



**Energiebericht  
2014/15**

Gebäudemanagement  
Freiburg

# Energiebericht 2014/15

für den

Gebäudebestand des Gebäudemanagements Freiburg

## Vorwort



Die Stadt Freiburg hat im Jahr 2014 ihre Klimaschutzziele erweitert und sich zum Ziel gesetzt, im Vergleich mit 1992 den CO<sub>2</sub>-Ausstoß bis 2030 nicht nur um 40% sondern um 50% zu reduzieren. Langfristig soll eine Klimaneutralität erreicht werden.

Ich freue mich, dass wir bei den städtischen Gebäuden eine Einsparung von 48,7% bis Anfang 2014 bilanzieren konnten. Damit haben wir das alte Ziel von 40% bereits hinter uns gelassen. Wir steuern jetzt auf die 50% zu und werden diese heute vielleicht schon erreichen.

Es ist schwierig, einzelne Projekte unter dem Aspekt der Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparung hervorzuheben, aber besonders gefreut hat mich 2012 die abgeschlossene umfassende Sanierung des Rotteck-Gymnasiums, 2013 die Sanierung der Merianschule sowie 2014 der Abschluss der energetischen Sanierung des Theodor-Heuss-Gymnasiums. Hier gelang uns ein beachtenswerter Erfolg. Der Klassenbau der Schule konnte als Passivhaus saniert werden. Es ist damit das erste Schulgebäude in Baden-Württemberg überhaupt, das diese hohe Qualität des energiesparenden Bauens aufweist. Dieses herausragende Projekt zeigt, dass eine energieeffiziente und energiesparende Bauweise keineswegs gute Architektur verhindert, denn das Schulgebäude wurde von der Architektenkammer Baden-Württemberg 2014 ausgezeichnet.

Im technischen Bereich möchte ich besonders auf die drei neuen städtischen BHKWs hinweisen, die es uns ermöglichen, einen Teil des in den Gebäuden verbrauchten Stroms selbst zu erzeugen. In die gleiche Richtung zielt ein weiteres Vorhaben der Eigenstromerzeugung, indem wir zukünftig eigene Photovoltaikanlagen auf den noch freien städtischen Dächern installieren.

Wir wissen, dass Herausforderung und Anstrengung mit jeder weiteren Steigerung der CO<sub>2</sub>-Einsparung, größer werden. Noch mehr erreichen heißt auch immer, das bereits Erreichte weiter zu erhalten und gleichzeitig neue Projekte zu beginnen. Um erfolgreich bei der Energieeinsparung und CO<sub>2</sub>-Minimierung zu sein, müssen alle Bereiche und Akteure bestrebt sein, an dieser umfassenden Aufgabe mit zu arbeiten.

Ich möchte mich deshalb bei unseren Hausmeistern bedanken, die vor Ort eine wichtige Verantwortung wahrnehmen und darauf achten, dass die Gebäude richtig temperiert und unsere Anlagen energiesparend im Betrieb sind. Nicht vergessen möchte ich die Nutzerinnen und Nutzer die besonders in den Schulen durch ihr Engagement unser 50/50-Projekt unterstützen.

Für die Zukunft bin ich optimistisch, denn mit dem im Bau befindlichen Verwaltungszentrum im Stühlinger ist ein weiteres beachtenswertes Projekt auf dem Weg. Ich bin mir sicher, dass wir mit diesem, aber auch mit den vielen weiteren Projekten und Ideen den erfolgreichen Weg zur Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparung fortsetzen werden.

Prof. Dr. Haag  
(Baubürgermeister)

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	7
2	Grundlagen	8
2.1	Gemeinderatsbeschlüsse	8
2.2	Bau- und Energieleitlinie, Nachhaltigkeit	8
2.3	Datenlage, Softwareunterstützung, Abrechnung	9
3	Energiecontrolling	10
3.1	Preisentwicklung	10
3.2	Bereinigung der Werte	11
3.3	Flächenentwicklung	12
3.4	Versorgungsstruktur	12
3.5	Verbräuche Energie und Wasser	13
3.6	Kosten Energie und Wasser	16
3.7	Kennzahlentwicklung	16
3.8	CO <sub>2</sub> -Entwicklung und Klimaschutz	16
4	Investive Maßnahmen	19
4.1	Bauliche Sanierungsmaßnahmen	19
4.1.1	Förderprogramm Klimaschutz-Plus	20
4.2	Heizanlagenanierungen	22
4.3	Contracting	25
5	Schulungen Hausmeister, Informationen Nutzer und -befragung	26
5.1	Hausmeisterschulungen	26
5.2	Nutzerinformation	26
5.3	Nutzerbefragung	28
6	Betriebsoptimierung und Monitoring	30
7	Nichtinvestives Energiesparen	33
7.1	Fifty-Fifty an Freiburger Schulen	33
8	Projektdarstellung Sanierung und Neubau	34
8.1	Energetische Sanierungen	34
8.1.1	Sanierung Theodor-Heuss-Gymnasium (THG) - ein besonderes Vorzeigeprojekt	35
8.2	Neubauten	36
8.2.1	Neubauten in Passivhaus-Bauweise	36
8.2.2	Das neue Rathaus im Stühlinger als Netto-Plusenergie-Gebäude	37

9	Regenerative Energien, Kraft-Wärme-Kopplung und Ökostrom	39
9.1	PV-Anlagen und neue Konzeption für stadteigene Dachflächen	39
9.1.1	Erste städtische PV-Anlage zur Eigenstromnutzung am Theodor-Heuss-Gymnasium	40
9.2	Solarkollektor-Anlagen	40
9.3	Holzenergie	40
9.4	Kraft-Wärme-Kopplung	41
9.5	Ökostrom	43
9.6	Biogas	43
10	Öffentlichkeitsarbeit des Energiemanagements	44
11	Ausblick	45
12	Anhang	46

## 1 Einleitung

Der Energiebericht 2014 des Gebäudemanagements Freiburg (GMF) analysiert die erhobenen Verbrauchs- und Kostendaten, gibt einen Überblick über die Arbeit des Energiemanagements von 2010 bis 2014 und enthält aktuelle Informationen zu Projekten. Die erhobenen spezifischen Kennwerte der städtischen Gebäude geben Auskunft über den derzeitigen energetischen Zustand der Gebäude. Sie sind eine notwendige Grundlage für akute Maßnahmen, Sanierungskonzepte, Förderanträge und Controlling-Aufgaben. Der Energiebericht umfasst die im Zuständigkeitsbereich des Gebäudemanagements liegenden Immobilien wie die Schulen, die Verwaltungsgebäude und die Kindergärten der Stadt Freiburg.

Kein Bestandteil dieses Energieberichtes sind zuständigkeitshalber die städtischen Wohnungen, die gewerblichen Immobilien, die Bäder, die Wohnheime und die Gebäude der Eigenbetriebe.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Gemeinderatsbeschlüsse

Gemeinderatsbeschlüsse der Stadt Freiburg

Der Arbeit des Gebäudemanagement (GMF) liegen folgende Beschlüsse zugrunde:

**Drucksache G-03/222:** "10 % Strom aus erneuerbaren Energiequellen", inkl. 10 % Stromeinsparung

**Drucksache G-03/088.1:** Öko-Bonus von 50 € je vermiedene Tonne CO<sub>2</sub> bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von Heizanlagen, wenn eine Variante nicht mehr als 10 % über der Vergleichsvariante liegt

**Drucksache G-4/266.2:** Verbesserte Niedrigenergiebauweise: - 30 % des Transmissionswärmeverlustes HT', Primärenergie max. 75 % des in der ENEC festgelegten Wertes, Primärenergiefaktor fp von 1,1 - bei Holzpellets oder Klein-BHKW's gelten Ausnahmen.

**Drucksache G-07/102:** Klimaschutzkonzept Stadt Freiburg i.Br. - Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bis zum Jahr 2030 um 40 %

**Drucksache G-07/120:** Bau- und Energieleitlinie (näheres s. 2.2)

**Drucksache G-09/285:** Freiburger Energieeffizienz-Strategie – Zustimmung zu den Klimaschutzziele des GMF u.a. Neubauten Passivhausstandard, Sanierung mit Passivhauselementen, Ausbau BHKWs

**Drucksache G-14/047:** Fortschreibung des Klimaschutzzieles der Stadt Freiburg – Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Freiburg um mindestens 50% bis 2030, sowie als langfristiges Ziel, Klimaneutralität bis 2050)

**Drucksache G-14/081:** Nutzung der stadteigenen Dachflächen vorrangig für die Solarstromerzeugung zum Eigenstromverbrauch.

### 2.2 Bau- und Energieleitlinie, Nachhaltigkeit

Die von der Stadt Freiburg für das GMF festgelegte Energieleitlinie definiert die Anforderungen an energiesparendes Bauen und an effiziente Technik für den Neubau, bei Sanierungen und für den Betrieb und die Nutzung der Gebäude. Die vom GMF festgelegten Standards ergänzen bestehende Vorgaben und Gesetze und gehen in der Konsequenz zum Energiesparen deutlich über diese hinaus. Die Bauleitlinien und die Energieleitlinie sind für alle städtischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, aber auch für jeden externen Planer und Dienstleister bindend. Die Energieleitlinie ist aber nicht nur für große Vorhaben wichtig, sondern insbesondere auch für die zahlreichen kleinen Sanierungs- und Unterhaltungsmaßnahmen, die in der Summe ebenfalls einen wichtigen Beitrag zur Energie- und Kosteneinsparung liefern.

Die Energieleitlinie in Verbindung mit den Baustandards des GMF hat sich in der Praxis bewährt. Sie wird vom GMF regelmäßig auf den neusten Stand gebracht. Der Gemeinderat wurde über die letzte Fortschreibung mit Drucksache G-12/063 informiert.

Wichtigster Standard bei Neubauten ist die Passivhausbauweise, bei Sanierungen der Einsatz von Passivhauselementen. Das GMF realisiert damit bereits schon heute einen Standard, der absehbar in 2018/2019 bereits vom Gesetzgeber angekündigt ist.

Unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit sind für die Realisierung einer Maßnahme nicht die Investitionskosten allein bestimmend. Entscheidend ist die Wirtschaftlichkeit, also der Vergleich der

jährlichen Kosten, in denen die Investition als Kapitalkosten nur eine Größe darstellt. Zudem wird der Lebenszyklus eines Gebäudes und nicht nur allein die technische Lebensdauer von Einzelbauteilen, zugrunde gelegt. Diese umfassendere Betrachtung hat bei Sanierungen dazu geführt, dass sich hohe Anforderungen an Wärmeschutz, Effizienz der technischen Ausstattung sowie begründete Ansprüche an Komfort und Behaglichkeit einschließlich einer ausreichenden und gleichmäßigen Frischluftqualität, durchsetzen konnten.

Das Beispiel des sanierten Theodor-Heuss-Gymnasiums (THG) verdeutlicht einen weiteren wichtigen Aspekt, der in der Energieleitlinie genannt wird und der die Grundlage des nachhaltigen und energiesparenden Bauens oder Sanierens bildet: Die integrale Planung. Sie ist ein grundlegender Planungsansatz, um einseitig geprägte architektur- oder technikbestimmte Lösungen zu vermeiden. Das positive Beispiel des THG zeigt eindrucksvoll, wie sich dieser Ansatz gewinnbringend auf das Gesamtergebnis auswirkt, von dem besonders auch die Nutzer profitieren (vgl. 5.2. u. 8.1.1.).

Konsequent energiesparendes und nachhaltiges Bauen bietet die Möglichkeit, zukünftig noch einen Schritt weiter zu gehen und sich dem Plusenergiehaus zu nähern, einem Standard, von dem zu erwarten ist, dass er sich innerhalb der kommenden 10 Jahre durchsetzen wird, zumal der Gesetzgeber bereits mit dem Ziel der Niedrigstenergiehäuser genau in diese Richtung zielt. Das neue Verwaltungszentrum im Stühlinger wird zeigen, wie der Standard Plusenergiehaus bei großen Gebäuden zu realisieren ist.

### **2.3 Datenlage, Softwareunterstützung, Abrechnung**

Die Energiedaten wurden beim GMF bis 2014 in einer Oracle Datenbank verwaltet. Das bis 2014 zur Verfügung stehende Energieprogramm Akropolis ermöglichte zwar zahlreiche nützliche Auswertungen, allerdings bestand ein dauerhaftes Schnittstellenproblem. Die Verbrauchsdaten vom Versorger standen nicht direkt zur Verfügung, sondern mussten monatlich aufwändig in separaten Dateien erstellt werden. Nach den Kostendaten werden deshalb ab 2014 auch die Verbrauchsdaten direkt über SAP bereitgestellt. Einfache Auswertmöglichkeiten sind über SAP oder Windows-Anwendungen möglich. Das Energiemanagement prüft derzeit spezielle Monitoring-Programme, um zukünftig notwendige Auswertmöglichkeiten ergänzen zu können.

Die Energierechnungen haben sich in den letzten Jahren grundlegend geändert. Sie enthalten heutzutage deutlich mehr Informationen, bedingt durch die Liberalisierung der Energiemärkte und beispielsweise der Folge, dass die Energieversorger Vertrieb und Netzdienstleister in zwei Unternehmen zu trennen hatten. Dieser Prozess zog aber auch Probleme beim Kunden nach sich. So konnten Energierechnungen bedingt durch Umstellungsfehler teilweise erst um ein Jahr später verbucht werden, so dass wiederum die aktuelle Datenbasis für längere Zeit unvollständig war. Zudem sind die Energieabrechnungen komplizierter im Aufbau und in der Nachverfolgung bei der Rechnungsprüfung. Erschwerend kam hinzu, dass vom Energiedienstleister die überwiegende Zahl der Abnahmestellen zwischenjährig (rollierend) ausgezählt und abgerechnet wurde. Die Verbrauchsdaten eines Jahres liegen dann erst Ende des nächsten Jahres vollständig vor. Die Daten des Jahres 2013 waren damit erst Ende Oktober 2014 voll verfügbar.

Um diesen Nachteil zu vermeiden, hat das Energiemanagement mit dem Energiedienstleister eine Ablesung aller Zähler zum 31.12. des Jahres vereinbart, so dass nach der Rechnungsstellung alle Daten für das Vorjahr mit dem 2. Quartal eines jeden Jahre vorliegen müssen. Auch die neu aufgetretenen Probleme bei der Rechnungsstellung sind zwischenzeitlich behoben worden und es kann ab 2015/16 wieder mit einer normalen Datenlieferung und Verbuchung gerechnet werden.



### 3 Energiecontrolling

#### 3.1 Preisentwicklung

Im Vergleich zum Basisjahr 1990 (Index = 100) entwickelten sich die Preise wie folgt:

	1990	1999	2009	2013
<b>Fernwärme</b>	100	147,3	288,1	280,3
<b>Gas</b>	100	121,7	344,8	270,3
<b>Öl</b>	100	131,6	253,1	409,4
<b>Strom</b>	100	92,0	109,5	119,4
<b>Wasser</b>	100	132,7	132,8	145,3

Tab. 1: Preisentwicklung

Die Entwicklung der Bezugspreise für die städtischen Gebäude zeigt ein Stück weit den Erfolg des GMF beim Energieeinkauf. Ab dem 4. Quartal 2012 kauft das GMF Strom und Erdgas nach einem neuen Modell marktorientierter ein, als das bisher möglich war. Zudem sanken der Einkaufspreis für Erdgas sowie der absolute Erdgaspreis (incl. Steuern u. Abgaben). Der Preisindex Erdgas ist insgesamt gesunken. Beim Strom hingegen stieg der Preisindex an. Der Anstieg wäre mit rund 25% deutlich höher ausgefallen, da sich allein die Kosten für die EEG-Umlage<sup>1</sup> (vgl. Tab. 2.) stark erhöht haben<sup>2</sup>. Der Anstieg konnte so aber auf 10% begrenzt werden.

<b>Kosten der EEG-Umlage Strombezug GMF</b>		
Strombezug GMF durchschnittlich:		27.000.000 kWh/a
<b>Jahr</b>	<b>EEG-Umlage netto</b>	<b>Kosten (brutto)</b>
	ct/kWh	€/a
2009	1,13	363.069
2010	2,05	658.665
2011	3,53	1.134.189
2012	3,59	1.153.467
2013	5,28	1.696.464
2014	6,24	2.004.912

Tab. 2: Entwicklung und Kosten der stark gestiegenen EEG-Umlage von 2009 bis 2014<sup>3</sup> für den gesamten Strombezug des GMF (städtischen Gebäude, einschl. Straßenbeleuchtung u. Signaleinlagen etc.)

<sup>1</sup> EEG-Umlage: Jährlich neu festgelegter und zu entrichtender Aufschlag je bezogene kWh, gemäß Erneuerbare-Energien-Gesetz. Die EEG-Umlage stieg von 2009 auf 2013 um über 4ct/kWh an.

<sup>2</sup> Steuern und Abgaben machen mittlerweile den größten Anteil beim Strompreis aus. Der Preisanteil, der beim Energieeinkauf beeinflusst werden kann, beträgt nur noch knapp 40%.

<sup>3</sup> In den Stromabrechnungen wird die EEG-Umlage netto dargestellt, bei den durch sie entstehenden Kosten sind jedoch die MWST hinzu zu rechnen (brutto)

Aufgrund der EEG-Novelle von 2014 liegt die EEG-Umlage für 2015 bei 6,17 ct/kWh.

Der Ölpreis befand sich 2013 noch auf einem relativ hohen Niveau, allerdings war der rasante Preisanstieg der vergangenen Jahre bereits gestoppt. Der Ölpreis hat aber an Bedeutung verloren, weil z.B. der Erdgaspreis nicht mehr die hohe Bindung an den Ölpreis hat, wie noch vor der Liberalisierung der Energiemärkte.

Der Fernwärmepreis folgt zunehmend dem Erdgas- und weniger dem Heizölpreis, zumal in allen von den Energieversorgern eingesetzten KWK-Anlagen Erdgas als Basisenergie eingesetzt wird. Hierdurch, aber auch durch neu gestaltete Abnahmeverträge, sank der Bezugspreis für die Fernwärme (Erläuterung verwendeter Kürzel wie KWK s. Anhang).

Der Wasserpreis stieg gewohnt moderat an.

### 3.2 Bereinigung der Werte

Heizgradtage	1990	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Freiburg / Stadt	1.605	1.771	1.554	1.851	1.850	1.878	1.875	1.851	2.013	2.008	2.329	1.740	1.987	2.181	1.561

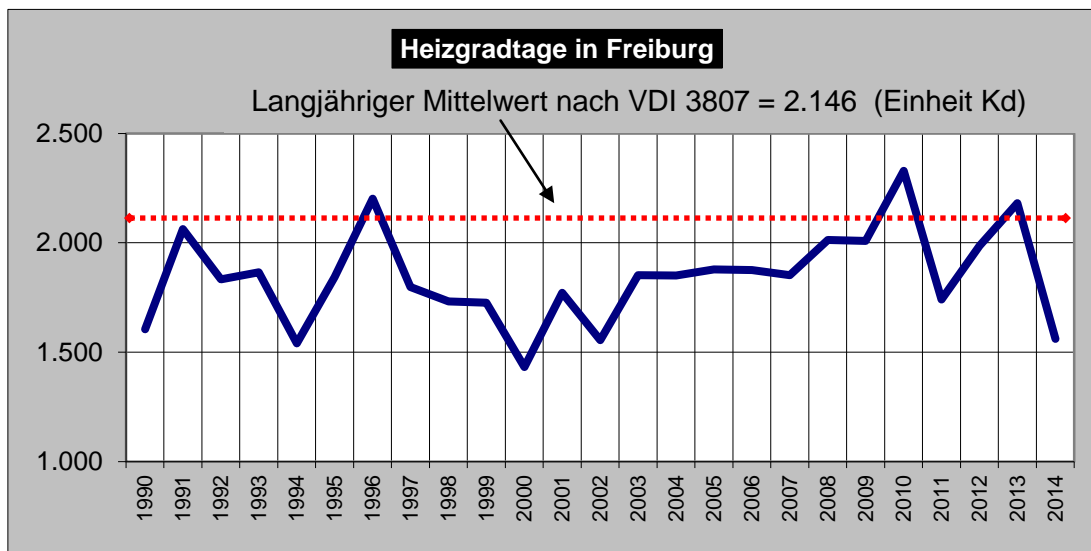


Abb.1: Heizgradtage<sup>4</sup> Stadt Freiburg i. Br.

