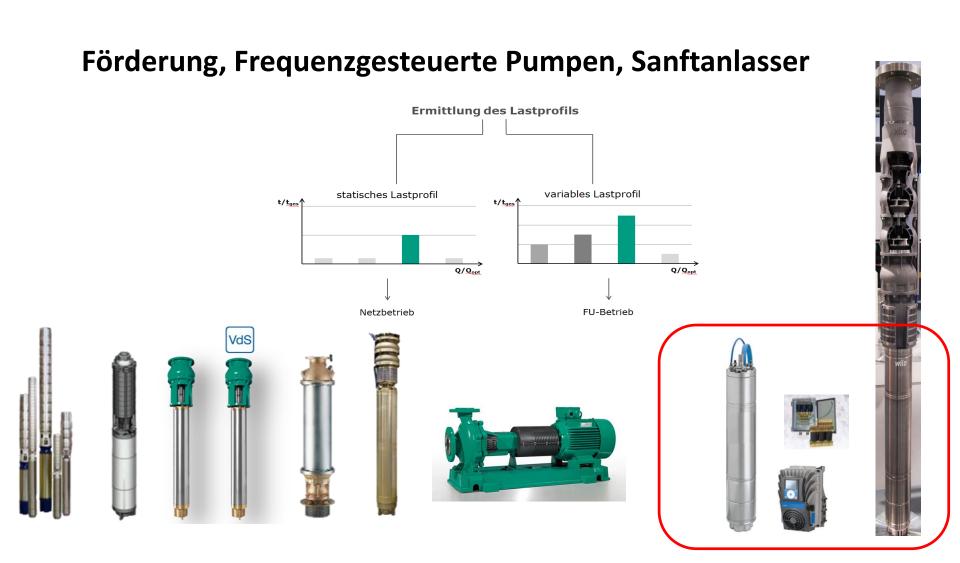
GW – Pumpen





Wasserwirtschaft





Was müssen wir bedenken? Schweizerischer Brunnenmeister-



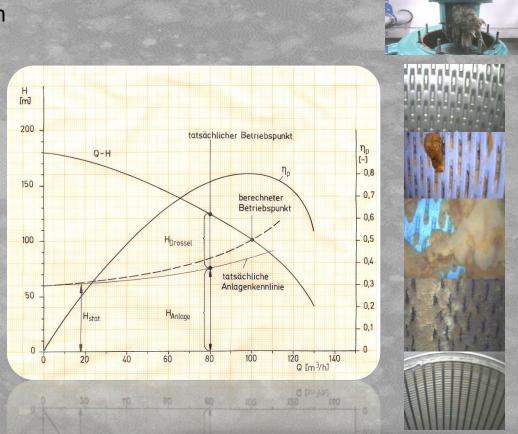
Zu wenig Wasser um die Feststoffe in den zu großen Kanälen zu transportieren. Verstopfungsgefahr

Wir regenerieren nicht mehr die Brunnen in dem Umfang wie es notwendig wäre.

Die Pumpen und Motoren arbeiten nicht mehr in den optimalen Betriebspunkten

Gesamtsystembetrachtung

Ziel: Energieeffizientere Wasserförderung!



Vertikalfilterbrunnen





Druckerhöhung





Druckmantelpumpe





Kompaktdruckerhöhungspumpe mit Normmotor und Frequenzumrichter

Wassertransport





Splitcasepumpe



Normpumpe



Unterwassermotorpumpe



Pumpen mit Normmotoren





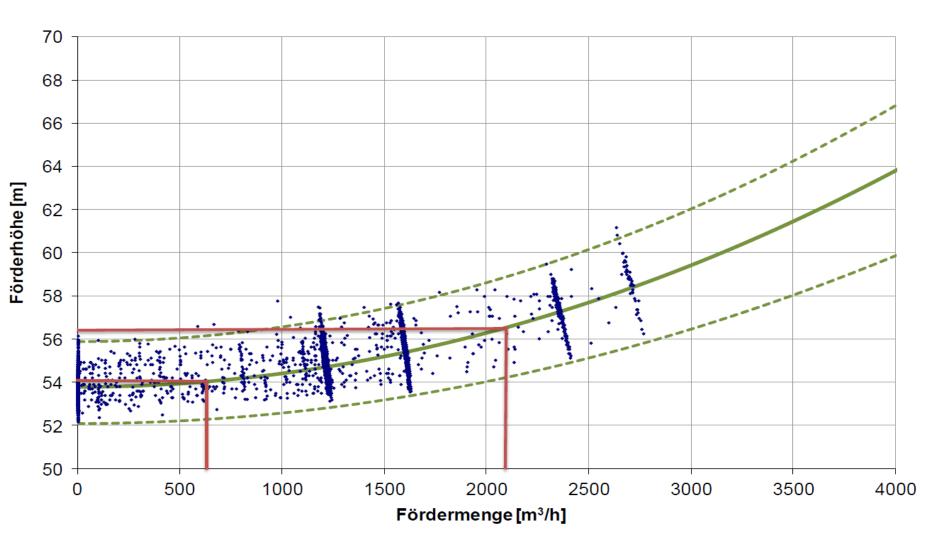
Energiekonzept Basel





Systemkennlinie





Optimierungsmöglichkeiten



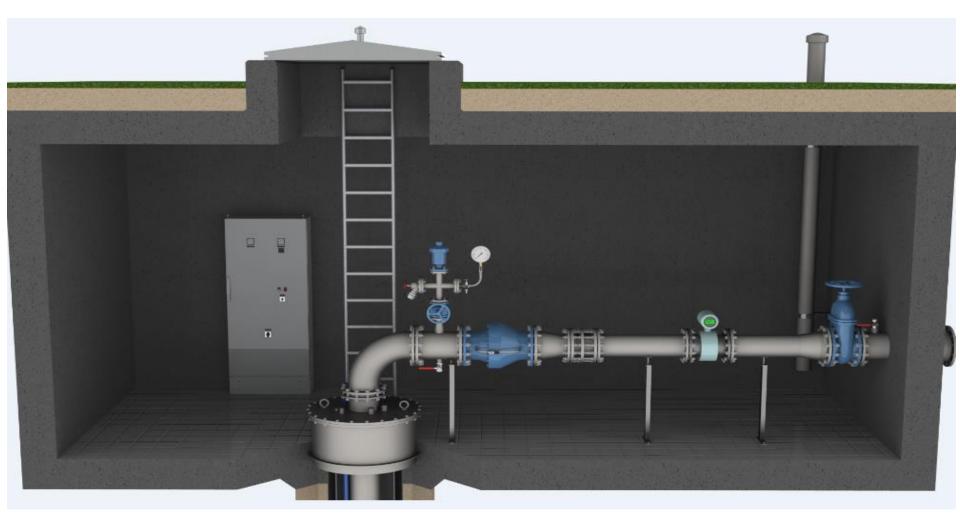
- 1.) Betriebspunkt der Pumpe optimieren (Q/H Linie Anlagenkennlinie
- 2.) Fördermenge / Förderhöhe reduzieren Frequenzumformer ?
- 3.) Betriebsstunden optimieren
- 4.) Pumpen mit hohen hydraulischen Wirkungsgrad einsetzen Beschichtungen
- 5.) Hoher Motorwirkungsgrad, durch hohe Effizienzklassen, Permanentmagnetmotoren
- 6.) Niedrige Leistungsverluste in Kabeln angehen bei langen Kabeln (größere Kabelquerschnitte)
- 7.) geringere Absenkungen im Brunnen angehen
- 8.) Brunnenregenerierungen zum richtigen Zeitpunkt
- 9.) Einsatz von Glaskugeln im Ringraum des Brunnens Transmissivität
- 10.) Geringere Reibungsverluste in Rohrleitungen
- 11.) Richtige Materialien einsetzen Korrosionsbeständigkeit Beschichtungen
- 12.) Verockerung in der Anlage minimieren
- 13.) richtige Positionierung der U Pumpe im Brunnen
- 14.) Zubehör beachten Kühlmantel, Kabelschellen, Pumpenzentrierung
- 15.) Serviceintervalle einplanen
- 16.) Fernüberwachung über Zentralrechner Wasser 4.0

