

**Energiekonzepte für das Berufliche Schulzentrum in Waiblingen und  
das Landratsamt Alter Postplatz in Waiblingen.**

Die Energiekonzepte des Landratsamts Alter Postplatz Waiblingen und Berufliches Schulzentrum in Waiblingen wurden gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

**Laufzeit des Vorhabens:**

01.11.2009 – 31.03.2010

**Beteiligte Partner:**

- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit)
- Projektträger Jülich (Forschungszentrum Jülich GmbH)

Landratsamt Rems-Murr-Kreis

**Förderkennzeichen:**

03KS0764

[Link zum Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit](#)

**I. -Projektlauf:**

**1. Aufgabenstellung**

Vom Landratsamt Rems-Murr-Kreis wurden Energiekonzepte von dem größten Verwaltungsgebäude und dem größten Beruflichen Schulzentrum in Auftrag gegeben.

Die beiden Liegenschaften in Waiblingen sind das Landratsamt Alter Postplatz 2 und das Berufliche Schulzentrum.

## **2. Ablauf des Vorhabens**

Die beiden Energiekonzepte wurden in folgenden Schritten erarbeitet:

1. Bestandsaufnahme
2. Thermografische Untersuchung der Gebäudehülle
3. Analyse des Energieverbrauchs und Berechnung des Energiebedarfs
4. Ausarbeitung von Sanierungsvorschlägen und Präsentation

Die Punkte 1 – 3 ( und damit 80% des Honorarumfangs ) wurden im Bewilligungszeitraum

1.11. – 31.03.2010 bearbeitet. Das Ausarbeiten der Sanierungsvorschläge sowie der Präsentation erfolgte 1.04. – 30.07.2010.

## **3. wissenschaftlichem und technischem Stand, an den angeknüpft wurde ( Auszug ):**

- VDI 3807 "Energieverbrauchsdaten für Gebäude "
- Energieeinsparungsgesetz EnEG vom 02. April 2009
- Energieeinsparverordnung – EnEV vom 29. April 2009
- DIN 4108, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden
- DIN V 18599, Teil 1-10, Energetische Bewertung von Gebäuden, Ausgabe Februar 2007

### **• Angabe der benutzten Informations- und Dokumentationsdienste**

- "Energie- und Wasserverbrauchskennwerte von Gebäuden in der Bundesrepublik Deutschland"

Ausgabe November 1999, ages GmbH

## **II. Hintergrund**

Die Energiekonzepte für das Landratsamt in Waiblingen und das Berufliche Schulzentrum in Waiblingen wurden zusammen mit weiteren acht Energiekonzepten erstellt. Die Energiekonzepte für diese zehn größten Liegenschaften des Rems-Murr-Kreises wurden beauftragt um eine Liste mit allen notwendigen energetischen Sanierungsmaßnahmen zu erstellen. Diese Liste priorisiert die energetischen Sanierungsmaßnahmen der Gebäudehülle und der Haustechnik. Anhand der Liste werden die Sanierungen zukünftig erfolgen. Damit wurde eine konkrete Handlungsanweisung für die nächsten Jahre erarbeitet. Somit kann gewährleistet werden, dass eine ökologisch und ökonomisch sinnvolle Abarbeitung der notwendigen Maßnahmen, vor dem Hintergrund begrenzter finanzieller Ressourcen, erfolgt.

Die Energiekonzepte über die beiden Liegenschaften zeigen die bauphysikalischen und technischen Komponenten für die einzelnen Liegenschaften und daraus resultierend ein Gesamtkonzept für die Umsetzung der noch festzulegenden Sanierungsschwerpunkte für den Gesamtbestand der untersuchten Liegenschaften.

Mit der Umsetzung der Energiekonzepte kann eine deutliche Reduzierung der Emissionen, des Energieverbrauchs und damit verbunden eine Energiekosteneinsparung einhergehen. Als Ergebnis aller Sanierungsmaßnahmen könnten die Gesamtemissionen der beiden Liegenschaften von heute 1.654 t/CO<sub>2</sub> auf 417,5 t/CO<sub>2</sub> ( somit auf  $\frac{1}{4}$  ) reduziert werden.

### **III. -Auszug aus den Präsentationen der zwei Energiekonzepte.**

Jedes Energiekonzept hat einen bauphysikalischen Teil I der die Außenhülle der Gebäude behandelt und einen haustechnischen Teil II.

**ENERGIEKONZEPT LANDRATSAMT ALTER POSTPLATZ WAIBLINGEN**  
**THEMENBEREICH BAUPHYSIK**



**EGS-plan Ingenieurgesellschaft für**

**Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH**

Gropiusplatz 10

70563 Stuttgart

Bearbeitung: Dipl.-Ing.(FH)Jürgen Beck-Bazlen

Fon (07 11) 9 90 07 – 5

Fax (07 11) 9 90 07 – 99

**Internet:**     **[www.egs-plan.de](http://www.egs-plan.de)**

**e-mail:**        **[info@egs-plan.de](mailto:info@egs-plan.de)**

**INHALTSVERZEICHNIS**

1	Situation und Aufgabenstellung	5
2	Methodische Vorgehensweise	5
3	Baurechtliche Anforderungen an den Wärmeschutz	5
4	Landratsamtsgebäude „Alter Postplatz“	6
5	Heizenergieverbrauch Landratsamt	6
6	Beispiele für Bauteilerfassung und Bewertung der Bauteile	7
7	Ausarbeitung energiespar. Maßnahmen + Abschätzung der Wirtschaftlichkeit	9
8	Untersuchte Sanierungsmaßnahmen Zusammenfassung und Empfehlung	11

## 1.) Situation und Aufgabenstellung

Das Gebäude Landratsamt Alter Postplatz in Waiblingen wird einer energetischen Gebäudeanalyse unterzogen. Es sollen Einsparpotentiale aufgezeigt werden, die durch Maßnahmen an der Gebäudehülle und der Gebäudetechnik erreicht werden können. Der nach normativen Vorgaben errechnete Energiebedarf wird mit dem mittleren Energieverbrauch der letzten Jahre abgeglichen. Zur Ermittlung der möglichen Energiekosten bzw. Energieeinsparung wird dann ein ingenieurmässig aufgestelltes individuelles Nutzerprofil als Grundlage herangezogen.

### Wärmeschutz der Gebäudehülle:

Es sollen die wärme übertragende Gebäudehülle des Landratsamtes im Besonderen auf energetische Aspekte und den Sanierungsrückstand bzw. -bedarf hin untersucht und beurteilt werden. Die Ergebnisse der Bestandsaufnahme der Fassaden, die Dringlichkeit einer Sanierung, sowie Möglichkeiten für energetische Sanierungsmaßnahmen sollen in diesem Bericht dargestellt werden.

## 2.) Methodische Vorgehensweise

- Beurteilung und Einstufung des Heizenergieverbrauchs für die Jahre 2005 - 2007 anhand der Bildung von Verbrauchskennwerten und dem Vergleich mit anderen Gebäuden vergleichbarer Nutzung sowie den erkennbaren Nutzungsgewohnheiten.
- Thermografische Untersuchung der Außenbauteile. Typische Problemstellungen der Außenbauteile werden dokumentiert und diskutiert.
- Aufnahme der wärmetechnischen Qualität der wichtigsten Außenbauteile sowie der wärmetechnischen Schwachstellen bei einer Ortsbegehung.
- Auf Grundlage der vorhanden Unterlagen und Erkenntnisse wie Pläne, Bauteilbeschreibungen, gewonnene Erkenntnisse aus der Ortsbegehung wird der Heizenergiebedarf errechnet und mit dem tatsächlichen Verbrauch abgeglichen. Im Rahmen dieses Abgleichs wird ein Berechnungsmodell zur Erstellung der Gebäudeenergiebilanz mit den spezifischen Nutzungsbedingungen entwickelt.
- Auf Basis der angepassten Energiebilanz werden energiesparende Maßnahmen erarbeitet und die Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahmen abgeschätzt.

## 3.) Baurechtliche Anforderungen an den Wärmeschutz

Anforderung bei Durchführung von Sanierungsmaßnahmen an den Gebäuden entsprechend Vorgaben des Bauteilverfahrens der EnEV (2009)!

#### 4.) Landratsamtsgebäude „Alter Postplatz“

Das Landratsamtsgebäude „Alter Postplatz“ wurde in zwei Bauabschnitten errichtet. Der erste Bauabschnitt (Altbau genannt) wurde 1956 errichtet und der zweiten Bauabschnitt (Anbau genannt) 1984. Weitgehend wurde das Gebäude in Massivbauweise errichtet. Die vorhandenen Bauteilaufbauten wurden durch mehrere Ortstermine recherchiert bzw. in Gesprächen mit Mitarbeitern und ehemaligen Mitarbeitern ermittelt. Für Bauteilaufbauten bei welchen keine Information über den Aufbau zu ermitteln waren, wurden die wärmetechnischen Angaben der „Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand“ vom 26. Juli 2007 des „BuMi Bau“ angesetzt.

#### 5.) Heizenergieverbrauch Landratsamt

Der Heizenergieverbrauch wird nach VDI 3807 „Energieverbrauchskennwerte für Gebäude – Grundlagen“ auf die beheizbare Bruttogrundfläche  $BGF_E$  nach DIN 277 bezogen.

Der Wert wird auf die Bruttogrundfläche bezogen. Der Heizenergieverbrauch für die Wärmeversorgung wird dabei witterungsbereinigt. Dies geschieht um vergleichbare Energieverbrauchswerte der einzelnen Jahre zu erhalten. Um Gebäude in unterschiedlichen Klimaregionen vergleichen zu können, wird der witterungsbereinigte Heizenergieverbrauch auf den Standort Würzburg als Referenzstandort für Deutschland bezogen. Durch den Vergleich der Verbrauchskennwerte mit denjenigen von Gebäuden ähnlicher Art und Nutzung lässt sich eine erste Einordnung und Beurteilung der energetischen Gebäudequalität treffen.

Über die Liegenschaften des Rems-Murr-Kreises wird jährlich ein Energiebericht, der bereits die witterungsbereinigten Energieverbrauchsdaten für das Landratsamt „Alter Postplatz“ wiedergibt, erstellt. Diese Daten liegen der folgenden Tabelle zu Grunde.

Landratsamt Waiblingen BGF =14396 m <sup>2</sup>	2005	2006	2007
Heizenergieverbrauch gemessen	815,4 [MWh/a]	822,6 [MWh/a]	705,6 [MWh/a]
Heizenergieverbrauch witterungsbereinigt + bezogen auf mittlere Bedingungen in Deutschland	922,4 [MWh/a]	976,8 [MWh/a]	891,9 [MWh/a]
Heizenergieverbrauch witterungsbereinigt bezogen auf BGF	64,1 [kWh/(m <sup>2</sup> *a)]	67,9 kWh/(m <sup>2</sup> *a)]	61,9 kWh/(m <sup>2</sup> *a)]

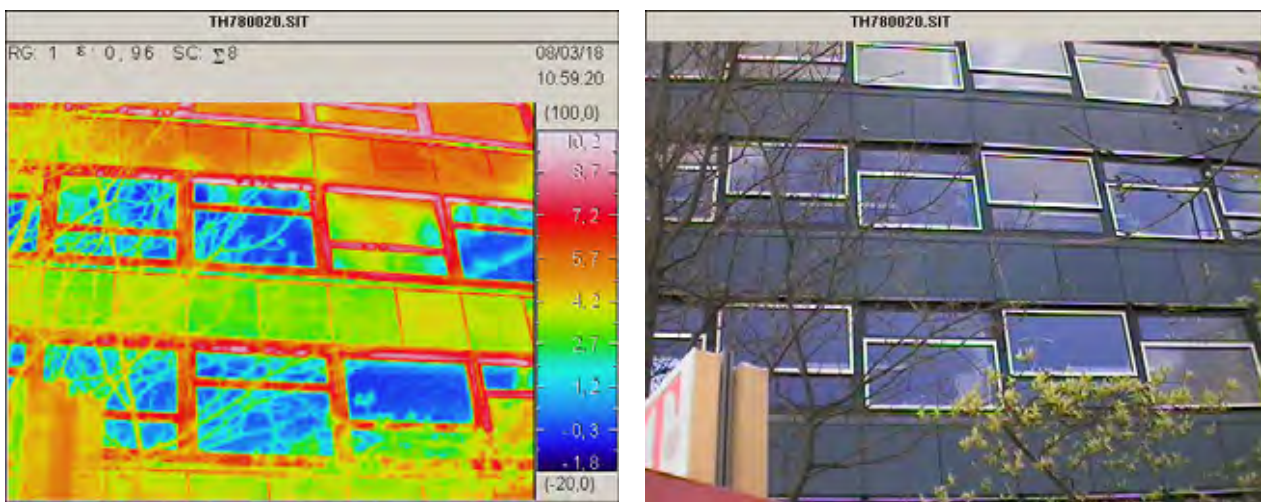
Entsprechend dem Forschungsbericht „Energie- und Wasserverbrauchskennwerte in der Bundesrepublik Deutschland (Verbrauchskennwerte 2005)“ der „ages GmbH“, Münster liegt

der mittlere Heizenergieverbrauch für Finanzämter (vermutlich ähnlich artiges Nutzungsprofil wie das vorliegende Landratsamt) bei 72 kWh/(m<sup>2</sup>\*a). Der bereinigte mittlere Heizenergieverbrauch liegt bei 64,6 kWh/(m<sup>2</sup>\*a) und damit um ca. 10 % unter dem genannten Mittelwert.. Wir werten von daher den Energieverbrauch des Gebäudes „Alter Postweg“ als durchschnittlich.'

## 6.) Beispiele für Bauteilerfassung und Bewertung der Bauteile

### A.) Wärmeübertragende Bauteile „Altbau“

#### Fassade Altbau



Bilder: Ansicht sowie Thermogram des Altbaus (Nebenbau)

#### Beispielhafte Beschreibung von Außenwandaufbauten:

##### Fassadenbereich mit Wärmedämmverbundsystem:

Der Aufbau der massiven Bestandswand ist nicht bekannt. Zur wärmetechnisch Einschätzung dieses Teils der Außenwand wurden die Angaben aus „Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Nichtwohngebäudebestand des „BuMI Bau“ herangezogen. Die massiven Wandteile wurden vor ca. 15 Jahre mit einem 4 cm starken Wärmedämmverbundsystem in der Vergangenheit wärmetechnisch verbessert. Dies gilt auch für den Wandbereich mit Mosaik.