Damit bei einem Gebäude der Heizenergieverbrauch verschiedener Jahre miteinander verglichen werden kann, ist eine Witterungsbereinigung erforderlich<sup>5</sup>. Hierdurch wird der Einfluss der Witterung auf den Verbrauch ausgeschlossen und der tatsächliche Wärmebedarf der Gebäude erkennbar. Die im Energiebericht verwendeten Wärmeverbrauchswerte sind alle witterungsbereinigt aufgearbeitet.

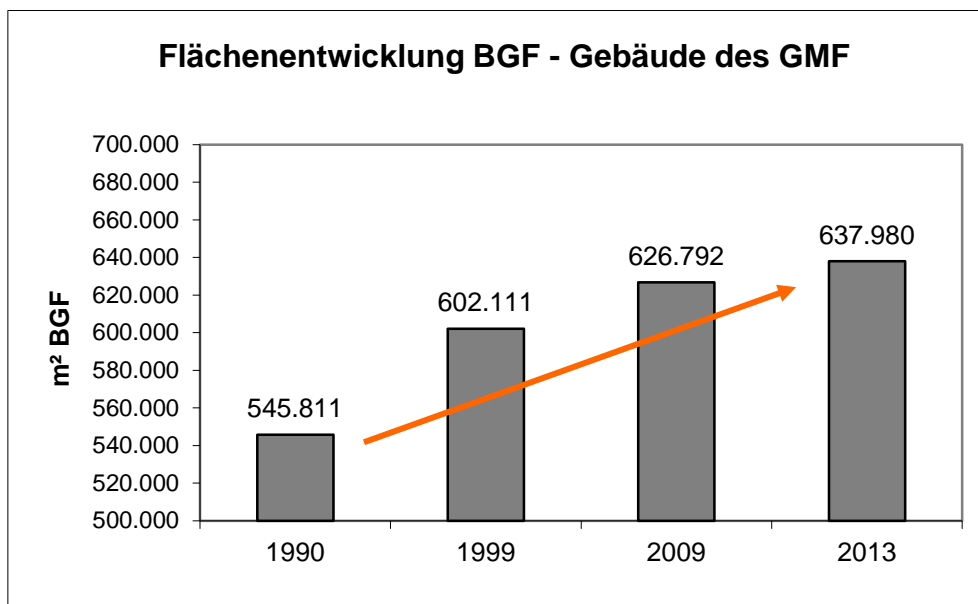
<sup>4</sup> Heizgradtage s. Anhang unter HGT. Je höher der Wert der Heizgradtage ist, desto kälter war es in diesem Jahr während der Heizperiode.

<sup>5</sup> Im Gegensatz zum Klimaschutzkonzept der Stadt, wo der Vergleich mit anderen Städten im Vordergrund steht, ist eine Witterungsbereinigung hier erforderlich, da der Vergleich der eigenen Gebäude und die jährliche Entwicklung der Verbräuche im Vordergrund stehen.

Die Abb. 1 zeigt, dass der langjährige Mittelwert durchwegs unterschritten wurde, es gab mehrheitlich warme Jahre. Ausnahmen bildeten das Jahr 1996 sowie die Jahre 2010 und 2013, die kälter als das langjährige Mittel waren. Diese bildeten aber keine Trendwende. Die Tendenz geht immer noch deutlich hin zu wärmeren Jahren. So war auch das Jahr 2014 wiederum sehr warm.

### 3.3 Flächenentwicklung

Um die Gesamtverbräuche der Gebäude richtig einordnen und abgleichen zu können, ist eine Betrachtung der Flächenentwicklung erforderlich.



**Abb. 2: Flächenentwicklung der Liegenschaften des GMF**

In der Stadt Freiburg steigt die Einwohnerzahl permanent an, so dass dem auch der Bedarf an öffentlichen Einrichtungen zwangsläufig folgt. Die Gebäudefläche wuchs von 2009 bis 2013 um rd. 11.000 m² und zeigt eine stetige Zunahme wie in den Jahren zuvor.

### 3.4 Versorgungsstruktur

Die Gebäude des GMF zeigen folgende Versorgungsstruktur:

<b>Anteile der Wärmeversorgung</b>				
	<b>1990</b>	<b>1999</b>	<b>2009</b>	<b>2013</b>
<b>Fernwärme</b>	11,5%	11,8%	20,1%	24,8%
<b>Erdgas</b>	59,6%	59,6%	62,4%	64,5%

<b>Heizöl</b>	28,8%	28,6%	16,4%	10,3%
<b>Holz<sup>6</sup></b>	0,0%	0,0%	1,1%	0,4%

**Tab. 3: Art der Wärmeversorgung**

Das GMF verfolgt das Ziel, den Heizölverbrauch weiter zu senken. Heizöl hat nicht nur vergleichsweise schlechte spezifische Emissionswerte, es ist auch an den Energiemärkten im Vergleich zu Erdgas deutlich teurer geworden und zeigt eine stark volatile Preisentwicklung. Der Einsatz von Heizöl konnte von 16,4% auf 10,3% und damit relativ stark gesenkt werden. Absolut betrachtet sank der Öleinkauf von 2009 bis 2013 um über 60% von rd. 760.000 Liter auf nunmehr 490.000 Liter,<sup>7</sup> mit weiter stark sinkender Tendenz.

Der Erdgasverbrauch steigt durch die Umstellung von Heizöl auf Erdgas, aber auch durch den zunehmenden Einsatz von BHKWs, die effizient lokal Strom erzeugen, dafür aber ebenfalls Erdgas verbrauchen, an. Umstellungen auf Fernwärme können aber auch der Einsatz von Erdgas verringern (Beispiel Wentzinger Schulen), weshalb der Anteil absolut nur gering stieg.

Der Anteil der Fernwärme stieg durch den Anschluss weiterer großer Liegenschaften wie den Wentzinger-Schulen oder der Hauptfeuerwache deutlich an. Der Anschluss an eine Fernwärme ist aber keinem Automatismus unterworfen, sondern erfolgt dann, wenn die Fernwärme wirtschaftlich ist, die bereitgestellte Wärme auf der Basis der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) erzeugt wird und der Energieträger Kohle nicht eingesetzt wird.

Exkurs: Die angekündigte Umstellung beim UNI-Klinikum, von der bislang verwendeten Kohle auf den alternativen Brennstoff Holzpellets, musste zunächst abgewartet. Dann konnte 2012 die sanierte und erweiterte Merianschule an das Netz des UNI-Klinikums angeschlossen werden. Die direkt an der Schule vorbeiführende Hauptleitung des UNI-Klinikums ermöglicht einen einfachen und konkurrenzlos günstigen Anschluss und damit eine wirtschaftliche und aufgrund des Pelletteinsatzes nun auch ökologisch sinnvolle Fernwärmelieferung.

Der direkte Einsatz von Holzenergie hat sich verringert<sup>8</sup>. Die wichtige Holz hackschnitzelanlage in den Weiherhofschulen kann derzeit nicht durchgehend betrieben werden (vgl. 9.3, S. 38ff). Der Holzpelletkessel des neuen Passiv- u. Plusenergiehaus Kindergartens Urachstraße kann zudem nicht bilanziert werden, weil das Gebäude nicht von der Stadt betrieben wird.

### **3.5 Verbräuche Energie und Wasser**

Die Gebäude des GMF hatten in 1990, 2009 und 2013 folgenden Verbräuche:

<sup>6</sup> Zuzüglich der mit Holzenergieanteil fernwärmeversorgten Gebäude im Stadtteil Vauban (WärmePlus) sowie Neuanschluss Merianschule und Altanschluss Lortzingschule (Holzpelletanteil, UNI-Klinikum)

<sup>7</sup> Zum Vergleich: 1990 wurden noch 1,53 Mio. Liter Heizöl eingekauft

<sup>8</sup> Bei der Erzeugung der Fernwärme setzen die Energieversorger teilweise Holz als Brennstoff ein. So werden im Heizkraftwerk des UNI-Klinikums neuerdings Holzpellets eingesetzt. Theoretisch würde der Anteil der eingesetzten Holzenergie in den städtischen Gebäuden Merianschule und Lortzingschule und damit in der hier vorgestellten Gesamtbilanz deutlich steigen. Auch bei der Erzeugung der Fernwärme im Stadtteil Vauban wird Holzenergie eingesetzt. Die einzelnen Brennstoffe der Fernwärme können jedoch nicht einzeln bilanziert werden.

	Einheit	Jahre			Veränderung	
		1990	2009	2013	1990-2013	2009-2013
<b>Heizenergie</b>	[MWh]	74.379	48.594	44.245	-40,51	-8,95
<b>Strom</b>	[MWh]	10.524	11.764	13.183	25,27	12,06
<b>Wasser</b>	[m <sup>3</sup> ]	212.972	115.755	103.192	-51,55	-10,85

Tab. 4: Energie- und Wasserverbrauch 1990, 2009 und 2013

Die Tabelle zeigt, dass der Bedarf an Heizenergie von 2009 bis 2013 um 8,95% gesenkt werden konnte. Dies ist vor allem auf die umfassenden Wärmeschutzsanierungen sowie Optimierungen im Betrieb zurückzuführen. Negativ wirkte sich insbesondere der Verbrauch des Augustiner Museums und der Hauptfeuerwache aus. Insbesondere der hohe zusätzliche Stromverbrauch macht sich in der Bilanz bemerkbar. Der gestiegene Stromverbrauch von 12,06% ist weiterhin eine Folge zusätzlicher Stromanwendungen, wie der Bedarf für die Ganztageseinrichtungen in Schulen mit Mensen.

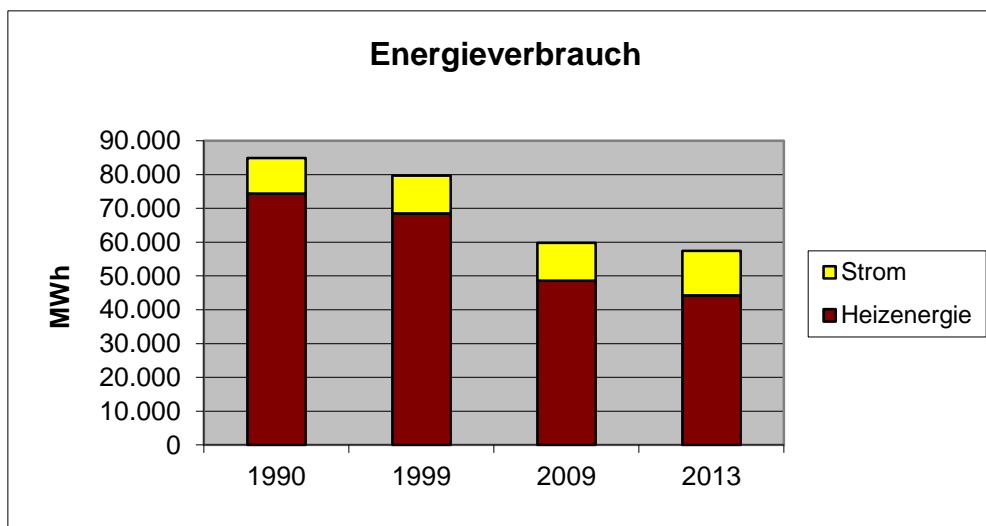
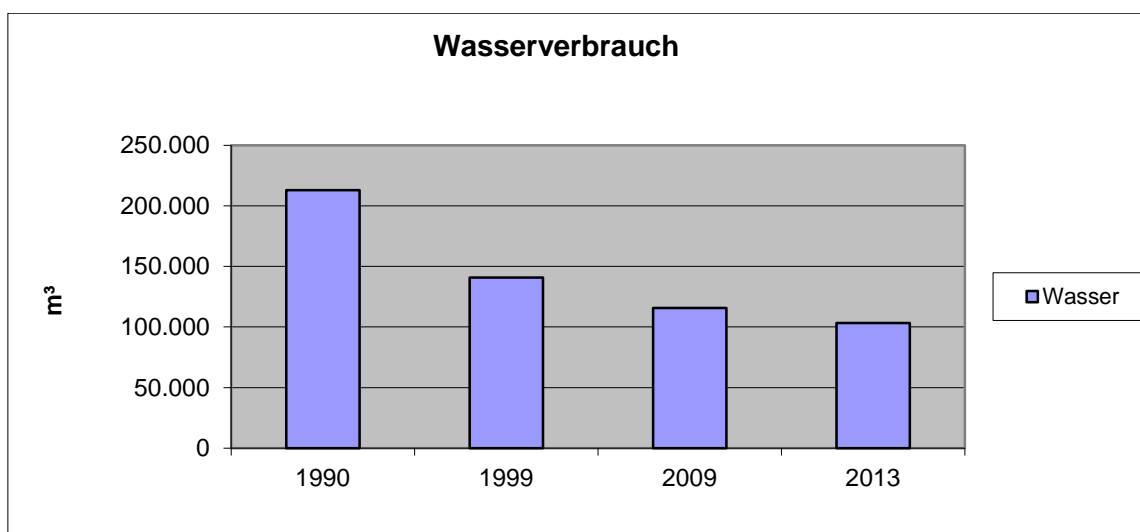


Abb. 3: Energieverbrauch Strom und Heizenergie

Im Vergleich zum Basisjahr 1990 wurde der Heizenergiebedarf um 40,51% verringert.

Der Stromverbrauch stieg allerdings um über 25,3% an.



**Abb. 4: Wasserverbrauch**

Der Wasserverbrauch wurde, wie Abbildung 4 zeigt, um über 50% deutlich reduziert.

Damit der Anstieg der Flächen bei der Entwicklung der Verbräuche mit berücksichtigt werden kann, müssen spezifische Verbrauchswerte gebildet werden. Die Tabelle 5 zeigt folgendes Ergebnis:

		Jahre			Veränderung	
	Einheit	1990	2009	2013	1990-2013	2009-2013
<b>Heizenergie</b>	[kWh/m²]	136,3	77,5	69,4	-49,11 %	-14,07%
<b>Strom</b>	[kWh/m²]	19,3	18,8	20,66	7,70 %	10,10 %
<b>Wasser</b>	[l/m²]	390,2	184,7	161,7	-58,55 %	-12,42 %

**Tab. 5: Spezifische Verbrauchszahlen**

Von 1990 bis 2013 konnte der Einsatz von Heizenergie relativ um 49,11% gesenkt werden. Im Vergleich der Jahre 2009 bis 2013 betrug die Minderung des Heizenergieeinsatzes 14,07%. Ausschlaggebend für diesen Erfolg sind viele unterschiedliche Maßnahmen und Optimierungen, besonders aber die in diesem Zeitraum fertiggestellten Sanierungen (vgl. S.32ff.).

Der Stromverbrauch stieg relativ von 1990-2013 um 7,7%. Zum Vergleich: Im letzten Energiebericht 2009 konnte zwischen 1990-2009 noch eine leichte Minderung festgestellt werden. Das Ergebnis verdeutlicht den zunehmenden Stromverbrauch in den städtischen Gebäuden.

Hingegen sinkt der Wasserverbrauch kontinuierlich weiter und zeigt mit 58,55% einen beachtlichen Einsparerfolg. Sogar der Mehrbedarf für Mensen und Kücheneinrichtungen konnte bislang durch wassersparende Maßnahmen mehr als aufgefangen werden.

### 3.6 Kosten Energie und Wasser

	Kosten [Mio. €]			Veränderung	
	1990	2009	2013	1990- 2013	2009-2013
<b>Wärme</b>	1,41	4,12	3,72	163,6%	-9,8%
<b>Strom</b>	1,91	2,19	2,62	37,4%	19,8%
<b>Wasser</b>	0,44	0,32	0,31	-29,0%	-2,4%
<b>Gesamt</b>	3,77	6,63	6,65	76,5%	0,4%

Tab. 6: Kostenentwicklung Energie- und Wassereinkauf

Die Kosten für den Energieeinkauf haben sich im Vergleich zum letzten Energiebericht nur unwesentlich erhöht.

Die Gründe liegen vor allem darin, dass die hohe Einsparung an Wärmeenergie seine Wirkung zeigt, der Gaspreis gefallen ist und das GMF diesen Vorteil durch einen angepassten und günstigen Energieeinkauf sowie durch den Wechsel vom teuren Energieträger Öl hin zu Erdgas nutzen konnte. Auch der erste selbst erzeugte Strom (Eigenstrombezug BHKW) wirkt sich an dieser Stelle<sup>9</sup> bereits leicht positiv aus. Auf der anderen Seite muss für die Stromerzeugung in den BHKWs mehr Erdgas eingekauft werden. Zudem entstanden höhere Kosten vor allen durch den zusätzlichen Strombedarf und den gestiegenen Strompreis. Zwar konnte für die städtischen Liegenschaften ein günstiger Stromeinkaufspreis erzielt werden, durch erhöhte Abgaben und Steuern stieg der Strompreis absolut betrachte jedoch an (vgl. S.10).

Bei den Wasserkosten zeigt sich der Vorteil der kommunalen Trägerschaft. Sie stiegen gewohnt moderat an.

### 3.7 Kennzahlentwicklung

Die aktuellen und gesamten Energie- und Wasserverbrauchskennwerte für die Gebäude des GMF sind im Anhang des Berichts dargestellt. Die Kennwerte dienen als Maß für die Höhe des Energieverbrauchs. Im Vergleich mit Objekten gleicher Nutzung lässt sich eine energiebezogene Einstufung der Gebäude vornehmen. Um die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, werden nur die wichtigsten Verbrauchsmittelwerte dargestellt. Wegen der höheren Aussagekraft wird als Vergleichsbasis der jeweilige Mittelwert des flächenbezogenen Wärme-, Strom- oder Wasserverbrauchs aus dem eigenen Gebäudepark verwendet.

