



Der praktische Einsatz von Energiemanagement Systemen zur Optimierung von Kälteanlagen

Seminar Effizienzpotentiale in der Hydraulik
ELBCAMPUS Hamburg
16.11.2012

Miele & Cie. KG

Bernhard Neumann
Werkplanung

Hubert Hermelingmeier
Zentraler Energie-
managementbeauftragter

Premium-Qualität für Haushalt und Gewerbe

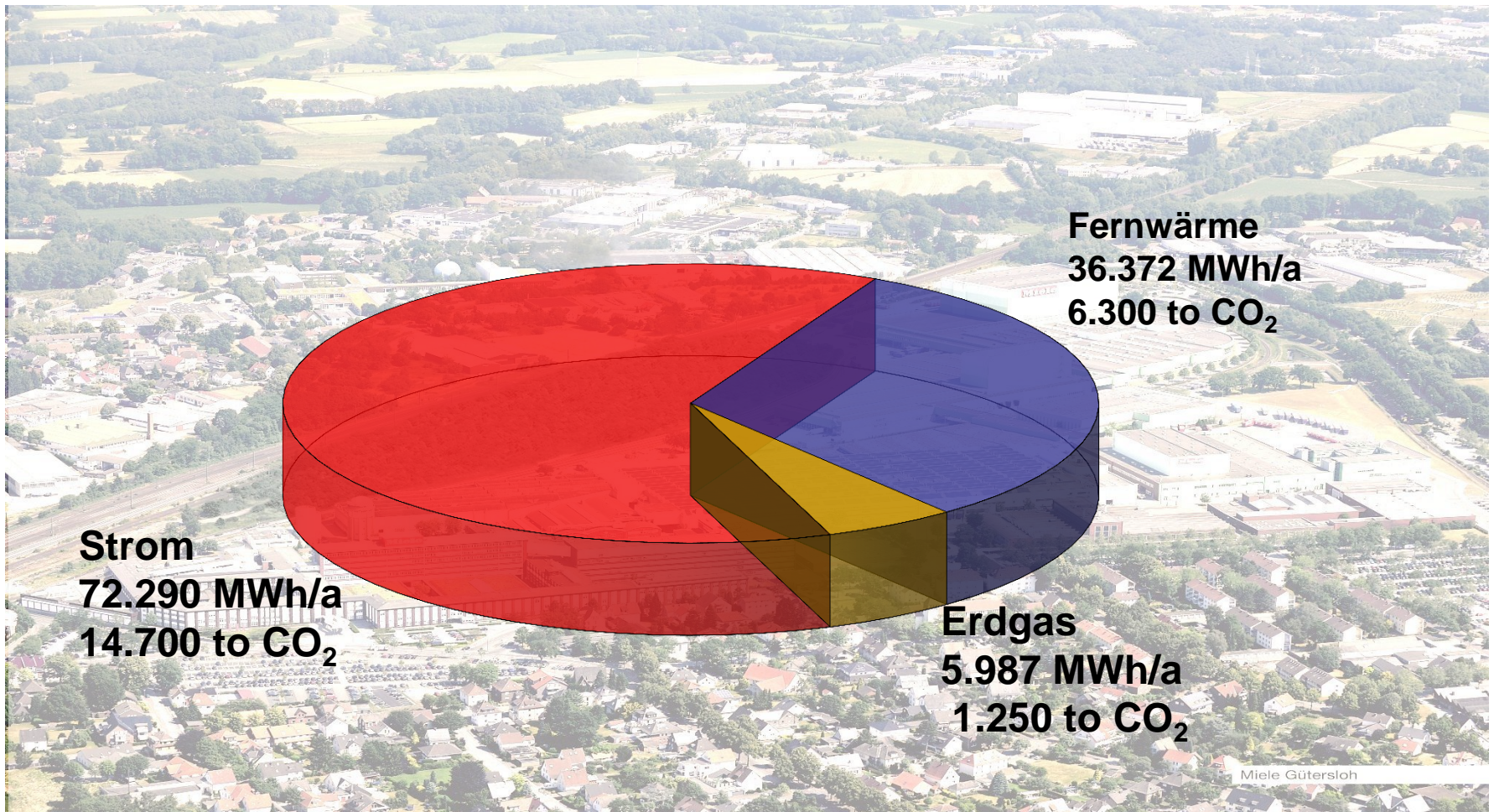


Miele – weltweit

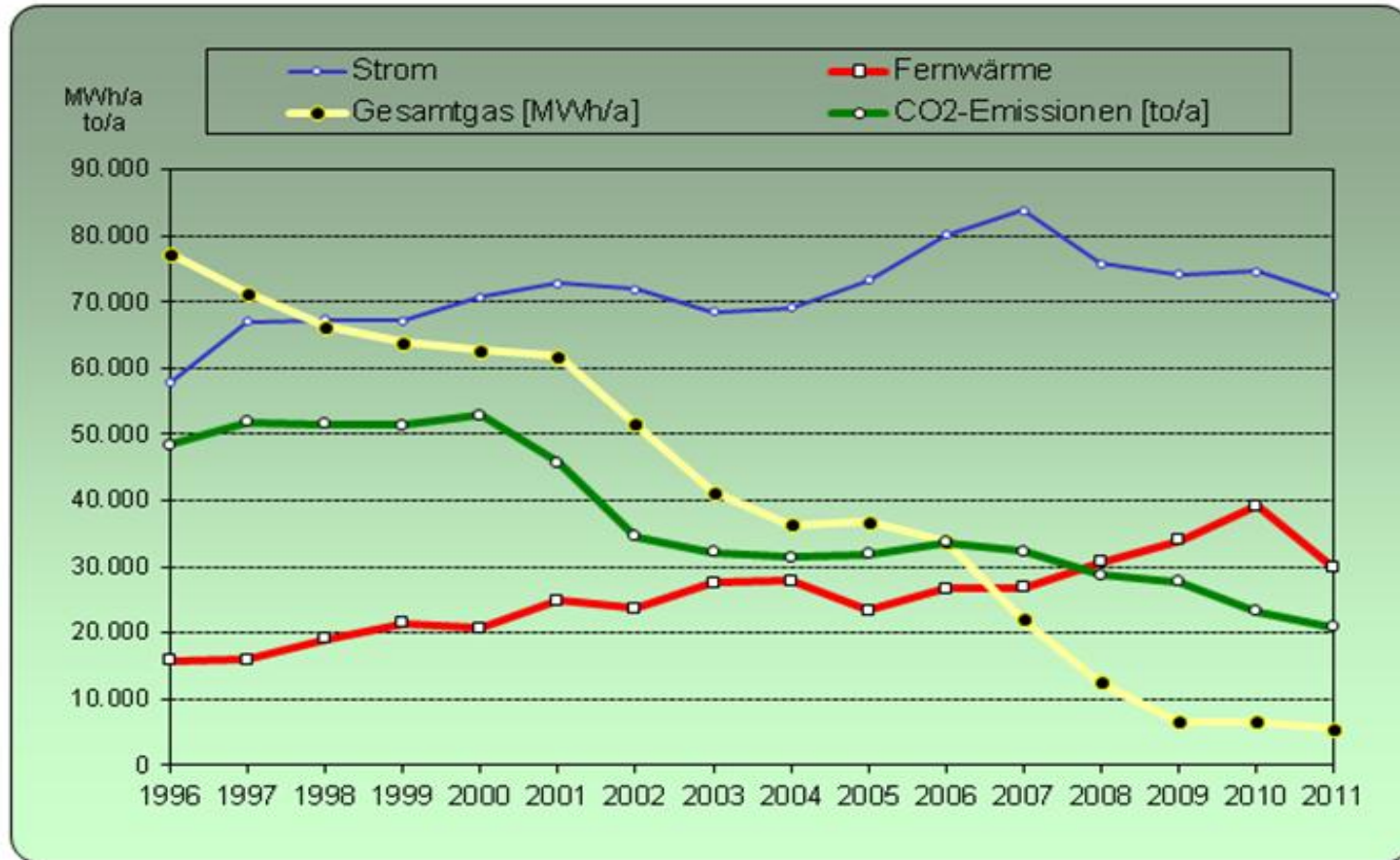


17.000 Mitarbeiter
12 Produktionsstandort
47 Vertriebsgesellschaften
3 Mrd. € Umsatz

Energiebedarf im Geschäftsjahr 2010/11 im Werk GT



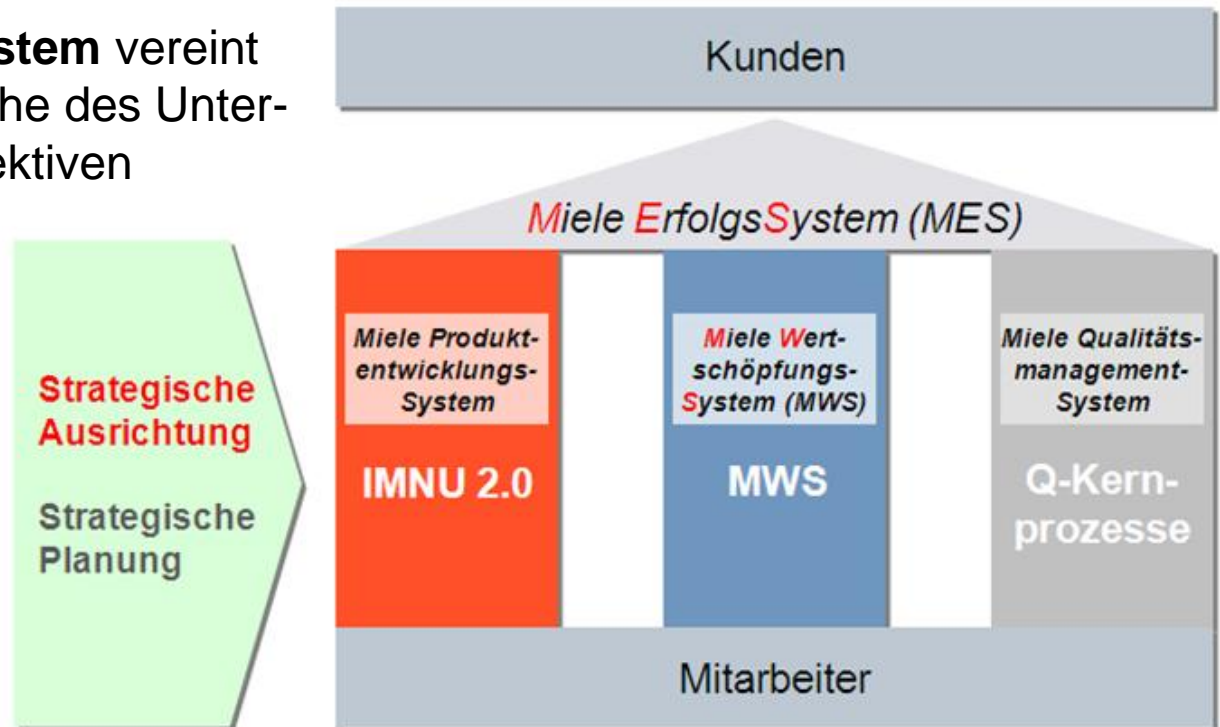
Entwicklung des Energiebedarfes im Werk Gütersloh



Veränderung in den vergangenen 20 Jahren: Gebäudevolumen +82%, Wärmeenergie -44 %

Unternehmenspolitik

- **Unternehmensphilosophie** – Sie gilt unternehmensweit für alle Mitarbeiter und enthält Aussagen zu den wichtigen Handlungsfeldern unserer Zeit. Energieeffizienz, Umweltschutz und Ressourcenschonung sind wichtige Themen
- Das **Miele-Erfolgssystem** vereint alle relevanten Bereiche des Unternehmens zu einem effektiven Managementsystem.