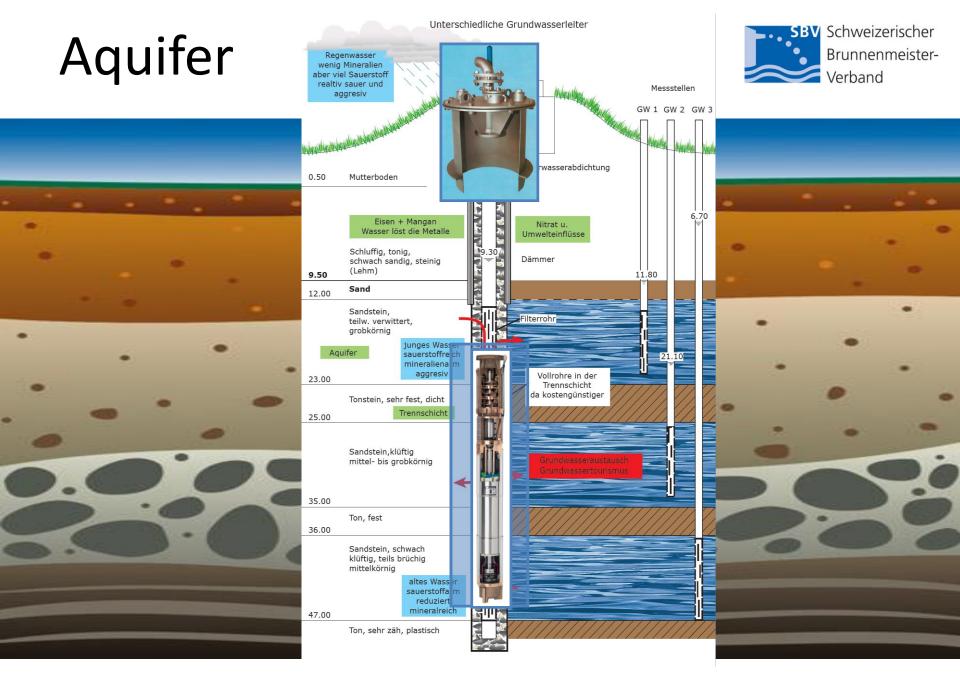
Ziel eine energieeffizientere Wasserförderung – Pumpen sollten dabei möglichst ständig laufen.



Die Brunnenstube mit Belüftungsanlage

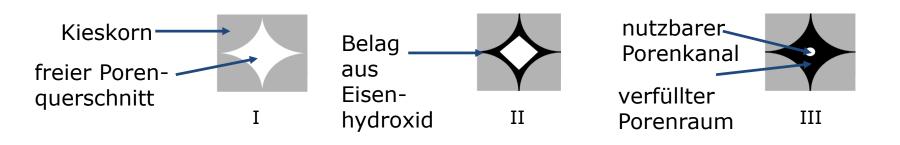


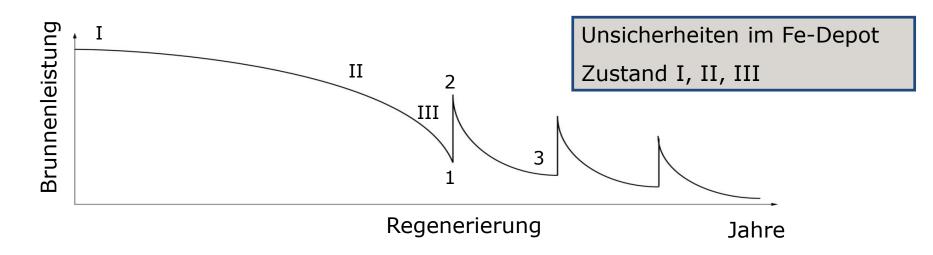




Zeitliche Entwicklung der Brunnenleistung







Brunnen-Modell

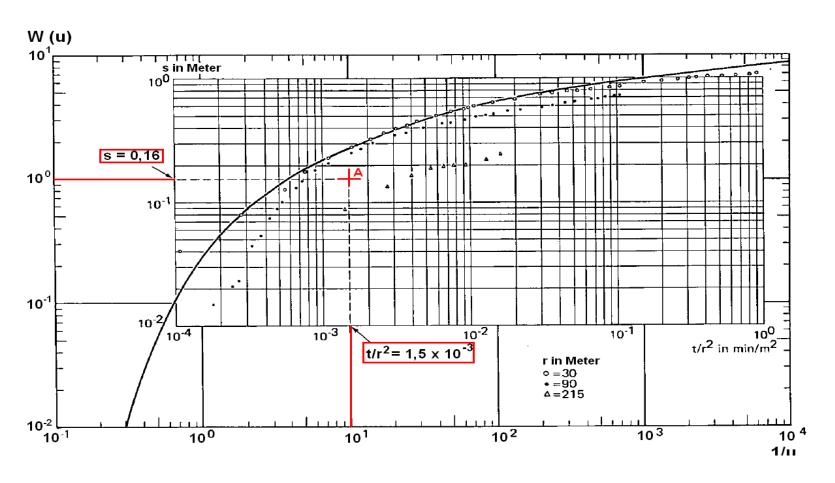




Gespannte GW-Verhältnisse & Instationäre Strömung

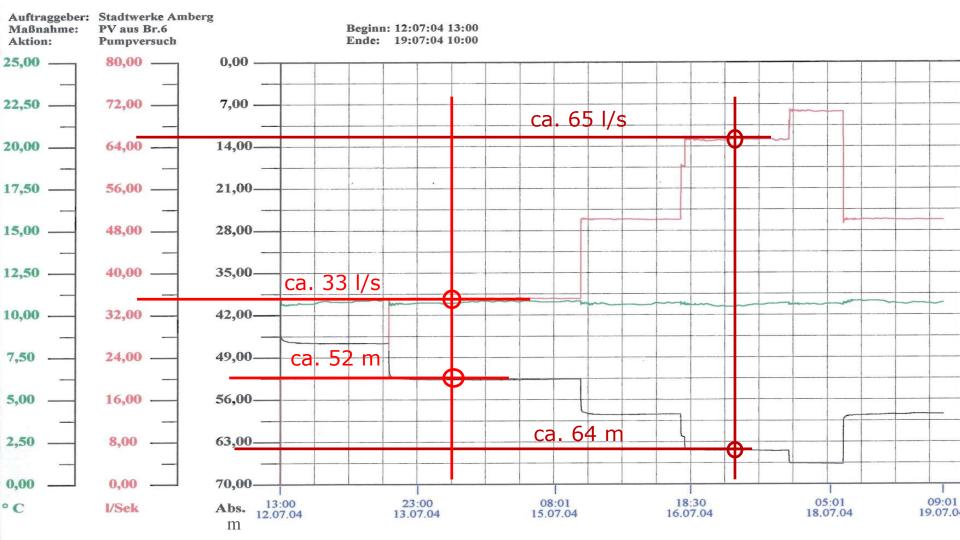


→ Auswertung nach Theis (1937)



