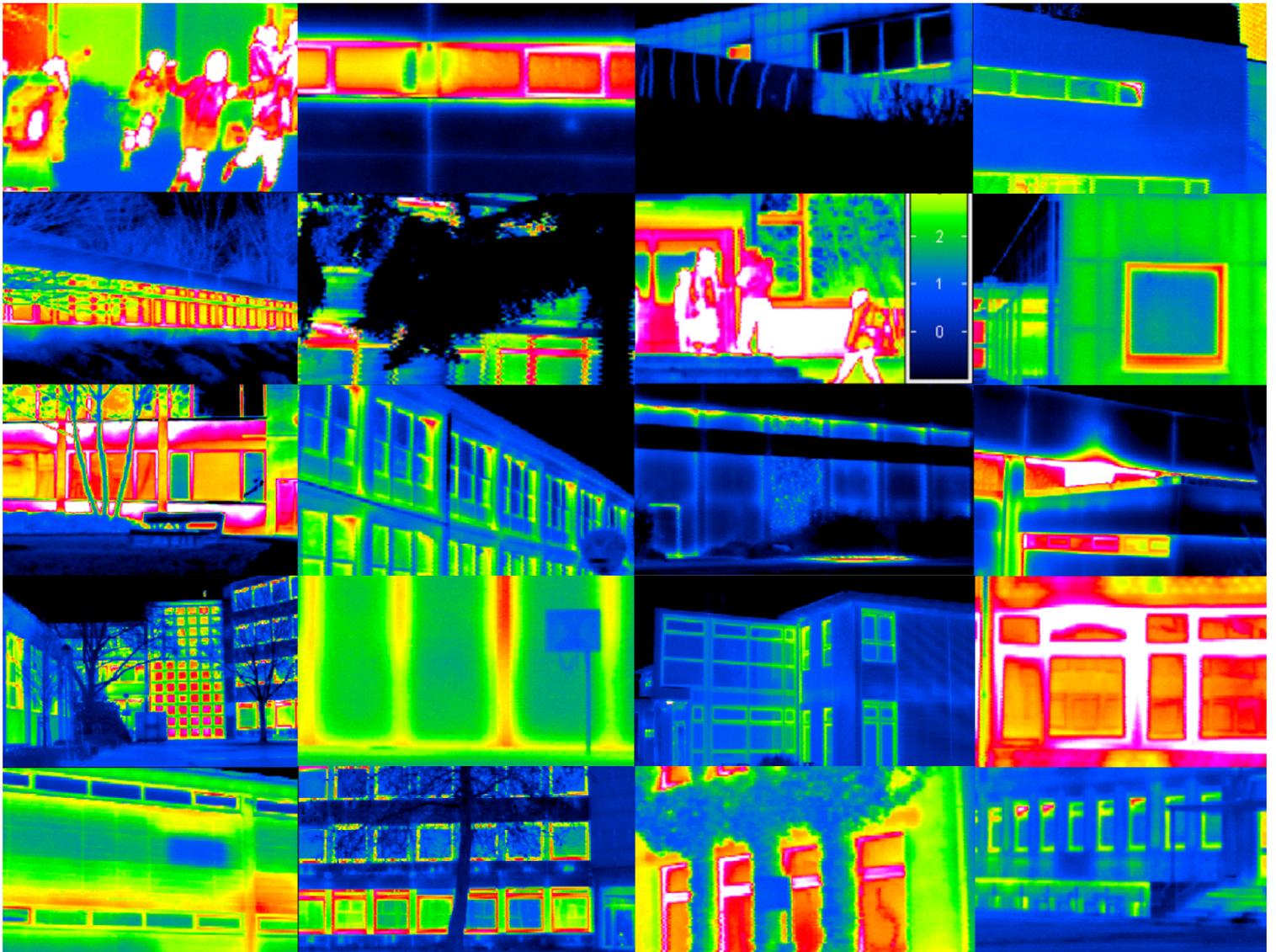


# Energiebericht 2008



## **Impressum**

© copyright 11/2009

Stadt Leverkusen

Alle in dieser Broschüre veröffentlichten Texte, Tabellen und Abbildungen dürfen nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Herausgebers nachgedruckt, vervielfältigt oder in elektronischen Medien publiziert werden. Zuwiderhandlungen werden vom Herausgeber rechtlich verfolgt.

### **Herausgeber:**

Stadt Leverkusen

Fachbereich Gebäudewirtschaft

### **Erstellung und Redaktion:**

Maria Kümmel, Nina Küpers, Jürgen Kursawe, Klaus Mintrop, Rita Schindzielorz, Jutta Tigges, Roman Valtinke

<http://www.leverkusen.de>

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	<b>5</b>
<b>Einleitung</b> .....	<b>7</b>
<b>Energiebericht 2008</b> .....	
<b>Entwicklung und Auswertung des Energieverbrauchs der Stadt Leverkusen</b> .....	<b>9</b>
▪ Entwicklung Gesamtverbrauch .....	<b>9</b>
▪ Datenerhebung .....	<b>9</b>
▪ Berechnungsgrößen .....	<b>9</b>
▪ Auswertung .....	<b>9</b>
▪ Tabellen / Abbildungen Gesamtverbrauch .....	<b>11</b>
▪ Einzelbewertung / Kennwerte .....	<b>17</b>
▪ Datenerhebung .....	<b>17</b>
▪ Berechnungsgrößen .....	<b>17</b>
▪ Tabellen und Abbildungen .....	<b>18</b>
▪ Auswertung .....	<b>19</b>
▪ Tabellen Einzelbewertung .....	<b>27</b>
▪ Abbildungen Einzelbewertung .....	<b>41</b>
<b>Ausblick Folgejahre</b> .....	
<b>Konjunkturpaket II / Energetische Sanierung Schulen</b> .....	<b>72</b>
<b>Ausschreibung Stromlieferung</b> .....	<b>73</b>
<b>DDC / Zentrale Gebäudeleittechnik – FB Gebäudewirtschaft</b> .....	<b>74</b>
<b>Passivhausbauweise</b> .....	<b>76</b>
▪ Beschlusslage .....	<b>76</b>
▪ Was ist ein Passivhaus?.....	<b>76</b>
▪ Was kann mit bauen in Passivhausstandard erreicht werden?.....	<b>77</b>
▪ Was muss beachtet werden, um die Ziele beim Bauen im Passivhausstandard zu erreichen? .....	<b>77</b>
▪ Ist Passivhausbauweise wirtschaftlich? .....	<b>78</b>
▪ Was tut die Gebäudewirtschaft Leverkusen im Hinblick auf den Passivhausstandard? .....	<b>82</b>
<b>Aufbau Energiemanagement</b> .....	<b>83</b>
▪ Beschlusslage .....	<b>83</b>
▪ Ziele .....	<b>83</b>
▪ Personal und Organisation .....	<b>83</b>
▪ Qualitätssicherung .....	<b>83</b>
▪ Handlungsfelder .....	<b>84</b>
▪ Öffentlichkeitsarbeit / Kommunikation .....	<b>85</b>
<b>Anhang 01 – Maßnahmen Konjunkturpaket II</b> .....	<b>86</b>
<b>Anhang 02 – Checkliste Energetische Sanierungen 2009</b> .....	<b>87</b>
<b>Glossar</b> .....	<b>94</b>
<b>Quellen</b> .....	<b>98</b>





## Vorwort

Liebe Mitbürgerin,  
lieber Mitbürger,  
liebe Leserin,  
lieber Leser,



Mit Blick auf die Zukunft lässt sich vorhersagen, dass die Bedeutung einer ausreichenden Energiebereitstellung – zu vertretbaren Kosten und bei möglichst geringer Beeinträchtigung der Umwelt – eher zunehmen als abnehmen wird.

Dabei geht es vor allem um unsere Umwelt und die Umweltentlastung für unsere Kinder und Enkelkinder.

Zur Nachhaltigkeit im Bauen gibt es vor dem Hintergrund der immer knapper werdenden Ressourcen keine Alternative.

Auf Nachhaltigkeit ausgerichtete Konzepte zeichnen deshalb die Arbeit des Fachbereichs Gebäudewirtschaft aus.

Ein wesentliches Element der „Nachhaltigkeit“ ist der energieeffiziente Neubau bzw. die energiebewusste Sanierung.

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Fachbereichs Gebäudewirtschaft sorgen mit innovativen Lösungen dafür, dass trotz wirtschaftlich schwieriger Zeiten der Energiebedarf weiterhin optimiert werden kann.

Für dieses Engagement meinen herzlichen Dank an die Kolleginnen und Kollegen.

Ich wünsche mir, dass Sie beim Lesen des Energieberichtes die Anstrengungen des Fachbereichs Gebäudewirtschaft bezüglich der Energieoptimierung nachvollziehen können.

Ihr Wolfgang Mues





## Einleitung

Sehr geehrte Leserin,  
sehr geehrter Leser,

mit dieser Ausgabe des Energieberichtes, erstellt durch den Fachbereich Gebäudewirtschaft, halten Sie den ersten Bericht dieser Art in Ihren Händen.

Schwerpunkt dieses Berichtes ist in diesem Jahr die Darstellung der Energiekennzahlen. Für 2008 war es erstmals möglich, neben den absoluten Verbrauchswerten auch die spezifischen Werte, - die Verbrauchswerte je Fläche, zu ermitteln. Diese Kennwerte gilt es zu bewerten und so besondere Schwachstellen zu identifizieren.

Auf dieser Grundlage kann dann ein detaillierter Handlungs- und Maßnahmenplan entwickelt werden.

Neben der Auswertung des Energieverbrauchs gibt es eine Reihe weiterer Themen, über die es zu berichten lohnt:

- Ein Schwerpunkt der Arbeit des Fachbereichs Gebäudewirtschaft liegt in der Abarbeitung der Baumaßnahmen im Rahmen des Konjunkturpaketes II. Ein wesentlicher Aspekt dieser Maßnahmen ist die energetische Ertüchtigung / Optimierung.
- 2009 hat der Fachbereich Gebäudewirtschaft die Lieferung von elektrischer Energie für alle Dienststellen ausgeschrieben und eingekauft. Hierdurch erhofft sich der Fachbereich Gebäudewirtschaft eine deutliche Senkung der Stromkosten.
- Seit ca. 1 Jahr sind alle 47 Schulgebäude mit einer DDC-Regelung (Direct Digital Control) ausgerüstet und auf die zentrale Gebäudeleittechnik aufgeschaltet. Nun gilt es die Möglichkeiten dieses Managementsystems effektiv auszunutzen.
- Der Beschluss der politischen Gremien, alle Neubauten im Passivhausstandard zu errichten, ist eine Herausforderung für den Fachbereich Gebäudewirtschaft.

Der Energiebericht 2008 macht deutlich, dass das Energiemanagement eine umfassende Querschnittsaufgabe darstellt, die in hohem Maße das Zusammenwirken aller Beteiligten voraussetzt. Im Fachbereich Gebäudewirtschaft ist diese Aufgabe zum Schwerpunkt gemacht worden.

Durch das Engagement und die hohe Kompetenz aller Beteiligten kann so die Zukunftsaufgabe einer langfristig effizienten Energieversorgung für die städtischen Liegenschaften erfolgreich gemeistert werden.

Gert Geiger  
Fachbereichsleiter Fachbereich Gebäudewirtschaft





## **\_Energiebericht 2008**

### Entwicklung und Auswertung des Energieverbrauchs der Stadt Leverkusen

#### Entwicklung Gesamtverbrauch

##### **Datenerhebung**

Der Verbrauch über alle von der Gebäudewirtschaft Leverkusen betreuten Objekte ist mithilfe der Abrechnungsdaten vom Energieversorgungsunternehmen ermittelt.

Dabei sind die Verbrauchsmengen an Abrechnungszeiträume geknüpft, die nicht den ganzen Jahren entsprechen, bzw. über Jahresgrenzen hinausgehen. Es treten Schwierigkeiten bei der Verknüpfung von Kosten, Verbrauch bzw. der Zuordnung von Verbrauchszeiträumen auf. Unter Einbeziehung von Abschlagssummen und tatsächlichen Kosten wurde eine möglichst genaue Annäherung an den tatsächlichen Jahresverbrauch angestrebt.

Die Datenerhebung zum Gesamtverbrauch ist nicht auf die Entwicklung der Flächen im Gebäudebestand bezogen. So führen nicht nur energetische Optimierungsmaßnahmen, sondern auch Flächenverluste zu einem sinkenden Verbrauch!

##### **Berechnungsgrößen**

Der Verbrauch ist in kWh erfasst. Diese sind gegebenenfalls auf den Heizwert des Energieträgers bezogen, um die Endenergie zu bestimmen. Die Endenergie Wärme ist einschließlich Wärmeenergie Warmwasser in Anlehnung an

die VDI-Richtlinie 3807 pauschal standortbezogen witterungsbereinigt.

##### **Auswertung**

###### Wärme

Die von der Gebäudewirtschaft Leverkusen betreuten Objekte haben 2008 38.999.576 kWh Wärmeenergie verbraucht. Dadurch sind 3.454.962 € Kosten entstanden.

Der Anteil der Wärmeenergie am Verbrauch liegt damit 2008 bei 79%. Dabei fällt auf Fernwärme und Gas jeweils 39%, auf Heizöl 1%. Da die Kosten für Wärmeenergie aber niedriger sind als für Strom, liegt der Anteil an den Kosten bei der Wärme nur bei 67%. Wie beim Verbrauch machen Fernwärme und Gas auch bei den Kosten ungefähr gleich große Anteile aus.

Der Gesamtverbrauch Wärme fällt von 2006 bis 2008 kontinuierlich und liegt so 2008 30% unter dem Verbrauch 2007. Auch die nachstehende Einzelbewertung nach Objektgruppen bestätigt die überwiegend fallende Tendenz bei der Energiemenge Wärme, hier jedoch von 2007 auf 2008 nur um 0,4% und von 2006 auf 2008 immerhin um 9,4%. Dies sind zum einen Erfolge, die auf Sanierungen von Gebäuden und Anlagen und auf die Optimierungsmaßnahmen beim Anlagenbetrieb zurückzuführen sind. Die wesentlich stärkere Abnahme beim Gesamtverbrauch resultiert vor allen Dingen aus den erheblichen Flächenverlusten in die-



sen Jahren. Unter anderem sind während dieser Zeit das Rathaus, das Stadthaus, der Tierpark Reuschenberger Busch und Übergangwohnheime im Overfeldweg oder in der von - Diergardt – Straße aus dem Gebäudebestand der Gebäudewirtschaft Leverkusen heraus gefallen.

Die kräftigste Preissteigerung zwischen 2006 und 2008 bei den Energieträgern Wärme tritt mit 40,73% beim Erdgas auf. Es folgt das Heizöl mit 25,02%. Mit einer Steigerung von 7,08% war der Fernwärmepreis am konstantesten. Absolut betrachtet ist Fernwärme jedoch mit einem Durchschnittspreis von 90,27 €/MWh 2008 am teuersten. Etwas günstiger ist mit 87,21 €/MWh der durchschnittliche Preis für Erdgas. Der günstigste Energieträger ist das Öl mit durchschnittlich 68,92 €/MWh.