DIN EN ISO 50001 – als wichtiges Instrument zur Effizienzverbesserung

- Zertifizierung innerhalb des integrierten Managementsystems
- Wichtigstes Instrument: Sharepoint als zentrale Datenbank
- Abbildung der Norm mit allen Kapiteln und Anleitung zur Anwendung
- Verlinkung normenrelevanter Dokumente (z. B. Aufgabenbeschreibungen)
- Energieberichte/Analysen
- Protokolle
- Umsetzungsbeispiele

DIN EN 16001 - Energiemanagementsystem > Anforderungskatalog

Anforderungskatalog

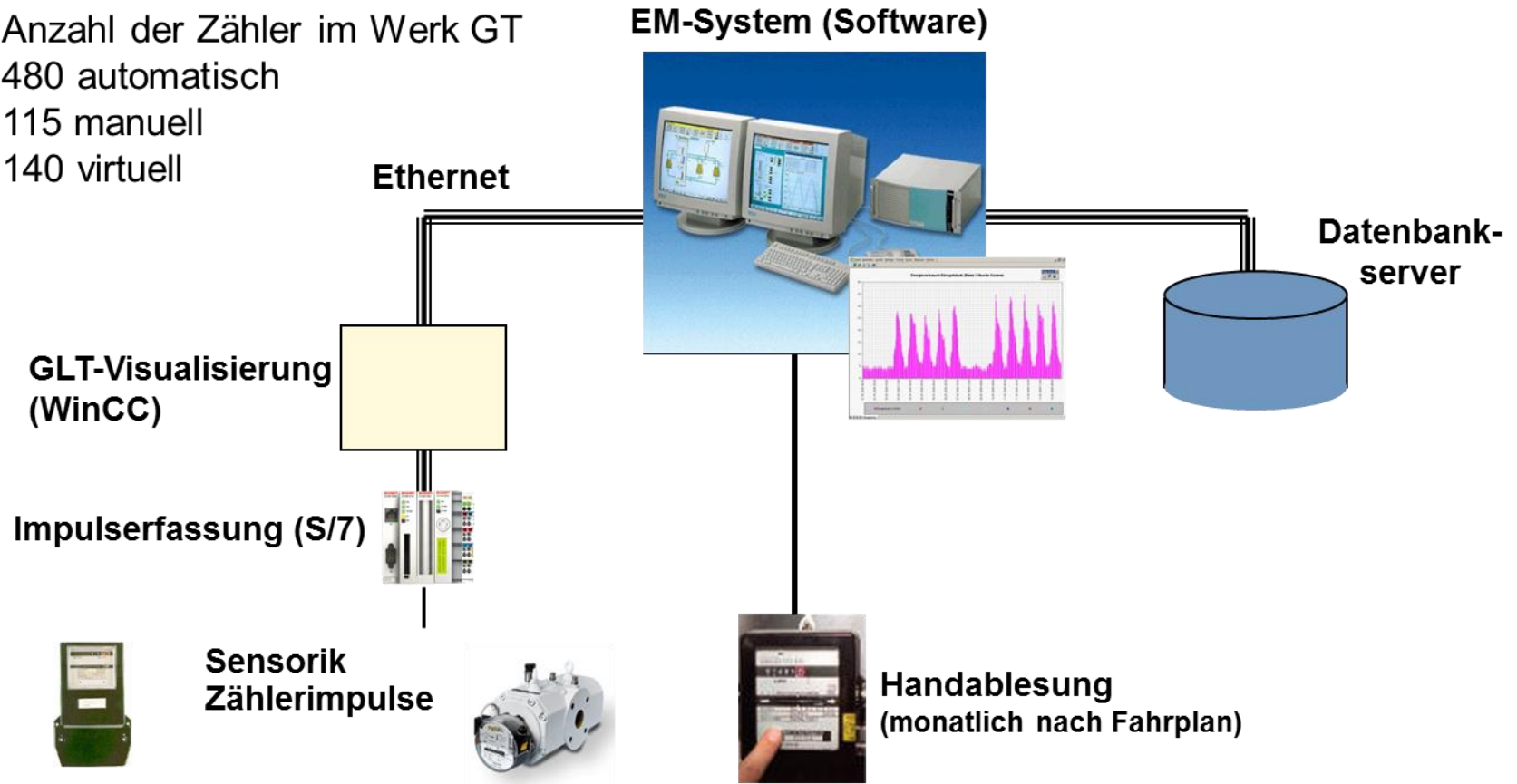
Neu | Aktionen | Ansicht: Alle Elemente

Unterkapitel	Detailkapitel
Normkapitel : 0 Einleitung (1)	
Normkapitel : 0 Vorwort (1)	
Normkapitel : 1 Anwendungsbereich (1)	
Normkapitel : 2 Begriffe (1)	
Normkapitel : 3 Anforderungen an ein Energiemanagementsystem (19)	
3.1 Allgemeine Anforderungen	ohne
3.2 Energiepolitik	ohne
3.3 Planung	3.3.1 Ermittlung und Überprüfung von Energieaspekten
3.3 Planung	3.3.2 Rechtliche Verpflichtungen und andere Anforderungen
3.3 Planung	3.3.3 Strategische und operative Energieziele und Programm(e)
3.4 Verwirklichung und Betrieb	3.4.1 Ressourcen, Aufgaben, Verantwortlichkeit und Befugnis
3.4 Verwirklichung und Betrieb	3.4.2 Bewusstsein, Schulung und Fähigkeit
3.4 Verwirklichung und Betrieb	3.4.3 Kommunikation
3.4 Verwirklichung und Betrieb	3.4.4 Dokumentation des Energiemanagementsystems
3.4 Verwirklichung und Betrieb	3.4.5 Lenkung von Dokumenten
3.4 Verwirklichung und Betrieb	3.4.6 Ablauflenkung
3.5 Überprüfung	3.5.1 Überwachung und Messung

Anforderungen an ein Energiemanagementsystem

Stationäre Energiedatenerfassung – Systemstruktur

Anzahl der Zähler im Werk GT
 480 automatisch
 115 manuell
 140 virtuell

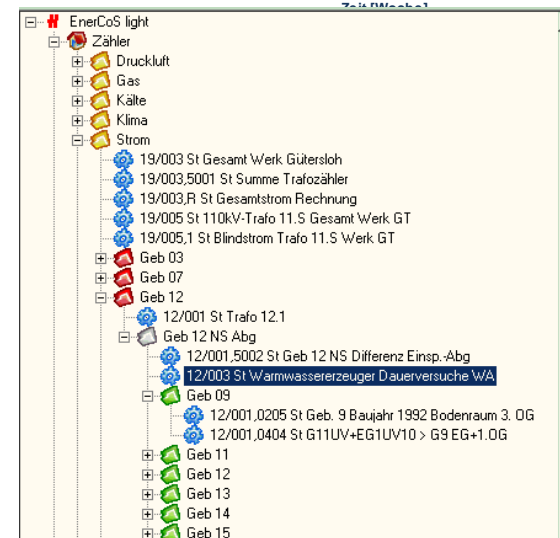
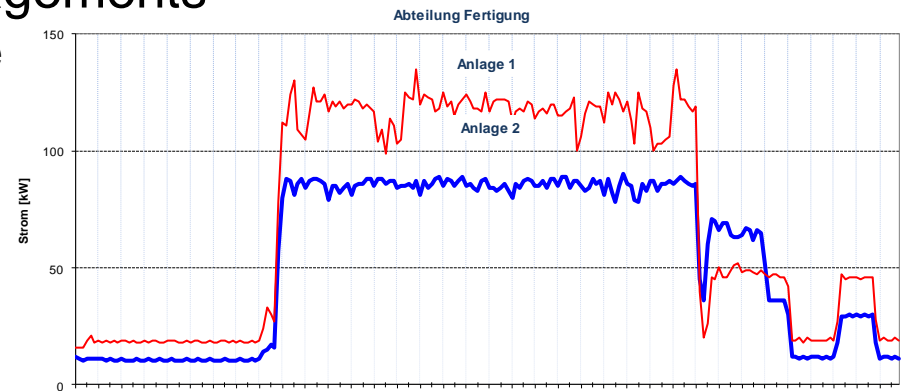


Anforderungen an ein Energiemanagementsystem

Kernpunkte des Energiedatenmanagements

- Bedarfsermittlung für versch. Zeiträume (Tage, Wochen, Monate, Jahre)
- Lastgangermittlung (Erkennen von Schwachstellen, Veränderung des Nutzerverhaltens, Planungsgrundlage)
- Bilden von virtuellen Zählern
- Kostenstellenzuordnung der Energie
- Erstellung von Zählerdatenblättern (Typ, Größe, Genauigkeit, Multiplikatoren, Impulswertigkeit)

Basis für den Energiebericht, Bildung der EnPI, Aktions- und Strategiepläne, Ziele



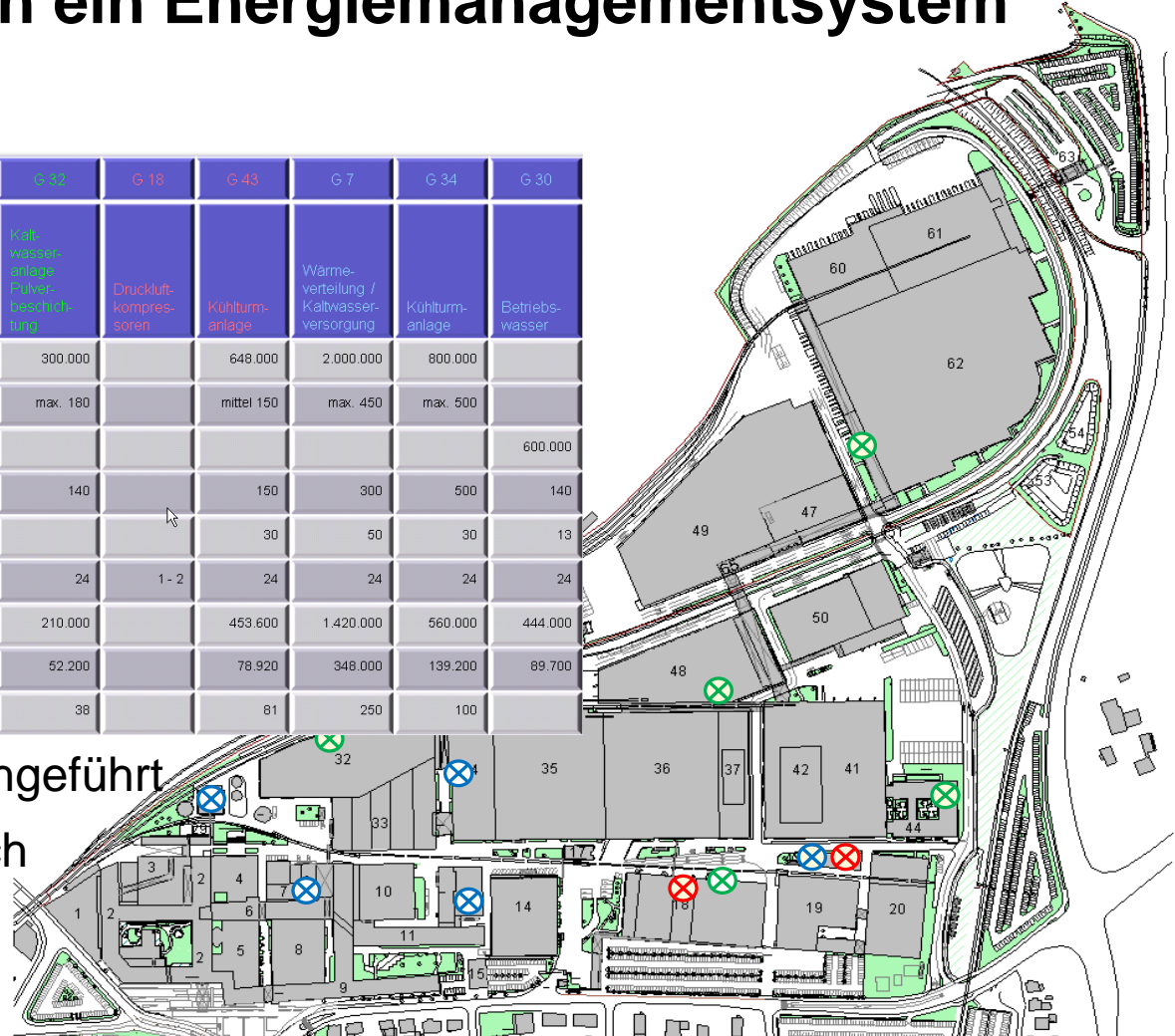
Anforderungen an ein Energiemanagementsystem

