

## 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.

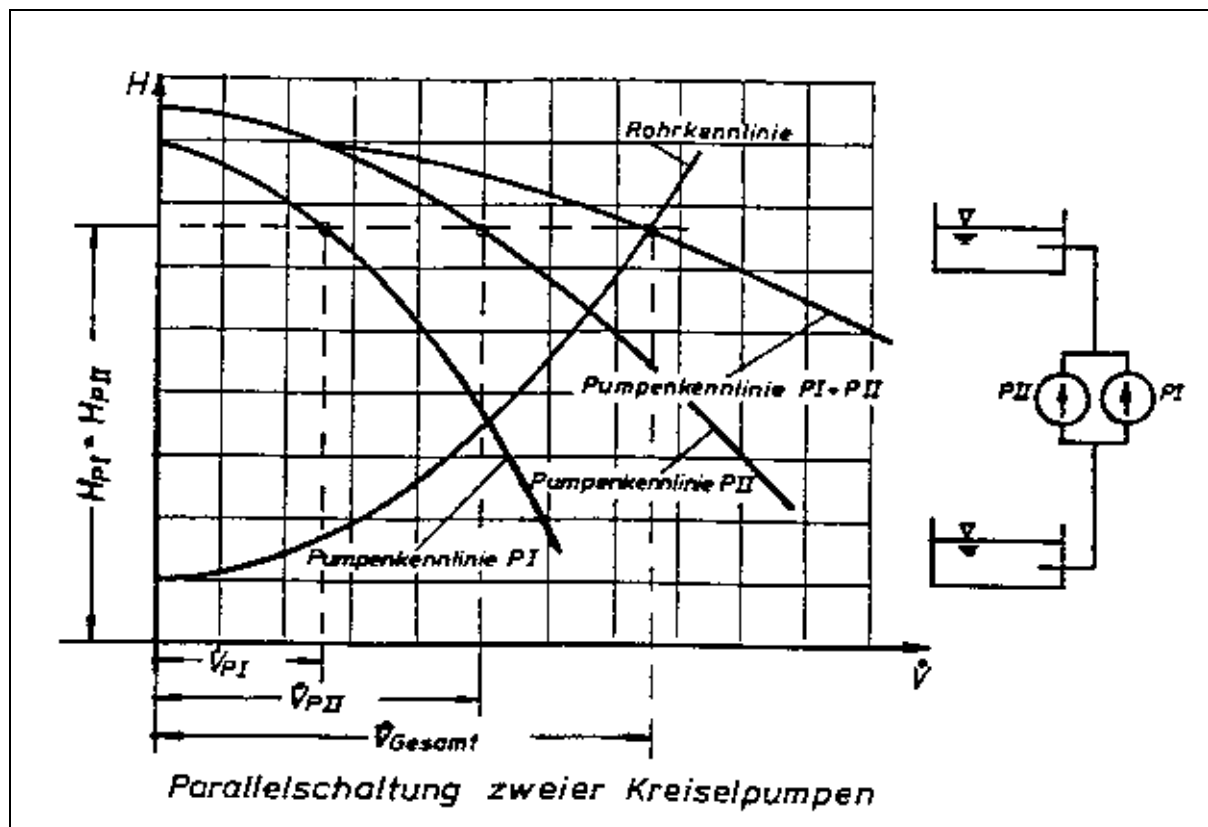


Bild 1 Parallelschaltung zweier Pumpen

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.