### 3.8 CO<sub>2</sub>-Entwicklung und Klimaschutz

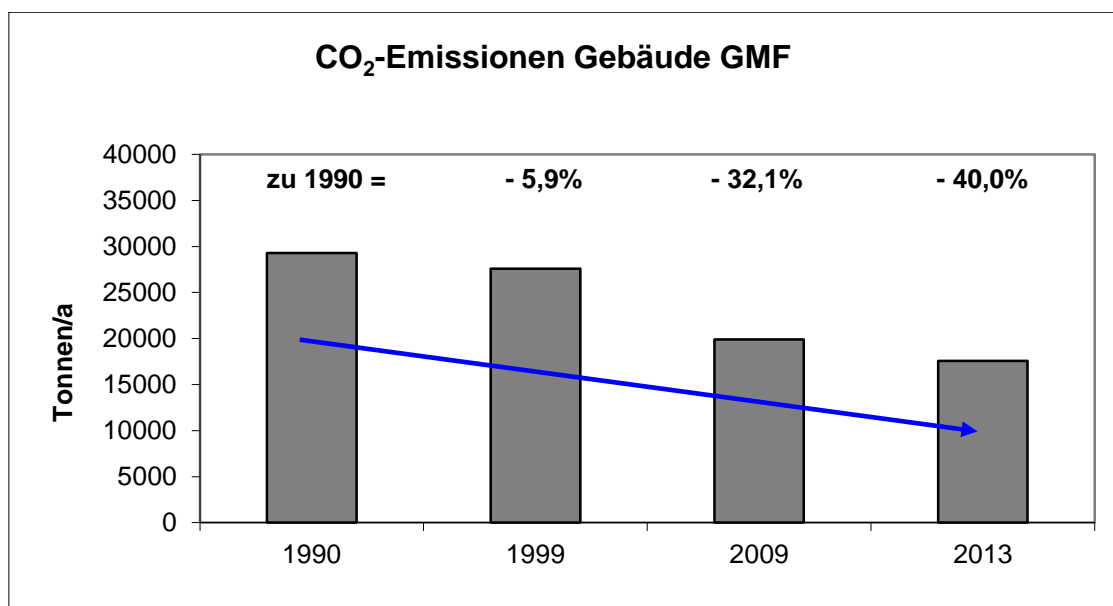
Das Gebäudemanagement hat die CO<sub>2</sub>-Entwicklung auch für diesen Bericht fortgeschrieben. Die Stadt Freiburg hat sich per Gemeinderatsbeschluss im Jahr 2007 gemäß Drucksache G-07/102 zunächst verpflichtet, ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen bis zum Jahr 2030 um 40% zu senken. Im Jahr 2014 wurde das Ziel gemäß Drucksache G-14/047 auf 50% erhöht (vgl. S. 8). Bezugsjahr für das Gebäudemanagement ist das Jahr 1990<sup>10</sup>.

<sup>9</sup> Die Eigenstromerzeugung senkt die Strombezugskosten, allerdings fallen u.a. für Wartung- und Unterhaltung etc. auch wieder Kosten an, die an anderer Stelle budgetiert werden.

<sup>10</sup> vgl. EB 2000, s. 14 f

Wie die nachfolgende Tabelle zeigt, hat sich die CO<sub>2</sub>-Einsparung gegenüber dem letzten Energiebericht weiter verbessert. Ohne den Flächenzuwachs zu berücksichtigen, wird bereits eine CO<sub>2</sub>-Einsparung von 40%, gegenüber dem Ausgangsjahr 1990 erzielt.

Grundlage der Emissionsberechnungen sind mit dem Umweltschutzamt abgestimmte spezifische Emissionen auf der Grundlage des Klimaschutzkonzeptes der Stadt Freiburg.<sup>11</sup> Bei der Berechnung der Emissionen werden ausschließlich die Gebäude berücksichtigt, für die das GMF zuständig ist<sup>12</sup>. Die folgende Betrachtung einschließlich Flächenzuwachs entspricht in der Bilanzierung der Vorgehensweise gemäß dem Klimaschutzkonzept der Stadt Freiburg.



**Abb. 5: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen Gebäude GMF**

**Ergebnis und Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen (trotz Flächenzuwachs +16,9 %)**

**CO<sub>2</sub> Einsparung Vergleich 1990 mit 2013 = - 11.729 Tonnen  $\triangle$  40 %**

<sup>11</sup> Die Fernwärmelieferanten geben die spezifischen Emissionen der Fernwärme ohne Netzverluste an. Deshalb werden 15% Netzverluste pauschal berücksichtigt.

<sup>12</sup> Beispiel: Wechselt z.B. die Zuständigkeit für den Betrieb eines Gebäudes, z.B. Wohnheime oder Stadtgärtnerei, erfolgt eine Bereinigung aller Daten des GMF auch die der Basiswerte 1990, da hier keine echte Einsparung vorliegt. Wird hingegen ein Gebäude für das Ersatz geschaffen wurde veräußert, können Einsparungen bzw. Mehrverbräuche ohne Bereinigung bilanziert werden.



Wird der Flächenzuwachs, wie in der nächsten Tabelle dargestellt, berücksichtigt, beträgt die Einsparung sogar 48,7%. Das GMF erreicht damit schon heute nahezu das neue Klimaschutzziel der Stadt Freiburg von 50% CO<sub>2</sub>-Einsparung bis zum Jahr 2030.

<b>Einsparungen CO<sub>2</sub> bezogen auf BGF</b>				
	<b>1990</b>	<b>1999</b>	<b>2009</b>	<b>2013</b>
CO <sub>2</sub> -Emissionen [t/a]	29.305	27.577	19.903	17.576
<b>Einsparung CO<sub>2</sub> bezogen auf BGF [%]</b>		<b>-14,7</b>	<b>-40,9</b>	<b>-48,7</b>

**Tab. 7: Einsparung an CO<sub>2</sub> in Tonnen pro Jahr bezogen auf die BGF**

**Hinweise zur Emissionsbilanz:** Bei der lokalen Betrachtung der CO<sub>2</sub>-Minderung für die städtischen Gebäude kann die Qualität des bezogenen Stromes<sup>13</sup> nicht berücksichtigt werden.

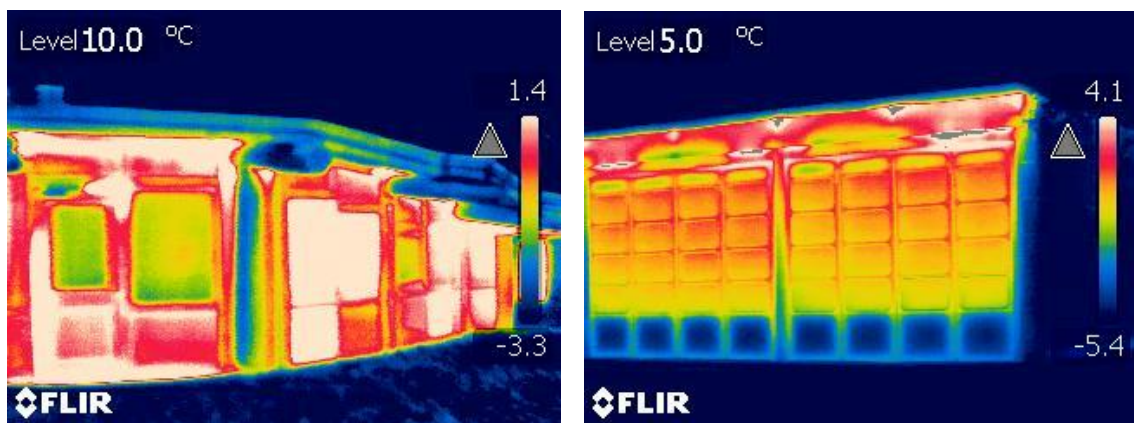
<sup>13</sup> Ökostrombezug 100% für alle Liegenschaften der Stadt einschl. Straßenbeleuchtung etc.

## 4 Investive Maßnahmen

### 4.1 Bauliche Sanierungsmaßnahmen

Die Durchführung von Sanierungsmaßnahmen orientiert sich beim Gebäudebestand des GMF hauptsächlich an den baulichen Notwendigkeiten. Beispielsweise die Umstellung auf einen Ganztagesbetrieb, also vorrangig programmatische Änderungen, lösen häufig die Sanierung der Schule aus. Die durchzuführenden Maßnahmen werden im Rahmen der Planung durch das eingesetzte Planungsteam ermittelt. Bei umfangreichen Sanierungen werden dann die Fenster, die Fassaden und das Dach etc. wärmeschutztechnisch ertüchtigt. Das Energiemanagement liefert zu diesem Zweck die notwendigen Gebäudekennzahlen, technische Daten wie Lastgänge und die Verbrauchszahlen. Bei kleineren Liegenschaften erstellt das Energiemanagement ein erstes Grob- bzw. Orientierungskonzept als Ausgangsbasis für das weitere Vorgehen.

Durch begleitende oder vorausgehende Untersuchungen wie beispielsweise Thermografieaufnahmen können bauliche Mängel wie ein fehlender oder ein zu schwacher Wärmeschutz, vorhandene Wärmebrücken, problematische Anschlussdetails oder die Lage von Wärmeleitungen nachgewiesen werden.



**Abb. 6: Thermografie des Jugendhauses St. Georgen - geringer Wärmeschutz, insbesondere durch teilweise vorhandene Einfachverglasung**

**Abb. 7: Thermografie der Steinriedhalle mit hohen Verlusten im Dachanschlussbereich (Dach z.T. bereits saniert)**



**Abb. 8 u. 9: Begehung des Museums für Neue Kunst – fehlende äußere Verschattung und Halogenstrahler führen zu hohen Innenraumtemperaturen und hohen Energiekosten**

Die im Haushalt ausgewiesene Pauschale für Energiesparmaßnahmen wurde in den Jahren 2010 bis 2014 schwerpunktmäßig zur Finanzierung von Wärmeschutzmaßnahmen und zum Einsatz effizienter Technik bei Heizungs- und Lüftungsanlagen sowie für energiesparende Beleuchtung verausgabt. In der Regel konnte für diese Maßnahmen eine Förderung durch das für kommunale Klimaschutzmaßnahmen interessante Förderprogramm Klimaschutz-Plus (s.u.) erreicht werden. Projektbezogen können klimaschutzrelevante Projekte, wie z.B. das BHKW Tunibergschule, über Klimaschutzmittel aus der Konzessionsabgabe mit finanziert werden. Stehen Projekt und Investitionsmittel fest, können Fördermittel beantragt werden, die die städtisch bereitgestellten Mittel ergänzen, und auch zusätzliche Maßnahmen ermöglichen.

#### **4.1.1 Förderprogramm Klimaschutz-Plus**

Förderanträge beim Klimaschutz-Plus Programm des Landes werden vom Energiemanagement gestellt. Die Förderungen des Klimaschutz-Plus Programms des Landes Baden-Württemberg bietet direkte Zuschüsse, die deutlich über den KfW-Förderungen des Bundes liegen, welche in der Regel über eine Zinsverbilligung erfolgen. Im Durchschnitt wird eine Förderquote von ca. 10% der förderfähigen Investitionen erzielt.

Exkurs: Bei der Höhe der Fördermittel z.B. für Wärmeschutzmaßnahmen wird allerdings auch die Art der Wärmeversorgung der Liegenschaft mit berücksichtigt. Eine CO<sub>2</sub>-günstige Energieversorgung, beispielsweise durch Nahwärmeversorgung auf der Basis der Kraft-Wärme-Kopplung oder ein BHKW in der Heizungszentrale sorgen dafür, dass die Förderquote deutlich sinkt. Sie beträgt dann oft kaum mehr als 5%. Das Förderprogramm spiegelt damit die empfohlene Strategie aus dem Klimaschutzkonzept der Stadt wieder. Wenn möglich, sollten Gebäude zunächst energetisch ertüchtigt, also mit einem guten Wärmeschutz ausgestattet werden, der dann zudem hoch gefördert wird.

Die Antragstellung erfolgt durch das Energiemanagement. Für folgende Projekte konnten erfolgreich Anträge gestellt werden:

Objekt	Maßnahme	Investition	Förderung	CO <sub>2</sub> -Einspar. in Tonnen		Einsparung in MWh	
				p. Jahr	Laufzeit	Wärme	Strom
Kiga Krozinger Str. 50	AW u. Decke Tiefgar.	64.569 €	7.200 €	9,7	291	64,5	
Kiga Krozinger Str. 50	Effiziente Beleuchtung	48.504 €	6.600 €	8,8	132		14,6
Anne-Frank-Schule (TH)	Wärmeschutzfenster	375.000 €	43.500 €	29,0	870	103,0	
Bürgerhaus Seepark	Effiziente Beleuchtung	115.216 €	11.950 €	15,9			26,4
Markgrafenschule	WS Dach u. Fenster	170.605 €	22.800 €	15,2	456	56,0	
	<b>gesamt:</b>	<b>773.894 €</b>	<b>92.050 €</b>				

**Tab. 9: Übersicht Antragstellung Klimaschutz-Plus im Jahr 2010<sup>14</sup>**

Objekt	Maßnahme	Investition	Förderung	CO <sub>2</sub> -Einspar. in Tonnen		Einsparung in MWh	
				p. Jahr	Laufzeit	Wärme	Strom
Stadtbibliothek	Wärmeschutzfenster	177.500 €	17.400 €	11,6	348	46,3	
Tunibergschule Opfingen	BHKW 2x20 kWel	188.733 €	37.747 €	59,4	891		
Lycee-Turenne	BHKW 1x34 kWel	172.356 €	34.471 €	65,6	984		
Th.-Heuss-Gymnasium	Wärmeschutz Boden	430.490 €	47.850 €	31,9	957	126,5	
	<b>gesamt:</b>	<b>969.079 €</b>	<b>137.468 €</b>	<b>168,5</b>	<b>3.180</b>	<b>173</b>	

**Tab. 10: Übersicht Antragstellung Klimaschutz-Plus im Jahr 2011**

Objekt	Maßnahme	Investition	Förderung	CO <sub>2</sub> -Einspar. in Tonnen		Einsparung in MWh	
				p. Jahr	Laufzeit	Wärme	Strom
Berthold-Gymnasium	Wärmeschutzfenster	346.250 €	38.850 €	25,9	777	81,3	
Hauptfeuerwache	Beleuchtung	205.359 €	41.072 €	94,0	1.410		156,4
OV-Munzingen	WS u. WS-Fenster	395.295 €	28.635 €	16,6	498	51,9	
Reinh.-Schneider Schule	Wärmeschutzfenster	389.899 €	53.130 €	30,8	924	119,2	
	<b>gesamt:</b>	<b>1.336.803 €</b>	<b>161.687 €</b>	<b>167,3</b>	<b>2.214</b>	<b>252</b>	<b>156</b>

**Tab. 11: Übersicht Antragstellung Klimaschutz-Plus im Jahr 2012**

<sup>14</sup> Vollständige Aufstellung 2010. Im letzten Bericht 2009/10 war nur eine vorläufig Darstellung möglich.

Objekt	Maßnahme	Investition	Förderung (erwartet)	CO <sub>2</sub> -Einspar. in Tonnen		Einsparung in MWh	
				p. Jahr	Laufzeit	Wärme	Strom
Friedrich-Gymnasium	WS-Fenster u. OG-D.	522.000 €	84.900 €	56,6	1.698	214,5	
Max-Weber-Schule	Dach u. Glasdach	1.039.167 €	53.130 €	30,8	924	120,3	
Deut.-Franz.-Gymnasium	Dachdämmung	479.229 €	11.100 €	7,4	222	30,2	
Pestalozzischule	WS-Fenster (Flur)	226.951 €	32.555 €	21,7	651	88,4	
Kiga Langemarkstr.	Dachdämm., Fenster	302.264 €	20.183 €	11,7	351	47,8	
	<b>gesamt:</b>	<b>2.267.347 €</b>	<b>181.685 €</b>	<b>85,7</b>	<b>2.571</b>	<b>333</b>	

Tab. 12: Übersicht Antragstellung Klimaschutz-Plus im Jahr 2013

Objekt	Maßnahme	Investition	Förderung (erwartet)	CO <sub>2</sub> -Einspar. in Tonnen		Einsparung in MWh	
				p. Jahr	Laufzeit	Wärme	Strom
Innenstadtrathaus	Wärmeschutzfenster	333.378 €	19.493 €	11,3	339	56,2	
Th.-Heuss-Gymnasium	BHKW 1x34 kWel	274.711 €	55.833 €	64,7	971		
Berufsschulzentrum	Dachdämmung	750.000 €	52.785 €	30,6	918	111,7	
	<b>gesamt:</b>	<b>1.358.089 €</b>	<b>128.111 €</b>	<b>106,6</b>	<b>2.228</b>	<b>167</b>	

Tab. 13: Übersicht Antragstellung Klimaschutz-Plus im Jahr 2014

In den Jahren 2010 bis 2014 konnten bei einer gesamten Investition von rd. 6,7 Mio. Euro Fördermittel in Höhe von 0,7 Mio. Euro für Energie- und Klimaschutzmaßnahmen an städtischen Gebäuden erzielt werden.

Die Liste der energiesparenden Maßnahmen ist mit der oben stehenden Übersicht noch nicht abgeschlossen. Zu erwähnen sind noch die zahlreichen nicht geförderten Einzelmaßnahmen, vor allem im Rahmen der Bauunterhaltung, bei denen die Kriterien der Energieleitlinie des GMF und damit auch hier das Ziel einer hohen Energieeffizienz zugrunde gelegt werden.

#### 4.2 Heizanlagenanierungen

Die folgende Abbildung zeigt die in den Jahren 2011 bis 2014 sanierten Heizanlagen. Dargestellt wird neben dem Typ alt und neu auch die reduzierte Leistung im Vergleich der alten mit der neuen Anlage sowie die Sanierungskosten.

Objekte	Maßnahme	Jahr	kW alt	Typ alt	kW neu	Typ neu	kW red.	Kosten
Kiga Edith Stein, Lehen	Heizanlage	2011	140	Gas	48	BW Gas	92	4.000 €
Ehem. Th.-bad Zähringen	Kesseltausch	2011	930	Öl/Gas	170	BW Gas	760	34.000 €
Schule Günterstal	Heizanlage	2012	424 424	Öl	170 170	BW Gas	508	107.000 €
Kiga „Fang die Maus“	Heiztherme	2012	32	Gas	26	BW Gas	6	7.600 €
OV-Waltershofen	Heizkessel	2013	25	Gas	24	BW Gas	1	13.100 €
Schlossbuckhalle Munzin.	Heizkessel u. Deckenheiz- strahlplatten	2013	370 170	Öl	240	BW Gas	300	468.000 €
Tunibergschule Opfingen	BHKW, Vertei- ler, W-Wasser, MSR	2013	349 349	Gas/Öl	94 <sup>(BHKW)</sup> 349	Gas	255	281.300 €
Lycee-Turenne	BHKW u. An- passungen	2013	1407 800	Öl/Gas	78 <sup>(BHKW)</sup> 661	Gas	1.468	164.800 €
Jugend.- u. Kinderhaus St. Georgen	Heizanlage	2013	93	Gas	45	BW Gas	48	11.800 €
Kiga Tiengen	Heizanlage	2014	64	Gas	46	BW Gas	18	16.000 €
Gerh.-Hauptmann Schule	Kesseltausch WW Sporth. u. Kiga West	2014	553 40 225 <sup>(Res.)</sup>	Gas Gas Öl	400 225 <sup>(Res.)</sup>	BW Gas Gas <sup>(Res.)</sup>	193	95.000 €
						<b>ges.:</b>	<b>3.649</b>	<b>1.202.600</b>

**Tab. 14: Heizanlagenanierungen der Jahre 2011 bis 2014**

Bei der Sanierung der städtischen Heizanlagen ist die eingesparte, reduzierte Kesselleistung von 3649 kW eine interessante Größenordnung. Sie würde ausreichen, um die Wärmeleistung von 5-6 mittelgroßen Schulen komplett abzudecken.

