

1

5

Effizienter heizen, lüften, kühlen

Part I

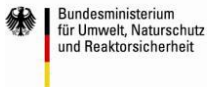
Wärmeerzeugung und Heizung



Tun wir was wir wissen?
— oder —
wissen wir was wir tun?



Gefördert durch:



AKTIONSWOCHE ENERGIEEFFIZIENZ
26. - 30.09.2011
klimaschutz.ihk.de



Energie

wohin gehst du?

40%

des Endenergieeinsatzes
werden für die Beheizung und
Konditionierung unsere
Gebäude benötigt

30%

wird als *heute wirtschaftlich
erschließbares* Einsparpotenzial
in der *Industrie* benannt
Untersuchungen Prognos, McKinsey, kfW

1,5%

Einsparpotential Pumpe
etwa 70 – 80 %
oder 2 Großkraftwerke

Des Strombedarfs in Deutschland
benötigen etwa jeweils

- 30 Mio Heizungspumpen
- die IT-Systeme oder die
- der gesamte Schienenverkehr

zur Energiesituation

jüngste Meinungen und Kommentare

"Die Wende ist machbar"

< Löscher, Siemens > 28.09.11 HB

Vorstand der Fa. Siemens
in seinem Gastkommentar
im Handelsblatt vom 28.09.11

Eine Effizienzsteigerung von 30 % im Gebäudebereich würde 98 % der Strommengen aller 17 Atomkraftwerke (AKW) entsprechen. Nirgendwo lasse sich sonst so viel Energie einsparen. „Ziel der Allianz ist“, so Stamm, „die Energieeffizienz in Gebäuden durch Empfehlungen für die Politik und konkrete Maßnahmen seitens der Wirtschaft entscheidend zu verbessern.“

CEO der Fa. Wilo (Pumpen)

Sparpotenzial bei Raumwärme bis zu 80 %
VDI Nachrichten 1.7.11 Viessmann

„Jedes Gebäude muss als integriertes System von Bauphysik und Anlagentechnik gesehen werden“.

Martin Viessmann, Geschäftsführer Viessmann-Gruppe

Modernisierung bleibt um 25 %
unter dem Wert von 2000

40% des Endenergieverbrauchs
werden für Gebäude benötigt

die Modernisierungsziele der Bundesregierung werden nicht erreicht

Moderne Heizungen sind kaum gefragt

29.09.10 Artikel Handelsblatt

- der Verschwendung auf der Spur
 - Schwachstellen entdecken und handeln
- zählen, messen, erfassen
 - Basis für eine sicher Beurteilung - das Energiemanagement
- was ist effizient
 - das ist die große Frage
- Wärmeerzeugung und Heizung als System betrachtet
- was kommt beim „Verbraucher“ an
 - Die Bedeutung des Heizsystems
- übliche Lösungen hinterfragen
 - Wärmeverteilung in Hallen und mehr

widmen wir uns

einigen Schwachstellen

- Anlagensysteme und Komponenten
 - überaltert
 - weit überdimensioniert
- ungenügende Systemabstimmung
- Betrieb nicht der Nutzung angepasst
- Unkenntnis zu Betrieb und Verbrauch
 - mangelnde Messwerterfassung
 - mangelnde Kontrolle
- mangelnde Kenntnisse der technisch gesicherten Möglichkeiten
 - und deren wirtschaftlich positive Auswirkungen über den Lebensdauerzyklus (LCC)

Schwachstelle Wärmeerzeugung: (hoch) ineffiziente Wärmeerzeugungsanlagen



Moderne und doch ineffiziente Anlage

Warum?



unnötige Wärmeverluste
zur große Brennerleistung
einstufiger Brennerbetrieb



Abgastemperatur rd. 160°C
feuerungstechnischer
Wirkungsgrad 93 %
Abgasverluste
mit rd. 7 % zu hoch



Eine moderne Verteilung

aber

Die Schwachstellenanalyse:



Ventile und... nicht isoliert
Pumpen auf höchster Leistungsstufe

Ineffizienz hoch 3



2.500 W überflüssige Pumpenleistung
30.000 kWh pro Jahr
oder etwa
5.000 €/a überflüssige Energiekosten

Heizwärme-Verteilung

Alt, überdimensioniert, (hoch) ineffizient



Neu, (hoch) effizient



**effiziente Hauptpumpe, drehzahlregelt
 $\eta_{Pu} > 80 \%$, Eff 1 Motor (IE 2)**

Hauptpumpensystem teilerneuert und doch sanierungsbedürftig



Pumpe **neu**

Motor **alt**

Ein kapitaler Fehler:

- Pumpenkörper erneuert
jedoch
 - Antriebe (Motore) alt belassen
 - keine Drehzahlregelung nachgerüstet
 - überdimensionierte Armaturen und.. (Ventile) nicht angepasst
 - Wärmedämmung nicht nachgerüstet
- Hauptpumpensystem ist (vermeintlich) ‚saniert‘
- Erforderliche Grundsanierung wird für die nächsten Jahre blockiert

Abwärmevernichtung aus Dampf!

So etwas gibt es noch!



Beispiel hier:

- Kondensat aus Heizdampf wird gekühlt, um dann mit etwa 40°C in das Abwassersystem entlassen zu werden
 - immerhin etwa 2.000 t/a, Kondensat mit 100 °C
- Nach Sanierung mit Wärmerückgewinnung RLT und Einbindung der Abwärme aus Kälteerzeugung werden annähernd 0 Tonnen Dampf anfallen - und kein Kondensat daraus mehr zu kühlen sein!

Abwärme

verschenkt !

Wärmeabfuhr aus Kühlprozess - typisch



hier:

- Wärmeabfuhr mit Aufwand von 30.000 m³/h Luftbewegung

statt:

- Einbindung in die Gebäudeheizung und Warmwasserversorgung

Ungenutzte Abwärme

verschenktes Potenzial

Anlage zur thermischen Nachverbrennung von Räucherrauch



- Abgastemperatur von etwa 600 °C gehen ungenutzt über den Schornstein
- Zusätzlicher hoher Gaseinsatz zur Verbrennung des Rauchgases
- Gleichzeitig hoher Dampf- und Heizwärmebedarf für Produktion
- hoher Kühlbedarf für Produktion

**Abwärme ist zur Dampferzeugung und Beheizung bestens geeignet !
Kühlung über Absorptionskältemaschine mittels Abwärme möglich !**

Altsystem weiter genutzt

Umstellung von Dampf auf Heißwasser

Torluftschleier → Energieproblem Problem ^{hoch³}

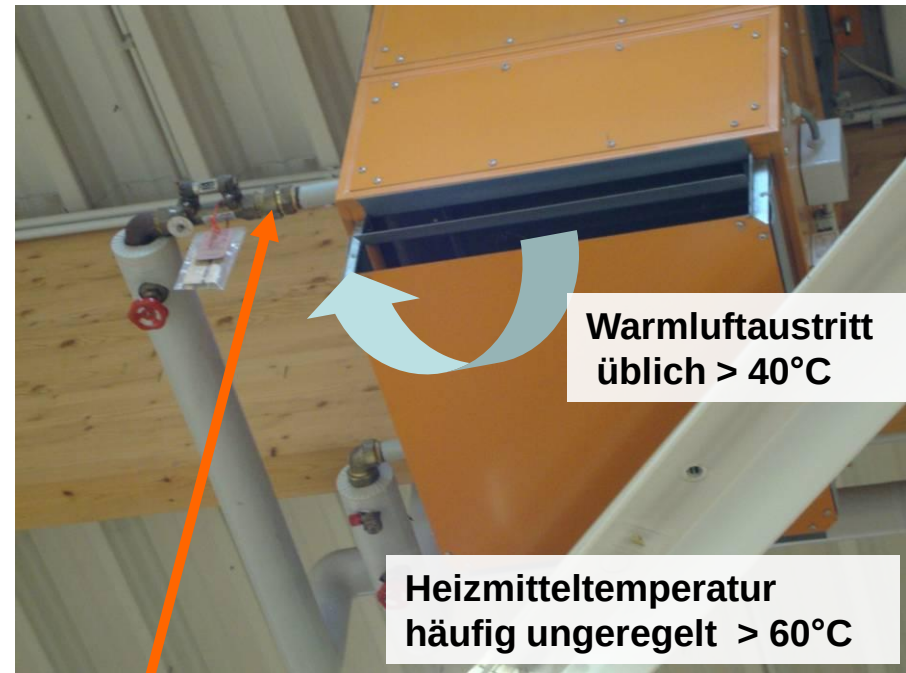
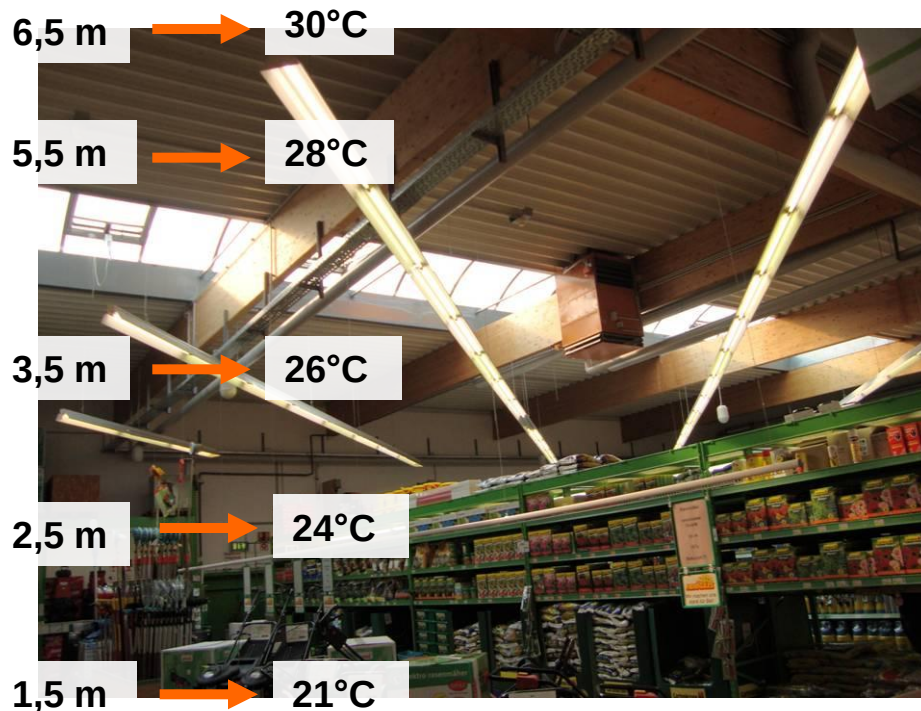