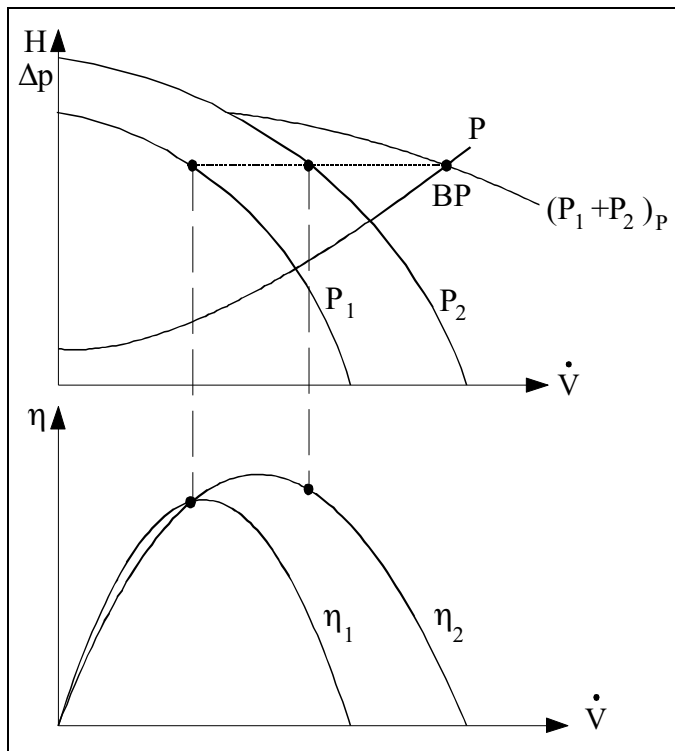


Bild 2 Wirkungsgrad

### 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.

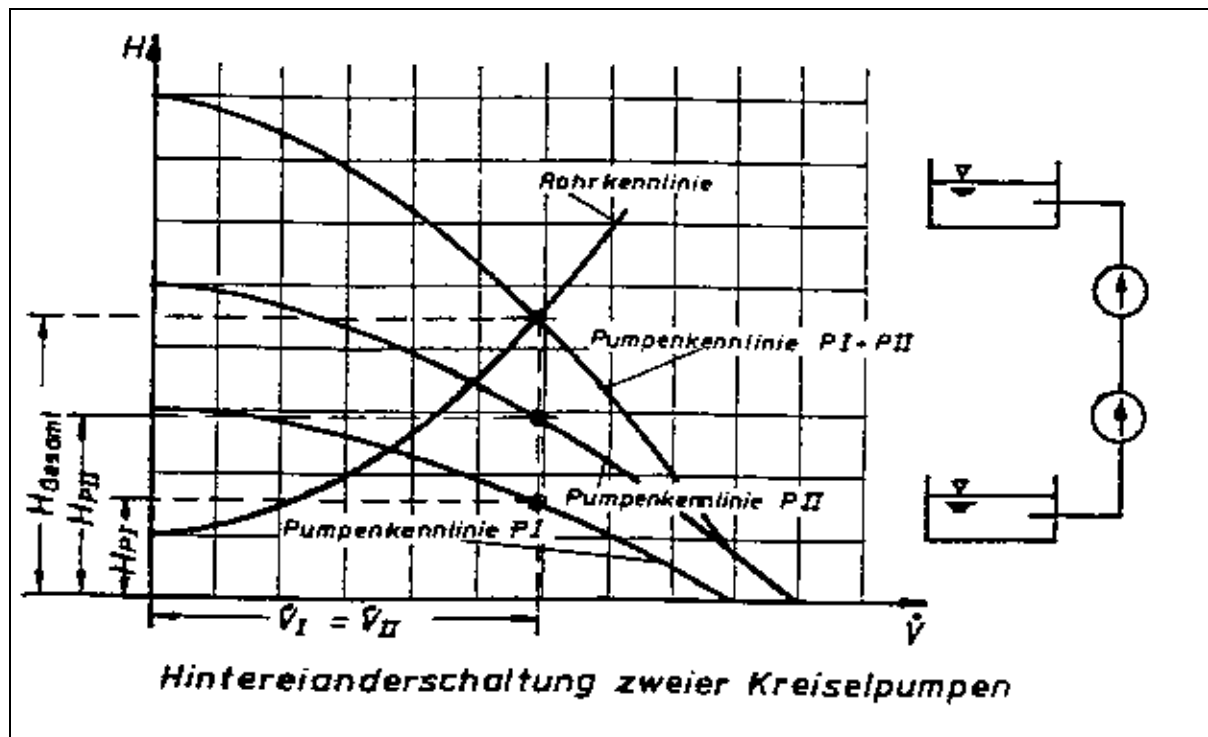


Bild 3 Reihenschaltung zweier Pumpen

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.