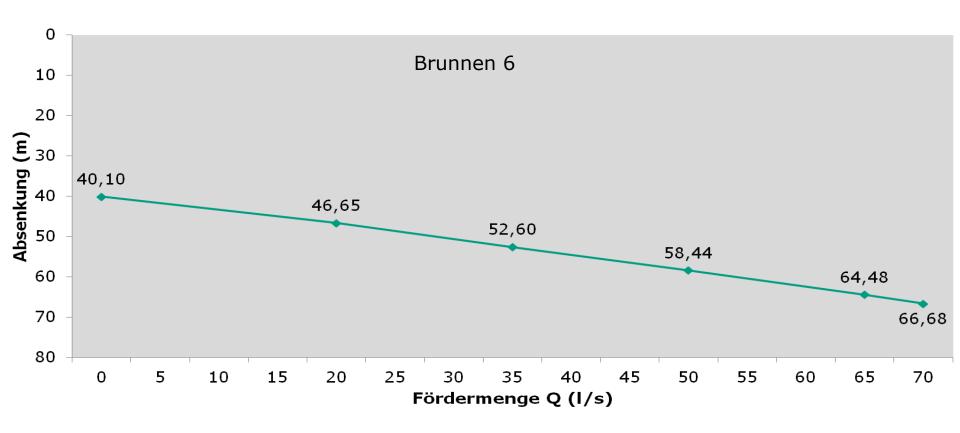
Der Pumpversuch





Der Pumpversuch

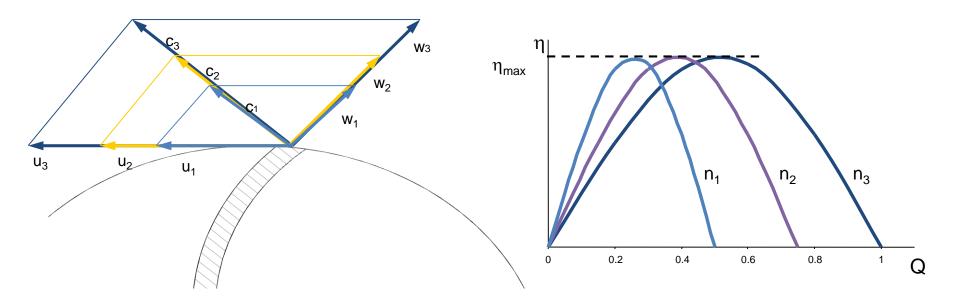




Das Ähnlichkeitsgesetz

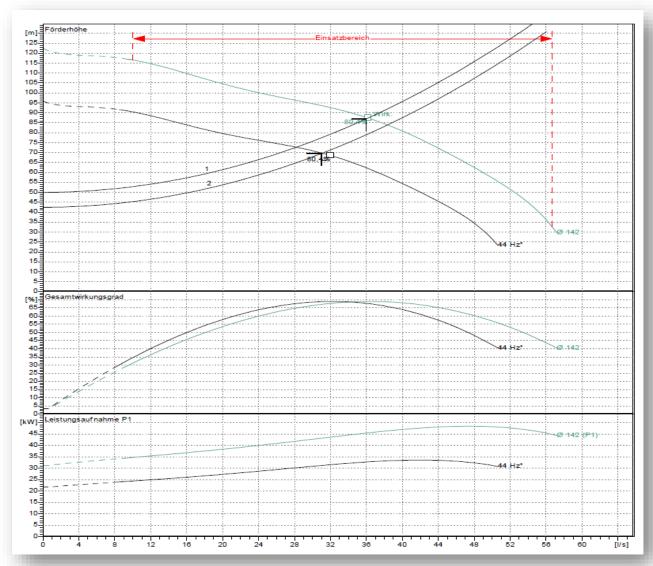


Bei Drehzahländerung bleiben die Geschwindigkeitsdreiecke ähnlich



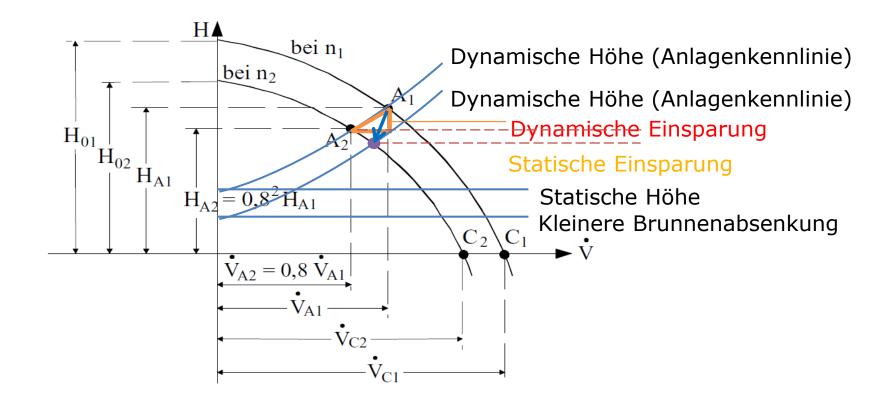
Über Frequenzumformer





Zeichnerische Ermittlung





Formeln



$$P_{Pumpe}(erf) = \frac{Q[m^3/h] \cdot H[m]}{367 \cdot \eta_{Pumpe}[1]}$$



$$\eta_P = \frac{1/\min \times H[m]}{45 \times 1,36 \times P_2}$$









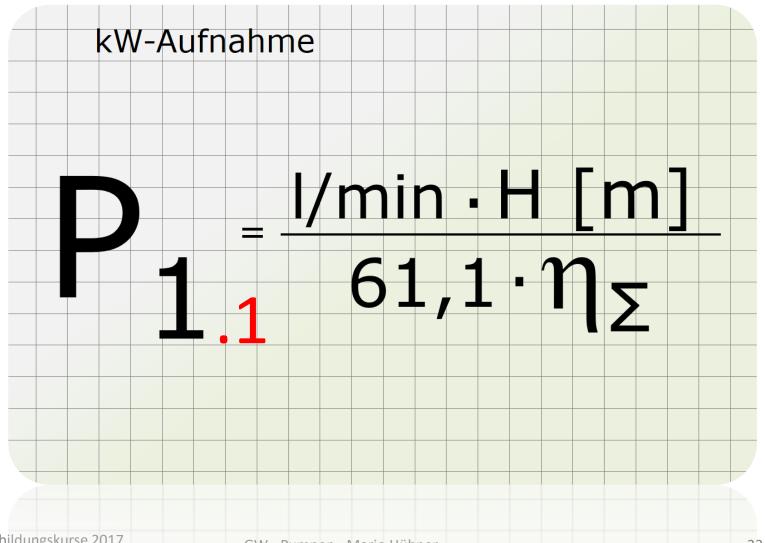






Betriebspunkt





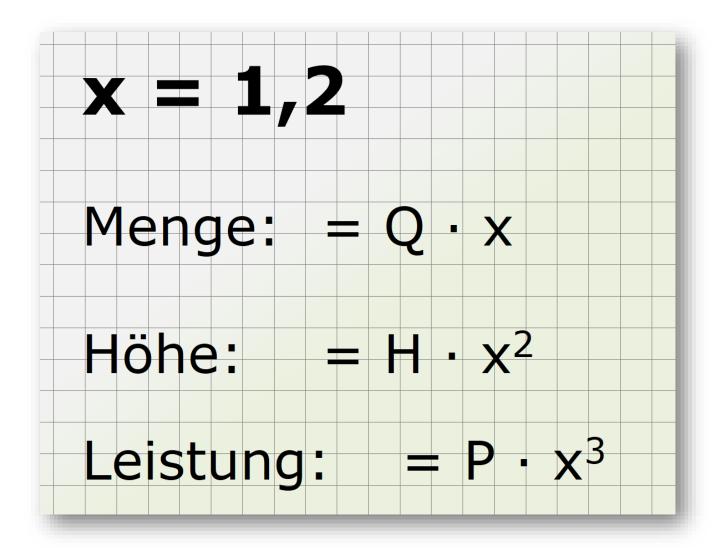
Verhältnis



Frequenz	Drehzahl
$\frac{60 \text{ Hz}}{50 \text{ Hz}} = 1.2$	$\frac{1740 \text{ min}^{-1}}{1450 \text{ min}^{-1}} = 1,2$
Frequenz und Dreh	zahl sind synchron