Ziele und Programme

Übersicht der Anlagen und Kennzahlen

Gebäude	G 18	G 44	G 48	G 62	G 32	G 18	G 43	G 7	G 34	G 30
Anlage	Kühlung Elektro- sammel- ofen	Kalt- wasser- anlage	Druckluft- kompres- soren	Druckluft- kompres- soren	Kalt- wasser- anlage Pulver- beschich- tung	Druckluft- kompres- soren	Kühlturm- anlage	Wärme- verteilung / Kaltwasser- versorgung	Kühlturm- anlage	Betriebs- wasser
Kennzahl										
Abwärmeenergie in kWh/a	900.000	353.000	2.000.000	33.600	300.000		648.000	2.000.000	800.000	
Abwärmeleistung in kW	max. 580	max. 200	max. 600	max. 120	max. 180		mittel 150	max. 450	max. 500	
Kälteenergie in kWh/a										600.000
Kälteleistung in kW		160			140		150	300	500	140
Wassertemperatur in °C	45	48	75	75			30	50	30	13
Betriebsdauer in Std./Arb.tag	24	24	24	3 - 5	24	1 - 2	24	24	24	24
Primärenergieein- sparung in kWh/a	630.000	247.100	1.420.000	23.520	210.000		453.600	1.420.000	560.000	444.000
CO ₂ -Reduzierung in kg/a	156.600	61.400	348.000	5.646	52.200		78.920	348.000	139.200	89.700
Energiepotenzial in Erdwärmesonden	112	45	250	4	38		81	250	100	

- ⊗ Wärmenutzung durchgeführt
- ⊗ Nutzung nicht möglich
- ⊗ Nutzung geplant



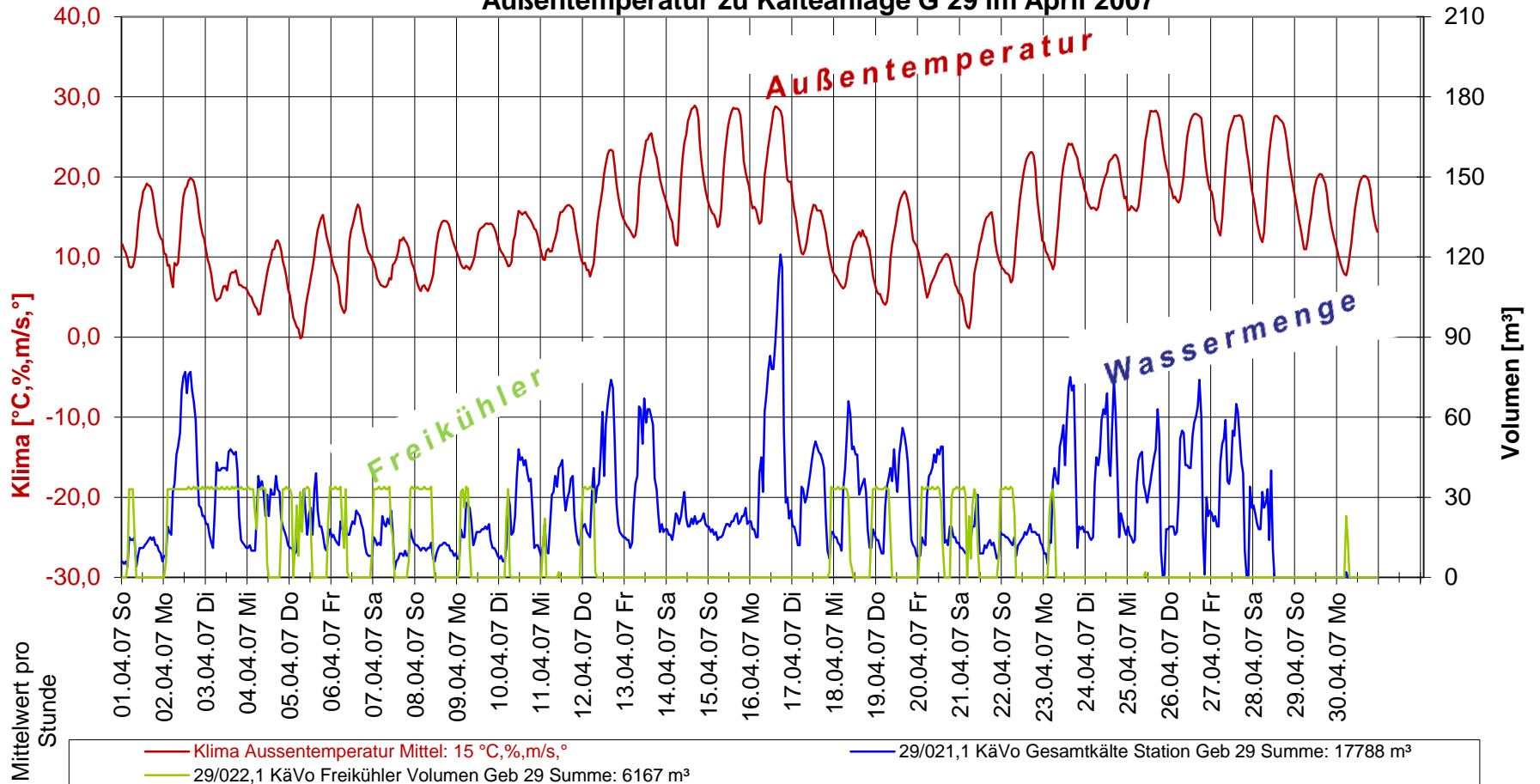
Planung Wärmeverteilung / Kaltwasserversorgung für die Geb. 1-13

- **Gebäudenutzung:**
 - **Zentraler Verwaltungsbereich**
 - **Ausstellung, Forum**
 - **Technikum für Dauerversuche, Waschlabor**
 - **Technische Kühlprozesse**

