

Energieeffiziente Pumpen in Industrie und Gewerbe

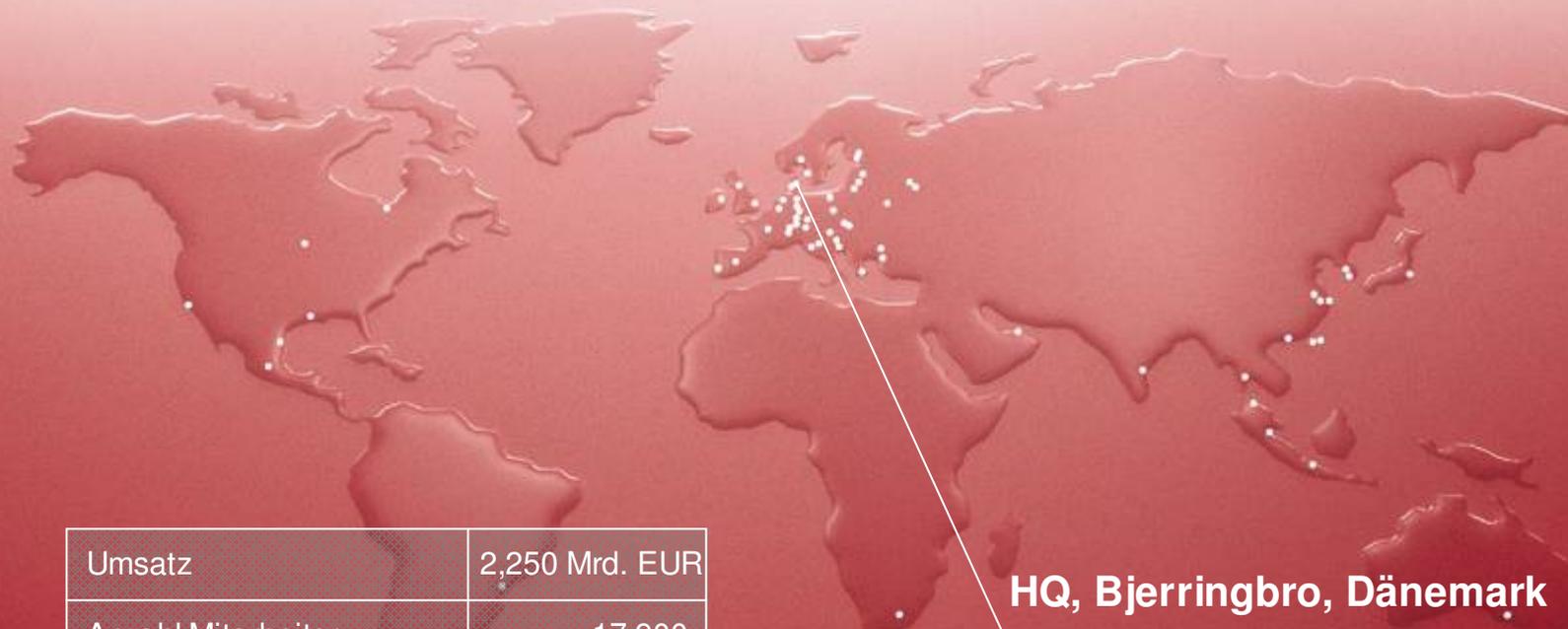
– Lebenszykluskosten optimieren

Dipl.-Ing. (FH) Frank Räder
fraeder@grundfos.com



GRUNDFOS GmbH
www.grundfos.de

GRUNDFOS AUF EINEN BLICK



Umsatz	2,250 Mrd. EUR
Anzahl Mitarbeiter	17.900
R&D Investitionen	5,2% des Nettoumsatzes
Produzierte Pumpen	ca. 16 Millionen
Produktionsgesellschaften	14
Vertriebsgesellschaften	54

HQ, Bjerringbro, Dänemark

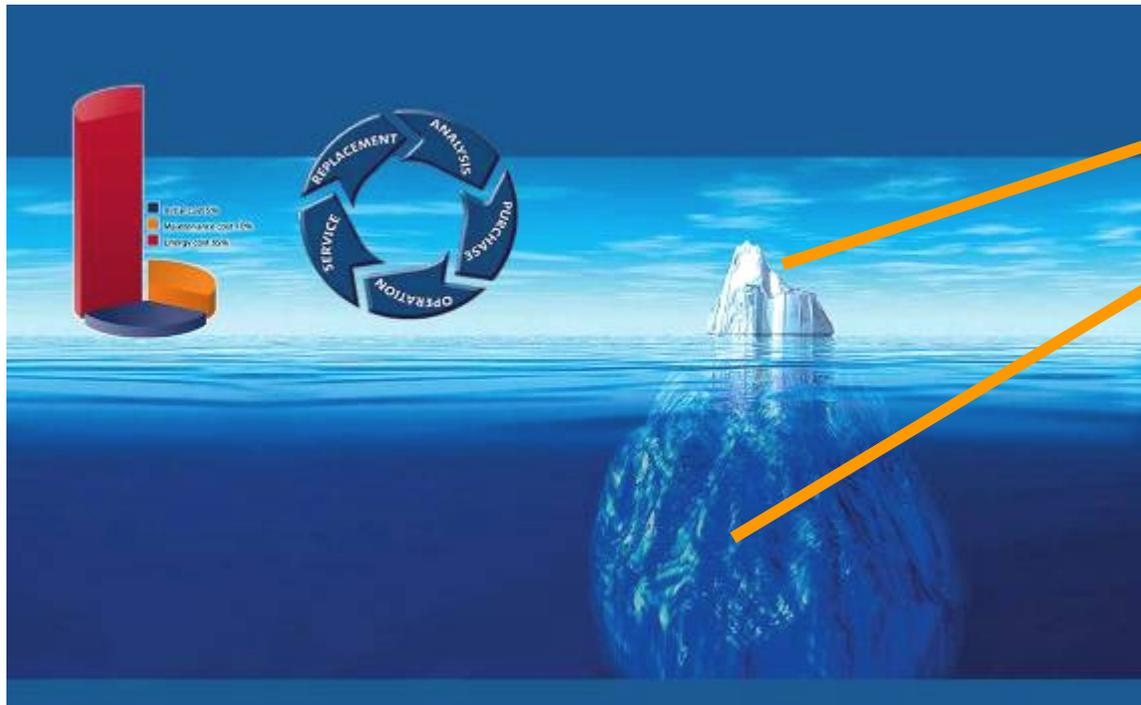


Grundfos Pumpenfabrik in Wahlstedt



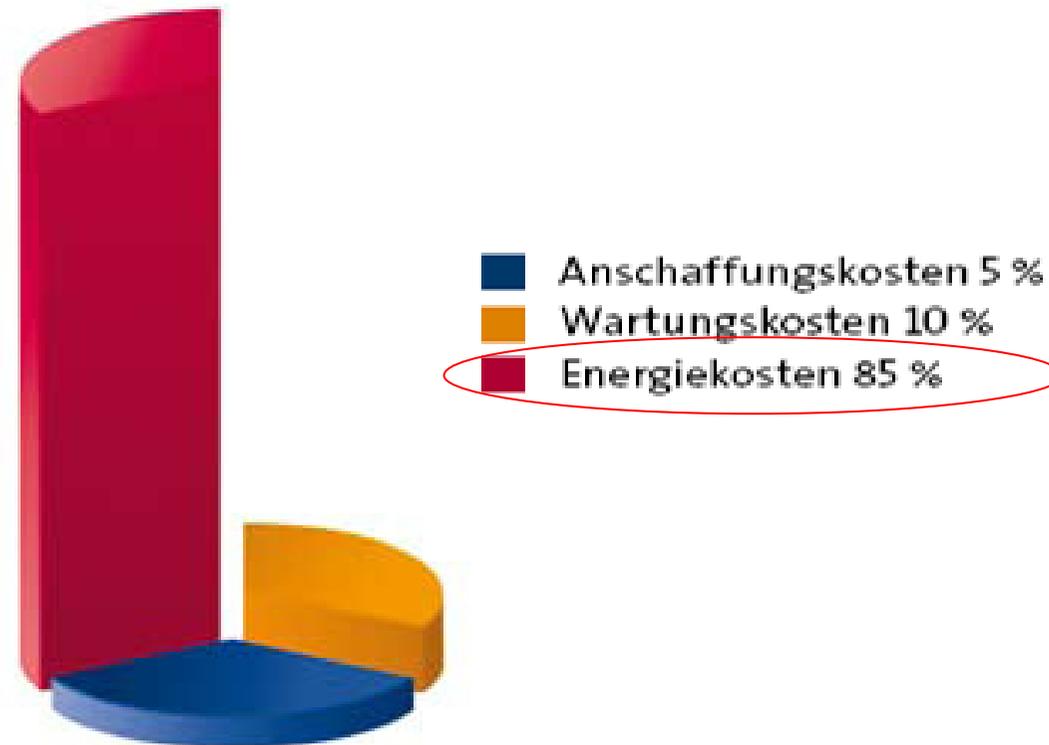
Elemente der Lebenszykluskosten

Lebenszykluskosten sind die Summe aller Kosten, die über den gesamten Nutzungszeitraum anfallen



- Anschaffungskosten
- Installationskosten
- **Energiekosten**
- **Wartungskosten**
- Ausfallkosten
- Umweltkosten
- Betriebskosten
- Außerbetriebnahmekosten

Lebenszykluskosten bestehen bei Pumpensystemen zu ca. 85 % aus **Energiekosten** !