U-Wert: 0,59 [W/(m<sup>2</sup>K)]

##### Hinterlüfteter Fassadenbereich:

Entsprechend den Informationen eines ehemaligen Mitarbeiters des Landratsamtes ist die Fassade wie folgt aufgebaut:

Bauteilaufbau von Innen nach Außen:

	Innenputz
115 mm	Bimsstein
100 mm	Mineralfaser
	Hinterlüftungsebene
--	Vorgehängte hinterlüftete Fassadenplatte
U-Wert ca.:	0,45 [W/(m <sup>2</sup> K)] (incl. Wärmebrückenzuschlag!)

Metallfenster:

U-Wert: 1,8 [W/(m<sup>2</sup>K)]

**Bewertung:**

Die Fassade des Altbaus wurde vor ca. 15 Jahren saniert und ist optisch in einem guten Zustand. Der Wärmeschutz ist einigermaßen akzeptabel. Ein Nachrüsten des Wärmeschutzes wäre aus gestalterischen Gründen wohl nur mittels einer Innendämmmaßnahme denkbar. Die vor ca. 15 Jahren ausgetauschten Metallfenster mit Wärmeschutzverglasung sind energetisch in einem relativ guten Zustand. Die Holzfensterelemente im EG der Nordfassade sind wärmetechnisch veraltet und weisen auch zum Teil Sanierungsbedarf auf.

Thermogramme:

Die Thermogramme der Fassaden weisen weit gehend keine auffälligen unerwarteten Wärmebrücken auf.

**B.) Dächer „Altbau“**

**Bewertung:**

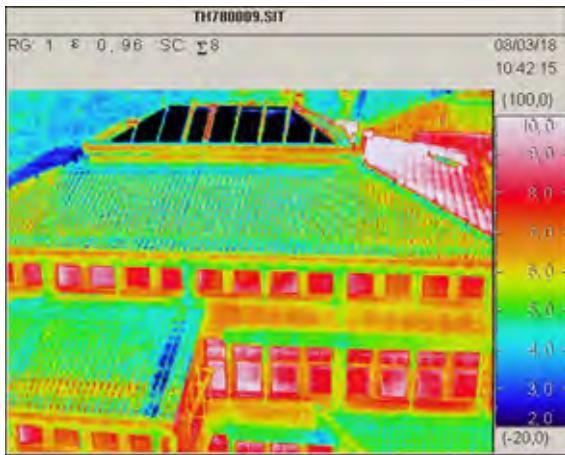
Die Dächer weisen einen relativ guten Wärmedämmstandard auf. Eine Verbesserung des Wärmedämmstandards stünde nur dann an, wenn man einen Dachbereich ersetzen müsste.

Bei dem Dachbereich über dem Sitzungssaal ist der Aufbau unklar. Sollte in Zukunft aus irgend einem Grund das Dach geöffnet werden müssen, dann sollte der Wärmeschutz untersucht werden. Wir empfehlen dann einen U-Wert von 0,15 W/m<sup>2</sup>/K einzuhalten.

**Wärmeübertragende Bauteile „Anbau / Neubau“**

**C.) Fassade Anbau und Schrägdachdach „Anbau / Neubau“**

Die beim Anbau beschriebenen Bauteilaufbauten wurden den Gedächtnisberichten eines ehemaligen Mitarbeiters des Landratsamtes entnommen. Da die Bauphase schon ca. 26 Jahre zurück liegt, ist davon auszugehen, dass die realen Ausführungen von den aufgeführten Bauteilbeschreibungen abweichen können.



### **Auswertung Thermogramme:**

Die Thermogramme zeigen keine unerwarteten Wärmebrücken auf. Bei den Fenstern im EG sind jedoch deutliche Wärmebrücken im Bereich der Leichtbaukonstruktion oberhalb der Fenster zu erkennen. Hier zeichnen sich im Thermogramm deutlich die Konturen des Fensterrahmens gegenüber den Paneelen ab.

### **Bewertung:**

Die Bauteile des Gebäudeteils „Anbau“ sind weitgehend baualterstypisch ausgeführt und sind damit wärmetechnisch zwar günstiger als die Bauteile aus den 50'er Jahre aber dennoch entsprechen diese den heutigen Anforderungen an den Wärmeschutz nicht. Bei eventuell anfallenden Sanierungen in der Zukunft sollten alle Bauteile, unabhängig von aufgeführten Wirtschaftlichkeitsberechnungen im weiteren Bericht, wärmetechnisch optimiert werden.

### **7.) Ausarbeitung energiesparender Maßnahmen + Abschätzung der Wirtschaftlichkeit:**

Als Ergebnis der energetischen und baulichen Bestandsaufnahme werden sinnvolle Maßnahmen zur Verbesserung des Wärmeschutzes erarbeitet.

Für die energiesparenden Maßnahmen erfolgt eine Abschätzung:

- der erzielbaren Energieverbrauchsreduzierung
- der daraus resultierenden CO<sub>2</sub> Emissionsreduzierung
- der notwendigen Investitionskosten
- der Wirtschaftlichkeit durch eine statische Amortisationsrechnung (d. h. keine Preissteigerung Energie und keine Abzinsung der Investition auf den jetzigen Zeitpunkt)

- Erläuterungen zu den Angaben:
- Die Angabe zur Energieeinsparung der einzelnen Maßnahme geht davon aus, dass sonst keine weiteren Maßnahmen am Gebäude bzw. der Anlagentechnik durchgeführt werden. Soll eine Kombination von Maßnahmen durchgeführt werden, so können die angegebenen Einsparungen nicht aufsummiert werden, da diese sich gegenseitig beeinflussen.
- Die Angaben der Investitionskosten beinhalten grundsätzlich die gesetzliche Mehrwertsteuer von 19 %. Die angegebenen Investitionskosten stellen lediglich grobe Schätzwerte dar. Es wird zwischen der Gesamtinvestition und der Investition in die energetische Modernisierung des Bauteils unterschieden.
- In der Gesamtinvestition werden die Kosten der Sanierungsmaßnahme einschließlich der Zusatzkosten tangierender Gewerke berücksichtigt, die bei der Sanierung der Bauteile zwingend durchgeführt werden. Basis der Kostenschätzungen sind die gängigen Baukostentabellen sowie eigene Kostenerhebungen.
- Randbedingung der Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen:

Bei den zu sanierenden Bauteilen wird das Alter und die technische Lebensdauer ermittelt. Hat ein Bauteil bzw. die zu sanierende Bauteilschicht (z. B. der Außenputz) die Hälfte ihres zu prognostizierende statistischen Lebensalter erreicht, dann stellen nur 50 % der Gesamtsanierungskosten für dieses Bauteil die energetisch zu begründenden Zusatzinvestitionen dar. In Einzelfällen wird von diesem Ansatz abgewichen, wenn entweder weit überdurchschnittlich gut erhaltene Bauteile vorliegen oder aber Bauteile überdurchschnittlich schlecht erhalten bzw. beschädigt sind. In diesem Fällen wird die rechnerisch anzusetzende Lebensdauer individuell plausibel angesetzt.

Auch wird bei folgenden Bauteilen im Regelfall keine „Sowieso-kosten“ (Sowiesokosten sind Kosten die durch Reparaturen zum Erhalt des Bauteils sowieso entstehen würden) angesetzt, da diese Bauteile im Allgemeinen keine Ertüchtigung zum Bauteilerhalt benötigen

Einige häufig vorzufindende Bauteile mit ihrer mittleren Nutzungsdauer entsprechend dem „Leitfaden Nachhaltige Bauen“:

Metallfenster	50 Jahre
Holzfenster	40 Jahre
Ausbesserung Fassadenputz:	20 Jahre
Hinterlüftete Fassaden:	50 Jahre
Flachdach bekieset:	30 Jahre
Schrägdächer/Eingedeckte Dächer:	35 - 50 Jahre

Brennstoffkosten: 66 (€/MWh)  
 (Ansatz entsprechend den aktuellen Fernwärmekosten des Gebäudes)

Vorgehen bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung:

Die aus energetischer Sicht begründete Investition wird durch die jährliche Energiekosteneinsparung geteilt. Als Ergebnis erhält man die Zeitspanne die benötigt wird um bei gleichbleibenden Energiekosten die anfallenden Sanierungskosten zu erwirtschaften.

Erläuterung:

Bei dieser Betrachtungsweise werden zukünftige Kostensteigerungen bei der Energie nicht berücksichtigt; diese würden die Wirtschaftlichkeit aller Wahrscheinlichkeit nach verbessern.

Auf der anderen Seite werden aber auch keine Kapitalkosten berücksichtigt. Diese würden wiederum die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen mindern. Im Einzelnen müsste bei einer tiefer gehenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtung auch noch die individuelle steuerlichen Auswirkungen mit einbezogen werden. Auch erfolgt keine Abzinsung der zukünftigen Investitionen auf den heutigen Zeitpunkt.

**8.) Untersuchte Sanierungsmaßnahmen Zusammenfassung und Empfehlung**

Untersuchte Maßnahmen	Maß-zur Optimierung des Wärmeschutzes:	Notwendige Investition für die Maßnahme:	Investitionsanteil Energetisch bedingt:	Amortisationszeit:
Holzfenster	„Altbau“	90.400 €	72.320 €	24 a
Energetische Optimierung	UG	17.750 €	17.750 €	30 a
Innendämmung	„Altbau“ und „Anbau“	376.334 €	376.334 €	39 a
Schrägdach	erneuern „Anbau“	204.432 €	122.659 €	48 a
Fenstertausch	„Anbau“	336.080 €	134.432 €	55 a

Tabelle: Untersuchte wärmetechnische Maßnahmen

Das Landratsamtsgebäude „Alter Postplatz“ weist einen vergleichsweise durchschnittlichen Energieverbrauch auf. Der Wärmeschutz des „Anbaus“ ist einigermaßen akzeptabel, der Wärmeschutz des „Altbaus“ wurde vor ca. 15 Jahre verbessert und ist damit auch als akzeptabel zu bezeichnen.

Die bei der Sanierung vor 15 Jahren nicht ausgetauschten Fenster im Bereich der Nordfassade sind unter dem Ansatz „Amortisationszeit“ mind. 30 Jahre als Austauschwürdig zu bewerten. Weitere Maßnahmen wie Verbesserung der Außenwände und des Schrägdaches stellen sich nicht als wirtschaftlich dar. Begründung: Der Wärmeschutz der Bestandsbauteile ist zu gut als das eine Verbesserung unter rein wirtschaftlichen Gründen ratsam wäre. Beim Schrägdach ist jedoch zu beachten, dass Kosten für die Suche und das Beheben der vorhandenen Undichtigkeiten nicht kalkulatorisch berücksichtigt werden konnten, so dass wenn zur Behebung der Undichtigkeiten entsprechend hohe Mittel eingesetzt werden müssen, sich eventuell eine Generalsanierung der Dächer als sinnvoll erweisen könnte.

Der Austausch der Fenster im „Anbau / Neubau“ ist nicht wirtschaftlich, da die Kosten eines Fenstertauschs sehr hoch ist.

# Energiekonzept Haustechnik

## Landratsamt Alter Postplatz Waiblingen

EGS-plan Ingenieurgesellschaft für  
Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH  
Gropiusplatz 10  
70563 Stuttgart

Bearbeitung: Dipl.-Ing. Dr. Boris Mahler

Dipl.-Ing. (FH) Uwe Hemminger

Dipl.-Ing. (FH) Heiko Muschiolik

Fon (07 11) 9 90 07 – 5

Fax (07 11) 9 90 07 – 99

Internet: [www.egs-plan.de](http://www.egs-plan.de)

e-mail: [info@egs-plan.de](mailto:info@egs-plan.de)

### Inhaltsverzeichnis

1	Untersuchte Liegenschaft	2
2	Übersichtsplan Gebäudetechnik	3
3	Bestandsaufnahme	4
4	Schema Wärmeversorgung	4
4	Verbrauchsdaten	5
5	Entscheidungsmatrix	6

## 1. Untersuchte Liegenschaft

## -Landratsamt Waiblingen – Alter Postplatz

Das Landratsamtsgebäude „Alter Postplatz“ wurde in zwei Bauabschnitten errichtet. Der erste Bauabschnitt (Altbau) wurde 1956 errichtet und der zweite Bauabschnitt (Anbau) erfolgte 1984. Weitestgehend wurde das Gebäude in Massivbauweise errichtet.

Seit Inbetriebnahme wurden wenige Maßnahmen zur Sanierung oder Optimierung an der Gebäudetechnik unternommen. Dazu gehört die Sanierung der Wärmeverteilung und Einbau einer neuen Lüftungsanlage für den Sitzungssaal mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung.