Neben der Einsparung von Kesselleistung ist ein weiterer positiver Effekt die Energieeinsparung, die je nach Zustand der Altanlage erzielt werden kann. Weitere Vorteile bei der Heizanlagenerneuerung sind ein höherer Gesamtwirkungsgrad (z.B. beim Einsatz eines Brennwertkessel); die Sanierung der Heizkreise mit Verbesserung der Energieverteilung, eine neue einfache und verbesserte Regelungstechnik (MSR), Hocheffizienzpumpen, Ergänzung und Optimierung der Dämmung, Optimierung der Warmwasserbereitung (Frischwasserstation) sowie eine Optimierung im Betrieb. Wichtig ist die regelmäßige Schulung der Hausmeister, vor allem an den neuen Anlagen (vgl. S.24).

Bei jeder Heizanlagenanierung müssen gemäß der Vorgabe des Gemeinderats verschiedene Varianten, Kraft-Wärme-Kopplung (BHKW), Fernwärme, Holzpellets, ggf. auch Warmwasserkollektoren etc. näher untersucht werden, wenn die jeweilige Variante grundsätzlich sinnvoll erscheint. So können z.B. Vorgaben des Denkmalschutzes, ungenügende Platzverhältnisse



oder ein Mindestmaß an Verbrauch die Auswahl einschränken. Es hat sich gezeigt, dass in städtischen Gebäuden BHKWs unter den heutigen Rahmenbedingungen ab einem Wärmebedarf von rund 400.000 kWh und einem Strombedarf von rund 100.000 kWh i.d.R. wirtschaftlich<sup>15</sup> und ökologisch betrieben werden können. Mittel aus der Konzessionsabgab sind allerdings erforderlich, damit Sie u.a. auch aufgrund der hohen Investitionen (vgl. 9.4) überhaupt realisierbar sind.



**Abb. 10 u. 11: Duscharmaturen sowie auf der Rückseite der Installationswand befindliche Frischwasserstation**

Exkurs: Im letzten Energiebericht wurde über die Bedeutung hygienisch einwandfreier Warmwassernetze berichtet. Die bisherige Lösung sah zur Vermeidung von gesundheitsgefährdenden Legionellen in zentralen Warmwassernetzen und Speichern hauptsächlich eine thermische Desinfektion vor. Das bedeutet in der Praxis: Aufheizen der Speicher und der Warmwasserleitungsnetze auf Temperaturen von mindestens 60°C. Dieser Weg hat aber den erheblichen Nachteil, dass der Verlust und der Energieverbrauch für die Warmwasserbereitung deutlich steigen. Der Wirkungsgrad der Warmwasserbereitung sinkt mitunter beträchtlich<sup>16</sup>.

Zur Vermeidung hoher Energieverluste bei der Warmwasserbereitung und als hygienisch einwandfreie Lösung hat das Energiemanagement Frischwasserstationen vorgeschlagen. Die erste Anlage wurde in den Hallen der Wentzinger-Schulen im Jahr 2009 eingesetzt. Bei dieser Technik wird kein Warmwasser, sondern Heizungswasser gespeichert. Damit entfallen kritische Bereiche im Warmwassernetz, in denen Legionellen entstehen können. Erst unmittelbar vor der Zapfstelle wird bei Bedarf die Wärme aus dem gespeicherten Heizungswasser über einen Wärmetauscher auf frisches Kaltwasser übertragen, das dann als Warmwasser, beispielsweise in einer Dusche in Sporthallen, zur Verfügung steht.

Diese Technik hat sich mittlerweile bewährt. Bei Neubauten und Sanierungen wird bei Zapfstellen, die einen regelmäßigen Bedarf aufweisen, ausschließlich diese Technik eingesetzt. Bei selten genutzten Zapfstellen mit geringem Durchfluss kommen auch elektrische Durchlauf-

<sup>15</sup> Bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wird auch die CO<sub>2</sub>-Reduktion (umwelt- bzw. volkswirtschaftliche Komponente) von 50 €/Tonne eingesparte CO<sub>2</sub> mit einbezogen.

<sup>16</sup> Es wurden schon Wirkungsgrade der Warmwasserbereitung von unter 50% z.T. von nur 10% festgestellt, der Energieverlust liegt dann bei 50 bzw. 90%.

erhitzer in Frage, die dann sogar die wirtschaftlich und ökologisch sinnvollere Alternativen darstellen, weil sie fast keine Bereitstellungsverluste haben.

#### 4.3 **Contracting**

In den seit 2001 umgesetzten vier Pools<sup>17</sup> wurden Investitionen von insgesamt 8,5 Mio. € getätigt. Die Einsparungen pro Jahr liegen bislang bei 7,4 Mio. kWh Wärme und 1,3 Mio. kWh Strom. Die finanzielle Einsparung beträgt bisher rund 698.000 € pro Jahr. Im Jahr 2015 läuft Pool 1 aus, so dass die Anlagen und die Anlagenbetreuung wieder zurück an das GMF gehen.

---

<sup>17</sup> Mehrere Gebäude wurden zu einem Pool zusammengefasst, um ein ausreichendes Auftragsvolumen zu erzielen.



## 5 Schulungen Hausmeister, Informationen Nutzer und -befragung

### 5.1 Hausmeisterschulungen

Die Hausmeister für die sich das Gebäudemanagement verantwortlich zeichnet, wurden in den vergangenen Jahren in Zusammenarbeit mit der Gewerbeakademie Freiburg intensiv in Heizungstechnik von einem fachlich hervorragenden Referenten theoretisch und praktisch geschult.



**Abb. 12: Schulung der Hausmeister des GMF**

Ein spezieller Schulungsteil wurde eigenes vom Energiemanagement entwickelt. Die Hausmeister werden im speziellen Umgang mit Datenloggern von erfahrenen Hausmeistern geschult. Von Kollege zu Kollege lernt es sich besser und die Motivation ist hoch. Mit den nützlichen Funktionen der Datenlogger können die Hausmeister beispielsweise Temperaturen an den Heizungen aufzeichnen und die Heizungsregelung überprüfen. Defekte Sensoren, Schaltungen oder auch Mischer sind so erkennbar und können dann ggf. neu eingestellt oder erneuert werden. Der Datenlogger bietet dem Hausmeister aber noch eine weitere Hilfe. So kann er anhand der Temperaturaufzeichnung nicht nur die derzeitige Raumtemperatur ermitteln, sondern auch den Verlauf der Raumtemperatur über den Tag nachweisen und beispielsweise überprüfen, ob richtig gelüftet wurde, die Räume rechtzeitig zum Schulbeginn die notwendige Temperatur hatten und viele Fragen nachprüfbar und sicher beantworten.

### 5.2 Nutzerinformation

Auch die Nutzer müssen die notwendigen Informationen erhalten, um mit dem ihnen überlassenen Gebäude richtig umgehen zu können. Vor allem nach Sanierungen oder mit dem Bezug eines Neubaus ist der Informationsbedarf hoch. Auch die neu bezogenen Passivhäuser müssen den NutzerInnen erläutert und das eine oder andere Missverständnis oder auch Vorurteil ausgeräumt werden.



**Abb. 13 u. 14: Informationsveranstaltung des GMF mit 70 interessierten Lehrerinnen und Lehrer zum Thema: Funktion Passivhaus und neue Technik im sanierten THG**

Darüber hinaus erstellt das Energiemanagement spezielle Informationen, die den Nutzerinnen und Nutzern zur Verfügung gestellt werden. Ziel ist, die Nutzer im Umgang mit dem neuen Gebäuden zu unterstützen und das Nutzerverhalten insgesamt zu verbessern. Beispielsweise ist es beim Thema Lüftung wichtig, dem Nutzer zu verdeutlichen, dass durch ein unbewusstes Öffnen der Fenster während der Heizzeit die Lüftungsanlage in ihrer Funktion gestört wird und in der Folge die eingeblasene Luft zu kühl wird, was wiederum das Wohlbefinden der Nutzer stören würde. Durch diese Informationen können Fehlfunktionen der Anlagen vermieden werden, was auch im Interesse der Nutzer ist.

**Merianschule – Neubau**



**An alle NutzerInnen,**

der Neubau hat den Vorteil eine Lüftungsanlage, den der Altbau und viele Schulen nicht bieten können, denn:

1. die Lüftungsanlage sorgt jederzeit für frische Luft, Fenster brauchen nicht mehr geöffnet werden.
2. sie spart Energie, denn die Energie der warmen aber „verbrauchten“ Raumluft, wird auf die neue frische Luft übertragen,
3. die frische Luft wird so vorgewärmt und kommt dann angenehm warm in die Räume !!

Die Lüftung funktioniert aber nur dann richtig, wenn in der Heizzeit, die Fenster geschlossen bleiben.



*So klappt's nicht !! Bitte die Fenster geschlossen lassen, für frische Luft, sorgt die Lüftung*

Bei Fragen können Sie sich gern an den Hausmeister wenden. Besten Dank !!

Gebäudemanagement der Stadt Freiburg

**Abb. 15: Information des GMF für die NutzerInnen zur Erläuterung des Zusammenhangs Fenster und Lüftung beim Passivhaus-Neubau Merianschule**

### 5.3 Nutzerbefragung

Mit der Realisierung des ersten Passivhaus-Neubaus der Ganztageschülerweiterung (GTS) an den Wentzinger-Schulen stellte sich die Frage, ob Gebäude und Technik wie vorgesehen funktionieren und ob noch nachgesteuert werden muss. Noch interessanter war die Fragestellung, wie die Nutzer mit dem Gebäude zurechtkommen, ob sie es richtig nutzen und bedienen oder ob sie Kritik an dem Neubau üben, die möglicherweise etwas mit dem Passivhaus-Standard zu tun haben könnte.

Um eine Antwort auf diese Fragen zu bekommen, hat das Gebäudemanagement 2011 eine Befragung durchgeführt und hiermit das Freiburger Institut FIFAS beauftragt. Zunächst musste die richtige Fragemethodik entwickelt werden, damit ein repräsentatives Ergebnis erzielt werden konnte. Der erste Lerneffekt bestand schon darin, dass es gar nicht so einfach ist, richtige „unverfängliche“ Fragen zu stellen, die das Ergebnis nicht verfälschen. Auch musste ermittelt werden, ob die Schülerinnen und Schüler mit dem Thema Passivhaus überhaupt etwas anfangen konnten.

Im ersten Frageblock wurde deshalb das Wissen „Passivhaus“ der Schülerinnen und Schüler abgefragt. In einem zweiten Frageblock wurde nach den Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler gefragt, ob sie sich im neuen Gebäude wohl fühlen, um Rückschlüsse auf Gebäude und Technik zu erreichen. Beispielsweise wurde abgefragt, ob das Gebäude warm wird, im Sommer vielleicht zu warm, ob die Luftqualität stimmt, die Luft nicht zu feucht, nicht trocken oder stickig ist. Zusätzlich wurden Interviews mit den LehrerInnen und den Schulsozialarbeitenden durchgeführt.

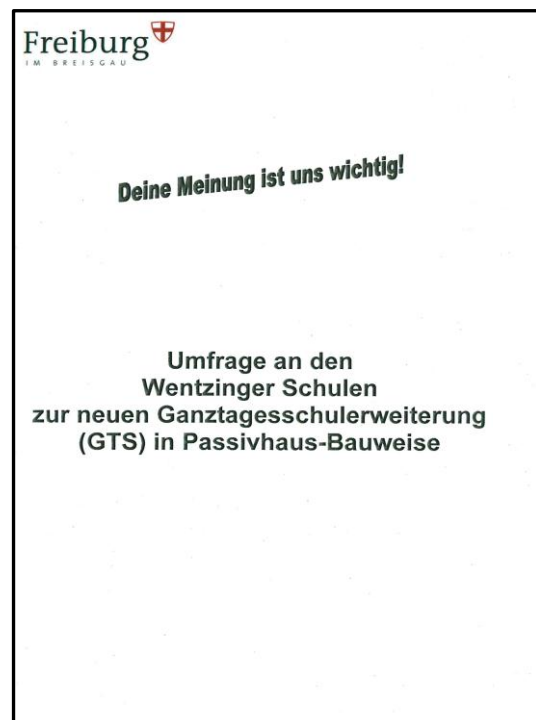
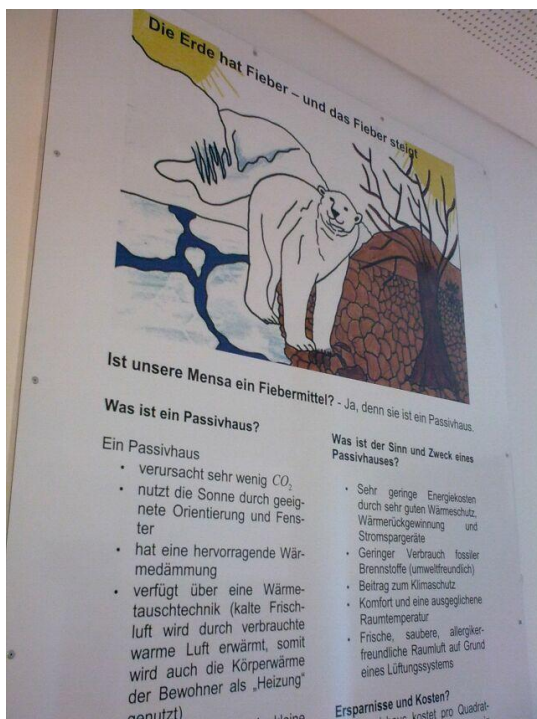


Abb. 16 u. 17: Informationstafel der Klasse 8c, im Eingang der Mensa zum Thema Passivhaus und Klima sowie Deckblatt Fragebogen zur Umfrage Passivhaus

Zusammengefasst lässt sich zum ersten Frageblock sagen, dass die Schülerinnen und Schüler erstaunlich gut über ihr neues Passivhaus-Schulgebäude informiert waren. Die Wentzinger-Schulen haben das Thema Klimaschutz vielfältig im Unterricht integriert. Durch den Neubau können Sie anschaulich und erfahrbar, praktisch in eigener Sache, auch das Thema Passivhaus behandeln. So wurde im Eingangsbereich der Mensa eine große Informationstafel aufgestellt, die die Zusammenhänge zwischen Klima und energiebewusstem Passivhaus-Standard aufzeigt. Auch wurde der zuständige Mitarbeiter des Energiemanagements zu mehreren Interviews mit Schul-Projektgruppen, zu einer speziellen Unterrichtseinheit für eine Schulklasse sowie zu technischen Themen, angefragt. Eine Projektgruppe dieser Schule erstellte sogar einen spannenden Videoclip über das Passivhaus.

Beim zweiten Frageblock konnte festgestellt werden, dass das Gebäude grundsätzlich gut funktioniert. Die wichtigste Erkenntnis war: Es gibt keine passivhauspezifischen Probleme. Treten Probleme auf, dann können sie auch an jeder anderen Schule auftreten. Gleichwohl gab es Verbesserungsvorschläge wie z.B. den Austausch der schuleigenen Bühnenstrahler durch energiesparende LED-Leuchten mit geringer Wärmeentwicklung, damit es im Sommer bei Veranstaltungen nicht zu warm wird, oder die Vermeidung von Zugluft, wenn doch mal ein Fenster im Winter versehentlich geöffnet wird. Ganz hervorragend: Die Schule hat nach der Vorstellung der Ergebnisse für über 3.000 € die alten Bühnenstrahler gegen neue Strahler mit LEDs selbst ausgetauscht und damit vorbildlich gehandelt.

Insgesamt war das Projekt für alle Beteiligten sehr lehrreich und förderte ein gegenseitiges Vertrauen, auch in dem Sinn, dass sich das GMF für die Belange der Nutzer interessiert und gemeinsam Lösungen anstrebt. Im Ergebnis steht fest: Bei jedem neuen Gebäude muss nicht nur die eingebaute Technik in der ersten Betriebsphase betreut werden, sondern auch die NutzerInnen müssen ausführlich und spezifisch informiert werden, damit sie mit dem neuen Gebäude vertraut werden und damit umzugehen lernen.

Das Projekt der Nutzerbefragung wurde als Teil des herausragenden Projektes der „Ganztagsschülerweiterung (GTS) Wentzinger Schulen in Passivhausbauweise“<sup>18</sup> durch den Innovationsfonds der badenova mit insgesamt 131.788 € gefördert.

Gefördert durch den  
Innovationsfonds Klima- und Wasserschutz  
der badenova AG co.KG



<sup>18</sup> Die Ganztagsschülerweiterung im Jahr 2009 war der erste Neubau der Stadt Freiburg, der im anspruchsvollen Passivhaus-Standard errichtet wurde. Das Vorhaben wurde über den Innovationsfonds der badenova AG & Co.KG gefördert. Der umfangreiche und interessante Endbericht stellt das gesamte Projekt von der Gebäudekonzeption über Wärmeschutz, Bauphysik, Sommerlicher Wärmeschutz, Lüftungskonzept Simulationen etc. einschließlich der erforderlichen Qualitätssicherung anschaulich unter dem Projekttitel: „Ganztagsschülerweiterung (GTS) Wentzinger-Schulen als Passivhaus dar.

([https://www.badenova.de/web/de/umweltundregion/innovationsfonds\\_1/projekte\\_1/innovationsfondsprojekte.jsp](https://www.badenova.de/web/de/umweltundregion/innovationsfonds_1/projekte_1/innovationsfondsprojekte.jsp))



## 6 Betriebsoptimierung und Monitoring

Die positive Entwicklung, die sich durch die Zuständigkeit des GMF für die Hausmeister ergeben hat, konnte weiter fortgeführt werden. So hat das GMF die technischen Voraussetzung für die Hausmeister vor Ort verbessert, indem weitere regelungstechnischen Anlagen so ertüchtigt wurden, dass sie eine moderne Betriebsweise ermöglichen und von den Hausmeistern, die vor Ort für die Regelung zuständig sind, einfach und überschaubar zu bedienen sind.

Dies ist besonders wichtig, denn die Regelung der teilweise sehr komplexen Anlagen in größeren Liegenschaften verlangt vom Hausmeister schon ein ausgeprägtes technisches Verständnis, um die Anlagen richtig und effizient betreiben zu können. Hierauf müssen Regelungen abgestimmt sein. Sie müssen letztendlich dem Hausmeister die Arbeit erleichtern.–Ausserdem müssen die Hausmeister richtig in die Anlagen eingewiesen werden und mit ihnen vertraut werden. Diese Unterstützung ist jetzt durch das GMF gegeben.

Das GMF nutzt zudem bei der Regelung der Anlagen verstärkt die Möglichkeit eines Fernzugriffes auf die Heizungs- und Lüftungsanlagen. Der Zugriff erfolgt mittels moderner Informations- und Kommunikationstechnologien. Mit einem handelsüblichen Computer lassen sich die Anlagen von überall her per Browser überwachen und gegebenenfalls steuern. Der Status der Anlagen - ob sie im richtigen Betrieb läuft oder ob eine Störungen vorliegt - wird erkannt. Notwendige Störmeldungen werden direkt zum Hausmeister oder an eine Servicestelle, die 24 Stunden besetzt ist, weitergeleitet.