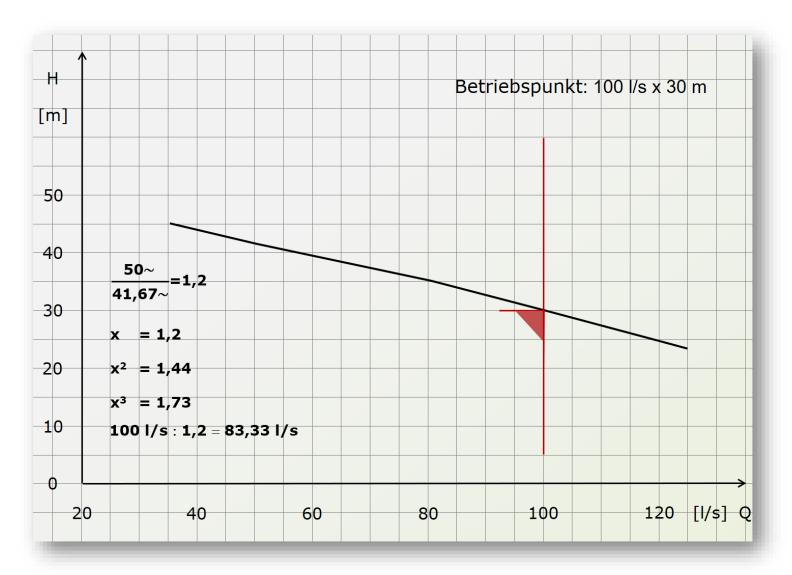
Verhältnis





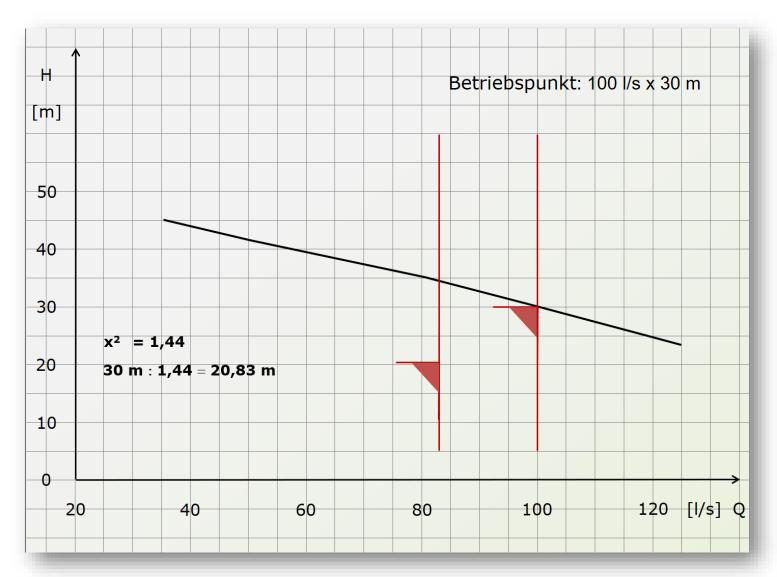
Ermittlung





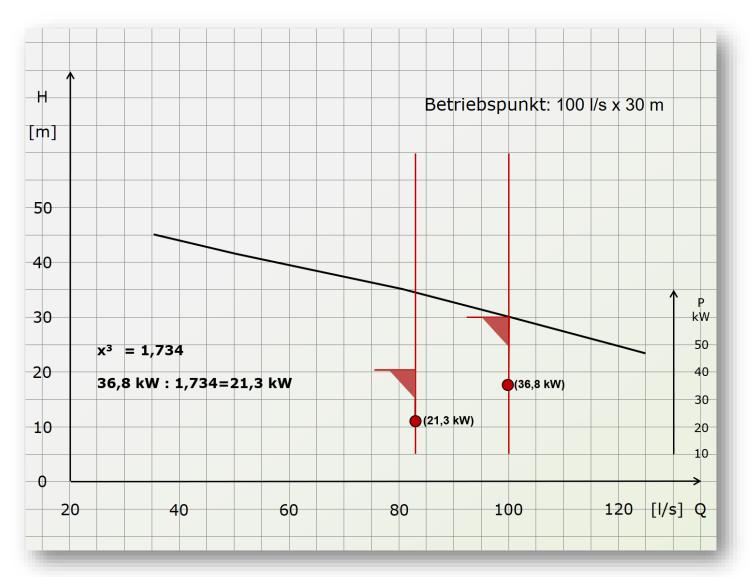
Ermittlung





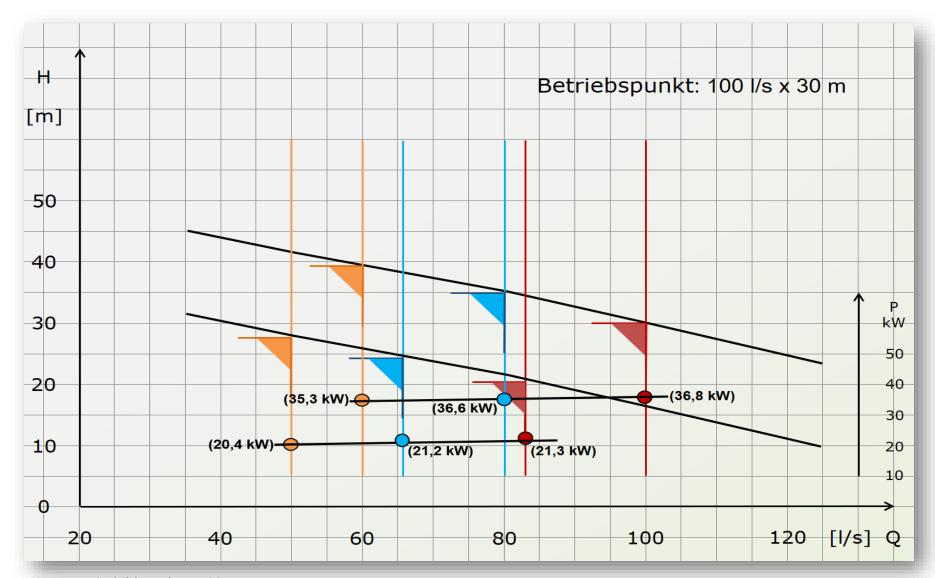
Ermittlung





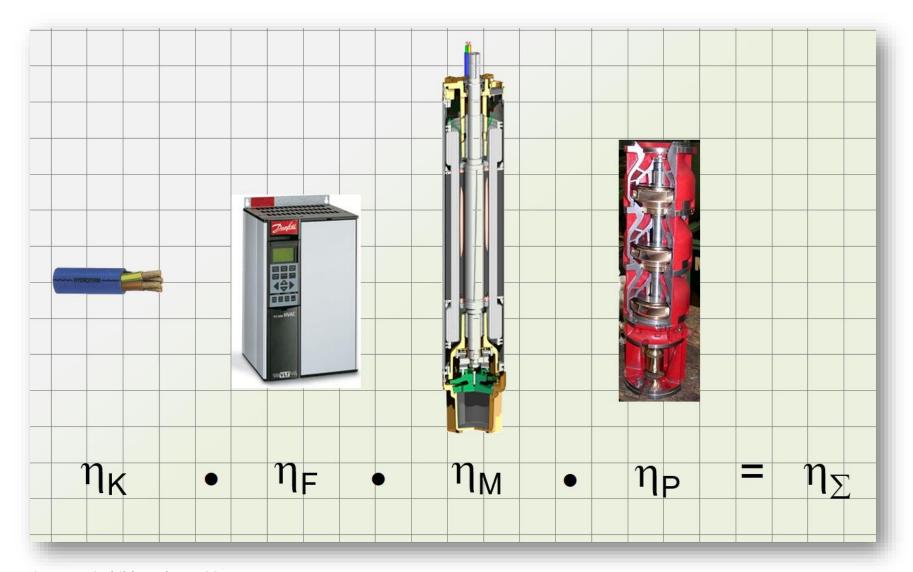
Beispiel





Gesamtwirkungsgrad



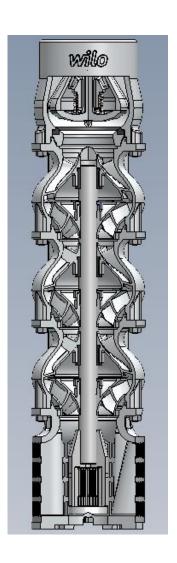




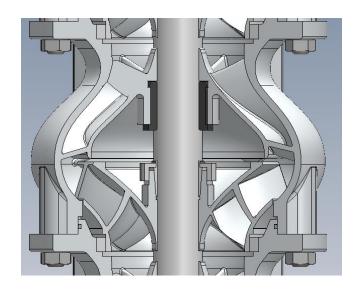


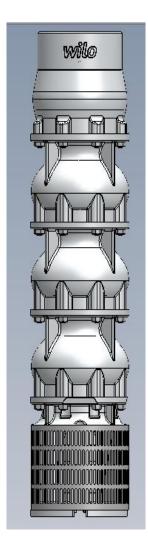
Zetos





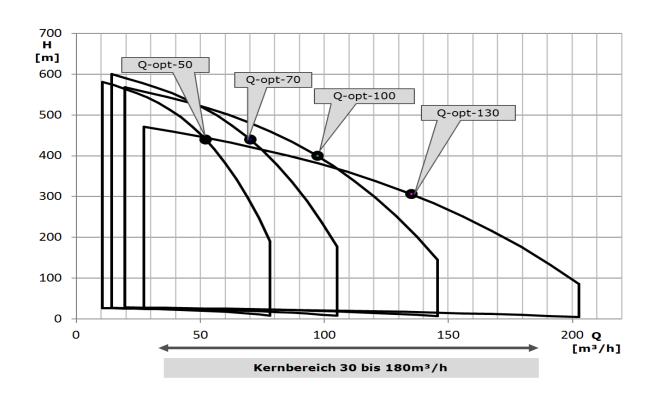
- Bis 18 Stufen
- Bis 600 m Förderhöhe
- Standardwerkstoff 1.4408
- Sonderwerkstoff 1.4517 Duplex
- Welle aus Duplexwerkstoff 1.4462
- Motorleistung im 8 Zollbereich bis 150 kW
- Motorleistung im 9 Zollbereich bis 220 kW