### Luftbild:



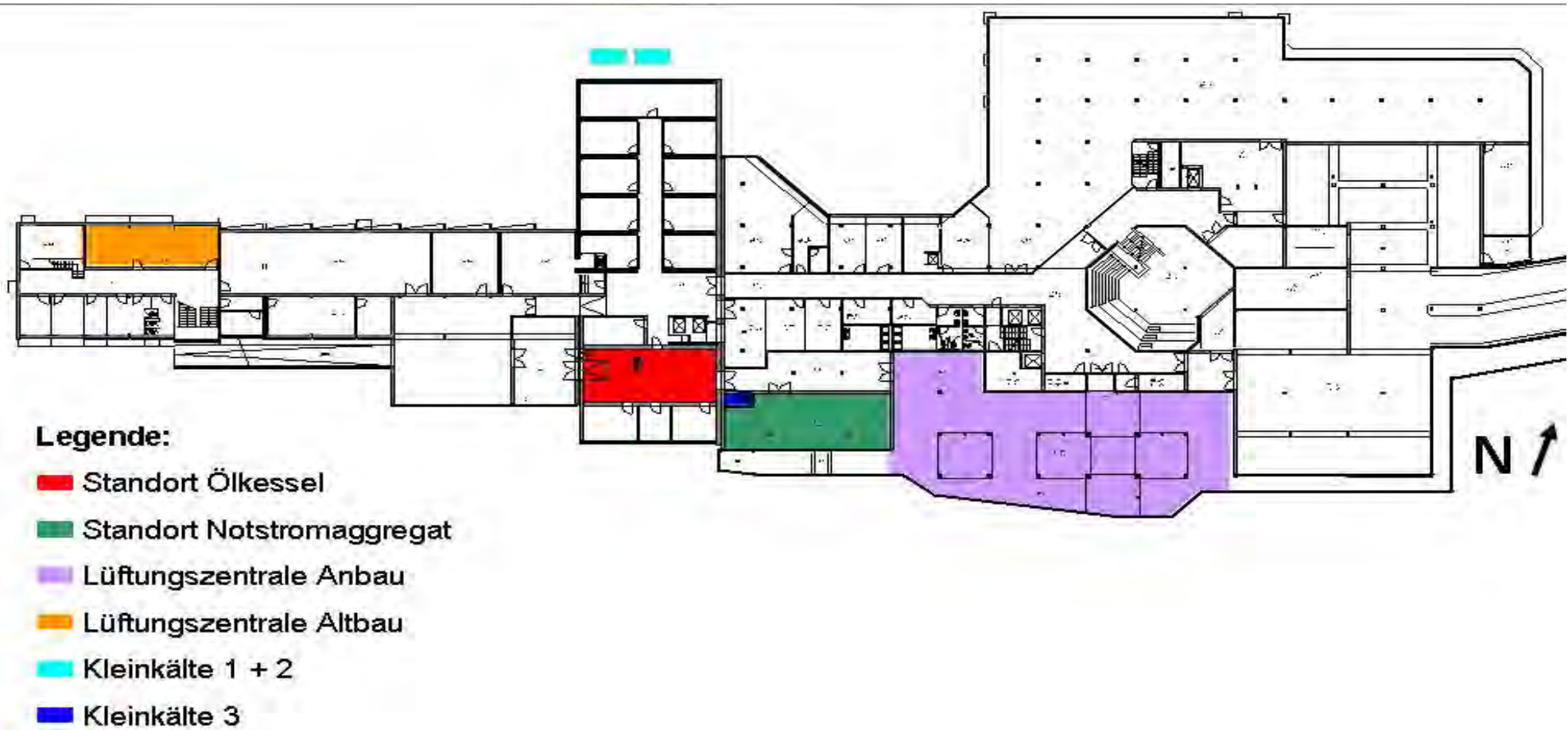
**Landratsamt Waiblingen** ( ca. 14.396 m<sup>2</sup> BGF )



Altbau Baujahr 1956

Anbau / Neubau Baujahr 1984

## 2. Übersichtsplan Gebäudetechnik:



### 3. BESTANDSAUFNAHME:

#### Wärmeerzeugung

Das Landratsamt wird mit Fernwärme der Stadtwerke aus der Abwärme der Kläranlage versorgt. Zur Sicherheit gibt es noch einen Redundanzkessel (Ölkessel mit Nennwärme 850 kW).

Heizleistungsbedarf 853 kW

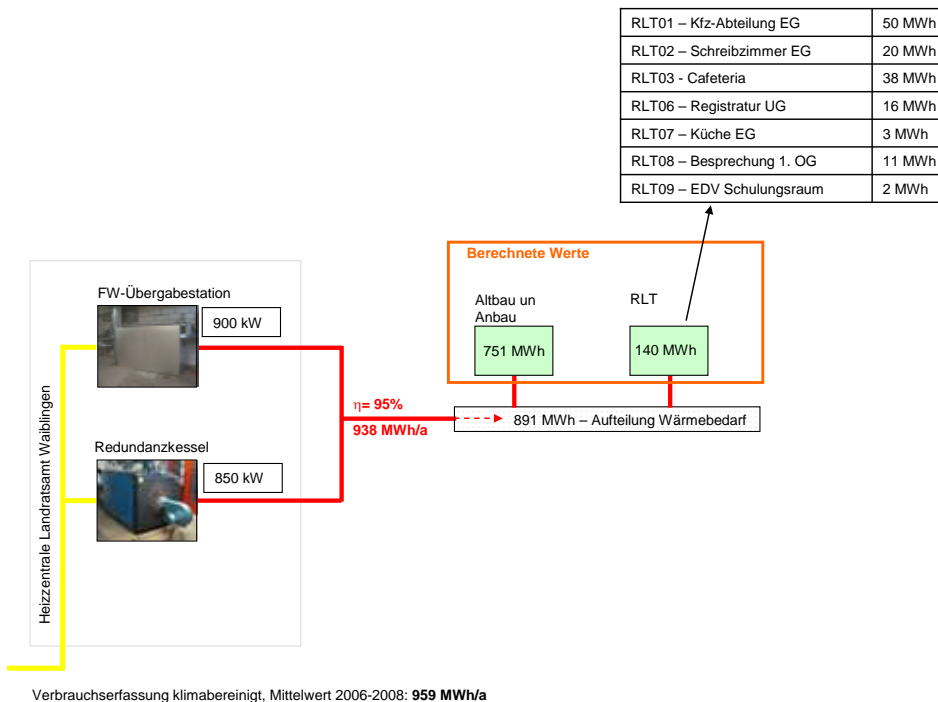


Fernwärmeübergabestation der Stadtwerke Waiblingen  
Anschlussleistung 900 kW



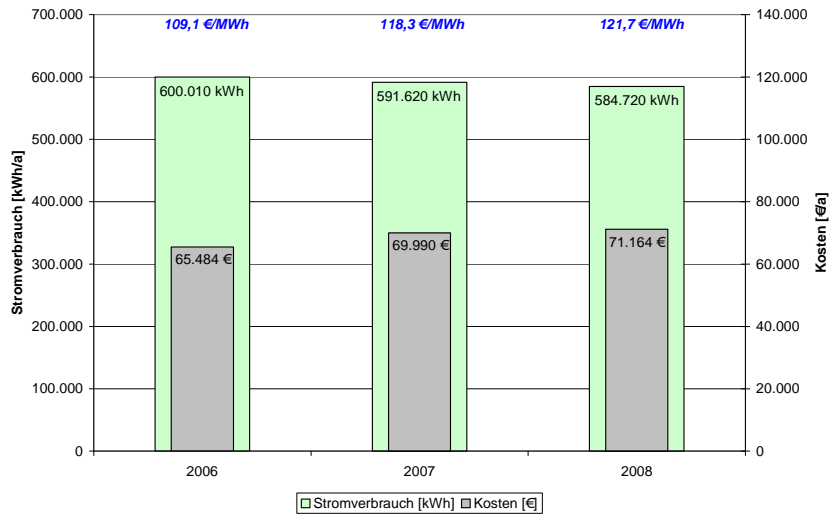
Ölkessel (Redundanz)  
Hersteller: Buderus  
Nennwärmeleistung: 850 kW

#### 4. Schema Wärmeversorgung

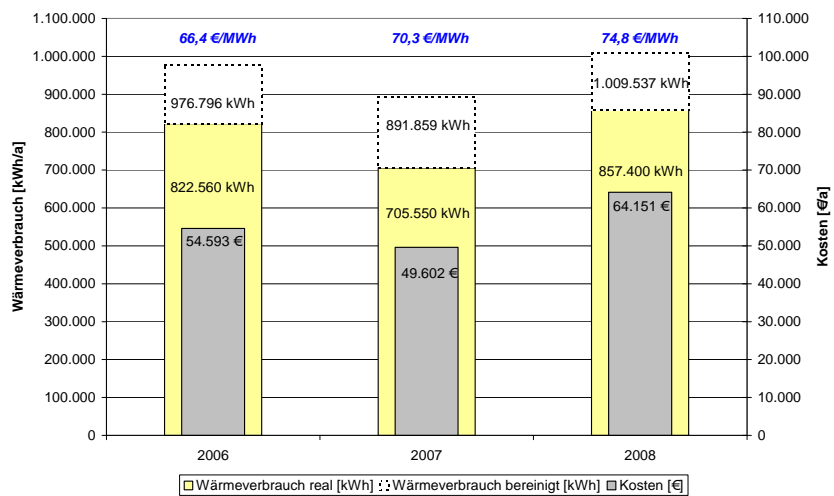


## 5. VERBRAUCHSDATEN:

### Stromverbrauch über 3 Jahre:

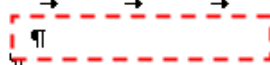


### Wärmeverbrauch über 3 Jahre:



## 6. ENTSCHEIDUNGSMATRIX HÜLLE + WÄRME + LÜFTUNG

Maßnahmen-Technik	Wärmeversorgung	Vergleich mit EnEV-Neubau	CO <sub>2</sub>	Regenerativer Anteil an Wärmeversorgung	Invest. inkl. Bau	Jahreskosten Lüftung + Wärme	Vergleich mit EnEV-Neubau	CO <sub>2</sub>	Regenerativer Anteil an Wärmeversorgung	Invest. inkl. Bau	Jahreskosten Wärme + Lüftung
		%	t/a	%	T€	T€/a	%	t/a	%	T€	T€/a
Pelletsessel-neu							-∞	64	100	682	84
Öl-Brennwertkessel-neu							-∞	210	-∞	518	79
Ist-Zustand-Technik		-∞	226	-∞	-∞	95	-∞	135	-∞	396	68
<ul style="list-style-type: none"> <li>→ +Überschreitung-EnEV</li> <li>→ -Unterschreitung-EnEV</li> <li>→ <a href="#">Bezogen auf EnEV-2009</a></li> </ul>	Istzustand-Bau Bestand-RLT					Sanierung-energet./ökonom.-Optimiert Bestandsanlagen, Ausbau-H.register.+Einbau-FU					
	Maßnahmen-Bau										


 → Umsetzungsempfehlung-Wärmeerzeugung

# Energiekonzept Bauphysik

## Berufliches Schulzentrum Waiblingen

### Bauphysik 5

Ausführender Ingenieur Dipl. Ing. Marc Leissner  
Zwischenaeckerle 73  
D-71522 Backnang

fon +49 (0) 7191 495 03 00

fax +49 (0) 7191 495 03 27

[www.bauphysik5.de](http://www.bauphysik5.de)

### Inhaltsverzeichnis

1.	Aufgabenstellung .....	2
2.	Grundlagen .....	2
3.	Methodische Vorgehensweise .....	2
4.	Gebäudebeschreibung .....	3
	4.1 Verbrauchskennwerte für Heizenergie und Strom .....	3
5.	Aufnahme der Außenbauteile und Beurteilung der wärmetechnischen Qualität .....	4
6.	Ermittlung des Jahres-Heizenergiebedarfes und Abgleich mit dem Verbrauch .....	8
7.	Ausarbeitung energiesparender Maßnahmen und Abschätzung der Wirtschaftlichkeit .....	10
8.	Empfehlungen zur Verbesserung des Wärmeschutzes .....	11
9.	Zusammenfassende Auswertung .....	12

## **1. Aufgabenstellung**

Unser Büro wurde vom Rems-Murr-Kreis mit der Erstellung einer energetischen Feinanalyse des Beruflichen Schulzentrums Waiblingen beauftragt. Der Energiebedarf der Gebäude wird berechnet und sofern möglich mit dem Energieverbrauch abgeglichen. Der Energieverbrauch wird bewertet.

Bei den vorliegenden Energiediagnosen wurden die möglichen Maßnahmen zur Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes untersucht, wobei zwischen kurzfristigen, mittelfristigen und langfristigen Energiesparmaßnahmen unterschieden wird. Die Kosten, die Energieeinsparung, die CO<sub>2</sub>-Einsparung und die Amortisation der Maßnahmen sind angegeben.

## **2. Grundlagen**

Folgende Grundlagen wurden zur Erstellung dieses Berichts u.a. herangezogen:

- VDI 3807 "Energieverbrauchsdaten für Gebäude "
- VDI 3922 "Energieberatung für Industrie und Gewerbe", Ausgabe 6/1998
- "Energie- und Wasserverbrauchskennwerte von Gebäuden in der Bundesrepublik Deutschland", Ausgabe November 1999, ages GmbH
- Energieeinsparungsgesetz (EnEG) vom 02. April 2009
- Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung - EnEV) vom 29. April 2009
- DIN 4108, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden
- DIN EN ISO 6946, Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren: Ausgabe April 2008 (Neu)
- Ergebnisse der Ortsbegehungen

## **3. Methodische Vorgehensweise**

Bei der Erstellung der energetischen Feinanalyse wurde wie folgt vorgegangen:

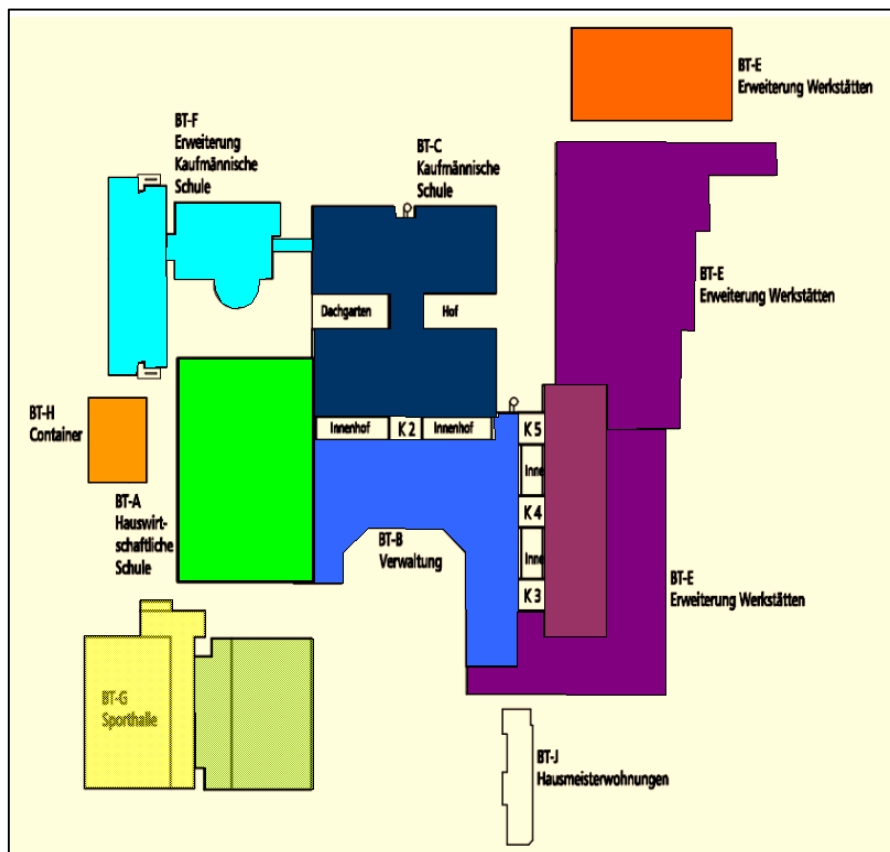
- Beurteilung und Einstufung des Heizenergieverbrauchs für die Jahre 2006 - 2008 anhand der Bildung von Verbrauchskennwerten und dem Vergleich mit anderen Gebäuden vergleichbarer Nutzung
- Thermografische Untersuchung der Außenbauteile
- Aufnahme der wärmetechnischen Qualität der wichtigsten Außenbauteile sowie der wärmetechnischen Schwachstellen bei einer Ortsbegehung
- auf Grundlage der Daten über die wärmetechnische Qualität der Gebäudehüllfläche wird für die Bauabschnitte der Heizenergiebedarf errechnet und mit dem tatsächlichen Verbrauch abgeglichen.