Deshalb im Fokus:

Die Energie-Effizienz der Pumpensysteme



Gebäudetechnik



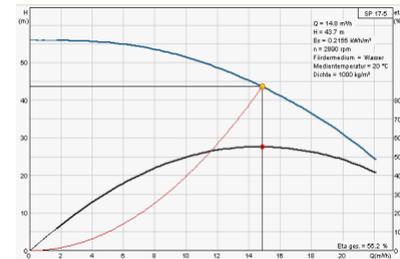
Industrie und Gewerbe



Energieeffizienz von Pumpensystemen

Drei entscheidende Kriterien:

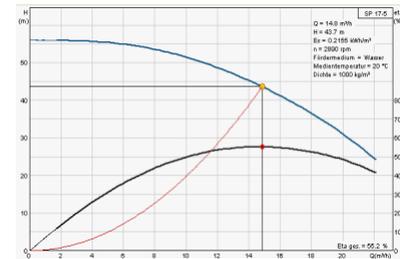
- Wirkungsgrad von Pumpe und Motor
- Auslegung von Pumpe und Motor
- Betriebsweise im hydraulischen System



Energieeffizienz von Pumpensystemen

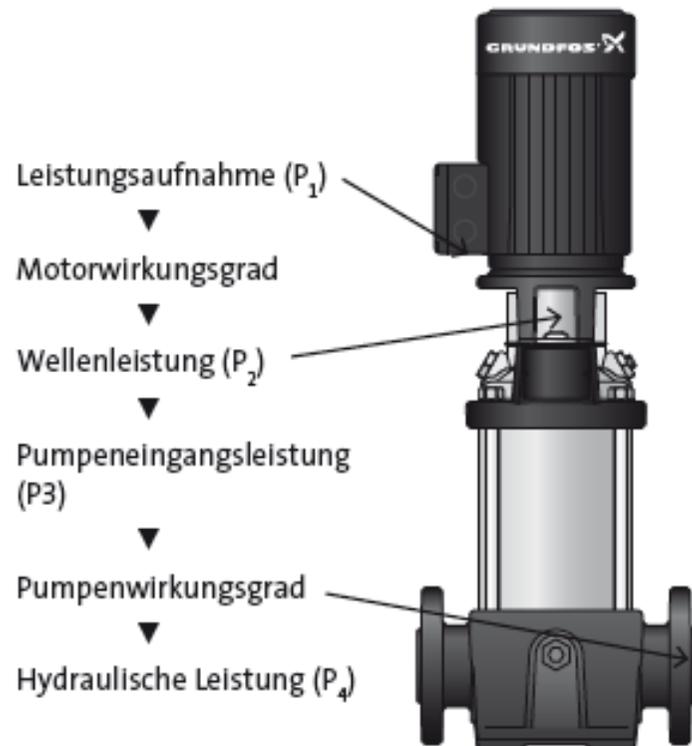
Drei entscheidende Kriterien:

- **Wirkungsgrad von Pumpe und Motor**
- Auslegung von Pumpe und Motor
- Betriebsweise im hydraulischen System



Wirkungsgrad

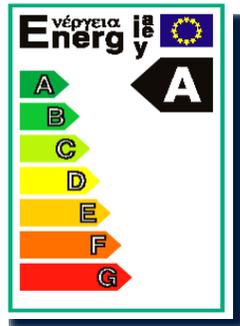
Entscheidend ist, was hinten rauskommt !



$$\text{Wirkungsgrad } \eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}}$$

Klassifizierung von Nassläuferpumpen und Pumpenmotoren

Bewertung anhand von Effizienz-Klassifizierungen:

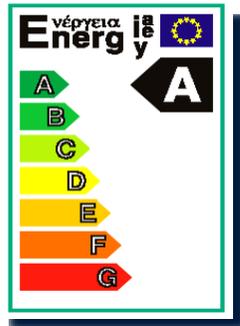


Nassläufer

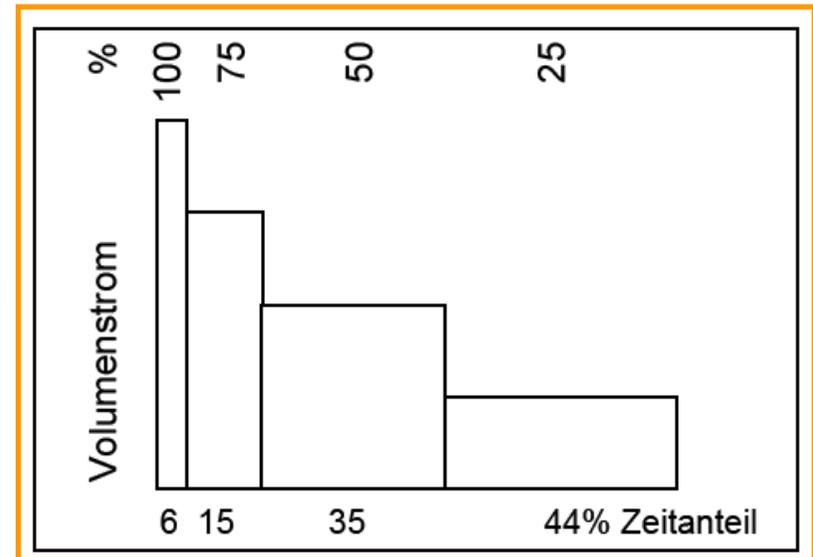


Trockenläufer

Europump-Klassifizierungsschema für Heizungs-Umwälzpumpen: **Lastprofil**



Grundfos ALPHA2 und MAGNA mit AutoADAPT-Funktion



Europump-Klassifizierungsschema für Heizungs- Umwälzpumpen: **Energie-Effizienz-Index (EEI)**

EU-Durchführungsverordnung 641 vom
22.7.2009:

ab 2013: IEE < 0,27

ab 2015: IEE < 0,23

Klasse	Energie-Effizienz-Index EEI
A	$EEI < 0.40$
B	$0.40 \leq EEI < 0.60$
C	$0.60 \leq EEI < 0.80$
D	$0.80 \leq EEI < 1.00$
E	$1.00 \leq EEI < 1.20$
F	$1.20 \leq EEI < 1.40$
G	$1.40 \leq EEI$

Grenze D – E gemäss Referenz-Leistungsaufnahme P_{ref}

Der Energie-Effizienz-Index EEI wird berechnet als $EEI = P_{L,avg} / P_{ref}$

$P_{L,avg}$ = Gewichtete Durchschnittsleistungsaufnahme

P_{ref} = Referenzleistungsaufnahme

Bewertung von Trockenläufern (Motoren)



Klassifizierung von Trockenläuferpumpen

Nach welcher Zeit haben die Stromkosten den Anschaffungspreis eines 3 kW Motors bei Dauerlauf erreicht ?

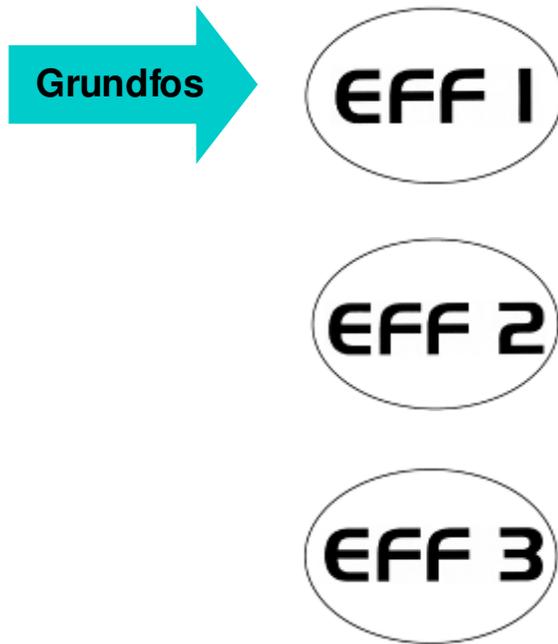
24 Tage !

Vgl. 15 cent $24d \cdot 24h \times 3kW \times 0,15\text{€}/kWh = 259,00\text{€}$

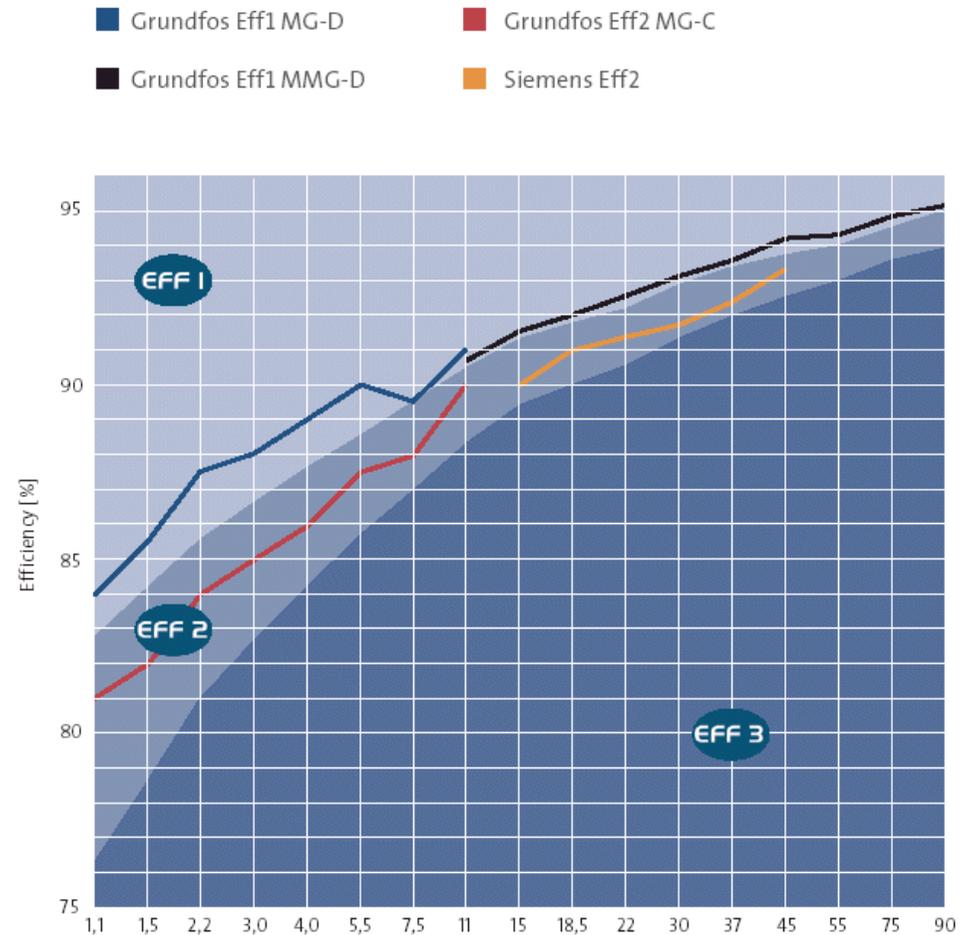
Vgl. 10 cent $24d \cdot 24h \times 3kW \times 0,10\text{€}/kWh = 172,80\text{€}$