Beheizung hoher Hallen → hier 12 –14 m Höhe

Deckenluftheizer

= Warmluft unter der Decke

Temperaturprofil, typisch



keine Absperr- und Reguliermöglichkeit

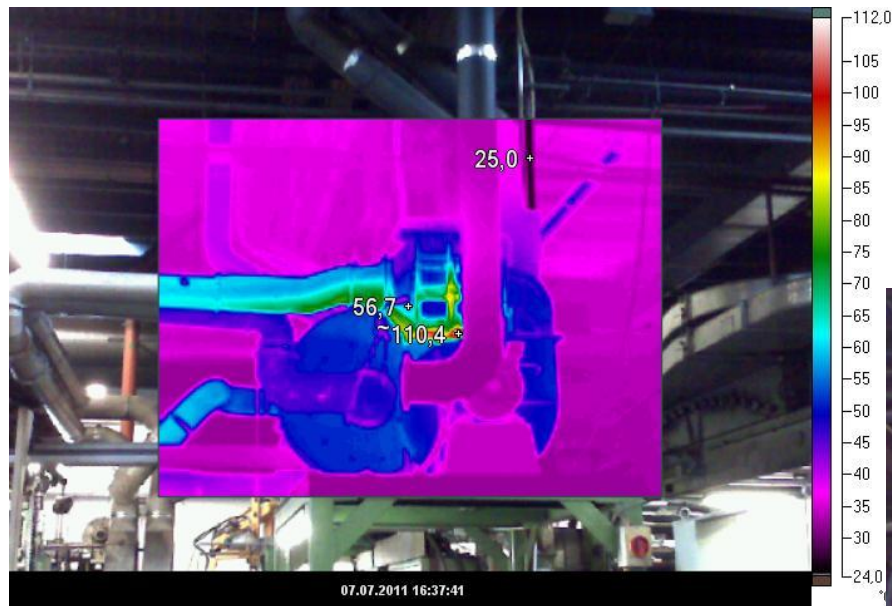
Gebäudehülle

Wo ist die Wärmedämmung?



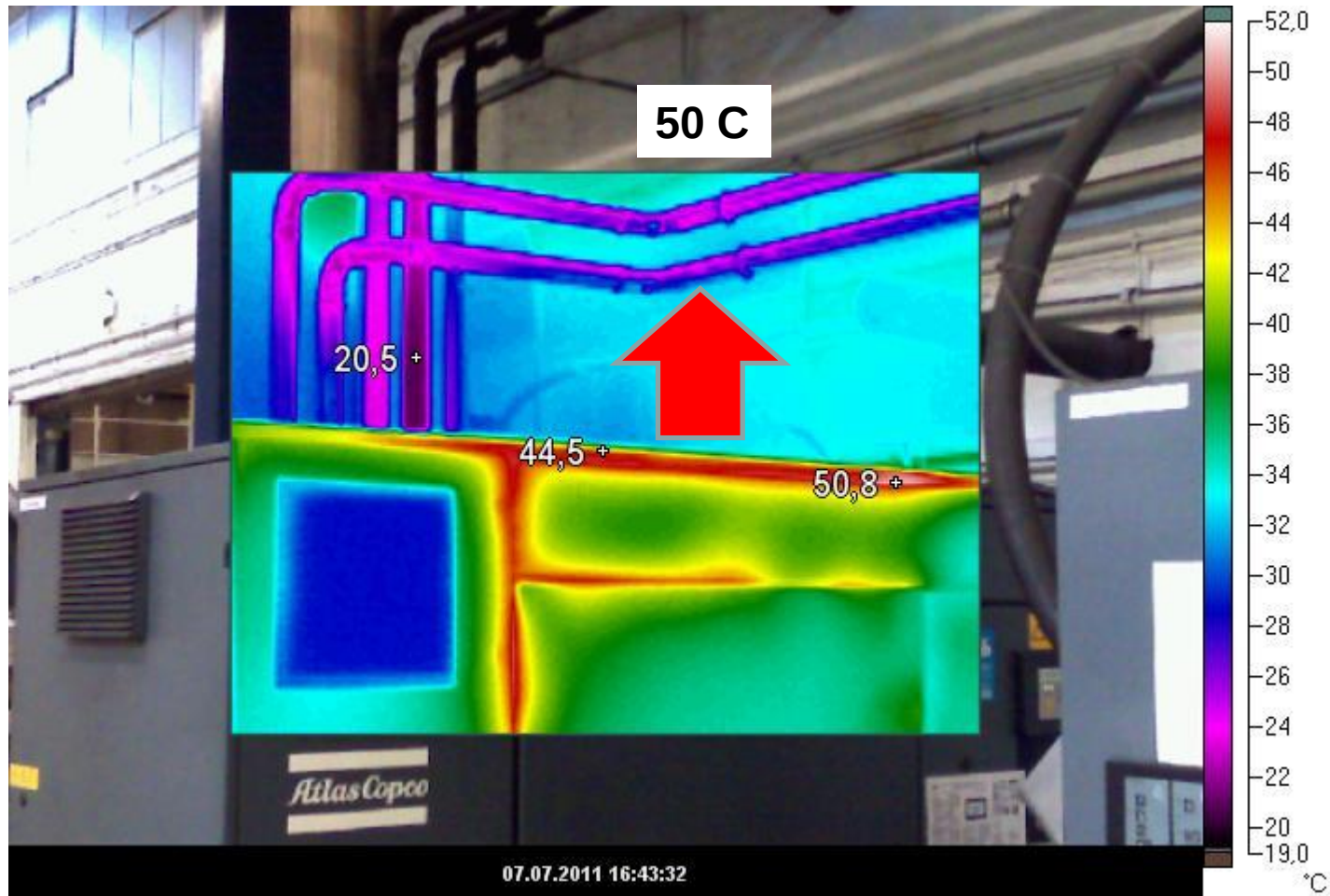
Ungenutze (Ab-) Wärme

was ist zu tun?



Kühlluft Kompressor

ungenutzt unter Hallendach



Energieeffizienz erschließen

Knopfdruck reicht nicht

➤ **Einsparpotenziale**

⇒ mit Ingenieurkompetenz suchen, erkennen, nutzen und vermitteln - Schwachstellen analysieren

➤ **effiziente & intelligente Technik**

⇒ mit Ingenieurkompetenz einsetzen

➤ **grundlegende ingenieurtechnische Neubetrachtung** überalterter Systeme, Anlagen und Techniken