Planungsbeginn: 2007
Fertigstellung: Heizperiode 2011/2012

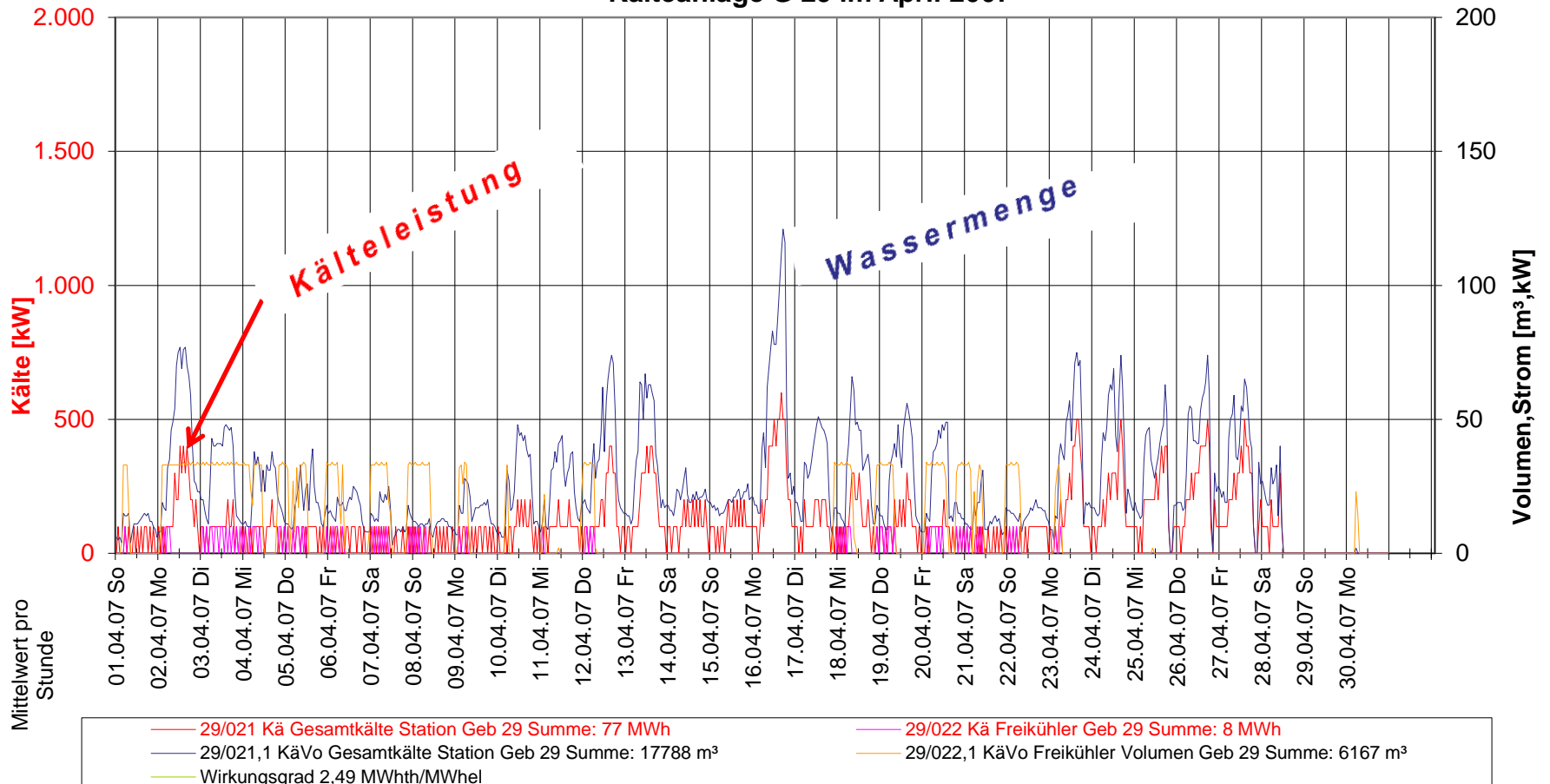
Bestandsaufnahme / Auswertung

Außentemperatur zu Kälteanlage G 29 im April 2007



Bestandsaufnahme / Auswertung

Kälteanlage G 29 im April 2007



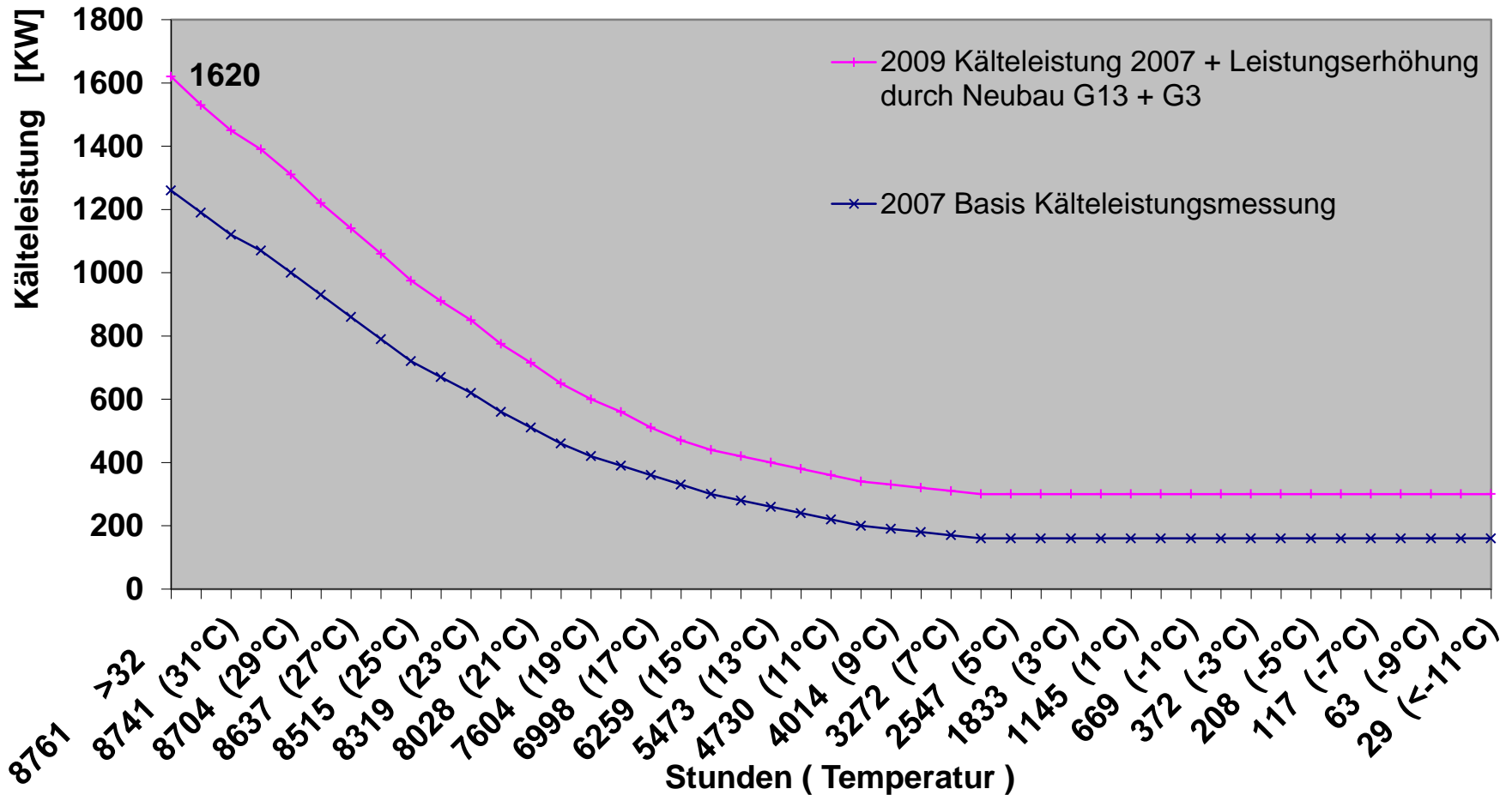
Auswertung Istzustand: Kälteleistung Betriebszeit: 2007

Außentemperatur [°C]	Std / Jahr n. DIN 4710 [h]	Kälteleistung [KW]	Kälteenergie [kWh/a]	Freikühlleistung [KWh/a]	Kälteenergie Kältemaschine [kWh/a]	Herstellerangabe COP	Verdichterleistung [kW]	Stromenergie Kältemaschine [kWh/a]
>32	11	1260	13860	0	13860	3,6	350,0	3850
32	9	1190	10710	0	10710	3,6	330,6	2975
31	16	1120	17920	0	17920	3,75	298,7	4779
30	21	1070	22470	0	22470	3,85	277,9	5836
29	27	1000	27000	0	27000	3,92	255,1	6888
27	52	860	44720	0	44720	4,06	211,8	11015
25	87	720	62640	0	62640	4,23	170,2	14809
23	132	620	81840	0	81840	4,39	141,2	18642
21	192	510	97920	0	97920	4,6	110,9	21287
19	288	420	120960	0	120960	5	84,0	24192
17	358	360	128880	0	128880	5,7	63,2	22611
6	365	160	58400	0	58400	5,7	28,1	10246
5	361	160	57760	0	57760	5,7	28,1	10133
4	353	160	56480	0	56480	5,7	28,1	9909
3	356	160	56960	56960	0	5,7	0,0	0
2	332	160	53120	53120	0	5,7	0,0	0
1	289	160	46240	46240	0	5,7	0,0	3
-9	19	160	3040	3040	0	5,7	0,0	0
-10	15	160	2400	2400	0	5,7	0,0	0
<-11	29	160	4640	4640	0	5,7	0,0	0

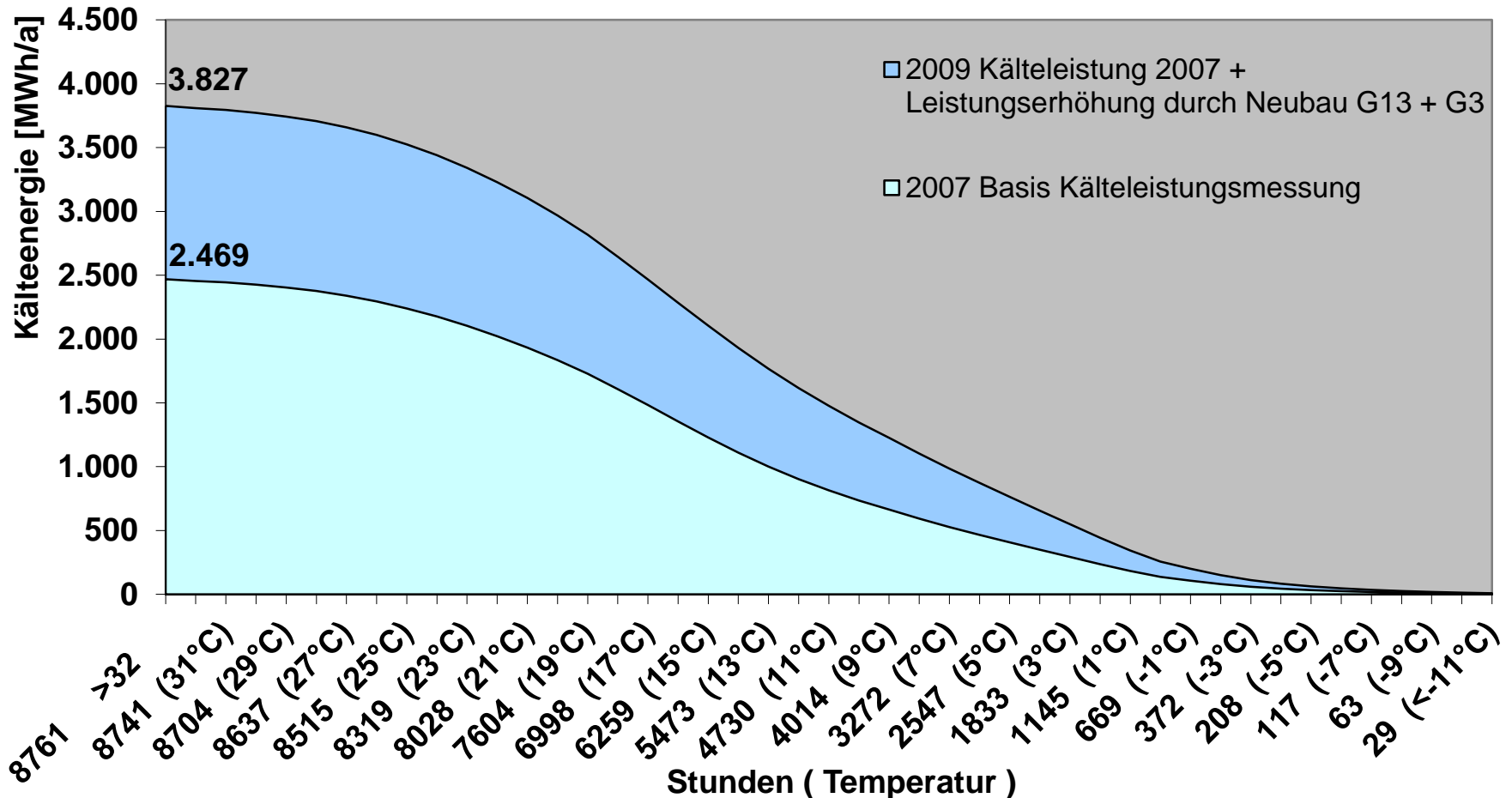
kWh/a		2468720	293280	2175440		428617
-------	--	---------	--------	---------	--	--------