Klassifizierung von Trockenläuferpumpen

Klassifizierung von Motoren gemäß CEMEP/EU



European Committee of Manufacturers of
Electrical Machines and Power Electronic



Vergleich Energiekosten EFF1 und EFF2

Beispiel: Motorleistung $P_2 = 5,5 \text{ kW}$ (Dauerbetrieb)

Eff2-Motor: $\eta = 86\%$

Eff1-Motor: $\eta = 90\%$

Aufgenommene Leistung: $P_1 = \frac{P_2}{\eta_{\text{motor}}}$

Eff2-Motor: $P_1 = 6,4 \text{ kW}$

Eff1-Motor: $P_1 = 6,1 \text{ kW}$

Der Unterschied:

$8.760 \text{ h/Jahr} * 0,3 \text{ kW} = 2.628 \text{ kWh / Jahr}$

$8.760 \text{ h/Jahr} * 0,3 \text{ kW} * 0,20 \text{ €/kWh} = 525,60 \text{ Euro / Jahr}$

Motoren-Klassifizierung der IEC

„International Efficiency (IE)“

<u>Effizienzklasse</u>	 <u>IE</u>	<u>EFF</u>
Super Premium Efficiency	IE4	
Premium Efficiency	IE3	
High Efficiency	IE2	
Standard Efficiency	IE1	EFF2
Below Standard Efficiency	-	EFF3

Vorschrift ab
2015 *1)

Vorschrift ab
2011 *1)

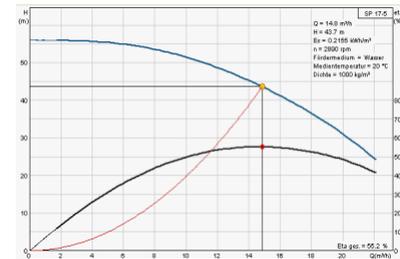
IEC: International Electrotechnical
Commission (Normungsgremium)

*1) Details siehe EU-Durchführungsverordnung 640 vom 12.8.09

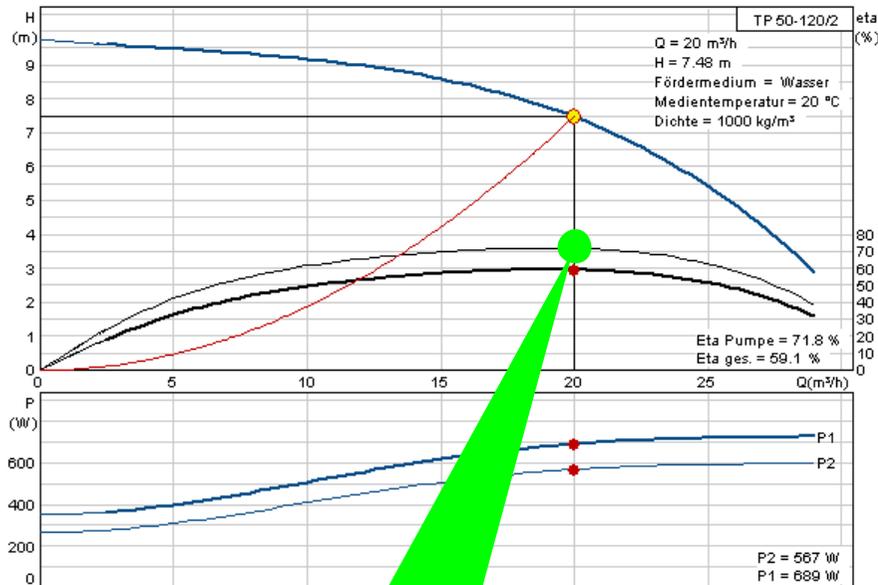
Energieeffizienz von Pumpensystemen

Drei entscheidende Kriterien:

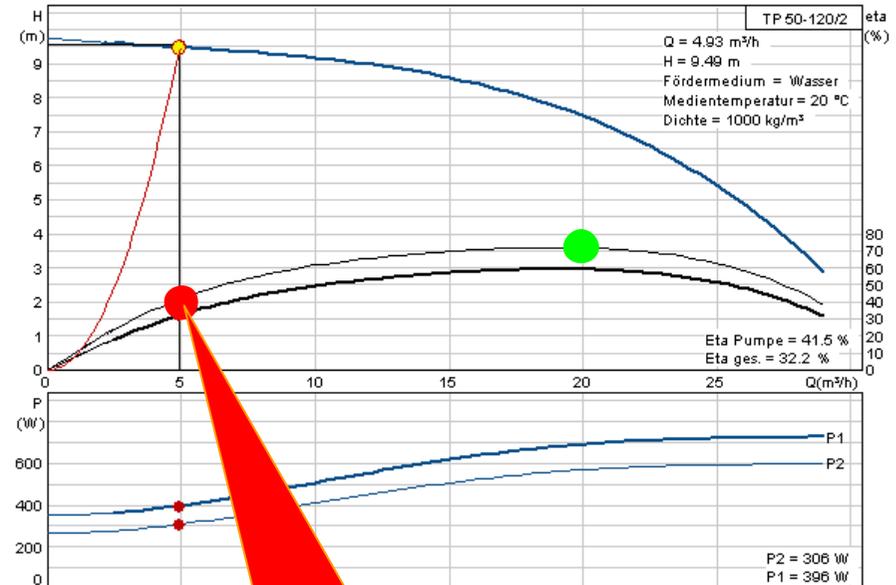
- Wirkungsgrad von Pumpe und Motor
- **Auslegung von Pumpe und Motor**
- Betriebsweise im hydraulischen System



Betrieb der Pumpe möglichst „in der Nähe“ des Wirkungsgrad-Bestpunktes !



Pumpen-Wirkungsgrad
am Wirkungsgrad-
Bestpunkt:
71,8 %

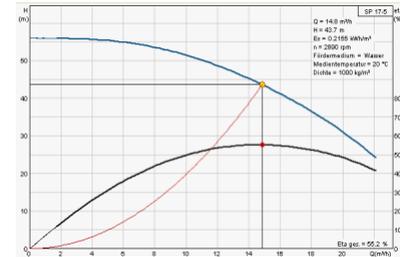


Pumpenwirkungsgrad am
Betriebspunkt
41,5 %

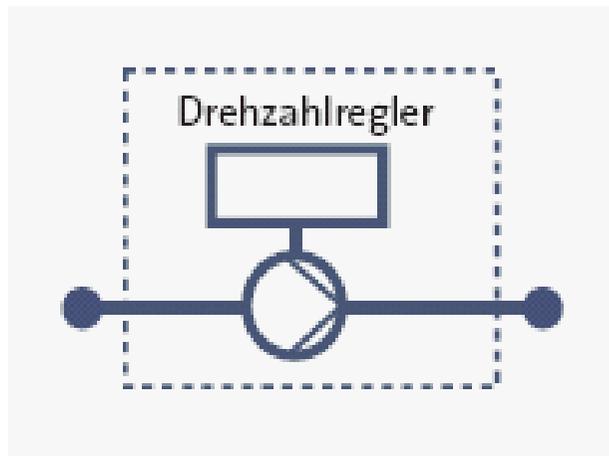
Energieeffizienz von Pumpensystemen

Drei entscheidende Kriterien:

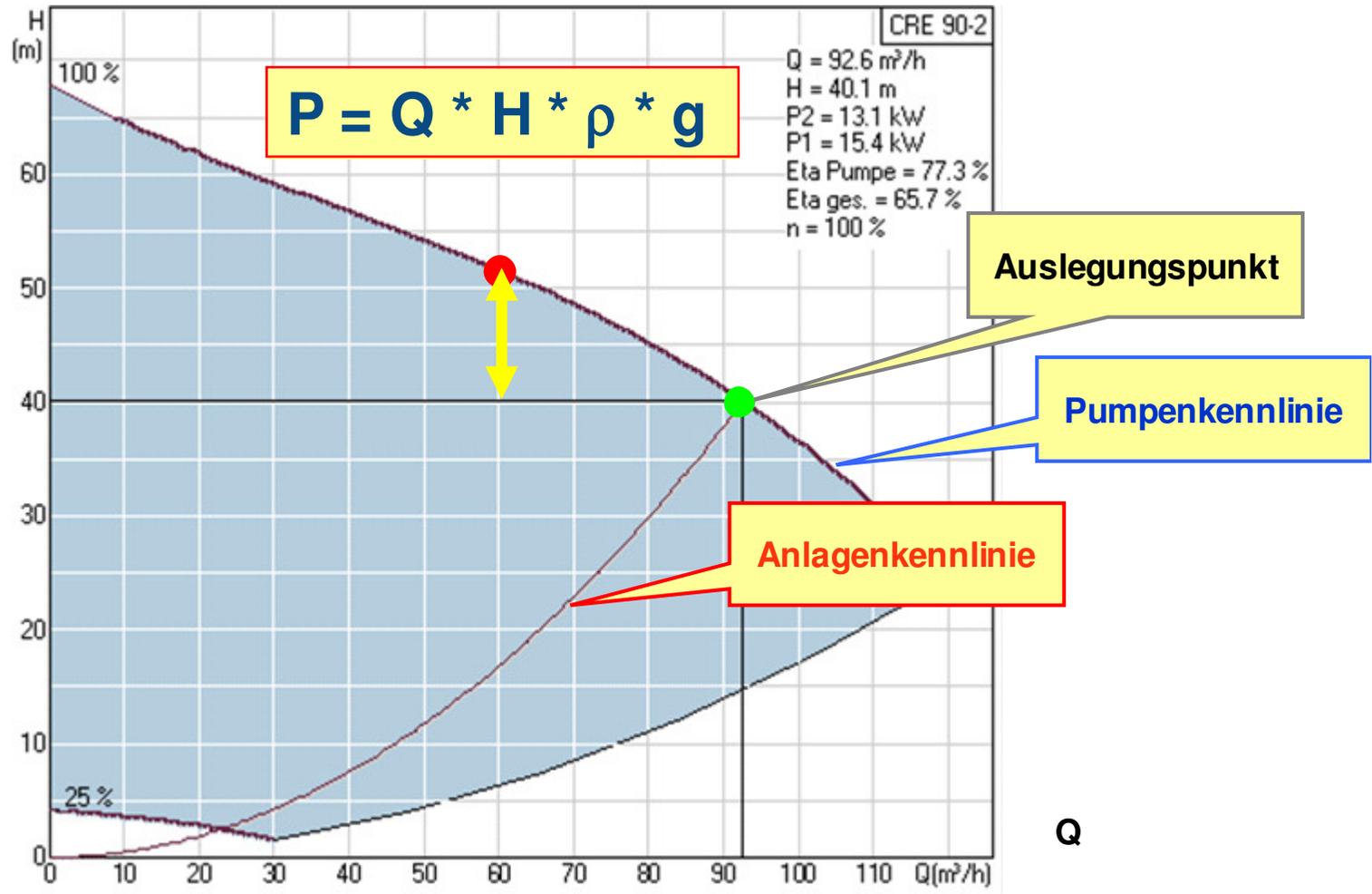
- Wirkungsgrad von Pumpe und Motor
- Auslegung von Pumpe und Motor
- **Betriebsweise im hydraulischen System**