⇒ **kompromisslos erneuern**

➤ **Ingenieurkompetenz**

⇒ **einfordern - zeigen – umsetzen - durchsetzen**

Wege zur Energieeffizienz



Heizwärmeerzeugung

Zusatznutzen aus Abgas

Effizienz pur

+ 10 % mehr Energieausbeute

mit (einfachem) Brennwertnutzen



Wärmeerzeuger
konventionell
1150 kW

Abgaswärmetauscher
nachgeschaltet

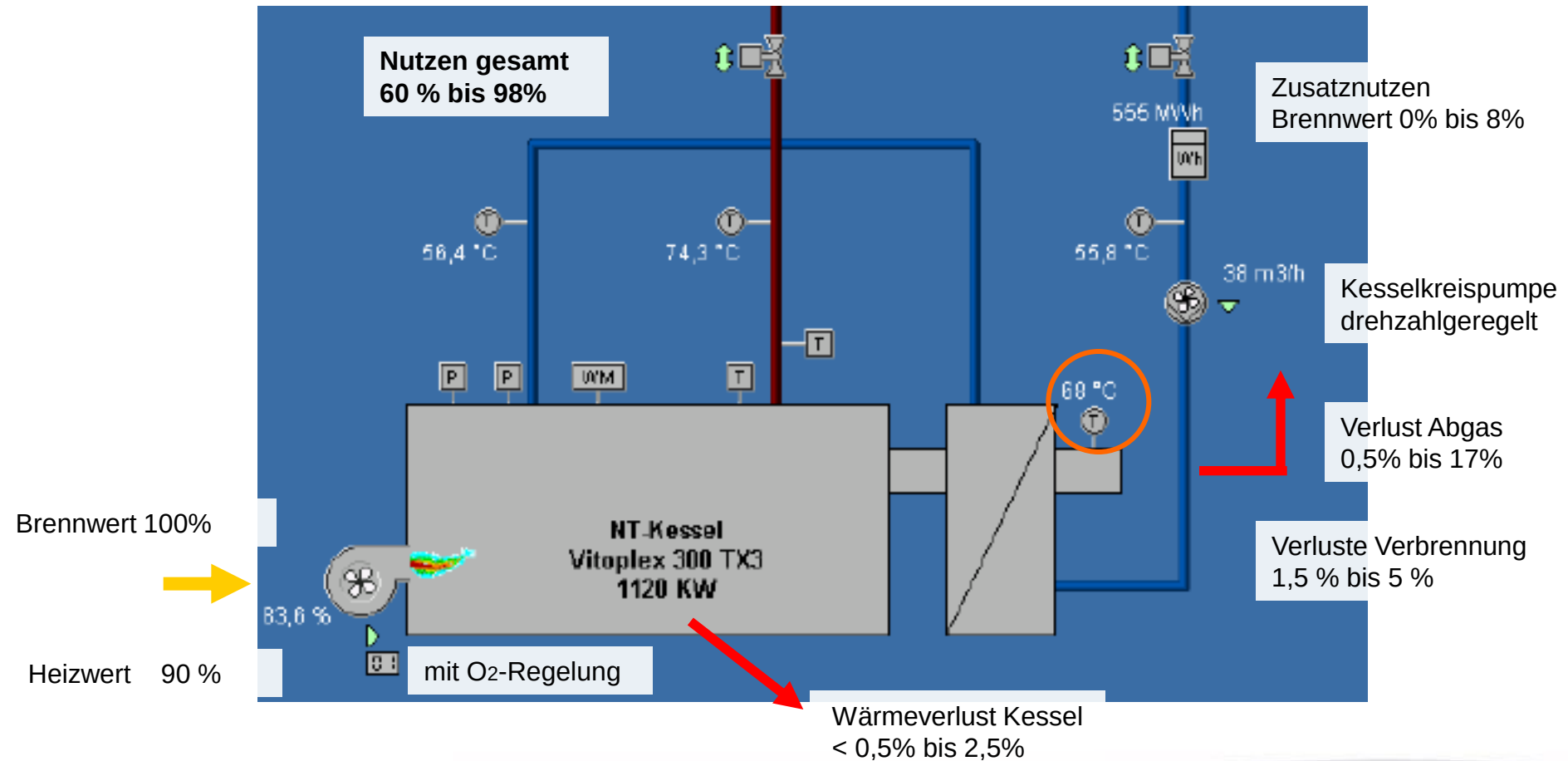


Brennwertnutzen
120 kW

Wärmeerzeugung

Bandbreite an Effizienz

Ein effizientes Heizsystem ist (viel) mehr als ein guter Wärmeerzeuger



Kriterien effizienter Wärmeerzeugung

- **angepasste Kesseltemperatur**
 - gleitend, bedarfsorientiert
 - abgesenkt in Schwachlastzeiten
 - **modulierende Brennerregelung**
 - leistungsangepasst
 - **niedrige Rücklauftemperaturen**
 - Brennwertnutzen 0% bis 8%
 - **beste Verbrennungswerte**
 - mit Einstellung / Wartung
 - O₂-Regelung
 - **gute Wärmedämmung**
 - Kessel, Anschlüsse und Armaturen
 - **hydraulische Einbindung**
 - Wärmeerzeuger und Heizsystem
- o so niedrig wie möglich, häufig reichen $t_{\text{Kessel}} \leq 60^\circ\text{C}$ und niedriger
 - o Abstellen von Ein- / Aus-Schaltungen
 - o durch hydraulischen Abgleich und leistungsangepassten Heizbetrieb
 - o hohe Spreizung $t_{\text{Vorlauf}}/t_{\text{Rück}}$ anstreben
 - o $t_{\text{Vorlauf}} / t_{\text{Rück}} > 20 \text{ K}$
 - o Anforderungen an Brennerservice
 - o Brenner erneuern, anpassen (häufig zu groß)
 - o vermindert Betriebsbereitschaftsverluste entscheidend
 - o verhindert unnötigen Heizwassertransport und senkt die Rücklauftemperatur

Gebläsebrenner modulierend Zweistoff ÖL/Gas

mit O₂ -Regelung

Meßblatt Gas

Anlage : <u>Mahr</u> <u>Göttingen</u>		Wärmeerzeuger <u>WW</u>	
Durchg. Arbeiten: <u>IBN</u>		Fabrikat <u>Viessmann</u> Typ <u>Vitoplex 300</u>	
Brennertyp <u>WM-GL 20-2A</u> Fabr.Nr. <u>5830040</u>		Wärmeleistung <u>1120</u> kW	
Ausführung <u>ZM-R</u> Verläng. <u>-</u> mm		Feuerraum Ø <u>-</u> mm Länge <u>-</u> mm	
Schlitztauschelbe <u>ø</u> innen <u>-</u> mm <u>ø</u> außen <u>-</u> mm		Rauchgaseinbauten <u>-</u>	
Lochtauschelbe <u>ø</u> innen <u>-</u> mm <u>ø</u> außen <u>-</u> mm		Betriebsart <u>-</u>	
Abstände <u>a</u> <u>-</u> mm <u>b</u> <u>-</u> mm		Brennstoff / atmosphärische Bedingungen	
Abstände <u>c</u> <u>-</u> mm <u>d</u> <u>-</u> mm		Gasart <u>Erdgas</u> Gruppe <u>H</u>	
Flammkopf-Typ <u>-</u> Maß <u>e</u> <u>-</u> mm		Heizwert <u>10,35</u> kWh/m ³ bei °C: <u>10</u>	
Armaturen Typ <u>-</u> DN <u>-</u>		CO ₂ max. <u>12</u> Vol.-%	
Kugelhahn <u>Weishaupt</u> <u>454680</u> <u>2</u>		Barometerstand <u>978</u> mbar	
Filter <u>Weishaupt</u> <u>520-1</u> <u>2</u>		Luftfeuchte gem. <u>-</u> g/kg Luft für EN-Korr. <u>5,0</u> g/kg	
Druckregelgerät <u>Dungs</u> <u>FRS 520</u> <u>2</u>		Einstellungen Sicherheitseinrichtungen	
Magnetventil 1/2 <u>Dungs</u> <u>DMV</u> <u>2</u>		Druckwächter: Luft <u>0,8</u> mbar, Gas <u>8</u> mbar	
Zündgasventil <u>-</u>		SAV <u>-</u> mbar, SBV <u>-</u> mbar	
Sicherheitsabsperventil (SAV) <u>-</u>		Basis für NO _x - Berechnung : <u>CO₂ in</u>	
Sicherheitsabblaseventil (SBV) <u>-</u>		NO _x - Berechnung in : <u>mg/m³</u>	

- weishaupt -

**Beste Verbrennungswerte
niedrige Abgasverluste**

Abgasverlust **<= 2 %**
Abgastemperatur **< 50°C**
CO₂ **> 10,5 %**
Luftüberschuss **~ 1,1**

Einstellwerte					Brennstoff						Abgas										Ansaug		Flammrohr / Nebel			
Luft Pos. %	Ar Pos. V	Fuel Pos. V	PU Pos. %	Aux.1 Pos. V	Durchsatz m³/h	Br-Leist. kW	p Zähler mbar	Gasdruck Zähler °C	p nach Druckregl. mbar	p Mischk. mbar	CO ₂ Vol.-%	O ₂ trocken Vol.-%	CO ppm	CO mg/m³	NOx ppm	NOx mg/m³	NOx Luftkor. mg/m³		Flußzahl	Abgastemp. °C	Ansaugtemp. °C	Gebläsedruck mbar	Feuerdruck mbar	Feuerdruck mbar	Eintritt °C	Medium Austritt °C
100,0	80,00	55,00	85,00		113,0	1185	48	10	12,0		10,8	1,9	10	12	68	132				48	21	14,8	3,7	-0,5	55	75
90,0	53,80	50,00	80,00		102,0	1069	48	10	12,5		10,8	1,9	12	14	68	132				48	21	12,8	3,1	-0,5	55	77
80,0	47,80	45,00	75,00		90,0	944	49	10	13,0		10,8	1,9	13	15	69	134				48	21	10,6	2,7	-0,5	56	75
70,0	41,30	40,00	70,00		78,4	823	50	10	14,0		10,8	1,9	15	18	69	134				45	21	8,2	1,9	-0,6	54	72
59,0	35,00	35,00	65,00		66,8	702	50	10	14,5		10,7	2,2	13	16	68	134				45	21	6,0	1,3	-0,6	54	73
48,0	28,80	30,00	60,00		55,2	580	50	10	15,0		10,5	2,8	10	12	66	134				45	21	4,2	0,8	-0,6	52	71
38,0	22,70	25,00	55,00		43,6	457	50	10	15,0		10,0	3,5	10	13	65	137				46	21	2,7	0,4	-0,6	54	69
28,0	16,40	20,00	50,00		32,0	336	50	10	16,0		9,5	4,5	12	16	64	144				48	21	1,4	0,1	-0,6	52	67
18,0	10,20	15,00	45,00		20,5	215	50	10	17,0		9,3	4,8	9	13	64	146				45	21	0,8	0,0	-0,6	48	66
8,0	4,00	10,00	40,00		9,0	95	50	10	17,0		8,0	7,0	5	8	55	145				42	21	0,2	0,0	-0,6	48	62

Messung durchgeführt am 16.12.2009 von Bänsch Blatt Nr. -

MB-Stand 08.01

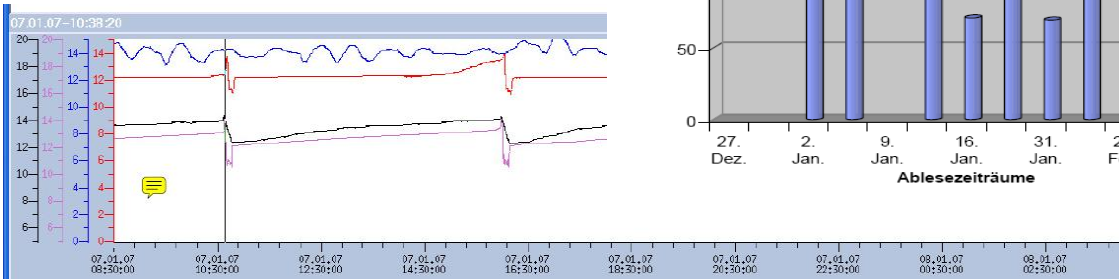
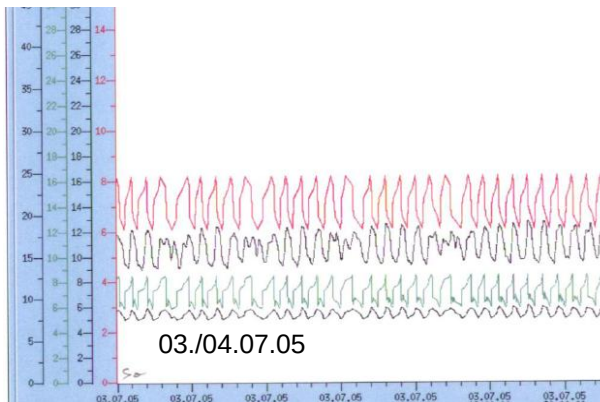
Messprotokoll Wartung / Inbetriebnahme Brenner

