

# Datenerfassung als Basis für professionelles Energiemanagement am Beispiel des Projektes CAMPUS

Prof. Dr. Fritz Schmidt  
Leiter F&E

Gebäude intelligent lenken  
Heusenstamm 03.11.2005

## Übersicht

### I. **Energiemanagement als Ergebnis bedarfsgerechter Betriebsführung**

- Bedarf + Verbrauch
- Energiemanagement: Anpassung des Verbrauchs an den Bedarf

### II. Wie können wir Verbrauchsdaten erfassen und daraus lernen

- Jahresmittelwerte
- Monatsmittelwerte
- Tagesmittelwerte
- Stundenmittelwerte
- Messwerte

### III. Das Projekt CAMPUS

- Ziele -
- Gebäude -
- Ergebnisse

## *Energiebedarf und Energieverbrauch*

### ***Energiebedarf***

1. Bestimme Jahresheizwärmebedarf (Nutzenergie) aus Gebäude und Nutzung
2. Bestimme Jahresheizenergiebedarf (Endenergie) durch Bewertung der Anlagentechnik

### ***Energieverbrauch***

Bestimme tatsächlichen Verbrauch an Strom, Öl oder Gas

***Aus dem Energiebedarf lässt sich eine untere Grenze für den Energieverbrauch bestimmen***

### ***Unterschiede zwischen Energiebedarf und Energieverbrauch***

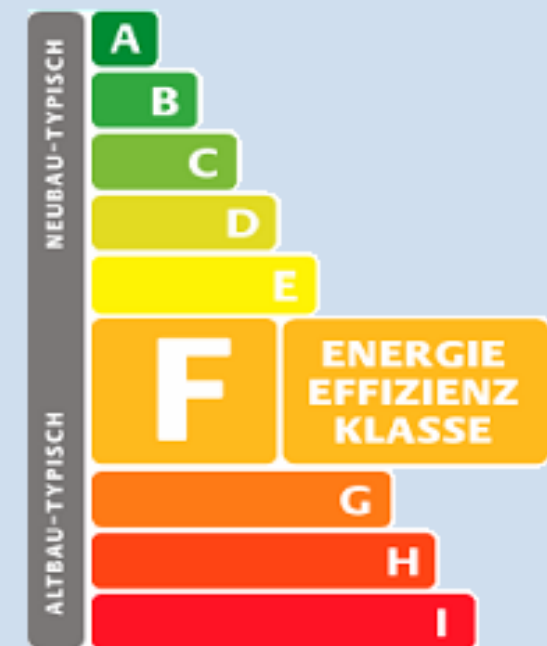
Deuten auf falsche Abschätzung des Bedarfes oder nicht bedarfsgerechten Betrieb der Anlagen

### ***Senkung der Energiekosten***

1. Anpassung Verbrauch an Bedarf - Energiemanagement
2. Reduktion des Bedarfs – Heizungserneuerung und/oder Renovierung

## Verbrauchsunterschiede in einem typischen Berliner Mehrfamilienhaus

	links	Mitte	rechts	links	rechts	links	Mitte	rechts
5.OG	E	C	D	C	D	E	D	B
4.OG	B	F	B	B	D	E	D	D
3.OG	B	D	B	B	B	D	F	C
2.OG	F	D	C	C	E	D	B	C
1.OG	D	C	D	C	C	B	E	D
EG	G	E	C	D	E	D	D	F



Quelle: MieterMagazin Juli/August 2001, Berliner Mieterverein e.V

## Wie kann man den Energiebedarf berechnen

### 1. Mittelung des Verbrauches über viele vergleichbare Gebäude

### 2. Berechnung des Jahresheizwärmebedarfs

#### Gebäude

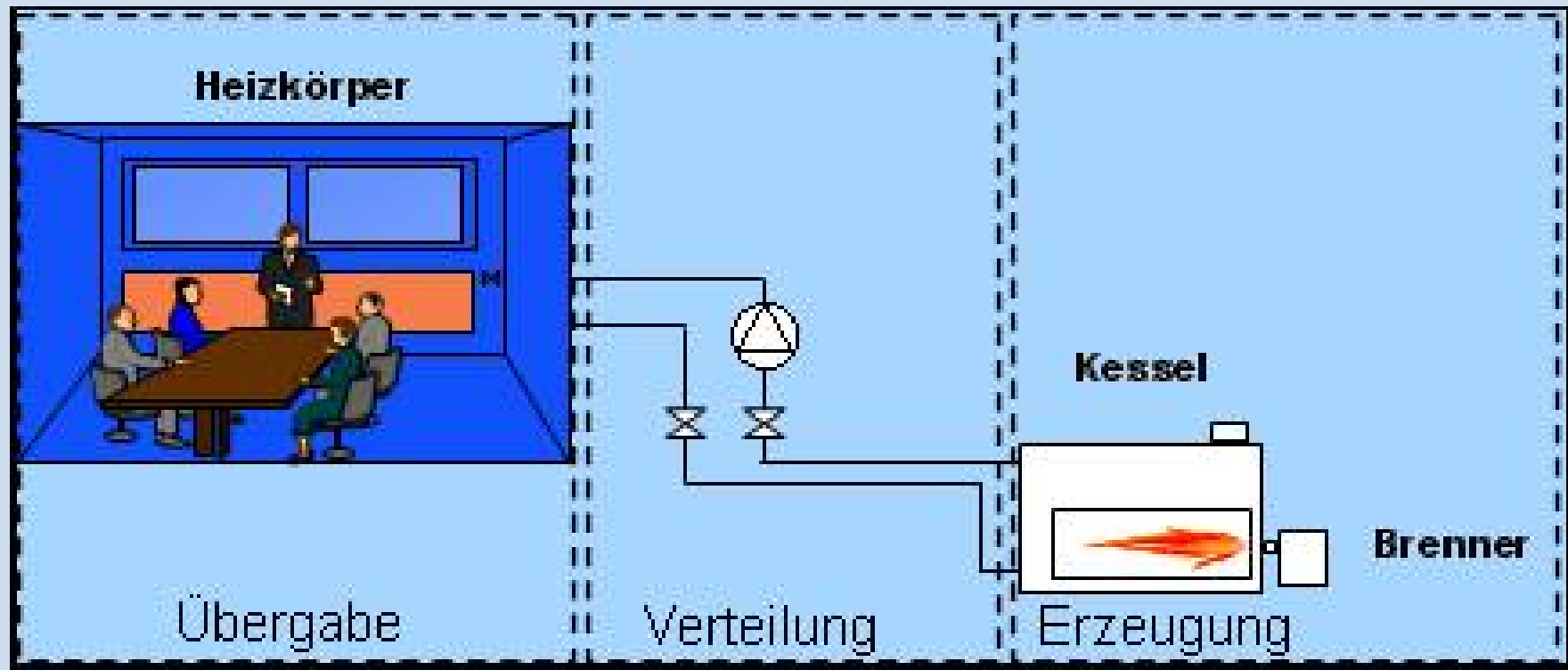
- Jahreswerte nach VDI 3807/2
- Monatswerte nach ISO EN832 oder DIN 18599
- Stundenwerte nach VDI 2067

#### Anlage

- Auswahl der Anlagen
- Festlegung des Energieträgers
- Aufwand nach DIN 4701

### 3. Simulation unter realen Bedingungen

## Wie kann man den Verbrauch an den Bedarf anpassen



Bedarfsgerechter  
Betrieb

Fehlerfreier  
Betrieb

effiziente  
Anlage

## Übersicht

- I. Energiemanagement als Ergebnis bedarfsgerechter Betriebsführung
  - Bedarf + Verbrauch
  - Energiemanagement: Anpassung des Verbrauchs an den Bedarf
- II. **Wie können wir Verbrauchsdaten erfassen und daraus lernen**
  - Jahresmittelwerte
  - Monatsmittelwerte
  - Tagesmittelwerte
  - Stundenmittelwerte
  - Messwerte
- III. Das Projekt CAMPUS
  - Ziele -
  - Gebäude -
  - Ergebnisse