Heizung		Lüftung
Übersicht	Altbau/Turnhalle	Übersicht
WWB	Hausmeister	
Verwaltung/Neubau UG	Heizungsfreigabe	
Neubau EG/ Neubau OG	Ferienkalender	
Allgemein		
Alarmliste	Alarmweiterleitung	Info

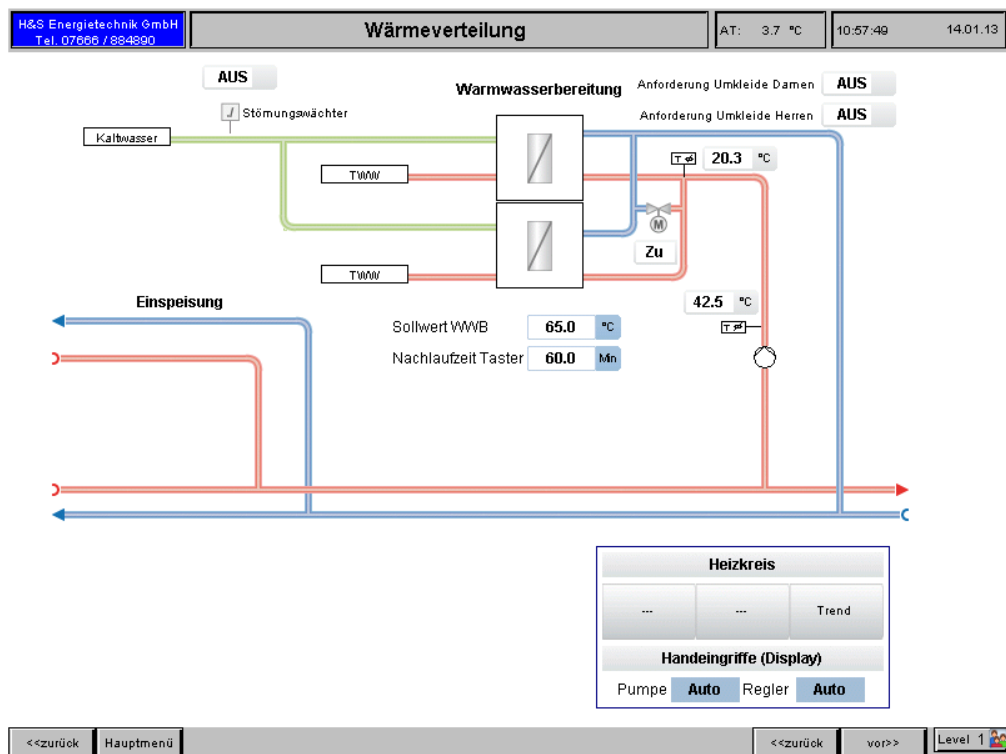
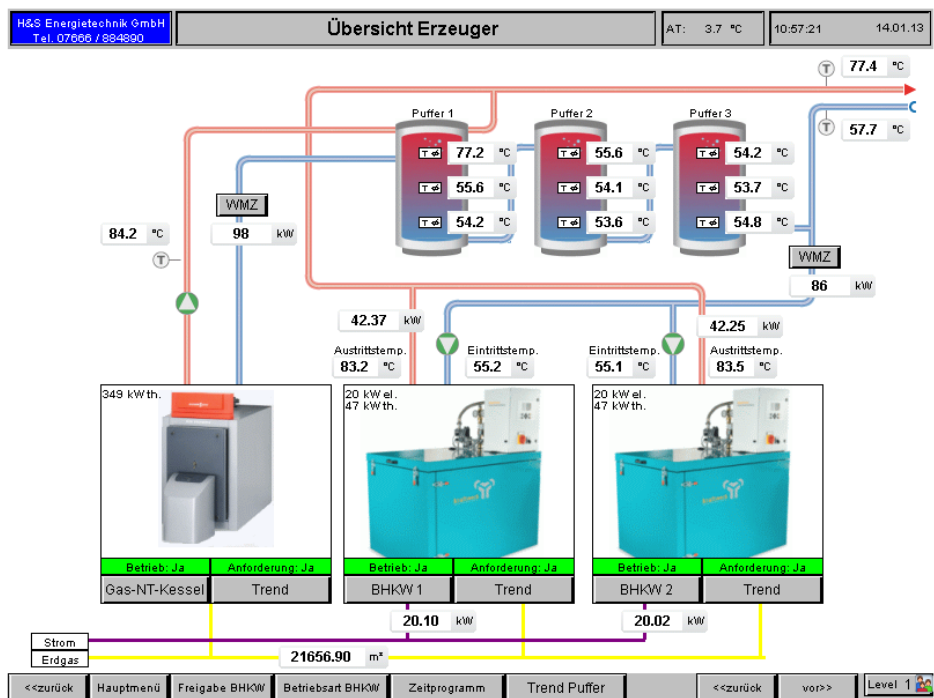


Abb. 18-20: Aufbau einer übersichtlichen Bedienebene für den Hausmeister mit Systemskizzen zur schnellen Übersicht über den Betriebszustand der Anlagen (Beispiel)

Die Schnittstelle zu den Automationsstationen bildet der Router. Für den Schutz vor unbefugten Zugriffen verfügt der Webserver für die unterschiedlichen Zugriffsmöglichkeiten über eine integrierte und parametrierbare Passwortebene. Der Automations-Server ist Bestandteil des Betriebssystems. Er umfasst weit verbreitete Web-/IT-Technik und gewährleistet den Datenaustausch zwischen Nutzer und Automatisierung ohne herstellerspezifische Hardware oder Software. Eine Abhängigkeit von teuren IT-Lösungen wird damit verhindert. Die Anlagen- und Prozessvisualisierungen sind in Formen von Webseiten realisiert und können aus dem Web-Server mit dem Standard Browsern wie Internet Explorer oder Firefox abgerufen werden.

Im Rahmen eines Monitoring-Projektes soll ab 2015 in einem weiteren Schritt die Gebäudeleittechnik genutzt werden, damit Energiezähler gezielt ausgelesen und differenzierte Verbräuche ausgewertet werden können.

## 7 Nichtinvestives Energiesparen

### 7.1 Fifty-Fifty an Freiburger Schulen

Stolze 15 Jahre sparen Freiburger Schulen nun schon erfolgreich Energie ein. Das Fifty-Fifty-Programm hat auch nach dieser langen Zeit nichts von seiner Aktualität verloren. Themen wie „Energiewende – oder Klimaschutz“ sind aktueller denn je und finden heute Ihren Platz in der Lehrerfortbildung und der Schule. Besonders hervorzuheben ist der pädagogische Aspekt des Projekts. Um die Themen für jeden begreifbar zu machen und gleichzeitig eine Handlungsperspektive aufzuzeigen, ist das Programm bestens geeignet. Die Schulen erhalten 50 % der Einsparung zur freien Verfügung und die Stadt profitiert neben den Einsparungen besonders von den zusätzlichen „Kümmernern“ vor Ort.

Es nehmen 38 Schulen an diesem Projekt teil. Besondere Anerkennung verdient das große Engagement der Energieteams vor dem Hintergrund der dicht gefüllten Lehrpläne in der komprimierten Schulzeit. Vorbildlich ist, dass bislang viele fifty/fifty Schulen Ihre Prämie für die Installation von PV-Anlagen auf dem jeweiligen Schuldach ausgeben haben (siehe 9.1).



Abb. 21: Gesamtbilanz Nichtinvestives Energiesparen über 15 Jahre



## 8 Projektdarstellung Sanierung und Neubau

### 8.1 Energetische Sanierungen

Die Sanierung der städtischen Gebäude mit Schwerpunkt bei den Schulen schreitet weiter voran.

#### **Beispiele städtischer Sanierungen:**

Rotteck-Gymnasium	2012 abgeschlossen
Wentzinger-Schulen <sup>19</sup>	2009 – 2015
Theodor-Heuss-Gymnasium (Schultrakte)	2014 abgeschlossen
Kindergarten Krozinger Str. 50	2010 abgeschlossen
9 Kreuz-Typenschulbauten (Fassade energetisch)	2011 abgeschlossen
Merianschule	2013 abgeschlossen
Staudingerschule Ersatzneubau	2015 Grundsatzbeschluss



**Abb. 22 u. 23: Saniertes Rotteck-Gymnasium und sanierter Kreuzbau der Vigeliusschule**

Neben umfangreichen Sanierungen wurden in verschiedenen Schulen Ganztagesbereiche eingerichtet. Wird hierbei der Wärmeschutz verbessert oder die Beleuchtung erneuert, kommt es zu Energieeinsparungen. Nutzungsbedingten Erweiterungen oder Änderungen führen demgegenüber zu deutlichen Mehrverbräuchen, die z.T. über die erzielbare Einsparung hinausgehen, z.B. im Rahmen der Einrichtung einer Mensa. Hier steigt der Strombedarf zwischen 15% - 25% und mehr an, je nach Umfang der neuen Küchenausstattung und der zusätzlich erforderlichen elektrischen Anwendungen. Nur selten können gasbetriebene Geräte eingesetzt werden, weil die Ausstattung mit diesen Geräten aufwändig und damit begrenzt ist.

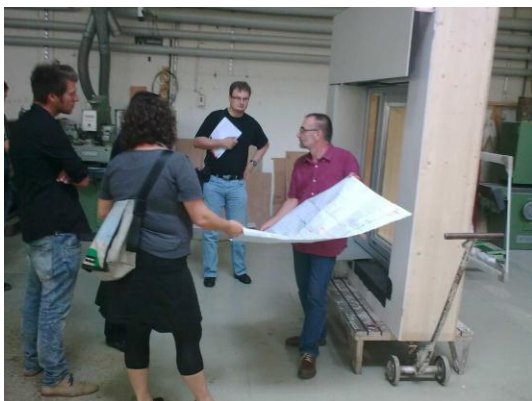
Bei der „Dienstleistung Essenangebot“ wird nicht mehr daheim gekocht und der Abwasch erledigt; sondern dies erfolgt nun in der Mensa der Schule. Es findet eine typische Verlagerung des Energiebedarfs statt. Je nach Art der Essenzubereitung beträgt der Energiebedarf rd. 1-2,5 kWh/Essen. Bei 300 Essen kann der zusätzliche Strombedarf beim „Cook and Chill“ Mittagessen, der für Freiburger Schulen ausgewählten Verpflegungsart, schnell 60.000 kWh pro Jahr und mehr betragen.

<sup>19</sup> Die Ganztageschülerweiterung Wentzinger Schulen (GTS) wurde durch den Innovationsfonds der badenova AG & Co.KG gefördert (s. Seite 27), Endbericht Juni 2012.

### 8.1.1 Sanierung Theodor-Heuss-Gymnasium (THG) - ein besonderes Vorzeigeprojekt

Die Sanierungskosten des Ganztagesbereiches und des Klassenbaus einschließlich der Kosten für die Erweiterung betragen 22,4 Mio. €. Der Klassentrakt des THG konnte dabei als erste sanierte und zertifizierte Passivhaus-Schule in Baden-Württemberg realisiert werden. Doch damit nicht genug: Die Heizzentrale in der Schneeburgschule, die auch das THG mit versorgt, erhielt in 2014 ein BHKW und auf dem Dach des Klassentraktes wird eine PV-Anlage 2015/16 installiert. In 2011 war bereits der Ganztagesbereich saniert worden. Die Vorgaben der ENEC wurden zwar mit rd. 30% unterschritten, aber dies war noch keine Passivhaussanierung. Hierzu musste ein Schritt weiter gegangen werden. Zur Sanierung des Klassenbaus hatte das GMF ein umfassendes Energiekonzept erstellt.

Ein Passivhaus ist keine eigene Bauweise, sondern ein Qualitätsmerkmal. Rein äußerlich unterscheiden sich der Ganztagesbereich und der 2014 fertig sanierte Klassenbau nicht. Der Wärmeschutz wurde durch eine 3-fach-Verglasung und einer hervorragenden Dämmung (24 cm in den Außenwänden, 30 cm im Dach sowie 12 cm im Boden) realisiert. Die Qualität zeigt sich neben einem hochwertigen Wärmeschutz, der die gesamte Gebäudehülle einschließlich Boden umfasst, in einem Heizenergiebedarf von maximal 15 kWh/m<sup>2</sup>h sowie in verschiedenen wichtigen Details, z.B. in einer möglichst wärmebrückenfreie Konstruktion.



**Abb. 24 u. 25: Das Planungsteam des GMF - vor Ort Termin beim Fensterbauer<sup>20</sup> und der Klassenbau des Theodor-Heuss-Gymnasium nach der Passivhaussanierung**

Eine weitere Forderung des Passivhausstandards ist eine hohe natürliche Belichtung mit Tageslicht, die u.a. durch neue Glasdächer in den Atrien hervorragend gelöst wurde. Mit Hilfe einer Simulation wurde die optimale Variante ermittelt. Die gesamte Schule ist nutzerfreundlich hell gestaltet; das spart dauerhaft künstliche Beleuchtung und vermittelt einen angenehmen Eindruck. Der Primärenergiebedarf ist auf 120 kWh/m<sup>2</sup>a begrenzt, so dass der Strombedarf zu minimieren ist.

Jeder Klassenraum hat ein eigenes hocheffizientes dezentrales Lüftungsgerät, das jederzeit für frische Luft sorgt und die Wärme mit einem hohen Wirkungsgrad von über 90% bei minimalem Strombedarf aus der verbrauchten Raumluft zurückgewinnt. An sehr warmen Sommertagen können die Geräte zudem für eine angenehme Kühle sorgen. Auch besteht die Möglichkeit, die Lichthöfe mit kühlerer Außenluft zu versorgen, die über einen Kellerkanal zugeführt wird. Durch

<sup>20</sup> rechts im Bild: Modell Wandaufbau mit Dämmung und 3-fach Wärmeschutzverglasung

eigene Öffnungen in der Fassade strömt die Luft nachts durch die Atrien und sorgt so für Abkühlung. Verbrauchte Luft und im Winter geöffnete Fenster, durch die kalte Luft in die Räume strömt und die Nutzer stören könnte, sind damit ausgeschlossen (vgl. Abb.24). Nicht zuletzt gewährleistet ein Passivhaus optimale Behaglichkeit und Komfort bei langfristig niedrigen Energiekosten.

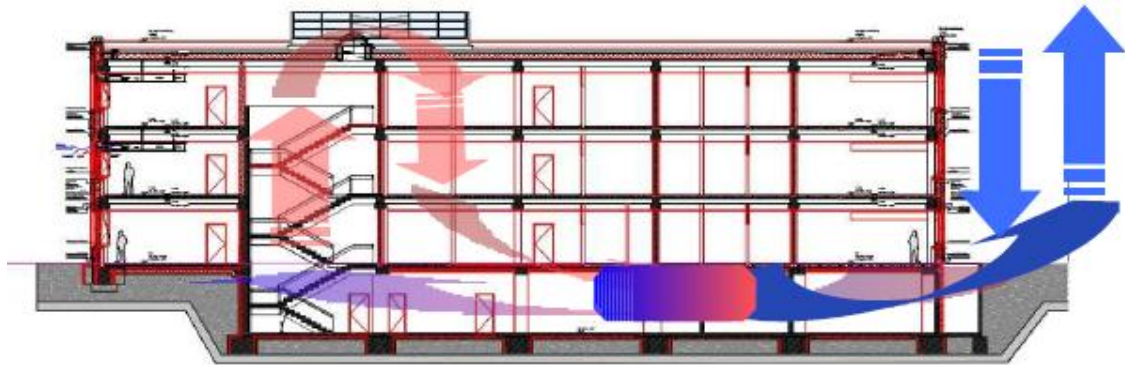


Abb. 26: System der Nachtauskühlung im Sommer (Simulation)

Ende 2014 wurde in der Heizzentrale ein BHKW in Betrieb genommen, das auch die Schneeburgschule mit versorgt. Für 2015 ist zudem eine PV-Anlage von 50 kWp geplant, die sich mit dem BHKW gut ergänzt. Die Passivhausanierung und die effiziente und ökologische Energieversorgung machen das THG zu einem herausragenden und bislang einmaligen Vorzeigebauobjekt der Stadt Freiburg.

Die Sanierung der Außenhülle und die effiziente Beleuchtung wurde durch das Förderprogramm des Landes „Klimaschutz-Plus“ mit rund 240.000 € gefördert. Für das BHKW konnte das Energiemanagement weitere 56.000 € beantragen. Das THG wurde 2014 von der Architektenkammer Baden-Württemberg für „Beispielhaftes Bauen“ ausgezeichnet.

## 8.2 Neubauten

### 8.2.1 Neubauten in Passivhaus-Bauweise

In den Jahren 2010 bis 2014 wurden folgende Gebäude in Passivhausbauweise fertiggestellt:

- Erweiterungsbau Merianschule	2012
- Kita West (Anbau)	2014
- Feuerwehrgerätehaus Zähringen	2014

Ebenfalls fertiggestellt wurde der Erweiterungsbau Hauptfeuerwache, der insgesamt und bauseitig bedingt den Passivhausstandard nicht ganz erreichen konnte, aber durchgehend mit Passivhausbauteilen ausgestattet den Energiestandard EnEV -30% unterschreitet.



Abb. 27: Erweiterung Merianschule

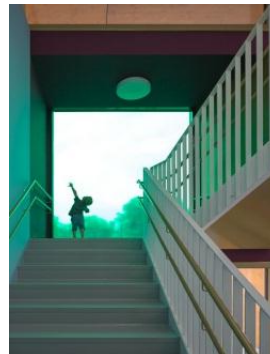
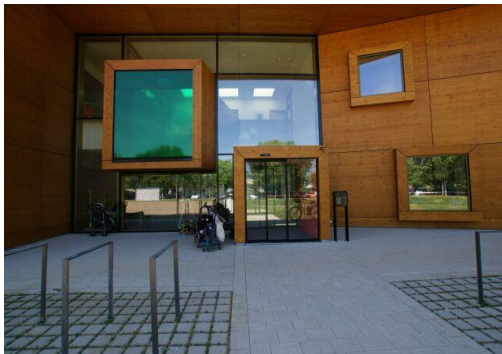


Abb. 28 u. 29:., Kita West am Seepark - Eingangsbereich u. Ausblick von Innen

### 8.2.2 Das neue Rathaus im Stühlinger als Netto-Plusenergie-Gebäude

Mit der Beschlussfassung zum Bau des neuen Rathauses hat der Gemeinderat ein anspruchsvolles Projekt auf den Weg gebracht. Es soll als Netto-Plusenergie-Gebäude realisiert werden.

Die Stadt Freiburg hat zur Durchführung dieses anspruchsvollen Vorhabens einen beschränkten Ideen- und Realisierungswettbewerb ausgeschrieben. Nach entsprechender Planung begann die Bauphase 2015.

Grundlage des niedrigen Wärme- und Energiebedarfes ist die Realisierung als Passivhaus. Durch den hochwertigen Wärmeschutz werden die Heizenergieverbräuche gering gehalten. Zur Bereitstellung von Wärme und Kälte wird eine Wärmepumpe eingesetzt, so dass mit der Nutzung von oberflächennahem Grundwasser, in Verbindung mit dem Einsatz von Heiz- und Kühldecken, eine effiziente und kostengünstige Wärmeversorgung bzw. Kühlung möglich ist. Damit der elektrische Energiebedarf ebenfalls gering bleibt, werden z.B. für die Lüftungsanlagen ausschließlich Hocheffizienzmotoren eingesetzt. Für die Beleuchtung sind LED-Leuchten vorgesehen, um einige wichtigste Konzeptpunkte zu benennen.



Für das Plus in der Bilanz zwischen Bedarf und Erzeugung soll eine PV-Anlage mit Hochleistungskollektoren sorgen. Die Kollektoren werden auf dem Dach sowie an der Süd-, West- und Ostfassade installiert bzw. integriert. Zusätzlich werden neuste PVT-Hybridkollektoren zur gleichzeitigen Erzeugung und Bereitstellung von elektrischem Strom und Wärme bzw. zur Trinkwassererwärmung installiert. Schwerpunkt des Versorgungskonzepts ist somit eine Systemlösung, bei der PV-Strom zu hohen Anteilen in die Kälte- und Wärmeversorgung netzgebundener Anwendungen einfließt, um ein hohes Maß an Eigenversorgung zu realisieren.