Optimierung Kaltwassererzeugung

Laufzeit Kältemaschine

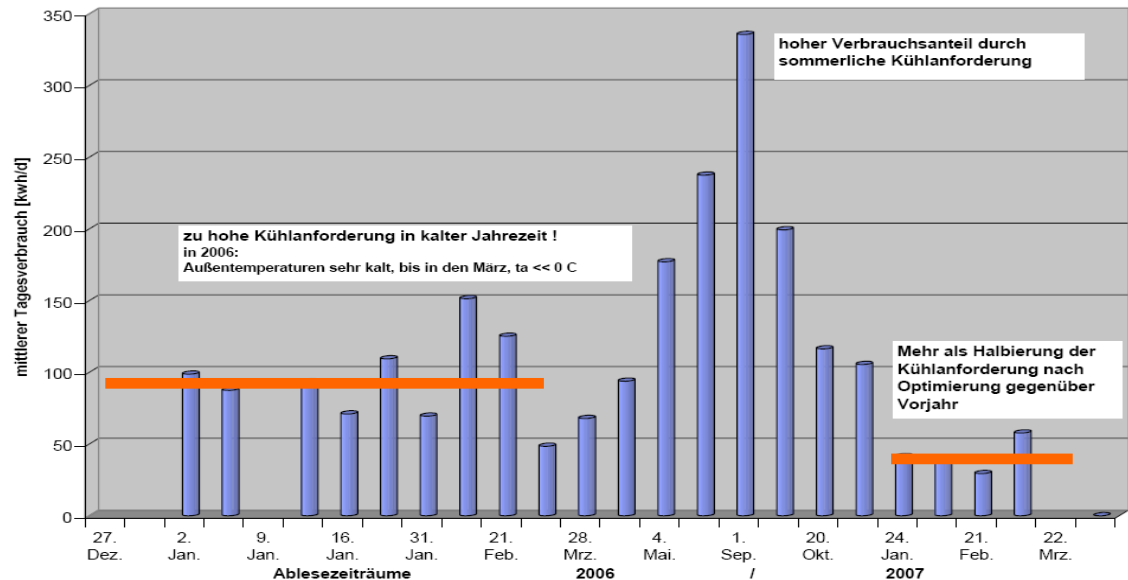
Häufige Schaltzyklen der Kältemaschine -> hoch verlustbehaftet

