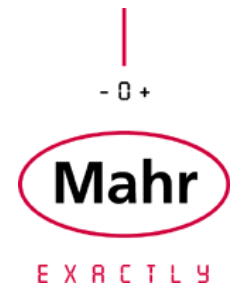


Neue Energieeffizienztechnologien und Energiemanagementsystem

- Synergien und Kostensenkungseffekte systematisch erschließen –

**Praxisbeispiel:
Effizienz und Energiemanagementsystem
bei der Fa. Mahr in Göttingen**



Übersicht

Neue Energieeffizienztechnologien und Energiemanagementsystem

- Ausgangssituation - Bestand und energetische Gegebenheiten
- Hemmnisse - Wandel zu Chancen
- Durchbruch - sprichwörtlich
- Umsetzung - mit systemischem Ansatz
- Effizienzerfolg - Taten und Betriebsergebnisse

Identifizierung von Maßnahmen so ging es 2004 los

Heizzentrale
mit 1. BHKW 07/08

und dann weiter!

Heizung
alle Gebäude 07 bis 09

2. BHKW &
Absorptionskühlung
12/13/14

Präzisions-Klima
Messräume Halle G
04/05

DKD-Labor
07/08

Klima Halle
E 14/15

Zentrale
Kaltwasser-
erzeugung
07/08

Klima Halle
D 07

Klima Seminar
08/09

Beleuchtung
alle Gebäude 07 bis 09

Anschluss Heizung

EDV 11

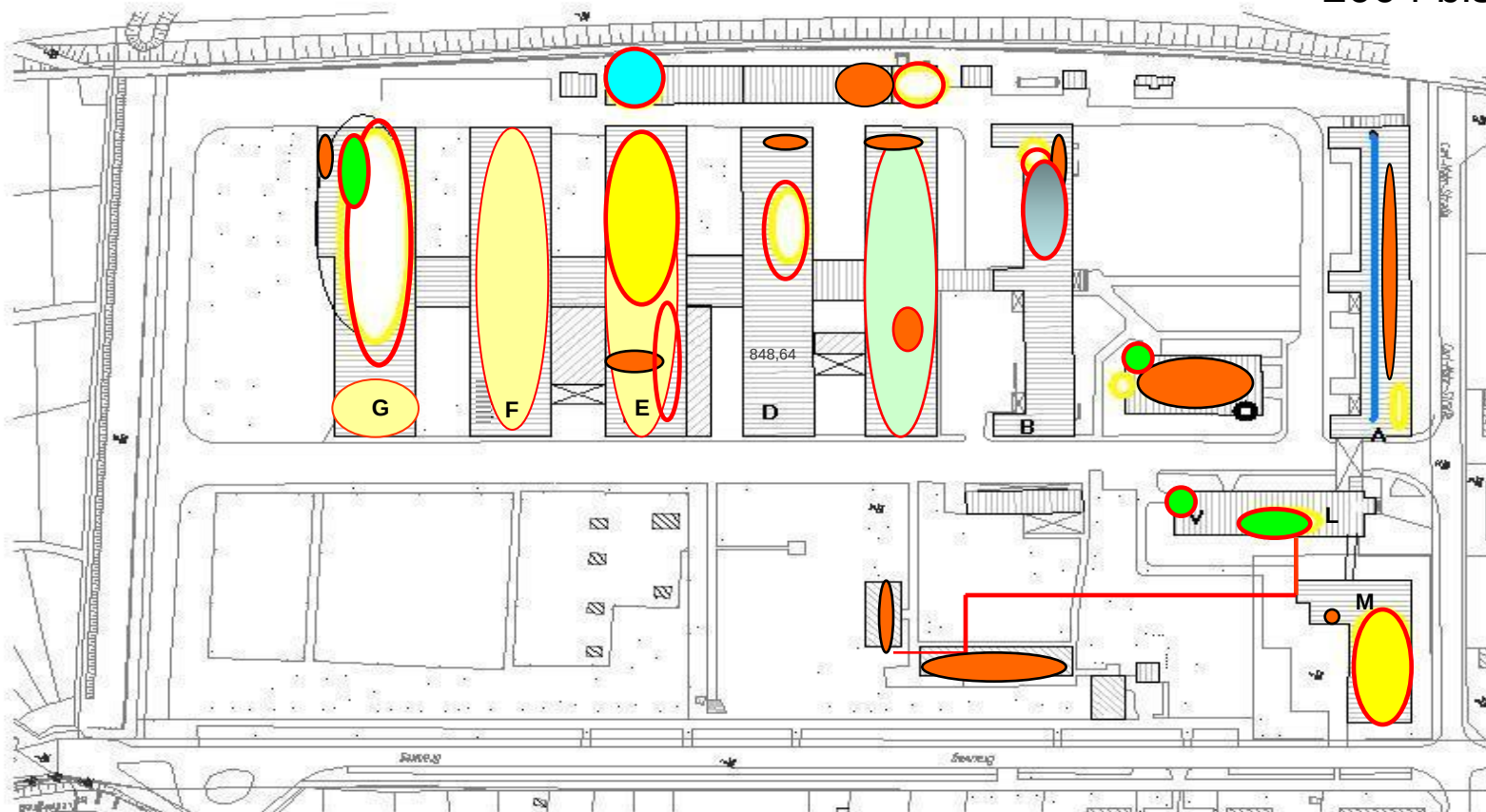
Brauweg 06

Mahr

Effizienzmaßnahmen

mehr als 200 systemisch abgestimmte Einzelmaßnahmen

2004 bis 2015



Gesamtübersicht Verbrauchserfassung

Platzierungen der Verbrauchszähler



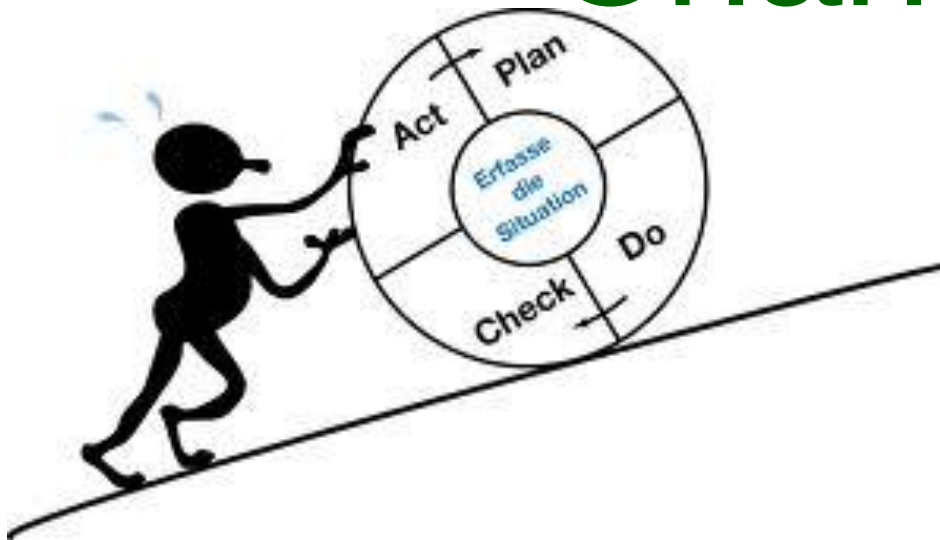
*„Die Steigerung der Energieeffizienz stellt den preisgünstigsten und schnellsten Weg dar, um die Ziele der Energiewende zu erreichen. Wer **heute** den Stromverbrauch reduziert, muss sich weniger Gedanken darüber machen, wie er den Strom ersetzt, den die Kernkraft nicht mehr liefert“*

Handelsblatt 24.02.12

Hemmnisse

werden zu

Chancen



In der Energieeffizienz steckt unglaubliches Potenzial

Nur wer sein System versteht, kann diese Potenziale ausschöpfen

Ein ganz normales Bürogebäude?