Verdichterleistung G29:	166	kW
Verdichterleistung:G 7	183	kW

Kälteleistung: Ist und Vorausschau



Dauerlinie Kälteenergie: Ist und Vorausschau



Datenbasis Systemvergleich

2009- Annahme Wärmepumpenbetrieb Heizzeit AT>4 °C, <16 °C, VL= 47°C

Kondensator: Hybridkühler- Auslegungstemp. 34/28 bei AT 32°C/40 % rel. F

KW-AX-WP-Hybr

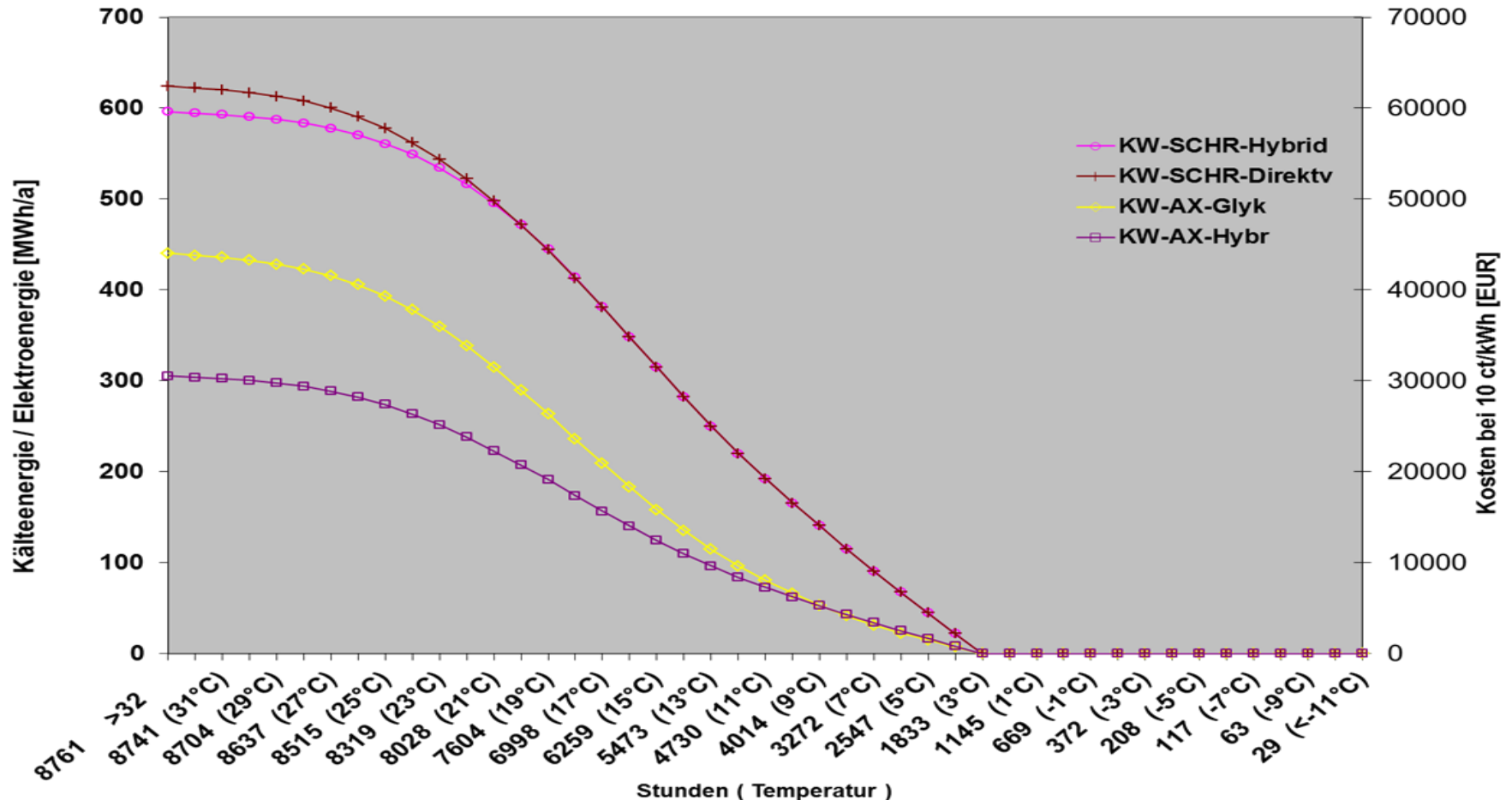
↙ Angabe Systemhersteller

Außen-temperatur [°C]	Std / Jahr n. DIN 4710 [h]	Kälteleistung [KW]	Kälteenergie kWh/a	Freikühlleistung KW/a	Kälteenergie Kältemaschine kWh/a	Kondensator Wärmeträgervorlauf-temp.	COP	Verdichterleistung [KW]	Stromenergie Kältemaschine kWh/a	Wärmepumpen-Leistung KW	Wärmepumpen-energie kWh/a
>32	11	1200	13200	0	13200	36	5,5	218,2	2400		
32	9	1200	10800	0	10800	36	5,5	218,2	1964		
31	16	1200	19200	0	19200	35	5,6	214,3	3429		
29	27	1200	32400	0	32400	33	6	200,0	5400		
27	52	1200	62400	0	62400	31	6,5	184,6	9600		
25	87	1200	104400	0	104400	29	6,7	179,1	15582		
23	132	1050	138600	0	138600	27	7,8	134,6	17769		
21	192	900	172800	0	172800	25	8,8	102,3	19636		
19	288	770	221760	0	221760	23	9,7	79,4	22862		
17	358	650	232700	0	232700	21	11,1	58,6	20964		
7	360	310	111600	0	111600	47	4,1	75,6	27220	385,6	138820
6	365	300	109500	0	109500	47	3,8	78,9	28816	378,9	138316
5	361	300	108300	108300	0						
4	353	300	105900	105900	0						

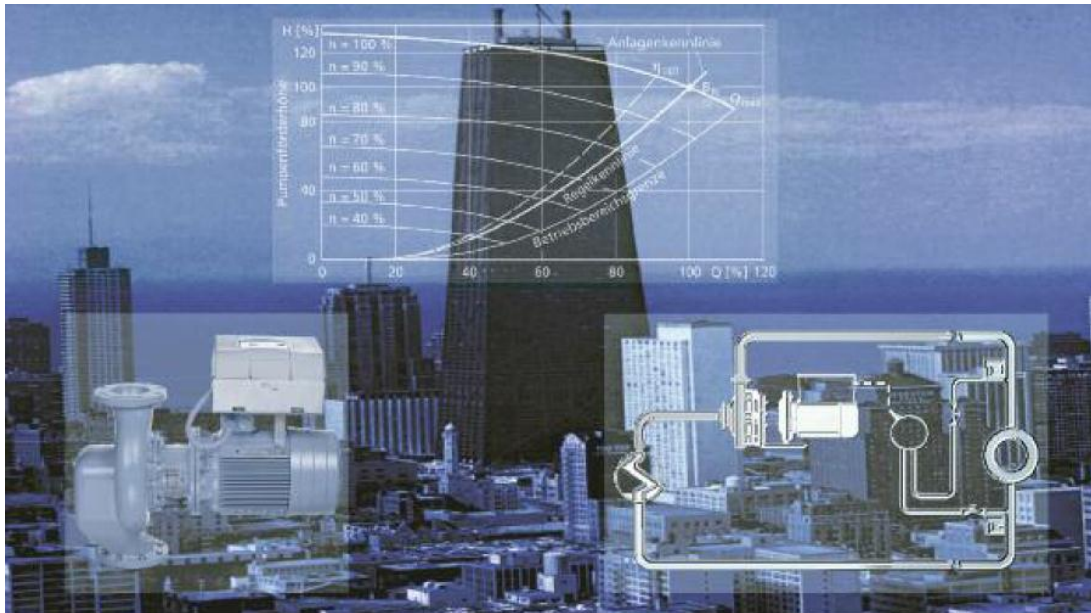
3	356	300	106800	106800	0			0,0	0		
1	289	300	86700	86700	0			0,0	0		
-1	167	300	50100	50100	0			0,0	0		
-9	19	300	5700	5700	0			0,0	0		
-10	15	300	4500	4500	0			0,0	0		
<-11	29	300	8700	8700	0			0,0	0		

kWh/a			4326860	549900	3562760				581735		2061401
-------	--	--	---------	--------	---------	--	--	--	--------	--	---------

Energieeffizienz Kälteanlage: Systemvergleich



Energieeffizienz : Pumpen + Antriebe + Regelung



- Motorwirkungsgrad einzuhalten nach IEC- Norm

Wichtiger:


- Pumpenwirkungsgrad
- hydraulischer Einbau
- Bedarfsabhängige Regelung (Anlagenschlechtpunkt)

Beispiel: 4 kW Leistung
43 Hz= 86%, 2,54 kW

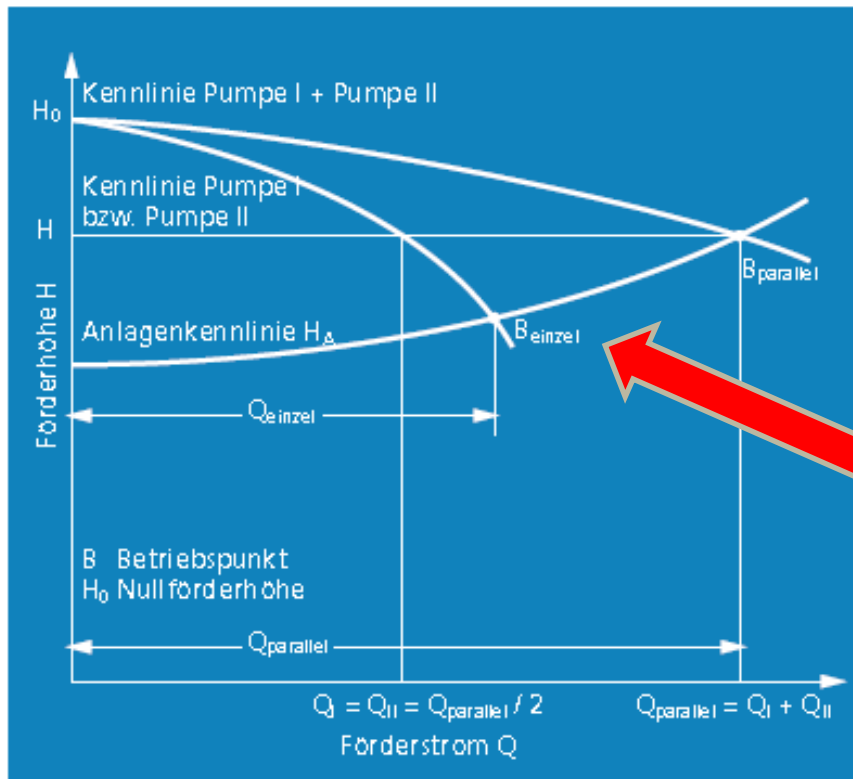
Aus der Praxis:

Proportionalgesetz:

$$P = n^3$$

	Betrieb:	<input checked="" type="checkbox"/>
	Aus:	<input type="checkbox"/>
	Stellsignal (Referenz)	80,4 %
	Differenzdruck (Feedback)	688 mBar
	Motorfrequenz	43 Hz
	Motorstärke	2,5 kW
	Motorstrom	6,1 A
Statusmeldungen		
Störungen		
	Betriebsstunden	377 h
	kWh- Zähler	6932 kWh

Pumpen im Parallelbetrieb



$$Q_{ges} = Q_I + Q_{II} + Q_{III}$$

wobei H = konstant

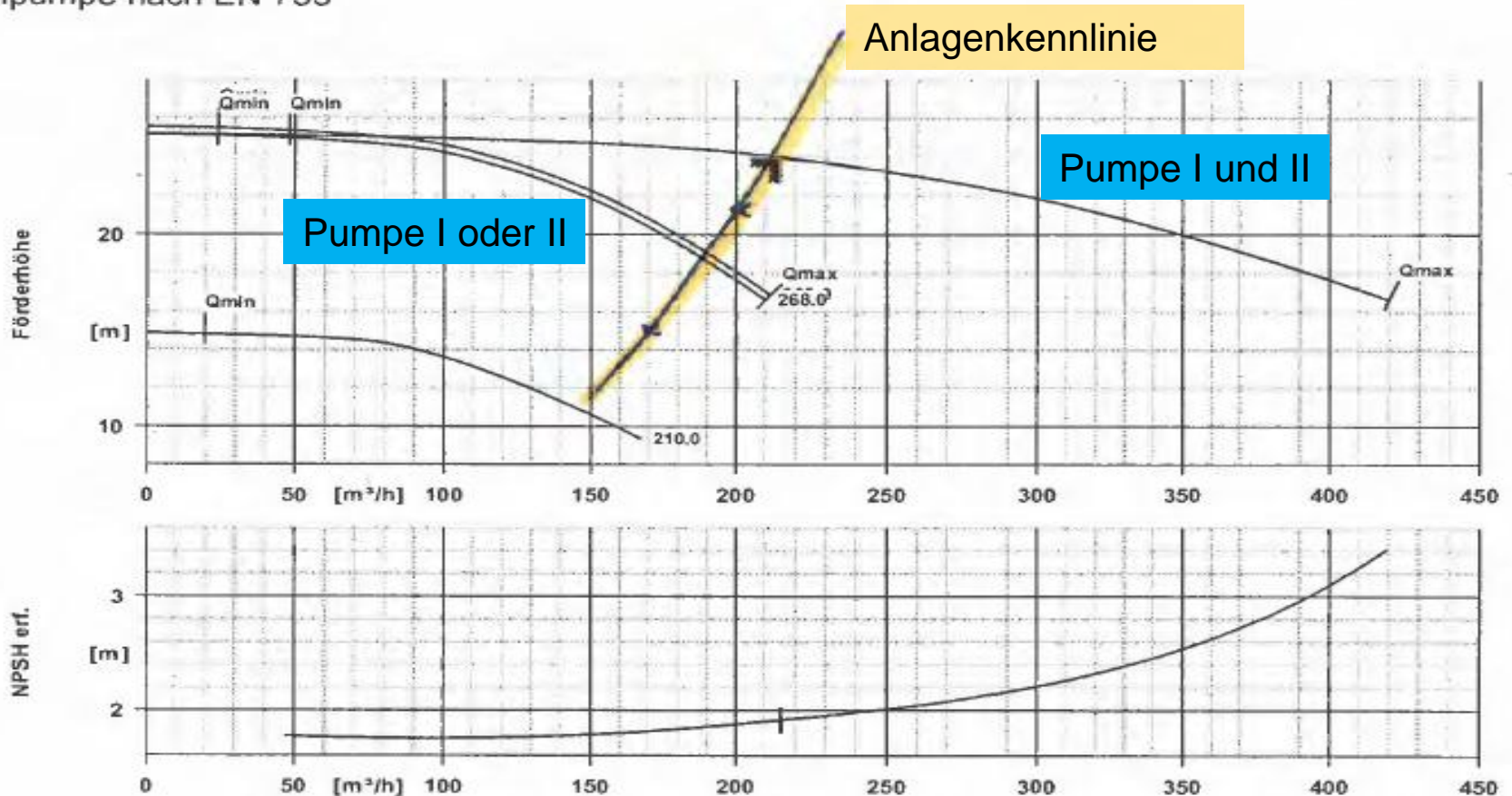
Einzelpumpenauslegung

Bild 1: Parallelbetrieb von zwei gleichen Kreiselpumpen mit stabiler Kennlinie

Betriebspunktauslegung auf der Pumpenkennlinie

Etanorm G 100-250 G11
Normpumpe nach EN 733

Versions-Nr.: 1



Beispielrechnung : Pumpenanschluss besteh. aus 2 Absperrklappen + Rückschlagklappe