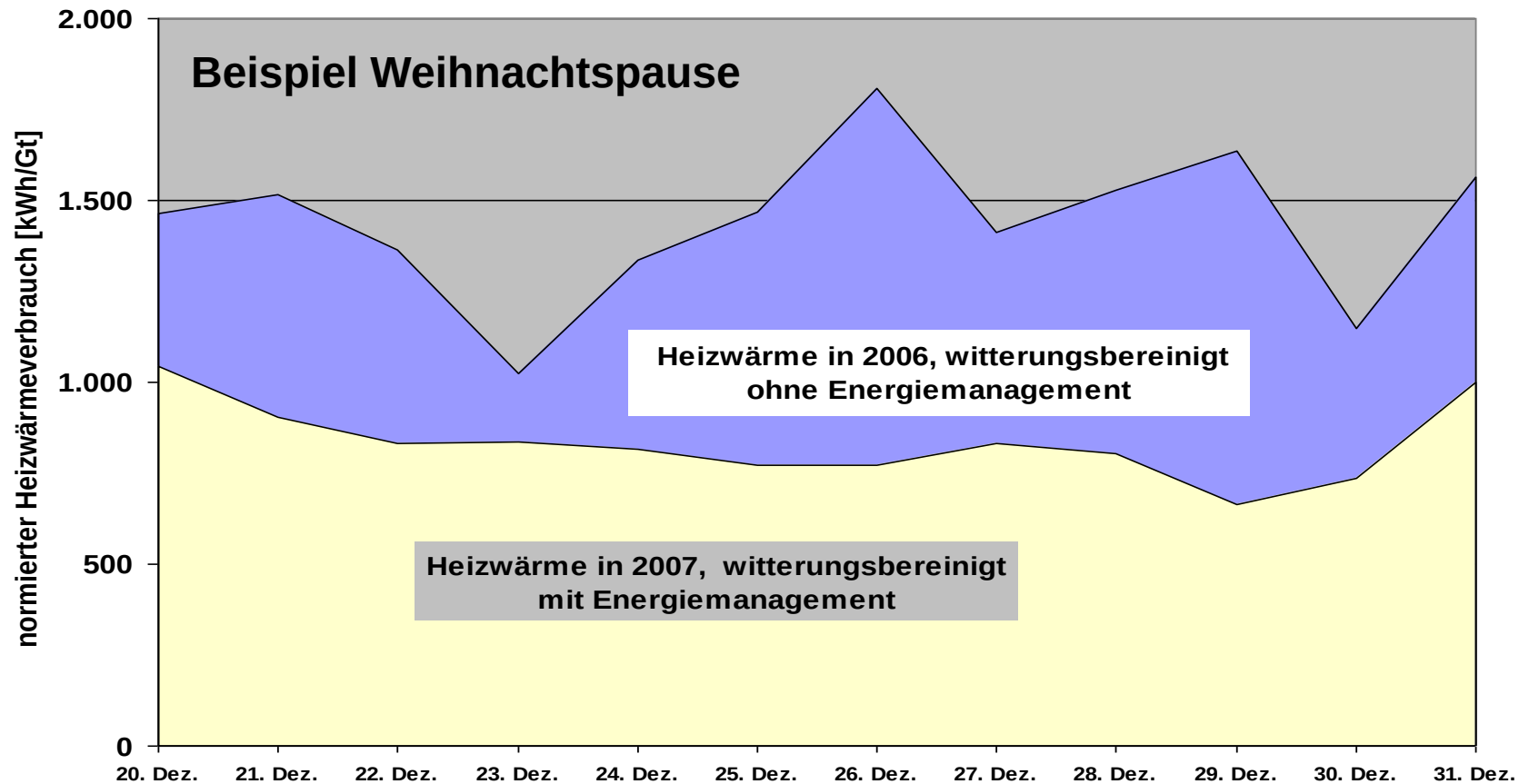
56 x in 24 h



Schaltzyklus 1 x in 6 h

Elektroenergieverbrauch 'Kühlung Messräume', Schaltschrank Kälteanlage





Ein Industriebetrieb

und seine Effizienzmaßnahmen

2004 bis 2011

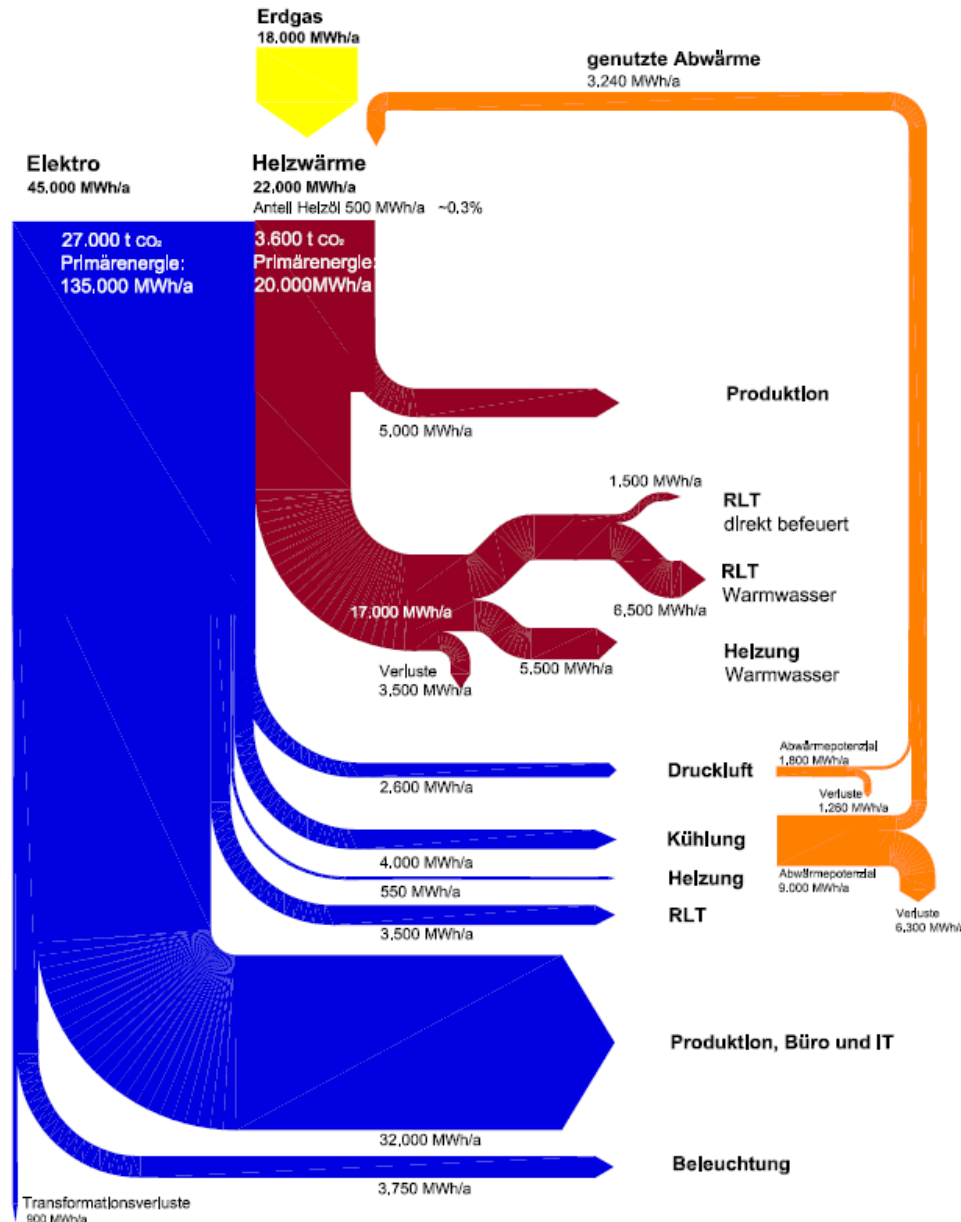


Sankeydiagramm

Energiemanagement mit System

Energiefluss im Betrieb

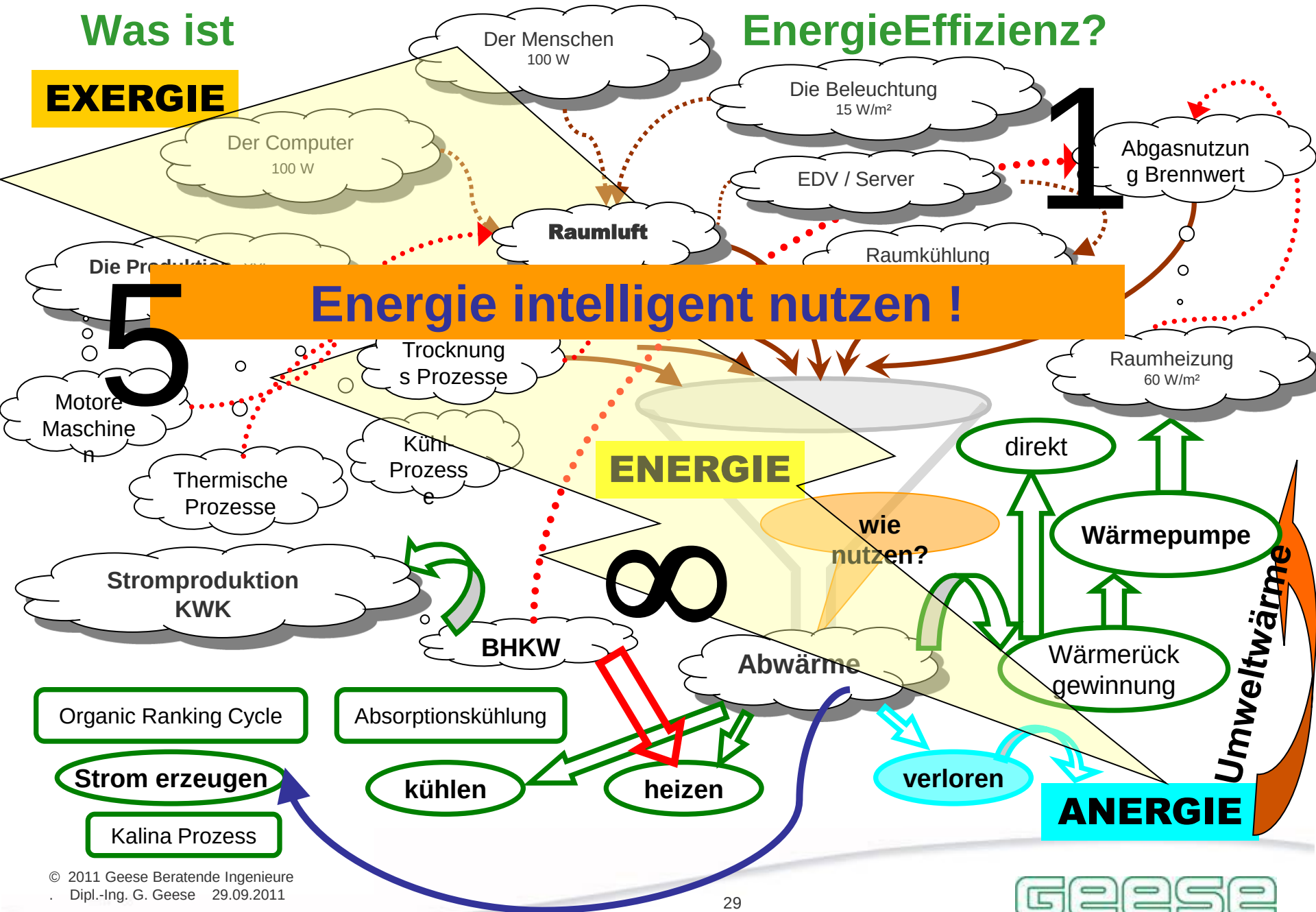
- bietet erster Überblick
- zeigt die Energie- und Kostentreiber



Was ist

EXERGIE

EnergieEffizienz?



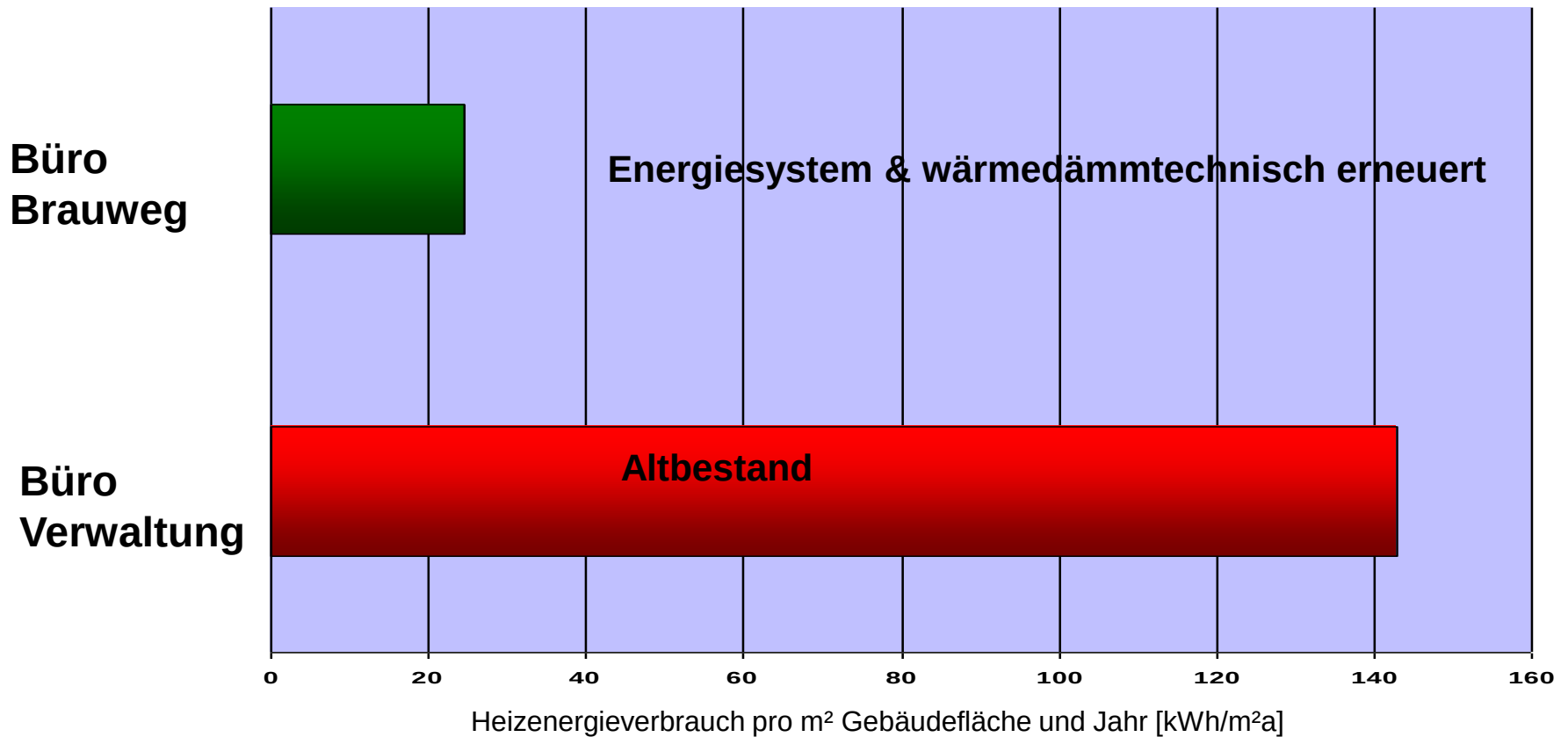
Ein ganz normales Bürogebäude?