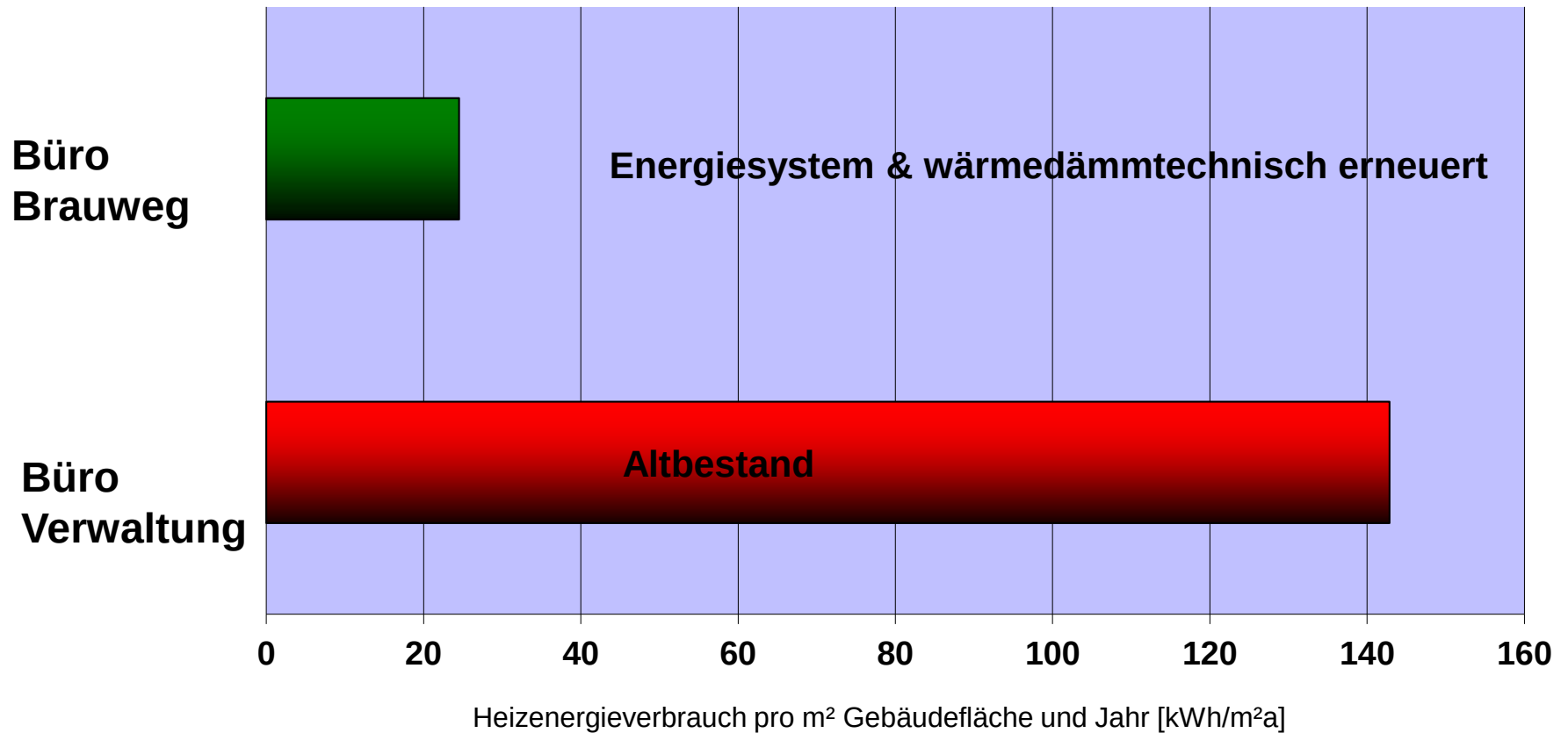
Baujahr 1911
2006 grundsaniert



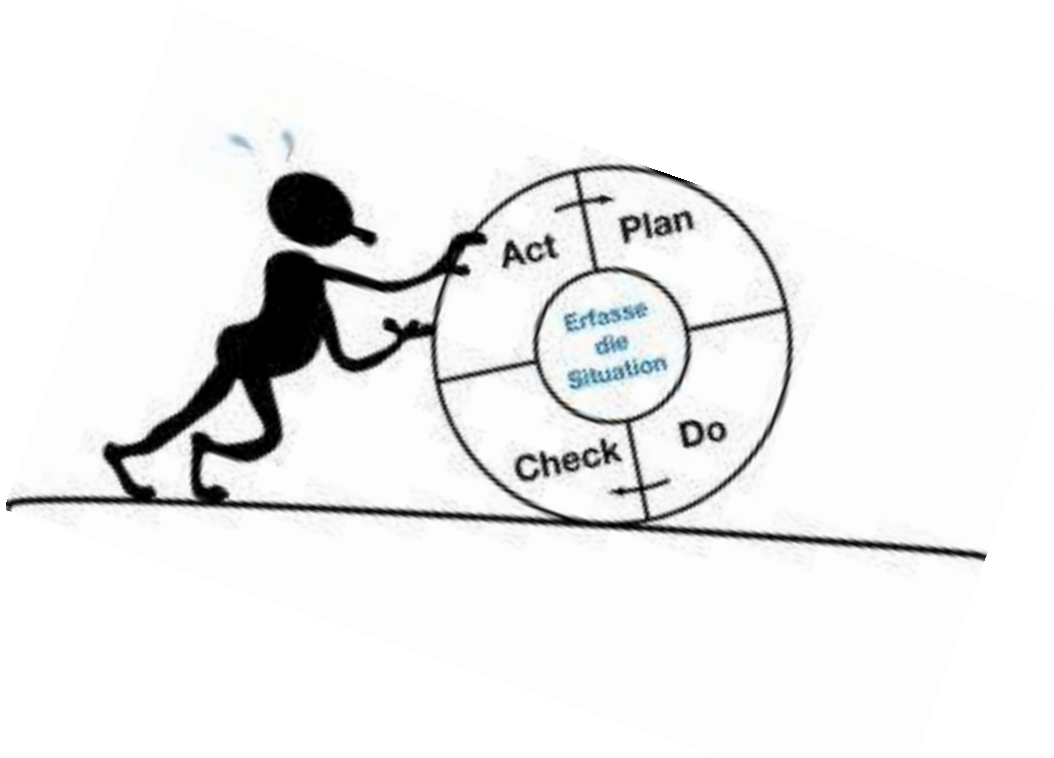
Systemabstimmung

mit intelligenter Gebäudetechnik

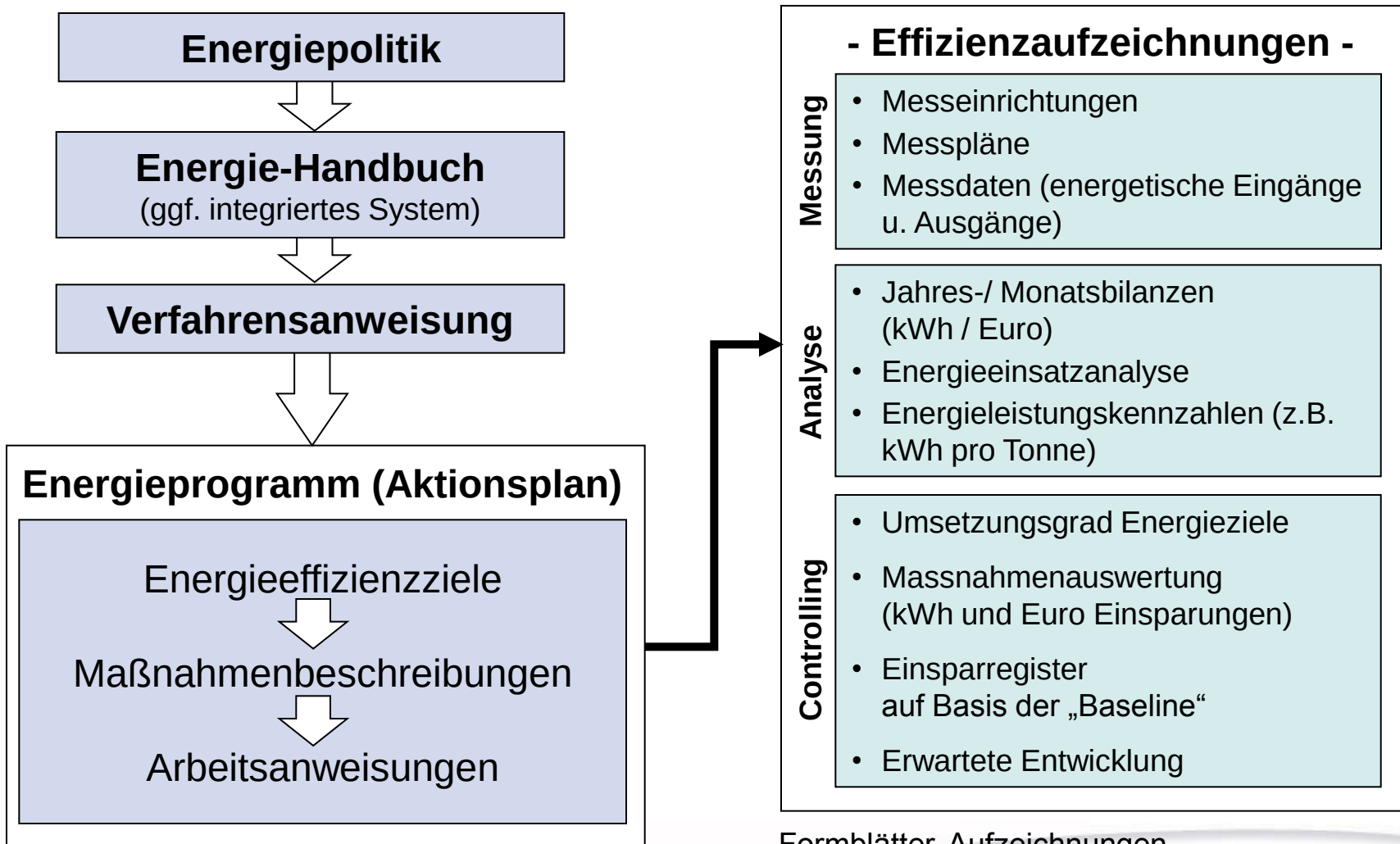
flächenbezogener Heizenergieverbrauch ‚Büronutzung‘ im Vergleich



Der Durchbruch



zu
Energiemanagement
und
Energieeffizienz



Formblätter, Aufzeichnungen, ...

Wege zum Ziel ‚EnergieEffizienz‘

messen, erfassen, beurteilen - Grundlage der Effizienzkonzeption

Top Down

Erfassung der energierelevanten
Daten
&
anlagentechnischen
Verhältnisse

Raumluftechnik

Heiztechnik

Kühltechnik

Druckluft

Produktion

Abwärme

Bottom Up

Erfassung der
energierelevanten Daten
&
anlagentechnischen
Verhältnisse

Energieaudit nach DIN EN 16247
Energiemanagementsystem
DIN EN ISO 50001

Erschließung

der Energieeffizienzpotenziale
Aufbau rationeller Energieversorgung
Kriterien, Auslegungsgrößen, Kosten
etc..

Raumluftechnik

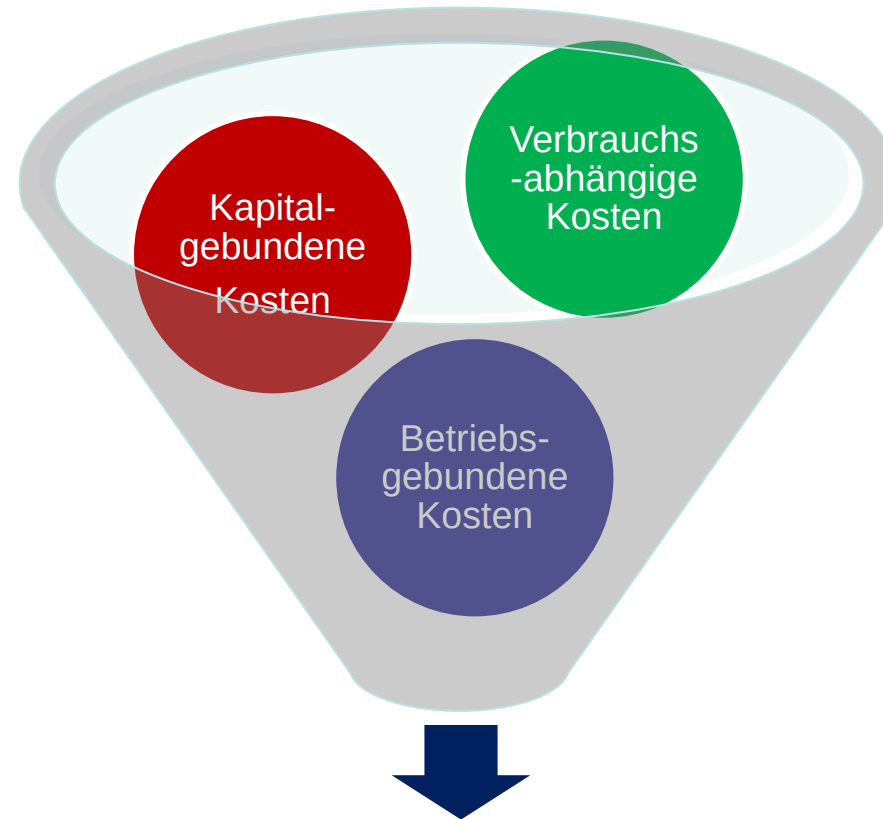
Heiztechnik

Kühltechnik

Druckluft

Produktion

Abwärme



Lebenszyklus Kosten / Life Cycle Cost (LCC)

