knick → ab dann würde die Pumpe P2 in die Pumpe P1 rückwärts reindrücken; dieses Gebiet muss unbedingt vermieden werden → Abhilfe bringt eine Rückschlagklappe (oder Rückschlagventil, ist aber teuer).

Die rechnerische Behandlung von solchen Anlagen scheitert unter Umständen daran, dass keine Gesamtpumpenkennlinie ermittelbar ist (wegen des Knicks).

1.1. Einsatzbereiche

Dort, wo Reserven gebraucht werden, z.B. in Krankenhäusern. Realisiert wird dies bei kleinen Anlagen, indem man 2 Volllastpumpen, also eine 200%-ige Kapazität installiert. Bei größeren Anlagen werden z.B. 3 Halblastpumpen (= 150 %) installiert, was u.U. energetisch günstiger ist.

1.2. Wirkungsgrad bei Parallelschaltung

Mit welchem Wirkungsgrad läuft die Einzelpumpe ? Kann aus Bild 2 abgelesen werden.

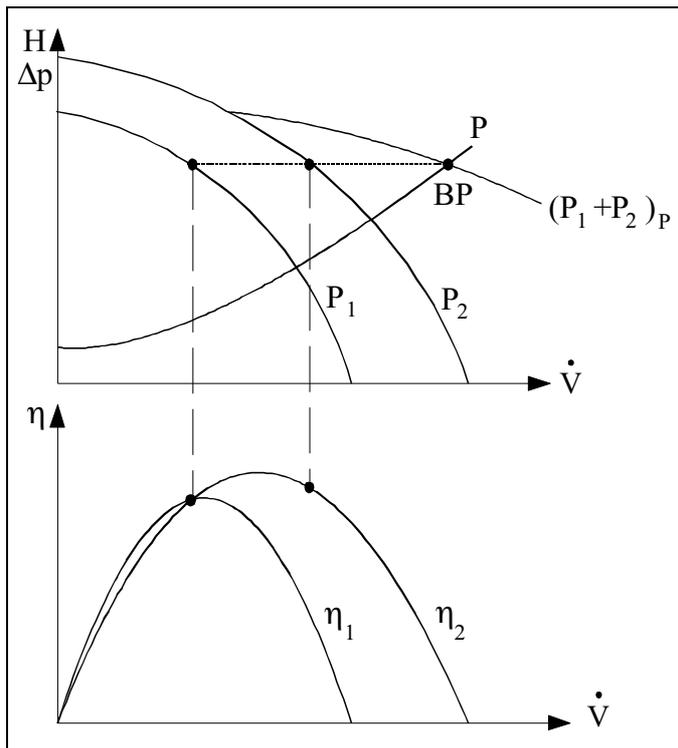


Bild 2 Wirkungsgrad

Gesamtwirkungsgrad (bei 2 Pumpen)

$$\eta = \frac{\sum P_N}{\sum P_W} = \frac{\sum P_N}{P_{W1} + P_{W2}} = \frac{\sum P_N}{\frac{P_{N1}}{\eta_1} + \frac{P_{N2}}{\eta_2}} = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot \dot{V}_{\text{ges}}}{\frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot \dot{V}_1}{\eta_1} + \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot \dot{V}_2}{\eta_2}}$$

$$\eta = \frac{\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dot{V}_{\text{ges}}}{\eta_1 \cdot \dot{V}_2 + \eta_2 \cdot \dot{V}_1}$$

Die zeichnerische Bestimmung des Gesamtwirkungsgrades ist nicht möglich.

2. Reihenschaltung von Kreiselpumpen

Die Gesamtkennlinie mehrerer in Reihe geschalteter Pumpen ergibt sich durch Addition der Förderhöhen der einzelnen Pumpen bei jeweils gleichem Förderstrom.