- Ausarbeitung energiesparender Maßnahmen zur Verbrauchsreduzierung und Abschätzung deren Wirtschaftlichkeit.

#### 4. Gebäudebeschreibung

Das Berufsschulzentrum in Waiblingen besteht aus der Hauswirtschaftlichen Schule (BT-A), dem Verwaltungsgebäude (BT-B), einer Kaufmännischen Schule (BT-C), der Gewerblichen Schule mit den Werkstätten (BT-D und BT-E), einer Erweiterung des BT-E der Schreinerei, der Kaufmännischen Schule (BT-F), der alten und neuen Sporthalle (BT-G), einem Lehrzimmer-Schulcontainer (BT-H) und den Hausmeisterwohnungen (BT-J). Alle Bauteile als auch das benachbarte Berufsbildungswerk werden von einer gemeinsamen Heizungsanlage, bestehend aus zwei Gaskesselanlagen und einer Hackschnitzelanlage mit Wärme versorgt. Das Berufsbildungswerk ist nicht Bestandteil dieser Untersuchung. Die Heizzentrale befinden sich im Untergeschoss des Verwaltungsgebäudes im Bauteil B.

Die Energiediagnosen wurden für das ganze Berufsschulzentrum durchgeführt. Im nachfolgenden Lageplan ist die Anordnung der Gebäudeteile dargestellt:



## Verbrauchskennwerte für Heizenergie und Strom

Da der Energieverbrauch von der Gebäudegröße abhängig ist, werden nach VDI 3807 "Energieverbrauchskennwerte für Gebäude - Grundlagen" flächenbezogene Verbrauchskennwerte gebildet. Die Verbrauchsdaten für Heizenergie und Strom werden dabei auf die beheizbaren Bruttogrundflächen  $BGF_E$  nach DIN 277 der jeweiligen Gebäude bezogen. Vom Landratsamt wird jährlich ein Energiebericht erstellt, der bereits die witterungsbereinigten Heizenergieverbrauchsdaten für das gesamte Berufsschulzentrum beinhaltet.

Berufsschulzentrum Waiblingen, BGF = 37.542 m <sup>2</sup>	2006	2007	2008	Mittelwert
<b>Heizenergie</b>				
Erdgas	4340,9 MWh	2396,9 MWh	2453,4 MWh	
Erdöl	4,4 MWh	2,3 MWh	1,3 MWh	
Holz hackschnitzel	1580,0 MWh	1900,5 MWh	1941,2 MWh	
Summe Heizenergieverbrauch	5925,3 MWh	4299,8 MWh	4395,9 MWh	
Verbrauch witterungsbereinigt	6058,8 MWh	4683,1 MWh	4459,5 MWh	<b>5067,1 MWh</b>
bezogen auf Würzburgklima	7033,9 MWh	5436,8 MWh	5177,2 MWh	5882,6 MWh
Heizenergieverbrauchskennwert	187 kWh/m <sup>2</sup>	145 kWh/m <sup>2</sup>	138 kWh/m <sup>2</sup>	<b>157 kWh/m<sup>2</sup></b>
Mittelwert zum Vergleich				104 kWh/m <sup>2</sup>

Der mittlere Heizenergieverbrauchskennwert des Berufsschulzentrums liegt 51 % über dem Mittelwert vergleichbarer Berufsschulzentren.

### 5. Aufnahme der Außenbauteile und Beurteilung der wärmetechnischen Qualität

Bei verschiedenen Ortsbegehungen wurden die Fassaden der Gebäude thermografisch untersucht. Außerdem wurden die Konstruktionen der Außenbauteile aufgenommen, sofern dies ohne Zerstörung möglich war. Da für einige Gebäudeteile keine Unterlagen über den Wärmeschutz der Konstruktionen vorhanden sind, ist eine detaillierte Angabe über die Baukonstruktion und den damit erreichbaren Wärmeschutz nicht immer möglich. Die Konstruktion und der Wärmeschutz solcher Bauteile wurden auf der Grundlage der zum Zeitpunkt der Gebäudeerstellung bauüblich ausgeführten Bauteilkonstruktion abgeleitet.

Bewertung	Einstufung
--	Besonders schlecht
-	Schlecht
0	Ausreichend
+	Gut
++	Sehr gut

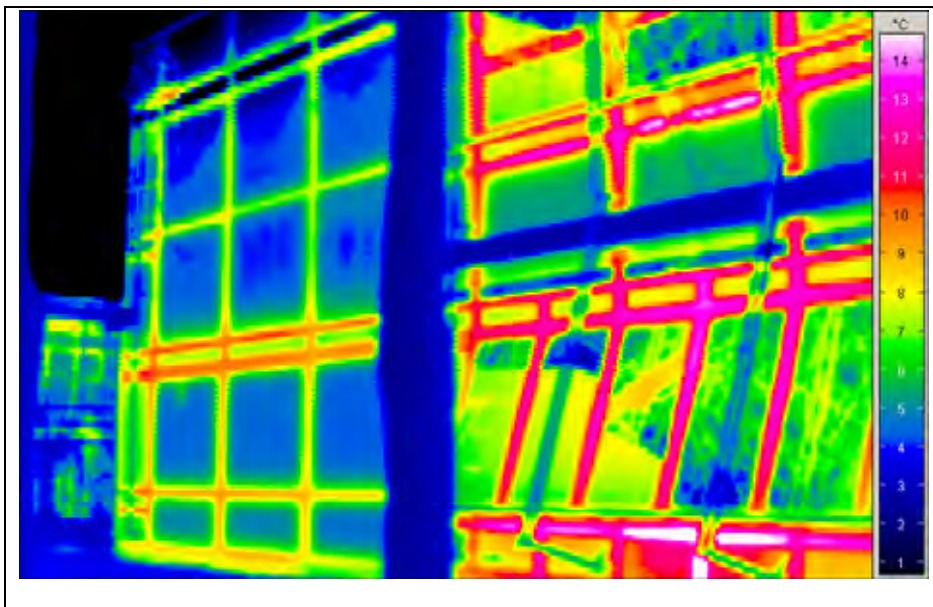
**Beispiel:**

**Hauswirtschaftliche Schule Bauteil A**

Bild 1: Hauswirtschaft. Schule Westansicht



Bild 2: Hauswirtschaft. Schule Westansicht



Die Hauswirtschaftliche Schule wurde ca. 1974-1976 erbaut. Das Gebäude ist zweigeschossig und nicht unterkellert. Die Metallfenster sind isolierverglast und besitzen thermisch nicht getrennte Metallrahmenprofile.

Der schlechte Wärmeschutz insbesondere der Fensterprofile ist in den Thermogrammen gut zu erkennen. Im Brüstungs- und im Sturzbereich sind Metallpaneele mit einer ca. 7 cm starken Wärmedämmung aus Mineralwolle vorhanden. Die Paneele sind thermisch nicht getrennt.

Wärmedurchgangskoeffizienten der Hauswirtschaftlichen Schule:

Bauteil	Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert in W/m <sup>2</sup> K		Beurteilung
	Vorhanden	Anforderung bei Sanierung EnEV-2009	
Fußboden gegen Erdreich UG	2,50	≤ 0,50	-
Fußboden gegen Erdreich EG	0,66	≤ 0,50	0
Außenwand Treppenhaus UG	2,50	≤ 0,30	-
Außenwand Beton	1,33	≤ 0,24	--
Isolierverglaste Metallfenster	4,20	≤ 1,30	--
Metall-Paneele	2,20	≤ 1,50	-
Flachdach	0,26	≤ 0,20	0

#### **Erweiterung Kaufmännische Schule Bauteil F**

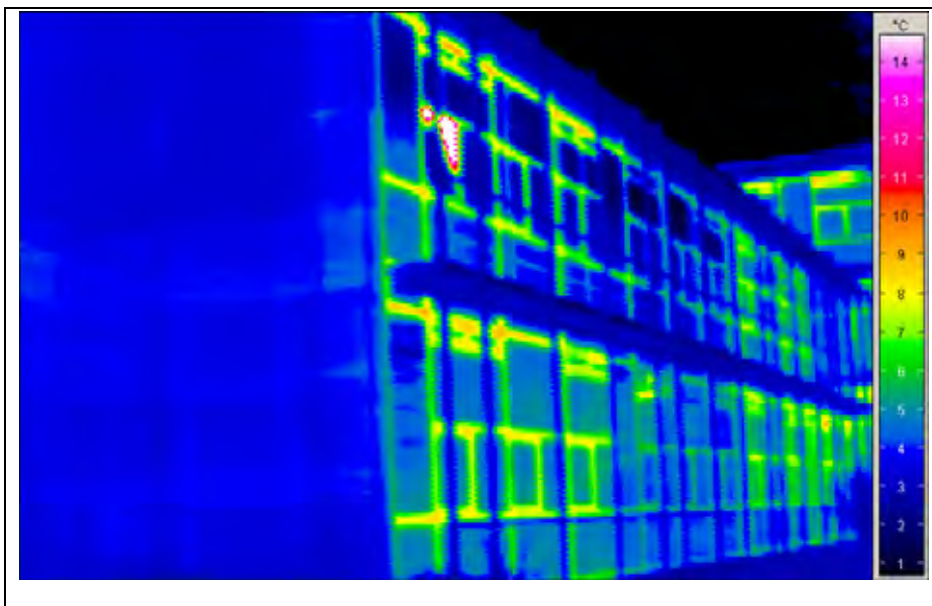
Die Kaufmännische Schule wurde 1999 um einen Neubau erweitert (Bauteil F). Das Gebäude ist zwei- bzw. dreigeschossig. Im zweigeschossigen Teil befindet sich ein Aufenthaltsraum mit raumhoher Glasfassade, Klassenräume sowie Verwaltungsräume der Schulleitung. Der Flur besitzt ein Glasdach. Im dreigeschossigen Gebäudeteil befinden sich überwiegend Klassenräume. Über einen Verbindungsgang im Obergeschoss ist das Bauteil F mit dem Bauteil C verbunden.

Die Außenwände des Gebäudes bestehen aus Stahlbeton mit einer 12 cm starken Wärmedämmung aus Mineralwolle und einer hinterlüfteten Blechaußenverkleidung. Die Glasfassaden des Gebäudes und das Glasdach über dem Flur sind als Pfosten-Riegel-Konstruktion mit Festverglasungen, Fensterflügel, Lüftungsklappen in den Klassenräumen und Lamellenfenster im Treppenhaus ausgeführt. Die Verglasungen bestehen aus Wärmeschutzverglasungen, die Metallrahmenprofile sind thermisch getrennt. Im Bereich des Glasdaches befinden sich in der südorientierten Dachschräge Metallpaneele mit einer ca. 10 cm starken Wärmedämmung.

**Bild 3: Kaufmännische Schule Ost- / Nordansicht**



**Bild 4: Kaufmännische Schule Ost- / Nordansicht**



Wärmedurchgangskoeffizienten Erweiterung Kaufmännische Schule:

Bauteil	Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert in W/m <sup>2</sup> K		Beurteilung
	vorhanden	Anforderung bei Sanierung EnEV-2009	
Fußboden gegen Erdreich	0,36	≤ 0,50	++
Fußboden OG nach unten gegen die Außenluft	0,31	≤ 0,24	+
Paneel	0,80	≤ 1,50	+
Außenwand	0,26	≤ 0,24	+
Lamellenfenster	2,30	≤ 1,50	0
Festverglasungen	1,50	≤ 1,50	+
Drehkipppfenster	1,90	≤ 1,50	0
Oberlichter	1,50	≤ 2,00	++
Flachdach über dem Aufenthaltsraum	0,24	≤ 0,20	++
Flachdach	0,18	≤ 0,20	++

## 6. Ermittlung des Jahres-Heizenergiebedarfes und Abgleich mit dem Verbrauch

Der Jahres-Heizwärmebedarf wurde für die Bauteile A - J nach dem Energiebilanzverfahren der V DIN 4108, Teil 6 ermittelt. Dabei werden die Wärmeverluste (Lüftungswärmeverluste und Wärmedurchgang durch Umfassungsbauteile einschließlich Wärmebrücken) und die Wärmegewinne (solare und interne Wärmegewinne) bilanziert. Der Jahres-Heizwärmebedarf (Nutz-Wärmebedarf) beschreibt diejenige Wärmemenge, die dem Gebäude bzw. den Räumen zugeführt werden muss, um die gewünschte Raumtemperatur zu erhalten.