Kapitalrückfluss

mit interner Verzinsung

geforderte Amortisationszeiten	Interne Verzinsung in % pro Jahr ¹⁾							
	Anlagennutzungsdauer (Jahre)							
Jahre	3	4	5	6	7	8	12	15
2	24%	35%	41%	45%	47%	49%	49,5%	50%
3	0%	13%	20%	25%	27%	31%	32%	33%
4	unrentabel	0%	8%	13%	17%	22%	23%	24%
5		unrentabel	0%	6%	10%	16%	17%	18,5%
6			unrentabel	0%	4%	10,5%	12,5%	14,5%
8				unrentabel	4,5%	7%	9%	

¹⁾ unterstellt wird eine kontinuierliche Energieeinsparung über die gesamte Anlagennutzungsdauer

abgeschnittene rentable Investitionsmöglichkeiten

Quelle: Fraunhofer Institut ISI, Karlsruhe, Radgen

Wirtschaftlichkeit – Effizienz

Lebenszykluskosten LCC

Realbeispiele einer BHKW-Effizienzanlage mit Produktionswärmeversorgung

BSR Sustainability GmbH
Dirk Kőwener

Eingabe

Startjahr	2012	
Nutzungsdauer (Jahre)	8	
Zinssatz	5,0%	
Investition	1.200.000 €	Positiven Betrag eingeben.
jährlicher Rückfluss (Einsparung)	400.000 €	Positiven Betrag eingeben.
Steigerungsrate Rückfluss	2,0%	Die Steigerungsrate spiege

Ergebnisse

Amortisation, statisch (Jahre)	2,8
Amortisation, 5% (Jahre)	3,1
Barwert	1.559.664 €
interne Verzinsung	30,8%

Zahlungsplan

Zeitpunkt	01. Jan 2012	31. Dez. 2012	31. Dez. 2013
Kredit für Investition	1.200.000 €		
Rückfluss		400.000 €	408.000 €
Zins		-60.000 €	-43.000 €
Tilgung		-340.000 €	-365.000 €
Restschuld	-1.200.000 €	-860.000 €	-495.000 €
Überschuss		0 €	0 €

Nutzungsdauer 8 Jahre

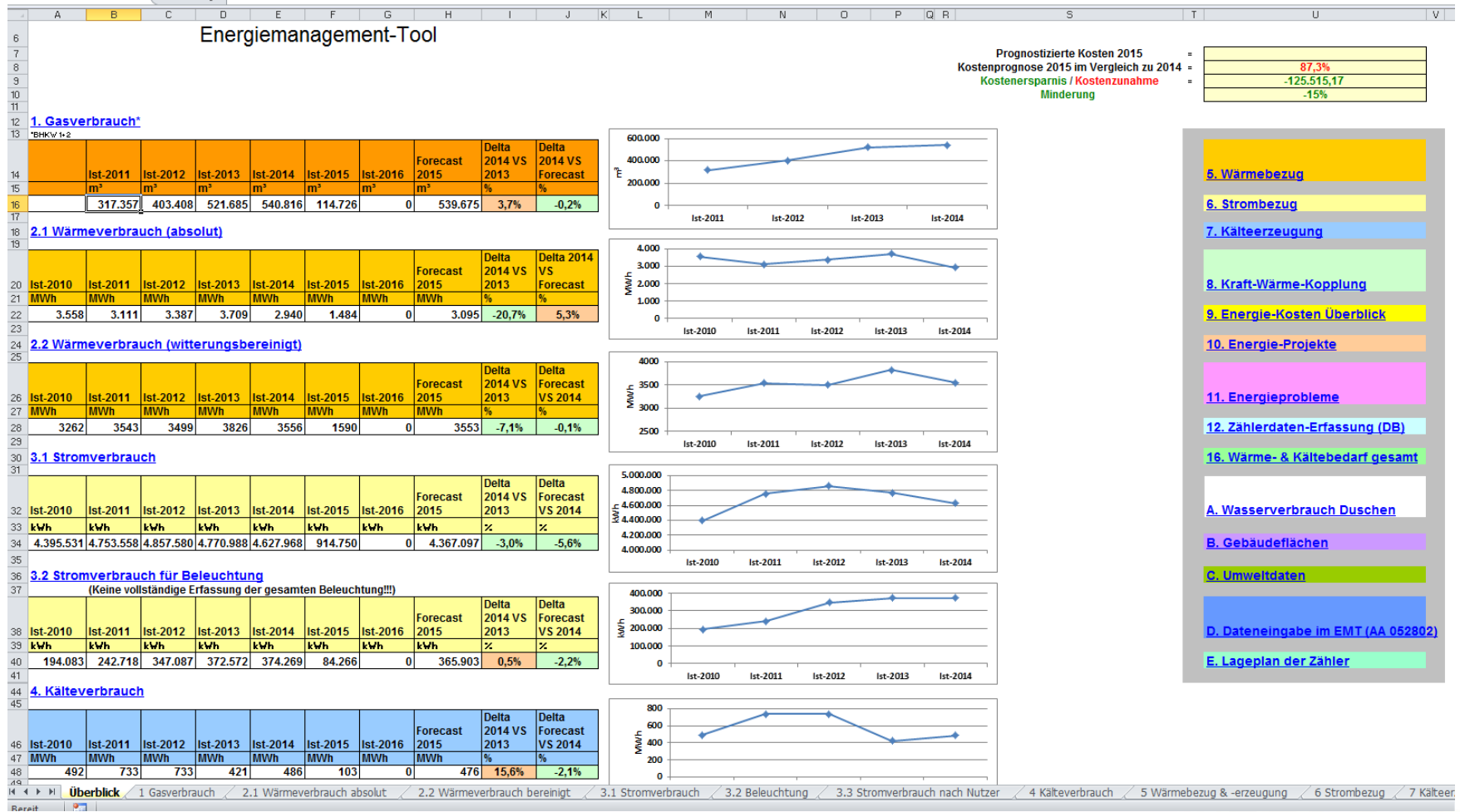
Investition 1,2 Mio €

Rückfluss (Einsparung) 400 T €/a

Kapitalwert 1,5 Mio €

Interne Verzinsung > 30 %

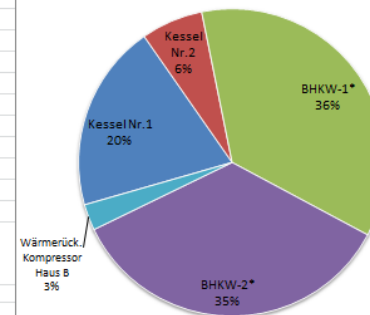
Gesamtüberblick betriebliche Energiesituation aktuell und im Vergleich vergangener Jahre Rückblick



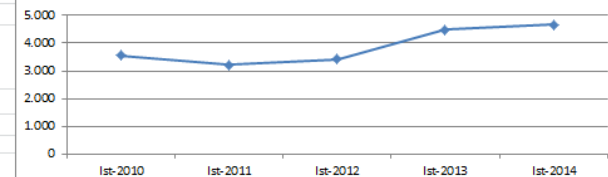
Überblick Jahreswärmerzeugung

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	zurück zum Überblick	Wärmebezug und Wärmeerzeugung																		
2	Aktualisieren		Ist-2010	Ist-2011	Ist-2012	Ist-2013	Ist-2014	Ist-2015	Ist-2016	Forecast 2015	Mittel									
3			MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh										
4	Gesamt		3.561	3.212	3.433	4.479	4.656	1.911	0	1.911	3.868									
5																				
6		Wärmebezug über Stadtwerke Göttingen																		
7	Kessel Nr.1		1.223	1.004	705	1.148	919	835	0	1.199	1.000									
8	Kessel Nr.2		659	291	263	191	304	28	0	238	342									
9			140%	97%	72%	100%	91%													
10		Wärmeerzeugung durch Mahr																		
11	BHKW-1*		1.655	1.384	1.195	1.467	1.676	519	0	1.699	1.476									
12	BHKW-2*		0	503	1.149	1.547	1.630	508	0	1.667	966									
13			68%	77%	96%	123%	135%													
14		Wärmerückgewinnung aus Produktion																		
15	Wärmerück. Kompressor Haus B		23	30	120	125	128	21	0	113	85									
16	*Einschließlich Brennwertnutzen		27%	35%	140%	147%	150%													
17																				
18		Kennzahlen																		
19			Ist-2010	Ist-2011	Ist-2012	Ist-2013	Ist-2014	Ist-2015	Ist-2016	Forecast										
20	Wärme aus BHKW		46%	59%	68%	67%	71%	54%	#DIV/0!	176%										
21	Wärmerückgewinnung aus Produktion DL		0,6%	0,9%	3,5%	2,8%	2,7%	1,1%	#DIV/0!	5,9%										
22																				
23																				
24																				
25																				
26		Datum	Name (Erfasse)	Beobachtung	Auswirkung (Prio.)	Maßnahme	#IMS	Status												
27		17.04.2015	BergolteJan	Wert "Wärmeerzeugung in BHKW2" in 2014 & 2015 fehlerhaft	B	Korrektur der fehlerhaften Brennwertermittlung vornehmen	001996	in Bearbeitung												
28																				
29																				
30																				
31																				
32																				
33																				
34																				
35																				
36																				
37																				
38																				
39																				
40																				
41																				