Pumpendaten:		
Doppelpumpenanlage Typ G100-250:	215 m ³ /h	24,0 mWS
Pumpensaugseite:	DN 125	
Pumpendruckseite:	DN 100	
Motorleistung:	15,0 kW	

Pumpenbetrieb:		
P1+P2=	215,0 m ³ /h	24,0 mWS
P1=P2	107,5 m ³ /h	23,0 mWS
P1, P2	190,0 m ³ /h	19,0 mWS

Beispielrechnung Druckverlust Armaturen:							
Bezeichnung	Anzahl	Kvs-Wert	Wasser-menge	Druckverlust	Prozentualer Druckverlust	Antriebs wirkungsgrad	erforderliche Motorleistung
Absperrklappen DN 125	2	1444	107,5 m ³ /h	0,11 mWS	0,48%	69%	0,047 kW
Rückschlagklappe DN 125	1	477	107,5 m ³ /h	0,51 mWS	2,21%	69%	0,216 kW
Summe:				0,62 mWS	2,69%	69%	0,263 kW

Absperrklappen DN 125	2	1444	190,0 m ³ /h	0,35 mWS	1,82%	69%	0,260 kW
Rückschlagklappe DN 125	1	477	190,0 m ³ /h	1,59 mWS	8,35%	69%	1,191 kW
Summe:				1,93 mWS	10,17%	69%	1,450 kW

Absperrklappen DN 200	2	3715	107,5 m ³ /h	0,02 mWS	0,07%	69%	0,007 kW
Rückschlagklappe DN 200	1	1420	107,5 m ³ /h	0,06 mWS	0,25%	69%	0,024 kW
Summe:				0,07 mWS	0,32%	69%	0,031 kW

Absperrklappen DN 200	2	3715	190,0 m ³ /h	0,05 mWS	0,28%	69%	0,039 kW
Rückschlagklappe DN 200	1	1420	190,0 m ³ /h	0,18 mWS	0,94%	69%	0,134 kW
Summe:				0,23 mWS	1,22%	69%	0,174 kW

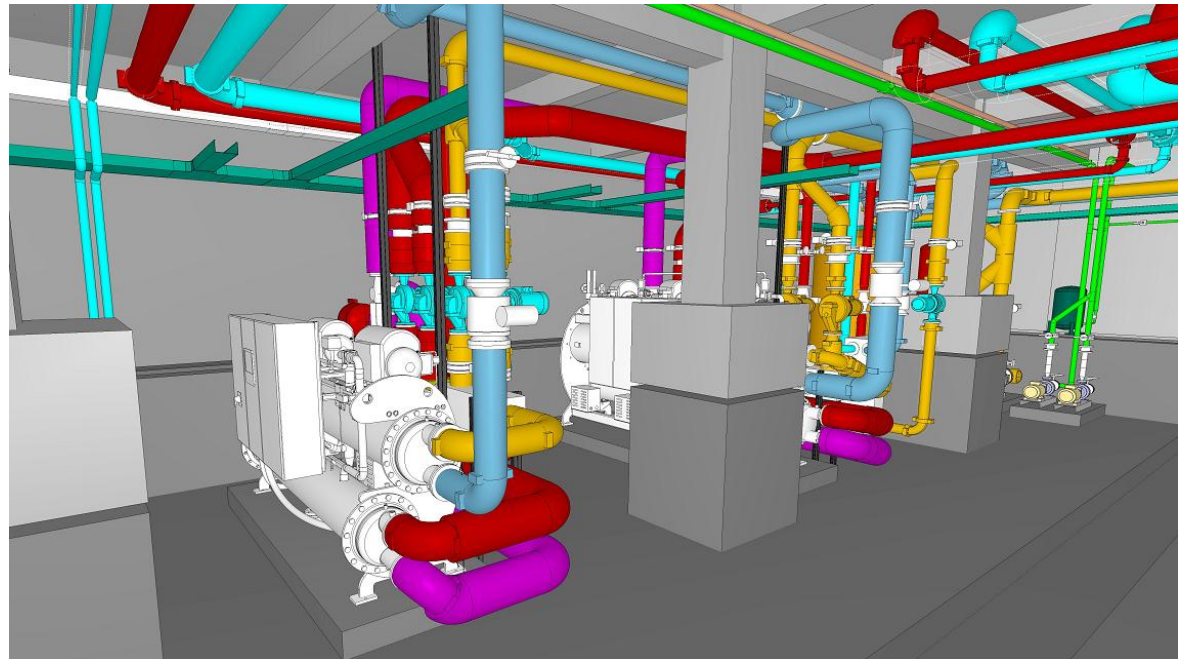
Planungsablauf:

- **Vorplanungsende 2009: Anlagensystem ist festgelegt**
- **Ausführungsabstimmung mit BAU**
- **Installation fehlender Rohrsysteme im Zuge laufender Bausanierungsmaßnahmen (Überregionale Energietrassen gebaut) 2009-2011**
- **1. Bauabschnitt 1. Hocheffizienzkälteanlage 650 kW
Mai 2010**
- **2. Bauabschnitt Erneuerung Wärmeverteilung
Oktober – November 2011**
- **3. Bauabschnitt 2. Hocheffizienzkälteanlage 950 kW / Abwärmenutzung
November 2011 - März 2012**

Ausführungsplanung in der GTG Werkplanung

Gebäudetechnik:

- Wärmeversorgung
- Kälteversorgung
- Wasserversorgung
- Elektroversorgung
- Lüftung
- Schweiß- und Hydraulikkühlung
- Gasversorgung
- Sprinkler
- Schema



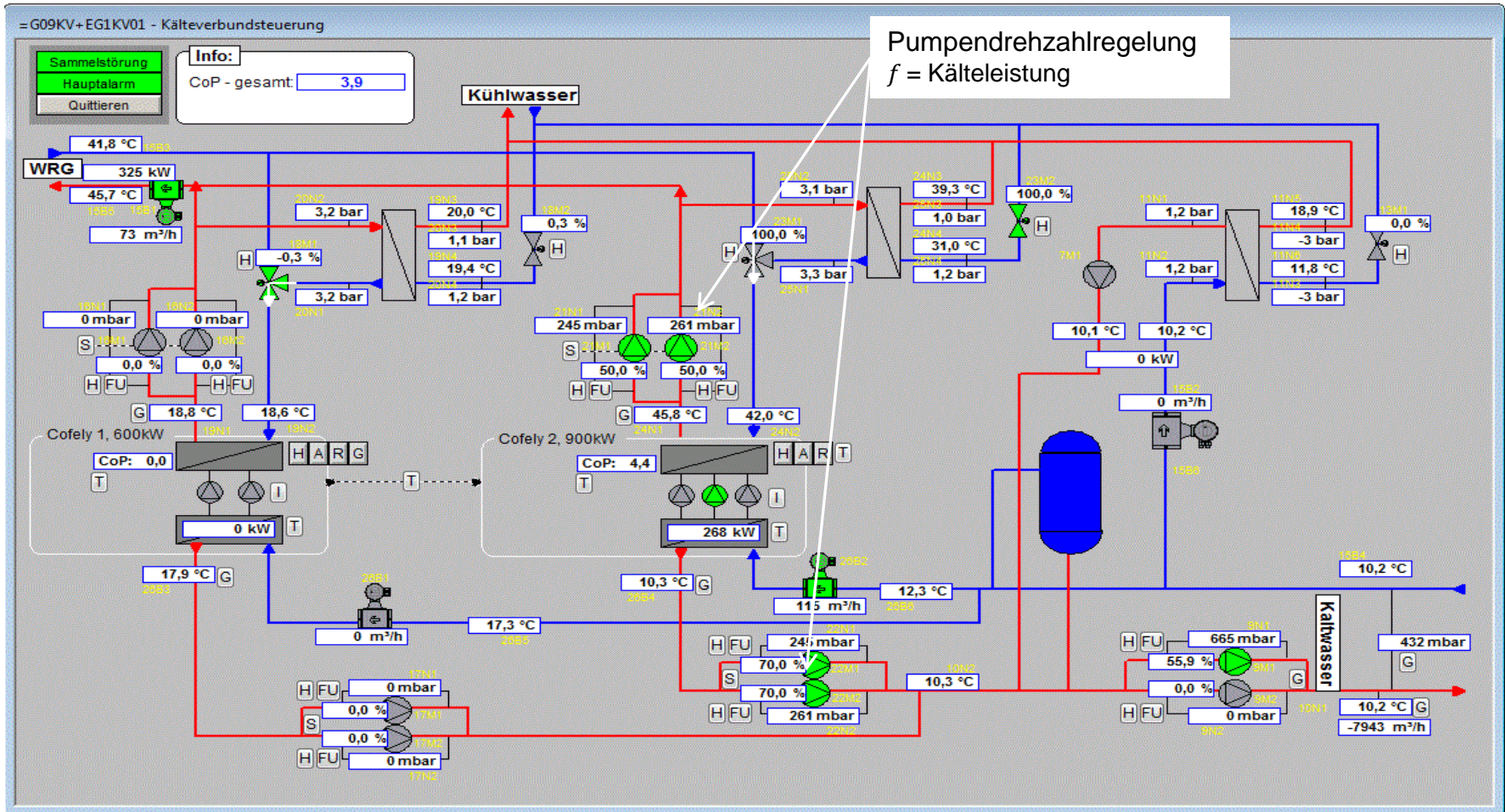
Ausführungsplanung in der GTG Werkplanung

Gebäudetechnik:

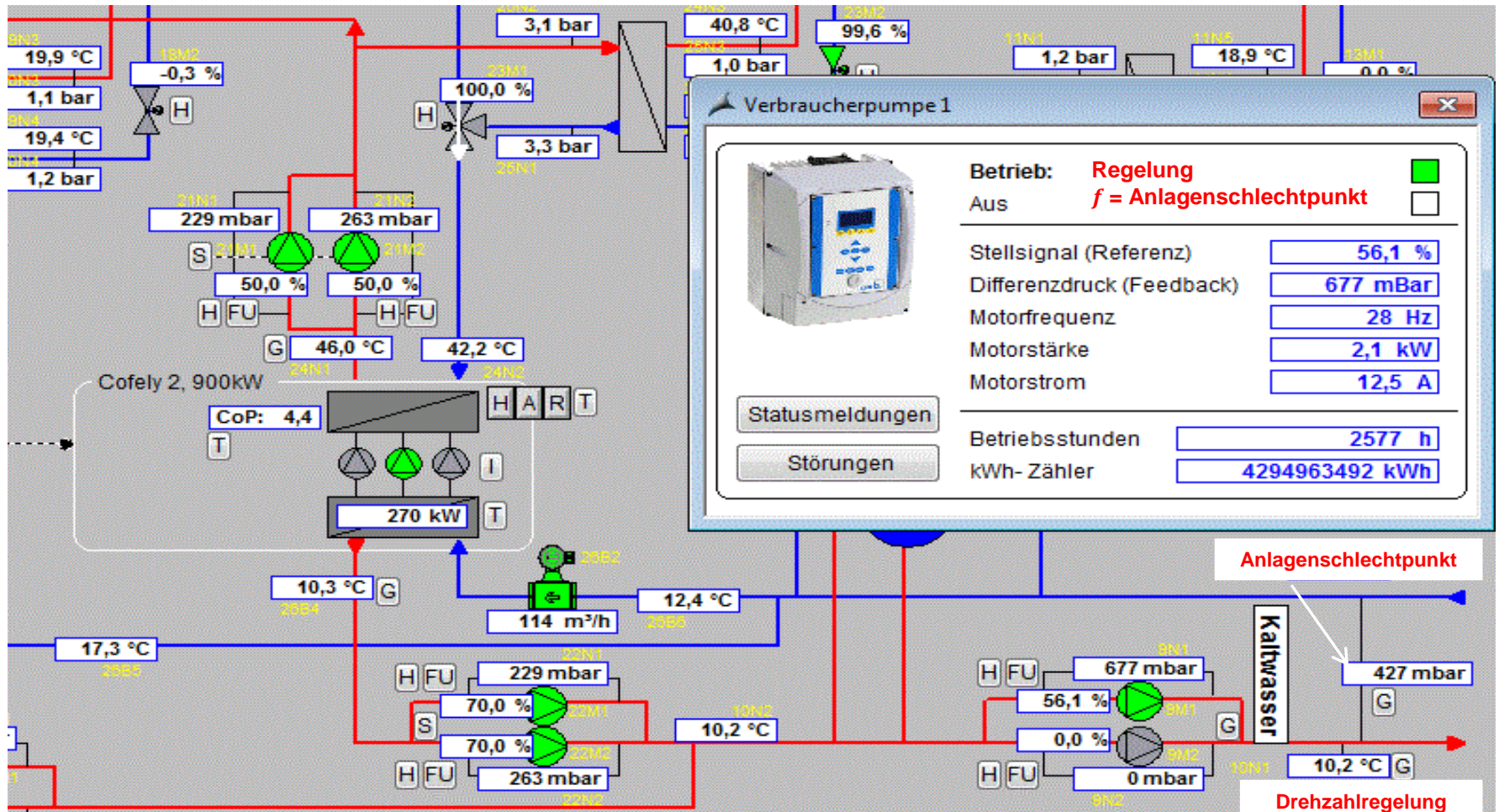
- Wärmeversorgung
- Kälteversorgung
- Wasserversorgung
- Elektroversorgung
- Lüftung
- Schweiß- und Hydraulikkühlung
- Gasversorgung
- Sprinkler
- Schema