Systemabstimmung

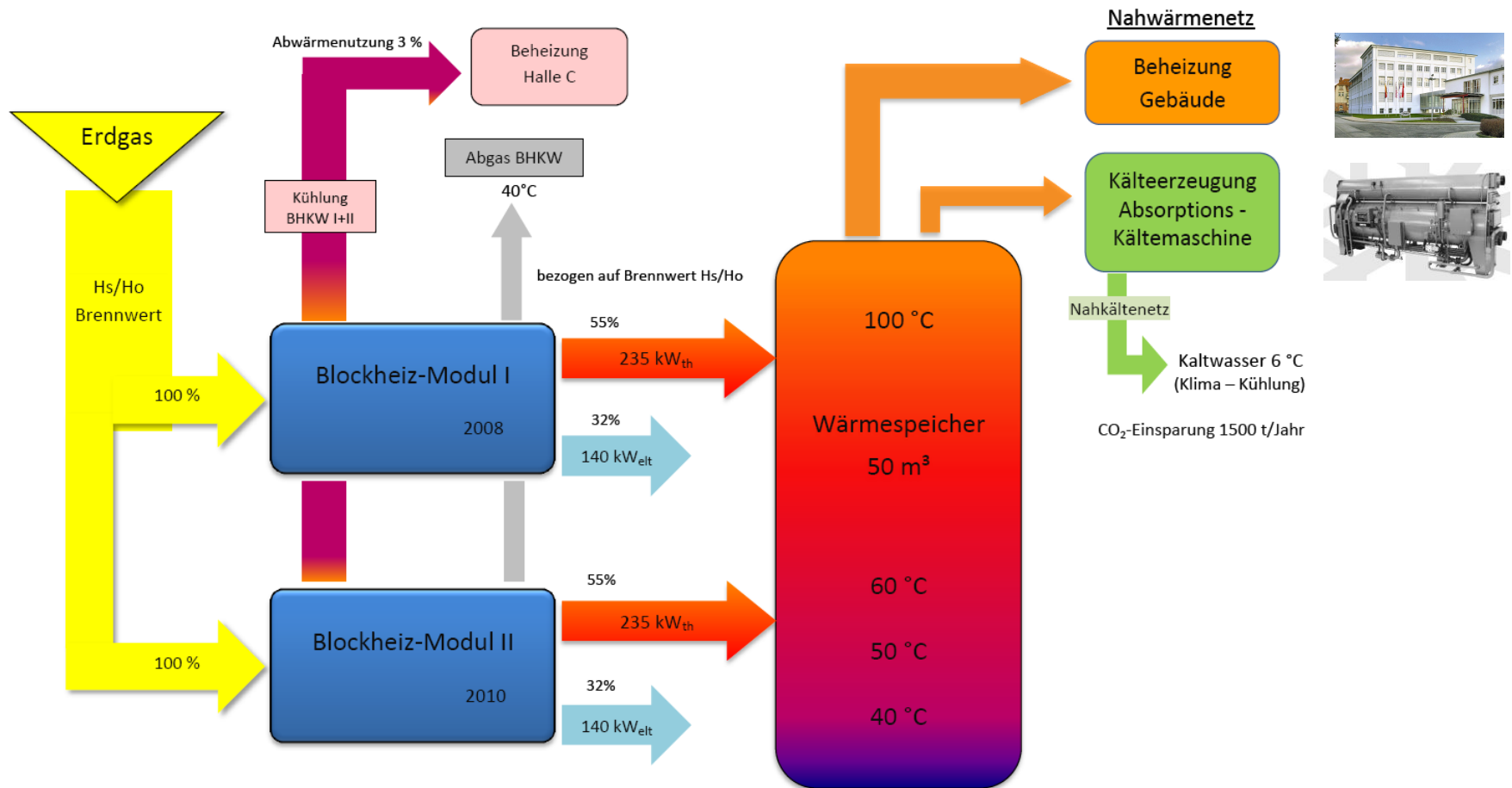
mit intelligenter Gebäudetechnik

flächenbezogener Heizenergieverbrauch ‚Büronutzung‘ im Vergleich



Effizienz ^{hoch 3} mit BHKW

Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung



Kraft - Wärme – Kälte - Kopplung

Strom und Wärme

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



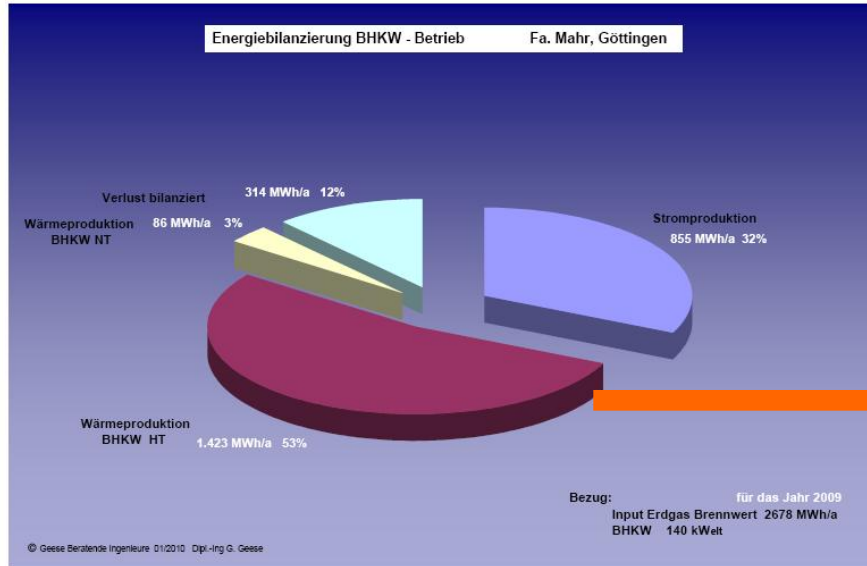
- Wärmelieferung
 - 1.450.000 kWh/a
- Eigenstromerzeugung
 - 850.000 kWh/a
- Primärenergieersparnis (gesamt)
 - 3.600.000 kWh/a
- CO₂-Minderung (gesamte Erneuerung)
 - 800.000 kg/a

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

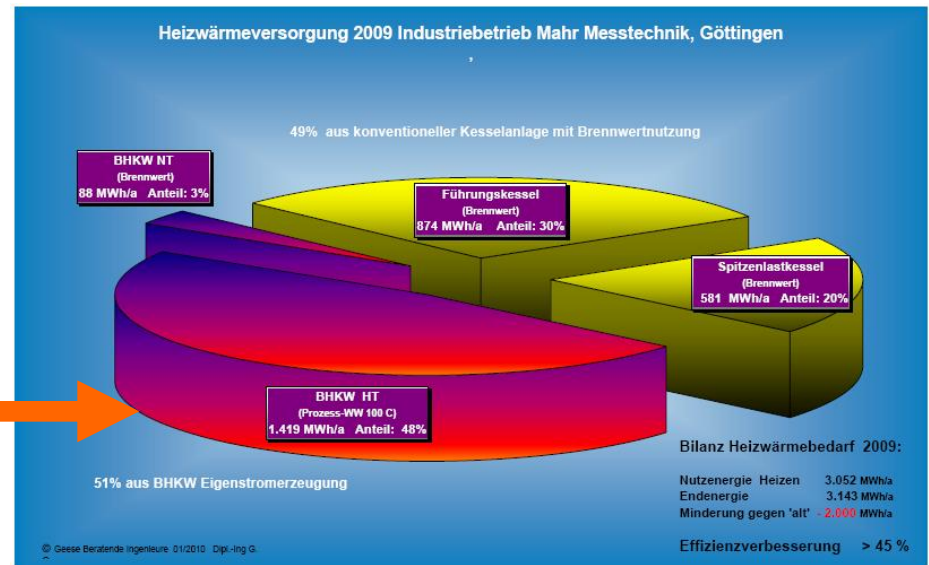
BHKW Betrieb

Eine beispielhafte Erfolgsbilanz

Anteile BHKW-Energieproduktion mit Brennwertnutzung



Anteil Wärmelieferung BHKW am Gesamtheizenergieverbrauch > 50 %



Durch effizienten Energieeinsatz > 45 % Heizenergieeinsatz gemindert

Wärmespeicherung

Ein effizientes Beispiel

Heizwasserpufferspeicher 50 m³



Speicherkapazität ~ 2.500 kWh
BHKW-Laufzeit ~ 10 h

© 2011 Geese Beratende Ingenieure
Dipl.-Ing. G. Geese 29.09.2011



Dämmstärke 20 cm

Wärmeverlust ~ 1.100 W
pro Jahr 10 MWh/a; ~ 0,2% < 1000 €/a

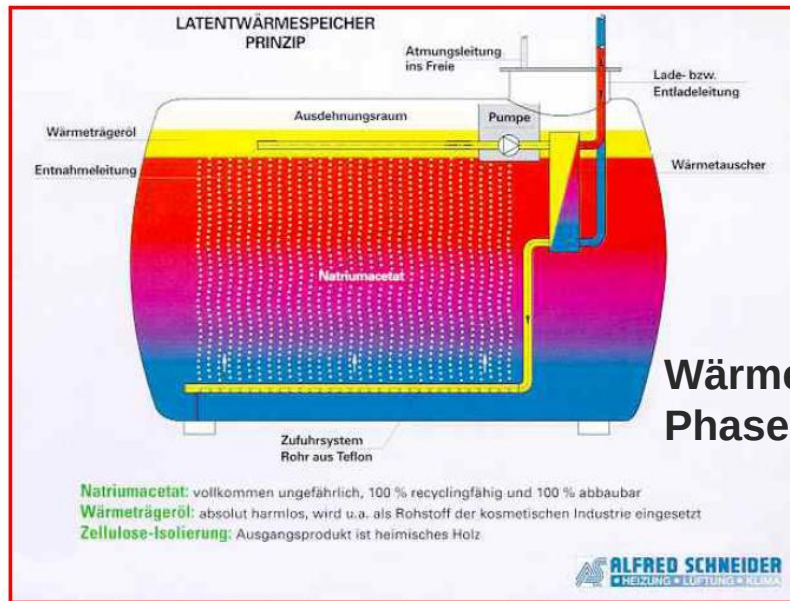
→ ein exzellentes Beispiel
effizienter Wärmepufferung

Wärmespeicherung über

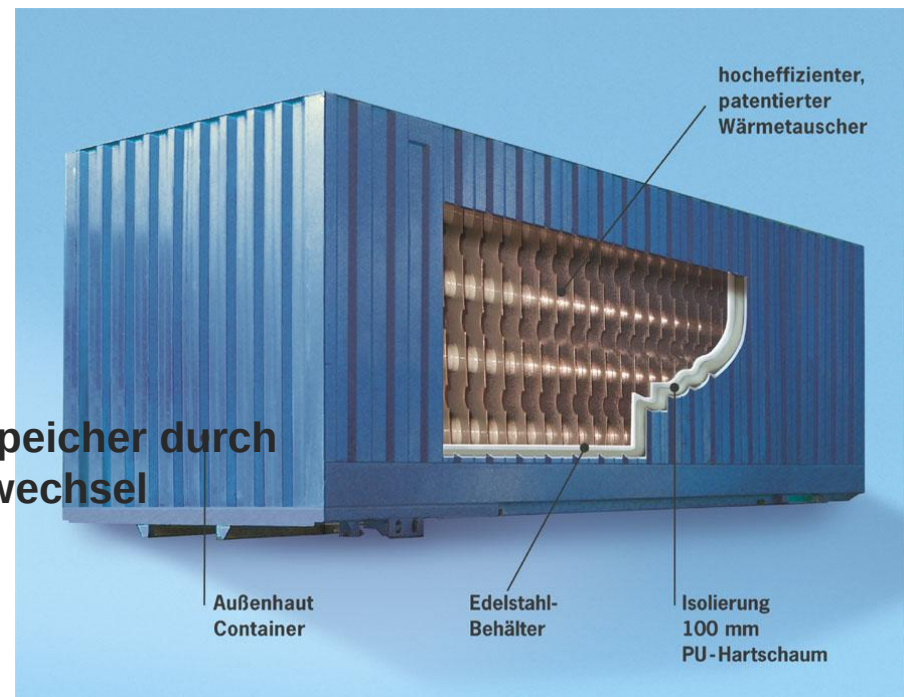
Latentwärmenutzung

Eine bedeutende & zu beachtende Zukunftsentwicklung
innovativ und hoch nutzbringend