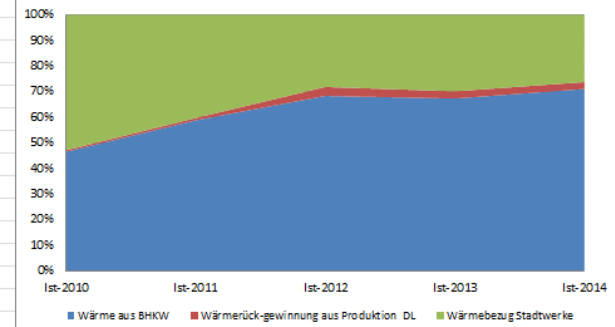
Wärmebezug und Wärmeerzeugung 2014



Wärmebezug und Wärmeerzeugung Gesamt



Wärmebezug und Wärmeerzeugung gesamt



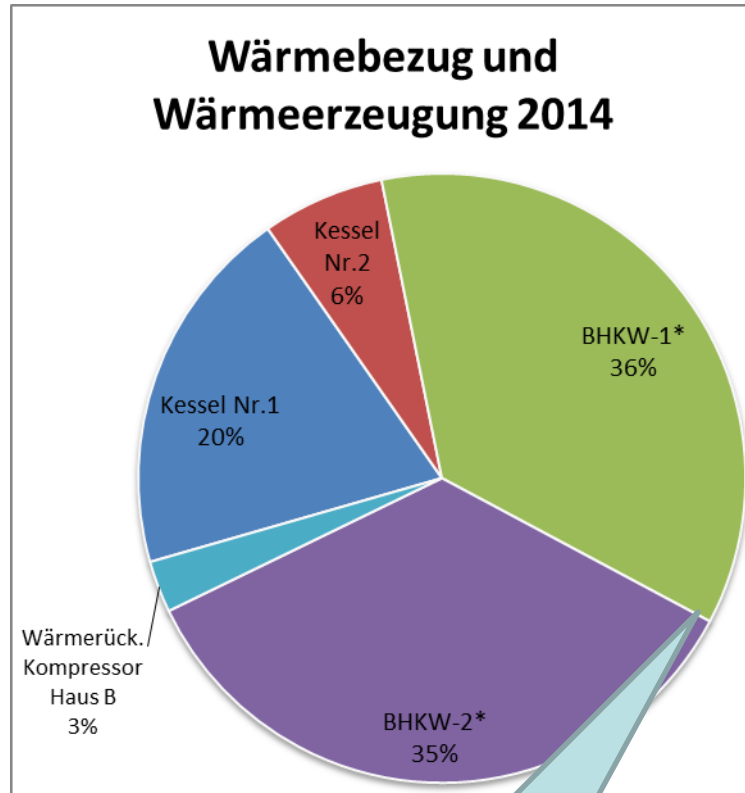
Wärmeerzeugung im Jahresvergleich

detaillierte Gesamtbetrachtung

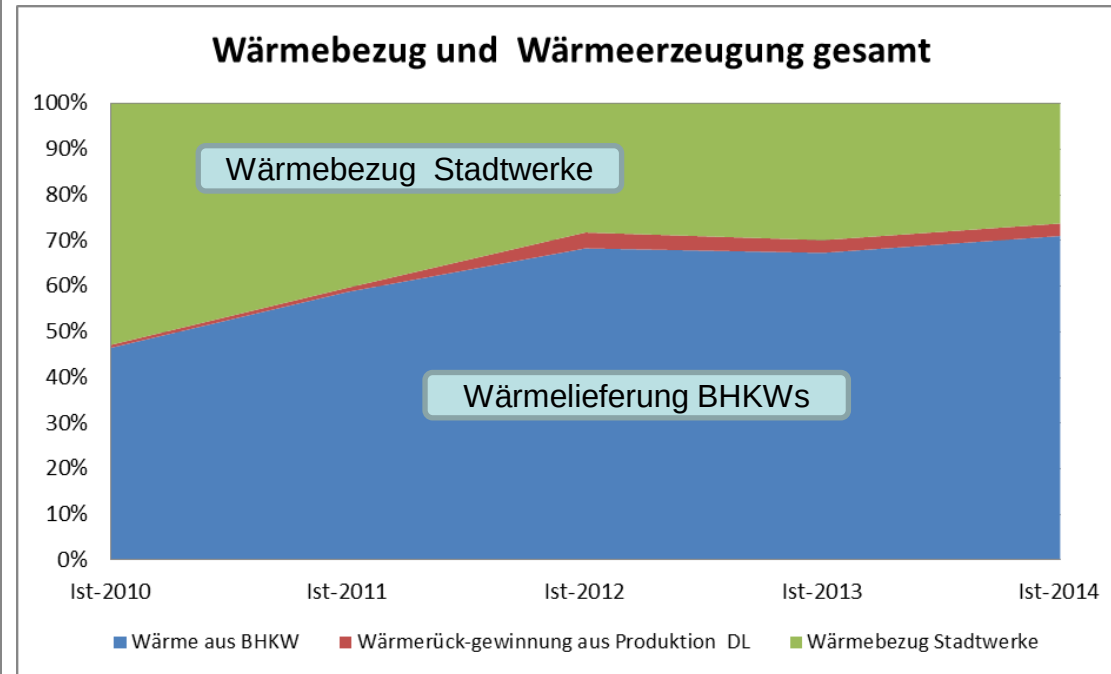
zurück zum Überblick	Wärmebezug und Wärmeerzeugung									Mittel
Aktualisieren		Ist-2010	Ist-2011	Ist-2012	Ist-2013	Ist-2014	Ist-2015	Ist-2016	Forecast 2015	
Aktualisieren		MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	
Gesamt		3.561	3.212	3.433	4.479	4.656	1.911	0	1.911	3.868
Wärmebezug über Stadtwerke Göttingen										
Kessel Nr.1		1.223	1.004	705	1.148	919	835	0	1.199	1.000
Kessel Nr.2		659	291	263	191	304	28	0	238	342
		140%	97%	72%	100%	91%				
Wärmerzeugung durch Mahr										
BHKW-1*		1.655	1.384	1.195	1.467	1.676	519	0	1.699	1.476
BHKW-2*		0	503	1.149	1.547	1.630	508	0	1.667	966
		68%	77%	96%	123%	135%				
Wärmerückgewinnung aus Produktion										
Wärmerück. Kompressor Haus B		23	30	120	125	128	21	0	113	85
*Einschließlich Brennwertnutzen		27%	35%	140%	147%	150%				
Kennzahlen										
		Ist-2010	Ist-2011	Ist-2012	Ist-2013	Ist-2014	Ist-2015	Ist-2016	Forecast	
Wärme aus BHKW		46%	59%	68%	67%	71%	54%	#DIV/0!	176%	
Wärmerück- gewinnung aus Produktion DL		0,6%	0,9%	3,5%	2,8%	2,7%	1,1%	#DIV/0!	5,9%	

Ein Bild sagt mehr als 1000 Worte...