Feingusswerkstoff



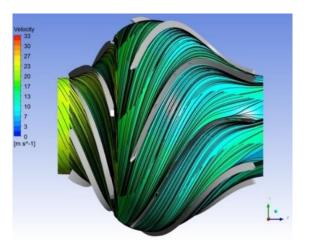


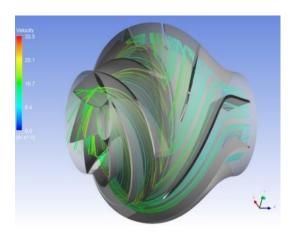




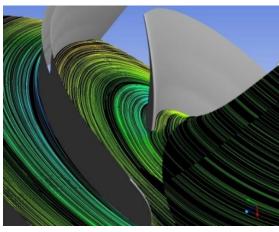
CFD – Auslegung

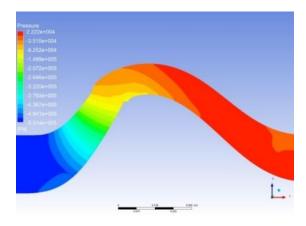














Verschiedene Motoren



Technik

Kühlung

Gekapselt

extern

Wiederwickelbar

PM-Motor Technologie

extern



Baugröße

Leistung

Wirkungsgrad Level

75-88%

4"-8"

0,25 - 150kW





aktiv - intern

6"-24"4-600kW
76-90%

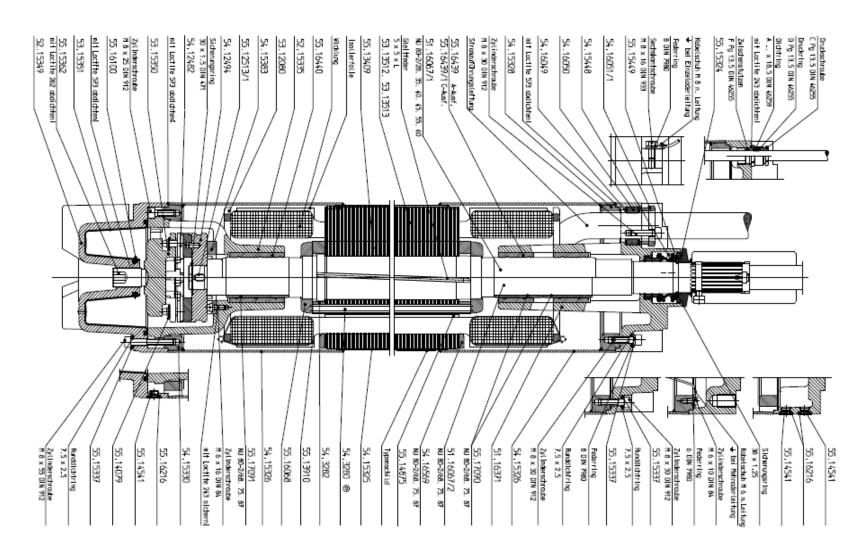
6"-12"

4-450kW

90-93 %

Asynchronmotor – NU 801





Wiederwickelbarer Stator & Permanentmagnet Rotor





Permanentmagnetmotoren



6 Zoll - Motor	6 Zoll Motor	6 Zoll Motor	Sept. 2015
4 - 7,5 kW	9,3 - 18,5 kW	22 - 37 kW	89 – 93 % eta Motor
8 Zoll - Motor	8 Zoll - Motor	8 Zoll - Motor	September 2016
37 – 75 kW	52 – 100 kW	75 – 150 kW	89 – 93 %

Systemwirkungsgrad bis 37 kW = eta Motor x eta FU

Es wurde ein FU – Wirkungsgrad von 97,8 % gemessen

Somit wird der jeweilige Motorwirkungsgrad momentan bis 37 kW

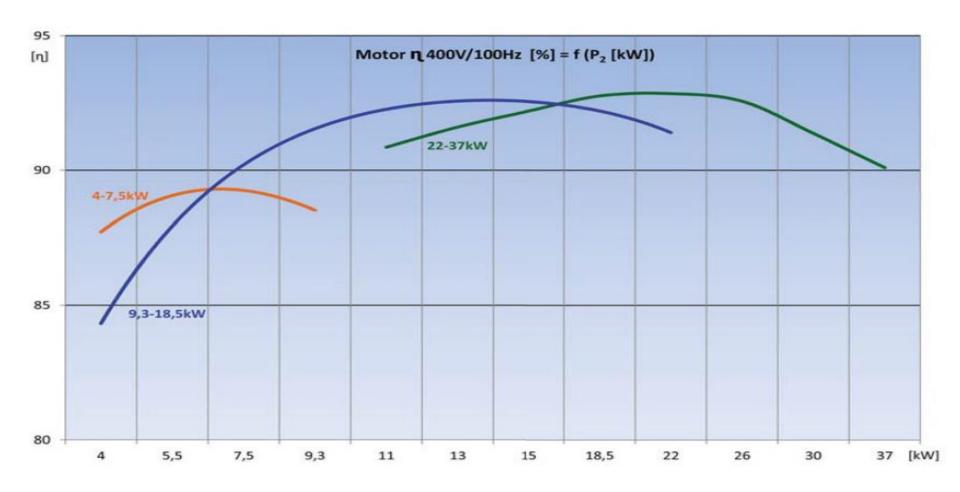
jeweils mit 97,8 % für den FU multipliziert.



Die Energieeffiziente Wasserförderung - Mario Hübner

Wirkungsgrad der Motoren





Motorendiagramm



Dateneingabe Spa	nnung Diag	ramm Motorueberwachung					
ID:	7823	Drehzahl Leerlauf:	2900	[min-1]	Ex-Kennzeichnung:	-	7
Datensatznummer:	M07670	Wirkungsgrad Last 125 %:	90,6	[%]	Ex-Nummer für Netzbetrieb:		
Gelöscht:	0	Wirkungsgrad Last 100 %:	90,7	[%]	Ex-Nummer für Umrichterbetrieb:	-	
Motorart:	NU	Wirkungsgrad Last 75 %:	91	[%]	FM-Nummer:	-	
Paketdurchmesser mit Baumuster:	711	Wirkungsgrad Last 50 %:	91	[%]	FM-Kennzeichnung:	-	
Polzahl:	2	Wirkungsgrad Last 25 %:	90,9	[%]	FM-Nummer Drehzahlregler:	-	
Paketlänge:	75	cos Last 125 %:	0,96		CSA-Kennzeichnung:	-	
Baumuster:	-	cos Last 100 %:	0,96		CSA-Nummer:	-	
Ausführung:	Sonder	cos Last 75 %:	0,96		CSA-Nummer Drehzahlregler:	-	
Motortyp:	NU 711-4/75	cos Last 50 %:	0,96		FTZU-Kennzeichnung:	-	
Bemessungsleistung [P2]:	75	[kW] cos Last 25 %:	0,96		FTZU-Nummer:	-	
Leistungsaufnahme [P1]:	83	[kW] cos phi Leerlauf:	0,950		FTZU-Nummer Drehzahlregler:	-	
Leerlaufleistung:	1,4	[kW] cos phi Anlauf:			Axiallast nach unten:	40000	[N]
Servicefaktor:	1	Frequenz:	50	[Hz]	Axiallast nach oben:	2000	[N]
Aufstellungsart:	H+V	Drehmoment Anlauf:	235	[Nm]	Motorfüllmenge:	5	[1]
Betriebsart Nass:	S1	Massenträgheitsmoment:	0,0064	[kgm²]	Motordurchmesser:	193,5	
Betriebsart Trocken:	•	Motortext:	RT-004		min. Strömung am Motor:	0,5	
max. Einsatztemperatur:	30	[°C] DXF-Zeichnung:	•		Schmiermittel Motorraum:	-	
Erwärmung im Betriebspunkt:	50	[°C] max. Einbautiefe:	350	[m]	Überwachungseinrichtung:	U28	
Drehzahl Last 125 %:	2900	[min-1] max. Schalthäufigkeit:	20		Isolierstoffklasse:	PE2 90°C	
Drehzahl Last 100 %:	2900	[min-1] Schaltpause:	3	[min]	Isolierstoffklasse:		
Drehzahl Last 75 %:	2900	[min-1] Baulänge:	1175	[mm]	Isolierstoffklasse:		
Drehzahl Last 50 %: Drehzahl Last 25 %:	2900	[min-1] Gewicht:	150	[kg]	Isolierstoffklasse: Isolierstoffklasse:		
Drenzani Last 25 %:	2900	[min-1] Bemerkung:	PM-Motor		Isolierstoffklasse:		
					Isolierstoffklasse:		
Motortyp	Paket Pole LaengeSp	annung Einschaltung Ausfuehrung	✓ Aktuelle Motore		Isolierstorikiasse.		
NU 711			- © 50 · · ·				
NO 711			C 60 Motor	rdaten laden			
Artikel Motortyp		ufstellung N T Einsatztemp Fr		pannung			
M07668 NU 711-4/100	100	H+V S1 - 30	50				
M07669 NU 711-4/150	150	H+V S1 - 30		blatt drucke	n		
▶ M07670 NU 711-4/75	75	H+V S1 - 30	50				