Obwohl der Wärmepreis 2008 knapp 25% über dem Preis von 2006 liegt, sinken die Kosten 2008 bezogen auf das Jahr 2006 aufgrund der fallenden Verbrauchsmengen um 12%. Trotz fallender Verbrauchsmengen auch zwischen 2007 und 2008 steigen die Kosten 2008 bezogen auf das Jahr 2007 allerdings schon wieder um 2% an. Hier wird deutlich, dass vor allen Dingen aufgrund der zur erwartenden Energiepreissteigerungen in den kommenden Jahren erhebliche Anstrengungen unternommen werden müssen, um die Kosten für Energie einigermaßen konstant zu halten.

#### Strom

Die von der Gebäudewirtschaft Leverkusen betreuten Objekte haben 2008 10.437.376 kWh Strom verbraucht. Dadurch sind 1.698.895 € Kosten entstanden.

Der Anteil des Stroms am Energieverbrauch liegt bei 21%, der Kostenanteil allerdings aufgrund des im Vergleich zur Wärmeenergie erheblich höheren Preises bei 33%.

Trotz großer Flächenverluste steigt der Stromverbrauch von 2006 auf 2007 leicht an, von 2007 auf 2008 sinkt er. Der absolute Verbrauch liegt 2008 14% niedriger als 2006. Betrachtet man die Ergebnisse der nachstehenden Einzelbewertung in der Summe, kehrt sich diese sinkende Entwicklung jedoch um: von 2007 auf 2008 steigt der Stromverbrauch um 4,6%, von 2006 auf 2008 um 5,6%.

Auch beim Strom sind die oben benannten Flächenverluste also ausschlaggebend für die sinkende Tendenz. Bezogen auf die Fläche steigt der Stromverbrauch. Diese Entwicklung gilt es zu stoppen bzw. umzukehren.

Der durchschnittliche Strompreis steigt von 2006 auf 2008 um 15,98% auf 162,77 €/MWh.

Die Kosten sind allerdings im Jahr 2008 im Vergleich zum Jahr 2006 aufgrund der Flächenverluste in etwa konstant. Von 2006 zu 2007 gab es trotz der Flächenverluste jedoch eine Kostensteigerung von 11,2%. Will man in Zukunft den durch die Preissteigerung bedingten Kostenanstieg bremsen, muss auch der Stromverbrauch erheblich reduziert werden.



Energiestatistik Jahr 2008	Verbräuche			Kosten		
	Verbrauchs- menge in kWh	Verände- rung zum Vorjahr in %	Verände- rung zum Basisjahr in %	Kosten in Euro	Verände- rung zum Vorjahr in %	Verände- rung zum Basisjahr in %
Gas	19.393.739	-20	-39	1.691.279	3	-15
Gas, bereinigt	19.589.635	-25	-41			
Heizöl	284.100		-35	19.580		-19
Heizöl, bereinigt	286.970		-37			
Fernwärme	19.321.737	-1	-14	1.744.103	1	-8
Fernwärme, bereinigt	19.516.906	-7	-16			
Endenergie Strom gesamt	10.437.376	-19	-14	1.698.895	-10	0
Endenergie Wärme gesamt	38.999.576		-29	3.454.962	2	-12
Endenergie Wärme gesamt, bereinigt	39.393.511		-30			
Endenergieeinsatz gesamt	49.436.952		-26	5.153.858	-2	-8
Endenergieeinsatz gesamt, bereinigt	49.830.887		-28			
Primärenergieeinsatz gesamt	68.529.980		-24			
Primärenergieeinsatz gesamt, bereinigt	68.937.546		-25			

Tabelle 1: Gesamtverbrauch und Gesamtkosten 2008

	2006	2007	2008
	[kWh]	[kWh]	[kWh]
<b>Gesamtverbrauch</b>			
Wärme, bereinigt	56.675.795	46.962.887	39.393.511
Strom	12.091.131	12.905.397	10.437.376
<b>Verbrauch Summe</b>			
<b>Einzelbewertung</b>			
Wärme, bereinigt	42.812.187	38.940.693	38.789.770
Strom	7.610.461	7.682.560	8.033.400

Tabelle 2: Verbrauchsentwicklung 2006 bis 2008 als Gesamtverbrauch und als Summe der Einzelbewertungen



**Fazit:** Die starke Verbrauchsabnahme resultiert vor allem aus den großen Flächenverlusten (Rathaus, Stadthaus, etc.). Als Summe aus der Einzelbewertung hat die Wärme auf mittlerem Niveau eine leicht sinkende Tendenz, der Strom auf zu hohem Niveau eine leicht steigende.

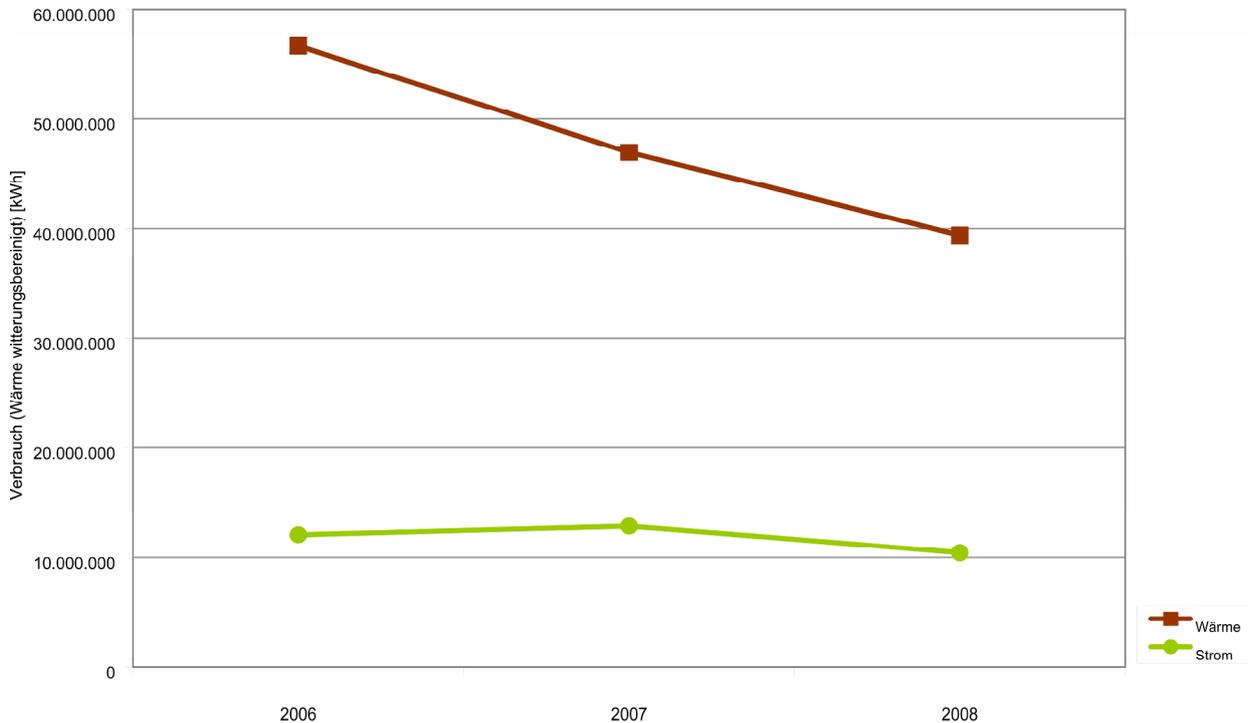


Abbildung 1: Verbrauchsentwicklung 2006 bis 2008 als Gesamtverbrauch

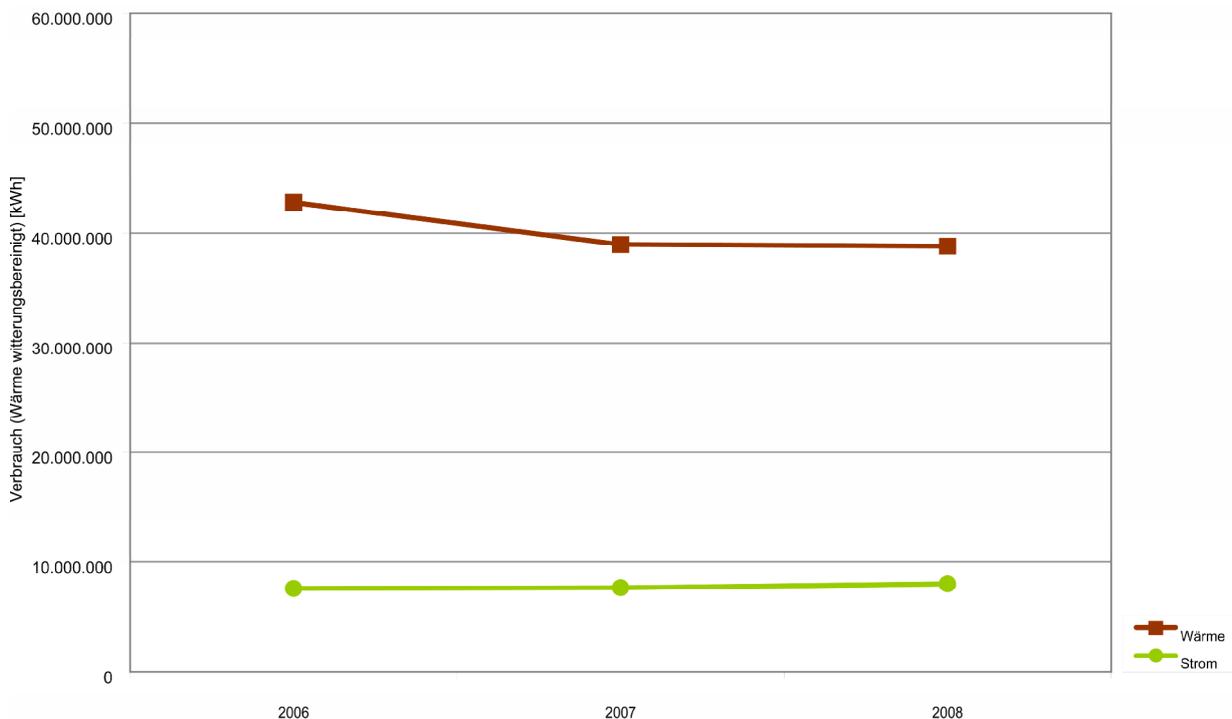


Abbildung 2: Verbrauchsentwicklung 2006 bis 2008 als Summe der Einzelbewertung



**Fazit:** Die Wärmeenergie hat mit 79% den größeren Anteil, der Stromverbrauch macht nur 21% des Energieverbrauchs aus. Der Anteil Heizöl ist vernachlässigbar, die Anteile Fernwärme und Gas sind ungefähr gleich groß.

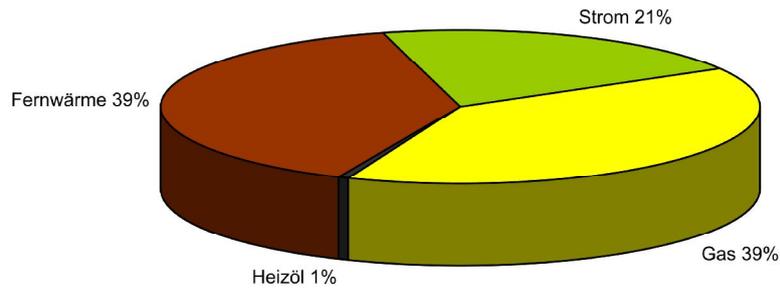


Abbildung 3: Verbrauchsanteile Energieträger 2008 (Wärme, bereinigt) [%]

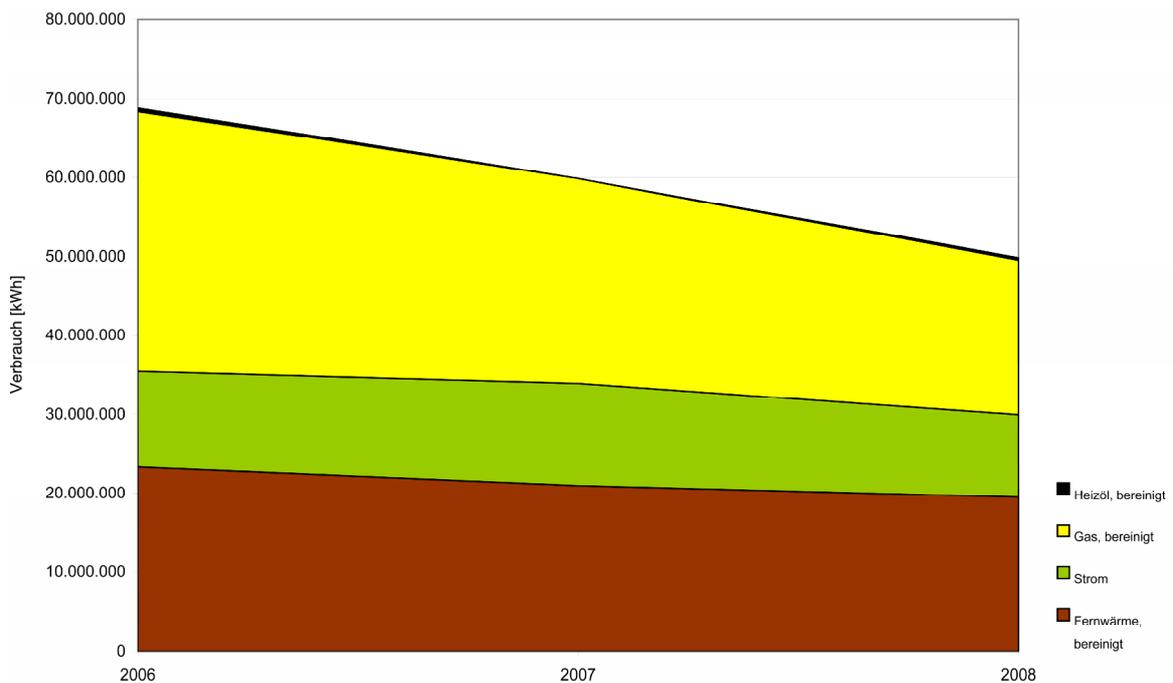


Abbildung 4: Entwicklung 2006 bis 2008 Verbrauchsanteile Energieträger



**Fazit:** Die Kostenentwicklung spiegelt das starke Absinken des Verbrauchs durch die großen Flächenverluste nicht vollständig wider. Durch die Preissteigerung bei den Energieträgern werden die Einsparungen beim Verbrauch teilweise wieder zunichte gemacht.