## Jahresmittelwerte ermöglichen Vergleiche - Gebäude

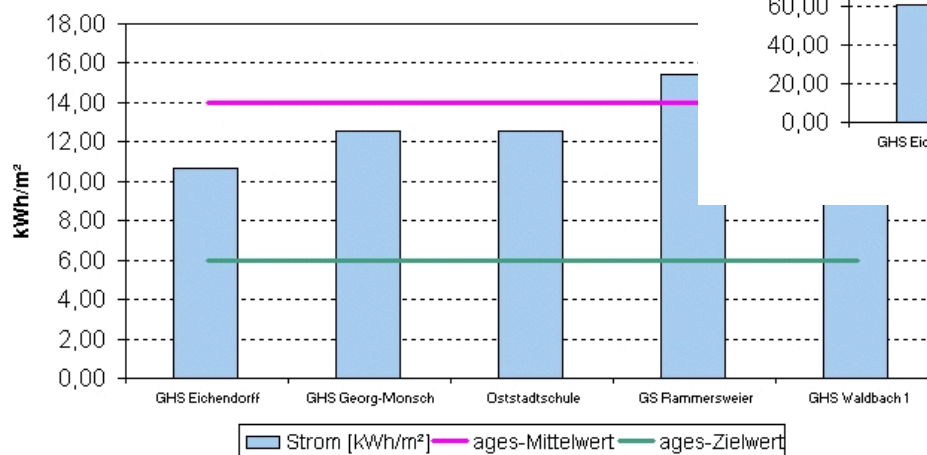
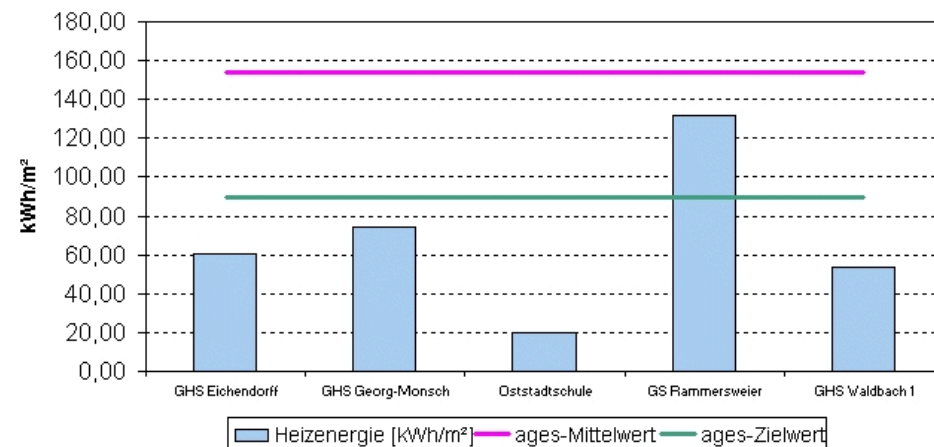
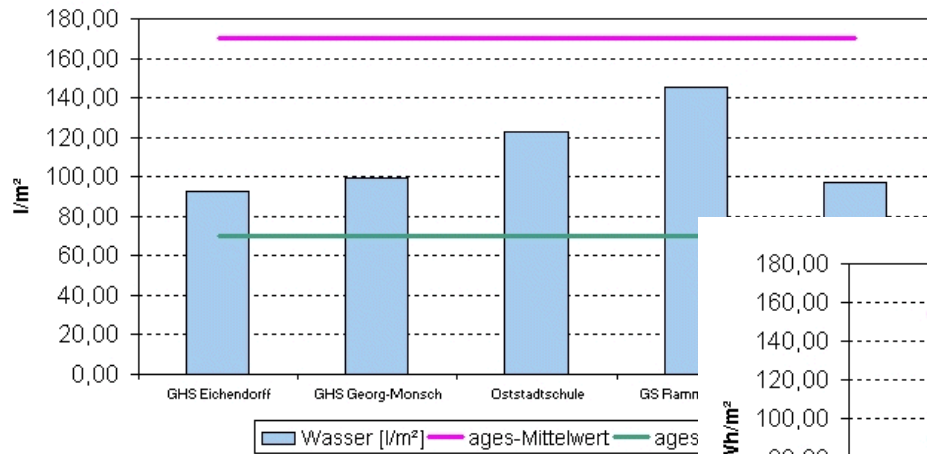
### Kennwertvergleich 2004

Darstellungsjahr:

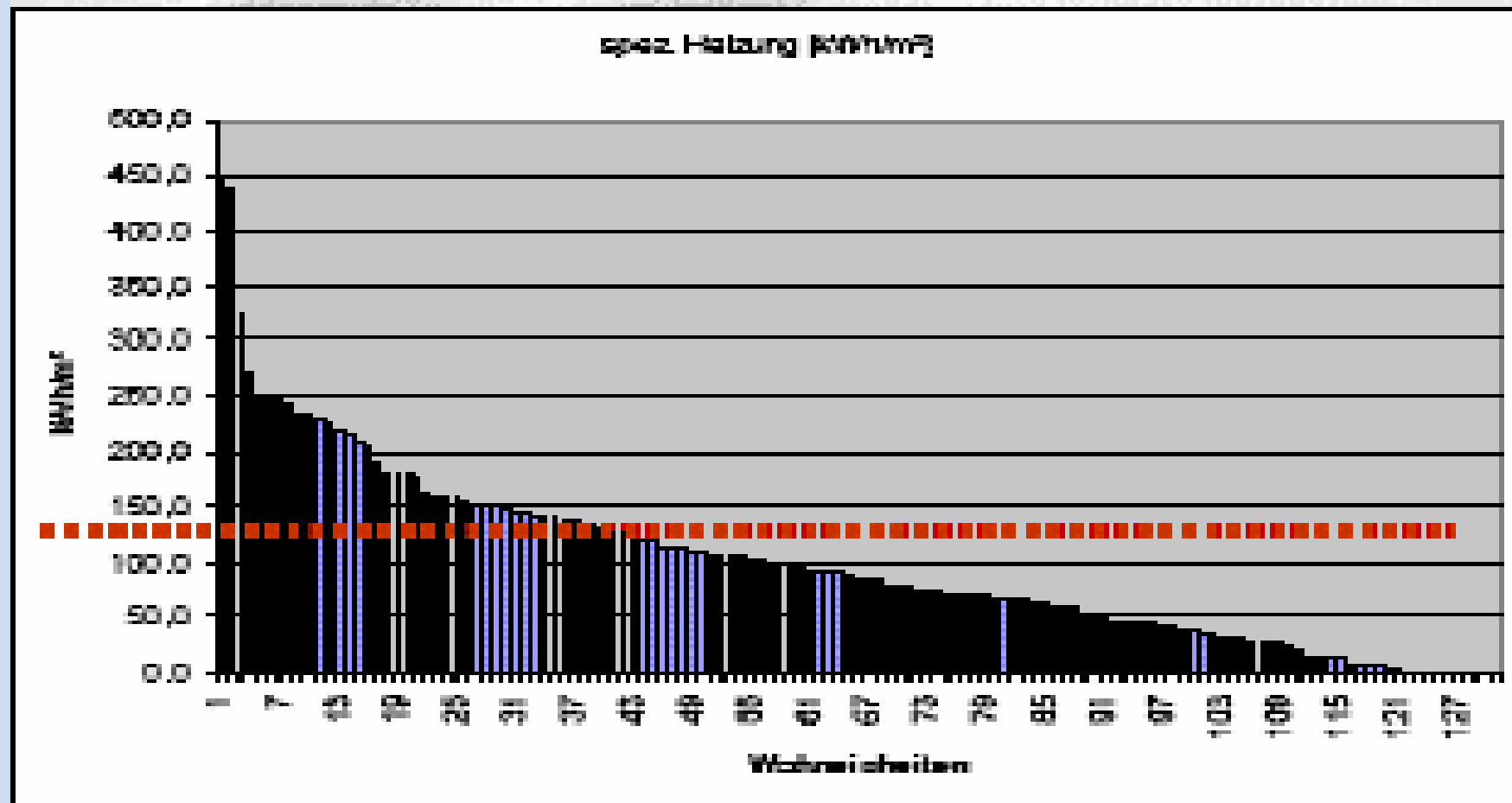
Darstellung des Heizenergieverbrauchs, des Stromverbrauchs und des Wasserverbrauchs der einzelnen Objekte im Vergleich mit ages-Kennwerten. Dabei wird sowohl der Mittelwert des Verbrauchs vergleichbarer Gebäude als auch der "Zielwert" angegeben, der den Verbrauch angibt, der mindestens erreicht werden sollte.