detaillierte Gesamtbetrachtung

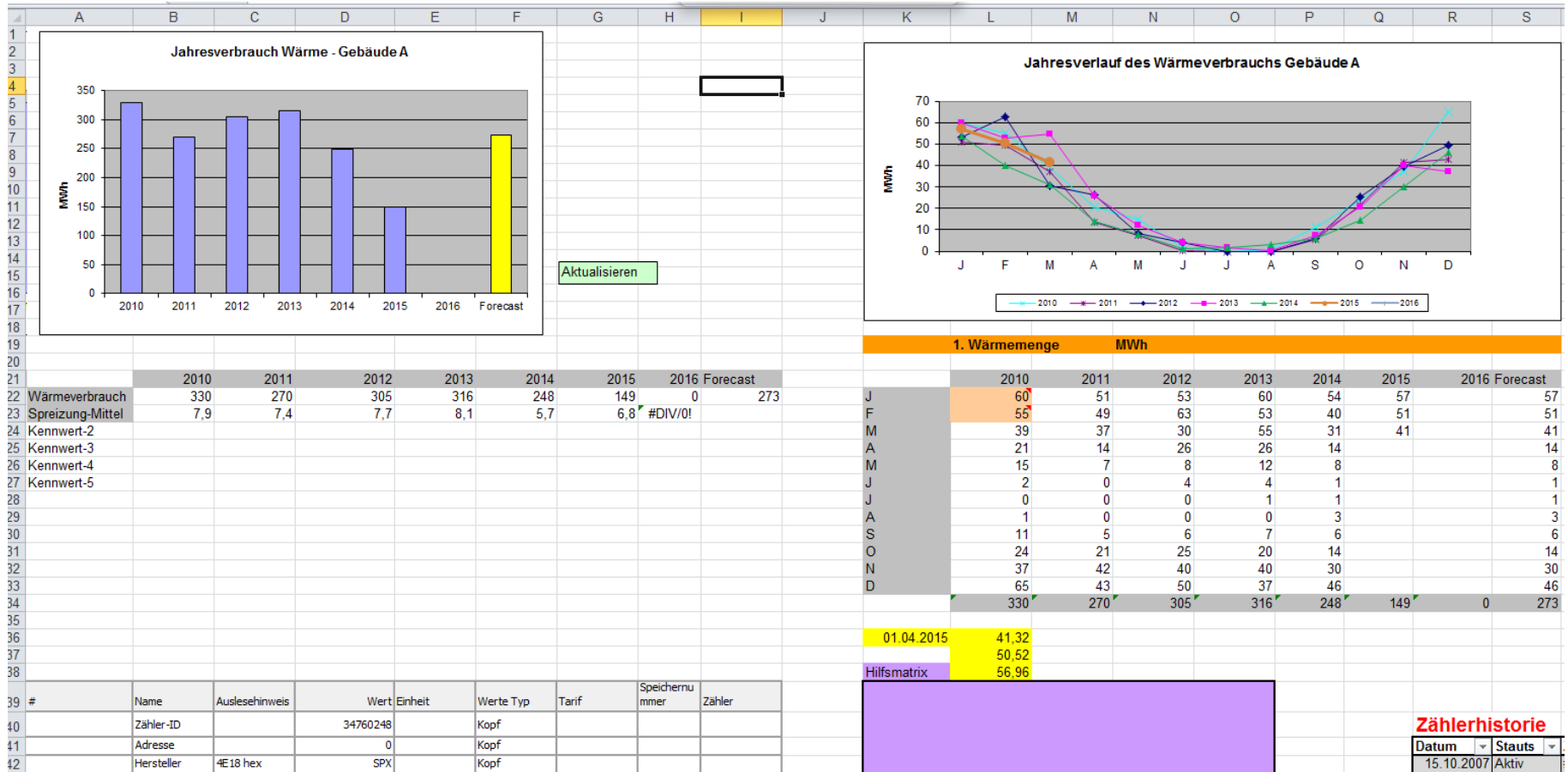


Sofort erkennbar, dass beide BHKWs im Gleichtakt laufen



Auswertung und Darstellung auf Gebäudeebene

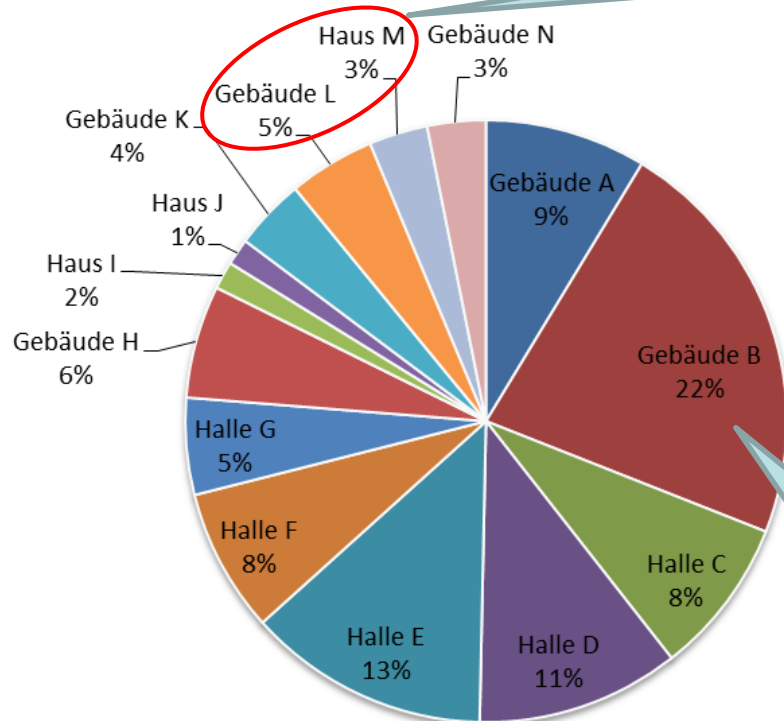
Verbrauchsverfolgung pro Gebäude



Übersicht der Gebäude-Heizwärmeverbräuche

Firmenüberblick

Witterungsbereinigter Wärmeverbrauch 2014



Vergleichsgebäude aus Folie 7 und 8
Haus M: effizient
Haus L : ineffizient

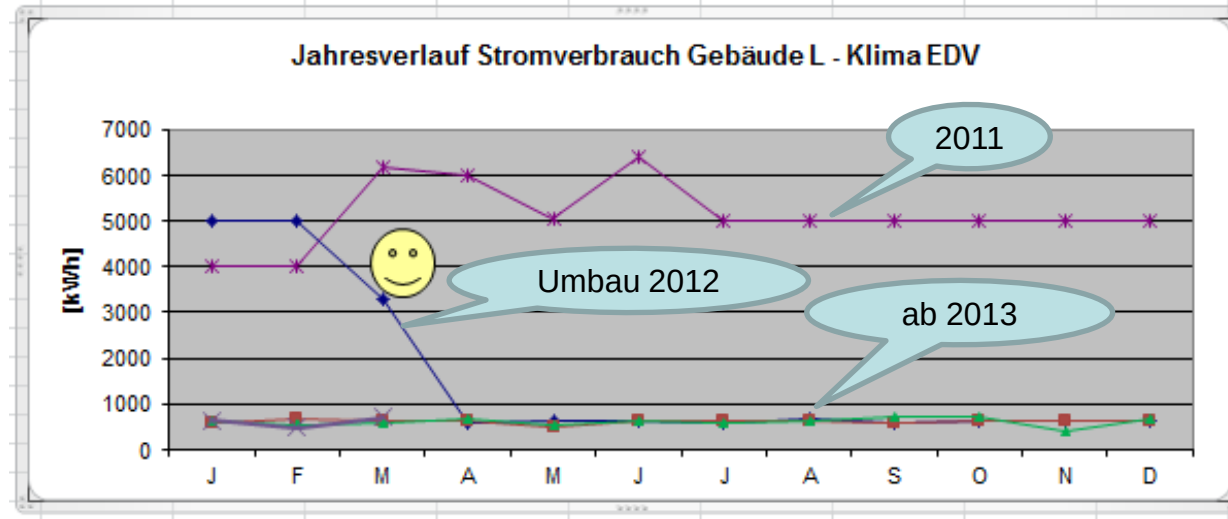
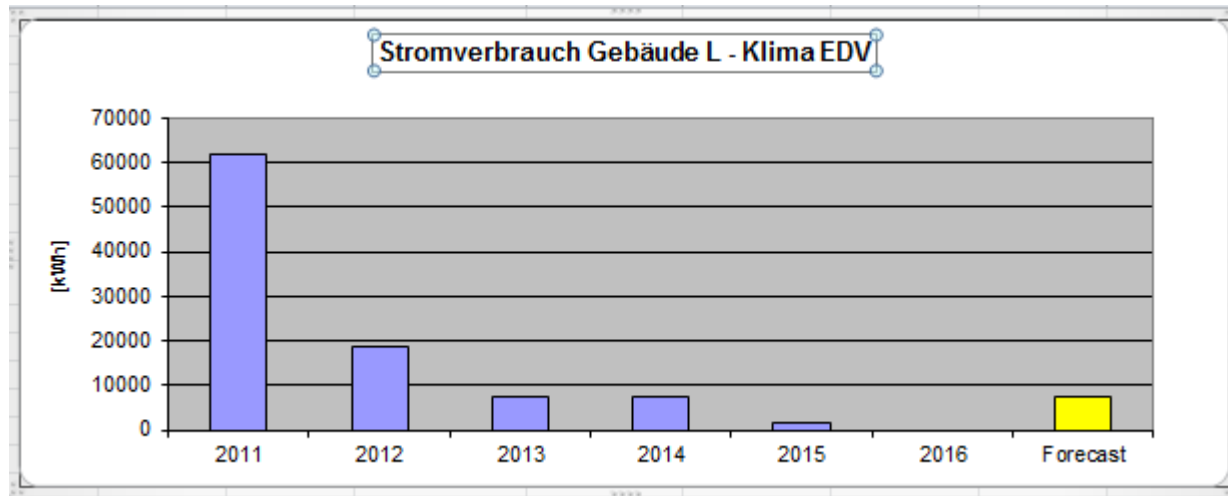
Struktur Datenablage nach Gebäude

	Backup von Gebäude L Strom-Verbrauch...	01.06.2012 13:30
	Gebäude A Strom-Verbrauch.xls	21.04.2015 10:26
	Gebäude A, L, M, N Strom-Verbrauch.xls	21.04.2015 10:52
	Gebäude B Strom-Verbrauch.xls	21.04.2015 10:27
	Gebäude C Strom-Verbrauch.xls	21.04.2015 10:28
	Gebäude D Strom-Verbrauch.xls	21.04.2015 10:32
	Gebäude E Strom-Verbrauch.xls	21.04.2015 10:32
	Gebäude F Strom-Verbrauch.xls	21.04.2015 10:33
	Gebäude G Strom-Verbrauch.xls	21.04.2015 10:33
	Gebäude I Strom-Verbrauch.xls	21.04.2015 10:34
	Gebäude K Strom-Verbrauch.xls	21.04.2015 10:34
	Gebäude L Strom-Verbrauch.xls	26.04.2015 23:09
	Gebäude M Strom-Verbrauch.xls	20.04.2015 13:24
	Gebäude N Strom-Verbrauch.xls	20.04.2015 13:26

„Gebäudeausreißer“ sofort erkennbar
→ Klärungs- und Handlungshinweis

Auswertung und Darstellung ‚Einzelanlage‘

„Rechenzentrum Klima EDV“



Verbrauchsentwicklung
seit 2011

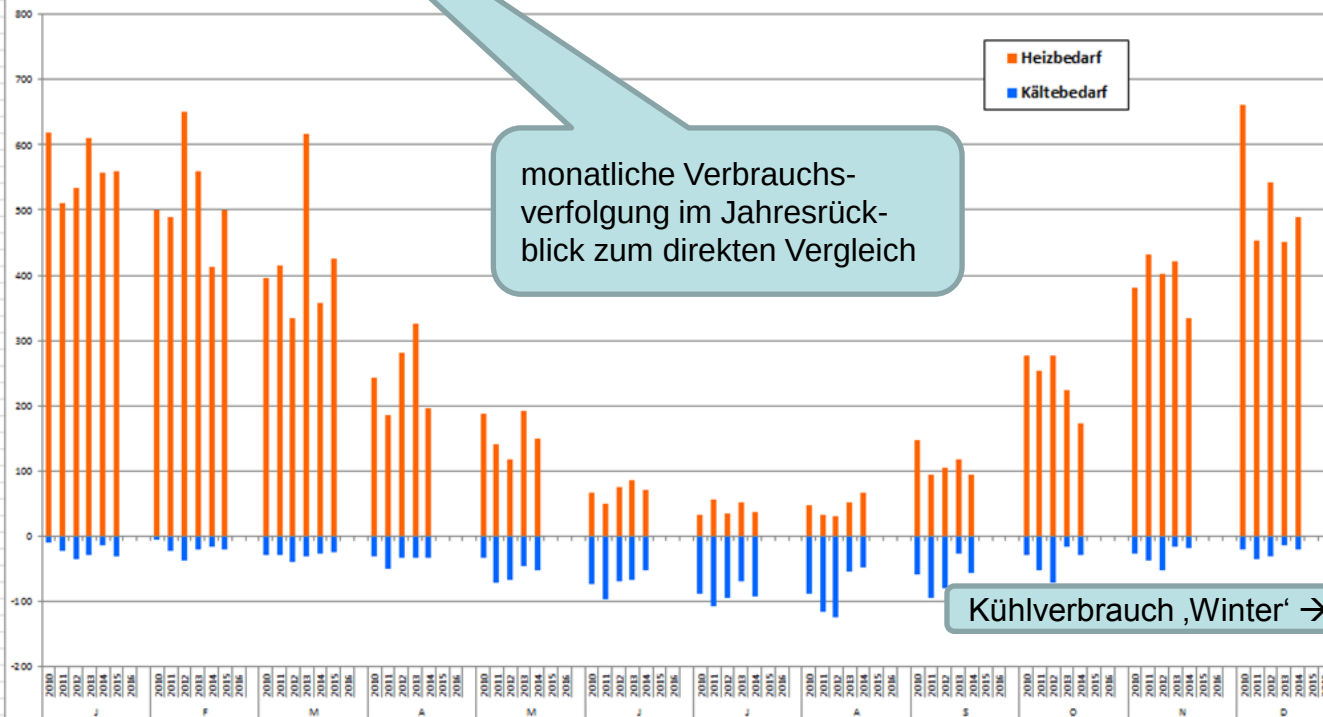
Einsparerfolg durch Effizienz-
maßnahme*) sichtbar
bis 2011: **60.000 kWh/a**
ab 2013: **<7.000 kWh/a**
Effizienzerfolg:
~ **90 % Minderung**

*) Effizienzmaßnahmen
→ Server in Warm-/Kaltgang
→ Reduzierung Kühlluft
→ Freie Brunnenkühlung

		Wärme- und Kältebedarf Gesamt															
		Ist-2010		Ist-2011		Ist-2012		Ist-2013		Ist-2014		Ist-2015		Ist-2016		Forecast 2015	
		Heizbedarf	Kältebedarf	Heizbedarf	Kältebedarf	Heizbedarf	Kältebedarf	Heizbedarf	Kältebedarf	Heizbedarf	Kältebedarf	Heizbedarf	Kältebedarf	Heizbedarf	Kältebedarf	Heizbedarf	Kältebedarf
Gesamt		MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh
		3558	492	3111	733	3387	733	3709	421	2940	458	1484	76	0	0	3095	476
Januar	J	618	-10	510	-22	534	-36	611	-29	558	-15	559	-31	0	0	559	-31
Februar	F	499	-5	490	-22	651	-36	559	-20	413	-17	500	-21	0	0	500	-21
März	M	396	-29	414	-28	334	-40	618	-30	358	-26	425	-24	0	0	425	-24
April	A	243	-30	186	-49	282	-34	326	-33	196	-33	0	0	0	0	196	-33
Mai	M	188	-34	141	-72	118	-67	191	-46	151	-51	0	0	0	0	151	-51
Juni	J	66	-72	49	-97	76	-69	86	-67	71	-52	0	0	0	0	71	-52
Juli	J	33	-88	55	-108	35	-94	51	-69	36	-92	0	0	0	0	36	-92
August	A	47	-88	33	-116	30	-125	53	-54	67	-48	0	0	0	0	67	-48
September	S	148	-58	94	-95	105	-80	117	-26	94	-56	0	0	0	0	94	-56
Oktober	O	276	-30	277	-52	277	-70	225	-17	174	-28	0	0	0	0	174	-28
November	N	381	-27	431	-37	402	-52	421	-15	333	-19	0	0	0	0	333	-19
Dezemb	D	662	-21	454	-36	542	-31	452	-15	489	-21	0	0	0	0	489	-21

Die Werte des Kältebedarfs sind nur aus dem Grund negativ dargestellt, da ansonsten die Erstellung des gewünschten Graphens nicht möglich wäre.