	2006	2007	2008
<b>Kosten</b>	[€]	[€]	[€]
Heizöl	24.254		19.580
Gas	1.980.335	1.646.775	1.691.279
Strom	1.698.895	1.889.345	1.696.931
Fernwärme	1.903.258	1.734.814	1.744.103
Endenergie Wärme gesamt	3.907.847	3.381.589	3.454.962
Endenergieeinsatz gesamt	5.606.742	5.270.934	5.151.893

Tabelle 3: Entwicklung Kosten 2006 bis 2008

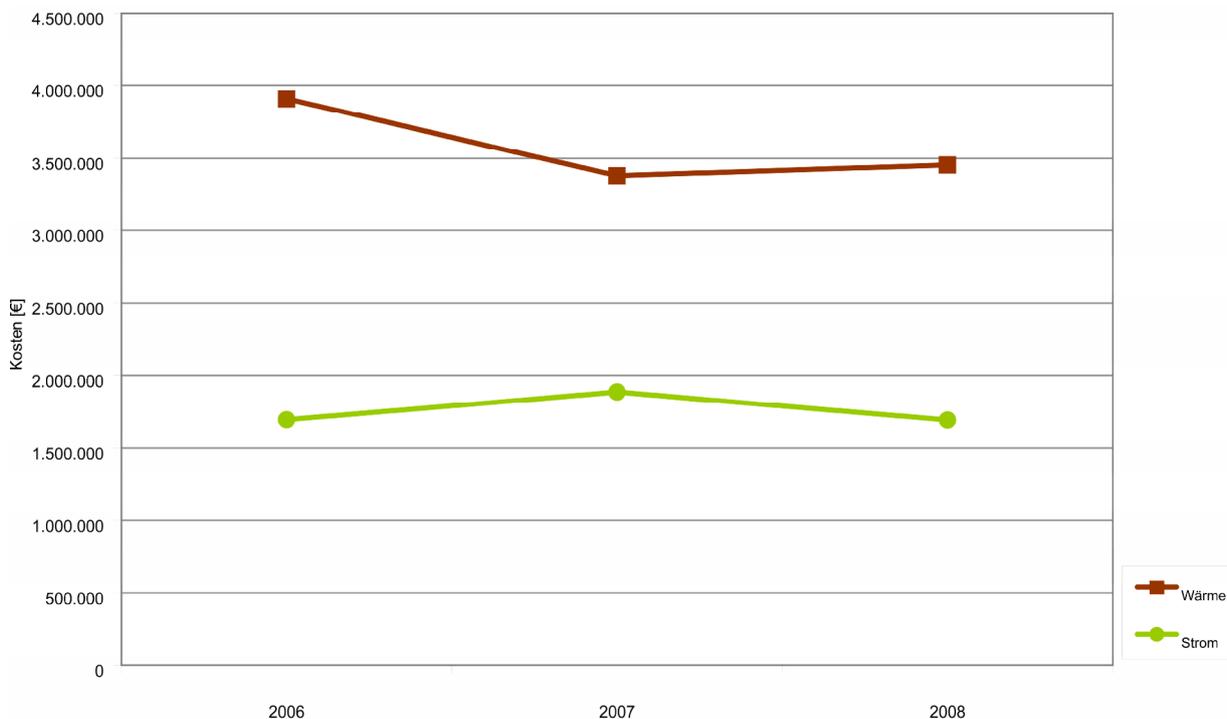


Abbildung 5: Entwicklung Kosten 2006 bis 2008



**Fazit:** Vor allen Dingen die rasante Preisentwicklung der Energieträger zwingt zu einem immer effizienteren Umgang mit Energie.

Preisentwicklung Energieträger	2006	2007	2008
Heizöl [€/MWh]	55,13		68,92
Heizölindex	100,00		125,02
Gaspreis [€/MWh]	61,97	68,06	87,21
Gaspreisindex	100,00	109,83	140,73
Strom [€/MWh]	140,35	146,40	162,77
Stromindex	100,00	104,31	115,98
Fernwärme [€/MWh]	84,29	89,05	90,27
Fernwärmeindex	100,00	105,64	107,08
Wärmepreis [€/MWh]	71,08	77,43	88,59
Wärmeindex	100,00	108,92	124,63
Energiepreis [€/MWh]	83,57	93,16	104,25
Energieindex	100,00	111,47	124,75

Tabelle 4: Preisentwicklung Energieträger 2006 bis 2008

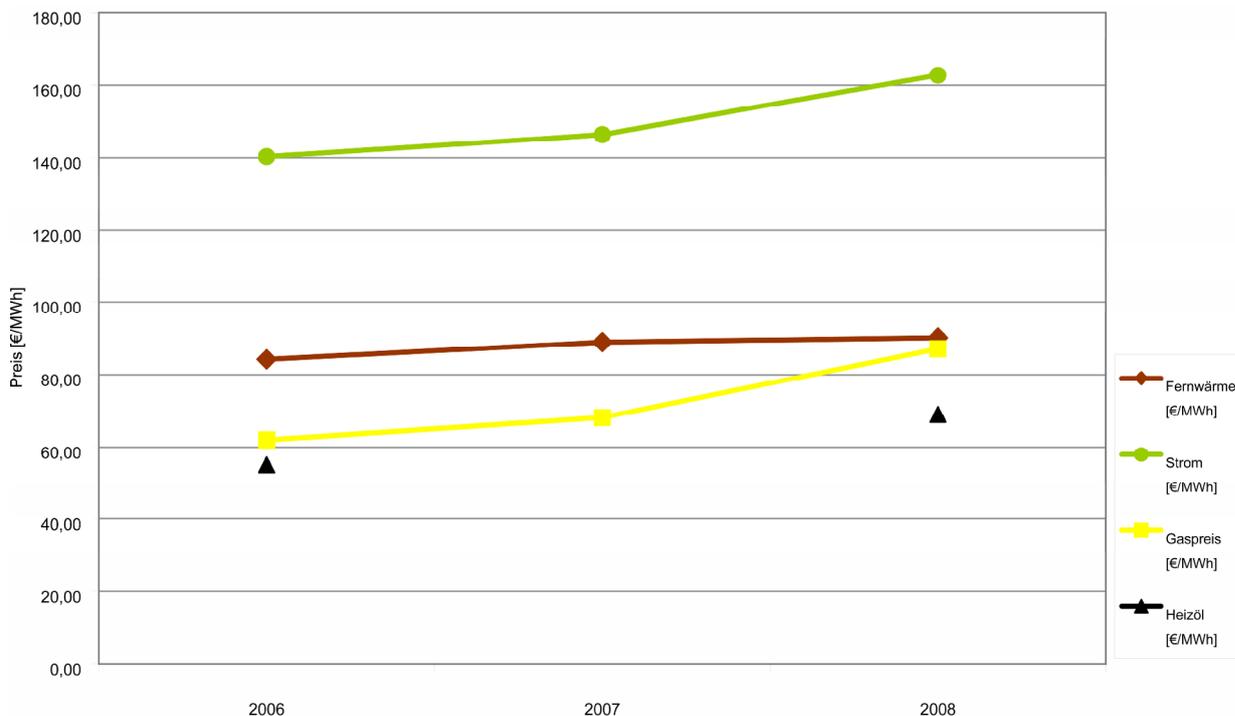


Abbildung 6: Preisentwicklung Energieträger 2006 bis 2008



**Fazit:** Aufgrund des relativ hohen Strompreises liegt der Kostenanteil Strom 12% höher als der Verbrauchsanteil. Absolute Einsparungen beim Strom haben also einen im Verhältnis größeren Einfluss auf die Kosten als absolute Einsparungen bei der Wärme.

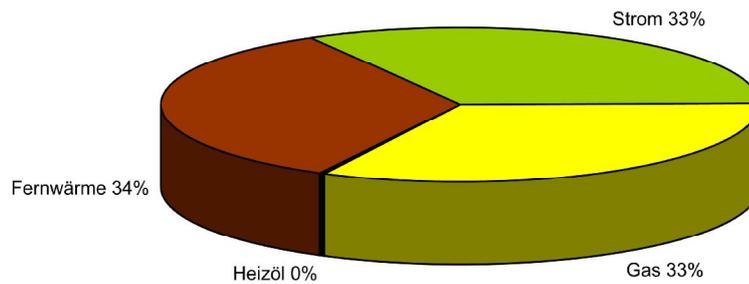


Abbildung 7: Kostenanteile Energieträger 2008 [%]



Abbildung 8: Entwicklung 2006 bis 2008 Kostenanteile Energieträger



## Einzelbewertung / Kennwerte

### Datenerhebung

Der 1. Juli 2009 war der Stichtag, an dem für alle öffentlichen Gebäude mit größerem Publikumsverkehr, die über 1000 qm groß sind, die Aushangpflicht für Energieausweise nach Energieeinsparverordnung in Kraft getreten ist. Für die Erstellung dieser Ausweise mussten Flächen und der Strom- und Wärmeverbrauch der letzten drei Jahre zusammengetragen werden. Jene Werte sind auch die Werte, mit denen die Berechnungen für diese Einzelbewertung durchgeführt wurden. Das Kapitel Einzelbewertung erfasst also nur Gebäude, für die diese Aushangspflicht gilt und bildet deshalb nicht die Daten zum Gesamtverbrauch der Stadt Leverkusen ab. Ziel für die Energieberichte der folgenden Jahre ist es, die Einzelbewertung für den gesamten Gebäudebestand zu ermöglichen. Darüber hinaus ist dann auch der Wasserverbrauch zu erfassen.

Bei der Einzelbewertung werden die Verbrauchsdaten je Objekt bzw. Objektgruppe erfasst und auf die Flächen bezogen. Dadurch ist es möglich Kennwerte zu bilden, die mit statistischen Mittelwerten verglichen werden können. So wird eine grobe Analyse der Einsparpotenziale möglich.

In Bezug auf die Belastbarkeit der Ergebnisse dieser Analyse ist Folgendes zu bedenken: Die meisten städtischen Liegenschaften sind größere Gebäudekomplexe, die über Jahrzehnte gewachsen sind und sich in ständiger Anpassung an den aktuellen Bedarf befinden. Dies hat einige Schwierigkeiten sowohl bei der Verbrauchs- als auch bei der Flä-

chenerfassung zur Folge. Der Zeitpunkt von Flächenzuwachsen und -verlusten, der Umfang und die Dauer von Leerständen, Schwankungen in der Nutzungsintensität, etc. wurden in den vergangenen Jahren nicht immer exakt erfasst. Dazu kommt eine zum Teil sehr grobe Zählerstruktur, die die Verbrauchsdaten häufig nicht objekt- bzw. gebäudescharf abbilden kann.

Diese Probleme zu entschärfen, wird für die nächsten Jahre eine weitere wichtige Aufgabe des Energiemanagements sein. Dabei kann allerdings nur mittel- bis langfristig gedacht werden, da der Aufbau von Zählerstrukturen und die höhere Automatisierung von Verbrauchs- und Flächenerfassungen sowohl zeit als auch kostenintensiv sind.

### Berechnungsgrößen

Der Verbrauch ist in kWh erfasst. Diese sind gegebenenfalls auf den Heizwert des Energieträgers bezogen, um die Endenergie zu bestimmen.

Der Verbrauch für Wärme ist für die Kennwertbildung mit dem Klimafaktor nach Energieeinsparverordnung witterungsbereinigt. Dadurch ist sowohl der Standort des Gebäudes als auch der Standort Würzburg als üblicher Referenzstandort berücksichtigt. Nur so können Gebäude an unterschiedlichen Standorten in Deutschland vergleichbar gemacht werden.

In Tabelle 5 und für die Darstellung der Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Abbildung 10 ist die Endenergie Wärme hingegen nach VDI 3807 ausschließlich standortbezogen bereinigt.

Bei der Witterungsbereinigung ist der Verbrauch für die Warmwasserbereitung üblicherweise auszuklammern. Da dieser Verbrauch jedoch nicht getrennt erfasst



wird und für die Sommermonate durch die Schulferien keine sinnvollen Vergleichswerte ohne Heizungsbetrieb vorliegen, ist der Warmwasserverbrauch in Anlehnung an DIN V 18599-10 Tabelle 6 aufgrund des nutzungsspezifischen geringen Bedarfs weitestgehend vernachlässigt worden. Nur für die Turnhallen ist über eine Quadratmeterpauschale ein Bedarf angesetzt, der von der Witterungsreinigung ausgenommen ist.

Die Endenergie ist für die Jahre 2006 bis 2008 berechnet, so dass für das Jahr 2008 jeweils die Änderungen in Prozent zum Vorjahr (2007) und zum Basisjahr (2006) angegeben werden können.

Die Energiebezugsfläche ist nach VDI-Richtlinie 3807 vorzugsweise die beheizte Bruttogrundfläche. Da in den Energieausweisen nach Energieeinsparverordnung nur die Nettogrundfläche zu erfassen ist, sind diese Flächenangaben mithilfe der Umrechnungsfaktoren zur Berechnung der Bezugsfläche aus der Anlage 2, „Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand, vom 26. Juli 2007“ in BGF (Bruttogrundfläche) umgerechnet.

Als Vergleichswerte dienen die von der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH 2005 in „Kommunales Energie-Management – Ein Leitfaden für Städte und Gemeinden“ veröffentlichten Energieverbrauchskennwerte nach VDI 3807 / ages GmbH. Der Mittelwert bezeichnet dabei nicht das arithmetische Mittel, sondern den Modalwert, den Wert der als häufigstes vorkommt. Der anzustrebende Richtwert ist der untere Quartilmittelwert, also das arithmetische Mittel der unteren 25%.

Neben den nutzungsspezifischen Kennwerten ist für die Analyse der Einsparpotenziale auch der absolute Verbrauch zu berücksichtigen. Auch wenn gegebenenfalls der nutzungsspezifische Kennwert eines Objektes nicht der schlechteste ist, es sich aber beim absoluten Verbrauch um große Mengen handelt, kann eine bevorzugte Behandlung bei Optimierungsmaßnahmen Sinn machen. Geringere Verbesserungen je Quadratmeter führen dann durch die Höhe der absoluten Menge gegebenenfalls zu insgesamt sehr hohen Einsparungen. Um diesen Effekt als Kenngröße sichtbar zu machen, ist die Differenz von objektspezifischem Kennwert – nutzungsspezifischen Richtwert mit den  $m^2$  - BGF multipliziert. Daraus ergibt sich ein Einsparpotential in MWh/a.

### **Tabellen und Abbildungen**

In der Tabelle 5 (Seite 27-37) Energieeinsatz 2008 sind die einzelnen Objekte nach Bauwerkszuordnungskatalog der ARGEBAU in Gruppen zusammengefasst. Jedem Objekt sind das Baujahr, die Bezugsfläche, die 2008 benötigte Endenergie, die Abweichungen in Prozent zum Vor- und zum Basisjahr, der spezifische Kennwert, der Mittelwert, der Richtwert und das Einsparpotential zugeordnet. Nicht alle Rechenwege können mit den hier aufgeführten Werten nachvollzogen werden, da es sich um gerundete Zwischenergebnisse handelt, die Berechnungen aber, zugunsten einer höheren Genauigkeit, mit ungerundeten Werten durchgeführt worden sind.

In Abbildung 10 (Seite 41) kann auf der Y-Achse die bereinigte Endenergie Wärme in kWh abgelesen werden. Auf der X-Achse sind die einzelnen Jahre



aufgetragen. Die Kurven zeigen die bereinigte Jahresendenergie der verschiedenen Objektgruppen. Abbildung 11 (Seite 42) bildet analog die Jahresendenergie Strom der verschiedenen Objektgruppen ab.

In Abbildung 12 und 13 (Seite 43) kann der Verbrauchsanteil der Schulen am Wärme- bzw. Stromverbrauch 2008 abgelesen werden.

In den Abbildungen 14 – 41 (Seite 44-71) sind auf der X-Achse alle Objekte einer Gruppe mit ihren in Tabelle 6 (Seite 37-40) aufgelisteten Namenskürzeln bezeichnet. Auf der positiven linken Y-Achse kann die absolut benötigte, bereinigte Endenergie in kWh abgelesen werden. Die breiteren hellgrauen Balken bilden die bereinigte Endenergie 2008 für die einzelnen Objekte ab. Auf der rechten Y-Achse können die Kennwerte in kWh/m<sup>2</sup> a abgelesen werden. Der schmalere innere dunkelgraue Balken bildet den Kennwert für das jeweilige Objekt ab. Die obere durchlaufende Linie stellt den nutzungsspezifischen Mittelwert dar, die untere Linie den nutzungsspezifischen Richt- bzw. Zielwert. Auf der negativen linken Y-Achse kann das Einsparpotential in MWh/a abgelesen werden. Die weißen Balken bilden diesen Wert für das jeweilige Objekt ab.