Nr.	Objekt	BGF	Heizenergie [kWh/m <sup>2</sup> ]	Wasser [l/m <sup>2</sup> ]	Strom [kWh/m <sup>2</sup> ]
1	Selma_Lagerloef_Dreieich	1.879 m <sup>2</sup>	225,19	114,38	16,41
2	Ricarda_Huch_Dreieich	11.667 m <sup>2</sup>	93,81	126,74	15,70
3	Karl-Nahrgang-SchuleDreieich	2.080 m <sup>2</sup>	183,13	112,05	13,67
4	Gerhart_Hauptmann_Dreieich	3.342 m <sup>2</sup>	186,50	194,93	14,37
5	Ludwig-Erk-SchuleDreieich	5.089 m <sup>2</sup>	106,15	55,02	9,91
6	Heinrich_Heine_Dreieich	9.128 m <sup>2</sup>	101,88	116,31	18,35
7	Georg_Buechner_Dreieich	4.587 m <sup>2</sup>	202,74	231,45	36,51
8	Erich Kaestner SchuleDreieich	1.915 m <sup>2</sup>	480,98	171,70	17,49
9	Weibelfeldschule_Dreieich	15.156 m <sup>2</sup>	111,65	159,09	27,56
10	WingertschuleDreieich	1.292 m <sup>2</sup>	137,34	112,63	32,27

## Jahresmittelwerte ermöglichen Vergleiche - AGES

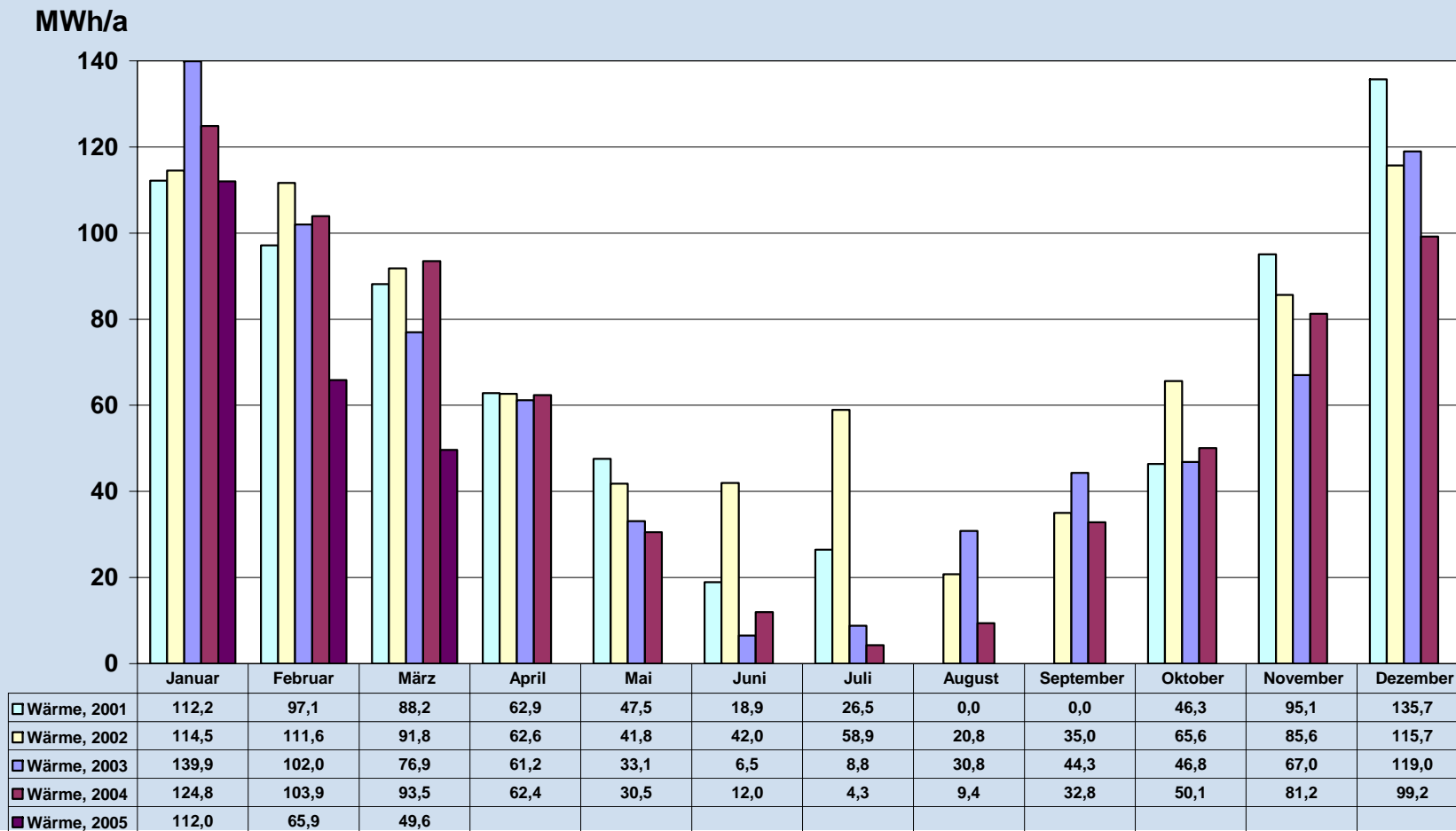


## Jahresmittelwerte ermöglichen Vergleiche - Mieter



## Monatsmittelwerte ermöglichen Fehlerfindung

Jahresverlauf des Wärmeenergieverbrauchs, witterungsbereinigt



# Tagesmittelwerte korrigieren fehlerhaften Betrieb

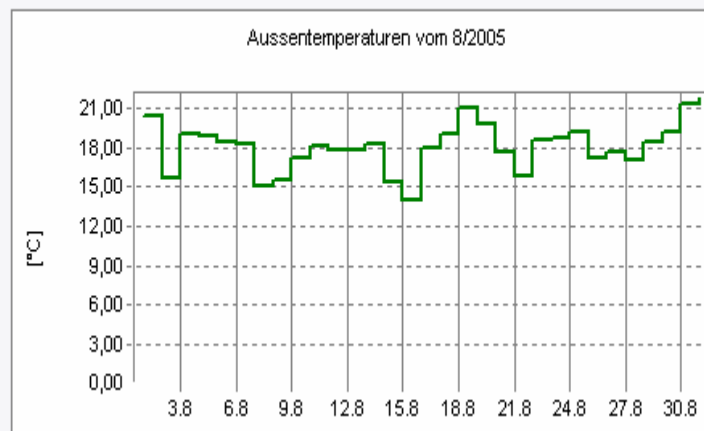
## Waldbachschule 1

- Adresse: Vogesenstr. 6  
77652 Offenburg
- Baujahr: 1959
- Beheizte Fläche: 6375 m²
- Turnhalle: nein
- Datenerfassung seit: 5/2003