Bei der Erzeugung, Speicherung und Verteilung der Wärme treten Wärmeverluste auf. Diese Wärmeverluste sind unter anderem vom Jahresnutzungsgrad des Wärmeerzeugers und von der Dämmung und Weglänge der Heizungsverteilung abhängig.

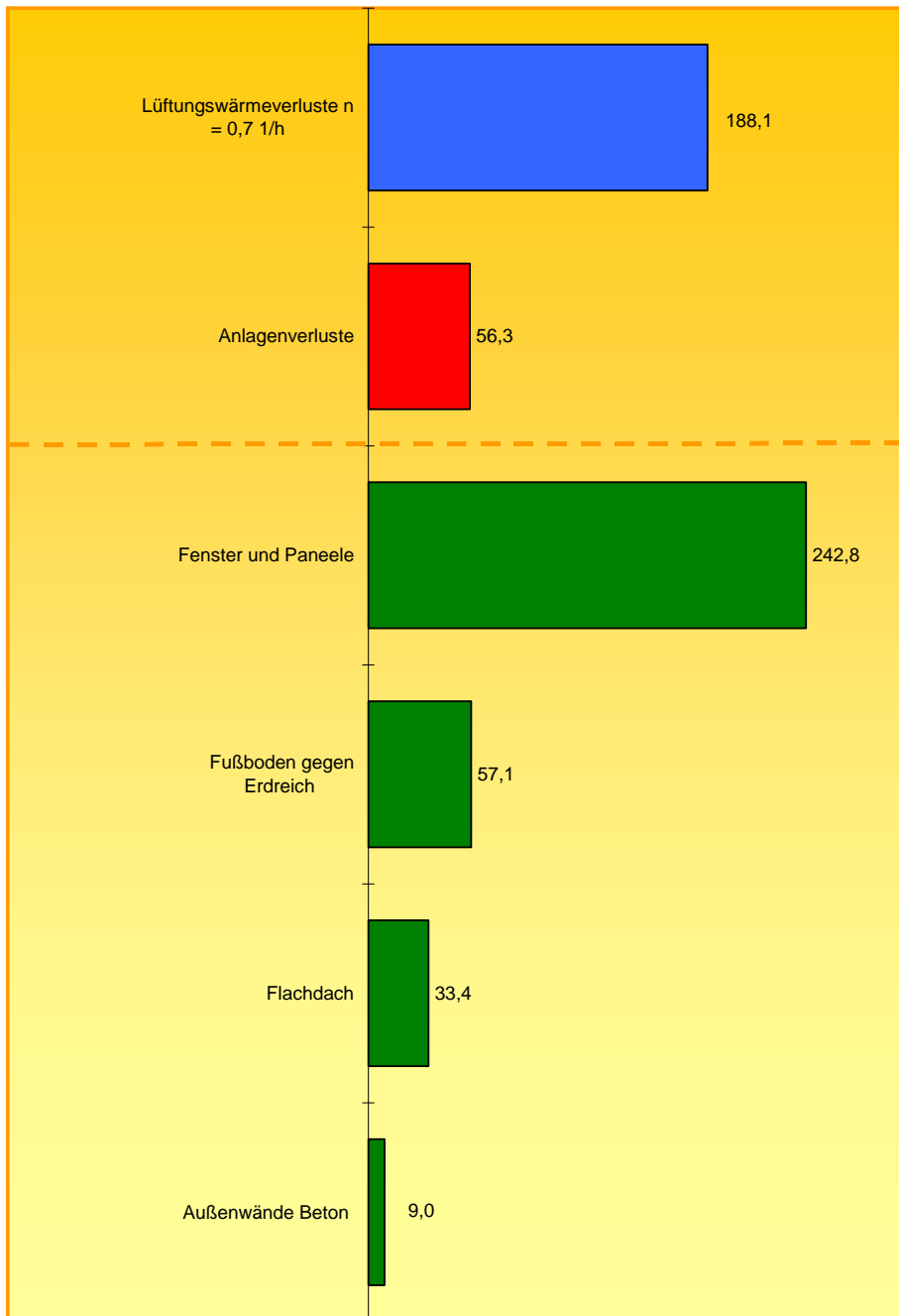
Der erforderliche Heizendenergiebedarf (Brennstoffbedarf) muss sowohl den Jahres-Heizwärmebedarf des Gebäudes als auch die Heizungsanlagenverluste decken.

$$\begin{aligned} & \text{Jahres-Heizendenergiebedarf (Brennstoffbedarf)} \\ & = \\ & \text{Jahres-Heizwärmebedarf / Jahresnutzungsgrad der Heizanlage} \end{aligned}$$

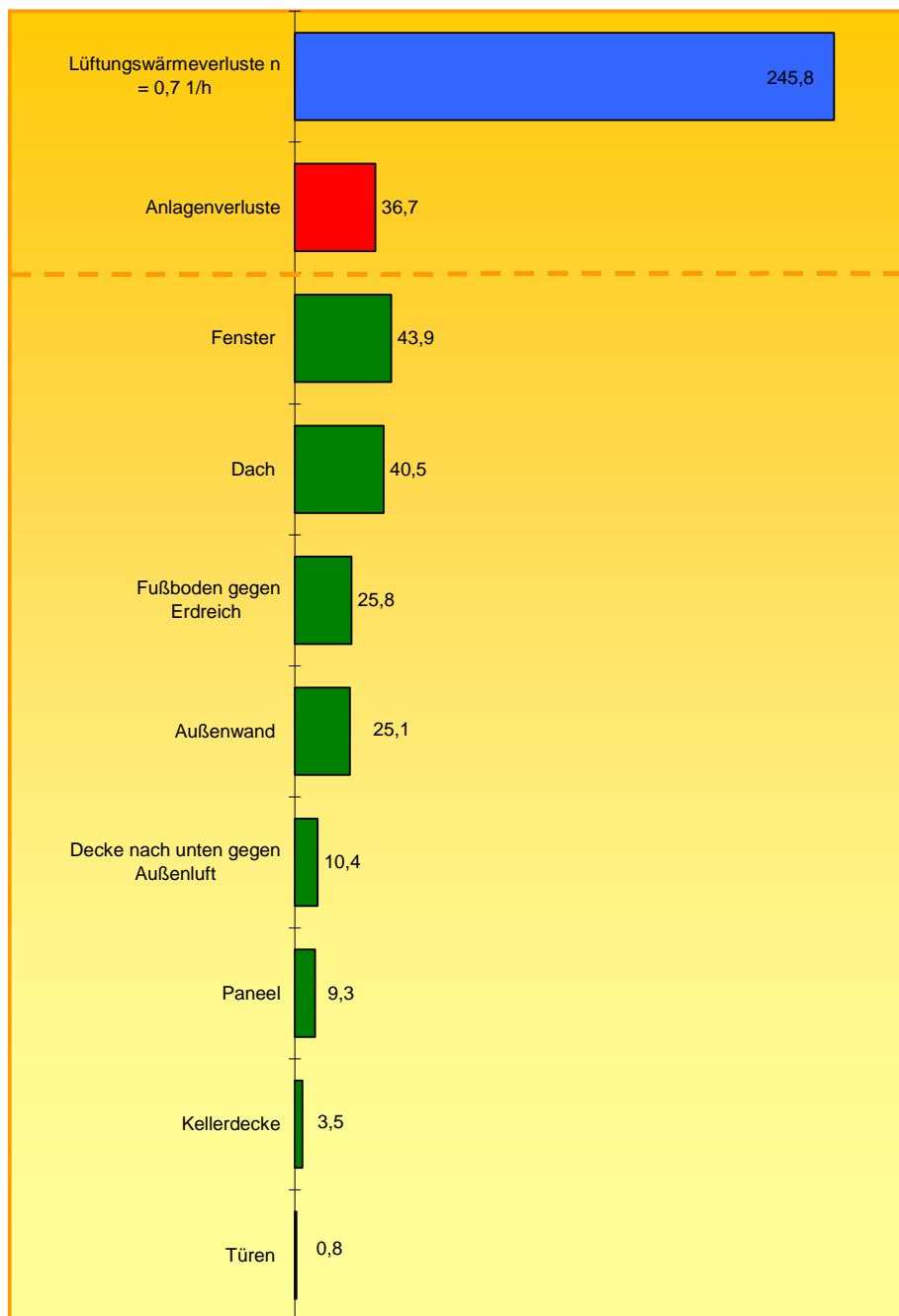
Die Heizenergiebedarfsberechnung der Gebäude wurde nach DIN 4108, Teil 6 mit folgenden Randbedingungen durchgeführt.

In den nachfolgenden Grafiken sind die Wärmeverluste der berechneten Gebäude in MWh dargestellt. Anzumerken ist, dass der Wärmeverlust der Fenster mit den nutzbaren solaren Gewinnen bilanziert wurde.

### Wärmeverluste der Hauswirtschaftlichen Schule Bauteil A:



## Wärmeverluste der Erweiterung Kaufmännische Schule Bauteil F:



Aus den Ergebnissen der energetischen Bestandsaufnahme werden Maßnahmen zur Verbesserung des Wärmeschutzes der Außenbauteile ausgearbeitet.

Für die energiesparenden Maßnahmen erfolgt eine Abschätzung:

- der erzielbaren Verbrauchsreduzierung
- der erzielbaren CO<sub>2</sub>-Emissionsreduzierung
- der erzielbaren Energiekosteneinsparung
- der Investitionskosten
  - der Wirtschaftlichkeit durch eine statische Amortisationsrechnung

## 8. Beispiel für eine Empfehlungen zur Verbesserung des Wärmeschutzes

### Hauswirtschaftliche Schule BT A

Die Flachdachkonstruktion ist bereits gedämmt. Die thermisch nicht getrennte Pfosten-Riegelkonstruktion mit Metallpaneelen und Fenstern kann wärmetechnisch verbessert werden.

Maßn Nr.:	Beschreibung
Hauswirtschaftliche Schule	
M3	Austausch der thermisch nicht getrennten Pfosten-Riegel-Konstruktion des gesamten Gebäudes: Die neuen Dreifachverglasungen müssen einen Wärmedurchgangskoeffizient von $U_g \leq 0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$ aufweisen. Die neuen Paneele müssen einen Wärmedurchgangskoeffizient von $U_p \leq 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ aufweisen. Bei den Rahmenprofilen sollte besonderer Wert auf einen guten Wärmeschutz der Profile gelegt werden ( $U_f \leq 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ der Pfosten-Riegelfassade, $U_f \leq 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ der Fensterflügel). Die Fenster einschließlich Profile müssen einen Wärmedurchgangskoeffizient von $U_w \leq 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ aufweisen. Die Paneele einschließlich der Profile müssen einen Wärmedurchgangskoeffizient von $U \leq 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ aufweisen. Elektroarbeiten, sowie die Erneuerung bzw. Versetzung von Heizkörpern sind in den Investitionskosten nicht enthalten.

Nr.	Bezeichnung	Fläche in m <sup>2</sup>	Investition (Brutto)		Jährliche Einsparung			Amortisation		
			Gesamt-Maßnahme in €	davon in energetische Modernisierung in €	Heizenergie MWh/a	Energiekosten in €/a	Emission to CO <sub>2</sub> /a	Gesamt-Maßnahme in a	energetische Modernisierung in a	Priorität der Maßnahme
Bauteil A Hauswirtschaftliche Schule										
M3	Austausch der Paneele und Fenster	1209,4	1.005.000	281.400	281,3	16.878	52,3	60	17	3

### Sonstige Bauteile

Die Bauteile E (Erweiterung), F (Kaufmännische Schule), G (Sporthallenneubau) und H (Container) sind zwischen 1992 und 2007 erstellt worden. Der Wärmeschutz der

Gebäudehüllen ist demnach ausreichend bis gut. Wärmetechnische Maßnahmen sind an diesen Gebäuden nicht erforderlich.

## 9. Zusammenfassende Auswertung

Für folgende Bauabschnitte des Berufsschulzentrums Waiblingen wurden wärmetechnische Maßnahmen an der Gebäudehülle ausgearbeitet:

BT A, Hauswirtschaftliche Schule	BT B, Verwaltung
BT C, Kaufmännische Schule	BT D, Gewerbliche Schule
BT D, Gewerbliche Schule	BT E, Werkstätten
BT F, Erweiterung Kaufmännische Schule	BT G, neue und alte Sporthalle
BT H, Klassenzimmer-Container	

Die Bauteile E (Erweiterung), F (Kaufmännische Schule), G (Sporthallenneubau) und H (Container) sind zwischen 1992 und 2007 erstellt worden. Der Wärmeschutz der Gebäudehüllen ist ausreichend bis gut. Wärmetechnische Maßnahmen sind an diesen Gebäuden nicht erforderlich. Bei den älteren Gebäuden ist festzustellen, dass die Dachkonstruktionen der untersuchten Gebäude überwiegend in einem guten Zustand sind. Hier wurde in den vergangenen Jahren umfangreich saniert.

Bei den Fassaden der Altbauten von 1974 besteht das höchste Einsparpotential. Außerdem weisen die Tragprofile Korrosionsschäden auf, weshalb mit einer Instandsetzung in den nächsten Jahren zu rechnen ist. Mit den Fassadensanierungen soll in diesem Jahr begonnen werden.