## Auswertung

### Wärme

Die Hauptverbraucher der von der Gebäudewirtschaft Leverkusen betreuten Objekte sind die Schulen. 57% der Wärmeenergie verbrauchen die weiterführenden Schulen, 31% die Grundschulen, 12% sonstige Verbraucher.

Mit 2.576.419 kWh ist die Gesamtschule Schlebusch der größte Einzelverbraucher, gefolgt vom Landrat Lucas Gymnasium mit 2.459.208 kWh und dem Freiherr vom Stein Gymnasium mit 2.433.633 kWh.

Die Grundschulen sind mit 11.927.884 kWh, die Objektgruppe mit der höchsten Endenergie Wärme. Es handelt sich hierbei allerdings mit 23 Grundschulen auch um die höchste Anzahl von Objekten innerhalb einer Gruppe.

Die höchste Abweichung vom objektspezifischen Kennwert zum nutzungsspezifischen Mittelwert tritt beim künstlerisch-musischen Bereich der Theodor Heuss Realschule auf. Es folgt die Förderschule Rat-Deycks-Schule und dann das Freiherr vom Stein Gymnasium. Hier sind also noch große Optimierungspotenziale vorhanden.

Mit 1.295,08 MWh/a hat die Gesamtschule Schlebusch das größte Einsparpotential. Es folgt das Freiherr vom Stein Gymnasium mit 1.147,73 MWh/a. Hier kann man also mit den geringsten Mitteln die höchste absolute Einsparung erzielen.

12% der Objekte unterschreiten den nutzungsspezifischen Richtwert, ihr Verbrauch ist bereits als optimal zu bezeichnen. 75% der Gebäude liegen unter dem nutzungsspezifischen Mittelwert. Trotz noch vorhandener Einsparpotenziale ist die Entwicklung im Bereich Wärme insgesamt positiv zu bewerten. Hier machen sich die schon seit Jahren eingeführte DDC – Regelung und die anhaltenden Investitionen in den baulichen Wärmeschutz bereits positiv bemerkbar.

### Strom

Auch beim Strom sind die Hauptverbraucher der von der Gebäudewirtschaft Le-



verkusen betreuten Gebäude die Schulen. 63% des Stroms verbrauchen die weiterführenden Schulen, 19% die Grundschulen und 18% sonstige Verbraucher. Mit 907.145 kWh ist das Landrat Lucas Gymnasium hier der größte Einzelverbraucher, gefolgt von der Gesamtschule Schlebusch mit 738.422 kWh und dem Standort Deichtorstraße der Käthe Kollwitz Gesamtschule mit 675.939 kWh. Die größte Energiemenge bezogen auf die Objektgruppe verbraucht, trotz nur vier Objekten innerhalb der Gruppe, mit 2.154.437 kWh die Gruppe der Gymnasien. Es folgen mit ca. je 1,5 Mio. kWh die Gesamtschulen bzw. die Grundschulen.

Die höchste Abweichung vom objektspezifischen Kennwert zum nutzungsspezifischen Mittelwert tritt beim Chemischen Untersuchungsinstitut auf. Es folgt die Sporthalle Heinrich-Brüning-Straße und das Landrat Lucas Gymnasium. Bei diesen Objekten sind die Optimierungspotenziale für den Strom am größten. Mit 761,68 MWh/a hat das Landrat Lucas Gymnasium das größte Einsparpotential, gefolgt von der Gesamtschule Schlebusch mit 635,11 MWh/a.

Nur 5% der Objekte unterschreiten den nutzungsspezifischen Richtwert. Überhaupt nur 19% der Objekte erreichen bzw. unterschreiten den nutzungsspezifischen Mittelwert. Beim Strom besteht also insgesamt ein erhebliches Einsparpotential. Eine gründliche Ursachenforschung bezüglich der zum Teil eklatanten Abweichungen des Stromverbrauchs vom Mittelwert wird eine der Hauptziele des Energiemanagements für das kommende Jahr.

## **Auswertung Ämtergebäude**

### Wärme

Der größte Einzelverbraucher hinsichtlich der Wärmeenergie ist mit 700.447 kWh das Dienstgebäude Miselohestraße. Den schlechtesten Kennwert weist hingegen das Dienstgebäude Nobelstraße auf. Das höchste Einsparpotenzial hat mit 126,72 MWh/a der schulpsychologische Dienst / Verwaltung in der Manforter Straße. Insgesamt zeigt der Wärmeverbrauch eine fallende Tendenz. Die Entwicklung beim Energieverbrauch Wärme ist für die Ämtergebäude positiv zu bewerten.

### Strom

Auch beim Strom verzeichnet das Dienstgebäude Miselohestraße mit 198.895 kWh die höchste absolute Menge Endenergie. Den schlechtesten objektspezifischen Kennwert hat mit 40 kWh/m<sup>2</sup> a das Straßenverkehrsamt. Das größte Einsparpotential liegt mit 136,99 MWh/a beim Dienstgebäude Miselohestraße.

Über alle Ämtergebäude ist der Stromverbrauch im Vergleich zum Vorjahr um 8,4% gestiegen. Dieser Entwicklung sollte mit geeigneten Einsparkonzepten entgegengewirkt werden.

## **Auswertung Institutgebäude**

### Wärme

Das Chemische Untersuchungsinstitut hat 2008 252.636 kWh Endenergie Wärme benötigt. Mit 145 kWh/m<sup>2</sup> a liegt der Kennwert knapp unter dem nutzungsspezifischen Mittelwert. Das Einsparpotenzial liegt bei 47,57 MWh/a. Im Vergleich zum Vorjahr ist die Energiemenge um 16,9 % gestiegen. Auch wenn der Verbrauch nicht wesentlich zu hoch ist, sind also noch Einsparpotenziale vorhanden.



## Strom

Das Chemische Untersuchungsinstitut hat mit 118.528 kWh und einem Kennwert von 71 kWh/m<sup>2</sup> a hinsichtlich der benötigten Menge Endenergie Strom eindeutig einen viel zu hohen Verbrauch. Das Einsparpotential liegt so bei 101,93 MWh/a. Zusätzlich sind im Vergleich zum Vorjahr noch leichte Steigerungen aufgetreten. Ursachenforschung und die Durchführung von Verbesserungsmaßnahmen sind hier unbedingt voranzutreiben.

## Auswertung Grundschulen

### Wärme

Auch weil die Endenergie der Gemeinschaftsgrundschule Heinriche Lübke Straße und der Förderschule Comeniuschule gemeinsam erfasst wird, ist hier mit 863.630 kWh die höchste absolute Menge Endenergie für die Gruppe der Grundschulen verzeichnet. Den höchsten objektspezifischen Kennwert weist mit 186 kWh/m<sup>2</sup> a die Astrid Lindgren Schule auf. Diese hat mit 350,82 MWh/a auch das höchste Einsparpotential. Effizient Einsparungen erreichen, ließen sich danach auch in der katholischen Grundschule Burgweg und in der Gemeinschaftsgrundschule Erich Klausener Schule.

22% der Grundschulen verfehlen, wenn auch nur knapp, den nutzungsspezifischen Mittelwert. 65% liegen unter dem Mittelwert, – haben also einen schon recht guten Kennwert. Immerhin 13% bzw. 3 Objekte zeichnen sich bereits durch einen als optimal zu bezeichnenden Verbrauch an Wärmeenergie aus. Insgesamt sinkt der Energieverbrauch für Wärme. Die Grundschulen sind im Bezug auf den Wärmeverbrauch auf einem guten Weg.

## Strom

Der größte Einzelverbraucher ist auch beim Strom aufgrund der gemeinsamen Erfassung mit 218.133 kWh die GGS Heinrich Lübke Straße / FÖS Comeniuschule. Der Kennwert liegt hier mit 28 kWh/m<sup>2</sup> a ebenfalls am höchsten. So hat dieser Grundschulkomplex auch mit 179,17 MWh/a das größte Einsparpotential. Danach folgen die KGS St. Stephanus/ GGS Hans Christian Andersen und die KGS Erich Kästner Schule.

Bis auf eine Schule überschreiten alle Grundschulen den nutzungsspezifischen Kennwert für Strom. Bei fast der Hälfte der Schulen überschreitet der Kennwert den nutzungsspezifischen Mittelwert um mehr als das Doppelte.

Der Stromverbrauch ist gegenüber 2006 um 7,8% gestiegen.

Bei der Bewertung des Stromverbrauchs muss allerdings berücksichtigt werden, dass mit der Einrichtung der offenen Ganztagschulen zusätzliche Verbraucher an das Netz gegangen sind und sich die Nutzungszeiten wesentlich ausgedehnt haben. Diese neue Entwicklung bilden die Vergleichswerte nicht entsprechend ab. Trotzdem sollte der hohe Stromverbrauch insgesamt kritisch analysiert und Konzepte zur Verbrauchssenkung erarbeitet werden.

## Auswertung Hauptschulen

### Wärme

Die größte Menge Endenergie Wärme benötigt mit 1.131.421 kWh die Gemeinschaftshauptschule Theodor Wuppermann Straße. Der Kennwert dieser Schule liegt mit 95 kWh/m<sup>2</sup> a allerdings nahe dem nutzungsspezifischen Mittelwert. Den höchsten, aber immer noch guten Kennwert, weist mit 125 kWh/m<sup>2</sup> a die Gemeinschaftshauptschule Görresstraße



auf. Das größte Einsparpotential hat mit 270,19 MWh/a ebenfalls die GHS Görresstraße

Alle Hauptschulen liegen beim Kennwert Heizenergie unterhalb des nutzungsspezifischen Vergleichswerts. Die Gemeinschaftshauptschule Neukronenbergerstraße nähert sich am dichtesten dem optimalen Verbrauch an. Der Verbrauch ist gegenüber 2006 um 15,1% gesunken. Die überdurchschnittlich guten Werte der Hauptschulen müssen jedoch auch im Zusammenhang mit deren Auslastung bei der Belegung betrachtet werden.

#### Strom

Die größte absolute Menge Endenergie Strom bezieht mit 145.759 kWh, analog zur Wärme, die GHS Theodor Wuppermann Straße. Hier handelt es sich mit 66,11 MWh/a auch um das größte Einsparpotential. Den höchsten, doch immer noch guten Kennwert hat mit 14 kWh/ m<sup>2</sup> a die Gemeinschaftshauptschule Neukronenberger Straße.

Auch beim Strom liegen alle Hauptschulen hinsichtlich des Kennwerts unterhalb des nutzungsspezifischen Vergleichswerts. Insgesamt sinkt der Stromverbrauch leicht.

Genauso, wie bei der Wärme, sollte bei einer näheren Betrachtung auch die Auslastung der Schule mit Berücksichtigung finden.

### **Auswertung Realschulen**

#### Wärme

Die größte Menge Endenergie Wärme bezieht mit 1.869.989 kWh die Realschule am Stadtpark. Trotz des relativ guten Kennwerts liegt hier aufgrund der absoluten Menge dann auch mit 519,32 MWh/a das größte Einsparpotenzial. Den schlechtesten Kennwert hat der künstle-

risch, musische Bereich der Theodor Heuss Realschule. Hier ist allerdings zu bedenken, dass das Verhältnis der Regelschulfläche zu den Sonder- bzw. Fremdnutzungen, wie dem jungen Theater, sehr untypisch ist. Der nutzungsspezifische Kennwert bildet diese Art der Nutzung nicht richtig ab.

Der Energieverbrauch Wärme der Realschulen sinkt und ist insgesamt unterdurchschnittlich. Das Hauptgebäude der Theodor – Heuss – Realschule hat sogar bereits den optimalen Kennwert unterschritten. Zusätzlich zum Neubaustandard macht sich hier die DDC – Regelung der Heizungsanlage positiv bemerkbar. Hier konnte, als bisher einzige, eine Einzelraumsteuerung realisiert werden. Insgesamt ist die Entwicklung beim Wärmeverbrauch der Realschulen positiv zu bewerten.

#### Strom

Die größte absolute Menge Endenergie Strom bezieht mit 349.725 kWh, wie auch bei der Wärme, die Realschule am Stadtpark. Auch für den Strom sind hier hauptsächlich aufgrund der absoluten Höhe mit 229,54 MWh/a die größten Einsparpotentiale vorhanden. Den schlechtesten Kennwert hat die Theodor Heuss Realschule.

Insgesamt steigt der Stromverbrauch leicht. Alle Kennwerte Strom der Realschulen liegen über dem nutzungsspezifischen Durchschnitt. Ursachenforschung und die Erstellung von Senkungskonzepten sind wünschenswert.

### **Auswertung Gymnasien**

#### Wärme

Den höchsten absoluten Verbrauch Wärmeenergie hat mit 2.459.208 kWh das Landrat Lucas Gymnasium. Der



schlechteste Kennwert tritt mit 139 kWh/m<sup>2</sup> a beim Freiherr vom Stein Gymnasium auf. Hier liegen auch mit 1.147,73 MWh/a die höchsten Einsparpotentiale. Es folgt das Landrat Lucas Gymnasium. Die beiden anderen Gymnasien liegen mit ihrem Kennwert knapp unter dem nutzungsspezifischen Mittelwert. Insgesamt hat der Wärmeverbrauch eine sinkende Tendenz. Über alle Gymnasien betrachtet, liegt der Wärmeverbrauch trotzdem immer noch über dem nutzungsspezifischen Mittelwert. Der Wärmeverbrauch sollte weiterhin optimiert werden.

#### Strom

Die größte Menge Strom verbraucht mit 907.145 kWh das Landrat Lucas Gymnasium. Hier tritt mit 44 kWh/m<sup>2</sup> a auch der höchste objektspezifische Kennwert auf. Dieser liegt viermal höher als der nutzungsspezifische Mittelwert. Beim Landrat Lucas Gymnasium liegen also mit 761,68 MWh/a eindeutig die höchsten Einsparpotentiale beim Stromverbrauch. Aber auch die Kennwerte der anderen Gymnasien liegen mehr als das Doppelte über dem nutzungsspezifischen Mittelwert. Darüber hinaus ist der Stromverbrauch seit 2006 mit 13,5% auch noch relativ stark gestiegen. Ursachenforschung und die Entwicklung von Einsparkonzepten sind unbedingt notwendig.

### Auswertung Gesamtschulen

#### Wärme

Da die zwei Standorte der Gesamtschule Käthe Kollwitz einzeln gemessen werden, hat die Gesamtschule Schlebusch mit 2.576.419 kWh den höchsten absoluten Verbrauch an Wärmeenergie. Hier handelt es sich mit 119 kWh/m<sup>2</sup> a auch

um den schlechteren Kennwert. So liegen bei der Gesamtschule Schlebusch auch mit 1.295,08 MWh/a die höchsten Einsparpotentiale. Die Gesamtschule Käthe Kollwitz liegt beim Kennwert unter, der Standort Deichtorstraße sogar deutlich unter dem nutzungsspezifischen Mittelwert. Der nutzungsspezifische Mittelwert Wärme wird bei den Gesamtschulen insgesamt leicht unterschritten. Die Tendenz ist in den letzten drei Jahren jedoch gegen den Trend leicht steigend. Diese Entwicklung gilt es umzukehren. Der Wärmeverbrauch kann noch weiter optimiert werden.