Latentwärmespeicher -- latent heat storage energy speicher energie home haus



Wärmespeicher durch
Phasenwechsel



Speichersysteme werden künftig eine bedeutende Rolle spielen zur
Einrichtung effizienter Systeme für Heizung und Kühlung

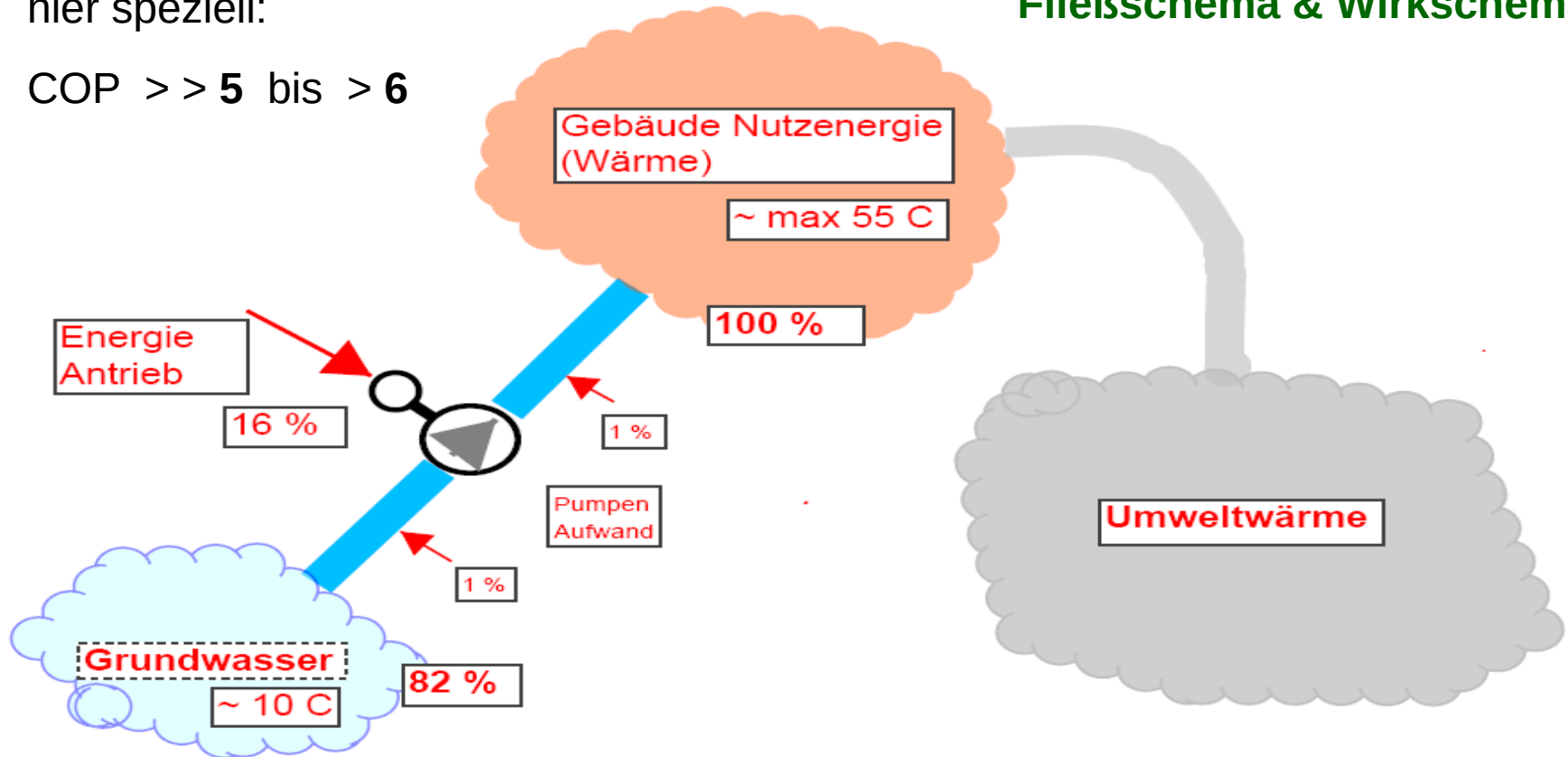
Alternative Wärmeerzeugung

„Die Wärmepumpe“

Wirkzahl der Effizienz
hier speziell:

COP > > 5 bis > 6

Fließschema & Wirkschema



COP: Coefficient of Performance → kennzeichnet die Güte des Wärmepumpenprozesses

Anlagentechnik

Kälteerzeugung & Wärmepumpe



Die Wärmequelle hier:



**entnommene Wassermenge 50 m³/h
zur Wärmenutzung & Kühlung**

**Der Schachtbrunnen
- vollkommen unspektakulär**

Grundwasser

Wärmenutzung Grundwasser:

bei 3 K (Grad) Abkühlung

Wärmeentzug aus
Grundwasser ca. 170 kW

Aufwand Maschinen-
Aggregatantrieb 24 kW

Wärmepumpenbetrieb Heizwärme-Lieferung:

Heizwärme ca. 200 kW

Wärmepumpen

Effizienz

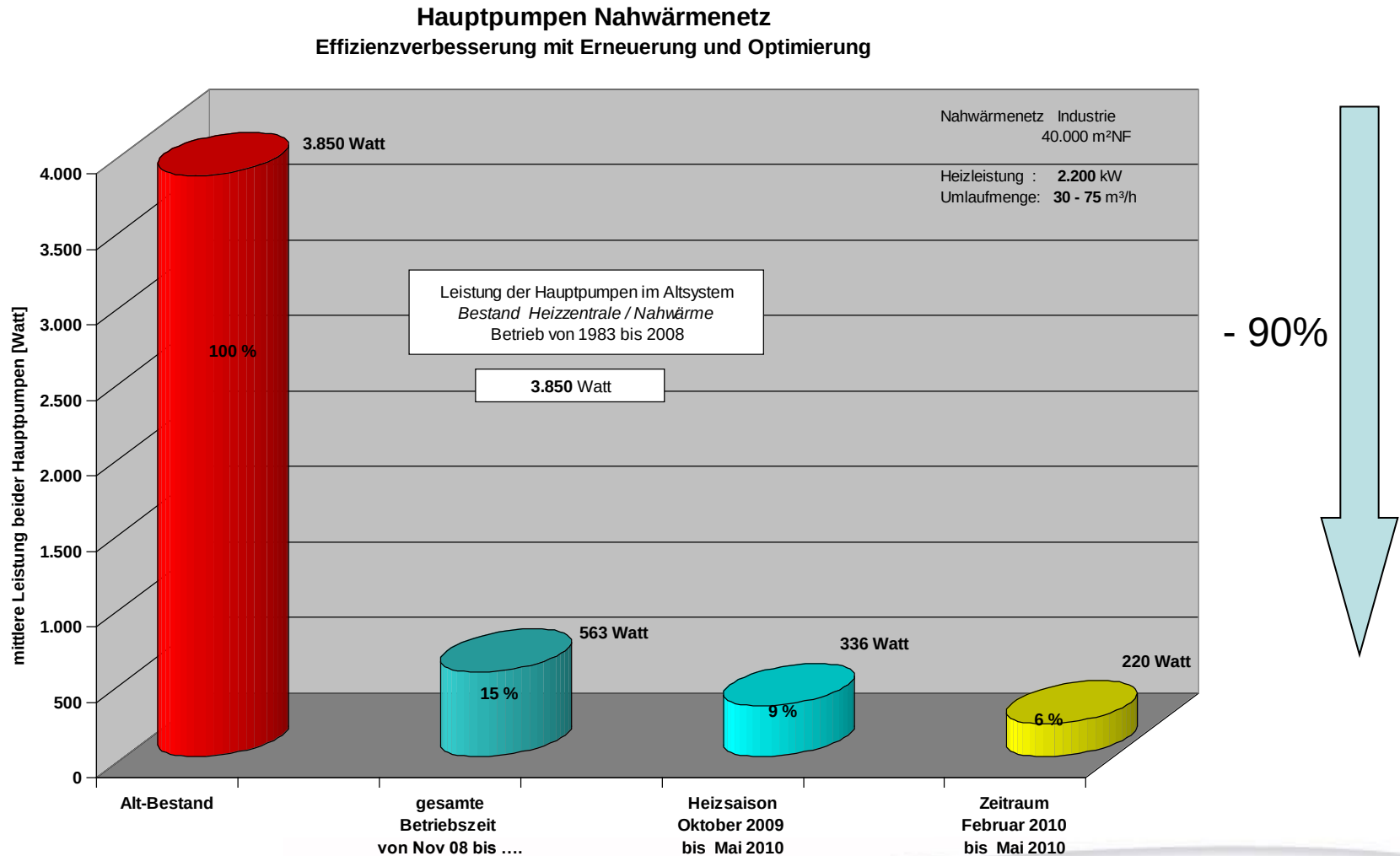
Technische Daten

- Heizleistung bei 55° C **136 kW**
- Antriebsleistung (elektrischer Strom) **22 kW**
- Nebenaggregate (elektrischer Strom) **2 kW**
- Leistungsziffer (COP) *) → 136 kW / 24 kW **5,66**