Übersicht Wärme- und Kältebedarf Gesamt

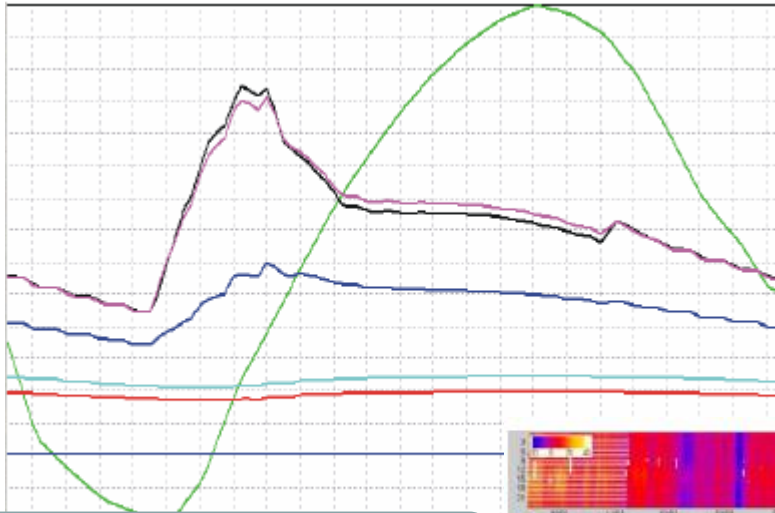


Kühlverbrauch ,Winter' → gibt Anlass zur Überprüfung

Analyse der Betriebsgegebenheiten

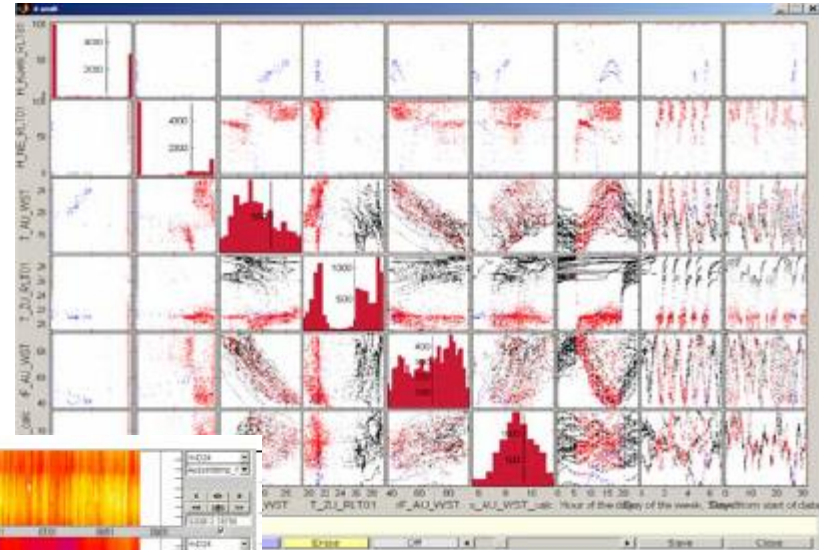
Trendkurven / Carpetplot / Scatter Plot

Auswert- und Erkennungsmethoden mit Sichtung großer Massedaten

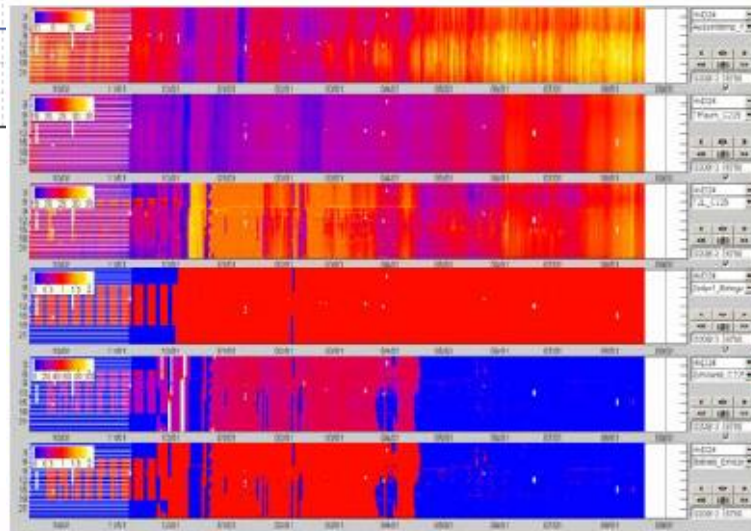


Trendkurven zeigen den aktuellen Betriebsverlauf

tägliche und wöchentliche Betriebsdaten sind zur Analyse als wiederkehrende Muster zu erkennen



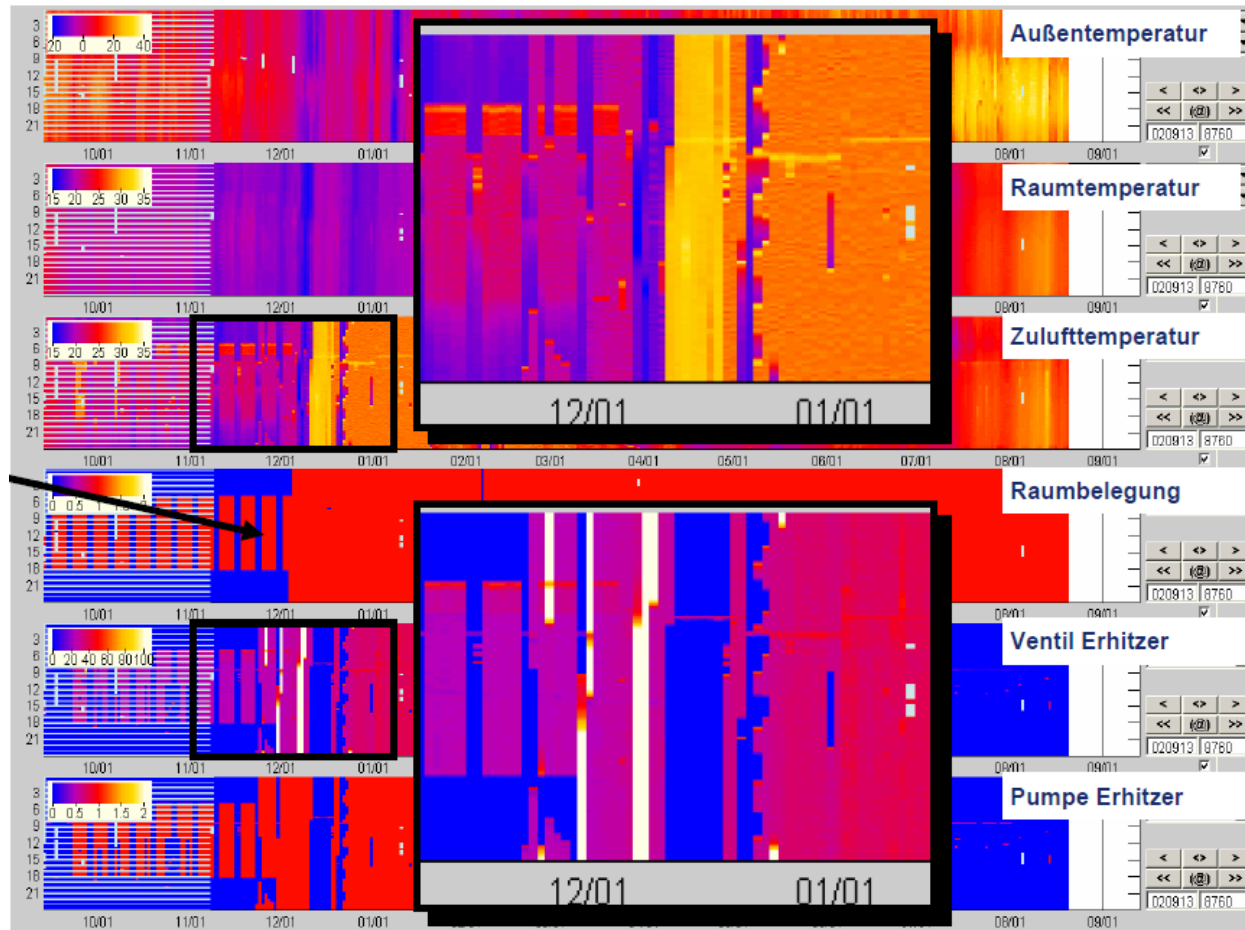
u.a. Häufigkeitsverteilungen werden dargestellt, die Rückschlüsse auf das Betriebsgeschehen zulassen



Analyse der Betriebsgegebenheiten

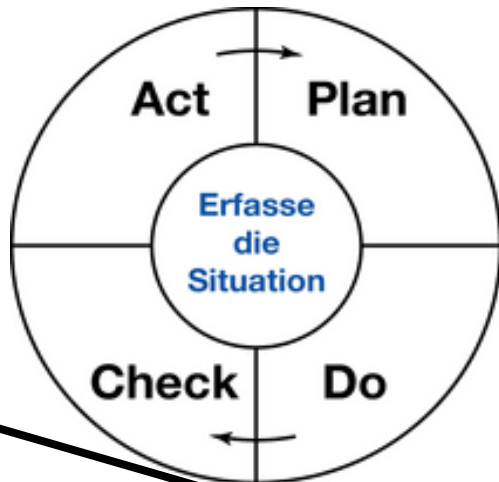
Carpetplot

Auswert- und Erkennungsmethoden mit Sichtung großer Massedaten (Langzeiterfassung)



Mustererkennung ‚auf einen Blick‘ zur Kontrolle und Analyse von Betriebszuständen nach Nutzungsprofilen und Abhängigkeiten, wie Regelung, Witterung, zum Erkennen auftretender Systemfehler und Abweichungen vom optimalen Betriebszustand