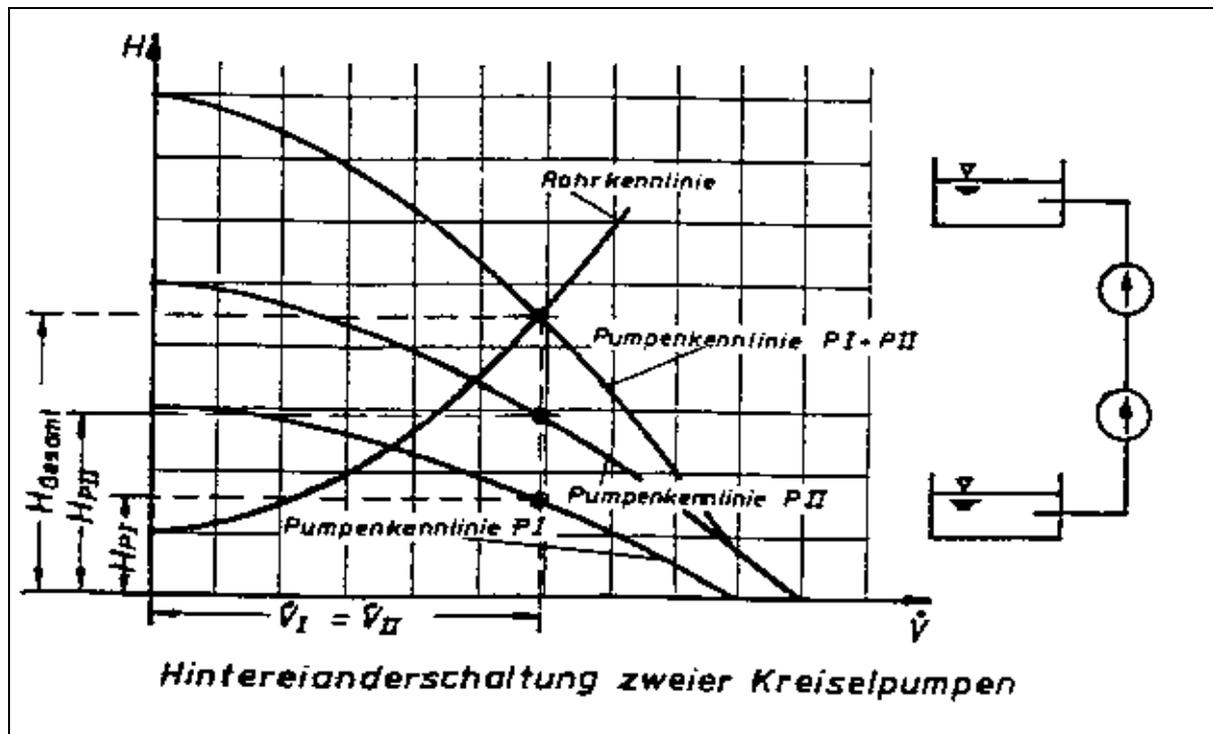


Bild 3 Reihenschaltung zweier Pumpen

Was passiert, wenn die Rohrkenlinie flacher wird ?

Ab dem Knick versucht die stärkere Pumpe P2 die schwächere Pumpe P1 anzutreiben.

1. P2 ist die obere Pumpe; Unterdruck in der Leitung und dadurch Kavitation
2. P2 ist die untere Pumpe; P1 und der Motor 1 würden von P2 angetrieben
→ ergibt Stromrückspeisung ins Netz (wirkt wie Generator) → darf nicht vorkommen

Abhilfe bringt ein Bypass mit Rückschlagklappe um die obere Pumpe herum.

2.1. Einsatzbereiche

Z.B. in Ölleitung von Wilhelmshaven nach Köln. Was wäre, wenn nur eine Pumpe in Wilhelmshaven geben würde ? Die Pumpe müsste sehr groß sein.

Problem

- bei einer Pumpe: sehr hoher Anfangsdruck nötig
- Wenn hinten eine Absperrarmatur wäre, müsste die ganze Rohrleitung auf die volle Nullförderhöhe ausgelegt werden.