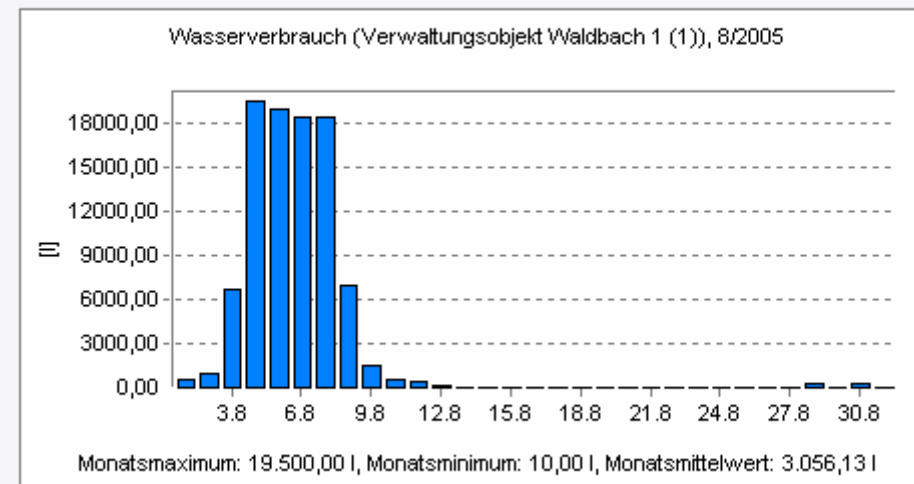
[www.offenburg.de/bbuero\\_bauen/ftp/](http://www.offenburg.de/bbuero_bauen/ftp/)

Auswahl: Monatsübersicht ▼ 8.2005 ▼

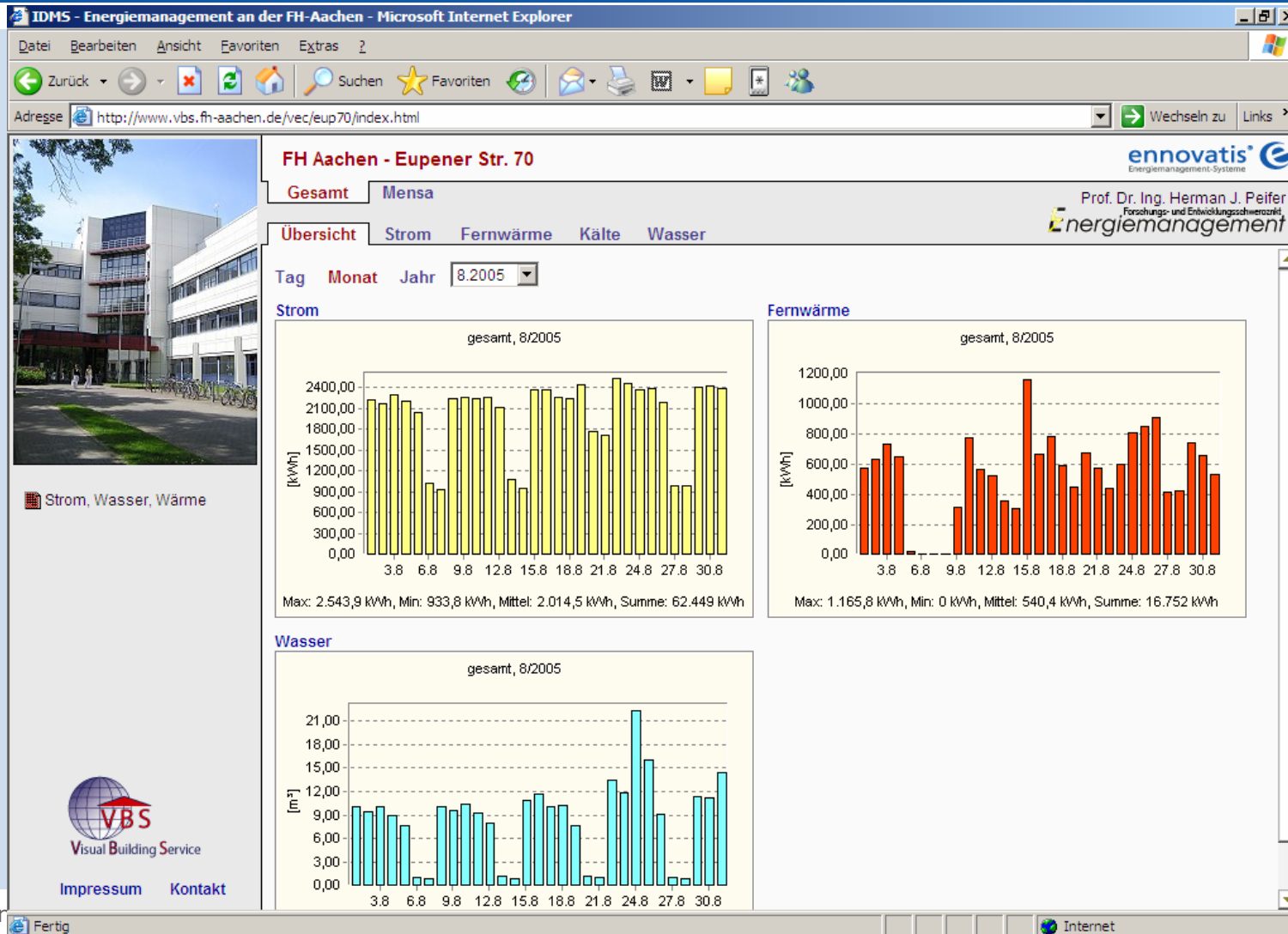
### Aussentemperaturen



### Wasserverbrauch



# Tagesmittelwerte korrigieren fehlerhaften Betrieb



## Stundenmittelwerte erlauben Bedarfsanpassung

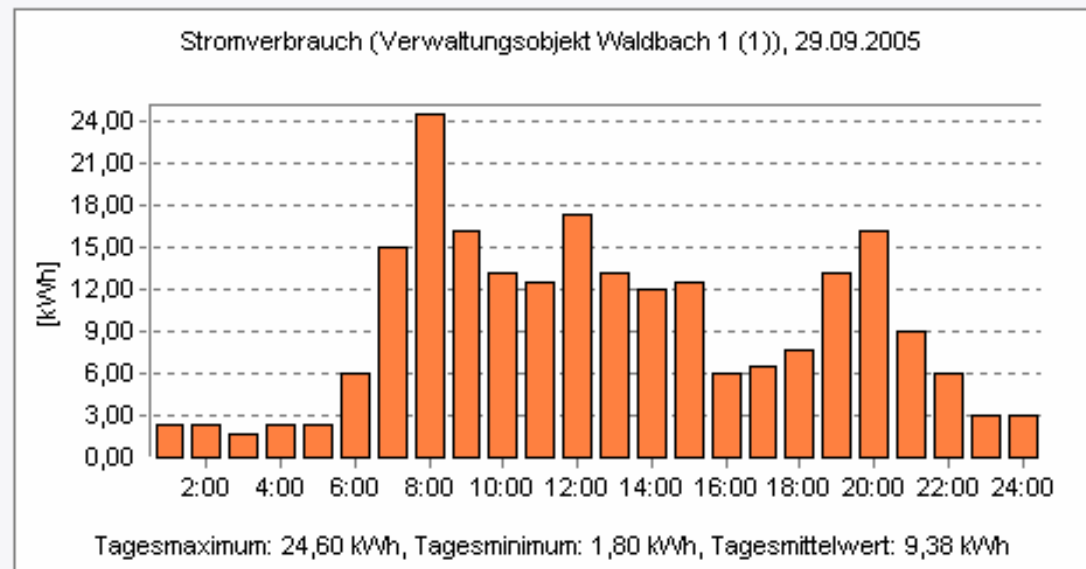
### Waldbachschule 1

[www.offenburg.de/bbuero\\_bauen/ftp/](http://www.offenburg.de/bbuero_bauen/ftp/)