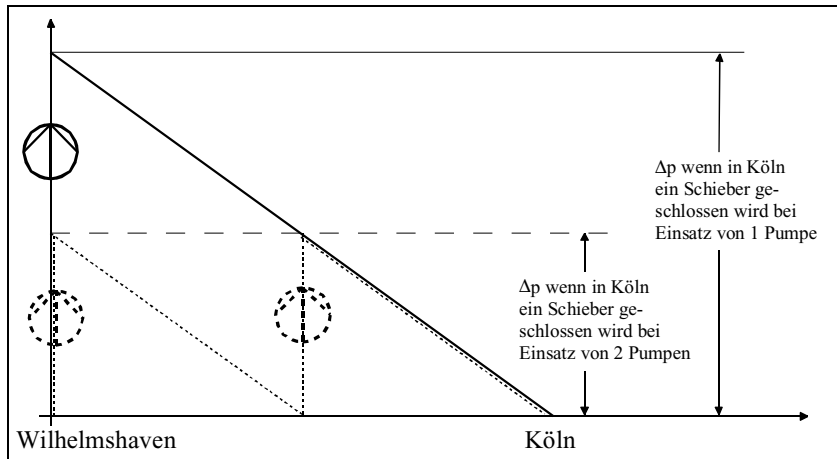


Bild 4 Beispiel Parallelschaltung

## 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!

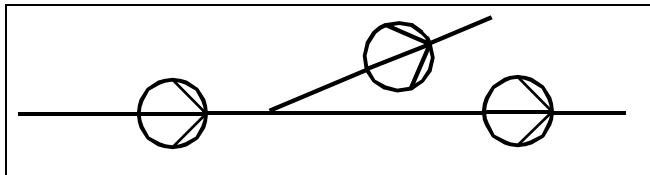


Bild 5 Beispiel Parallelschaltung oder Reihenschaltung?

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.

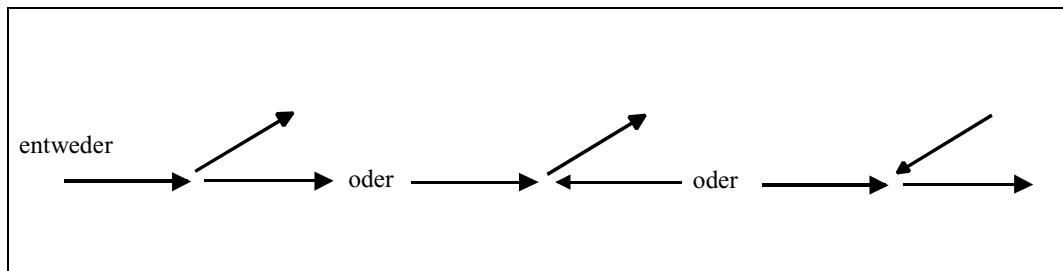
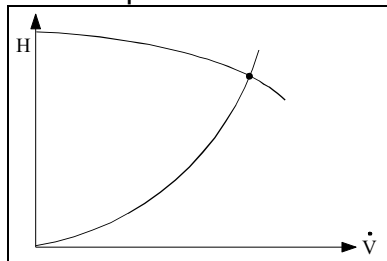


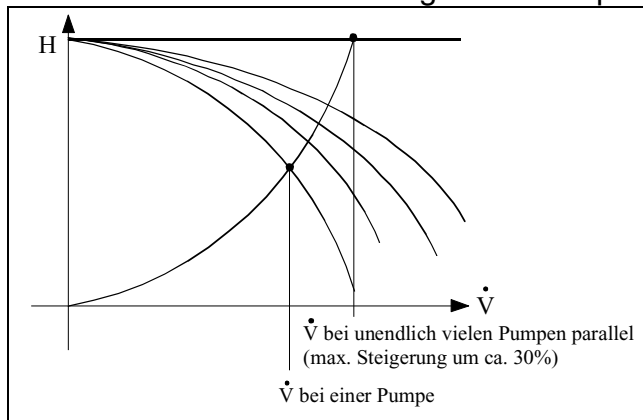
Bild 6 Verschaltung Parallelschaltung oder Reihenschaltung

## 4. Grenzbetrachtungen

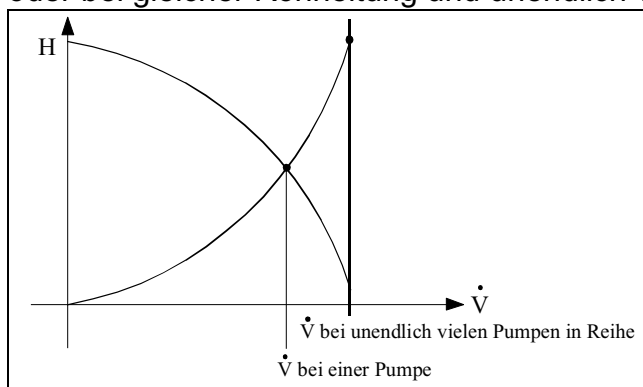
Betriebspunkt bei einer Pumpe in einer Rohrstrecke:



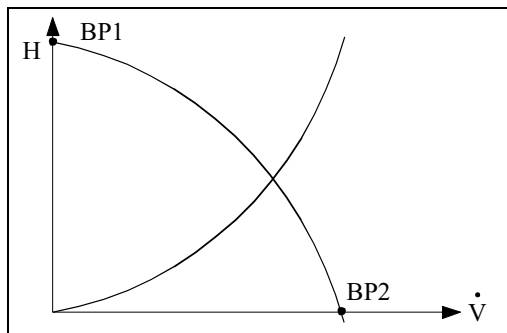
Jetzt werden unendlich viele gleiche Pumpen parallel geschaltet:



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