Zur Absicherung der Berechnungen und Konzepte, aber auch um einen optimalen Betrieb der zahlreichen technischen Anlagen von Anfang an zu gewährleisten, wird ein umfangreiches Monitoring erfolgen. Hierbei werden beispielsweise Lastspitzen vermieden und die technischen Anlagen wie Lüftungsmotoren, Steuerungen etc. sollen im optimalen Betriebspunkt arbeiten. Damit dies möglich wird, muss bereits die Ausschreibung bzw. die (Ein-)Bauphase der zahlreichen Anlagen und Komponenten abgestimmt werden. Dies soll durch eine umfangreiche Qualitätssicherung abgesichert werden.

Zusätzlich in diesen Prozess ist das Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme eingebunden. Es wird die Umsetzung einer „netzdienlichen“ Betriebsweise der PV-Anlage, wissenschaftlich begleiten. Praktisch bedeutet dies, dass ein möglichst hoher Anteil des erzeugten Stroms im Gebäude selbst verbraucht und damit sowohl effektiv, als auch wirtschaftlich optimal genutzt werden kann. Als Teil des Gesamtkonzeptes soll ein Prozesshandbuch erstellt werden, um Planung, Inbetriebnahme und den Einsatz innovativer Regelstrategien von Niedrigst- und Nullenergiehäusern aufzuzeigen. Es ist zu erwarten, das Konzept, Bau und Betrieb des neuen Rathauses als sehr effizientes Gebäude mit Eigenenergieerzeugung, in Verbindung mit der Qualitätssicherung und dem Ergebnis des Forschungsprojektes, bundesweit Beachtung finden und als Vorbild für andere Bauvorhaben stehen werden.

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie hat für die wissenschaftlichen Begleitung eine Förderung von 613.000 € zugesagt.



**Abb. 30: Entwurf des neuen Rathauses im Stühlinger**

## 9 Regenerative Energien, Kraft-Wärme-Kopplung und Ökostrom

### 9.1 PV-Anlagen und neue Konzeption für stadteigene Dachflächen

Um das Klimaschutzziel der Stadt Freiburg zu erreichen, muss auch der Anteil des regenerativ erzeugten Stroms am Gesamtstromverbrauch der Stadt Freiburg erhöht werden. Deswegen schrieb das GMF bisher stadteigene, neu sanierte Dachflächen für eine PV-Belegung durch private Investoren aus. Fördervereine wurden grundsätzlich vorrangig berücksichtigt.

Auf 46 Gebäuden mit einer Fläche von rd. 10.000 m<sup>2</sup> sind bislang PV-Anlagen installiert worden. Der durch die PV-Anlagen erzeugte Strom von ca. 850.000 kWh/a reicht aus, um rund 280 durchschnittliche oder 430 stromsparende Haushalte<sup>21</sup> zu versorgen. Die theoretische CO<sub>2</sub>-Einsparung<sup>22</sup> beträgt rund 580 t/a.



**Abb. 31: PV-Anlage auf dem Dach des ehemaligen Thermalbades Zähringen**

Mit der EEG-Novelle 2012 wurde die Stromeinspeisung aus PV-Anlagen in verschiedenen Punkten neu geregelt. Entscheidend für das Investorenmodell, welches die Stadtverwaltung bisher angewendet hatte, war die Neuregelung, dass für PV-Dachanlagen mit einer Leistung von 10 kW bis 1.000 kW pro Jahr nur noch 90 % der gesamten erzeugten Strommenge vergütet wird. Die unvergütete Strommenge kann selbst verbraucht, direkt vermarktet oder dem Netzbetreiber zum Verkauf an der Börse angeboten werden.

Im Ergebnis führten diese Neuregelungen dazu, dass bei der letzten öffentlichen Bekanntmachung im April 2013 für die angebotenen Dachflächen nicht genügend Investoren gefunden wurden. Die bisherige Vorgehensweise musste geändert werden, damit der Ausbau der PV-Anlagen auf stadteigenen Dachflächen auch künftig fortgeführt werden kann.

Die Eigenstromerzeugung mittels PV-Anlagen ist dann wirtschaftlich, wenn die Entstehungskosten für den Eigenstrom unter den Strombezugskosten liegen. Dies ist bedingt durch die erheblich gestiegenen Strombezugskosten und die stark gefallen Systemkosten für die PV-Anlagen schon heute der Fall.

Die neue Konzeption sieht vor, dass die stadteigenen Dachflächen objektweise zunächst auf grundsätzliche Eignung geprüft werden. Dann wird die wirtschaftlich optimale Anlagengröße mit

<sup>21</sup> Haushalt = 2 Erwachsene u. 2 Kinder, mittlerer Stromverbrauch = 3.000 kWh/a, stromsparend = 2.000 kWh/a

<sup>22</sup> Externe PV-Anlagen können in der CO<sub>2</sub>-Bilanz städtischer Gebäude nicht berücksichtigt werden.

hohem solarem Deckungsgrad und gleichzeitig möglichst hohem Eigenverbrauchsanteil ermittelt sowie weitere Rahmenbedingungen, wie z.B. steuerliche Aspekte geprüft. Priorität haben in erster Linie Objekte mit einem hohen Stromverbrauch und Objekte, für die eine Dachsanierung, eine Gesamtsanierung oder ein Erweiterungsneubau geplant sind. Der Neukonzeption hat der Gemeinderat im Juni 2014 zugestimmt.

### **9.1.1 Erste städtische PV-Anlage zur Eigenstromnutzung am Theodor-Heuss-Gymnasium**

Das neu sanierte THG bot als erstes Objekt die Möglichkeit, die Eigenstromnutzung zu prüfen. Hierbei wurden zunächst im Rahmen eines Gutachtens die ganzjährigen Lastprofile des Stromverbrauchs für die Jahre 2007 bis 2012 untersucht. Anschließend wurden bei verschiedenen Anlagengrößen die Solarstromerzeugung sowie der jeweilige Teil des Eigenverbrauchs und der Netzeinspeisung ermittelt. Die sinnvollste Anlage ist die, bei der sich ein wirtschaftliches Optimum aus Investition, solarem Deckungsgrad mit Eigenanteilmutzung und Einspeisung in das Netz ergibt.

Das Gutachten kommt zu dem Ergebnis, dass die wirtschaftlich optimalste PV-Anlage für das THG eine Leistung von rund 50 kWp aufweisen sollte. Der solare Deckungsgrad liegt in diesem Fall bei 28% am Gesamtstromverbrauch und bedeutet gleichzeitig eine Reduzierung der Stromabnahme beim THG um 28%. Der Eigenverbrauchsanteil des erzeugten Solarstroms liegt bei rund 76%. Selbst bei 58% Eigenverbrauchsanteil wäre der durch eine PV-Anlage erzeugte Strom noch wirtschaftlich.

Für eine 50 kW PV-Anlage sind mit Investitionskosten von max. 90.000 € zu rechnen. Die Planung der Anlage erfolgt 2015, der Aufbau ist für 2016 vorgesehen.

### **9.2 Solarkollektor-Anlagen**

Im Bereich der solarthermischen Anlagen sind auf neun städtischen Liegenschaften Solarkollektorflächen von rd. 300 m<sup>2</sup> installiert.

Im Jahr 2011 wurden zwei Kollektoranlagen für die beiden Wentzinger-Sporthallen in Zusammenarbeit mit dem Wärmelieferanten Wärme-Plus realisiert. Vom GMF wurde das Freisportgelände Wentzinger-Schulen sowie der Plusenergiekindergarten Urachstraße mit Solarkollektoren ausgestattet..

### **9.3 Holzenergie**

Holzheizanlagen können im Vergleich mit Alternativen wie Klein-BHKW's kaum mithalten, weil sie keine Stromerzeugung ermöglichen. Bei kleinen Anlagen machen sich zudem die spezifisch hohen technischen Kosten für die Kesselanlage, Lager, Lagerplatz etc. nachteilig bemerkbar. Aus diesem Grund kam lediglich 2011 eine neue Holzpellet-Anlage im ersten Plusenergiehaus-Kindergarten der Stadt Freiburg in der Urachstraße hinzu. Bei dieser Planung stand allerdings die Machbarkeit, ein Plusenergiehaus zu erreichen, im Vordergrund, denn die niedrigen CO<sub>2</sub>-Emissionen der Pelletanlage waren ein wichtiger Baustein, um das Plusenergiehaus zu erreichen. Eine weitere Anlage steht in der Heizzentrale der Richard-Fehrenbach u. Walther-Rathenau-Berufsschulen am Friedrichring.



**Abb. 32: Holzpelletkessel in den Berufsschulen, Friedrichring**

Holzhackschnitzelkessel sind grundsätzlich nur bedingt regelbar. So erlaubt die Anlage an den Weiherhof-Schulen, die ohne Warmwasserspeicher realisiert worden war, keine Anpassung an den weiter stark gesunkenen Wärmebedarf. Dieser hat sich in den letzten Jahren, nach der Sanierung der Aula, des Sozialgebäudes und der Turnhalle sowie aufgrund der durch die Hausmeister vor Ort vorbildlich und sehr energiesparend betriebenen Anlagen, noch einmal halbiert. Derzeit kann die Holzhackschnitzelanlage lediglich bei konstant niedrigen Außentemperaturen unter 0°C angefahren werden und ist damit kaum mehr in Betrieb. Das GMF hat bereits ein Konzept erarbeitet, dass die Nachrüstung von Pufferspeicher vorsieht. Damit kann ein wirtschaftlicher Betrieb der bestehenden Anlage für die nächsten Jahre erreicht werden.

Der Anteil der in städtischen Gebäuden eingesetzten Holzenergie liegt theoretisch höher, als in Tab. 3 (s. S.13) dargestellt, weil bei verschiedenen mit Fernwärme versorgten Liegenschaften von der badenova (Fernwärmegebiet Vauban) als auch vom UNI-Klinikum (Merian- u. Lorzschule) Holzhackschnitzel bzw. Holzpellets als Brennstoff eingesetzt werden.

#### **9.4 Kraft-Wärme-Kopplung**

Die Versorgung der städtischen Gebäude mittels Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) hat sich in den letzten Jahren positiv entwickelt und wächst weiter. Wurden in der Vergangenheit städtische Gebäude an die Fernwärme angeschlossen, weil KWK nur im großen Rahmen wirtschaftlich erzeugbar war, so werden heute zunehmend auch eigene BHKW-Anlagen in den städtischen Heizanlagen aufgestellt und betrieben. Der Anteil der mit KWK versorgten Gebäude beträgt zusammen mit der Fernwärme basierten KWK derzeit etwas über 30%, so dass knapp ein Drittel aller Gebäude über KWK versorgt werden, mit weiter steigender Tendenz.

Auslöser für eigene städtische KWK war ein Konzept des Klimabündnisses Freiburg, das dem Gemeinderat vorgestellt wurde und das neben den klimaseitigen Vorteilen auch die Wirtschaftlichkeit von gut ausgelegten BHKW's in städtischen Heizanlagen aufzeigte. Diese neue Möglichkeit war begünstigt worden durch den in den letzten Jahren stark gestiegenen Strompreis, Fördermöglichkeiten durch das Land sowie der gestiegenen KWK-Vergütung. Auch die Planungen haben sich verändert. BHKW-Anlagen werden heute mit einem entsprechend großen



Warmwasserspeicher realisiert. Dieser ermöglicht einen besseren Betrieb der Anlage dahingehend, dass mehr Strom für den Eigenbedarf genutzt werden kann, denn eingespeister Strom wirft heute nur noch geringe Erlöse ab, die sich allein nicht rechnen würden. Auch betriebstechnisch hat es eine wichtige Entwicklung gegeben. Heutzutage können langfristige Vollwartungsverträge mit Laufzeiten von 10 Jahren abgeschlossen werden, so dass BHKWs, praktisch wie jede Heizanlage auch, relativ einfach betrieben werden können. Die Wartung übernehmen spezialisierte Firmen.

Aufbauend auf dieser positiven Entwicklung hat das GMF ein BHKW-Ausbauprogramm vorbereitet. Aus den Mitteln der Konzessionsabgabe wurde 2012 die erste BHKW-Anlage in den Tunibergschulen realisiert, 2013 folgte das nächste BHKW im Lyceé Turené und Ende 2014 in der Schneckburgschule/Theodor-Heuss-Gymnasium.



Abb. 33 u. 34: Neues BHKW im Lycee-Turenne und Anzeige der Betriebsdaten auf dem Display

Aktuell ist für 2015 ein BHKW im Droste-Hülshoff-Gymnasium und Walter-Eucken-Gymnasium in der Planung sowie für 2016 im Friedrich-Gymnasium und in der Lessingschule. Die Mittel für diese BHKWs werden aus den Mitteln der Konzessionsabgabe bereitgestellt.

Im Vergleich zum Jahr 2010 konnten in drei Liegenschaften die Heizzentralen um BHKWs erweitert werden. Die direkt installierte Leistung an KWK stieg damit von 329 kWel im Jahr 2010 um 108 kWel auf insgesamt 437 kWel; dies entspricht einer Steigerung von rd. 33% (s. folgende Tab.).

<b>BHKW's in städtischen Gebäuden</b>			
<b>Liegenschaft</b>	<b>Straße</b>	<b>elekt. Leistung [kW]</b>	<b>Hinweis</b>
Berufschulzentrum	Bissierstraße 17	122	Sokatherm
Max-Weber-Berufsschule	Fehrenbachallee 14	11	2x5,5 Module Dachs
Berufsschule II + III	Friedrichstraße 51	9,5	Sterling BHKW
Berufsschule II + III	Friedrichstraße 51	11	ecopower + Dachs
Mooswaldhalle	Hochdorfer Straße 16a	5,5	Dachs
Rathaus Innenstadt	Rathausplatz 4	50	Sokatherm
Vigelius-Schulen	Feldbergstr. 25a	50	Comuna Metall
Goethe-Gymnasium	Holzmarktplatz 5	20	Enertec
Hansjakob-Schule	Wannerstr. 2	50	Comuna Metall
neu 2012: Tunibergschule	Am Sportplatz 10	40	2x20 Module Kraftwerk
neu 2013: Lycée Turenne	Schützenallee 31	34	Kraftwerk
neu 2014: Schneeberg/THG	Andreas-Hofer-Str.3	34	Kraftwerk

**Tabelle 11: Übersicht realisierte BHKW-Anlagen des GMF bis 2014**

Das Gebäudemanagement hat ein erstes Ausbaupotential von rund 10 wirtschaftlich lohnenden Anlagestandorten ermittelt. Standen bisher lediglich Mittel zur Verfügung, um eine einzige BHKW-Anlage jährlich zu realisieren, so ermöglicht die 2014 vom Gemeinderat von 10% auf 25% beschlossene Erhöhung der Mittel aus der Konzessionsabgabe für den Klimaschutz, zukünftig zwei BHKWs pro Jahr zu realisieren.

## 9.5 Ökostrom

Aufgrund der Vorbildfunktion für die städtischen Gebäude, wurde der Strombezug ab 2012 auf 100% zertifizierter Ökostrom<sup>23</sup> umgestellt.

## 9.6 Biogas

Biogas kommt derzeit bei den städtischen Gebäuden nicht zum Einsatz.

<sup>23</sup> Gütesiegel: „o.k.Power“ - Label nach dem Strom-Händlermodell entsprechend den Kriterien des EnergieVision e.V für die Zertifizierung von Ökostrom

## 10 Öffentlichkeitsarbeit des Energiemanagements

Das Energiemanagement ist seit über 20 Jahren im Arbeitskreis „Kommunales Energiemanagement“ des Deutschen Städtetages (DST) vertreten und kann dort die Arbeit des GMF vorstellen und von den Beispielen anderer Städte profitieren. Bei dem jährlich stattfindenden Energiekongress des kommunalen Energiemanagements hat das GMF in den Jahren 2011 bis 2014 Vorträge gehalten und Workshops zu aktuellen Energiethemen geleitet. Eine Zusammenfassung der Workshops veröffentlicht das Difu<sup>24</sup> in seiner jährlichen Dokumentation des Energiekongresses. Darüber hinaus ist das Energiemanagement an der Erstellung von zahlreichen Hinweisen für Kommunen, die vom DST herausgegeben werden, aktiv beteiligt.

Die städtischen Ämter werden nur noch bei wichtigen Anlässen und hochrangigen Vertretern gebeten, eigene Vorträge zu halten<sup>25</sup>. Ein besonderes Beispiel war der Besuch einer Delegation um den Gouverneur de Nabeul, Tunesien 2012, die sich für die Arbeit des Energiemanagements und für verschiedene praktische Anwendungen insbesondere im Bereich sommerlicher Wärmeschutz und Wassereinsparmaßnahmen interessierten.

---

<sup>24</sup> Difu = Deutsches Institut für Urbanistik, veröffentlicht in der Reihe „Gebäudeeffizienz in Kommunen“.

<sup>25</sup> Über das Greencity büro werden zudem Veranstaltungen und Vorträge u.a. auch zu Klimaschutz- und energiewirtschaftlichen Themen von zahlreichen Interessenten aus dem In- und Ausland nachgefragt bzw. angeboten.