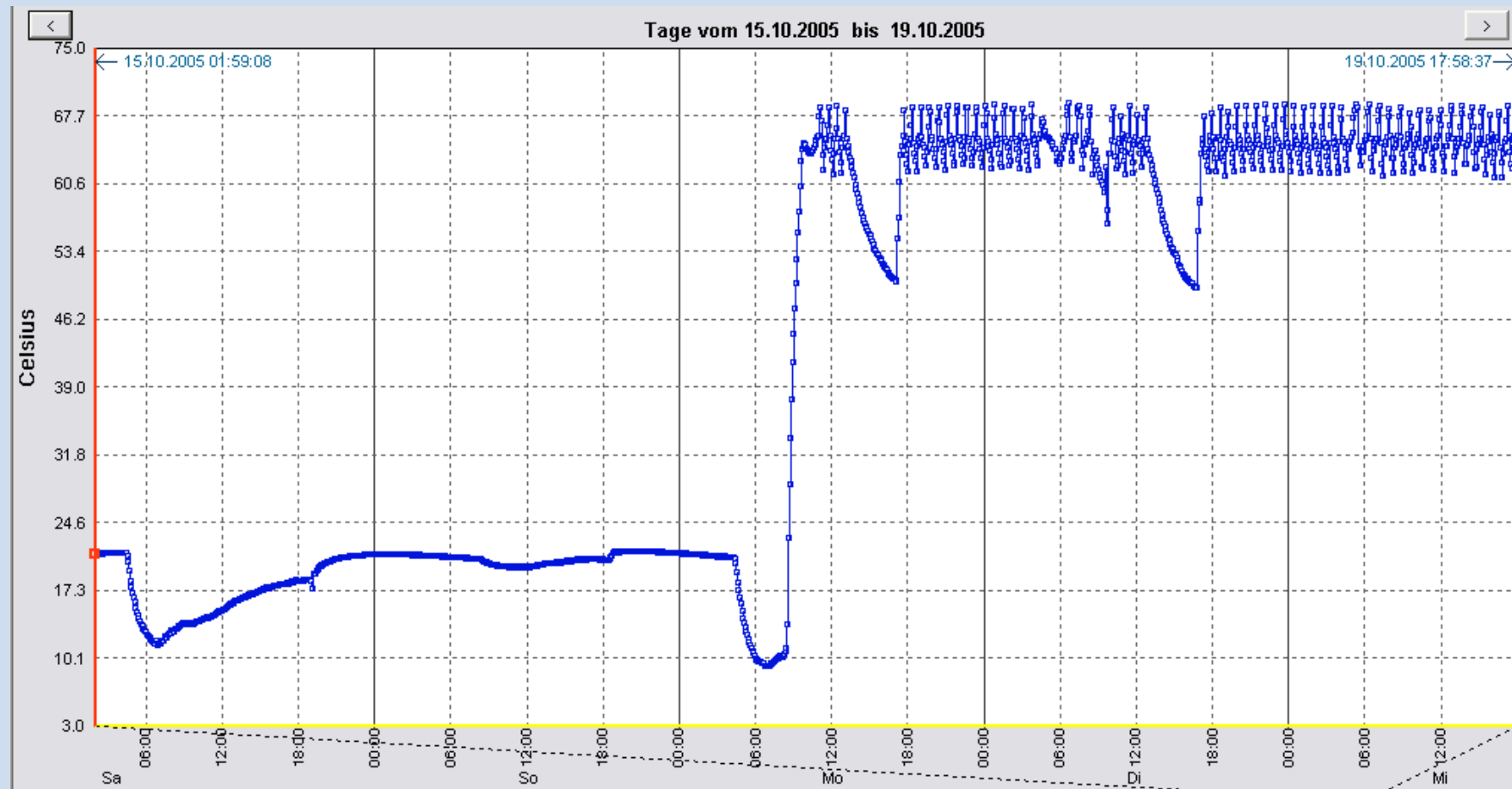
- Adresse: Vogesenstr. 6  
77652 Offenburg
- Baujahr: 1959
- Beheizte Fläche: 6375 m<sup>2</sup>
- Turnhalle: nein
- Datenerfassung seit: 5/2003

Auswahl:  |

### Stromverbrauch



## Messwerte erlauben Eingriffe in Steuerung



## Übersicht

### I. Energiemanagement als Ergebnis bedarfsgerechter Betriebsführung

- Bedarf + Verbrauch
- Energiemanagement: Anpassung des Verbrauchs an den Bedarf

### II. Wie können wir Verbrauchsdaten erfassen und daraus lernen

- Jahresmittelwerte
- Monatsmittelwerte
- Tagesmittelwerte
- Stundenmittelwerte
- Messwerte

### III. Das Projekt CAMPUS

- Ziele -
- Gebäude -
- Ergebnisse

## Projekt CAMPUS - Ziele

Am Beispiel des Verfügungsgebäudes  
im Campus Pfaffenwald  
wurde gezeigt,

wie Energieverbräuche

- durch Überwachung der Verbrauchsdaten und
- durch Anpassung des Anlagenbetriebs an die tatsächliche Nutzung, d. h.  
(bedarfsgerechtes Energiemanagement)