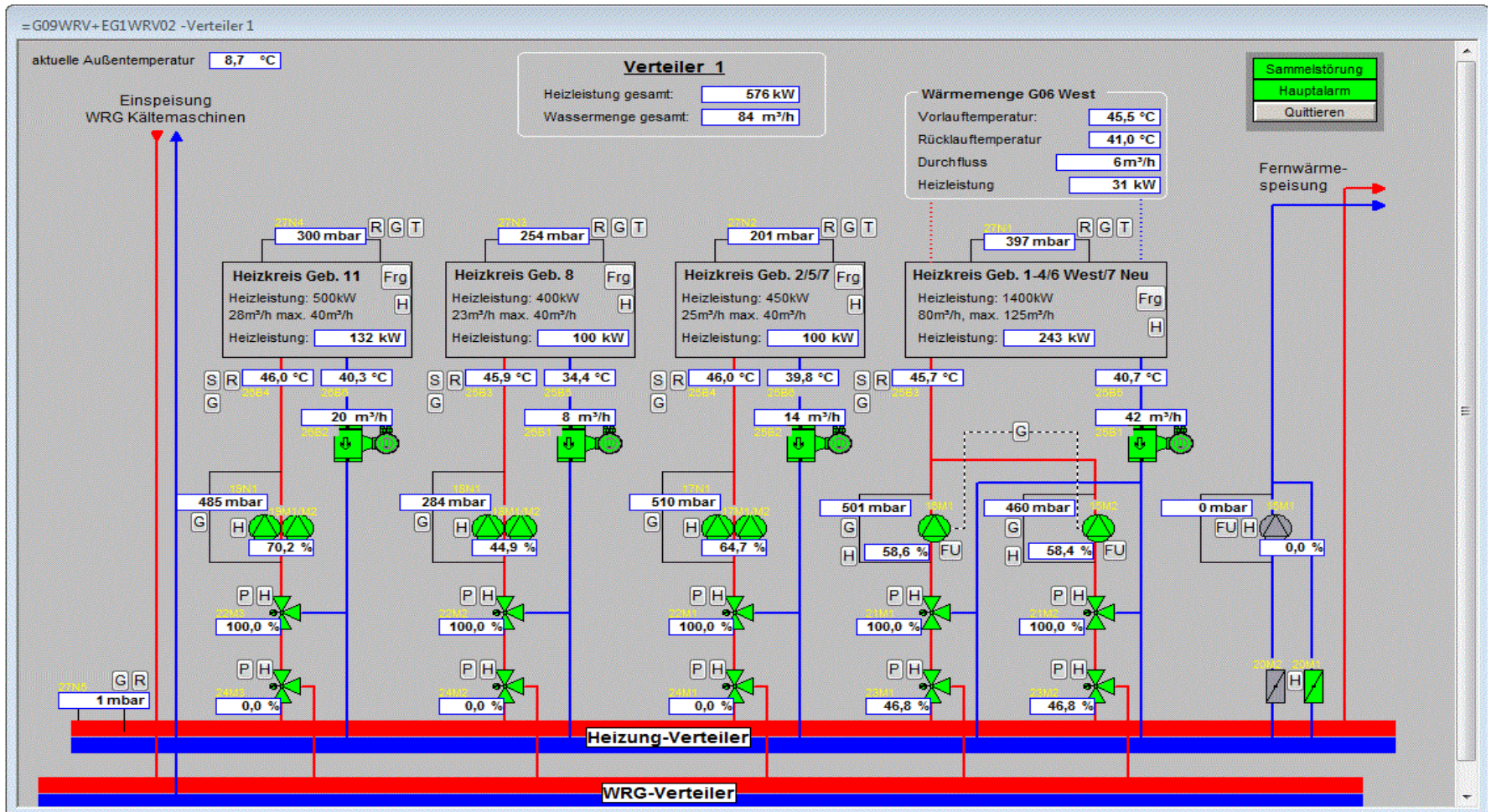
Kälteanlage auf der Leittechnik



Pumpenbetrieb auf der Leittechnik



Heizung / WRG Verteiler auf der Leittechnik



WRG Betriebsparameter

Freigabe nach RL- Temp. Kreis 9

Heizkreis	Rücklauftemp.	Heizleistung
Kreis 11	40,4 °C <input type="button" value="G"/> Freigabe	131 kW
Kreis 8	33,9 °C <input type="button" value="G"/> Freigabe	100 kW
Kreis 2/5/7	39,7 °C <input type="button" value="G"/> Freigabe	97 kW
Kreis 1-4/ 6 West/ 7 neu	40,7 °C <input type="button" value="G"/> Freigabe	248 kW
Kreis 9	41,1 °C <input type="button" value="G"/> Freigabe	118 kW
Kreis 13/14	52,4 °C <input type="button" value="G"/> keine Freigabe	177 kW
Kreis 10	44,4 °C <input type="button" value="G"/> keine Freigabe	25 kW
Kreis 6 Ost	34,7 °C <input type="button" value="G"/> Freigabe	37 kW
Summe Heizleistung der freigegebenen Heizkreise:		731 kW
Heizleistung der Kältemaschinen		316 kW <input type="button" value="G"/>
Leistungsdifferenz		415 kW <input type="button" value="G"/>

Betriebsart WRG: Freigabe

Info

Damit die Wärmerückgewinnung in Betrieb geht, müssen die Kältemaschinen eine Heizleistung > 150,0 kW liefern. Die Heizleistung ist ein errechneter Wert aus Kälteleistung x 1,2.

Ebenso muß die Summe der Leistungen freigegebener Heizkreise abzüglich der Heizleistung der Kältemaschinen den Grenzwert von -20,0 kW überschreiten.

Ein Abgang wird freigegeben, wenn der Rücklauftemperatur-Grenzwert unterschritten ist.

Freigabe nach RL- Temp. Kreis 9

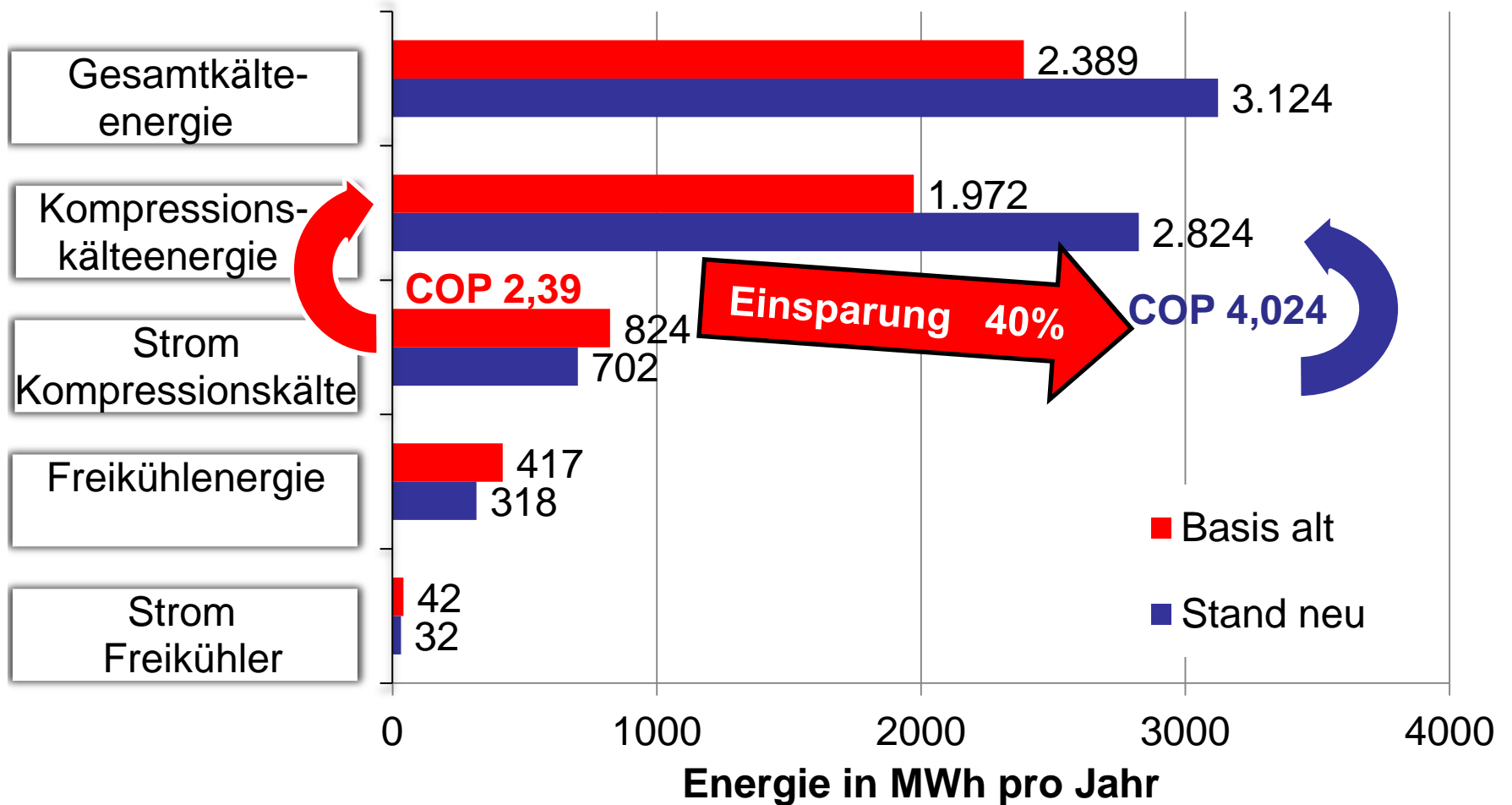
Istwert X	41,1
Grenzwert Meldung "EIN"	+43,0
Grenzwert Meldung "AUS"	+44,0
Einschaltverzögerung	180
Restzeit	<input type="text" value="0"/>
Ausschaltverzögerung	180
Restzeit	<input type="text" value="180"/>
Grenzwert ausgelöst	<input checked="" type="checkbox"/>
Grenzwert nicht ausgelöst	<input type="checkbox"/>