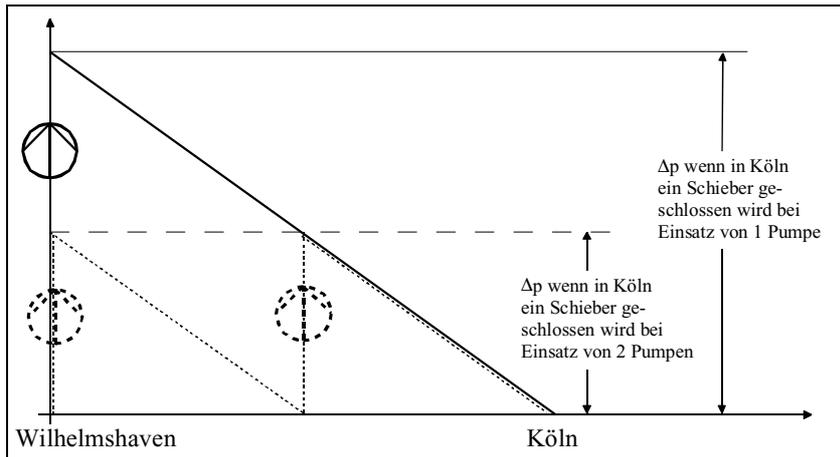


Bild 4 Beispiel Parallelschaltung

Lösung

- 2 Pumpen
- man muss aber die Kosten nachrechnen, ob eine dazwischen geschaltete Pumpe wirtschaftlich sinnvoll ist.

2.2. Gesamtwirkungsgrad (bei 2 Pumpen)

$$\eta = \frac{\sum P_N}{\sum P_W} = \frac{\sum P_N}{P_{W1} + P_{W2}} = \frac{\sum P_N}{\frac{P_{N1}}{\eta_1} + \frac{P_{N2}}{\eta_2}} = \frac{\rho \cdot g \cdot H_{\text{ges}} \cdot \dot{V}}{\frac{\rho \cdot g \cdot H_1 \cdot \dot{V}}{\eta_1} + \frac{\rho \cdot g \cdot H_2 \cdot \dot{V}}{\eta_2}}$$

$$\eta = \frac{\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot H_{\text{ges}}}{\eta_1 \cdot H_2 + \eta_2 \cdot H_1}$$

3. Anmerkungen

- Pumpen sind nur parallel geschaltet, wenn sie im Betrieb gleiche Förderhöhen bringen !
- Pumpen sind nur in Reihe geschaltet, wenn sie im Betrieb gleiche Volumenströme fördern!

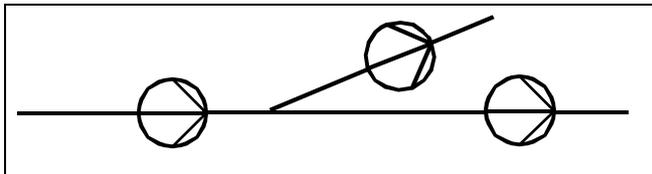


Bild 5 Beispiel Parallelschaltung oder Reihenschaltung?

Ist die skizzierte Schaltung eine Parallel- oder Reihenschaltung ? Kann man so nicht sagen !

Die beiden rechten Pumpen sind mit Sicherheit in Reihe zur linken Pumpe geschaltet, wie die beiden Pumpen zueinander geschaltet sind, weiß man nicht ! Es ist abhängig von der Rohrleitung (z.B. ob lang, ob kurz) und der Pumpengröße.