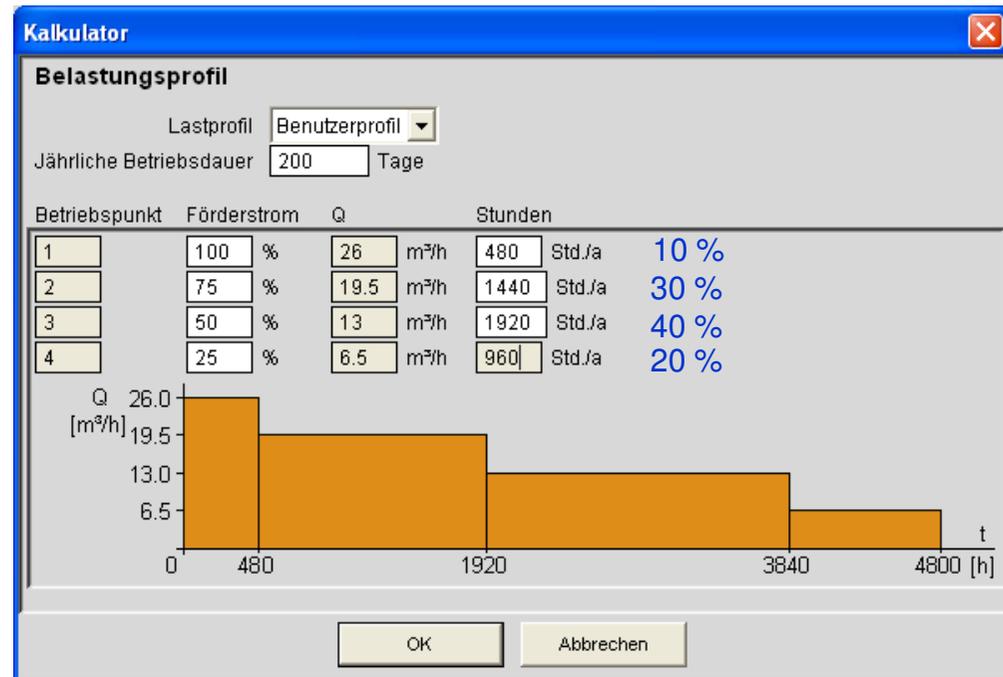
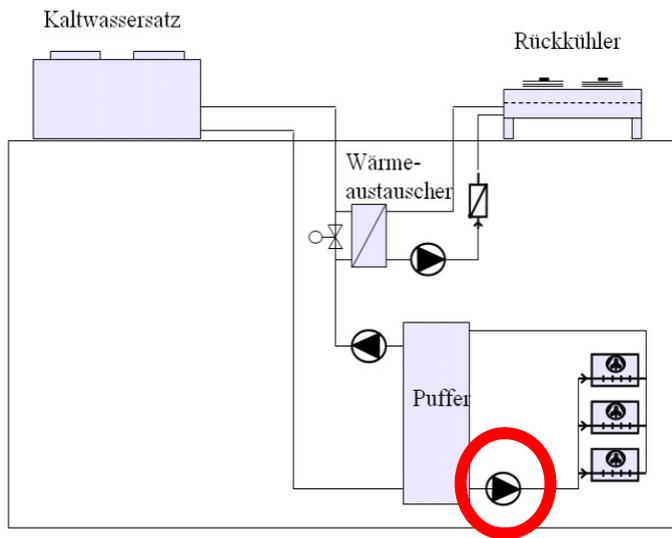
Pumpen mit variabler Drehzahl



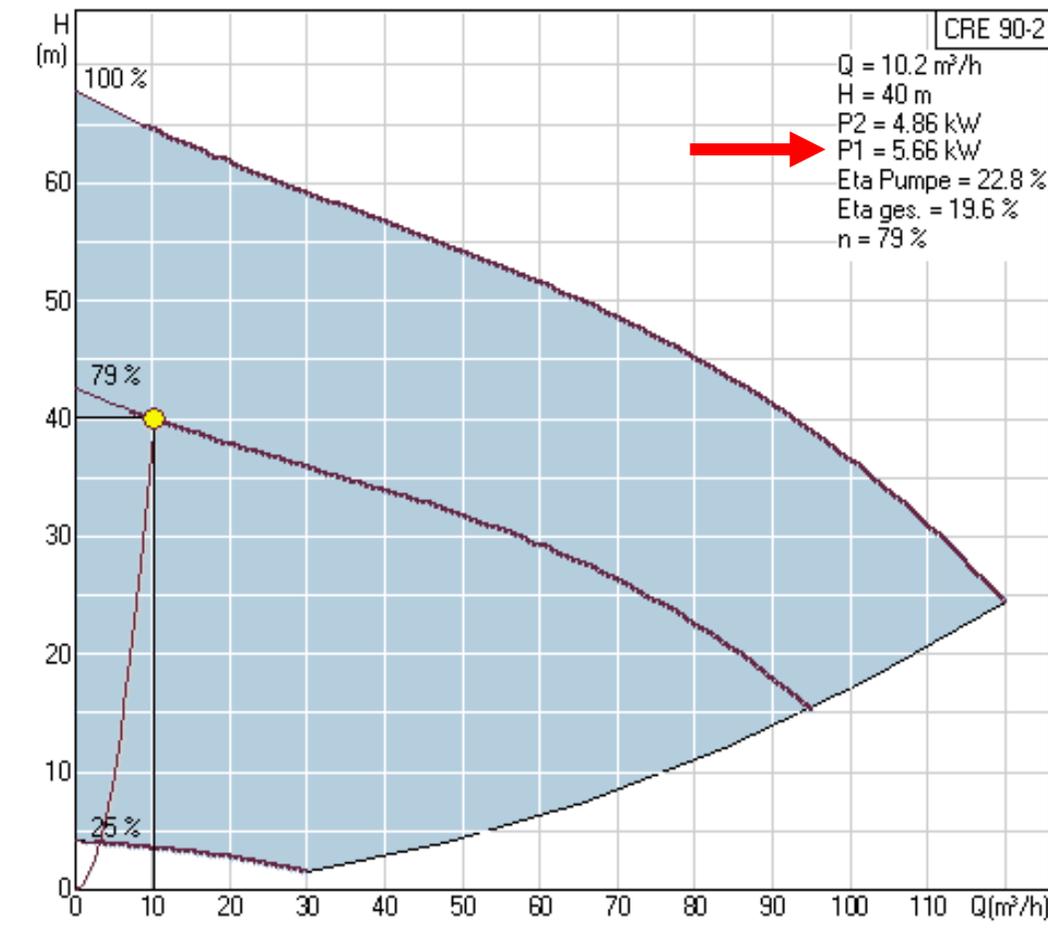
Das Einsparpotenzial



Einfluss des Lastprofils

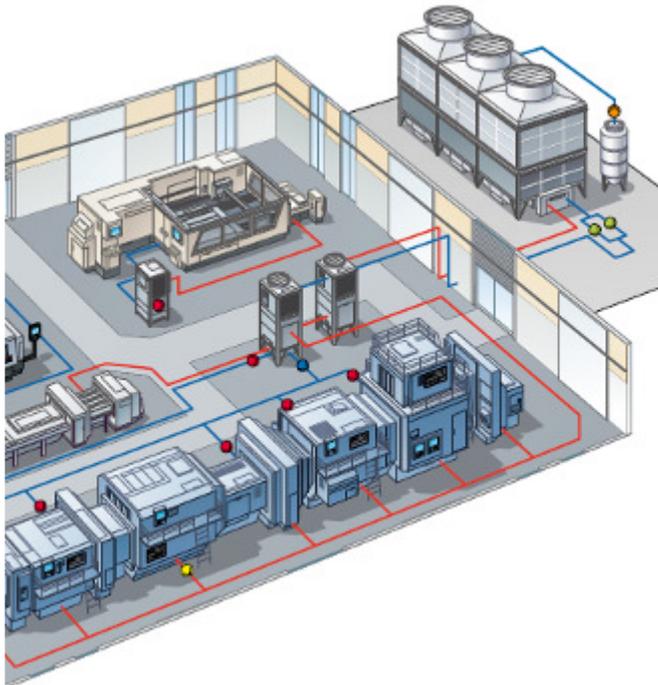


Konstantdruckregelung



Leistungsanpassung P₁: 5.0 kW bis 15 kW

Hydraulik-Kreisläufe in der Kältetechnik



Generell gilt für ein *geschlossenes System*:

Die **gesamte an die Pumpenwelle übertragene Leistung** wird vom System in Wärme umgewandelt !