Erfolge



mit
Energiemanagement
und
Energieeffizienz

Lüftung Halle D

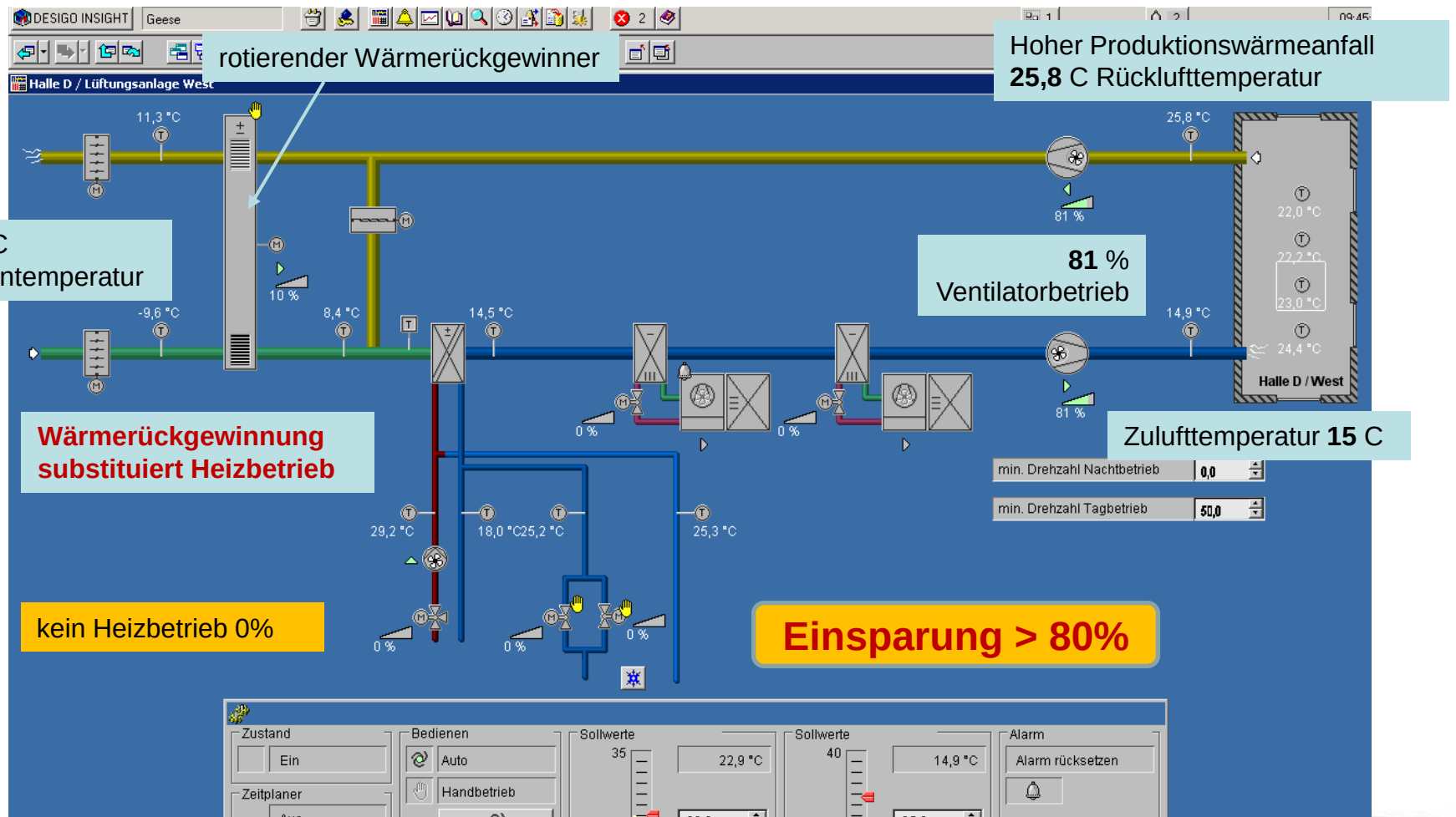
bei - 9,6 C AT

dafür

ohne Heizbetrieb

effiziente Wärmerückgewinn + sparsamer Ventilatorbetrieb

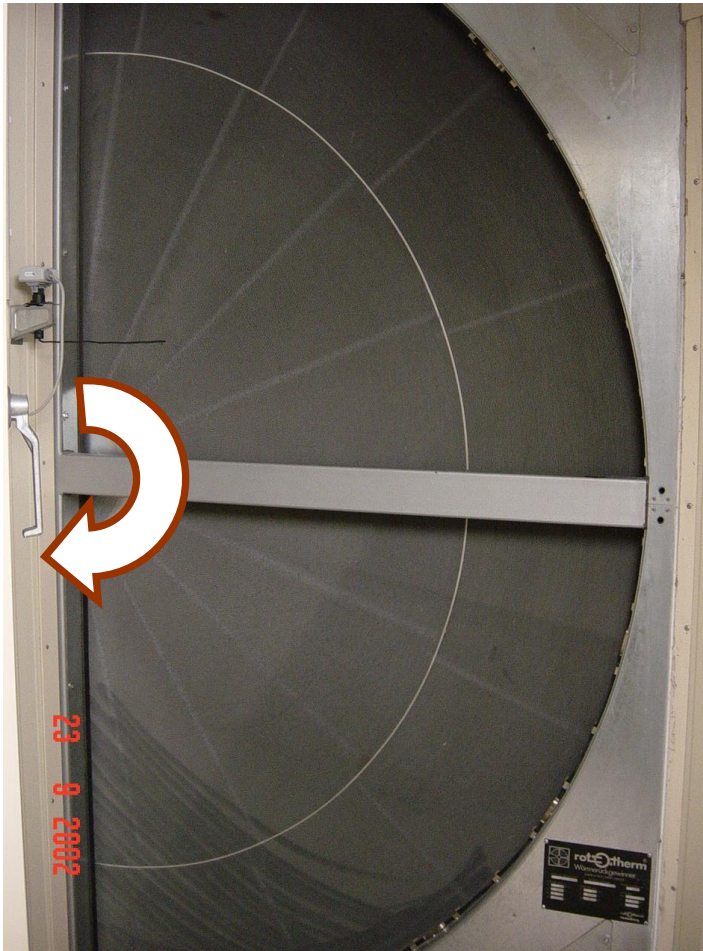
CNC Bearbeitungszentren



Wärmerückgewinn aus Abluft

hocheffizient

die eine Hälfte eines runden, rotierenden Wärmetauschers

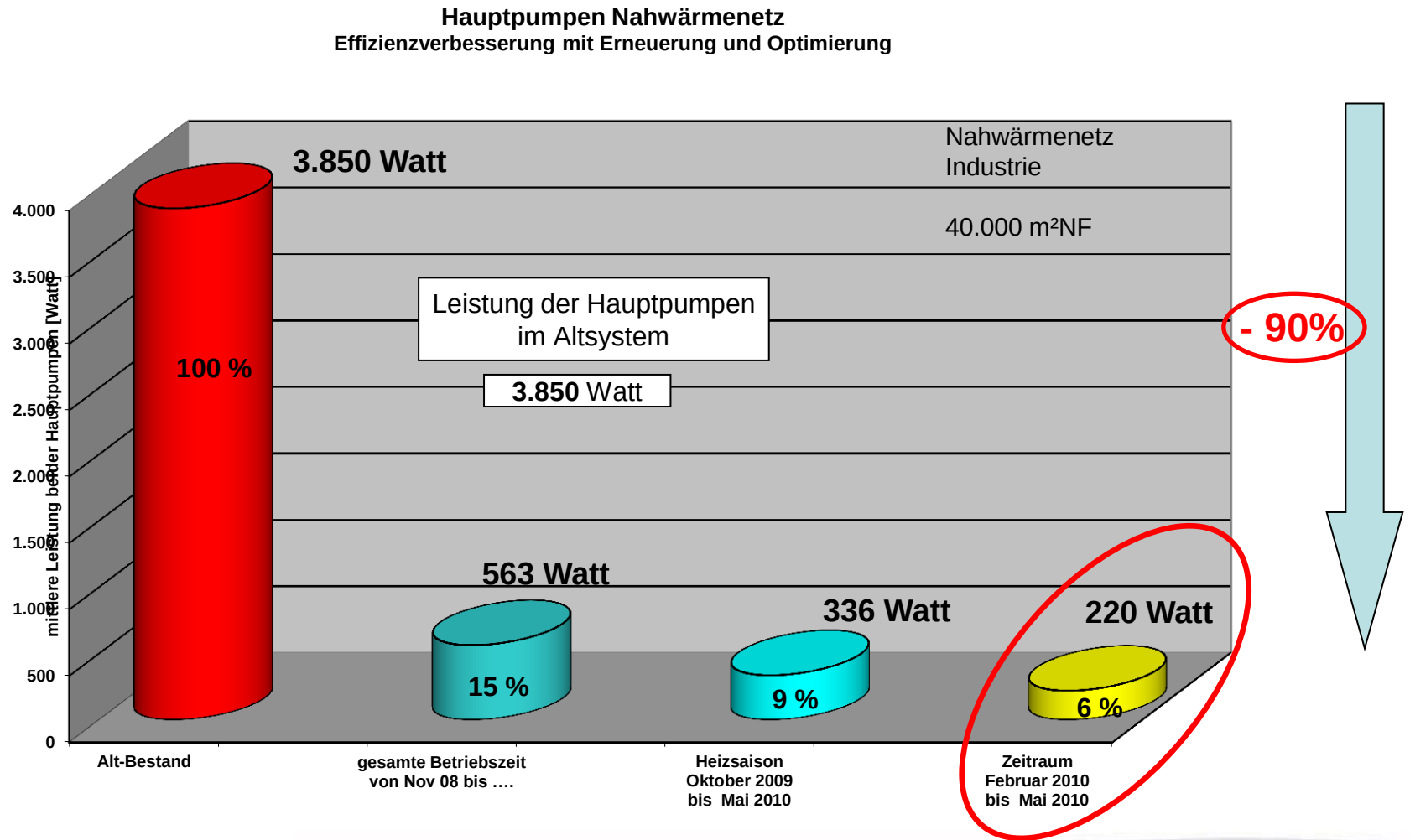


■ Rotationswärmetauscher Außenluft - Fortluft

- Wärmerückgewinn um **90 % (bis über)** aus
- Raumluft
einsetzbar für
- Industrieabluft
 - auch problembehaftet, korrosiv
- Prozessabluft
 - hohe Temperaturen, staubhaltig
 - Farbnebel
- Laborabluft
- Krankenhaus

Heizwärmeverteilung

extreme Verbesserung durch Controlling



Blockheizmodul (BHKW) in der Größe eines PKW-Motors: 140 kW_{elt Leist}



- Wärmelieferung
 - 3.300.000 kWh/a
- Eigenstromerzeugung
 - 1.820.000 kWh/a
- Primärenergieersparnis (gesamt)
 - 4.800.000 kWh/a
- CO₂-Minderung (gesamte Erneuerung)
 - 1.500.000 kg/a