#### Strom

Den höchsten absoluten Stromverbrauch hat mit 738.422 kWh, analog zur Wärme, die Gesamtschule Schlebusch. Der Kennwert ist mit 36 kWh/m<sup>2</sup> a mehr als doppelt so hoch wie der nutzungsspezifische Mittelwert, so dass hier auch mit 635,11 MWh/a die größten Einsparpotentiale zu erwarten sind. Auch die Gesamtschule Käthe Kollwitz überschreitet mit ihrem Kennwert den Mittelwert, besonders der Standort Deichtorstraße birgt noch Einsparpotentiale. Nachdem der Stromverbrauch der Gesamtschulen 2007 leicht gesunken ist, steigt er 2008 wieder an. Diese Entwicklung gilt es rückgängig zu machen. Darüber hinaus müssen die Ursachen des eindeutig zu hohen Stromverbrauchs ermittelt und diesen begegnet werden.

### Auswertung berufsbildende Schulen

#### Wärme

Die größte absolute Menge Wärmeenergie verbraucht mit 349.297 kWh der Standort Kerschensteiner Straße. Hier ist mit 137 kWh/m<sup>2</sup> a auch der nutzungs-



spezifische Kennwert schlechter als an der Hardenbergstraße, so dass an der Kerschensteiner Straße mit 171,59 MWh/a auch die höheren Einsparpotentiale liegen. Beide Standorte unterschreiten den nutzungsspezifischen Mittelwert, der Richtwert ist jedoch noch nicht erreicht. 2008 ist der Wärmeverbrauch sogar gegen den allgemeinen Trend stark gestiegen. Es sind also noch Einsparpotentiale vorhanden.

#### Strom

Der Stromverbrauch ist mit 39.880 kWh, im Gegensatz zum Wärmeverbrauch, an der Hardenbergstraße deutlich höher als an der Kerschensteiner Straße. Der Kennwert liegt hier mit 26 kWh/m<sup>2</sup> a auch deutlich über dem nutzungsspezifischen Mittelwert. Hier ist mit 29,31 MWh/a noch ein Einsparpotential vorhanden. Die Hardenbergstraße hat nach heutiger Datenlage einen optimalen Verbrauch. Der Stromverbrauch hat insgesamt eine sinkende Tendenz. Diese Entwicklung sollte weitergeführt werden.

### Auswertung Sonderschulen

#### Wärme

Den höchsten absoluten Wärmeverbrauch hat mit 1.212.648 kWh die Förderschule Rat-Deycks-Schule. Während die anderen Förderschulen beim Kennwert schon zwischen nutzungsspezifischen Mittelwert und Richtwert liegen, überschreitet die Rat-Deycks-Schule mit 203 kWh/m<sup>2</sup> a den Mittelwert deutlich. Hier liegen also mit 715,94 MWh/a die höchsten Einsparpotenziale. Starke Verbrauchssteigerungen treten 2008 in der Rat-Deycks-Schule und in der Pestalozzischule auf. Vor allem dieser steigenden Tendenz sollte mit geeigneten Maßnahmen begegnet werden.

#### Strom

Der höchste absolute Stromverbrauch ist mit 103.837 kWh, analog zur Wärme, in der Förderschule Rat-Deycks-Schule zu verzeichnen. Hier liegt mit 69,71 MWh/a auch das höchste Einsparpotential. Die Hugo Kückelhaus Schule überschreitet mit 25 kWh/m<sup>2</sup> a den nutzungsspezifischen Kennwert um mehr als das Doppelte. Insgesamt sind die Kennwerte nicht zufrieden stellend und auch der steigenden Tendenz sollte verstärkt entgegengewirkt werden.

### Auswertung Kindertagesstätten

#### Wärme

Die höchste absolute Menge Wärmeenergie benötigt mit 257.809 kWh die Kindertagesstätte Pregelstraße. Den höchsten, aber dennoch unterhalb des nutzungsspezifischen Mittelwerts liegenden Kennwert weist mit 190 kWh/m<sup>2</sup> a der Kindergarten Nikolaus-Groß-Straße auf. Hier liegt mit 100,24 MWh/a auch das höchste Einsparpotential. Die Kennwerte aller von der Einzelbewertung erfassten Kindergärten liegen unterhalb des nutzungsspezifischen Mittelwerts. Der Kindergarten Tempelhofer Straße hat bereits einen optimalen Wärmeverbrauch, der Verbrauch des Kindergartens Pattscheid nähert sich dem Optimum an. Der Verbrauch der Kindergärten ist allerdings im Vergleich zu 2007 mit durchschnittlich 10,6% relativ stark gestiegen. Es sind also noch Einsparpotentiale vorhanden.

#### Strom

Den höchsten absoluten Stromverbrauch hat mit 21.561 kWh der Kindergarten Tempelhofer Straße. Den schlechtesten Kennwert hat mit 19 kWh/m<sup>2</sup> a, analog zum Wärmeverbrauch, der Kindergarten Nikolaus-Groß-Straße. Das größte Ein-



sparpotenzial liegt mit 11,94 MWh/a beim Kindergarten Tempelhofer Straße. Der Kindergarten Pattscheid und der Kindergarten Pregelstraße haben zurzeit einen optimalen Stromverbrauch. Die anderen Kindergärten liegen um den nutzungsspezifischen Mittelwert. Insgesamt bleibt der Verbrauch in etwa konstant. Auch wenn noch Optimierungspotentiale vorhanden sind, ist der Stromverbrauch der erfassten Kindergärten zufriedenstellend.

### **Auswertung Sporthallen**

#### Wärme

Den höheren absoluten Wärmeenergieverbrauch hat mit 274.223 kWh die Sporthalle Heinrich-Brüning-Straße. Den schlechteren Kennwert hat mit 175 kWh/m<sup>2</sup> a die Turnhalle KGS Neuboddenberg. Die Sporthalle Heinrich-Brüning-Straße hat jedoch aufgrund des absoluten Verbrauchs mit 122,40 MWh/a eindeutig das höhere Einsparpotential. Beide Kennwerte liegen knapp über dem nutzungsspezifischen Mittelwert. Der Verbrauch ist im Vergleich zu 2007 gegen den Trend leicht angestiegen. Es gilt die noch vorhandenen Einsparpotentiale im Weiteren auszuschöpfen.

#### Strom

Den höheren absoluten Stromverbrauch hat mit 95.540 kWh die Sporthalle Heinrich-Brüning-Straße. Diese hat mit 60 kWh/m<sup>2</sup> a auch den schlechteren Kennwert und damit auch mit 81,24 MWh/a die höheren Einsparpotentiale. Beide Kennwerte sind wesentlich zu hoch und weisen auch keine eindeutig fallende Tendenz auf. Ursachenforschung und die Umsetzung von Verbrauchssenkungskonzepten sind unbedingt nötig.

### **Auswertung Feuerwachen**

#### Wärme

Der Kennwert Wärme der Feuerwache Stixchesstraße liegt mit 151 kWh/m<sup>2</sup> a knapp unter dem nutzungsspezifischen Mittelwert. Es besteht noch ein Einsparpotential von 418,01 MWh/a. Nachdem der Verbrauch 2007 stark gefallen war, ist er 2008 wieder leicht auf 811.782 kWh gestiegen. Dem gilt es entgegenzuwirken und die restlichen Einsparpotentiale weiter auszuschöpfen.

#### Strom

Der Stromverbrauch der Feuerwache Stixchesstraße ist mit 250.683 kWh und einem Kennwert von 49 kWh/m<sup>2</sup> a eindeutig zu hoch. Das Einsparpotential liegt hier bei 219,94 MWh/a. Die Tendenz ist hier zudem leicht steigend. Dieser Entwicklung muss entgegengewirkt werden. Ursachenforschung und die Umsetzung von Einsparkonzepten sollten unbedingt vorangetrieben werden.

### **Auswertung Ausstellungsgebäude**

#### Wärme

Aufgrund der differenzierten Nutzung des Naturguts Ophoven liegt vorerst kein sinnvoller Vergleichswert für den Kennwert von 51 kWh/m<sup>2</sup> a vor. Der Energieverbrauchsausweis nach Energieeinsparverordnung bescheinigt dem Gebäude allerdings einen durchaus zufriedenstellenden Wärmeenergieverbrauch. Leider ist der Verbrauch im Vergleich zu 2007 um 9,7% auf 165.233 kWh gestiegen. Einsparpotentiale sind also durchaus noch vorhanden.



### Strom

Für den Stromverbrauch liegt aufgrund der differenzierten Nutzung des Naturguts Ophoven, wie bei der Wärme, kein sinnvoller Vergleichswert für den Kennwert von 52 kWh/m<sup>2</sup> a vor. Der Stromverbrauch ist laut Energieverbrauchsausweis nach Energieeinsparverordnung mit 160.953 kWh im mittleren Bereich. Analog zur Wärme gilt allerdings auch hier, dass eine fast 26%ige Steigerung des Verbrauchs im Vergleich zu 2006 und eine immerhin noch knapp 7%ige Steigerung im Vergleich zu 2007 Einsparpotentiale vermuten lassen.

### Auswertung Bibliotheksgebäude

#### Wärme

Den höheren absoluten Verbrauch hat mit 334.293 kWh das Stadtarchiv. Der Kennwert ist mit 97 kWh/m<sup>2</sup> a zudem der schlechtere. Auch wenn der Kennwert damit nur knapp über dem nutzungsspezifischen Mittelwert liegt, sind hier also mit 77,46 MWh/a die höheren Einsparpotentiale vorhanden. Die knapp 9%ige Steigerung im Vergleich zum Verbrauch 2007 spricht für ein noch vorhandenes Senkungspotential. Die Stadtbibliothek hat nach momentaner Datenlage zurzeit einen optimalen Verbrauch.

#### Strom

Beim Stromverbrauch hat die Stadtbibliothek mit 163.438 kWh den höheren absoluten Verbrauch. Auch der Kennwert ist mit 39 kWh/m<sup>2</sup> a der schlechtere. Hier liegen also mit 133,77 MWh/a die höheren Einsparpotenziale. Während der Stromverbrauch der Stadtbibliothek stagniert, ist er beim Stadtarchiv im Vergleich zu 2007 um 16% relativ stark gestiegen. Die vorhandenen Einsparpoten-

tiale sollten bei beiden Gebäuden weiter ausgeschöpft werden.



Tabelle 5: Energieeinsatz 2008 – Ämtergebäude – Institutsgebäude

Objekte nach Gruppen	Baujahr	Bezugsfläche BGF [m²]	Endenergie, (Wärme bereinigt) [kWh/a]	Änderung zum Vorjahr [%]	Änderung zum Basisjahr (2006) [%]	Kennwert [kWh/(m² a)]	Mittelwert, ages [kWh/(m²a)]	Richtwert, ages [kWh/m²a]	Einsparpotenzial [MWh/a]	
<b>BWZK-Nr. 1312 (Ämtergebäude)</b>										
Straßenverkehrsamt	1966	3.340	Wärme	1.561.537	-0,9	-11,7	89	104	72	262,26
			Strom	427.216	8,4	-4,4	24	20	7	304,22
schulpsychologischer Dienst, Verwaltung	1954	3.393	Wärme	207.579	-1,1	-15,1	59	104	72	108,63
			Strom	132.011	4,2	0,5	40	20	7	108,63
Dienstgebäude Miselohestraße	1960	8.844	Wärme	390.371	8,9	-22,5	109	104	72	126,72
			Strom	47.074	3,3	0,7	14	20	7	23,32
Dienstgebäude Nobelstraße	1960	1.993	Wärme	700.447	-7,8	-8,1	75	104	72	28,93
			Strom	198.895	16,0	12,9	22	20	7	136,99
Chemisches Untersuchungsinstitut	1920	1.660	Wärme	263.140	6,5	1,8	125	104	72	106,60
			Strom	49.236	-2,5	-46,9	25	20	7	35,29
<b>BWZK-Nr. 2300 (Institutsgebäude für Forschung und Untersuchung)</b>										
Chemisches Untersuchungsinstitut	1920	1.660	Wärme	252.636	16,9	-6,5	145	150	116	47,57
			Strom	118.528	2,9	21,7	71	15	10	101,93



Tabelle 5: Energieeinsatz 2008 – Grundschulen

Objekte nach Gruppen	Baujahr	Bezugsfläche BGF [m²]	Endenergie, (Wärme bereinigt) [kWh/a]	Änderung zum Vorjahr [%]	Änderung zum Basisjahr (2006) [%]	Kennwert [kWh/(m² a)]	Mittelwert, ages [kWh/(m²a)]	Richtwert, ages [kWh/m²a]	Einsparpotenzial [MWh/a]	
<b>BWZK-Nr. 4110 (Grundschulen)</b>										
GGS Brüder Grimm / KGS Remigius (inkl. Sporthalle)	1952	7.006	Wärme	11.927.884	-1,0	-9,8	131	153	91	3.226,85
			Strom	1.544.398	5,6	7,8	17	8	5	1.087,50
KGS Gezelinschule	1905	1.288	Wärme	862.595	12,8	-5,9	117	153	91	184,26
			Strom	138.295	2,9	2,0	20	8	5	103,27
GGS Astrid Lindgren Schule (inkl. Dienstwohnung)	1963	3.689	Wärme	193.664	27,3	-12,4	143	153	91	66,87
			Strom	27.793	69,4	42,1	22	8	5	21,35
GGS Erich Klausener Schule (inkl. Bürgerhaus Alkenrath, Dienstwohnung)	1958	3.730	Wärme	721.698	1,3	-10,3	186	153	91	350,82
			Strom	53.518	24,5	12,3	15	8	5	35,07
KGS Burgweg (inkl. Sporthalle)	1962	3.402	Wärme	669.158	-25,2	-27,0	171	153	91	297,63
			Strom	77.051	-4,7	-2,3	21	8	5	58,40
GGS Waldschule (inkl. Sporthalle)	1952	3.328	Wärme	656.861	15,2	7,1	184	153	91	315,23
			Strom	39.066	-4,2	-3,3	11	8	5	22,05
GGS und KGS Dönhoffstraße (inkl. Sporthalle)	1909	4.027	Wärme	572.087	4,2	-15,7	164	153	91	241,44
			Strom	85.595	6,4	4,4	26	8	5	68,96
			Wärme	394.234	-23,3	-23,4	93	153	91	8,94
			Strom	78.798	41,0	59,1	20	8	5	58,66