Die erforderliche Kälteleistung erhöht sich entsprechend.

GRUNDFOS PUMP AUDIT

GRUNDFOS PUMP AUDIT

Sie möchten auch sparen?
Andere tun es bereits

Entdecken Sie Ihr
Einsparungspotenzial mit einem
Grundfos Pump Audit



Stellen Sie sich
JETZT
der Energie-
Herausforderung!

Mess- und Analyse-Geräte



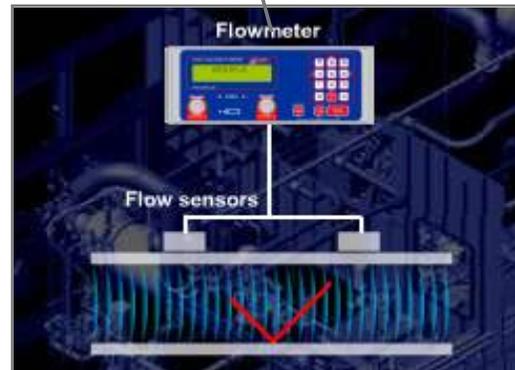
Energiesmeser
bis 750 V, bis 1000 A



Ereigniszähler
z.B. Pumpenein- ausschaltungen



Datenlogger

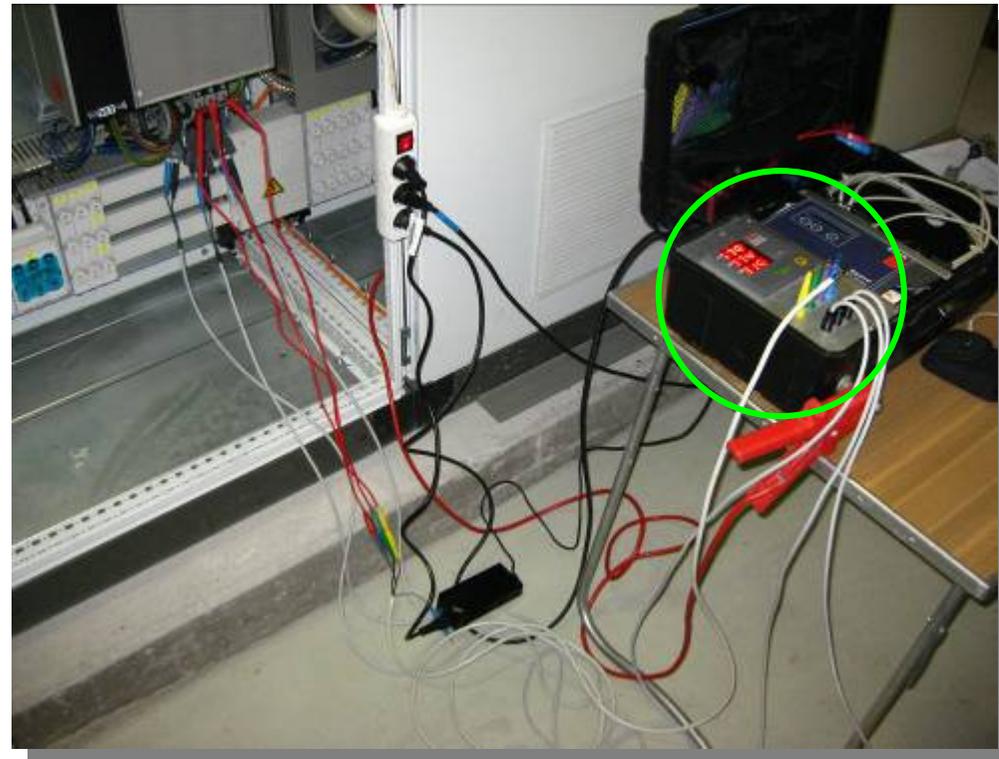


Volumenstrommesser
Für Nennweiten von 15 – 1500mm für Flüssigkeiten von -20 bis +125°C 1 digitaler und 1 Analogausgang

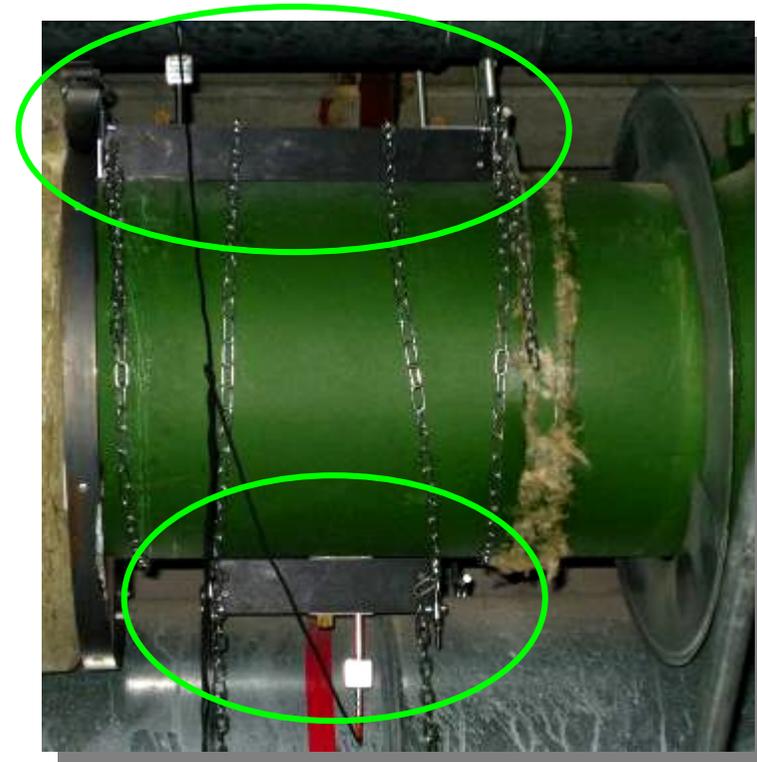


Analoge Sensoren
Druck, Temperatur, Füllstand, etc.

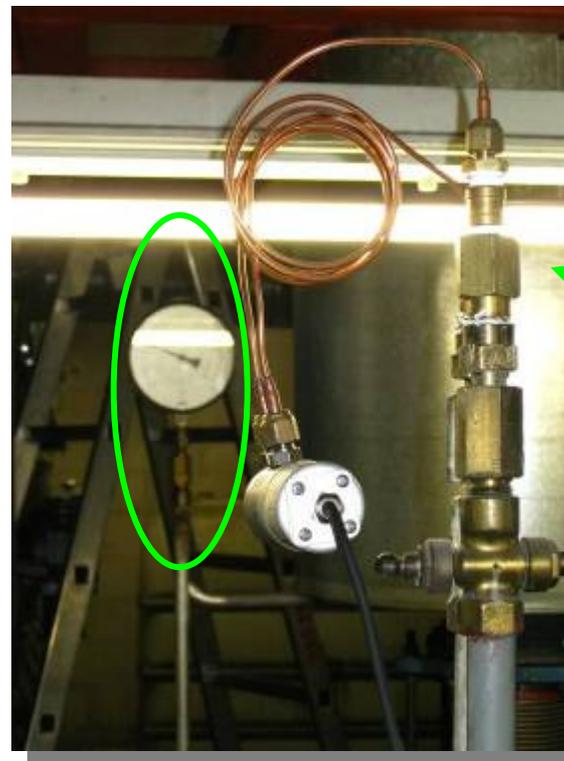
Messung der Leistungsaufnahme der Pumpen