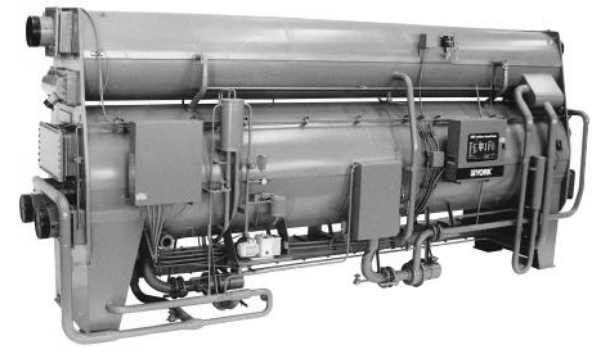
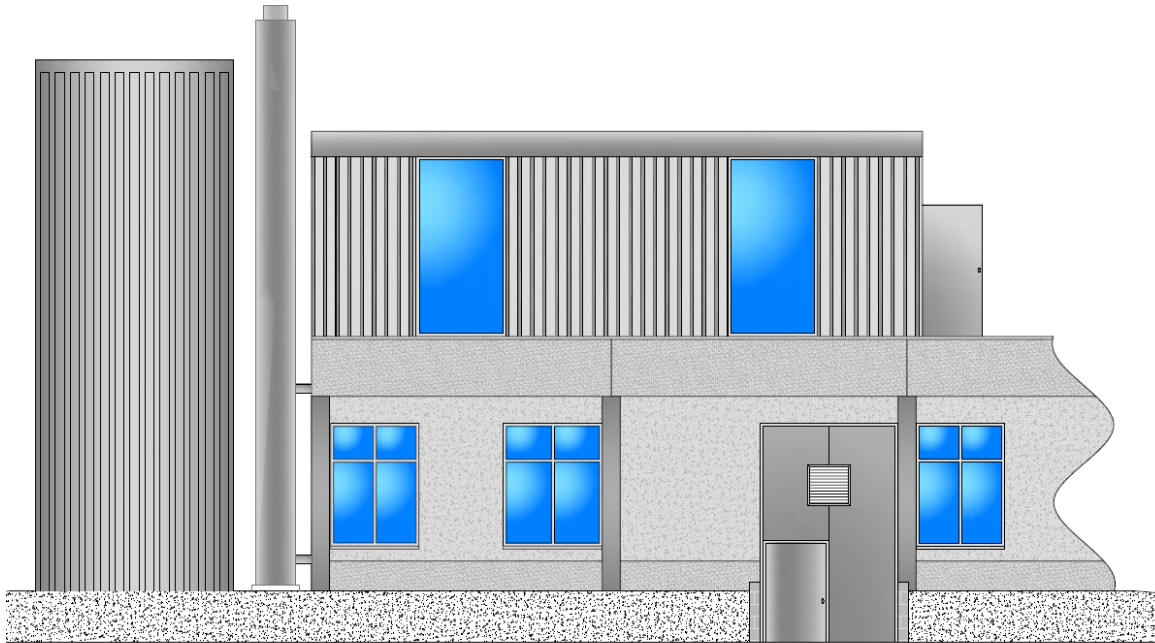
**BHKW Modul mit Hochtemperaturwärme -
auskopplung 110° C und Brennwertnutzen**

Aus Abwärme

Kälte +
Strom

Absorptionskälteerzeugung

Betrieb ab Oktober 2013

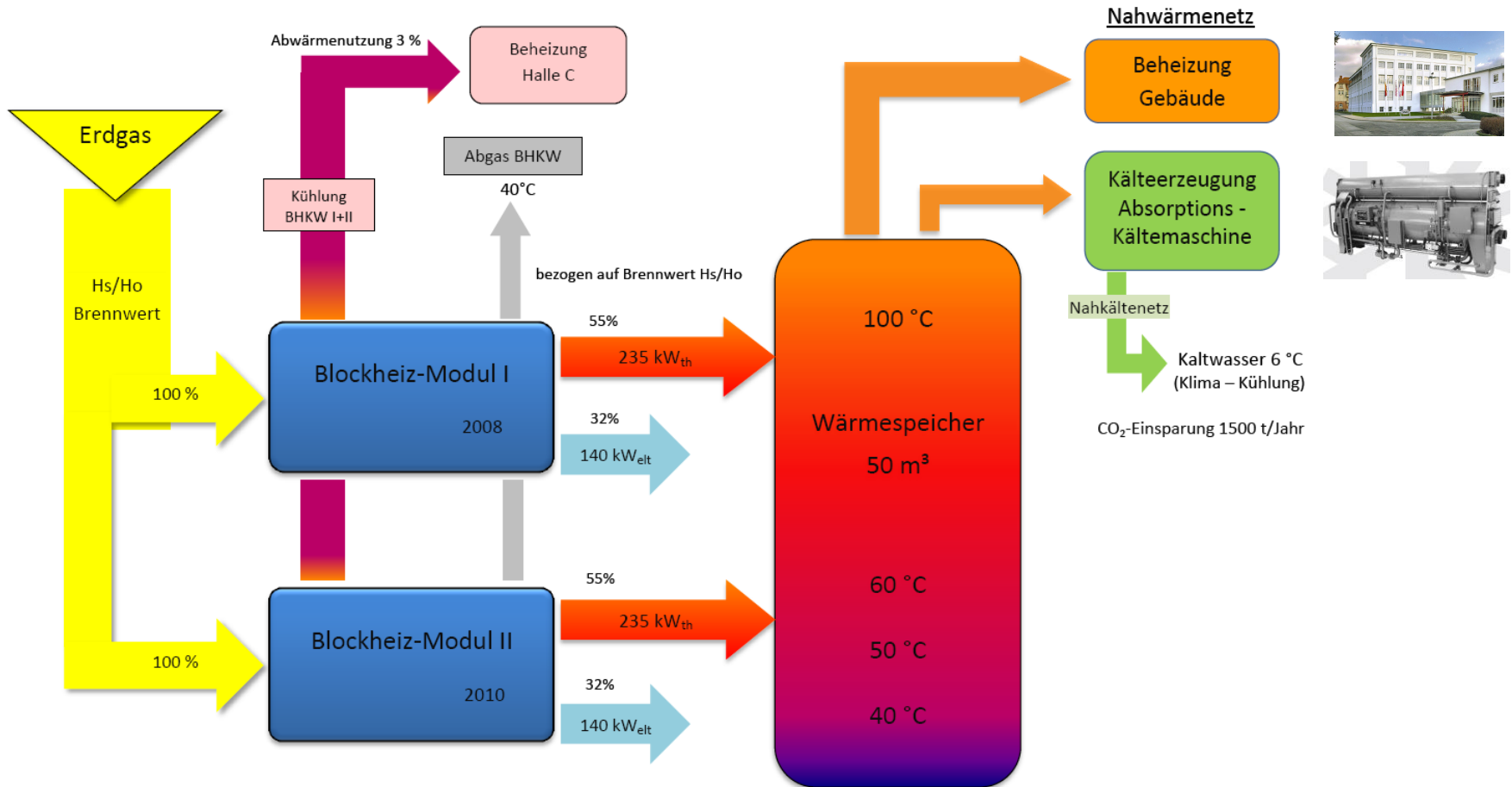


Absorptionskältemaschine

Aufstockung BHKW Zentrale für Absorptionskälte

Effizienz hoch3 mit BHKW

Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung

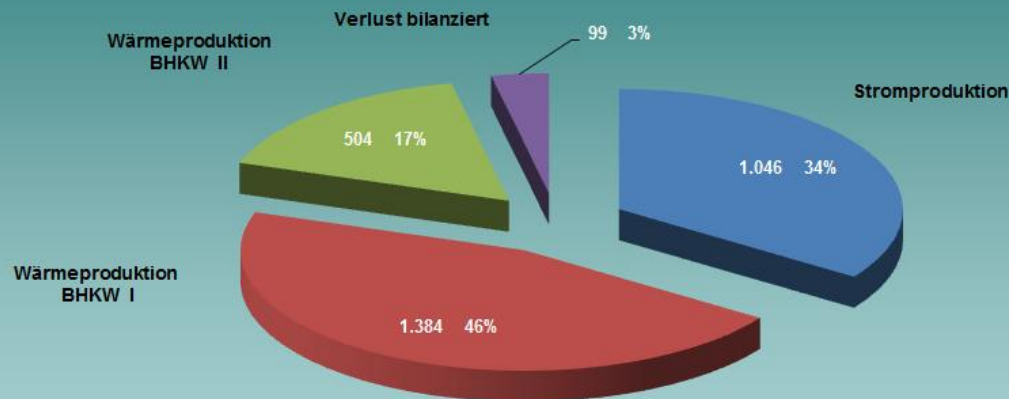


BHKW-Betrieb II

im Doppelpack 2 BHKW parallel betrieben

Energiebilanzierung BHKW - Betrieb

Fa. Mahr, Göttingen



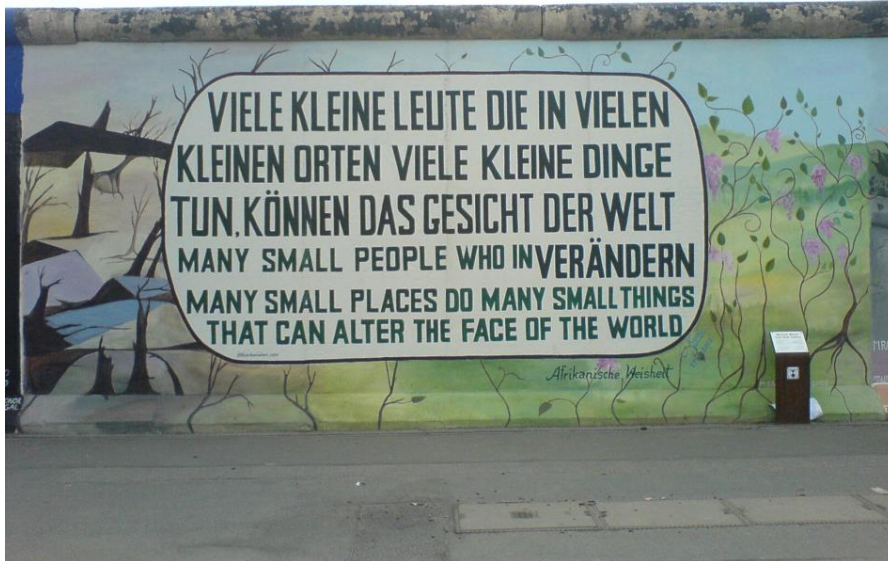
Bezug: für das Jahr 2011
Input Erdgas Heizwert 3.033 MWh/a
BHKW 140 kW_{el}, ab Sep. 2 BHKW

© Geese Beratende Ingenieure 2012, Dipl.-Ing G. Geese

- Betrieb ab Mitte September 2011
- Wärmelieferung 2014
 - **3.300.000 kWh/a**
- Eigenstromerzeugung
 - **1.350.000 kWh/a**
 - etwa **40%**
- Wärmeabdeckung
 - etwa **70 %**

Im Zeichen von Energieeffizienz:

Auch viele kleine Maßnahmen führen zum Ziel!



„Energieeffizienz betrifft uns alle – Ihr Unternehmen, unsere Umwelt und die nächsten Generationen.“

Ich bedanke mich für Ihre Aufmerksamkeit!

Geese

Beratende Ingenieure

**Technische Gebäudeausrüstung
Energiesystemtechnik**

Dipl.-Ing. Günther Geese

Alte-Uslarer-Str. 24 a

37181 Hardegsen

Tel 05505 9405 0

www.ing-geese.de

kontakt@ing-geese.de



www.leen-system.de / www.30pilot-netzwerke.de

Mit freundlicher Unterstützung durch



E X A C T L Y

<http://www.mahr.com>

veranstaltet von



im Rahmen des Seminars

Energie 2015: Energieaudits und -managements

05.05.2015 in Hannover

Geese