---

## 11 Ausblick

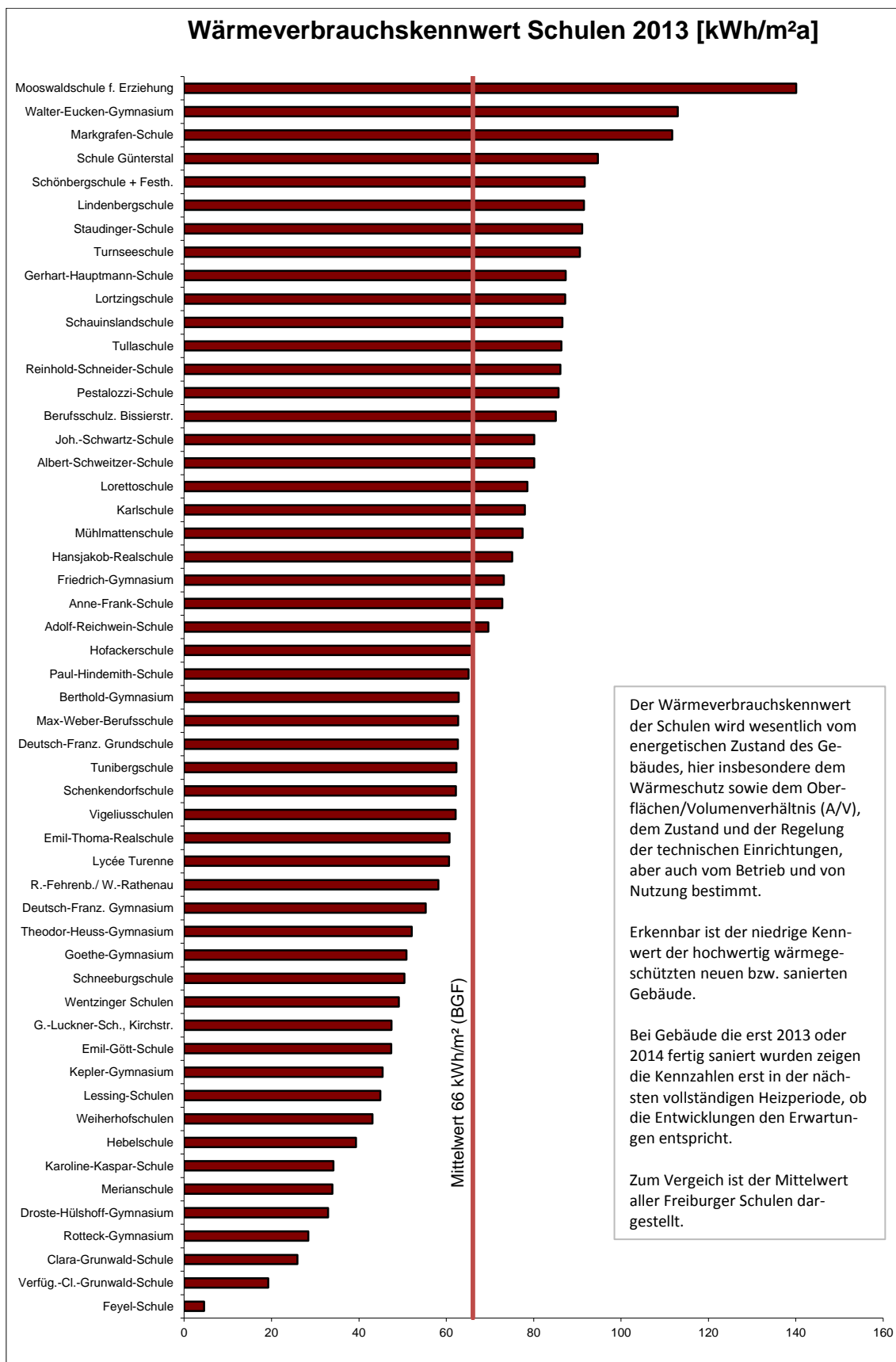
Neben einer Reihe wichtiger Projekte wird das neue Rathaus im Stühlinger ein bestimmendes Thema in den nächsten Jahren werden. Aus energetischer Sicht wird die Realisierung als Netto-Plusenergiehaus einschließlich des Forschungsprojektes bundesweit große Beachtung finden. Nach der Realisierung des 1. Bauabschnitts wird das vorgesehene Monitoring des Energieverbrauchs von großem Interesse werden, denn die Ergebnisse werden belegen, wie gut sich die Arbeit des renommierten Planungsteams in der Praxis bewähren wird. Ein weiteres hochinteressantes Thema wird der Neubau der Staudinger Gesamtschule, als größtes Schulprojekt der Stadt darstellen. Der energetische Zustand des Gebäudes wie auch die derzeitige Bausubstanz weisen auf einen notwendigen Handlungsbedarf hin.

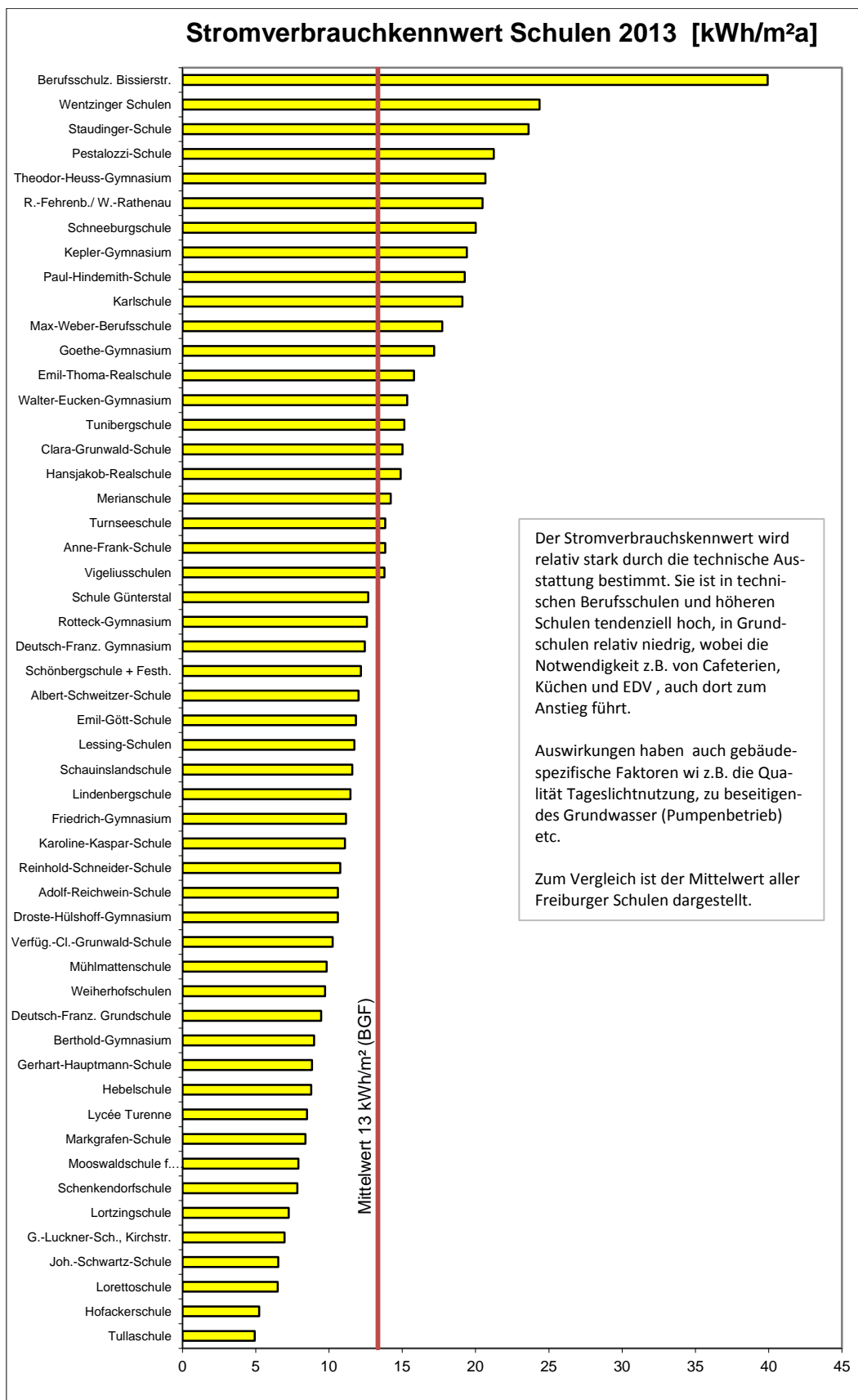
Ein anderer Handlungsschwerpunkt der nächsten Jahre wird sein, Strategien zu entwickeln, um dem stetig steigenden Stromverbrauch entgegenzuwirken. Dies beinhaltet eine vertiefte Auseinandersetzung mit nutzungsbedingten Anforderungen und technischen Lösungen, wenn möglich unter verstärkter Berücksichtigung des Low-Tech-Ansatzes. Ein erhöhter Focus wird zudem auf der Eigenstromversorgung liegen werden.

Als Basis erfolgreichen Energiesparens sind auch unter dem Aspekt des Klimaschutzes weitere Wärmeschutzmaßnahmen an verschiedenen Gebäuden sinnvoll und notwendig. Das Beispiel des neu sanierten Theodor-Heuss-Gymnasiums zeigt, dass sich eine gute Architektur auch mit einem hervorragenden Wärmeschutz realisieren lässt. Das helle, nutzerfreundliche Gebäude mit viel Tageslicht ist ein gelungenes Beispiel für zukünftige Sanierungen.

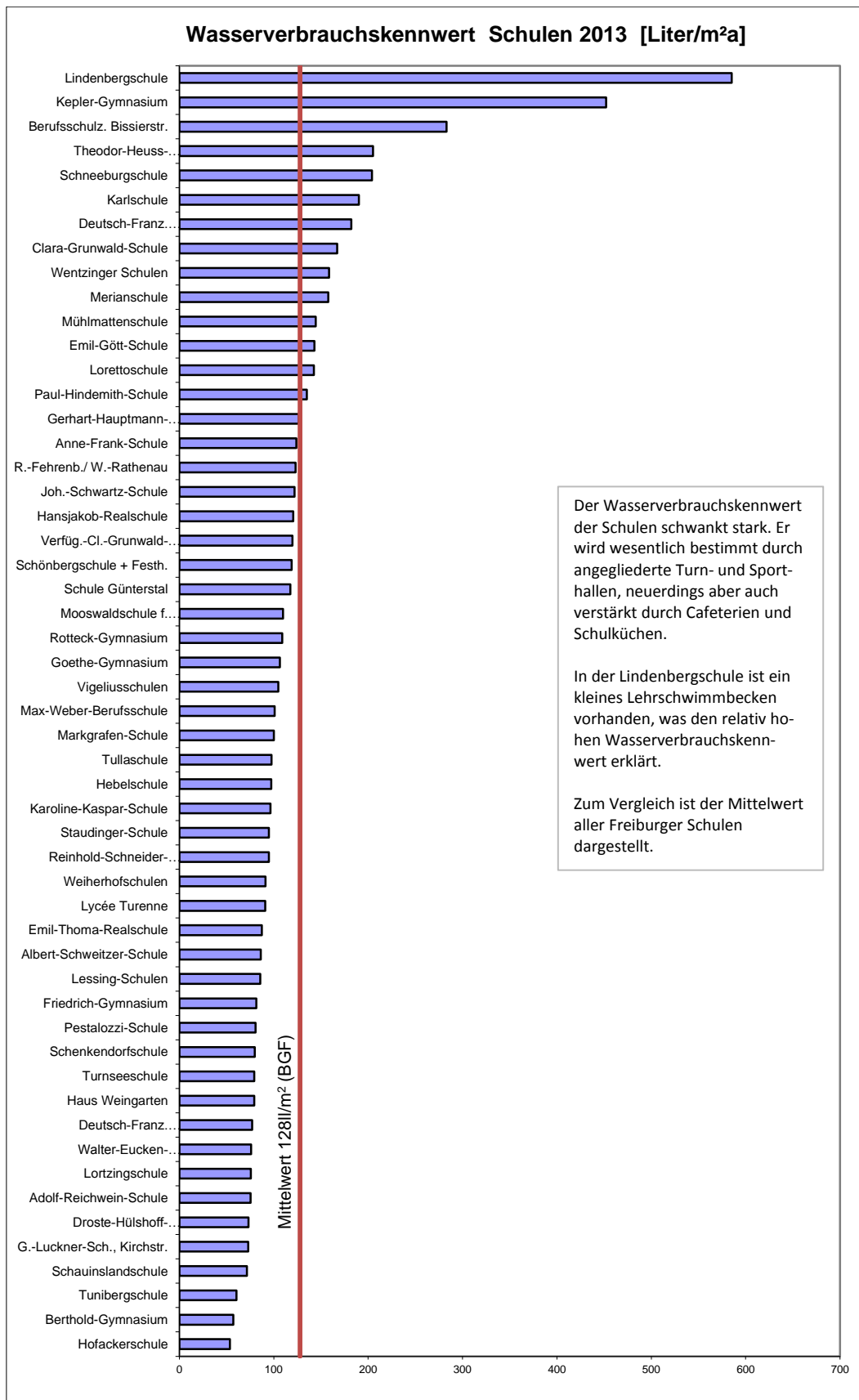
**12**     **Anhang**

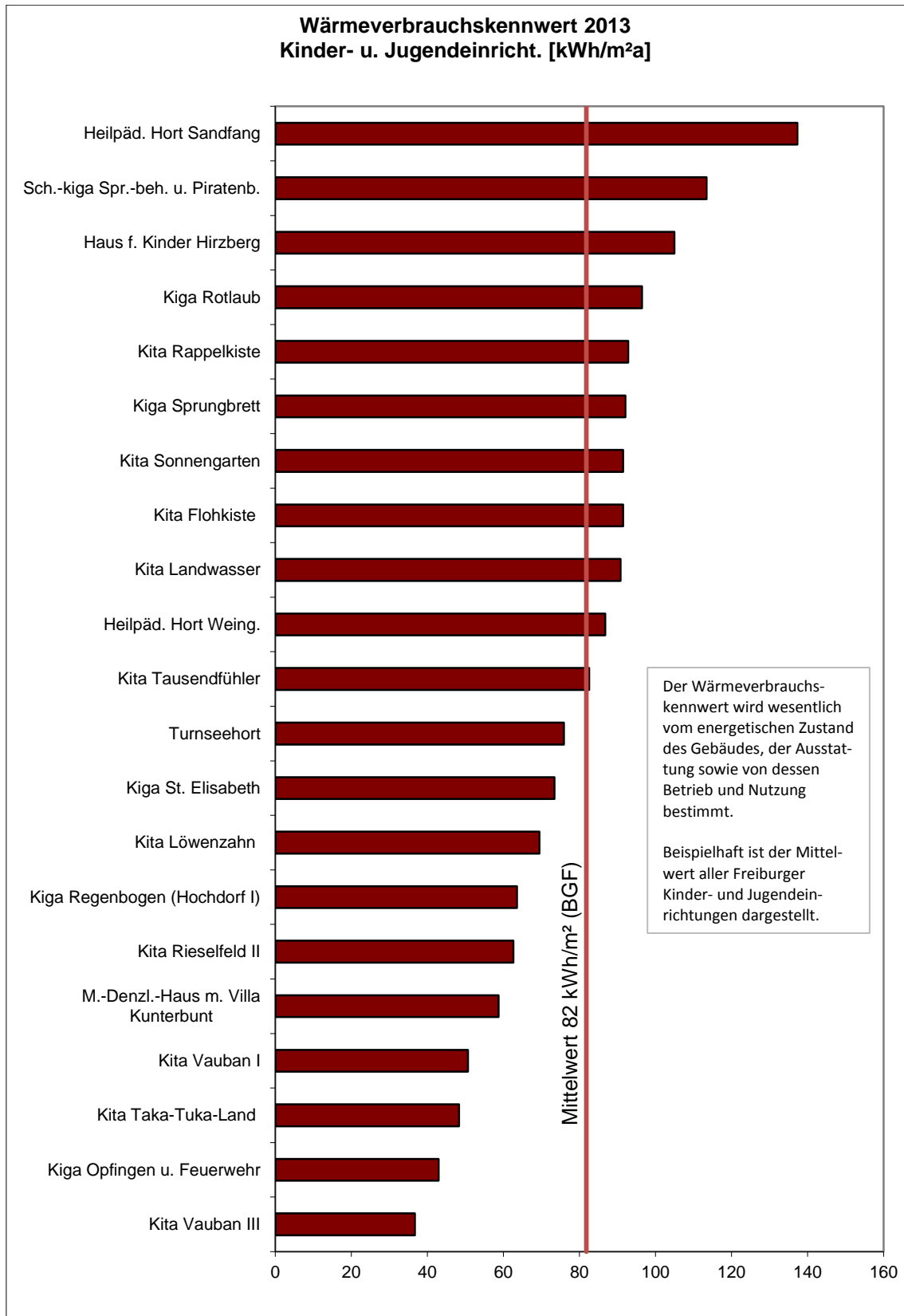
Kennwerte (siehe Folgeseiten)