gesenkt werden können

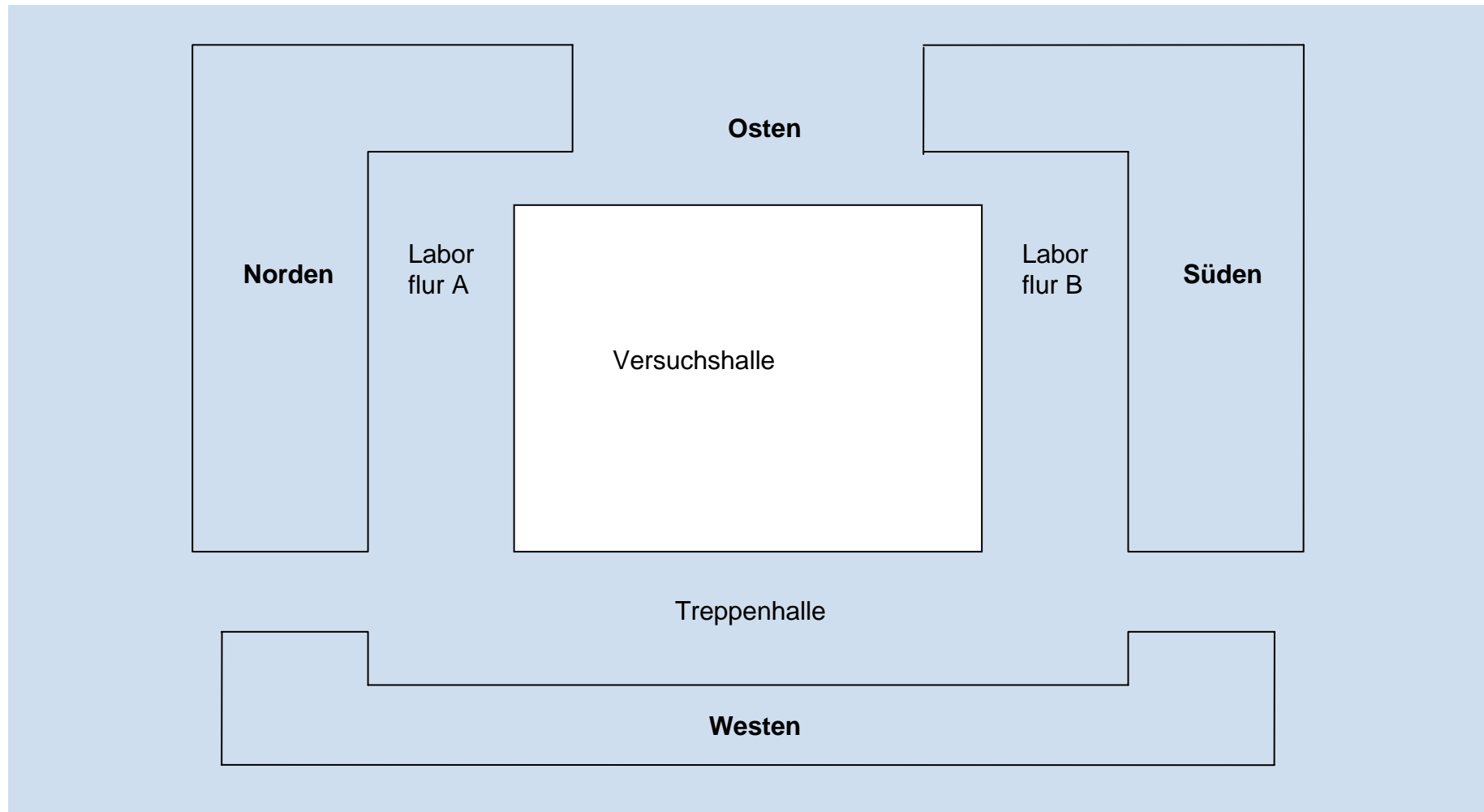
**Nordwestansicht des VFG**



**Ostansicht des VFG**



## Grundriss



## Gebäudedaten aus dem Wärmeschutznachweis

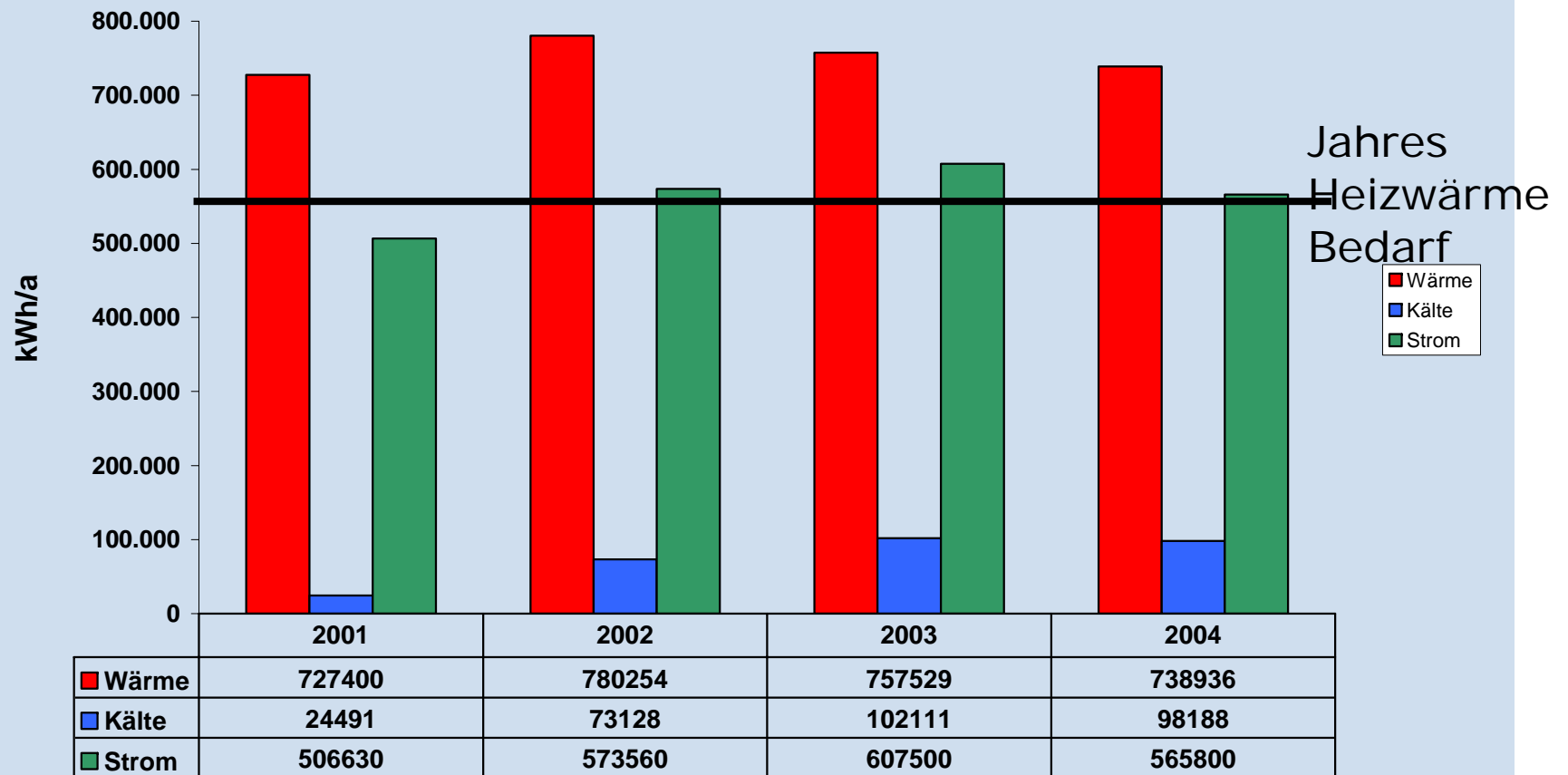
Standort	Stuttgart
Gebäudenutzfläche	10.857 m <sup>2</sup>
Beheiztes Volumen	33.927 m <sup>3</sup>
Anzahl Geschosse	4
Wärmeübertragende Außenfläche	8657 m <sup>2</sup>
A/V-Verhältnis	0,26
Fensterflächenanteil	0,46
Nutzungstyp	Büro und Labor
Berechneter mittlerer k-Wert	0,54 W/m <sup>2</sup> K
Jahres-Transmissionswärmebedarf	389.722 kWh/a
Jahres-Lüftungswärmebedarf	620.179 kWh/a
Solare Gewinne	107.165 kWh/a
Interne Gewinne	271.413 kWh/a
<b>Jahres-Heizwärmebedarf</b>	<b>530.333 kWh/a</b>
<b>Volumenbezogener Jahresheizwärmebedarf</b>	<b>15,6 kWh/m<sup>3</sup>a</b>
<b>Flächenbezogener Jahresheizwärmebedarf</b>	<b>48,8 kWh/m<sup>2</sup>a</b>

## Projektphasen

- **Bestandsanalyse – Auswahl des Gebäudes**
- **Informationstechnische Ausrüstung und Anbindung über ennovatis controlling**
- **Feinanalyse**
- **Modellbildung und automatisierte Datenerfassung**
- **Bewertung**
- **Ergebnisse**