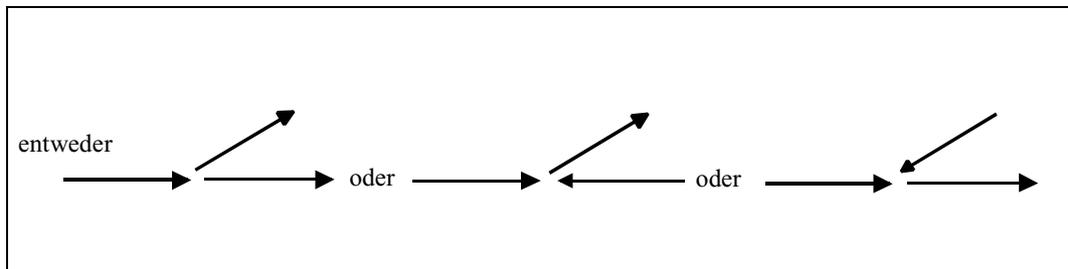
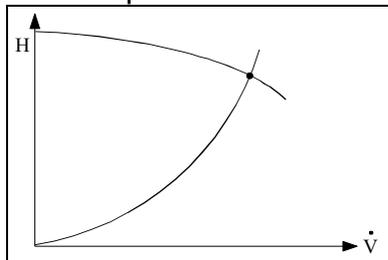


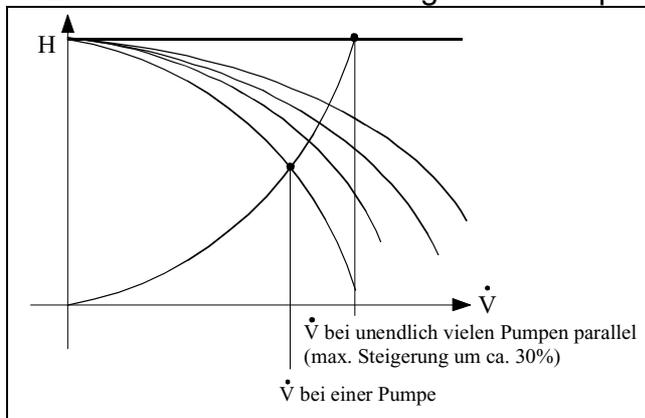
Bild 6 Verschaltung Parallelschaltung oder Reihenschaltung

4. Grenzbetrachtungen

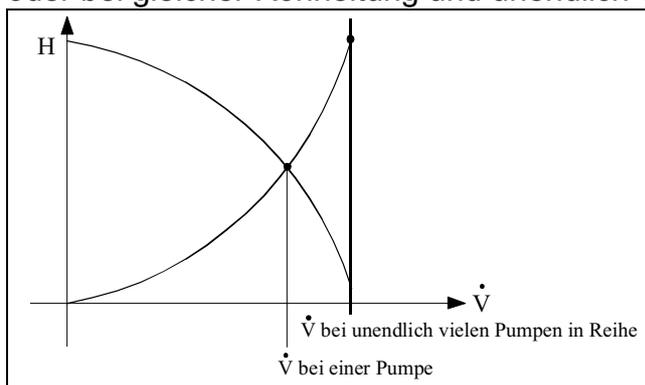
Betriebspunkt bei einer Pumpe in einer Rohrstrecke:



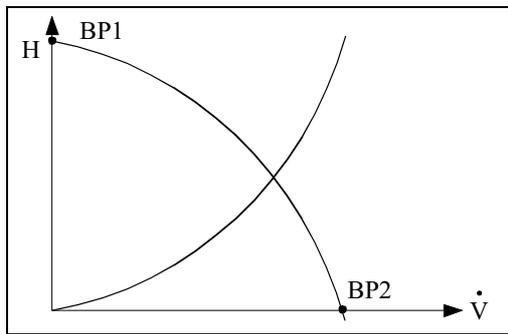
Jetzt werden unendlich viele gleiche Pumpen parallel geschaltet:



oder bei gleicher Rohrleitung und unendlich vielen Pumpen in Reihe:



Weitere Überlegung: Unendlich viele Rohrleitungen in Reihe oder unendlich viele Rohrleitungen parallel. Wo liegen die Volumenströme (Betriebspunkte) ?



unendlich viele Rohrleitungen in Reihe → BP1
unendlich viele Rohrleitungen parallel → BP2

Quelle: Datenpool IfHK, FH Wolfenbüttel