Tabelle 5: Energieeinsatz 2008 – Grundschulen

Objekte nach Gruppen	Baujahr	Bezugsfläche BGF [m <sup>2</sup> ]	Endenergie, (Wärme bereinigt) [kWh/a]	Änderung zum Vorjahr [%]	Änderung zum Basisjahr (2006) [%]	Kennwert [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Mittelwert, ages [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Richtwert, ages [kWh/m <sup>2</sup> a]	Einspar- potenzial [MWh/a]	
										Wärme
GGG Fontanestraße (inkl. Sporthalle)	1959	3.232	Wärme	311.134	8,5	2,0	92	153	91	2,16
			Strom	33.375	-5,3	-15,8	10	8	5	17,21
KGS Erich Kästner Schule (inkl. Kindertagesstätte, Sporthalle)	1974	3.979	Wärme	602.715	-39,4	-9,7	144	153	91	210,74
			Strom	94.844	5,0	8,1	24	8	5	74,95
GGG H. Lübke Str. / FÖS Comeniussschule (inkl. Sporthalle)	1966	7.792	Wärme	863.630	10,5	15,4	106	153	91	113,82
			Strom	218.133	5,4	29,2	28	8	5	179,17
GGG Herderstraße (inkl. Sporthalle)	1975	3.240	Wärme	522.112	2,3	-14,9	153	153	91	201,87
			Strom	59.491	51,5	33,4	18	8	5	43,29
GGG Heizogstraße	1910/2007	2.613	Wärme	226.544	8,4	0,0	82	153	91	
			Strom	34.315	6,0	-0,4	13	8	5	21,25
GGG Lützenkirchen (inkl. Containerklassen)	1964/2005	4.902	Wärme	468.628	4,6	-18,1	91	153	91	0,01
			Strom	92.481	-9,1	19,1	19	8	5	67,97
GGG im Steinfeld (inkl. Sporthalle, OGATA)	1927	4.696	Wärme	337.470	-7,9	-19,2	69	153	91	
			Strom	86.729	3,5	-9,4	18	8	5	63,25
KGS Neuboddenberg (inkl. Sporthalle)	1965	1.330	Wärme	202.444	24,3	-9,3	145	153	91	71,37
			Strom	14.627	19,3	20,0	11	8	5	7,98



Tabelle 5: Energieeinsatz 2008 – Grundschulen

Objekte nach Gruppen	Baujahr	Bezugsfläche BGF [m <sup>2</sup> ]	Endenergie, (Wärme bereinigt) [kWh/a]	Änderung zum Vorjahr [%]	Änderung zum Basisjahr (2006) [%]	Kennwert [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Mittelwert, ages [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Richtwert, ages [kWh/m <sup>2</sup> a]	Einsparpotenzial [MWh/a]
KGS Thomas Morus Schule	1950	3.709	Wärme	-1,5	-8,3	162	153	91	264,87
			Strom	42,1	40,1	15	8	5	38,35
GGS Kerschensteiner Schule (inkl. Sporthalle, Kindertagesstätte, Vereinslokal)	1955/ 1959/ 1970	7.083	Wärme	0,7	-21,2	82	153	91	
			Strom	-19,3	-26,8	7	8	5	14,80
KGS St.Stephanus / GGS H.Ch.Andersen (inkl. Sporthalle)	1925/ 1991	5.744	Wärme	11,3	4,6	129	153	91	216,14
			Strom	-7,8	-2,1	19	8	5	79,29
GGS Masurenstraße	1963	3.438	Wärme	7,8	-6,2	129	153	91	129,89
			Strom	2,3	3,6	11	8	5	19,51
GGS Morsbroicher Straße (inkl. Turnhalle, Dienstwohnung)	1984/ 1939/ 1956	2.278	Wärme	4,6	-14,6	134	153	91	98,95
			Strom	1,1	-13,2	14	8	5	20,38
GGS Löwenzahnschule (inkl. Kindertagesstätte)	1964	4.343	Wärme	7,7	-10,9	124	153	91	141,91
			Strom	1,9	6,8	13	8	5	35,88
KGS Don Bosco Schule	1920- 1965	2.620	Wärme	4,6	-11,4	152	153	91	158,68
			Strom	0,6	-12,4	9	8	5	9,78
GGS Wuppertalstraße (inkl. Sporthalle)	1970/ 1972	3.910	Wärme	1,1	-11,6	130	153	91	151,26
			Strom	7,2	-1,0	12	8	5	26,68



Tabelle 5: Energieeinsatz 2008 – Hauptschulen

Objekte nach Gruppen	Baujahr	Bezugsfläche BGF [m <sup>2</sup> ]	Endenergie, (Wärme bereinigt) [kWh/a]	Änderung zum Vorjahr [%]	Änderung zum Basisjahr (2006) [%]	Kennwert [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Mittelwert, ages [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Richtwert, ages [kWh/m <sup>2</sup> a]	Einspar- potenzial [MWh/a]	
<b>BWZK-Nr. 4120 (Hauptschulen)</b>										
GHS Görresstraße (inkl. Mensa, Sporthalle)	1950/ 1995	5.823	Wärme	2.925.798	-5,5	-15,1	105	153	79	572,07
			Strom	360.753	-5,5	-2,7	13	15	7	164,91
KHS Im Hederichsfeld (inkl. Sporthalle)	1910	4.154	Wärme	767.091	<b>8,5</b>	-8,5	125	153	79	<b>270,19</b>
			Strom	69.727	-6,2	<b>6,1</b>	12	15	7	28,96
GHS Neukronenberger Str. (inkl. Dienstwohnung)	2001/ 1924	6.622	Wärme	459.624	-1,9	-3,5	105	153	79	109,07
			Strom	53.021	-3,9	<b>6,5</b>	13	15	7	23,94
GHS Theodor Wuppermann Straße (inkl. Sporthalle)	1960- 2006	11.378	Wärme	567.663	<b>6,5</b>	-5,9	81	153	79	16,35
			Strom	92.246	-12,7	-11,3	14	15	7	45,89
			Wärme	1.131.421	-18,4	-26,0	95	153	79	176,46
			Strom	145.759	-0,5	-3,6	13	15	7	<b>66,11</b>



Tabelle 5: Energieeinsatz 2008 – Realschulen

Objekte nach Gruppen	Baujahr	Bezugsfläche BGF [m²]	Endenergie, (Wärme bereinigt) [kWh/a]	Änderung zum Vorjahr [%]	Änderung zum Basisjahr (2006) [%]	Kennwert [kWh/(m² a)]	Mittelwert, ages [kWh/(m²a)]	Richtwert, ages [kWh/m²a]	Einsparpotenzial [MWh/a]	
<b>BWZK-Nr. 4130 (Realschulen)</b>										
Realschule am Stadtpark/ Lise Meitner Gymnasium (inkl. Sporthalle, Dienstwohnung)	1928- 1986	20.031	Wärme	3.676.537	-5,4	-16,2	89	124	63	969,32
			Strom	700.474	2,1	-1,2	17	13	6	452,85
Montanus Realschule	1968	10.663	Wärme	1.869.989	-14,9	-9,9	89	124	63	<b>519,32</b>
			Strom	349.725	0,5	1,9	17	13	6	<b>229,54</b>
Theodor Heuss Realschule (inkl. Sporthalle)	2003	8.841	Wärme	956.585	26,0	-26,9	85	124	63	238,03
			Strom	146.605	-13,0	-29,9	14	13	6	82,63
Th. Heuss Realschule künstl. mus. Bereich künstl. mus. Bereich	1962	1.734	Wärme	511.956	-14,1	-25,3	55	124	63	
			Strom	168.804	16,8	17,0	19	13	6	115,76
			Wärme	338.007	1,4	6,3	185	124	63	211,97
			Strom	35.340	40,3	187,2	20	13	6	24,93



Tabelle 5: Energieeinsatz 2008 – Gymnasien

Objekte nach Gruppen	Baujahr	Bezugsfläche BGF [m²]	Endenergie, (Wärme bereinigt) [kWh/a]	Änderung zum Vorjahr [%]	Änderung zum Basisjahr (2006) [%]	Kennwert [kWh/(m² a)]	Mittelwert, ages [kWh/(m²a)]	Richtwert, ages [kWh/m²a]	Einspar- potenzial [MWh/a]
<b>BWZK-Nr. 4140 (Gymnasien)</b>									
Lise Meitner Gymnasium (inkl. Sporthalle)	1970	17.148	Wärme	-3,0	-11,7	118	102	70	2.843,58
			Strom	8,8	13,5	32	11	7	1.685,28
Freiherr vom Stein Gymnasium (inkl. Sporthalle)	1966/ 1972	16.686	Wärme	-9,5	-10,8	100	102	70	521,33
			Strom	2,6	6,0	23	11	7	268,24
Landrat Lucas Gymnasium	1973/ 1964/ 2000	20.781	Wärme	6,0	-16,4	139	102	70	1.147,73
			Strom	10,2	9,4	29	11	7	371,81
Werner Heisenberg Gymnasium	1976	12.408	Wärme	0,7	-4,6	113	102	70	886,76
			Strom	18,5	32,3	44	11	7	761,68
			Wärme	-15,0	-16,4	93	102	70	287,76
			Strom	-5,4	-7,3	30	11	7	283,56



Tabelle 5: Energieeinsatz 2008 – Gesamtschulen

Objekte nach Gruppen	Baujahr	Bezugsfläche BGF [m <sup>2</sup> ]	Endenergie, (Wärme bereinigt) [kWh/a]	Änderung zum Vorjahr [%]	Änderung zum Basisjahr (2006) [%]	Kennwert [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Mittelwert, ages [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Richtwert, ages [kWh/m <sup>2</sup> a]	Einsparpotenzial [MWh/a]	
<b>BWZK-Nr. 4150 (Gesamtschulen)</b>										
GES Käthe Kollwitz (Deichtorstraße: inkl. Kindergarten HPZ, Sporthalle)	1974- 2006	22.332	Wärme	5.243.139	3,2	3,5	101	115	56	2.088,44
			Strom	1.575.963	1,1	-0,6	30	15	5	1.316,63
GES Käthe Kollwitz (Elbestraße: inkl. Sporthalle, Dienstwohnung)	1970	8.871	Wärme	1.717.616	5,5	-3,5	73	115	56	385,43
			Strom	675.939	1,7	-11,4	30	15	5	564,28
Gesamtschule Schlebusch (inkl. Sporthalle)	1974	20.663	Wärme	949.103	2,7	-1,5	102	115	56	407,93
			Strom	161.602	9,1	1,3	18	15	5	117,25
			Wärme	2.576.419	1,9	10,9	119	115	56	1.295,08
			Strom	738.422	-1,1	11,4	36	15	5	635,11



Tabelle 5: Energieeinsatz 2008 – Berufsbildende Schulen – Sonderschulen

Objekte nach Gruppen	Baujahr	Bezugsfläche BGF [m²]	Endenergie, (Wärme bereinigt) [kWh/a]	Änderung zum Vorjahr [%]	Änderung zum Basisjahr (2006) [%]	Kennwert [kWh/(m² a)]	Mittelwert, ages [kWh/(m²a)]	Richtwert, ages [kWh/m²a]	Einsparpotenzial [MWh/a]	
<b>BWZK-Nr. 4200 (Berufsbildende Schulen)</b>										
BS Kaufm. Schule (Hardenbergstraße)	1912	1.510	Wärme	511.346	14,8	1,0	130	143	66	200,90
			Strom	47.831	-3,6	-14,9	12	17	7	29,31
Außenstelle kaufm. Berufsschule (Kerschensteiner Straße)	1955	2.430	Wärme	162.049	31,5	7,5	102	143	66	54,35
			Strom	39.880	-4,5	-17,5	26	17	7	29,31
			Wärme	349.297	8,5	-1,7	137	143	66	171,59
			Strom	7.951	1,2	0,9	3	17	7	
<b>BWZK-Nr. 4300 (Sonderschulen)</b>										
Hugo Kükelhäuser Schule HPZ	2005	3.323	Wärme	1.884.768	10,6	-4,3	150	152	77	828,86
			Strom	242.930	7,5	11,0	19	11	6	167,75
FÖS Rat-Deycks-Schule (inkl. Sporthalle, Dienstwohnung)	1966	5.688	Wärme	336.708	-4,3	-36,1	96	152	77	64,77
			Strom	83.777	14,3	14,7	25	11	6	63,84
FÖS Pestalozzischule (inkl. Sporthalle, Container)	1964	3.519	Wärme	1.212.648	11,4	5,4	203	152	77	715,94
			Strom	103.837	6,7	8,6	18	11	6	69,71
			Wärme	335.412	26,9	14,5	91	152	77	48,16
			Strom	55.316	-0,3	10,3	16	11	6	34,20



Tabelle 5: Energieeinsatz 2008 – Kindertagesstätten

Objekte nach Gruppen	Baujahr	Bezugsfläche BGF [m <sup>2</sup> ]	Endenergie, (Wärme bereinigt) [kWh/a]	Änderung zum Vorjahr [%]	Änderung zum Basisjahr (2006) [%]	Kennwert [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Mittelwert, ages [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	Richtwert, ages [kWh/m <sup>2</sup> a]	Einspar- potenzial [MWh/a]	
<b>BWZK-Nr. 4400 (Kindertagesstätten)</b>										
Kindergarten Pattscheid (inkl. Dienstwohnung, Feuerwehr)	1950	1.710	Wärme	973.003	10,6	-4,0	141	200	96	275,05
			Strom	86.083	1,0	-2,5	12	17	8	35,39
Kindergarten Nikolaus-Groß-Str.	1984	1.067	Wärme	211.615	20,4	5,3	118	200	96	36,91
			Strom	10.580	-1,4	-6,6	6	17	8	
Kindergarten Pregelstrasse	1965	1.794	Wärme	213.291	9,6	-10,4	190	200	96	100,24
			Strom	20.382	5,3	0,0	19	17	8	11,84
Kindergarten Sandstraße	1970	1.117	Wärme	257.809	8,0	2,2	137	200	96	72,78
			Strom	13.012	2,4	-4,5	7	17	8	
Kindergarten Tempelhover Str.	1995	1.202	Wärme	181.385	10,6	-10,3	154	200	96	65,11
			Strom	20.548	0,0	-6,4	18	17	8	11,61
			Wärme	108.903	2,4	-8,7	86	200	96	
			Strom	21.561	-1,5	2,8	18	17	8	11,94



Tabelle 5: Energieeinsatz 2008 – Hallen – Feuerwehren

Objekte nach Gruppen	Baujahr	Bezugsfläche BGF [m²]	Endenergie, (Wärme bereinigt) [kWh/a]	Änderung zum Vorjahr [%]	Änderung zum Basisjahr (2006) [%]	Kennwert [kWh/(m² a)]	Mittelwert, ages [kWh/(m²a)]	Richtwert, ages [kWh/m²a]	Einsparpotenzial [MWh/a]	
<b>BWZK-Nr. 5100 (Hallen ohne Schwimmhallen)</b>										
Turnhalle KGS Neuboddenberg	1980	810	Wärme	422.786	3,9	-2,6	176	152	88	193,15
			Strom	120.423	-2,0	8,0	50	15	9	98,83
			Wärme	148.563	36,0	2,2	175	152	88	70,75
			Strom	24.883	-3,3	-0,8	31	15	9	17,59
Sporthalle Heinrich-Brüning-Str.	1975	1.589	Wärme	274.223	-7,8	-5,1	165	152	88	122,40
			Strom	95.540	-1,7	10,5	60	15	9	81,24
<b>BWZK-Nr. 7760 (Feuerwehren)</b>										
Feuerwache Stixesstraße	1970	5.123	Wärme	811.782	2,3	-19,6	151	161	69	418,01
			Strom	250.683	5,8	7,3	49	19	6	219,94