Energetische Betrachtung



$$E = \frac{Q \times H \times \rho \times h \times c}{367 \times \eta_{P} \times \eta_{M} \times \eta_{K} \times \eta_{FU}}$$

E = Energiekosten pro Jahr [€]

Q = Förderstrom im Betriebspunkt [m³/h]

H = Förderhöhe im Betriebspunkt [m]

 ρ = Dichte des Mediums [kg /dm³]

h = Betriebsstunden der Pumpe pro Jahr [h]

c = spezifischer Energiepreis [€/kWh]

η_P = Pumpenwirkungsgrad im Betriebspunkt

 η_{M} = Motorwirkungsgrad Betriebspunkt

η_K= Kabelwirkungsgrad (Leistungsverlust Kabel)

 $\eta_{FU} = Frequenzum formerwirkungsgrad$

Energetische Betrachtung



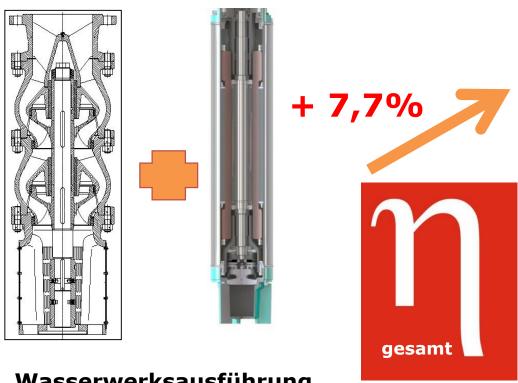
$$E = \frac{Q \times H \times \rho \times h \times c}{367 \times \eta_{P} \times \eta_{M} \times \eta_{K} \times \eta_{FU}}$$

- Man sollte versuchen eine fördermengenmäßig kleinere Pumpe einzusetzen
- Eine energetisch bessere Hydraulik
- Einen energetisch besseren Motor eventuell PM Motor
- Einen optimalen FU
- Einen größeren Kabelquerschnitt verwenden
- Die Pumpe möglichst viele Stunden pumpen lassen.

Ziel – günstigere Betriebskosten, lassen Sie es uns durchrechnen

Vergleich







NK - Bereich mit wiederwickelbaren

NU Motoren -

Asynchrontechnik



Wasserwerksausführung

Zetos - Bereich mit Wiederwickelbaren PM - Motoren -

Synchrontechnik

Gegenüberstellung



Gegenüberstellung – neue Pumpe + neuer Motor

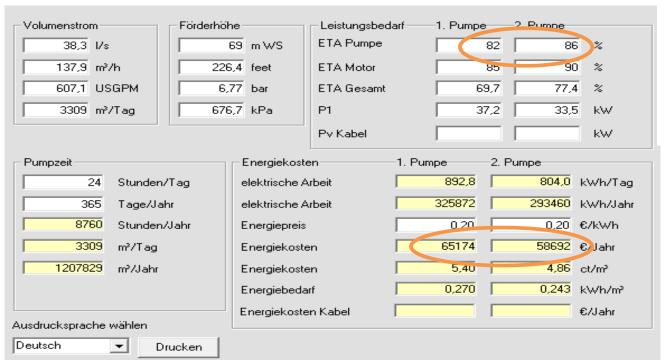
NK87-4 mit Ceram CT – Beschichtung – Eta Pumpe 82 %

+ NU 801T-2/45 (37 kW) 85 % Motorwirkungsgrad

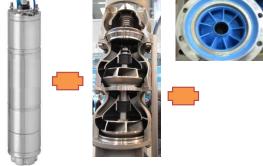
Zetos 4 stufig mit Ceram CT – Beschichtung – Eta Pumpe 86 %

+ PM - Motor (37 kW) 90 %

Systemwirkungsgrad = $Motor \times FU$



Gesamtwirkungsgrad steigt um 7,7 %



Energiekosten minimieren sich um **6500.-** Euro / Jahr

Gegenüberstellung





Anschaffungskosten des Aggregats: mit Ceram CT – Beschichtung

Gesamtkosten: 13.440.- Euro

Amortisation bei 24 Stunden Betrieb: 2 Jahre

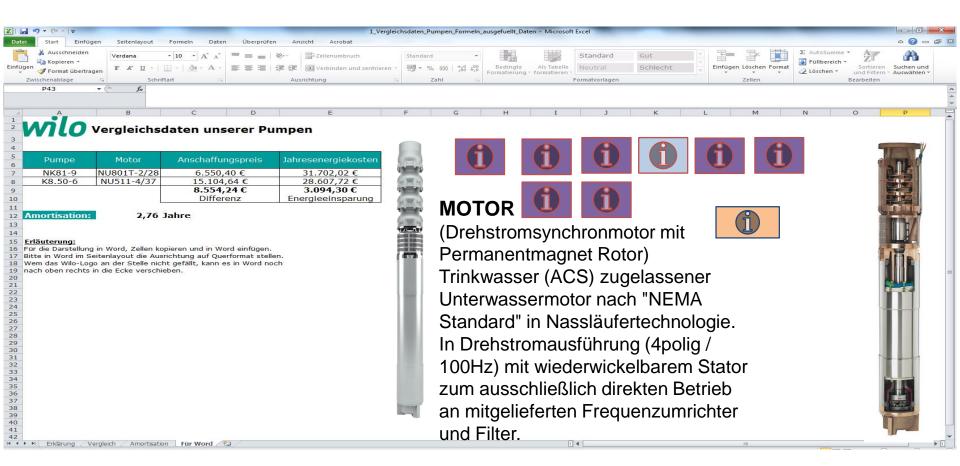
Amortisation bei 8 Stunden Betrieb: ca. 6 Jahre

Mit dem Berechnungsprogramm, können Sie Ihre Daten schnell

durchrechnen.

Wirtschaftlichkeitsberechnung





Wir schauen in ein umfangreiches Wirtschaftlichkeitsprogramm, dieses kann nicht zur Verfügung gesellt werden

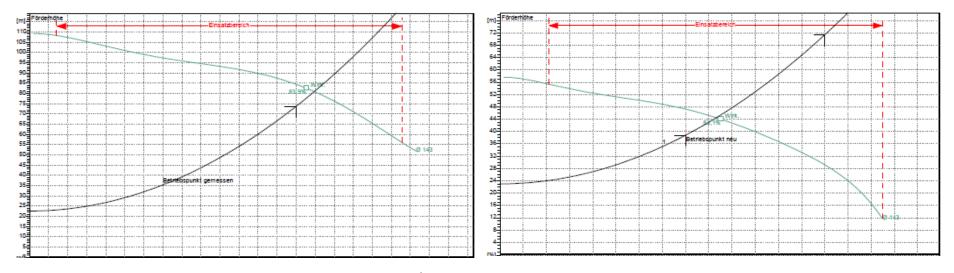
Daten	Aggregat 1	Aggregat 2	Aggregat 3
Pumpe		WILO K8.100-4	WILO K8.100-4
Motor	1216/37/2	NU511-4/37	NU801T-2/45
Nenndrehzahl (min -1)	2900	3000	2900
tats. Drehzahl (min -1)		2775	2921
Tagesfördermenge (m³)	800	800	800
Menge (l/s)	27,10	28,00	29,91
Förderhöhe (m)	73,7	73,7	80,9
$P_{1.1}$ (kW)	35	27	33
$P_{2.1}$ (kW)	29	24	28,5
eta FU*	100,0%	100,0%	100,0%
Energiekosten (€/kWh)	0,2	0,2	0,2
eta Pumpe	67,5%	84,3%	83,2%
eta Motor	83,0%	89,0%	86,5%
eta Gesamt	56,0%	75,1%	72,0%
Laufzeit (h/Tag)	8,2	7,9	7,4
Energiebedarf (kWh/m³)	0,36	0,27	0,31
Jahresenergiekosten	20.951,21 €	15.642,86 €	17.898,14 €

Anlage komplett überdacht



Es ist auf der Länge von ca. 1,8 km eine Druckleitung DN150 Mat. PVC verlegt worden. Durch die derzeitige Fördermenge von Q= 28l/s entsteht eine hohe Fließgeschwindigkeit in der Druckleitung von ca. 1,7 m/s.