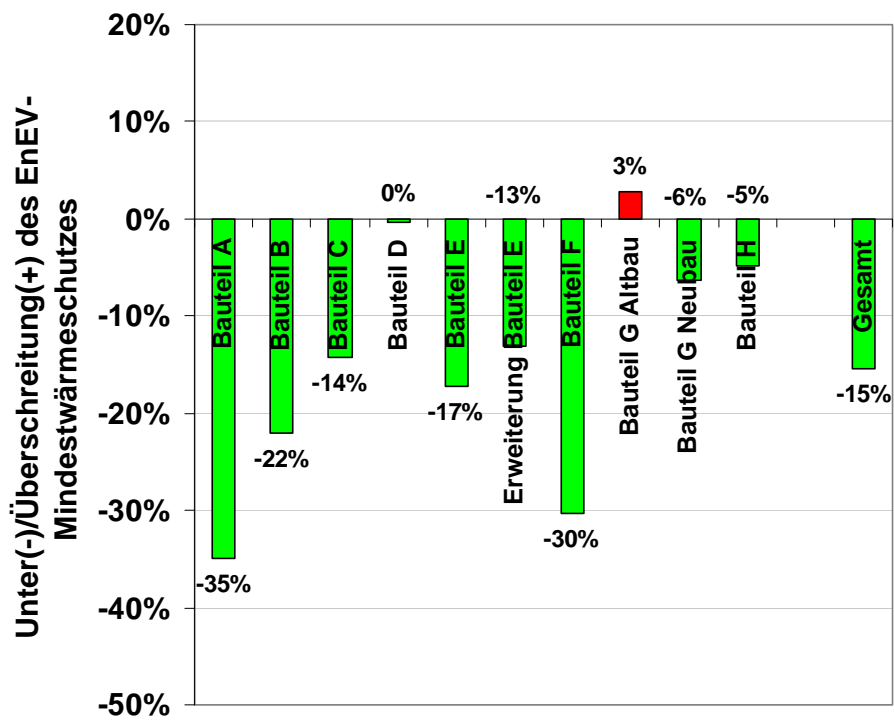
**Im Bericht werden Energiesparmaßnahmen mit einem Investitionsvolumen von 10,53 Mio. € angegeben.**

In der nachfolgenden Tabelle sind die Energiesparmaßnahmen zusammengestellt, wobei zwischen kurzfristigen, mittelfristigen und langfristigen sich amortisierenden Maßnahmen unterschieden wird. Kurzfristig umzusetzende Maßnahmen, die innerhalb der nächsten 2 Jahre umgesetzt werden sollten, gibt es aus unserer Sicht keine. Die Umsetzung der mittelfristigen Maßnahmen wird innerhalb der nächsten 5 Jahre empfohlen.

Maßnahme		Kurz- fristig	Mittel- fristig	Lang- fristig
Bauteil A Hauswirtschaftliche Schule				
M3	Austausch der Paneele und Fenster		X	
Bauteil B Verwaltung				
M8	Zusätzliche Wärmedämmung im Bereich der mit Blech eingedeckten Schrägdächer			X
M4	Austausch der Paneele und Fenster sowie deckenunterseitige Dämmung der Decke gegen Außenluft		X	
Bauteil C Kaufmännische Schule				
M10	Dämmung der Decke nach unten gegen den Kriechkeller			X
M1	Austausch der Paneele und Fenster		X	
Bauteil D Gewerbliche Schule				
M2	Austausch Paneele und Fenster 1.BA		X	
M9	Austausch Paneele und Fenster 2.BA			X
Bauteil E Werkstätten				
M7	Austausch Paneele und Fenster 1.BA			X
M12	Austausch Paneele und Fenster 2.BA			X
M6	Austausch der Innenhofverglasung, teilweises Schließen mit wärmegeämmten Metallpaneelen, Austausch der Dachverglasung (Doppelstegplatten) in den Fluren		X	
M11	Sanierung des Flachdachs im 2.BA und Austausch der Oberlichtbänder im 2.BA			X
Bauteil G Alte Sporthalle				
M5	Wärmedämmung des Sheddaches und Austausch der Sheddachverglasung		X	

Das Investitionsvolumen bezüglich der mittelfristig umzusetzenden Maßnahmen beträgt 6,986 Mio. €. Die damit erreichbare jährliche Energiekosteneinsparung beträgt bei den derzeitigen Gaspreisen ca. 109.800 € und die CO<sub>2</sub>-Emission wird um 340 To je Jahr gesenkt. Dies entspricht einer Einsparung von ca. 36 %.

Nach Durchführung der mittelfristig umzusetzenden Sanierungsmaßnahmen würde bis auf den Sporthallenaltbau (Bauteil G) alle Gebäude die aus der EnEV 2009 abgeleitete Anforderung an den maximalen Transmissionswärmetransferkoeffizienten für Neubauten einhalten.



# Energiekonzept

## Berufliches Schulzentrum Waiblingen

### RENTSCHLER UND RIEDESSER

Ingenieurgesellschaft mbH für Technik im Bau

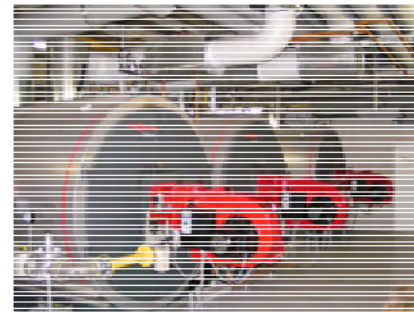
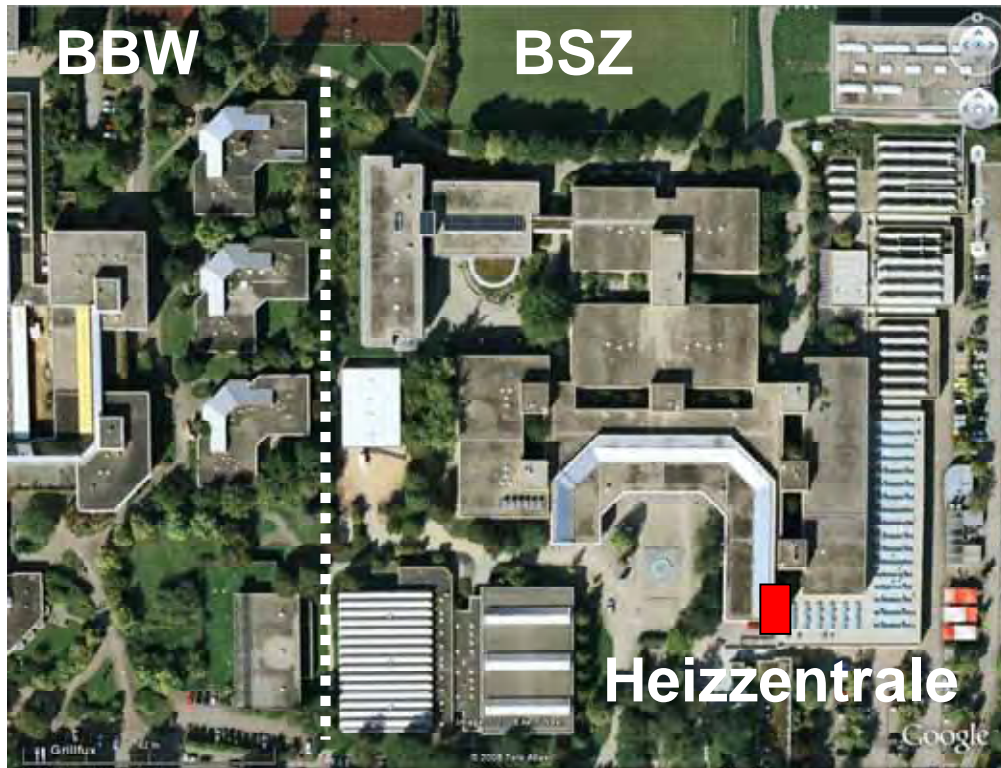
Filderbahnstraße 12

70794 Filderstadt

<http://www.ren-rie.de>

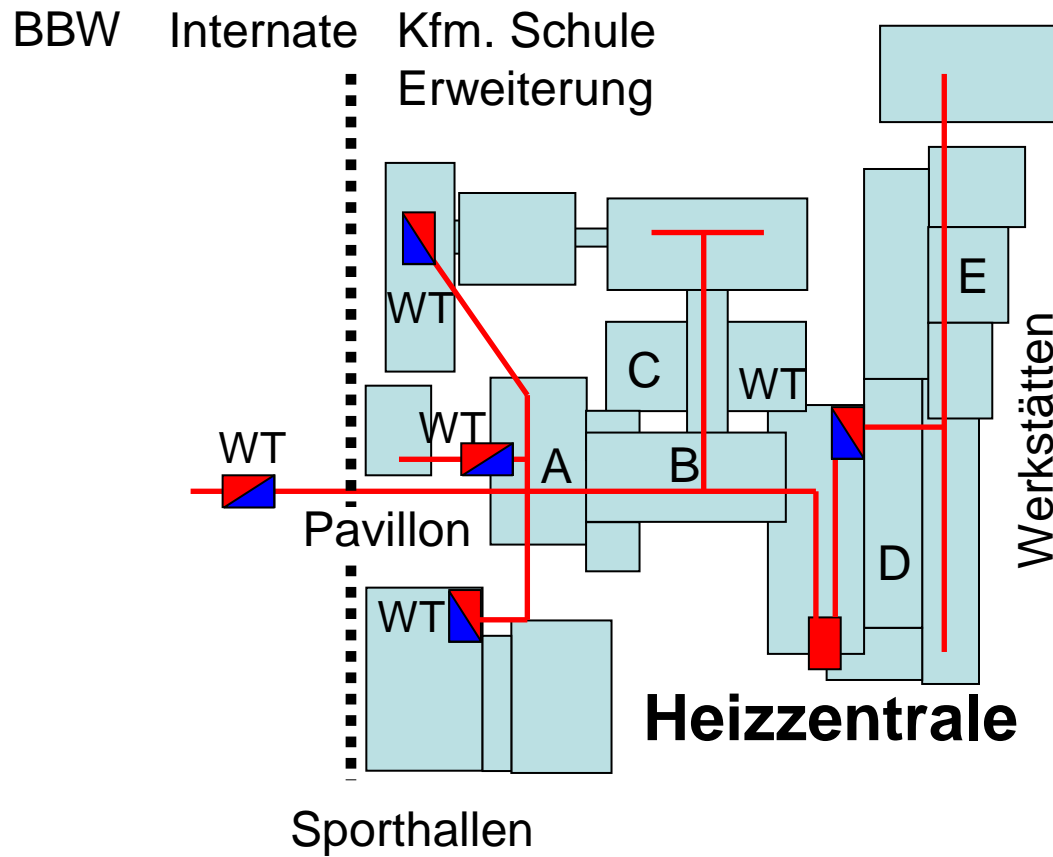
1.1	Energieversorgung Heizung	2
1.1	Energieversorgung Heizung	3
1.3	Lüftungsanlagen	4
1.3	Lüftungsanlagen	5
1.6	Verbrauchswert Wärme	6
1.6	Verbrauchswert Strom	7
1.6	Verbrauchswert Strom - Stromlastprofil	8
1.6	Verbrauchswert Wärme - Jahresdauerlinie	9
1.6	Verbrauchswert Wärme - Optimierungspotential	10
1.7	Schlussfolgerungen	11
2.1	Betriebsoptimierung	12
2.1.	Varianten Heizwärmeversorgung	13
3	Empfehlung Maßnahmenplan - Ergebnismatrix	14

# 1.1 Energieversorgung Heizung



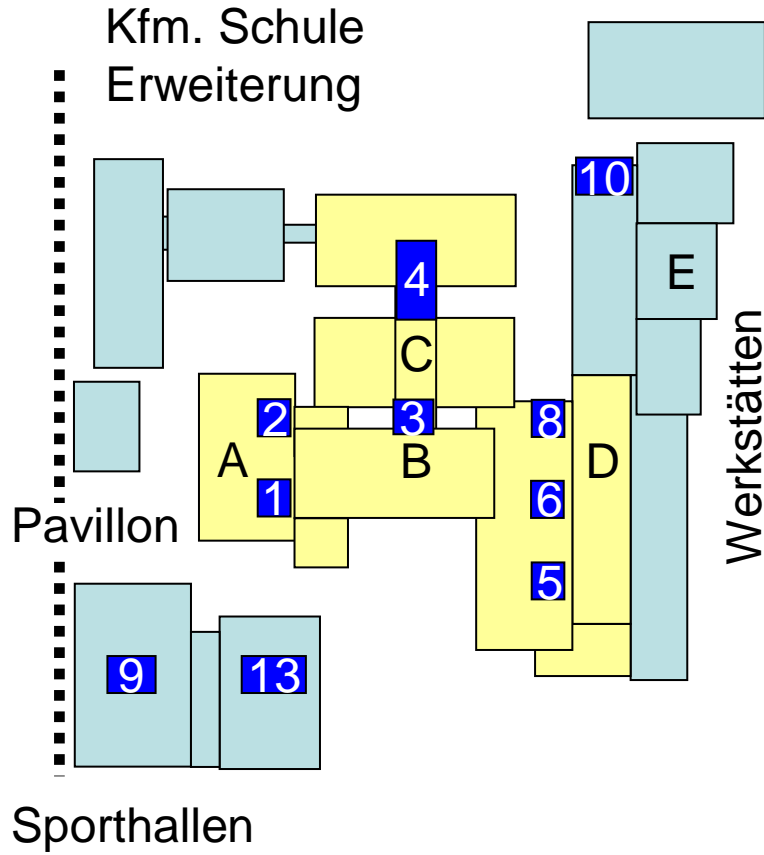
Heizzentrale	
<b>Kessel 1 bis 3</b> 2-Stoff Erdgas/Öl	<b>Kessel 4</b> Hackschnitzel
Bj. 2005	Bj. 2005
3 x 3.200 kW	950 kW
460 h/a bez. auf $\Sigma$ 1-3	3.460 h/a
HW 85/65 °C	HW 85/65 °C