Tabelle 5: Energieeinsatz 2008 – Ausstellung – Bibliotheksgebäude

Objekte nach Gruppen	Baujahr	Bezugsfläche BGF [m²]	Endenergie, (Wärme bereinigt) [kWh/a]	Änderung zum Vorjahr [%]	Änderung zum Basisjahr (2006) [%]	Kennwert [kWh/(m² a)]	Mittelwert, ages [kWh/(m²a)]	Richtwert, ages [kWh/m²a]	Einsparpotenzial [MWh/a]	
<b>BWZK-Nr. 9120 (Ausstellungsgebäude)</b>										
Natur und Schulbiologiez. Gut Ophoven (inkl. Lager, Café, Büroräume)	1264- 1991	3.071	Wärme	165.233	9,7	-1,9	51			
			Strom	160.953	6,9	25,6	52			
<b>BWZK-Nr. 9130 (Bibliotheksgebäude)</b>										
Stadtbibliothek	1952/ 2002	4.238	Wärme	515.289	5,4	-10,4	68	86	73	77,46
			Strom	242.728	4,5	3,6	32	25	7	190,03
Stadtarchiv	1914	3.291	Wärme	180.996	-0,9	0,0	41	86	73	
			Strom	163.438	-0,3	-0,3	39	25	7	133,77
			Wärme	334.293	9,2	-15,2	97	86	73	77,46
			Strom	79.290	16,0	12,9	24	25	7	56,25



Objektebezeichnungen nach Gruppen	Adresse	Namenskürzel
<b>BWZK-Nr. 1312 (Ämtergebäude)</b>		
Straßenverkehrsamt	Haus-Vorster-Straße 8	Str.Verkehrs.
schulpsychologischer Dienst, Verwaltung	Manforter Straße 184	s.psych.D./ Verw.
Dienstgebäude Miselohestraße	Miselohestraße 4	Dienstg.Mis.
Dienstgebäude Nobelstraße	Nobelstraße 91	Dienstg. Nob.
<b>BWZK-Nr. 2300 (Institutsgebäude für Forschung und Untersuchung)</b>		
Chemisches Untersuchungsinstitut	Düsseldorfer Straße 153	CUI
<b>BWZK-Nr. 4110 (Grundschulen)</b>		
GGs Brüder Grimm / KGS Remigius	Adalbert-Stifter-Str. 6/Wiembachallee 11	B.Gr./ Rem.
KGS Gezelinschule	Bergische Landstraße 101	Gezelin
GGs Astrid Lindgren Schule	Brandenburger Straße 26	A.Lindgr.
GGs Erich Klausener Schule	Brüder-Bonhoeffer-Straße 1	E.Klaus.
KGS Burgweg	Burgweg 38	Burgw.
GGs Waldschule	Carl-Maria-von-Weber-Platz 3	Walds.
GGs und KGS Dönhoffstraße und Sporth	Dönhoffstraße 94	Dönhoff.
GGs Fontanestraße	Fontanestraße 2	Font.
KGS Erich Kästner Schule	Hans-Schlehahn-Straße 6	E.Kästn.
GGs H. Lübke Str. / FÖS Comeniuschule	Heinrich-Lübke-Straße 140	H.Lüb./ Com.
GGs Herderstraße	Herder Straße 8 - 10	Herder.
GGs Herzogstraße	Herzogstraße 16	Herz.
GGs Lützenkirchen	Im Kirchfeld 15	Lütz.
GGs im Steinfeld	Im Steinfeld 43	I.Steinf.
KGS Neuboddenberg	In der Wasserkühl 3	Neubodd.
KGS Thomas Morus Schule	Dhünnberg 15	T.Morus
GGs Kerschensteiner Schule	Kerschensteiner Straße 2	Kersch.
KGS St. Stephanus / GGS H.Ch.Andersen	Lohrstraße 85	St.Ste./ H.C.And.
GGs Masurenstraße	Masurenstraße 7	Masur.
GGs Morsbroicher Straße	Morsbroicher Straße 14	Morsbr.
GGs Löwenzahnschule	Netzestraße 12	Löwenz.
KGS Don Bosco Schule	Quettinger Straße 90	Don Bosco
GGs Wuppertalstraße	Wuppertalstraße 10	Wuppert.
<b>BWZK-Nr. 4120 (Hauptschulen)</b>		
GHS Görresstraße	Görresstraße 11	Görr.
KHS Im Hederichsfeld	Im Hederichsfeld 19	I.Heder.
GHS Neukronenberger Str.	Neukronenberger Straße 81	Neukron.
GHS Theodor Wuppermann Straße	Scharnhorststraße 5	Th.Wupperm.
<b>BWZK-Nr. 4130 (Realschulen)</b>		
Realschule am Stadtpark/ Lise Meitner Gymnasium	Am Stadtpark 23	Am Stp./ LMG
Montanus Realschule	Steinbücheler Straße 50	Montanus
Theodor Heuss Realschule	Wiembachallee 42	THR
Th.Heuss Realschule künstl. mus. Bereich	Wiembachallee 46	künstl./mus. THR

Tabelle 6: Objektbezeichnungen



Objektebezeichnungen nach Gruppen	Adresse	Namenskürzel
<b>BWZK-Nr. 4140 (Gymnasien)</b>		
Lise Meitner Gymnasium	Am Stadtpark 50	LMG
Freiherr vom Stein Gymnasium	Morsbroicher Straße 77	F.v.St.
Landrat Lucas Gymnasium	Peter-Neuenheuser Straße 7	LLG
Werner Heisenberg Gymnasium	Werner-Heisenberg-Straße 1	WHG
<b>BWZK-Nr. 4150 (Gesamtschulen)</b>		
GES Käthe Kollwitz	Deichtorstraße 2	K.Koll.Dei.
GES Käthe Kollwitz	Elbestraße 21a, 25	K.Koll.Elb.
Gesamtschule Schlebusch	Ophovener Straße 4	Schleb.
<b>BWZK-Nr. 4200 (Berufsbildende Schulen)</b>		
BS Kaufm. Schule	Hardenbergstraße 35	Kaufm. S. Hard.
Außenstelle kaufm. Berufsschule	Kerschensteiner Straße 10	Kaufm.S. Kersch.
<b>BWZK-Nr. 4300 (Sonderschulen)</b>		
Hugo Kükelhaus Schule HPZ	Elisabeth-von-Thadden-Straße 16a	H.Kü.
FÖS Rat-Deycks-Schule	Haus-Vorster-Straße 42-48	R.Deycks
FÖS Pestalozzischule	Hermann-von-Helmholtz-Straße 72	Pesta.
<b>BWZK-Nr. 4400 (Kindertagesstätten)</b>		
Kindergarten Pattscheid	Engelbertstraße 10	Patt.
Kindergarten Nikolaus-Groß-Str.	Nikolaus-Groß-Straße 2	Nikl.Gr.
Kindergarten Pregelstrasse	Pregelstraße 23	Pregel.
Kindergarten Sandstraße	Sandstraße 73	Sandstr.
Kindergarten Tempelhofer Str.	Tempelhofer Straße 114	Tempelh.
<b>BWZK-Nr. 5100 (Hallen ohne Schwimmhallen)</b>		
Turnhalle KGS Neuboddenberg	Berliner Straße 171	Neubodd.
Sporthalle Heinrich-Brüning-Str.	Heinrich-Brüning-Straße 173	H.Brün.
<b>BWZK-Nr. 7760 (Feuerwehren)</b>		
Feuerwache Stixchesstraße	Stixchesstraße 162	Stixche.
<b>BWZK-Nr. 9120 (Ausstellungsgebäude)</b>		
Natur und Schulbiologiez. Gut Ophoven	Talstraße 4	G.Ophov.
<b>BWZK-Nr. 9130 (Bibliotheksgebäude)</b>		
Stadtbibliothek	Friedrich-Ebert-Platz 3	St.Bib.
Stadtarchiv	Landrat-Trimborn-Platz 1	St.Archiv

Tabelle 6: Objektbezeichnungen



**Fazit:** Die Gruppen der Schulen verbrauchen die größte Menge Wärmeenergie. Die Wärme hat auf mittlerem Niveau überwiegend eine leicht sinkende Tendenz.

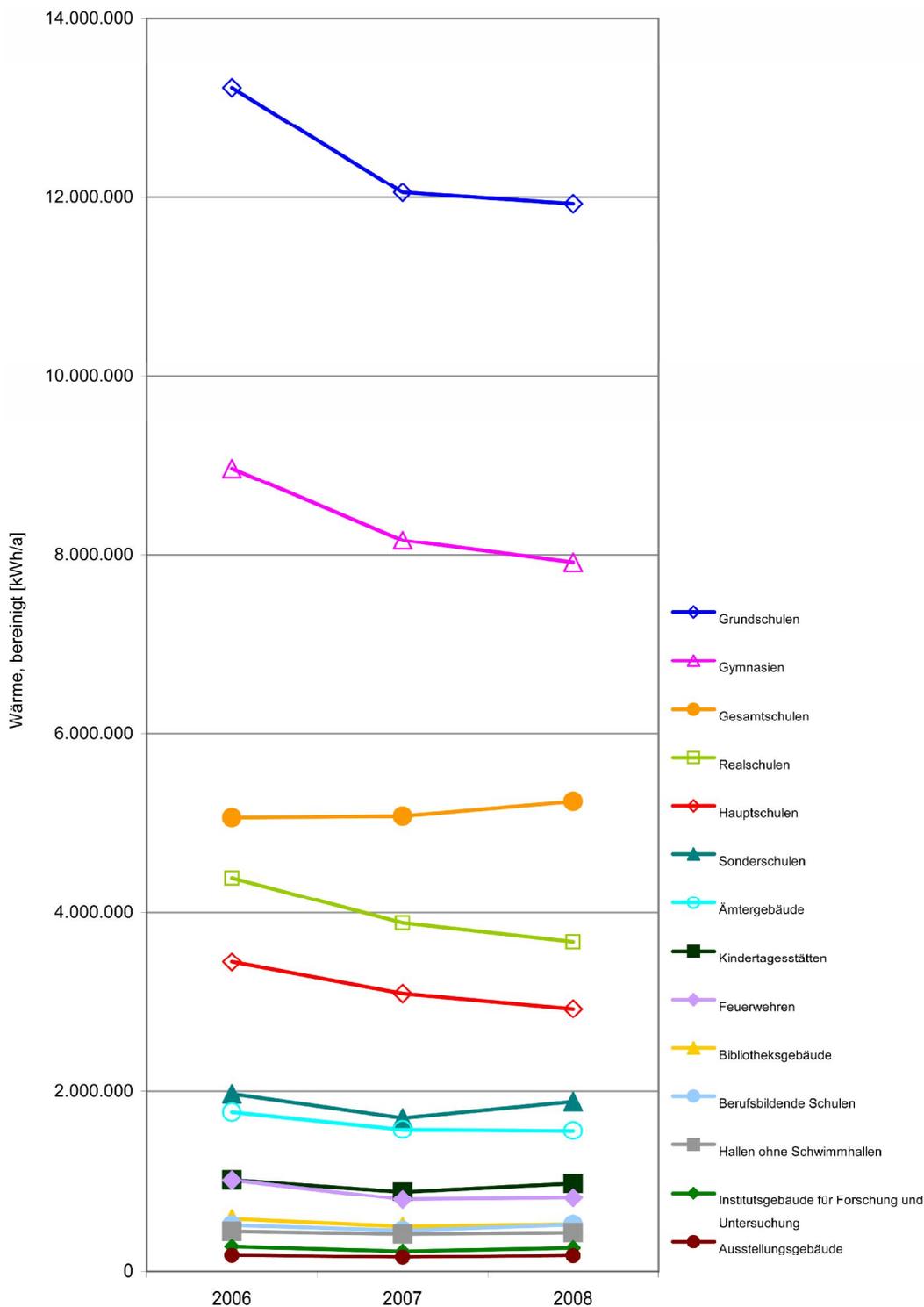


Abbildung 10: Entwicklung Wärme nach Objektgruppen 2006 bis 2008



**Fazit:** Die Gruppen der Schulen verbrauchen die größte Mengen Strom. Der Strom hat auf zu hohem Niveau überwiegend eine leicht steigende Tendenz.

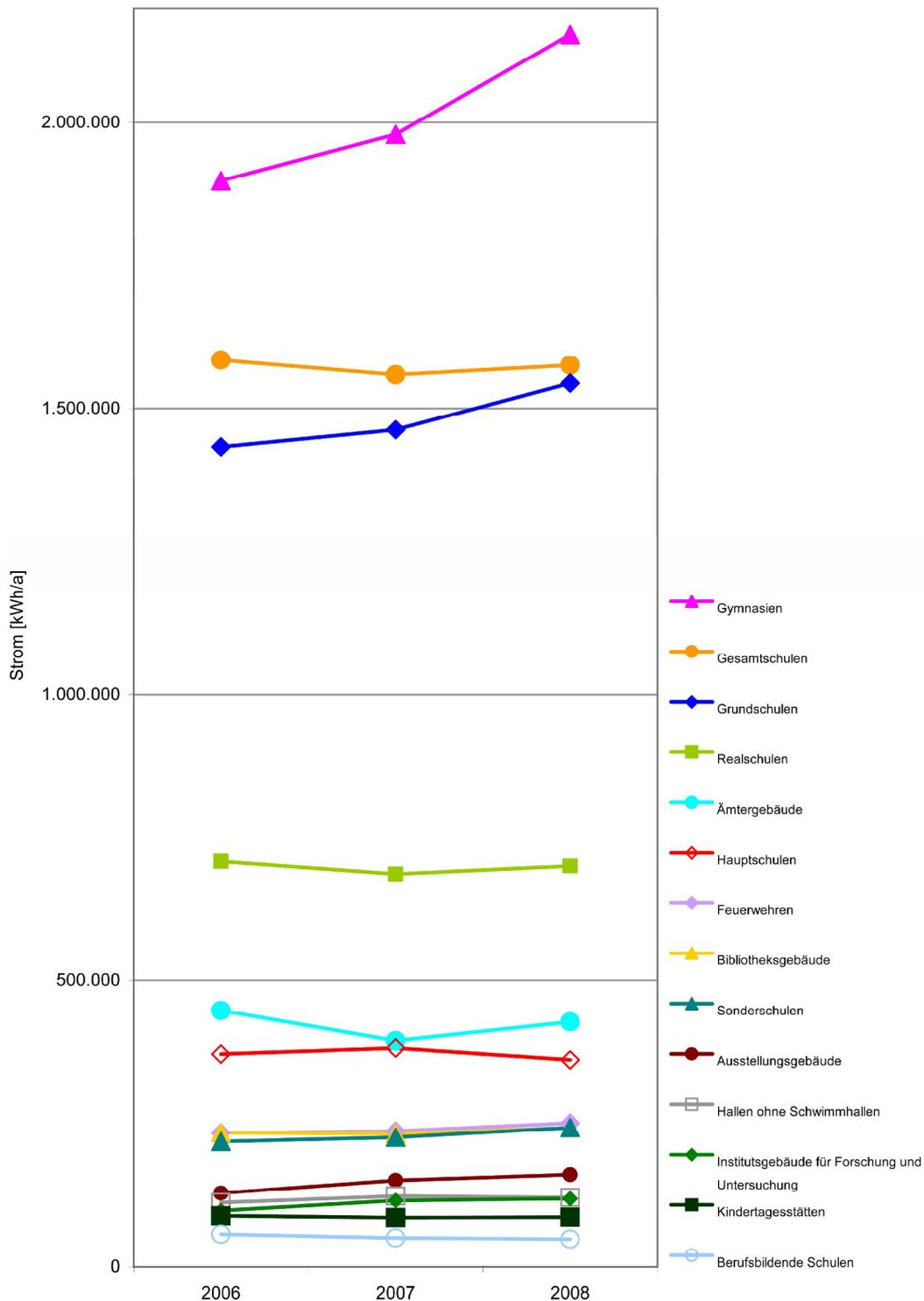


Abbildung 11: Entwicklung Strom nach Objektgruppen 2006 bis 2008



**Fazit:** Die weiterführenden Schulen verursachen über 50% des Energieverbrauchs. Der Verbrauchsanteil aller Schulen zusammen beläuft sich auf über 80%.