## Analyse des Energieverbrauchs - Einsparpotential ca 30%

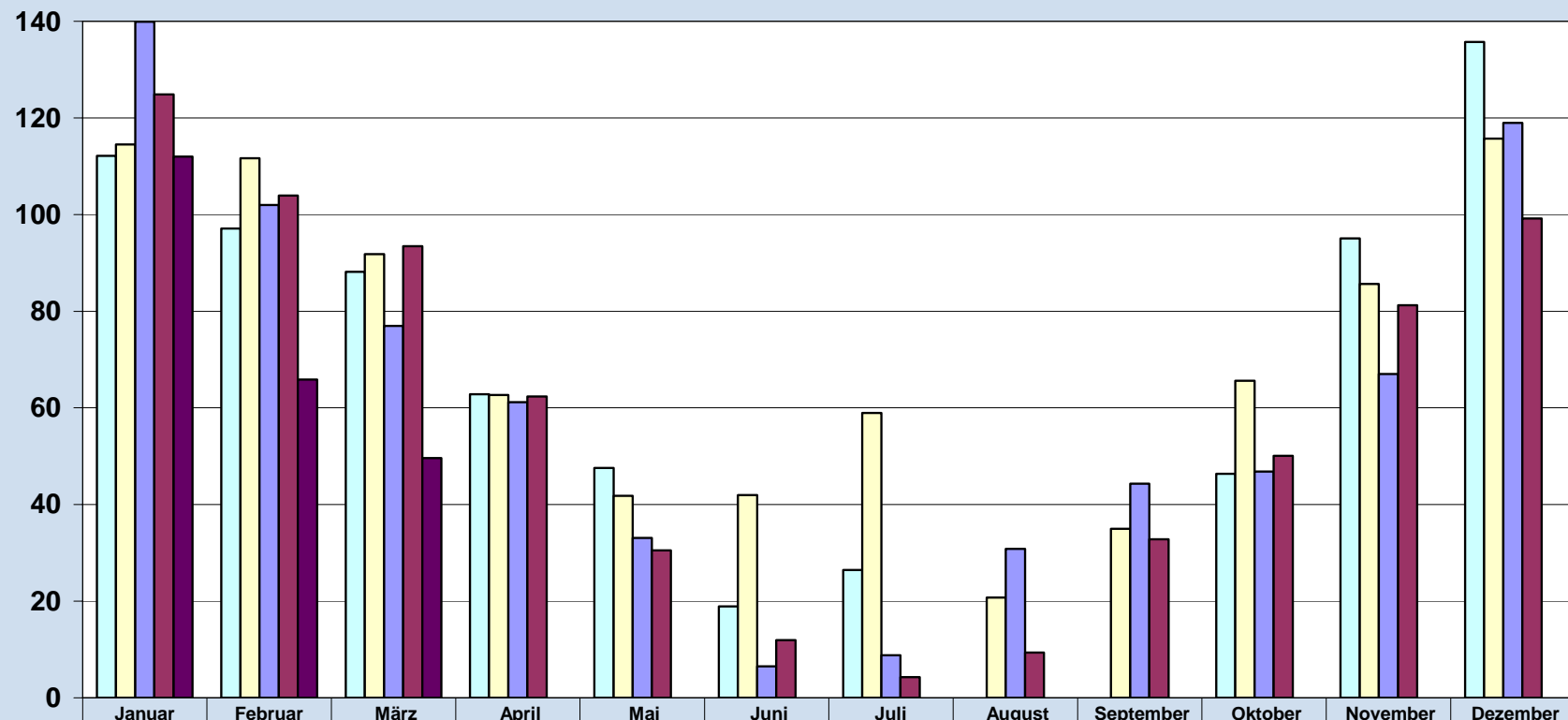
Energieverbrauch VFG ohne Bereinigung



## Auswirkung der Maßnahmen auf Wärmeverbrauch im 1. Quartal

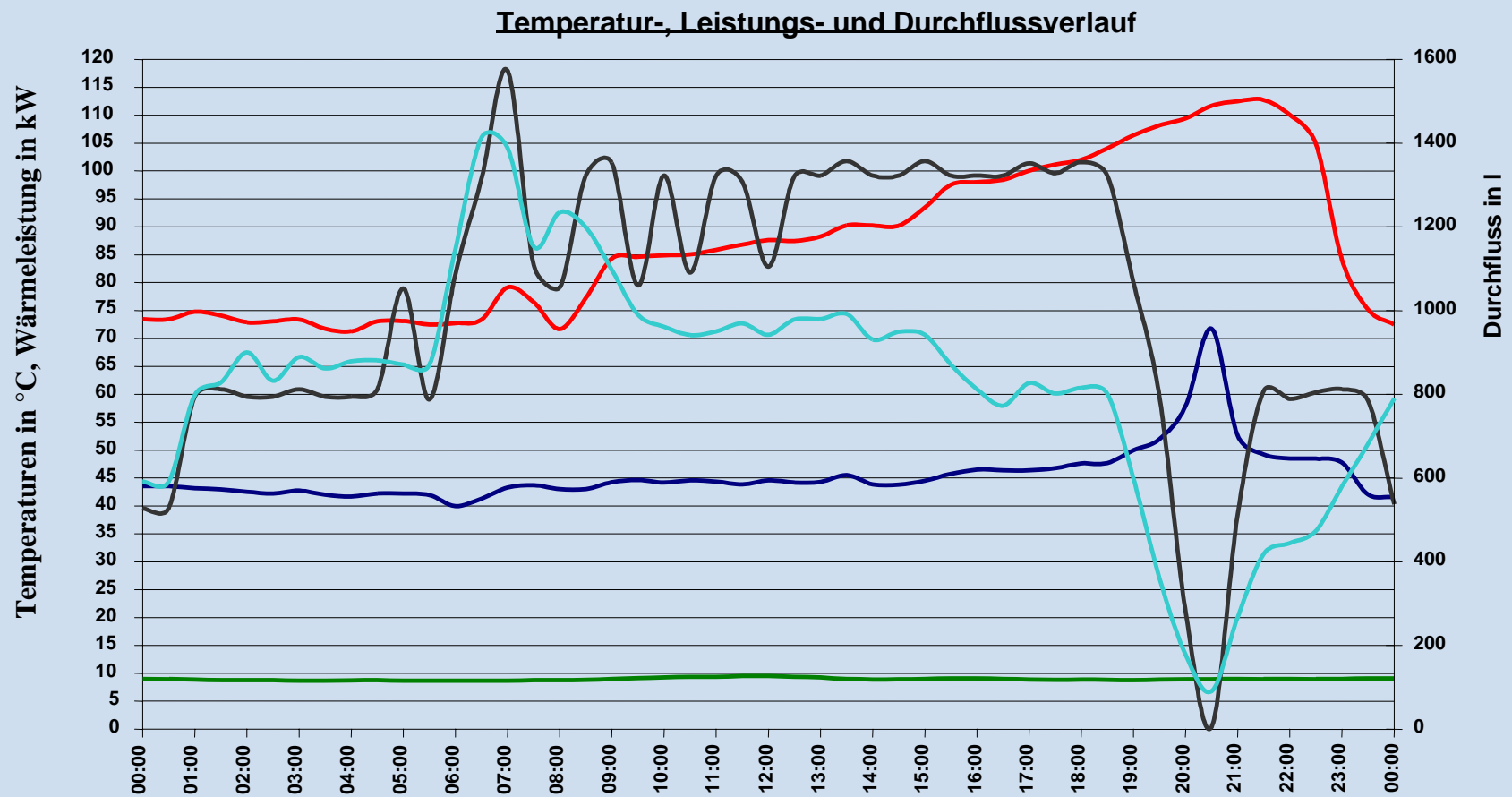
Jahresverlauf des Wärmeenergieverbrauchs, witterungsbereinigt

MWh/a



	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
■ Wärme, 2001	112,2	97,1	88,2	62,9	47,5	18,9	26,5	0,0	0,0	46,3	95,1	135,7
■ Wärme, 2002	114,5	111,6	91,8	62,6	41,8	42,0	58,9	20,8	35,0	65,6	85,6	115,7
■ Wärme, 2003	139,9	102,0	76,9	61,2	33,1	6,5	8,8	30,8	44,3	46,8	67,0	119,0
■ Wärme, 2004	124,8	103,9	93,5	62,4	30,5	12,0	4,3	9,4	32,8	50,1	81,2	99,2
■ Wärme, 2005	112,0	65,9	49,6									

## Charakteristische Temperatur-, Leistungs- und Durchflussverläufe



## Maßnahmen

- Optimierung der Heizkreise und Absenkung der Raumtemperatur um 1°C
- Reduktion der Luftmengen der raumlufttechnischen Anlagen für die Nebenräume, Technikräume und der Versuchshalle
- Einsparung elektrische Energie:
  - Ca. 67.500kWh/a für Lüftung ~ 30%
  - Ca. 3.400kWh/a für Heizung ~ 45%
- Einsparung Wärme:
  - Ca. 240.000kWh/a ~ 35%