Ultraschall-Sensorik zur Erfassung des Förderstroms Q

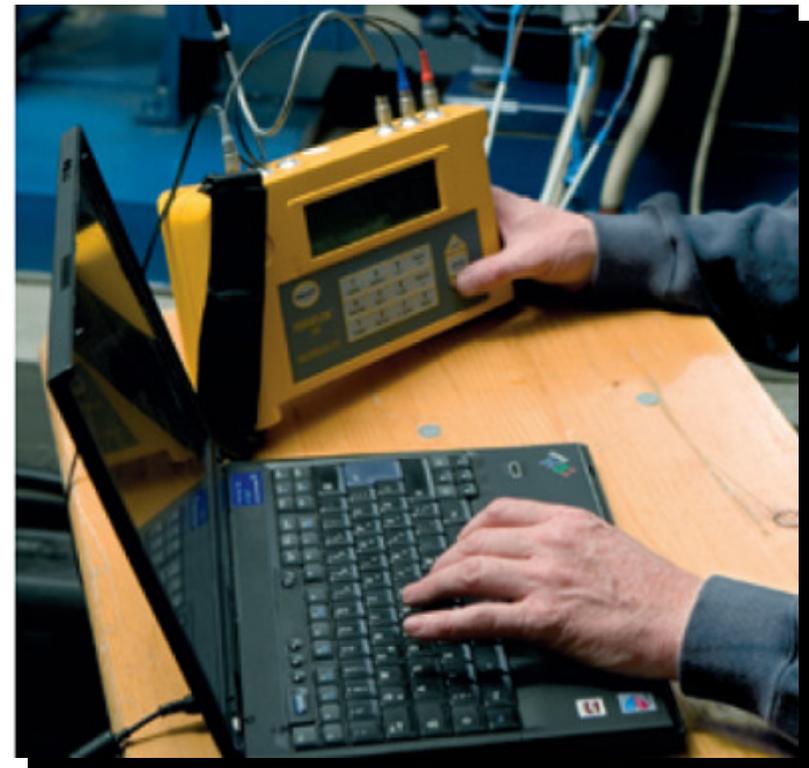


Druck-Sensorik zur Erfassung der Förderhöhe H

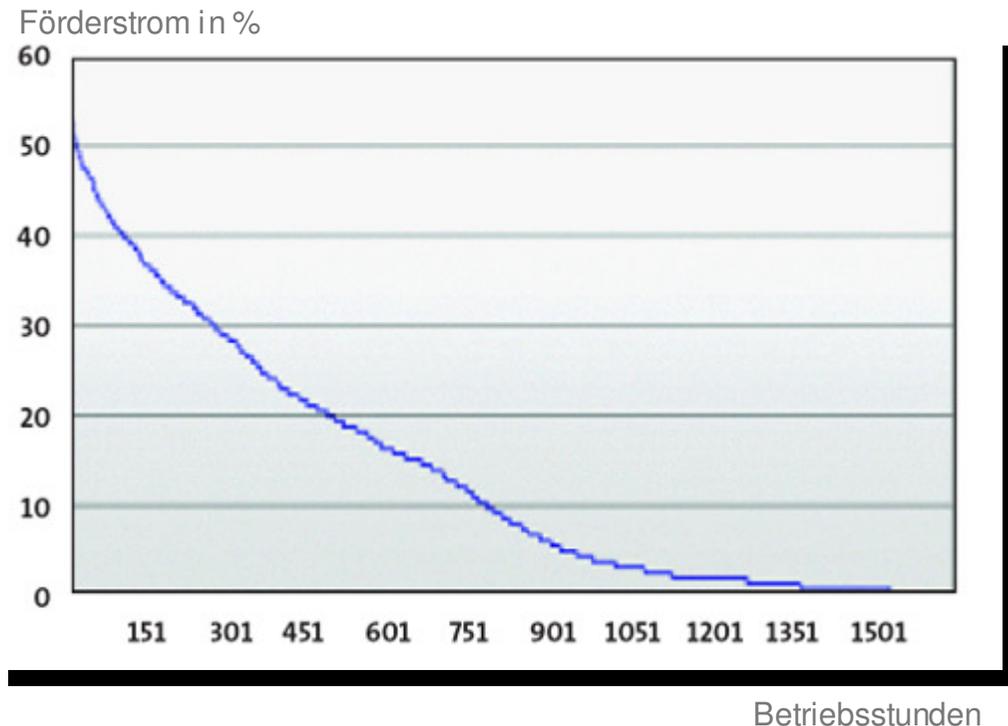
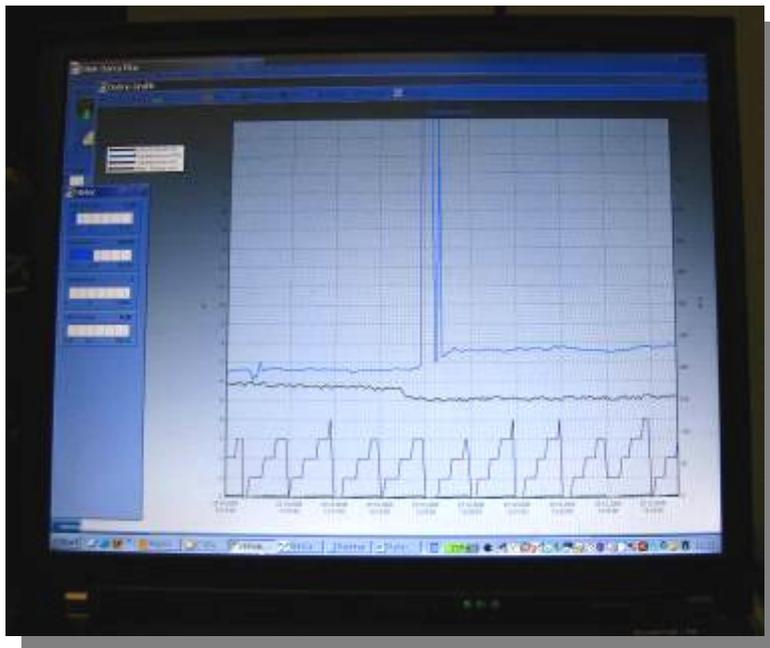


Simulation und Analyse unterschiedlicher Betriebszustände

Die Anlage wird in unterschiedliche Betriebszustände versetzt und die Reaktion der Messdaten erfasst und ausgewertet.



Datenauswertung und Darstellung der realen Lastzustände



Die Analysedaten geben Aufschluss über das echte Belastungsprofil der Anlage

Analyse-Software: Erstellung des Belastungsprofils

Auswertung der Messdaten:
 Konvertierung des gemessenen Belastungsprofils in ein Belastungsprofil mit frei wählbaren Förderstrom-Bereichen.

GRUNDFOS COOLCC Analysis Tool

File to evaluate: C:\Pump Audit\COOLCC_pro\ELTEC-ExportPump_Th1.v01

Excel template (data will be inserted here)

Data Configuration:

Active Channels: [Data]

Height provided by: Chan 1

Step time (min):

Graph: Flow (m³/h) vs. Time (min)

LCC CALCULATION - FORM LCC CALCULATION - FORM LCC CALCULATION - FORM LCC CALCULATION - PER YEAR

Customer specific data		Specific data of new system	
Customer:		Control function:	
Address:		Selection procedure:	
Phone:		controlled:	
Project:		Energy price:	0,10 €
System:		Density of medium:	1,00
Date:	19.05.2008		