# 1.1 Energieversorgung Heizung



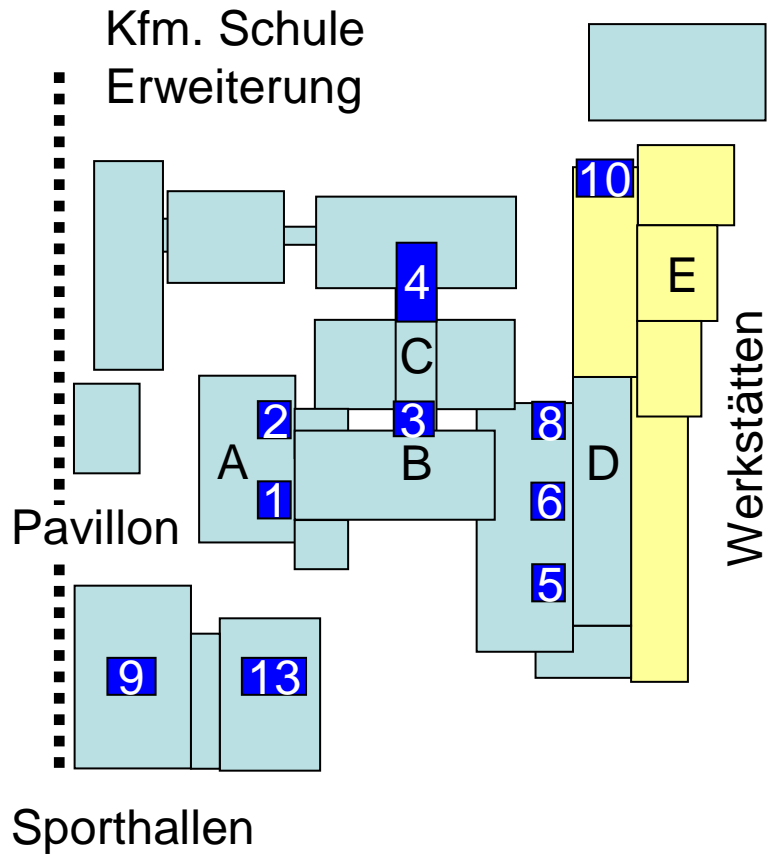
<b>Alle Gebäude BSZ + BBW</b>	
<b>Gesamt-WB ca.</b>	<b>3.900 kW</b>
<b>Installiert</b>	<b>10.550 kW</b>

# 1.3 Lüftungsanlagen



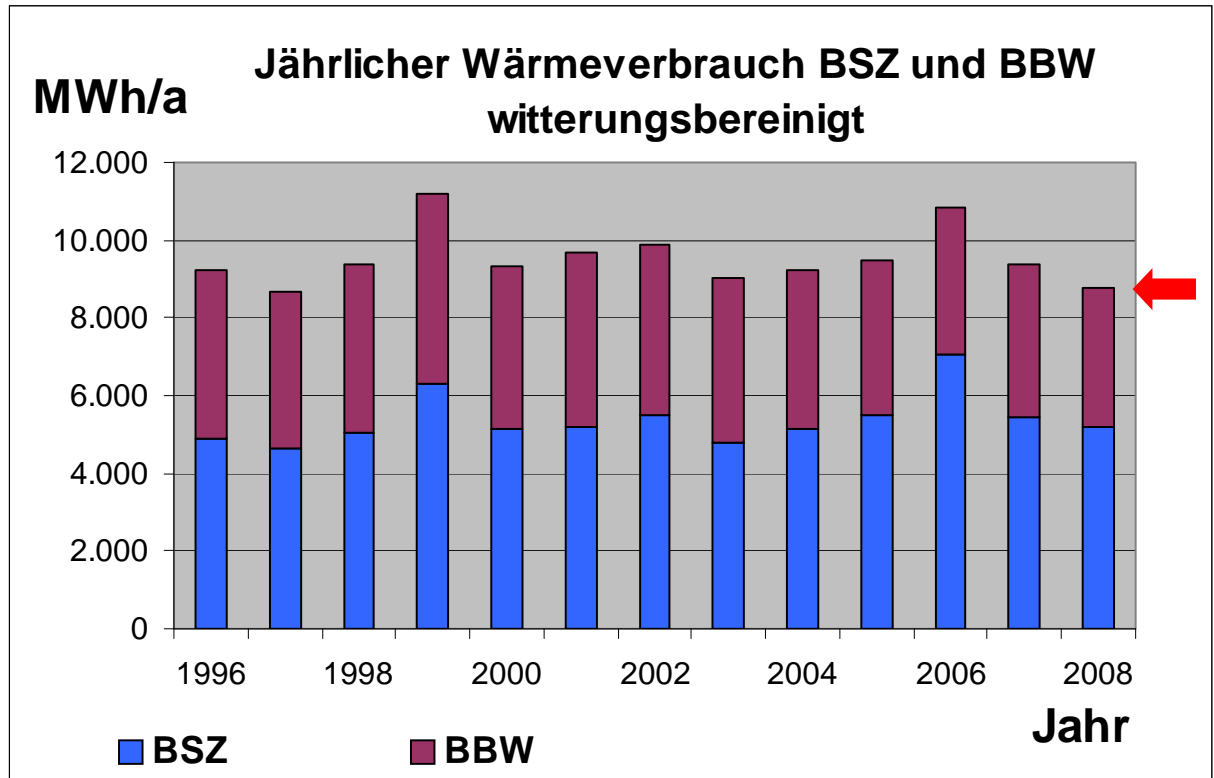
Lüftungsanlagen Bauteil A, B, C, D				
1	2	3	4	5
Bj. 1975	Bj. 1975	Bj. 1975	Bj. 1975	Bj. 1975
ZUL m³/h 20.000	ZUL m³/h 20.000	ZUL m³/h 33.000	ZUL m³/h 76.000	ZULm³/h 40.000
1710 h/a	1703 h/a	3341 h/a	2107 h/a	1673 h/a
Stufe 1	Stufe 1	Stufe 1	95% St. 1	Stufe 1
		Kühlung	Kühlung	
	Dampf- bef. 24,3 kW	Dampf- bef. 11,4 kW	Luft- wäscher	Dampf- bef. 34,2 kW
ABL m³/h 22.500	ABL m³/h 19.000	ABL m³/h 23.000	ABL m³/h 70.750	ABLm³/h 37.000
2 -stufig	2 -stufig	2 -stufig	2 -stufig	2 -stufig
WRG Rotor	WRG Rotor	Keine WRG ●	WRG Rotor	WRG Rotor

# 1.3 Lüftungsanlagen



Lüftungsanlagen Bauteil E (Werkstätten)		
6	8	10
Bj. 1975	Bj. 1975	Bj. 1982
ZUL m <sup>3</sup> /h 31.100	ZUL m <sup>3</sup> /h 8.400	ZUL m <sup>3</sup> /h 52.600
1891 h/a	1712 h/a	43 / 2016 h/a St. I/II
Stufe 1	Stufe 1	98% Stufe 2
		Dampf- bef. 34,2 kW
ABL m <sup>3</sup> /h 26.200	ABL m <sup>3</sup> /h 8.300	ABL m <sup>3</sup> /h 56.210
2 -stufig	2 -stufig	2 -stufig
Keine WRG ●	Keine WRG ●	WRG Wärmerad

# 1.6 Verbrauchswerte Wärme

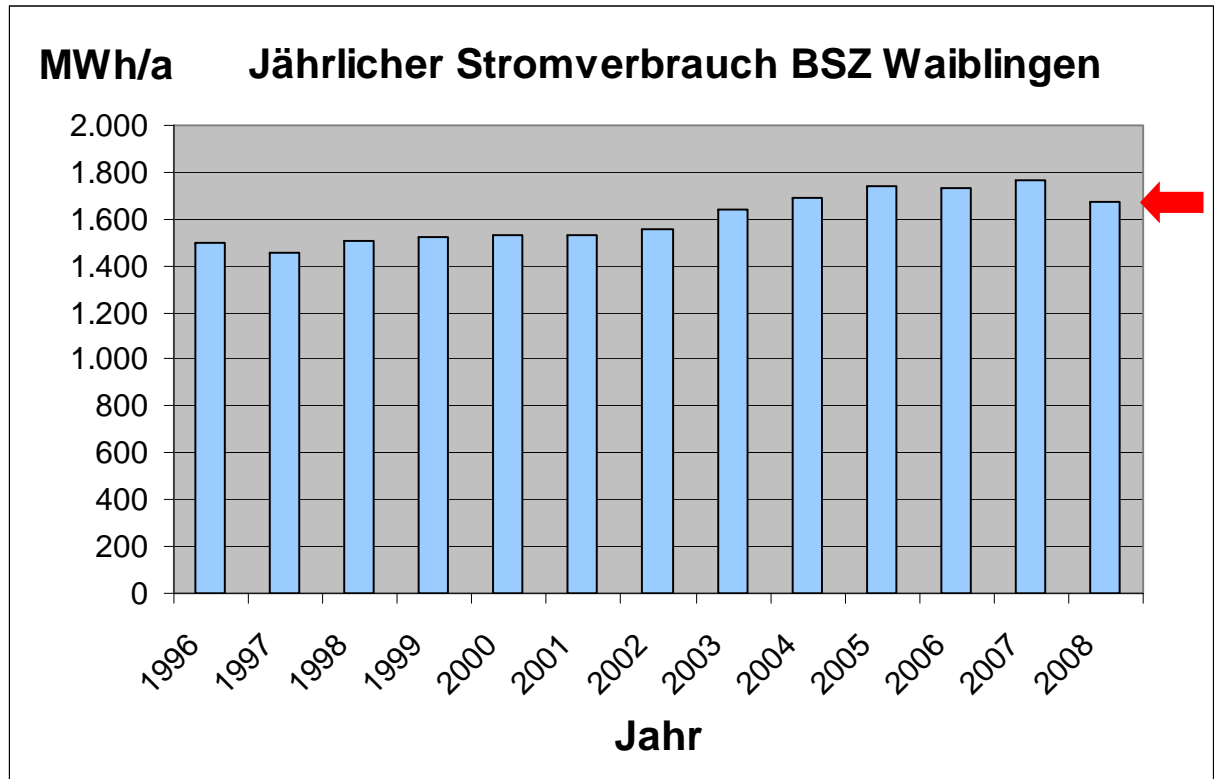


412 T€a

Quelle: Energiebericht  
Landratsamt  
Rems-Murr-Kreis:

- Erweiterungsbauten:
- 1999 BT-F Kaufm. Schule
  - 2001 BT-E Werkstätten
  - 2006 BT-H Container

# 1.6 Verbrauchswerte Strom



Quelle: Energiebericht  
Landratsamt  
Rems-Murr-Kreis:

244 T€a

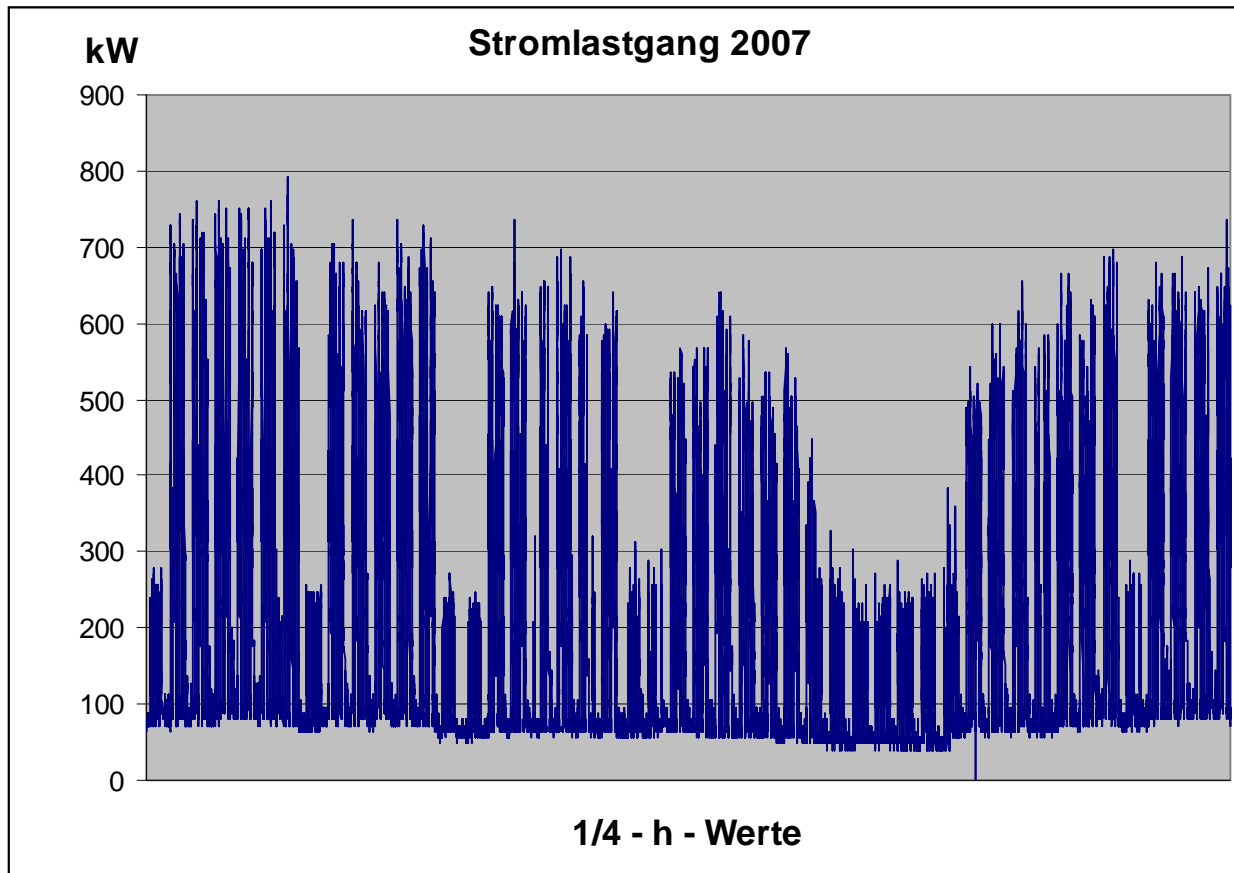
Erweiterungsbauten:

1999 BT-F Kaufm. Schule

2001 BT-E Werkstätten

2006 BT-H Container

# 1.6 Verbrauchswerte

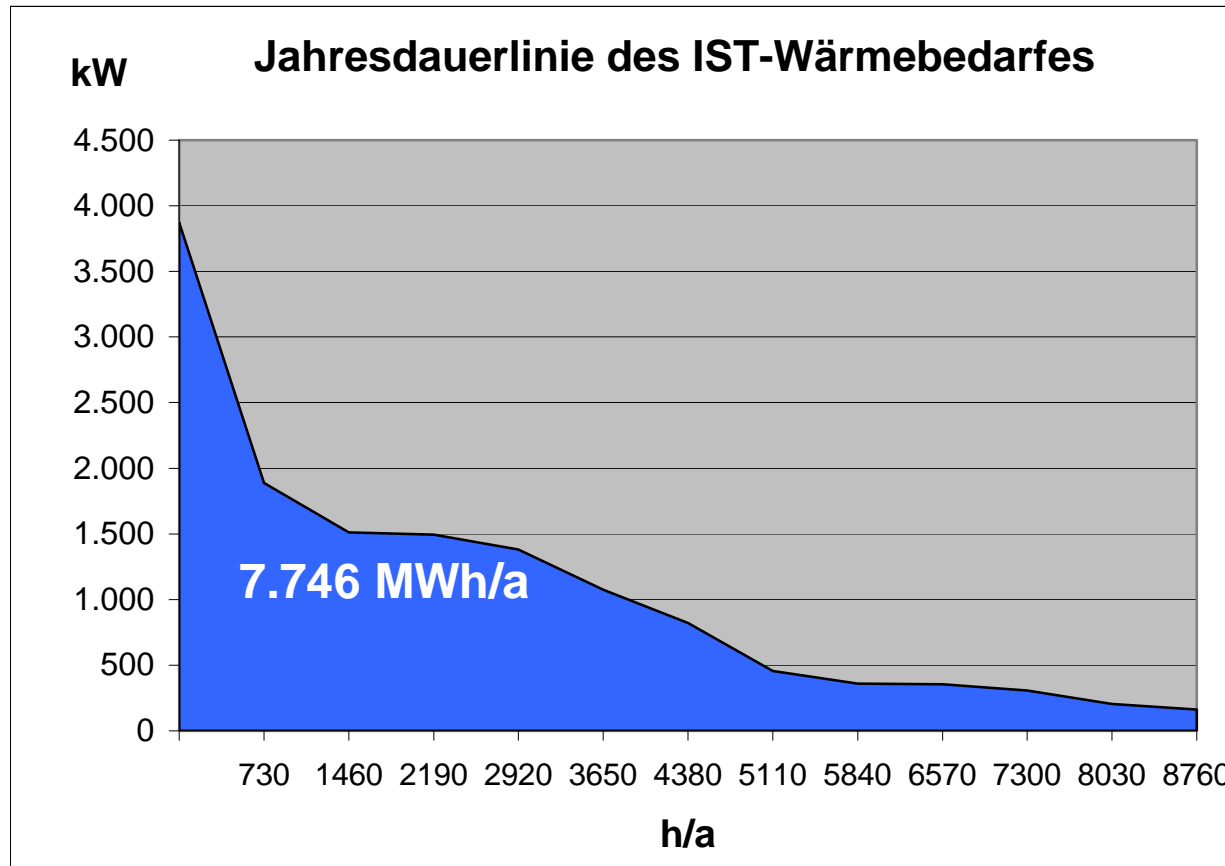


Quelle:  
Stromlastprofil der  
Stadtwerke Waiblingen

Verbrauch

01.01.2007 - 31.12.2007

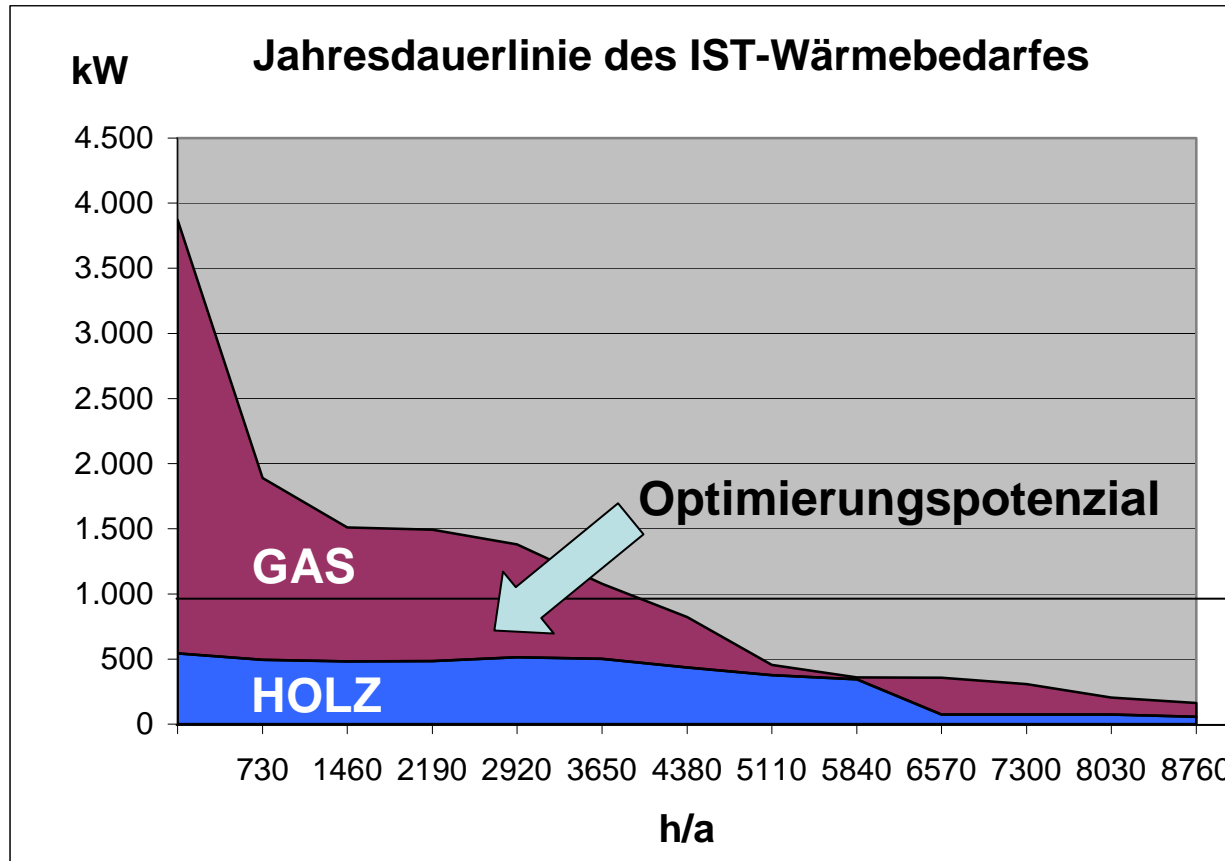
# 1.6 Verbrauchswerte



Quelle:  
Rechnungen der  
Lieferanten und  
Aufzeichnungen  
über den Wärmeverbrauch  
Landratsamt  
Rems-Murr-Kreis

Verbrauch 2007

# 1.6 Verbrauchswerte



Quelle:  
Rechnungen der  
Lieferanten und  
Aufzeichnungen  
über den Wärmeverbrauch  
Landratsamt  
Rems-Murr-Kreis

Verbrauch 2007

950 kW installiert

# 1.7 Schlußfolgerungen

## Bereich

1.1 Energieversorgung Heizung

1.2 Warmwasserbereitung

1.3 Lüftungsanlagen

1.4 Druckluftversorgung

1.5 Kälteversorgung

## FOKUS

Energetische Optimierung

Energetische Optimierung

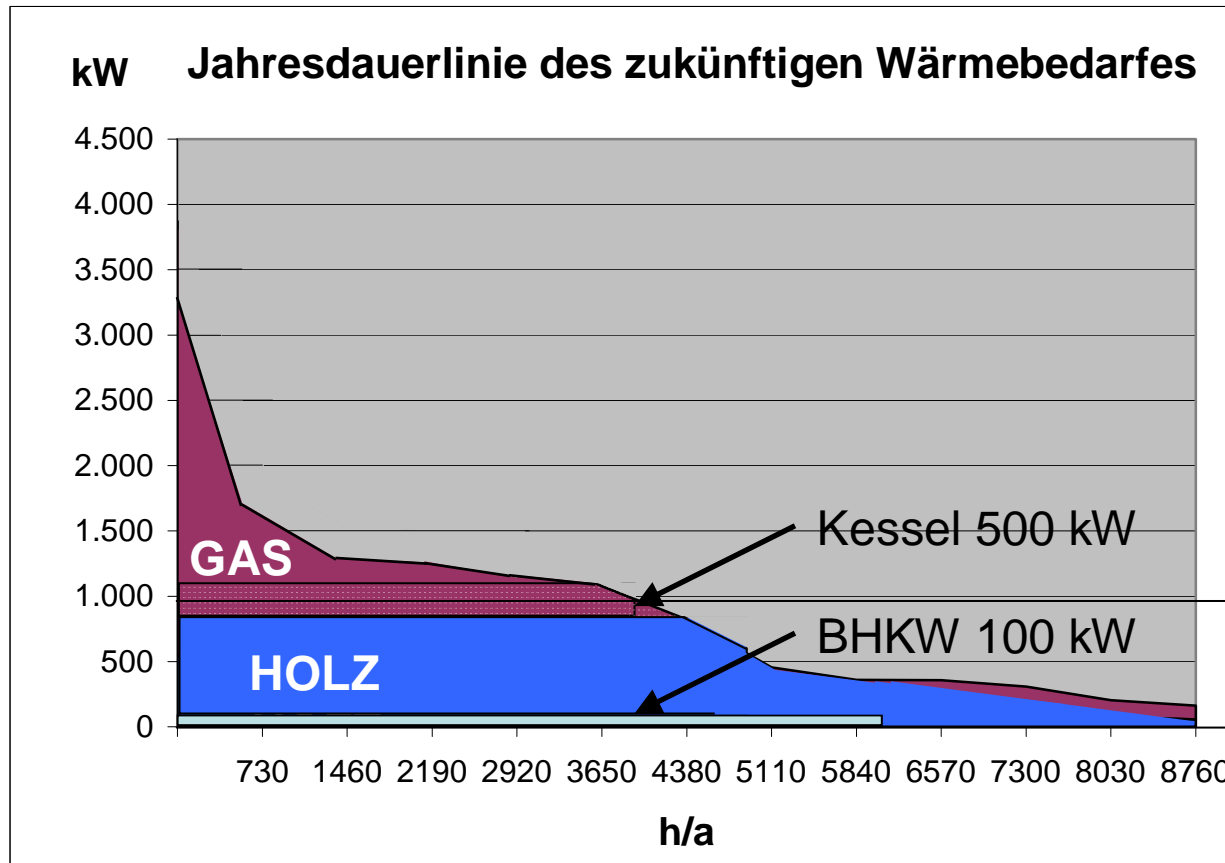
Energetische Optimierung

Nein \*)

Ersatz

\*) Anteil am Energieverbrauch BSZ gering

## 2.1.2 – 2.1.4 Betriebsoptimierung / BHKW



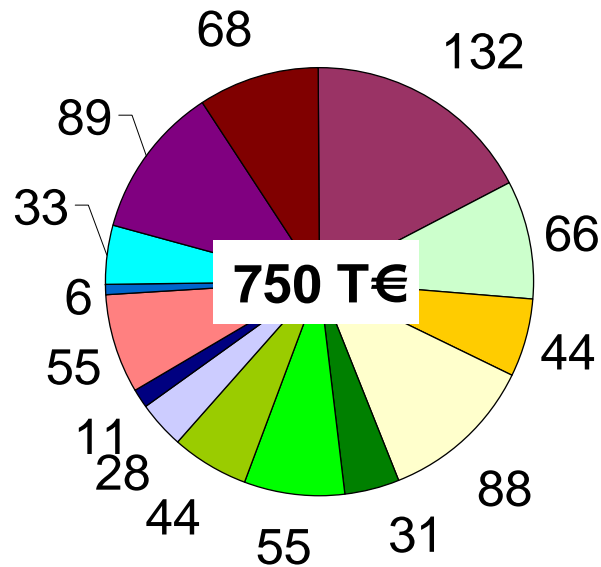
Quelle:  
Rechnungen der  
Lieferanten und  
Aufzeichnungen  
über den Wärmeverbrauch  
Landratsamt  
Rems-Murr-Kreis

**Verbrauch 2007 - 20 %  
für Wärmedämmung**

950 kW installiert

## 2.1 Varianten Heizwärmeversorgung

### Investitionskosten in T€ Sanierung Wärmeversorgung



- Gas-Brennwertkessel inkl. MSRT
- Wärmespeicher inkl. hydr. Einbindung
- Anpassungen Regelung
- BHKW
- Pumpen inkl. hydr. Umbau Regelgruppen
- Solarthermische Anlage inkl. MSRT
- Einbindung Heizung (Kessel, BHKW, etc.)
- Einbindung Elektro
- Einbindung Abgas (Anpassungen)
- Einbindung Warmwasser dezentral
- Einbindung Bau (Sockel, Fundamente)
- Einbindung Bau Schornsteinanpassung
- Nebenkosten (Honorare etc.)
- Unvorhergesehenes

# Empfehlung Maßnahmenplan

# Ergebnismatrix

Massnahmen Technik	Wärmeversorgung Lüftung Kälteversorgung	Vergleich mit EnEV Neubau	CO2	∑ Staub CO NOx	Regenerativer Anteil an Wärmeversorgung	Invest incl. Bau	Jahreskosten Wärme	Vergleich mit EnEV Neubau	CO2	∑ Staub CO NOx	Regenerativer Anteil an Wärmeversorgung	Invest incl. Bau	Jahreskosten Wärme
		%	t/a	kg/a	%	T€	T€/a	%	t/a	kg/a	%	T€	T€/a
	Kälteerzeugung mit Adiabater Kühlung								331	3.090	70%	1.115	373
	Anpassung Lüftungsanlagen								352	3.090	70%	875	386
	Optimierung Wärmeerzeugung								442	3.872	70%	750	423
	Istzustand Technik								1.428	4.079	38%		629
		<b>Istzustand Bau</b>						<b>Gebäudehüllen energet./ökonom. optimiert</b>					
		<b>Massnahmen Bau</b>											