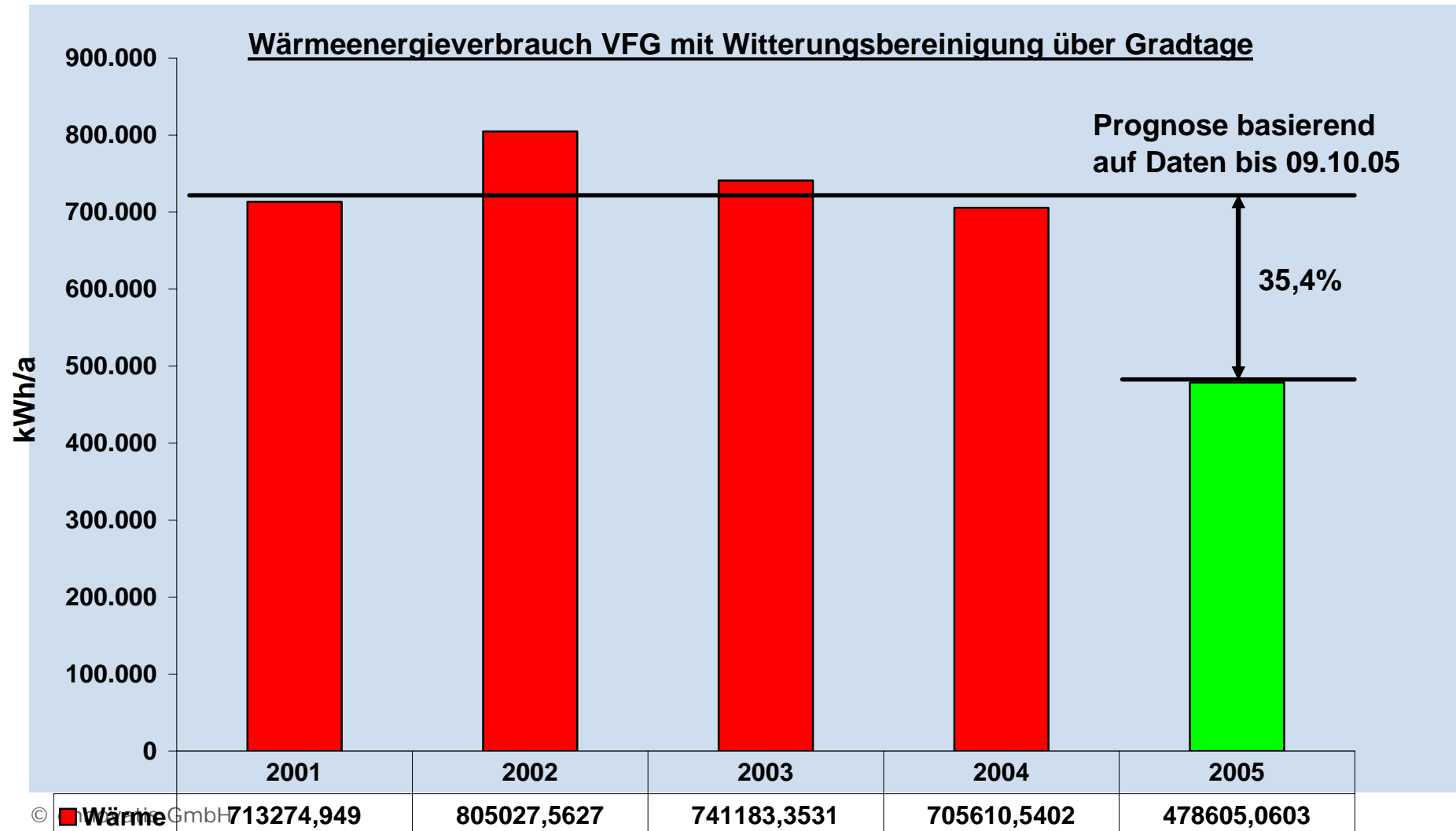
## Maßnahmenkatalog - 1

Maßnahme	Einsparung	Frist
Abschaltung der Abluft für die Räume 4.15 Lager/ Explosion/ Brandschutz. Abluft zentral abschaltbar über die KL 05-Anlage. Inbetriebnahme erst nach Absprache des Instituts mit der Leitwarte. Hinweis an den Schränken anbringen und Schränke abschließen.	7,5kW Ventilatorleistung, 6570m³/h	kurz
Abschaltung der Zuluft für die Räume 4.15 Lager/Explosion/Brandschutz. Zuluft über entsprechende Brandschutzklappen unterbinden. Die Luftmenge ca. 6500m³/h muss bei KL01 reduziert werden.	Ventilatorleistung und Heizleistung für die KL01	kurz
Abschaltung der Laborabzüge in nicht genutzten Räumen: 2.058, 2.059	Ventilatorleistung für die KL02	kurz
Abschaltung der Zuluft in nicht genutzten Räumen. Zuluft über entsprechende Brandschutzklappen unterbinden. 2.058, 2.059. Hinweisschild im Raum anbringen dass Luftversorgung unterbrochen ist und erst nach Rücksprache mit der Leitwarte wieder zugeschaltet werden kann.	Ventilatorleistung und Heizleistung für die KL01	kurz
KL08 WC Abluft. Tagbetrieb von 8:00 bis 17:00 auf Stufe 1 und Nachtbetrieb ausschalten.	Ventilatorleistung und Heizleistung für KL01 und Ventilatorleistung für KL08	kurz
Nebenträume ZBV, UV, EDV, DDC (je Geschoss 2mal vorhanden x.24-x.27 und x.74-x.77) Luftstrom reduzieren über die entsprechenden Volumenstromregler		kurz

## Maßnahmenkatalog - 2

Enddeckel an teilweise zurück gebaute RLT-Anlagen in der Versuchshalle anbringen. Offene Kanäle wirken wie Kamine.	Heizleistung	kurz
Volumenstromregler in Raum 1.024 von 3000m <sup>3</sup> /h auf 400m <sup>3</sup> /h zurückstellen	Heizleistung und Ventilatorleistung	kurz
Zuluft in die Versuchshalle abschalten. Zuluft ist nicht notwendig. Institute fühlen sich schon durch Strömungsgeräusche belästigt. Brandschutzklappen schließen.	Heizleistung und Ventilatorleistung für KL01	kurz
Zuluft für 1.009 abschaltbar. Raum ist leer.	Heizleistung und Ventilatorleistung für KL01	kurz
Thermostatventil in ungenutzten Räumen auf Frostschutz stellen. Räume: 1.001, 1.002a, 1.005, 1.011, 1.015, 1.042, 1.052, 1.058, 1.065,	Heizleistung	kurz
Defekte Thermostatventile austauschen. Räume: 1.007, 2.035,	Heizleistung	kurz
Thermostatventil auf 3 stellen und Sperre einsetzen. Räume: 1.009a, 1.012, 1.031, 1.032, 1.033, 1.034, 1.035, 1.036, 1.037, 1.038, 1.039, 1.040, 1.041, 1.054, 2.065	Heizleistung	kurz
Abluft am Tellerventil reduzieren. Räume: 1.073,		kurz
Zuluft für Flur reduzieren bzw. Brandschutzklappe schließen. 2.068	Heizleistung und Ventilatorleistung für KL01	kurz

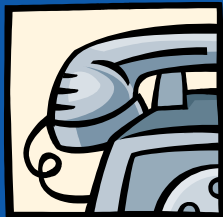
## Wärmeenergieverbrauch VFG mit Witterungsbereinigung



## Vielen Dank für die Aufmerksamkeit



E-Mail: [info@ennovatis.de](mailto:info@ennovatis.de)



Telefon: 0711-806095-60



CAMPUS Bericht <http://www.kenwo.de>  
oder <http://www.zes.uni-stuttgart.de>