Actual System		New System	
Mean flow:	200 m³/h	GRUNDFOS:	House insert Pump / System
Flow (m³/h)	Class 1 (High flow)	Class 1 (High flow)	Class 1 (Low flow)
Flow (m³/h)	0,0	0,0	0,0
Flow (m³/h)	11,1	11,1	11,1
Flow (m³/h)	22,2	22,2	22,2
Flow (m³/h)	33,3	33,3	33,3
Flow (m³/h)	44,4	44,4	44,4
Flow (m³/h)	55,5	55,5	55,5
Flow (m³/h)	66,6	66,6	66,6
Flow (m³/h)	77,7	77,7	77,7
Flow (m³/h)	88,8	88,8	88,8
Flow (m³/h)	99,9	99,9	99,9
Flow (m³/h)	111,0	111,0	111,0
Flow (m³/h)	122,1	122,1	122,1
Flow (m³/h)	133,2	133,2	133,2
Flow (m³/h)	144,3	144,3	144,3
Flow (m³/h)	155,4	155,4	155,4
Flow (m³/h)	166,5	166,5	166,5
Flow (m³/h)	177,6	177,6	177,6
Flow (m³/h)	188,7	188,7	188,7
Flow (m³/h)	199,8	199,8	199,8
Flow (m³/h)	210,9	210,9	210,9
Flow (m³/h)	222,0	222,0	222,0
Flow (m³/h)	233,1	233,1	233,1
Flow (m³/h)	244,2	244,2	244,2
Flow (m³/h)	255,3	255,3	255,3
Flow (m³/h)	266,4	266,4	266,4
Flow (m³/h)	277,5	277,5	277,5
Flow (m³/h)	288,6	288,6	288,6
Flow (m³/h)	299,7	299,7	299,7
Flow (m³/h)	310,8	310,8	310,8
Flow (m³/h)	321,9	321,9	321,9
Flow (m³/h)	333,0	333,0	333,0
Flow (m³/h)	344,1	344,1	344,1
Flow (m³/h)	355,2	355,2	355,2
Flow (m³/h)	366,3	366,3	366,3
Flow (m³/h)	377,4	377,4	377,4
Flow (m³/h)	388,5	388,5	388,5
Flow (m³/h)	399,6	399,6	399,6
Flow (m³/h)	410,7	410,7	410,7
Flow (m³/h)	421,8	421,8	421,8
Flow (m³/h)	432,9	432,9	432,9
Flow (m³/h)	444,0	444,0	444,0
Flow (m³/h)	455,1	455,1	455,1
Flow (m³/h)	466,2	466,2	466,2
Flow (m³/h)	477,3	477,3	477,3
Flow (m³/h)	488,4	488,4	488,4
Flow (m³/h)	499,5	499,5	499,5
Flow (m³/h)	510,6	510,6	510,6
Flow (m³/h)	521,7	521,7	521,7
Flow (m³/h)	532,8	532,8	532,8
Flow (m³/h)	543,9	543,9	543,9
Flow (m³/h)	555,0	555,0	555,0
Flow (m³/h)	566,1	566,1	566,1
Flow (m³/h)	577,2	577,2	577,2
Flow (m³/h)	588,3	588,3	588,3
Flow (m³/h)	599,4	599,4	599,4
Flow (m³/h)	610,5	610,5	610,5
Flow (m³/h)	621,6	621,6	621,6
Flow (m³/h)	632,7	632,7	632,7
Flow (m³/h)	643,8	643,8	643,8
Flow (m³/h)	654,9	654,9	654,9
Flow (m³/h)	666,0	666,0	666,0
Flow (m³/h)	677,1	677,1	677,1
Flow (m³/h)	688,2	688,2	688,2
Flow (m³/h)	699,3	699,3	699,3
Flow (m³/h)	710,4	710,4	710,4
Flow (m³/h)	721,5	721,5	721,5
Flow (m³/h)	732,6	732,6	732,6
Flow (m³/h)	743,7	743,7	743,7
Flow (m³/h)	754,8	754,8	754,8
Flow (m³/h)	765,9	765,9	765,9
Flow (m³/h)	777,0	777,0	777,0
Flow (m³/h)	788,1	788,1	788,1
Flow (m³/h)	799,2	799,2	799,2
Flow (m³/h)	810,3	810,3	810,3
Flow (m³/h)	821,4	821,4	821,4
Flow (m³/h)	832,5	832,5	832,5
Flow (m³/h)	843,6	843,6	843,6
Flow (m³/h)	854,7	854,7	854,7
Flow (m³/h)	865,8	865,8	865,8
Flow (m³/h)	876,9	876,9	876,9
Flow (m³/h)	888,0	888,0	888,0
Flow (m³/h)	899,1	899,1	899,1
Flow (m³/h)	910,2	910,2	910,2
Flow (m³/h)	921,3	921,3	921,3
Flow (m³/h)	932,4	932,4	932,4
Flow (m³/h)	943,5	943,5	943,5
Flow (m³/h)	954,6	954,6	954,6
Flow (m³/h)	965,7	965,7	965,7
Flow (m³/h)	976,8	976,8	976,8
Flow (m³/h)	987,9	987,9	987,9
Flow (m³/h)	999,0	999,0	999,0
Flow (m³/h)	1010,1	1010,1	1010,1
Flow (m³/h)	1021,2	1021,2	1021,2
Flow (m³/h)	1032,3	1032,3	1032,3
Flow (m³/h)	1043,4	1043,4	1043,4
Flow (m³/h)	1054,5	1054,5	1054,5
Flow (m³/h)	1065,6	1065,6	1065,6
Flow (m³/h)	1076,7	1076,7	1076,7
Flow (m³/h)	1087,8	1087,8	1087,8
Flow (m³/h)	1098,9	1098,9	1098,9
Flow (m³/h)	1110,0	1110,0	1110,0
Flow (m³/h)	1121,1	1121,1	1121,1
Flow (m³/h)	1132,2	1132,2	1132,2
Flow (m³/h)	1143,3	1143,3	1143,3
Flow (m³/h)	1154,4	1154,4	1154,4
Flow (m³/h)	1165,5	1165,5	1165,5
Flow (m³/h)	1176,6	1176,6	1176,6
Flow (m³/h)	1187,7	1187,7	1187,7
Flow (m³/h)	1198,8	1198,8	1198,8
Flow (m³/h)	1209,9	1209,9	1209,9
Flow (m³/h)	1221,0	1221,0	1221,0
Flow (m³/h)	1232,1	1232,1	1232,1
Flow (m³/h)	1243,2	1243,2	1243,2
Flow (m³/h)	1254,3	1254,3	1254,3
Flow (m³/h)	1265,4	1265,4	1265,4
Flow (m³/h)	1276,5	1276,5	1276,5
Flow (m³/h)	1287,6	1287,6	1287,6
Flow (m³/h)	1298,7	1298,7	1298,7
Flow (m³/h)	1309,8	1309,8	1309,8
Flow (m³/h)	1320,9	1320,9	1320,9
Flow (m³/h)	1332,0	1332,0	1332,0
Flow (m³/h)	1343,1	1343,1	1343,1
Flow (m³/h)	1354,2	1354,2	1354,2
Flow (m³/h)	1365,3	1365,3	1365,3
Flow (m³/h)	1376,4	1376,4	1376,4
Flow (m³/h)	1387,5	1387,5	1387,5
Flow (m³/h)	1398,6	1398,6	1398,6
Flow (m³/h)	1409,7	1409,7	1409,7
Flow (m³/h)	1420,8	1420,8	1420,8
Flow (m³/h)	1431,9	1431,9	1431,9
Flow (m³/h)	1443,0	1443,0	1443,0
Flow (m³/h)	1454,1	1454,1	1454,1
Flow (m³/h)	1465,2	1465,2	1465,2
Flow (m³/h)	1476,3	1476,3	1476,3
Flow (m³/h)	1487,4	1487,4	1487,4
Flow (m³/h)	1498,5	1498,5	1498,5
Flow (m³/h)	1509,6	1509,6	1509,6
Flow (m³/h)	1520,7	1520,7	1520,7
Flow (m³/h)	1531,8	1531,8	1531,8
Flow (m³/h)	1542,9	1542,9	1542,9
Flow (m³/h)	1554,0	1554,0	1554,0
Flow (m³/h)	1565,1	1565,1	1565,1
Flow (m³/h)	1576,2	1576,2	1576,2
Flow (m³/h)	1587,3	1587,3	1587,3
Flow (m³/h)	1598,4	1598,4	1598,4
Flow (m³/h)	1609,5	1609,5	1609,5
Flow (m³/h)	1620,6	1620,6	1620,6
Flow (m³/h)	1631,7	1631,7	1631,7
Flow (m³/h)	1642,8	1642,8	1642,8
Flow (m³/h)	1653,9	1653,9	1653,9
Flow (m³/h)	1665,0	1665,0	1665,0
Flow (m³/h)	1676,1	1676,1	1676,1
Flow (m³/h)	1687,2	1687,2	1687,2
Flow (m³/h)	1698,3	1698,3	1698,3
Flow (m³/h)	1709,4	1709,4	1709,4
Flow (m³/h)	1720,5	1720,5	1720,5
Flow (m³/h)	1731,6	1731,6	1731,6
Flow (m³/h)	1742,7	1742,7	1742,7
Flow (m³/h)	1753,8	1753,8	1753,8
Flow (m³/h)	1764,9	1764,9	1764,9
Flow (m³/h)	1776,0	1776,0	1776,0
Flow (m³/h)	1787,1	1787,1	1787,1
Flow (m³/h)	1798,2	1798,2	1798,2
Flow (m³/h)	1809,3	1809,3	1809,3
Flow (m³/h)	1820,4	1820,4	1820,4
Flow (m³/h)	1831,5	1831,5	1831,5
Flow (m³/h)	1842,6	1842,6	1842,6
Flow (m³/h)	1853,7	1853,7	1853,7
Flow (m³/h)	1864,8	1864,8	1864,8
Flow (m³/h)	1875,9	1875,9	1875,9
Flow (m³/h)	1887,0	1887,0	1887,0
Flow (m³/h)	1898,1	1898,1	1898,1
Flow (m³/h)	1909,2	1909,2	1909,2
Flow (m³/h)	1920,3	1920,3	1920,3
Flow (m³/h)	1931,4	1931,4	1931,4
Flow (m³/h)	1942,5	1942,5	1942,5
Flow (m³/h)	1953,6	1953,6	1953,6
Flow (m³/h)	1964,7	1964,7	1964,7
Flow (m³/h)	1975,8	1975,8	1975,8
Flow (m³/h)	1986,9	1986,9	1986,9
Flow (m³/h)	1998,0	1998,0	1998,0
Flow (m³/h)	2009,1	2009,1	2009,1
Flow (m³/h)	2020,2	2020,2	2020,2
Flow (m³/h)	2031,3	2031,3	2031,3
Flow (m³/h)	2042,4	2042,4	2042,4
Flow (m³/h)	2053,5	2053,5	2053,5
Flow (m³/h)	2064,6	2064,6	2064,6
Flow (m³/h)	2075,7	2075,7	2075,7
Flow (m³/h)	2086,8	2086,8	2086,8
Flow (m³/h)	2097,9	2097,9	2097,9
Flow (m³/h)	2109,0	2109,0	2109,0
Flow (m³/h)	2120,1	2120,1	2120,1
Flow (m³/h)	2131,2	2131,2	2131,2
Flow (m³/h)	2142,3	2142,3	2142,3
Flow (m³/h)	2153,4	2153,4	2153,4
Flow (m³/h)	2164,5	2164,5	2164,5
Flow (m³/h)	2175,6	2175,6	2175,6
Flow (m³/h)	2186,7	2186,7	2186,7
Flow (m³/h)	2197,8	2197,8	2197,8
Flow (m³/h)	2208,9	2208,9	2208,9
Flow (m³/h)	2220,0	2220,0	2220,0
Flow (m³/h)	2231,1	2231,1	2231,1
Flow (m³/h)	2242,2	2242,2	2242,2
Flow (m³/h)	2253,3	2253,3	2253,3
Flow (m³/h)	2264,4	2264,4	2264,4
Flow (m³/h)	2275,5	2275,5	2275,5
Flow (m³/h)	2286,6	2286,6	2286,6
Flow (m³/h)	2297,7	2297,7	2297,7
Flow (m³/h)	2308,8	2308,8	2308,8
Flow (m³/h)	2319,9	2319,9	2319,9
Flow (m³/h)	2331,0	2331,0	2331,0
Flow (m³/h)	2342,1	2342,1	2342,1
Flow (m³/h)	2353,2	2353,2	2353,2
Flow (m³/h)	2364,3	2364,3	2364,3
Flow (m³/h)	2375,4	2375,4	2375,4
Flow (m³/h)	2386,5	2386,5	2386,5
Flow (m³/h)	2397,6	2397,6	2397,6
Flow (m³/h)	2408,7	2408,7	2408,7
Flow (m³/h)	2419,8	2419,8	2419,8
Flow			

Dimensionierung, Kostenermittlung, Amortisationsrechnung

Betriebsparameter: Installationshy: Umwälzung, Q: [] m³/h, H: [] m, mehr: , Fördermedium: Heizungswasser, Min. Medientemperatur: 20 °C, Medientemperatur während des Betriebes: 70 °C, Max. Medientemperatur: 90 °C, Umgebungstemperatur: 20 °C, Min. Druck am Saugstutzen: 1.5 bar, Erlaubte Untersenkung: [] %, Max. Betriebsdruck: (A15 C5 C10 C16 C20) bar.

Belastungsprofil: Heiz-Eiszeit: 285 Tage, Energiepreis: 0.1200 €/kWh, Energiepreiserhöhung: 8 %, Zinssatz: [] %, Berechnungszeitraum: 15 Jahre.

Pumpenkonstruktion: Material der Pumpe: [], Pumpenanschlussart: [], Nassläufer: , Inlinbauweise: , Inlinpumpe: , Einstufig: , Inlinpumpe: .

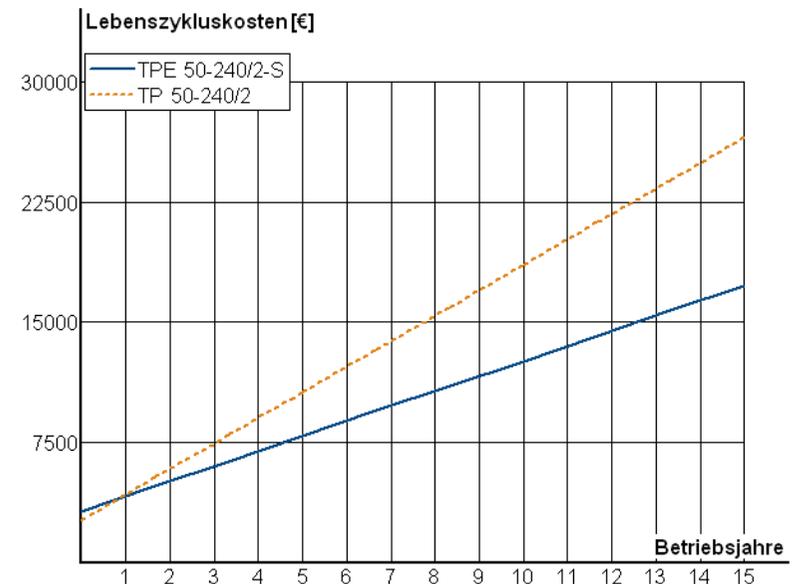
Einstellungen der Ergebnisliste: Auswertungskriterium: Preis + Energiekosten, Begrenze Suche auf: [], Pumpe in Ergebnisliste aufnehmen: [], Pumpen pro Produktkategorie: 2, Max. Ergebnisse: 8.