Inbetriebnahmeprotokolle

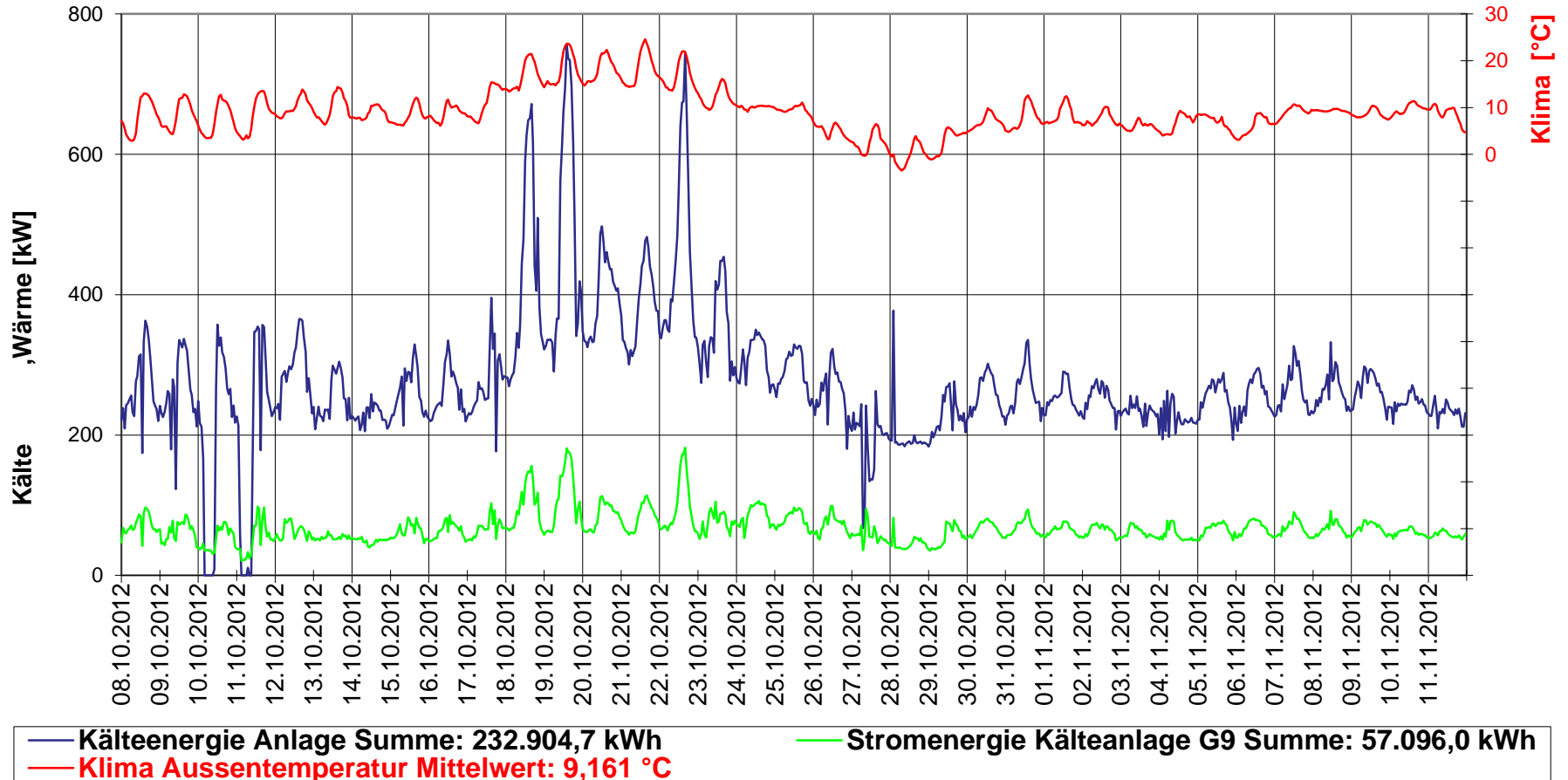
G09: Pumpen- Inbetriebnahmeprotokoll Kaltwasseranlage im April 2012

Kälteanlage1: Cofely- 635 kW						
	FU-Einstellung	Pumpenleistung	min. Wassermenge	Pumpendrehzahl	Pumpenleistung	max. Wassermenge
Wassermengen- Verdampfer:			62,0 m3/h			90,0 m3/h
Pumpe: P2	90%	1,93 KW	66,0 m3/h			
Pumpe: P2+P2	73%	1,72 KW	66,0 m3/h	100%	4,10 KW	95,0 m3/h
Wassermengen- Kondensator:			60,0 m3/h			90,0 m3/h
Pumpe: P1	90%	2,25 KW	66,0 m3/h			
Pumpe: P1+P1	74%	2,00 KW	66,0 m3/h	100%	4,60 KW	92,0 m3/h
Wassermengen- Kühlturm:			60,0 m3/h			90,0 m3/h
Pumpe: P1 oder P2(Kühlturm 1)	65%	5,80 KW	68,0 m3/h	80%	10,80 KW	93,0 m3/h

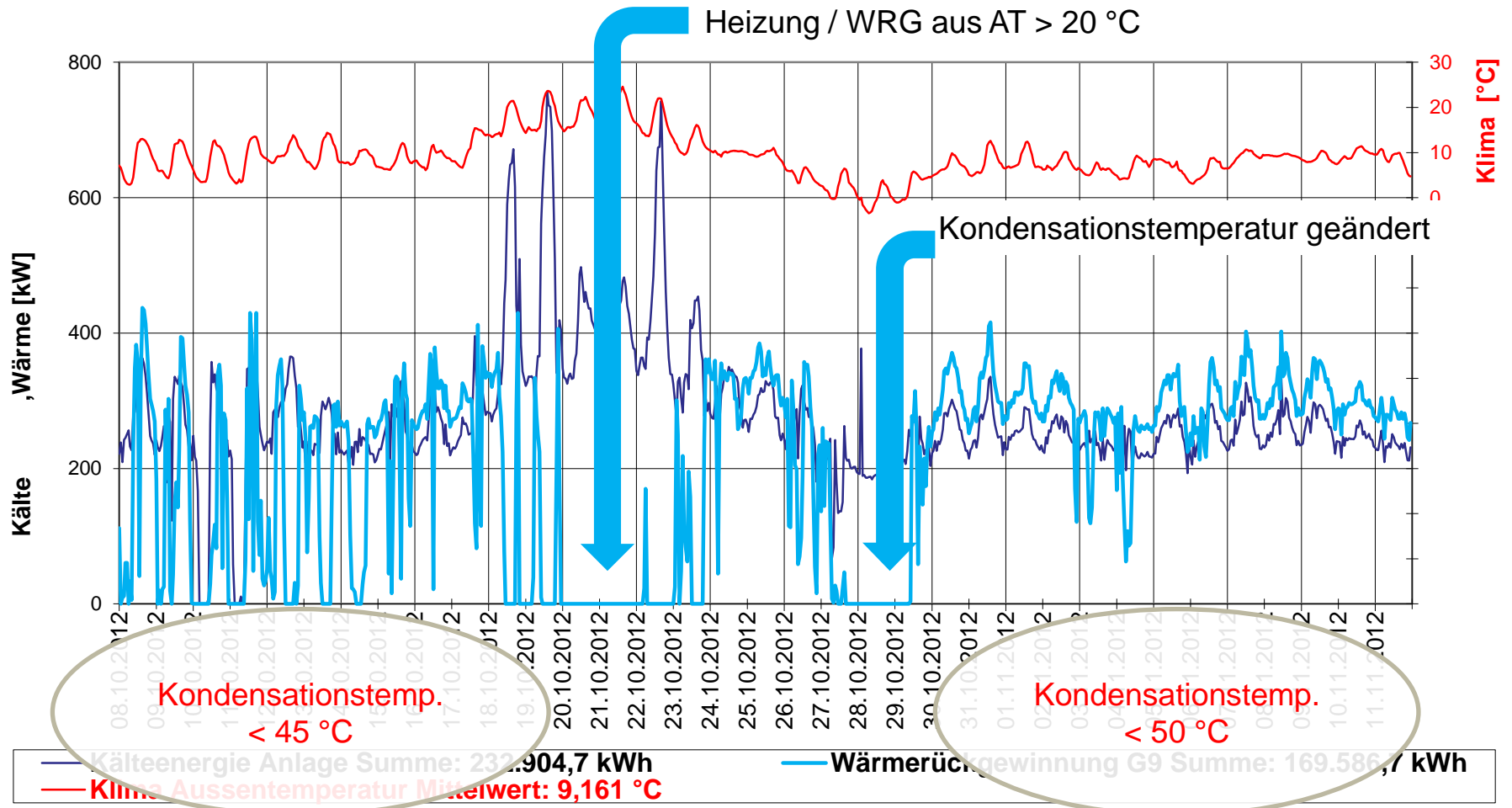
Datenvergleich alt / neu

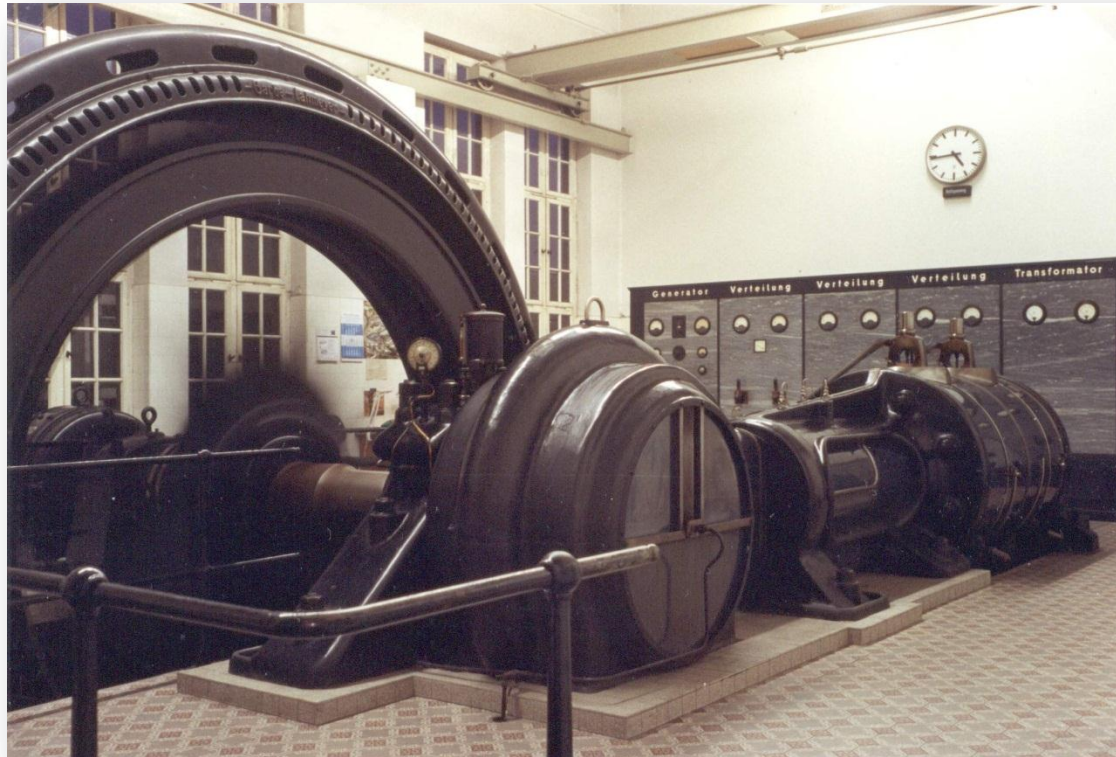


Kälteanlage im WRG Betrieb



Kälteanlage im WRG Betrieb - Optimierungsmaßnahme





Vielen Dank