*) Coefficient Of Performance

Heizwärmeverteilung

Verbesserung durch Controlling

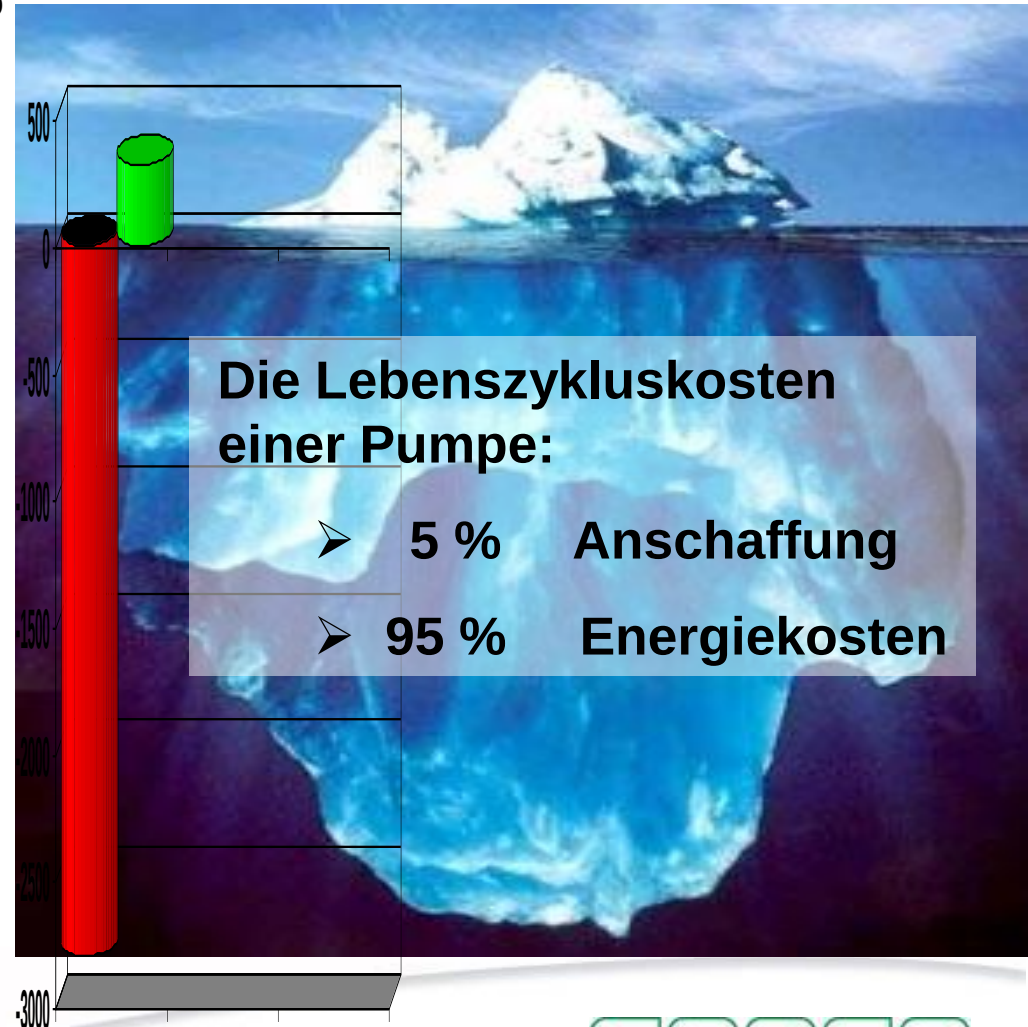
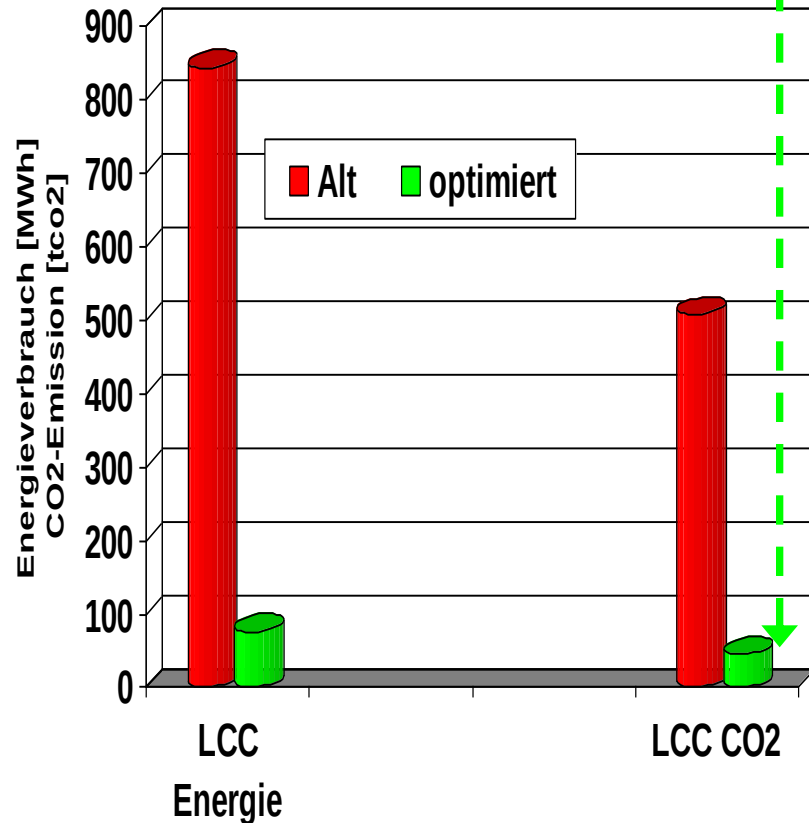


Lebensdauer–Zyklus-Kosten

LCC

Life-Cycle-Costing

Reduktion CO₂-Emission 91 %



Effiziente Umsetzung

Dampf → Hallenbeheizung



Beheizung Industriehalle mit Gasstrahlern

Kennzeichen **positiv**:
keine ausgeprägte Temperaturschichtung



ausgeprägte punktuelle Beheizung

Warmluft

Kennzeichen **negativ**:
starke Temperaturschichtung



keine Absperr- und Reguliermöglichkeit
ausgeprägte Temperaturschichtung

Strahlungsheizung

durch

großflächige Wandheizflächen

oder Decken-

➤ Vorteile Strahlungsheizung:

- Beheizung mit niedrigen Temperaturen
- Angenehme Beheizungswirkung
- niedrigere Raumtemperaturen bei gleichem Wärmeempfinden



energieeffizient einsparend



Deckenstrahlheizung

für hohe Hallen

Strahlungsheizung hocheffizient, energiesparend, physiologisch vorteilhaft



Möglichkeiten der Abwärmenutzung

ausschöpfen

- **innovative Technologien**
 - **Organic-Rankine-Cycle (ORC)**
 - Stromproduktion
 - über nieder temperierten Turbinenprozess
 - **Kalina-Kreisprozess**
 - Stromproduktion, wie vor
 - **Stirling-Prozess**
 - Stromproduktion
 - **Absorptionskälteprozess**
 - Kühl-Kälteerzeugung
 - **Gas-Wärmepumpe**
 - Heizen, Kühl-Kälte

Abwärme nutzen

Thermische Nachverbrennung (RTO)

TNV oder RTO-Anlage



Lösungsmittelhaltige Abluft (aus Druckprozessen o.ä.) wird thermisch oxidiert.

Dabei entstehende Wärmeentwicklung – um 600 ° C - kann genutzt werden.

- zur Stromerzeugung
 - über ORC Prozess
 - Restwärme zur Trocknung
- zur Wärmeversorgung
 - betrieblich Heizen
 - Trocknung
 - Prozesswärme

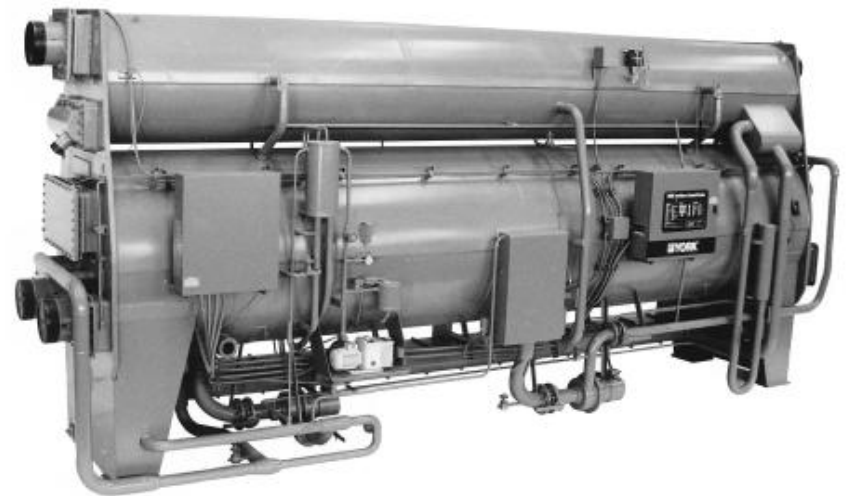
Absorptionskälteerzeugung

YIA

**Millennium Absorptions-
Flüssigkeitskühler einstufig, mit
Dampf, Heißwasser oder
Warmwasser beheizt**

Kälteleistung bei Beheizung mit

Dampf	420 kW bis 4.850 kW
Heißwasser	420 kW bis 4.850 kW
Warmwasser	200 kW bis 4.000 kW



Was ist zu tun

zur Effizienzverbesserung ?

- **Ausloten aller Möglichkeiten bei Verbesserungs- und Sanierungsmaßnahmen**
- **vorbereitende / vorausschauende Planung strategisch ausrichten**
- **Einsatz neuer Technologien fördern**
- **intelligente Systemeinbindungen anstreben und nutzen**
- **Fachkompetenz hinzuziehen und nutzen**
- **Energiemanagement leben**



Mut etwas zum Besseren zu verändern

Vielen Dank 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

 Beratende
Ingenieure
Mitglieder der Ingenieurkammer Niedersachsen

 Kein Ding ohne
ING.

30Pilot 
Netzwerke

LEEN 

 **GZS**
ENNETZ

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

veranstaltet von



Industrie- und Handelskammer
Lippe zu Detmold



Industrie- und Handelskammer
Ostwestfalen zu Bielefeld

im Rahmen der

AKTIONSWOCHE ENERGIEEFFIZIENZ

26.-30.09.2011

klimaschutz.ihk.de