Die Rohrleitungsverluste sind dabei sehr hoch (50,7 m).



Wir empfehlen die Fördermenge auf ca. 16 l/s zu reduzieren. Es ergibt sich eine Fließgeschwindigkeit von 1,0 m/s. Der dynamische Teil kann somit deutlich reduziert werden. Es ergibt sich ein neuer Betriebspunkt von Q= 16 l/s bei 38 mWs. Es kann eine kleinere Pumpenhydraulik mit deutlich weniger Leistung verwendet werden.

Daten	Aggregat 1	Aggregat 2	Aggregat 3
Pumpe		WILO K8.70-2	WILO K8.70-2
Motor	1216/37/2	NU511-4/18	NU611T-2/13
Nenndrehzahl (min -1)	2900	3000	2900
tats. Drehzahl (min -1)		2652	2921
Tagesfördermenge (m³)	800	800	800
Menge (l/s)	27,10	16,00	18,67
Förderhöhe (m)	73,7	38,7	44,4
$P_{1.1}$ (kW)	35	8,5	11,9
$P_{2.1}$ (kW)	29	7,4	9,8
eta FU*	100,0%	100,0%	100,0%
Energiekosten (€/kWh)	0,2	0,2	0,2
eta Pumpe	67,5%	82,0%	82,9%
eta Motor	83,0%	87,2%	82,5%
eta Gesamt	56,0%	71,5%	68,4%
Laufzeit (h/Tag)	8,2	13,9	11,9
Energiebedarf (kWh/m³)	0,36	0,15	0,18
Jahresenergiekosten	20.951,21 €	8.618,06 €	10.339,82 €

Ergebnis



Durch den Wechsel auf eine ZETOS K8.70-2 können zukünftig die Energiekosten deutlich gesenkt werden. Im Vergleich beider Motorvarianten empfehlen wir auf lange Zeit gesehen den Permanentmagnetmotor.

Durch das "HE-System" können Sie in Zukunft die Anlage noch besser auf Ihren Bedarf hin regeln. Nach der Amortisation der Maschinen können auf die nächsten 10 Jahre gerechnet ca. 17.000,00€ an Energiekosten gegenüber einem Asynchronmotor einsparen.

Vergleichen wir den aktuellen Stand mit der effizientesten Variante mit Permanentmagnetmotor beträgt die Ersparnis 20.951,00 € - 8.618,00 € = 12.333,00 € / Jahr.

Auf 10 Jahre betrachtet ergibt sich eine Energiekosteneinsparung von 123.330,00 €.

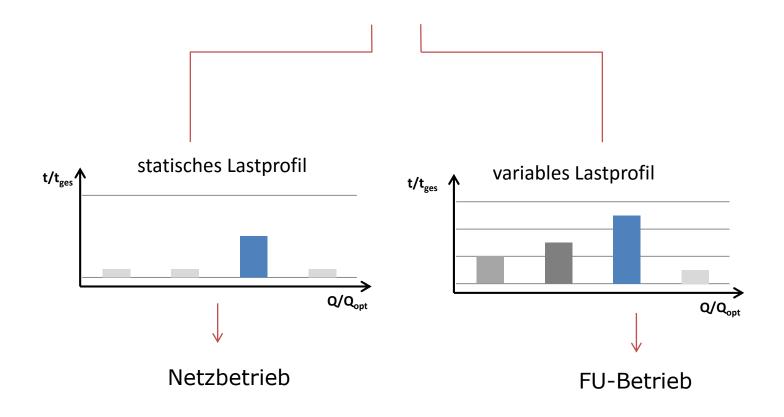






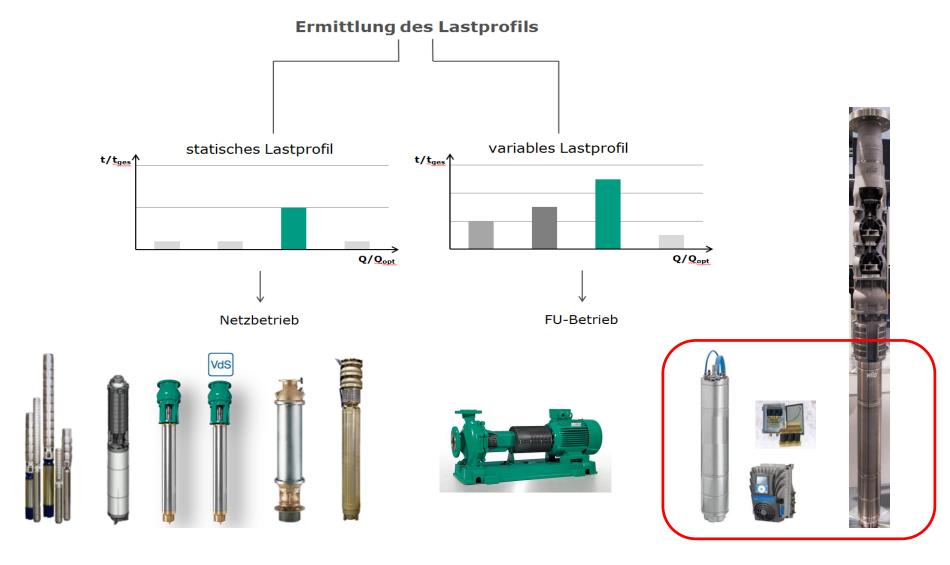
Ermittlung des Lastprofils





Zusammenspiel





Projekt – ENERWAG 15./16.Juni 2016



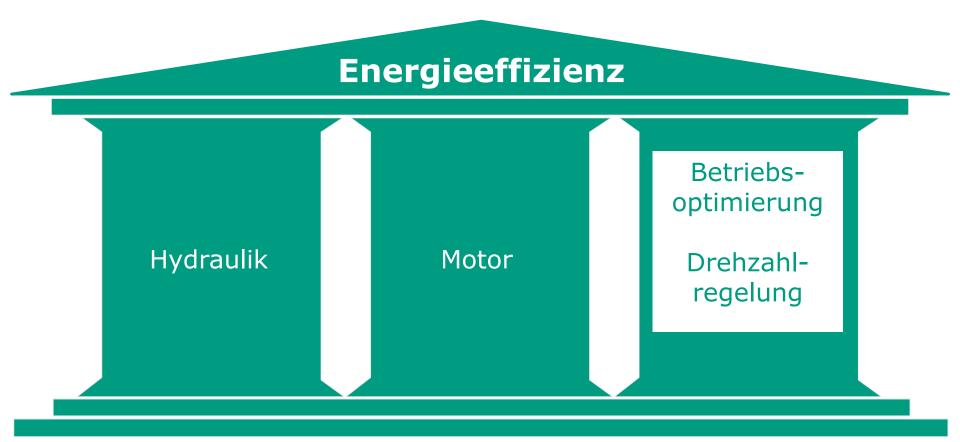




- Prof. Dr. Ing. Mathias Ernst DVGW Forschungsstelle TUHH-Außenstelle des TZW Karlsruhe
- TU Hamburg-Harburg, WILO, KSB, Flowserve (Pleuger), Hamburg Wasser, Berliner Wasserbetriebe, Siemens, Danfoss und viele andere.
- Mehrere Workshops.