Stromversorgung: Frequenz: (50 / 60) Hz, Phase: (N1 or 3 C1 C3), Einzelhaltung 3-phasilg: [], Stern-Dreieck Einschaltung ab: 0.5 kW, Spannung: 1 x 230 oder 3 x 400 V.

Regelungsart: Regelungsart: Proportionaldruckregelung, Frequenzumrichter: [], Schutzklasse: IP20, unregelt default: , Hilfskriterium: [], Einheitsname: [].

Buttons: Speichern als..., Lade..., Zurücksetzen

Amortisationszeit



Korrekte Dimensionierung eines effizienten Pumpensystems, Kostenermittlung und Amortisationsrechnung wird mit dem Softwaremodul WINCAPS durchgeführt.

Konkret: Beispiel Deutsche Bahn Dessau



GRUNDFOS
Service **plus**

DB Services Südost GmbH

Optimierung Pumpentechnik
DB Instandhaltungswerk Dessau



Auszug aus dem Projektbericht:

Durch Austausch der o.g. Pumpen und Änderungen in deren Regelverhalten sind im Instandhaltungswerk jährliche Einsparungen an elektrischer Energie möglich in Höhe von **78966 kWh/Jahr**

und bewirken damit eine Reduzierung der CO₂-Emission (Strommix) von **45010 kg/Jahr**

Dies entspricht bei einem Strompreis von **0,10 €/kWh** einer jährlichen Betriebskostensparnis von **7896 €/Jahr**

bzw. **64 %** der bisherigen Betriebskosten der Alt-Pumpen !

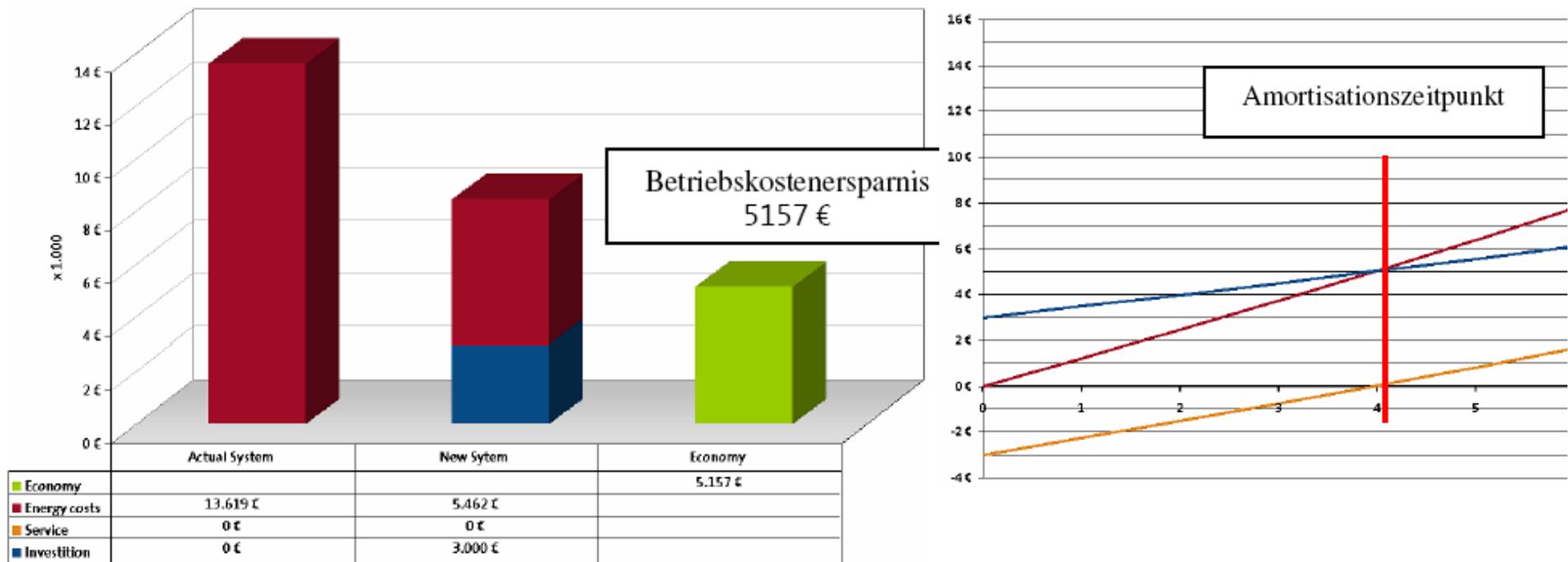
Bei angenommenen Investitionskosten von ca. **18600,- €** für die vorgeschlagenen neue Pumpen und Zubehör erfolgt eine Amortisation für die Gesamtinvestition nach ca. **2,35** Jahren.

Für die Kostenschätzung wird lediglich ein Preisvorteil von 25% ggü. den aktuellen Grundfos-Listenpreisen angesetzt.

Umbau- und Demontagekosten wurden nicht eingerechnet, da lt. Aussage von Hr. Eßbach solche Umbauten durch eigenes Personal durchgeführt werden

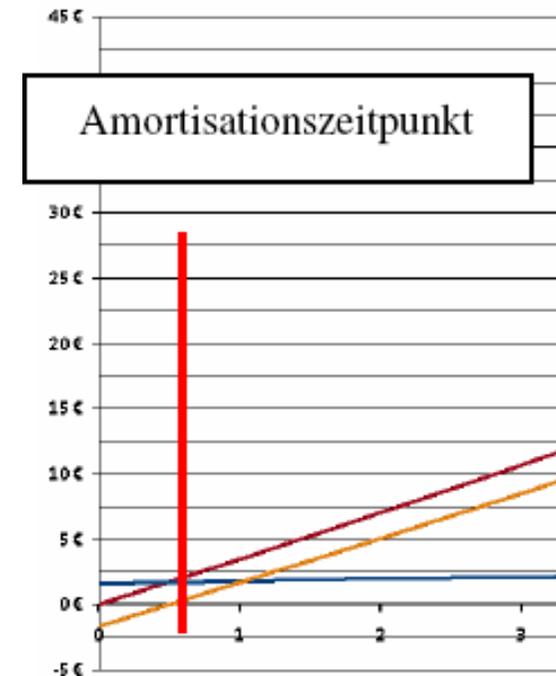
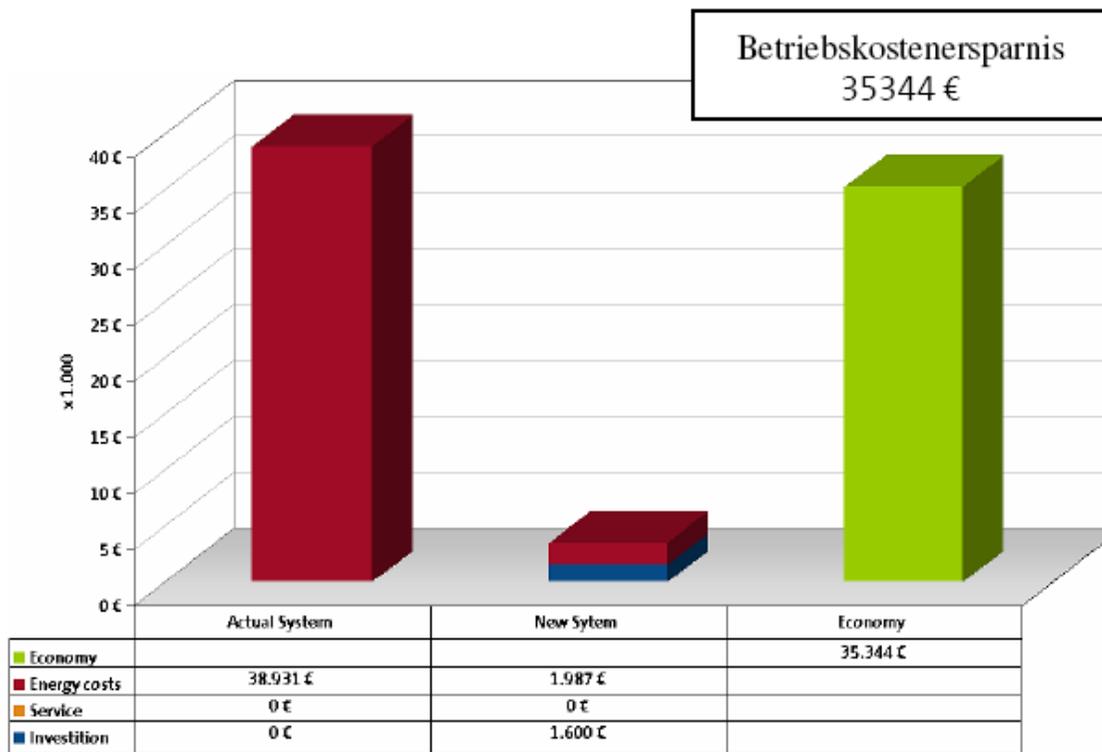
Konkret: Beispiel Deutsche Bahn Dessau

Auszug aus dem Projektbericht:



Konkret: Beispiel Deutsche Bahn Dessau

Auszug aus dem Projektbericht:



Verbrennen Sie nicht Ihre Kohle !

GRUNDFOS PUMP AUDIT

Sie möchten auch sparen?
Andere tun es bereits

Entdecken Sie Ihr
Einsparungspotenzial mit einem
Grundfos Pump Audit



Stellen Sie sich
JETZT
der Energie-
Herausforderung!



Frank Räder
fraeder@grundfos.com

Reiner Baumann
rbaumann@grundfos.com