

# Messung von Pumpenwirkungsgrad

Workshop TopMotors

# Zu meiner Person



## Ausbildung:

- Zimmermann
- Hochbauzeichner
- Umweltingenieur

## Firma:

- Electrosuisse
  - Beratung, Engineering & Energietechnik



# Beurteilung des Pumpenwirkungsgrad am Beispiel Alpamare



# Ausgangslage

- Diverse Pumpen sollen ersetzt werden (Wasserrutsche)
- Aktuelle Motoren IE1, EFF3 zum Teil auch älter
- Elektrische Leistung: 11 bis 17 kW
- Fördermenge: 75 bis 250 m<sup>3</sup>/h pro Pumpe
- Förderhöhe: 10m
- Anlage in Betrieb: 4'380h/a (nicht immer alle Pumpen in Betrieb)
- Analyseumfang: 21 Pumpen, 9 gemessen

# Effizienzpotenzial beim Pumpenersatz



- **Auslegung:** Anlage auf effektive Rahmenbedingungen auslegen (Wasserbedarf, Wärmebedarf)
- **Verluste:** Anlage auf minimale Energieverluste auslegen (kurze Leitungen mit grossem Querschnitt, keine unnötigen Drosseln und Bögen)
- **Variabler Betrieb:** Wassermenge und Druck dem Bedarf anpassen (bedarfsabhängige Steuerung)
- **Frequenzumrichter:** Drehzahl des Antriebsmotors regulieren (statt Drossel oder Stufenschaltung)
- **Effizienter Motor:** Antriebsleistung und Drehzahl an Pumpe und Bedarf anpassen

Quelle: Merkblatt 23 Pumpen

# Zwei Einstiegsfragen

- **Wie gross sollte der Pumpenwirkungsgrad sein?**
  - Nassläuferpumpe
  - Trockenläuferpumpe  
(mit IE 3 Motor, 11 bis 17 kW)
  
- **Was für ein Einfluss hat der FU auf den Pumpenwirkungsgrad?**
  - Gross
  - Mittel
  - Klein
  - Unterschiedlich (in Abhängigkeit von Pumpenalter)

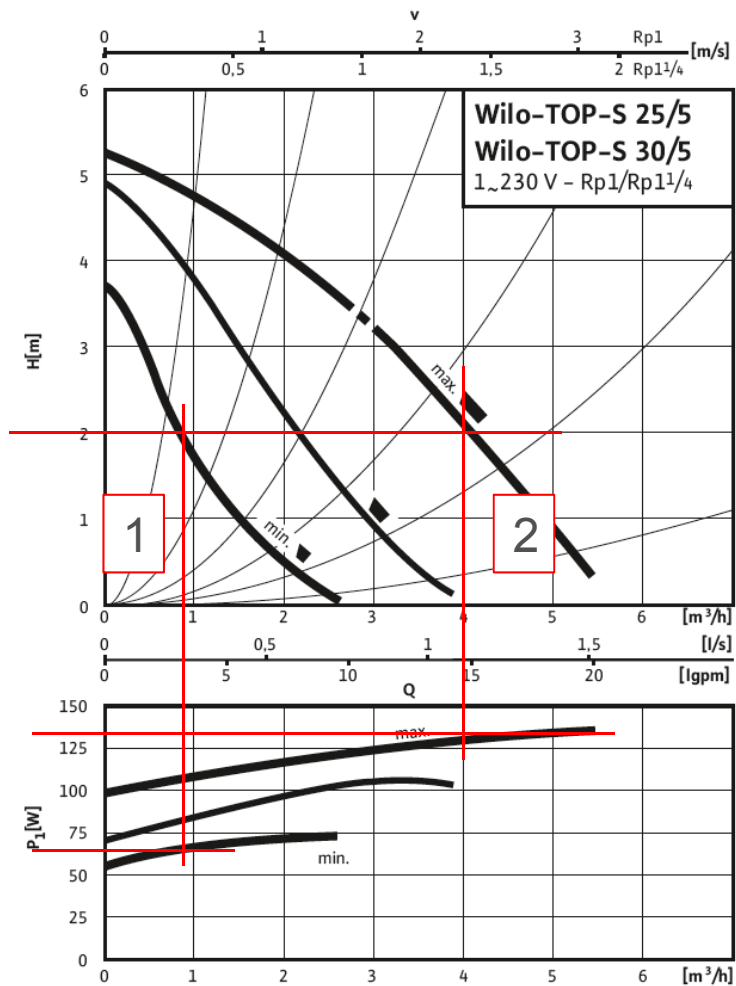
# Auslegung überprüfen:

- Wie? Durch das zeitgleiche Messen der Pumpenfördermenge, der aufgenommenen Elektrischen Leistung und der Förderhöhe kann der Pumpenwirkungsgrad berechnet werden.

$$\eta_p = \frac{\dot{Q} * H * \rho}{367 * P_2}$$

- $\eta_p$  = *Pumpenwirkungsgrad*
- $\dot{Q}$  [m<sup>3</sup>/h] = *Förderstrom*
- $H$  [m] = *Förderhöhe*
- $P_2$  [kW] = *Leistung an der Pumpenwelle*
- 367 = *Umrechnungskonstante*
- $\rho$  [kg/dm<sup>3</sup>] = *Dichte des Fördermediums*

# Pumpenkennlinienfeld



- V1  
–  $(0.9 \text{ m}^3/\text{h} * 2 \text{ m} * 1 \text{ kg}/\text{dm}^3) / (367 * 0.05 \text{ kW})$   
= 9.8%
- V2  
–  $(4.0 \text{ m}^3/\text{h} * 2 \text{ m} * 1 \text{ kg}/\text{dm}^3) / (367 * 0.05 \text{ kW})$   
= 43.5%



# Durchflussmenge



# Leistungsmessung



kW = 16.9  
kVA = 22.5  
PF = 0.75

# Messresultate von drei Bahnen

## Rutschbahn A

Pumpe	Drossel- klappe	$\Sigma \text{ kW}_{\text{Pe}}$	$\text{m}^3/\text{h}$	$\text{W}/\text{m}^3$	Pumpenwirkungsgr ad [ $\eta$ ]
C1	90°	14.9	314	47	74%
C1	60°	15.3	269	57	61%
D1	90°	16.0	340	47	74%
D1	60°	16.1	330	49	72%

Der Pumpenwirkungsgrad erreicht die Mindestanforderung

# Messresultate von drei Bahnen

## Rutschbahn B

Pumpe	Drossel- klappe	$\Sigma \text{ kW}_{\text{Pe}}$	$\text{m}^3/\text{h}$	$\text{W}/\text{m}^3$	Pumpenwirkungsgr ad [ $\eta$ ]
A1	90°	13.2	102	129	27%
A1	60°	12.9	88	147	24%
C1 FU, 43 Hz	90°	11.5	58	198	18%
C1 FU, 43 Hz	60°	11.7	59	198	18%
D1	90°	12.9	106	122	29%
D1	60°	12.5	88	142	25%
A1/D1	90°	16.7	199	84	42%
A1/D1	60°	15.9	176	90	39%
A1/C1 FU	90°	15.1	159	95	37%
A1/C1 FU	60°	15.1	157	96	36%
C1 FU /D1	90°	14.4	149	97	36%
C1 FU /D1	60°	14.5	147	99	35%

Der Pumpenwirkungsgrad ist schlecht bis sehr schlecht

# Messresultate von drei Bahnen

## Rutschbahn C

Pumpe	Drosselklappe	$\sum \text{kW}_{Pe}$	m <sup>3</sup> /h	W/m <sup>3</sup>	Pumpenwirkungsgrad [ $\eta$ ]
M115 B	90°	18.0	232	78	45%
M115 B	60°				
M115 C	90°	17.3	50	346	10%
M115 C	60°				
M115 D	90°	19.0	226	84	42%
M115 D	60°				
M115 B/D	90°	26.0	350	74	47%
M115 B/D	60°	25.8	245	105	33%
M115 C/D	90°	26.0	250	104	34%
M115 C/D	60°	25.2	212	119	29%
M115 B/C/D	90°	34.1	410	83	42%
M115 B/C/D	60°	26.5	235	113	31%

Der Pumpenwirkungsgrad ist schlecht bis sehr schlecht

# Zwei Einstiegsfragen

- **Wie gross sollte der Pumpenwirkungsgrad sein?**
  - Nassläuferpumpe, **in dieser Grösse nicht verfügbar**
  - Trockenläuferpumpe, **60 bis 80%**  
(mit IE 3 Motor, 11 bis 17 kW)
  
- **Was für ein Einfluss hat der FU auf den Pumpenwirkungsgrad?**
  - Gross **Keinen! Nur auf das System, weniger**
  - Mittel **Strom weil weniger gefördert!**
  - Klein
  - Unterschiedlich (in Abhängigkeit von Pumpenalter)

# Kundenauswahl Energietechnik



# Für eine sorglose Zukunft - Energietechnik