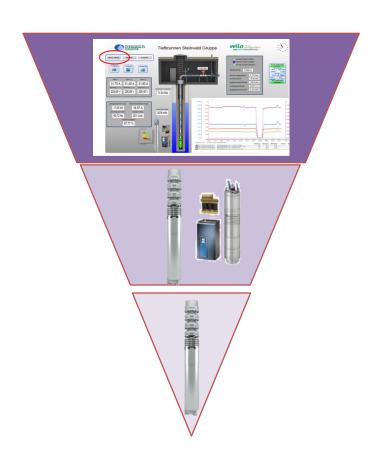
Säulen der Energieeffizienz





Wirkungsgrad





Systembetrachtung Brunnenfeld mit Brunnenmanagement System eingestellt

30 %

Pumpe, PM Motor, FU

8% - 10%

Pumpe

4%



Pumpe mit Ceram CT bis

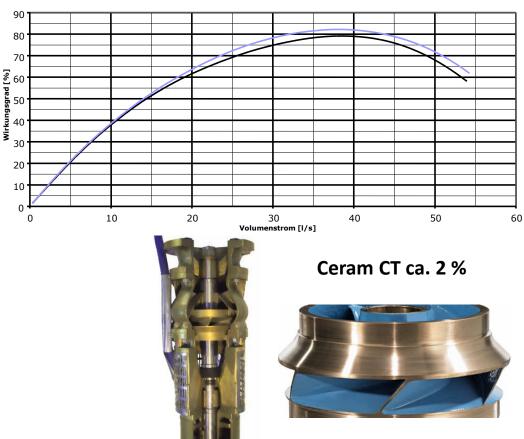
6%

Beachten Sie









Ceram - Teflon















Gegen Verockerung







Ceram – Teflon



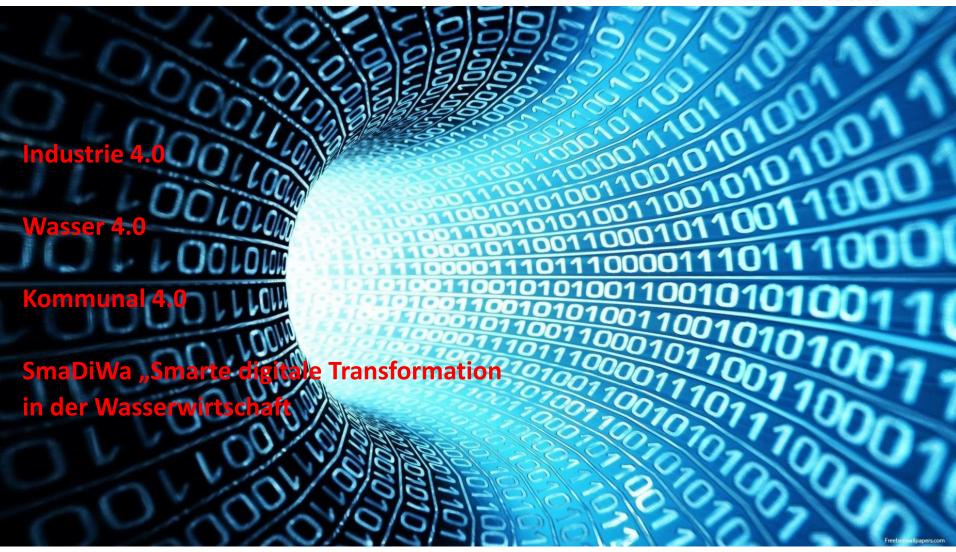








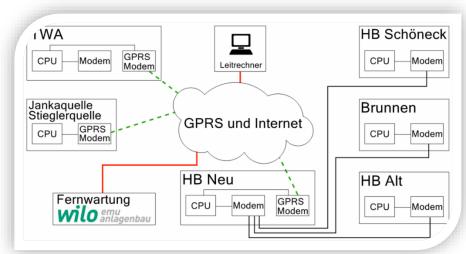


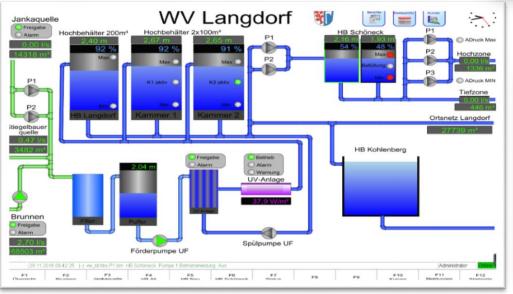


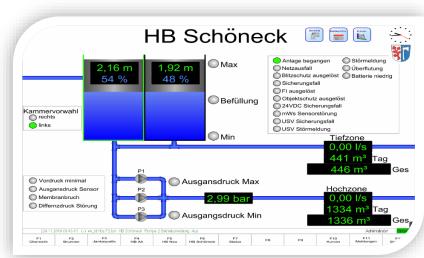
Wasserversorgung Langdorf



- Update und Erweiterung des FlowChief-Prozessleitsystems
- Fernwartung
- GPRS- und Kabel-Modemverbindungen
- Überwachung der Anlagen über Fernzugriff







Direkteinschaltung

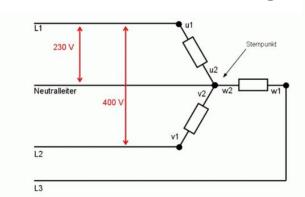


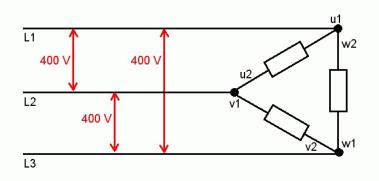
- Einfache und kostengünstige Ausführung
- Sofort steht das volle Anlaufmoment sowie die Nenndrehzahl zu Verfügung
- Geringe Erwärmung des Motor durch schnelle Hochlaufzeit
- Kann nur bis zu einer Leistung von max. 5,5 kW eingesetzt werden
- Hoher Anlaufstrom in Höhe des 4 -6 fachen des Nennstrom
- Größere mechanische Belastung der Pumpe

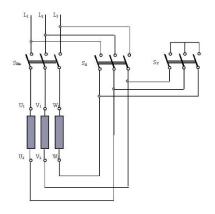
Stern – Dreieck – Anlauf



- Wird eingesetzt bei Leistungen von 5,5 kW bis 11 kW
- Nur ein Drittel der Anzugsleistung und das Anzugsmoment in der Sternschaltung
- Umschaltung auf Dreieckschaltung erst bei erreichen der Nenndrehzahl
- Wicklungsanschlüsse müssen einzeln nach außen geführt sein
- Motoren müssen für Stern Dreieck Anlauf geeignet sein
- Hoher Verkabelungs- und Materialaufwand







Stern - Dreieck - Anlauf





Sanftanlaufgerät



- Reduziert beim Einschalten mittels Phasenanschnitt die Spannung und erhöht diese langsam bis zur vollen Netzspannung
- Jedoch geht mit kleiner Spannung das Drehmoment des Motors quadratisch zurück
- Beim Erreichen der vollen Spannung wird die Elektronik überbrückt um die Verlustleistung zu verringern
- Anlaufzeit und Boosterrampen einstellbar
- Einfacher Einbau sowie Platz sparend
- Motorstrom sowie Lastüberwachung im Gerät

Sanftanlaufgerät







Frequenzumrichter



- Hohes Energiesparpotenzial durch automatische Regelung der gewünschten Menge (Durchfluss, Druck)
- Stufenlose Regelung
- Anlaufstrombegrenzung, das heißt beim Einschalten treten keine Stromspitzen und keine Spannungseinbrüche auf
- Anzeige aller relevanten Betriebszustände
- Ansteuerung und Anbindung über Bus Systeme mögliche (Modbus /Profibus)
- Thermische Überwachung über PTC Kaltleiter wird bei FU empfohlen
- Bei Dichtraumkontrollen sollten Doppelstabelektroden verwendet werden
- Auf die EMV gerechte Installation ist zu achten

Frequenzumrichter







Zukunft der Vernetzung 4.0 – Dreiländerkongress









http://www.industrie2025.ch/quick-nav/news/aktuelles-detail.html?tx news pi1%5Bnews%5D=28&tx news pi1%5Bcontroller%5D=News&tx news pi1%5Baction%5D=detail&cHash=095f3338b67a4f0dc6bc4efbace71e3b

http://us13.campaign-archive2.com/?u=c81e8205e609107bbc59b9343&id=6a1a9422c4