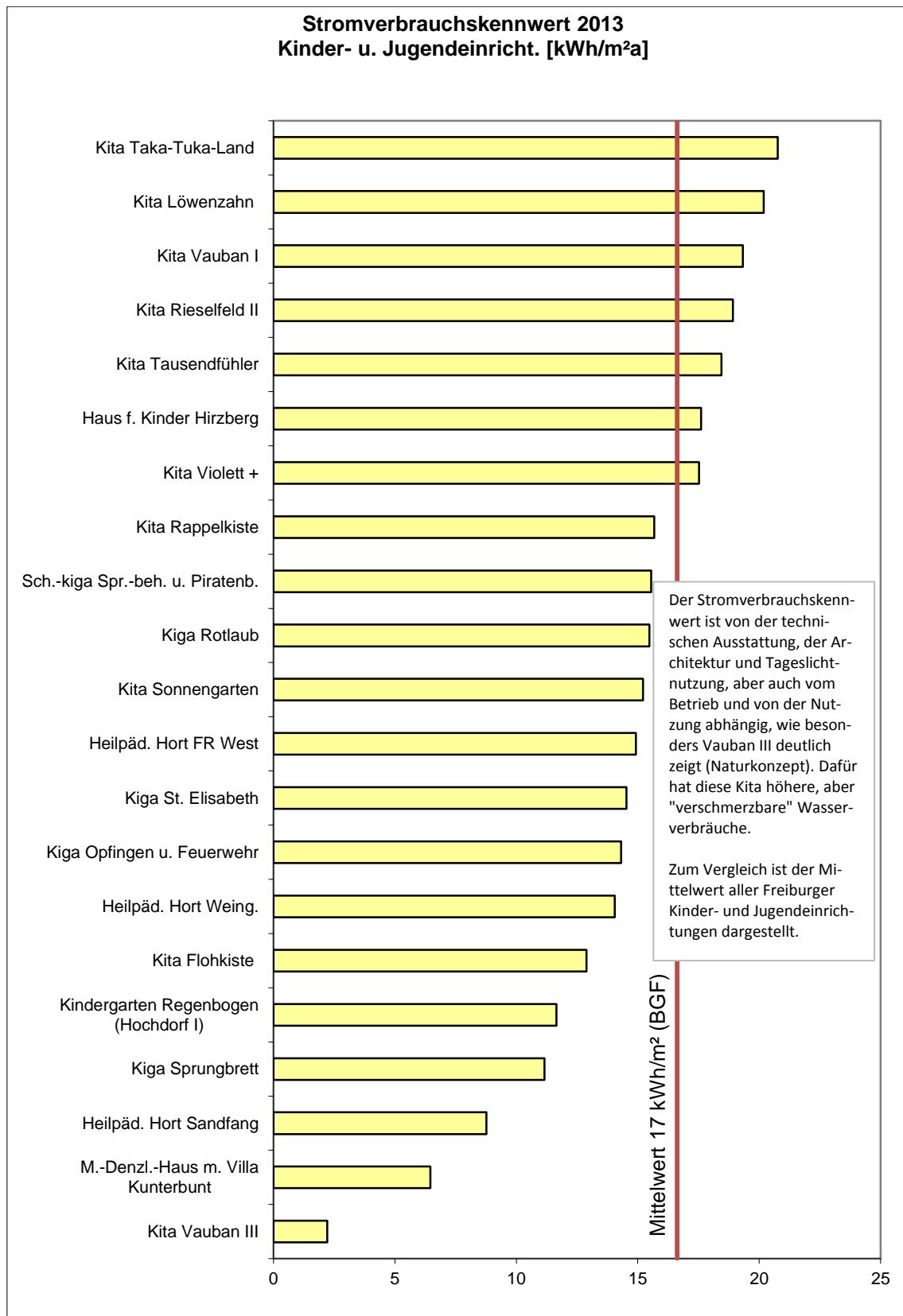


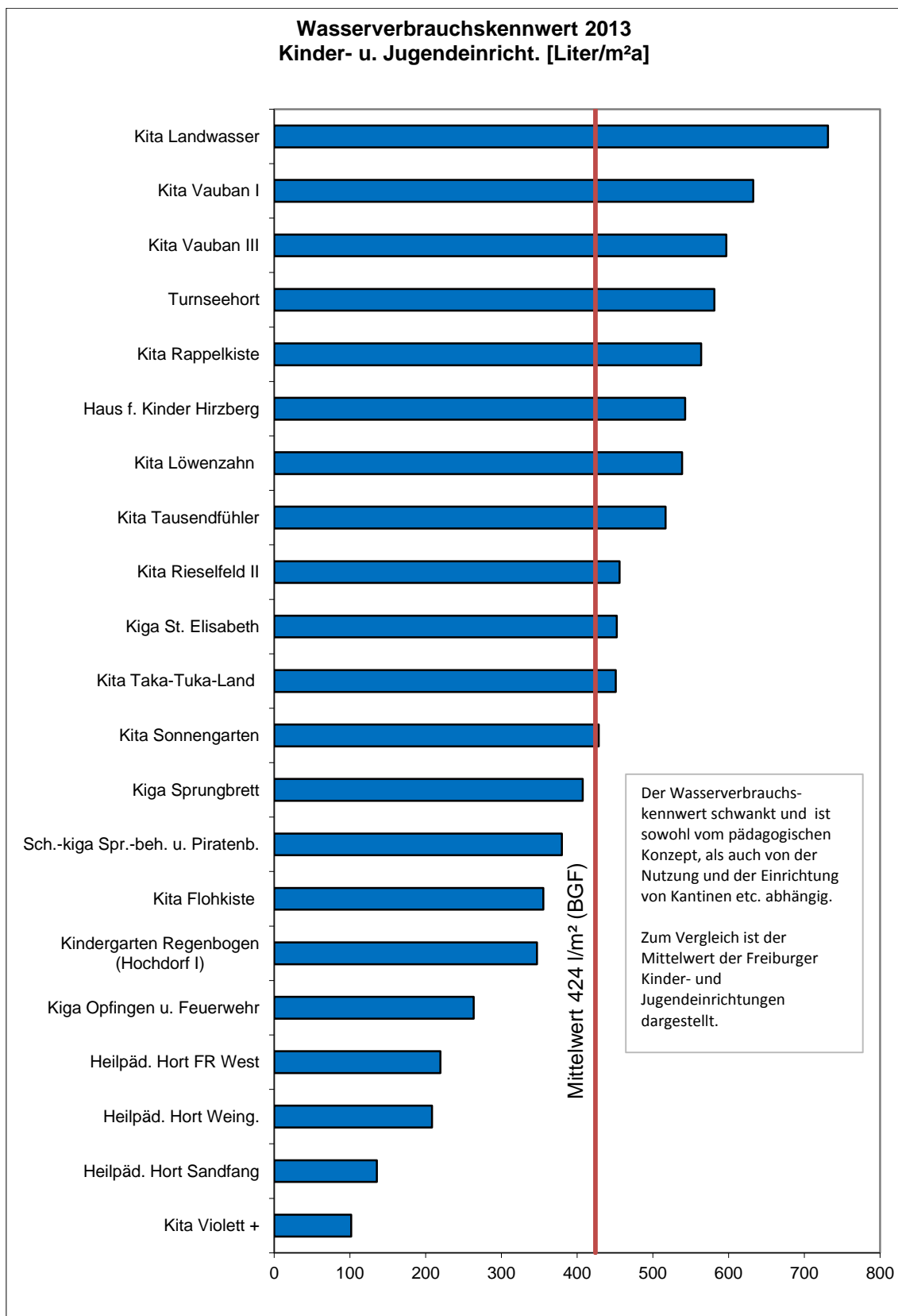


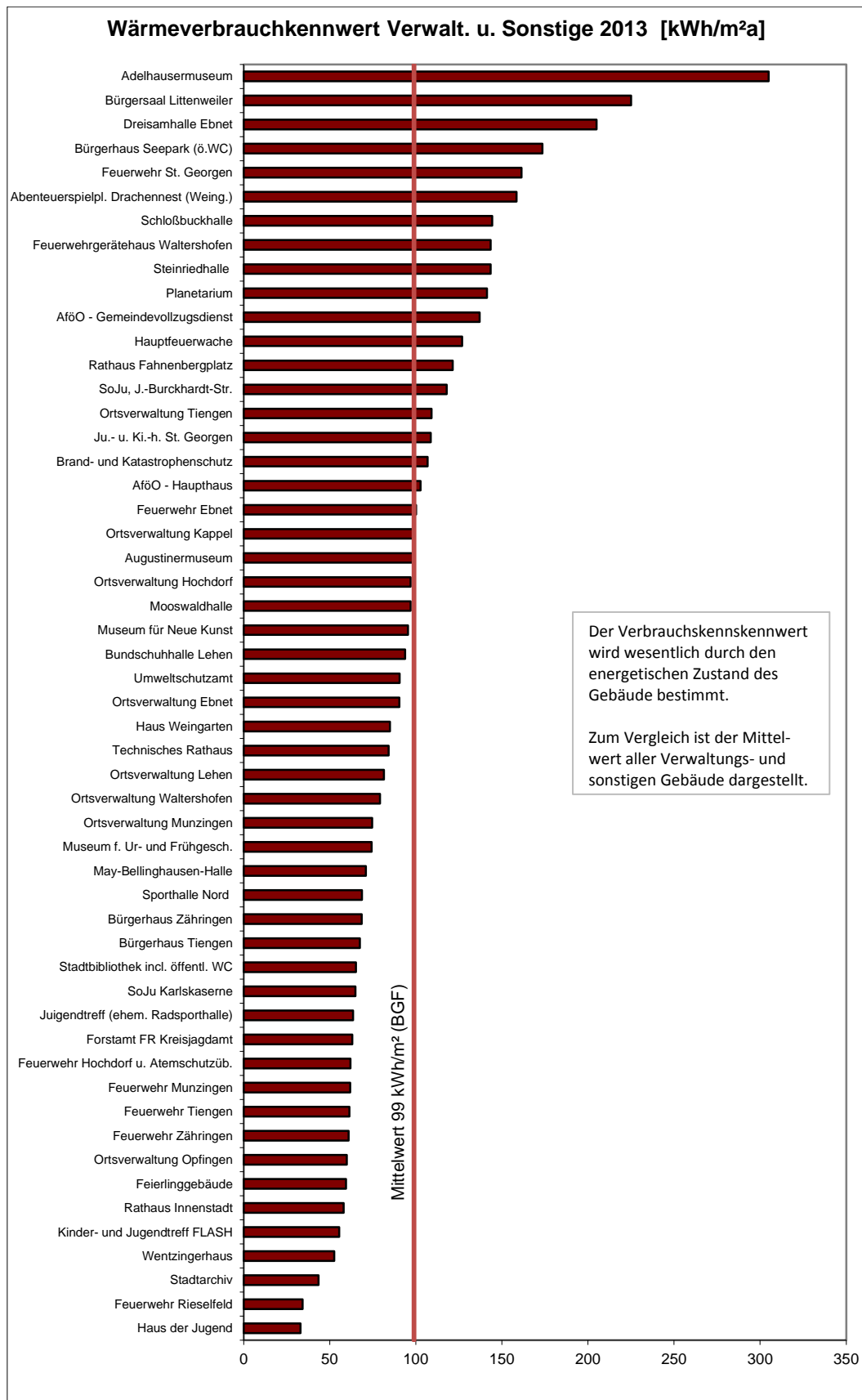


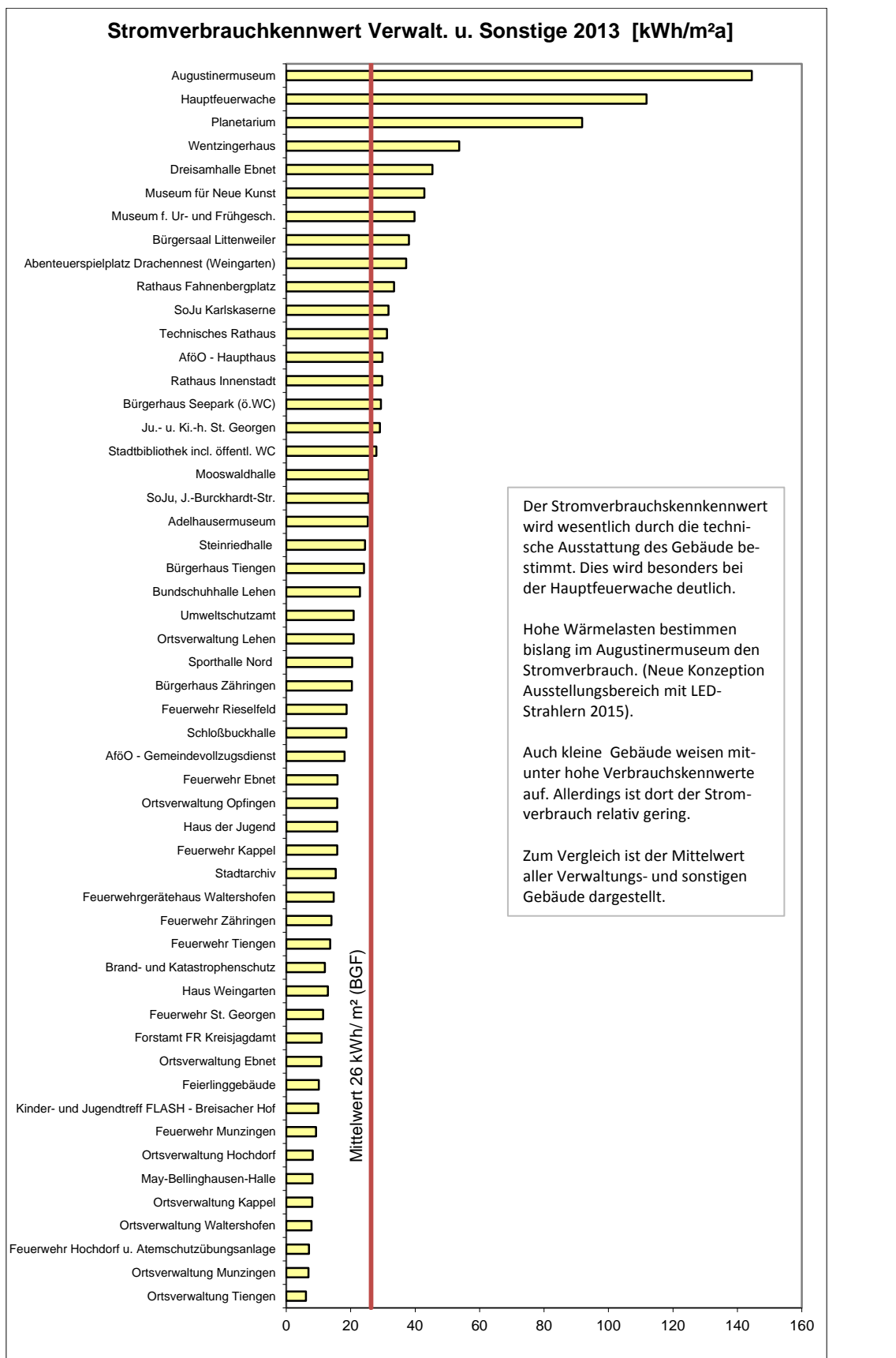


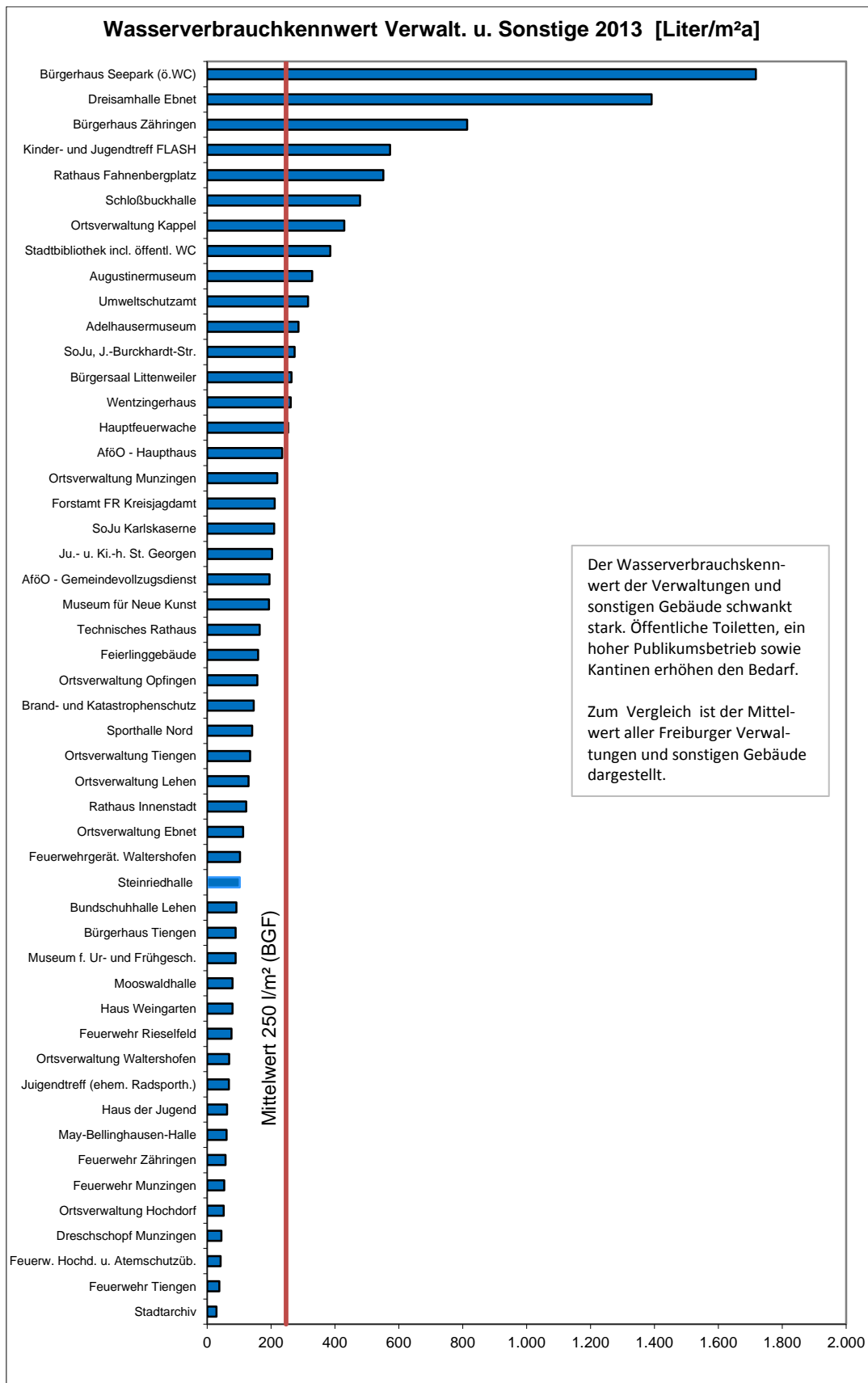














**Einheiten:**

a	Jahr (lat. annum)
A/V	Fläche zu Inhalt (m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> )
d	Tag (lat. dies)
°C	Grad Celsius, Einheit für Temperatur
h	Stunde (lat. hora)
K	Kelvin, Einheit zur Angabe von Temperaturdifferenzen), 1K entspricht 1°C)
Kd	Kelvin mal Tag
kg	Kilogramm, Einheit für Masse
kW	Kilowatt, Einheit für Leistung
kWh	Kilowattstunde, Einheit für Energie (Arbeit), 10 kWh entsprechen etwa dem Energieinhalt von 1 l Heizöl
l	Liter
Lux	Einheit für die Beleuchtungsstärke
min	Minute
m	Meter, Einheit für Länge
m <sup>2</sup>	Quadratmeter, Einheit für Fläche
m <sup>3</sup>	Kubikmeter, Einheit für Volumen
Mio.	Millionen
MW	Megawatt = 1.000 kW
MWh	Megawattstunde (1 MWh = 1.000 kWh)
s	Sekunde
t	Tonne = 1.000 kg

**Chemische Kürzel:**

CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid, Hauptverursacher des Treibhauseffektes
-----------------	--

**Sonstige Abkürzungen:**

Abb.	Abbildung
BGF	Bruttogrundfläche (nach DIN 277)
BHKW	Blockheizkraftwerk, Kombination aus Verbrennungsmotor, Generator und Spitzenlastkessel zur Erzeugung von Strom und Wärme
BW	Brennwert
BWW	Brauchwarmwasser
bzw.	beziehungsweise
CAD	Computer Aided Design (Verwendung eines Computers als Hilfsmittel beim technischen Zeichnen etc.)
CAFM	Computer Aided Facility Management (FM) Unterstützung des FM durch die Informationstechnik in Form eines Computerprogramms, bestehend aus Datenbank und Grafikprogramm (CAD)
el	elektrisch
DDC	Direct Digital Control = Regler die mit Hilfe eines Programms und eines Mikroprozessors die Regelaufgabe digital lösen

EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EM	Energiemanagement des GMF
EnEV	Energieeinsparverordnung
ff	folgend
FW	Fernwärme
GLT	Gebäudeleittechnik
GMF	Gebäudemanagement Stadt Freiburg
HGT	Die über alle Heiztage eines Jahres gebildete Summe der täglich ermittelten Differenz zwischen definierter Raumlufttemperatur und mittlerer Tagesaußentemperatur mit der Einheit Kd.
Hzg	Heizung
Kap.	Kapitel
KEA	Klima- u. Energieagentur des Landes Baden-Württemberg
KW	Kennwert
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung, gleichzeitige Erzeugung von Wärme und Strom (s. BHKW)
MSR	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik
MZH	Mehrzweckhalle
NEH	Niedrigenergiehaus, energiesparende Gebäude mit einem Heizwärmebedarf unter 70 kWh/m <sup>2</sup> *a
NGF	Nettogrundrissfläche (nach DIN 277)
NT	Niedertemperatur
OV	Ortsverwaltung
PH	Passivhaus, Gebäude mit sehr niedrigem Heizwärmebedarf ≤15 kWh/m <sup>2</sup> *a, hoher Anforderung an effizienten Stromeinsatz, Grundlage z.B. für Plusenergiehäuser, hoher Komfort (Behaglichkeit), i.d.R. gute Wirtschaftlichkeit bei Lebenszyklus > 30a
PHPP	Passivhaus-Projektierung-Paket, u.a. Nachweis der PH-Vorgaben
PV	Photovoltaik
PVT	Kollektor der Wärme u. Strom erzeugt
s.	siehe
SAP	Software
SoJu	Sozial- und Jugendamt
SpH	Sporthalle (i.d.R. Mehrfeldhalle)
Tab.	Tabelle
TH	Turnhalle
th	thermisch
WL	Wärmeleistung Heizkessel
WDVS	Wärmedämmverbundsystem
WW	Warmwasser
Ziff.	Ziffer
z.T.	zum Teil

## Impressum

Stadt Freiburg  
Dezernat V für Stadtentwicklung und Bauen, Tiefbau mit Verkehrsplanung, Stadtgrün,  
Gebäudemanagement

Gebäudemanagement Freiburg  
Berliner Allee 1  
79114 Freiburg

**Quellenangabe Abbildungen:** Gebäudemanagement Stadt Freiburg

### **Titelbild:**

Der Klassenbau des Theodor-Heuss-Gymnasiums als erstes saniertes Schulgebäude in Passivhaus-Bauweise in Baden-Württemberg, ist auch innen ein Vorzeigeprojekt, mit hoher Tageslichtnutzung und heller, nutzerfreundlichen Gestaltung

### **Zum Schluss:**

„Klar: Mit einer Hochglanzbroschüre ließen sich diese Informationen noch besser darstellen, bunter, eleganter und die Tabellen könnten durch einen Grafiker weiter gestaltet werden. Den notwendigen gut fünfstelligen Betrag dafür stecken wir aber lieber in unsere Gebäude und hoffen auf Ihr Verständnis.“