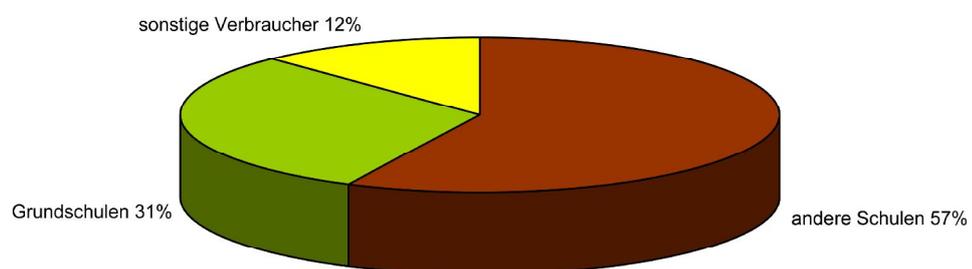


Abbildung 12: Verbrauchsanteil Wärme 2008

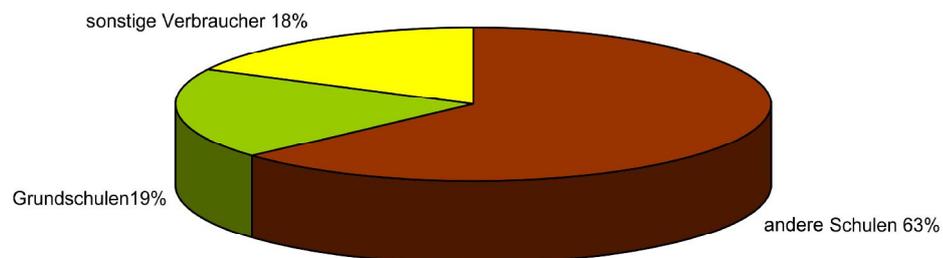


Abbildung 13: Verbrauchsanteil Strom 2008

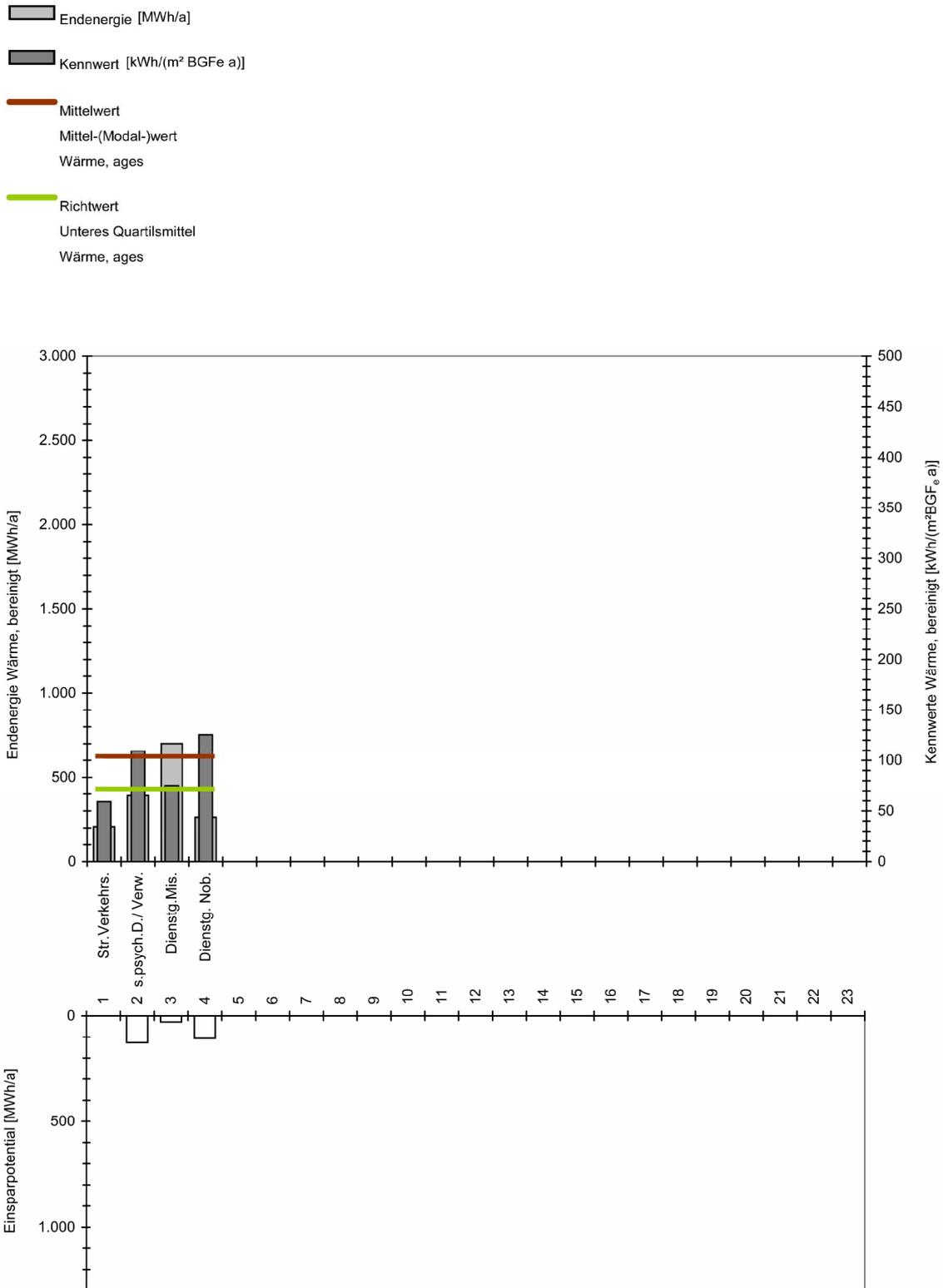


Abbildung 14: Verbrauch und Kennwert Wärme 2008 – Ämtergebäude



**Fazit:** Der Wärmeverbrauch Ämtergebäude ist zufriedenstellend. Das größte Einsparpotential Wärme liegt beim schulpsychologischen Dienst. Der Stromverbrauch beim Straßenverkehrsamt muss überprüft werden. Das größte Einsparpotential Strom liegt beim Dienstgebäude Miselohestraße. Der steigenden Tendenz beim Stromverbrauch gilt es entgegen zu wirken.

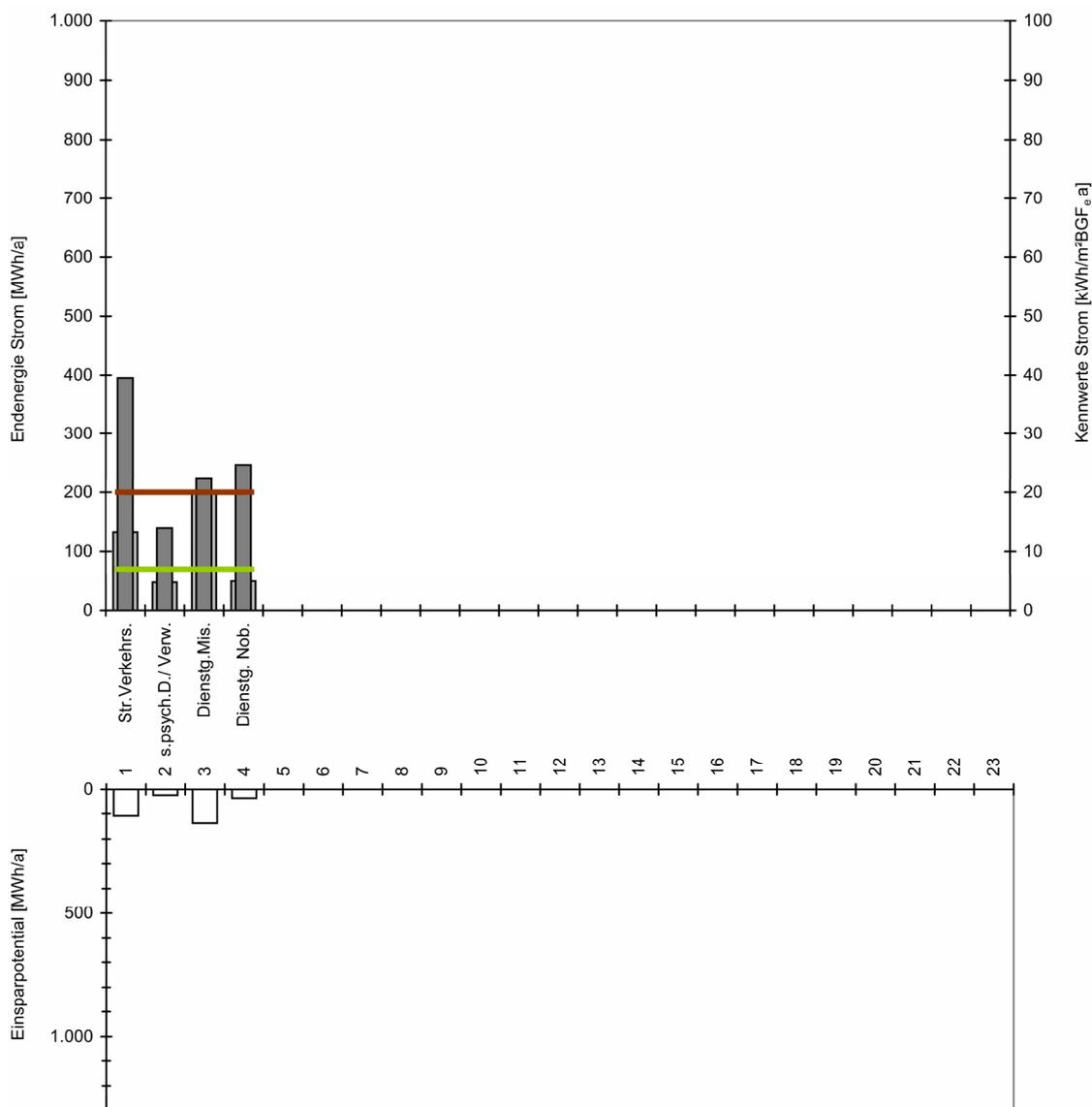


Abbildung 15: Verbrauch und Kennwert Strom 2008 – Ämtergebäude

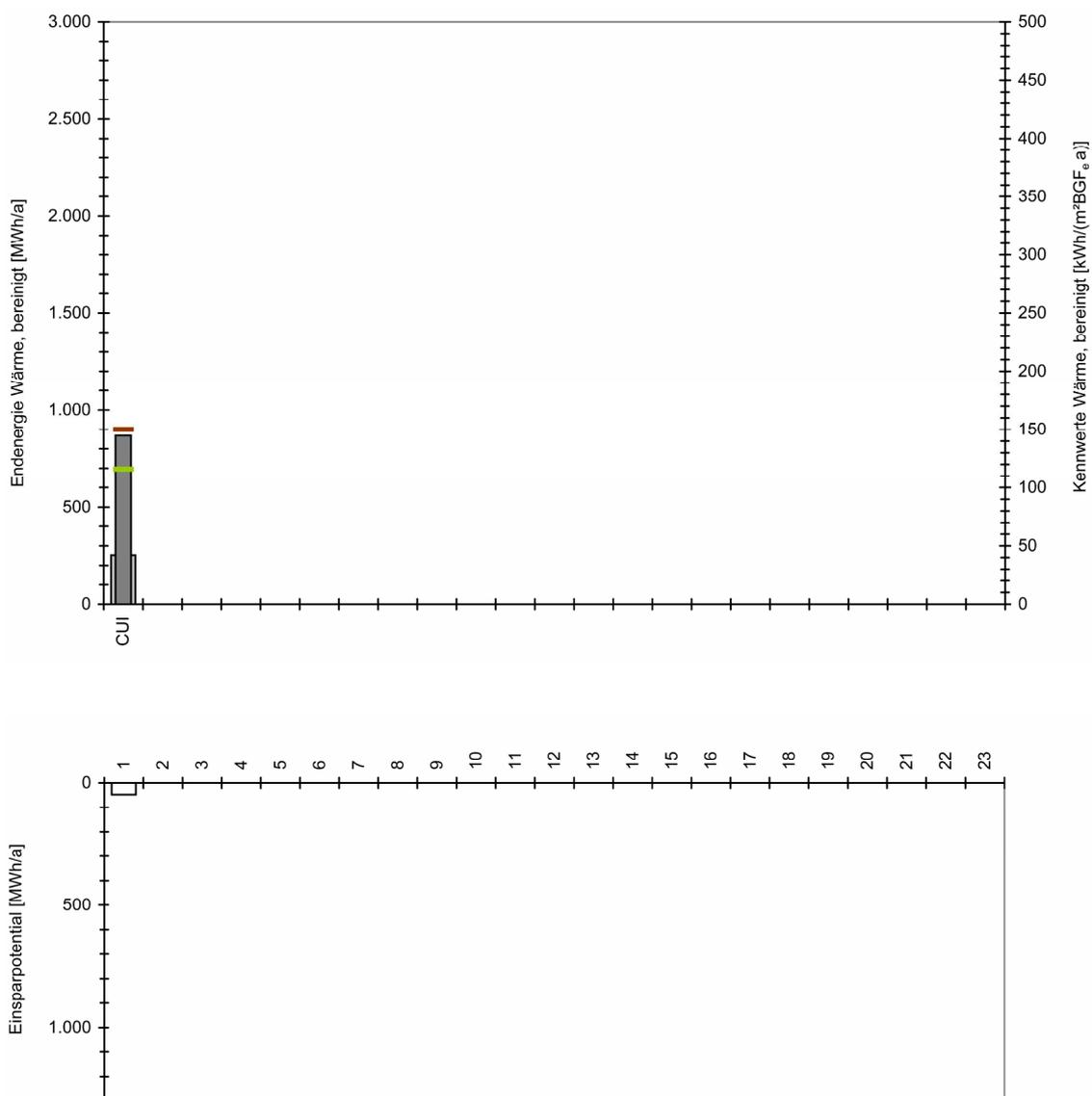
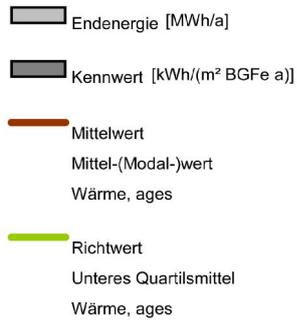


Abbildung 16: Verbrauch und Kennwert Wärme 2008 – Institutsgebäude



**Fazit:** Der Wärmeverbrauch des CUI ist durchschnittlich, hat aber gegen den Trend eine steigende Tendenz. Der Stromverbrauch ist viel zu hoch und muss unbedingt überprüft bzw. verbessert werden.

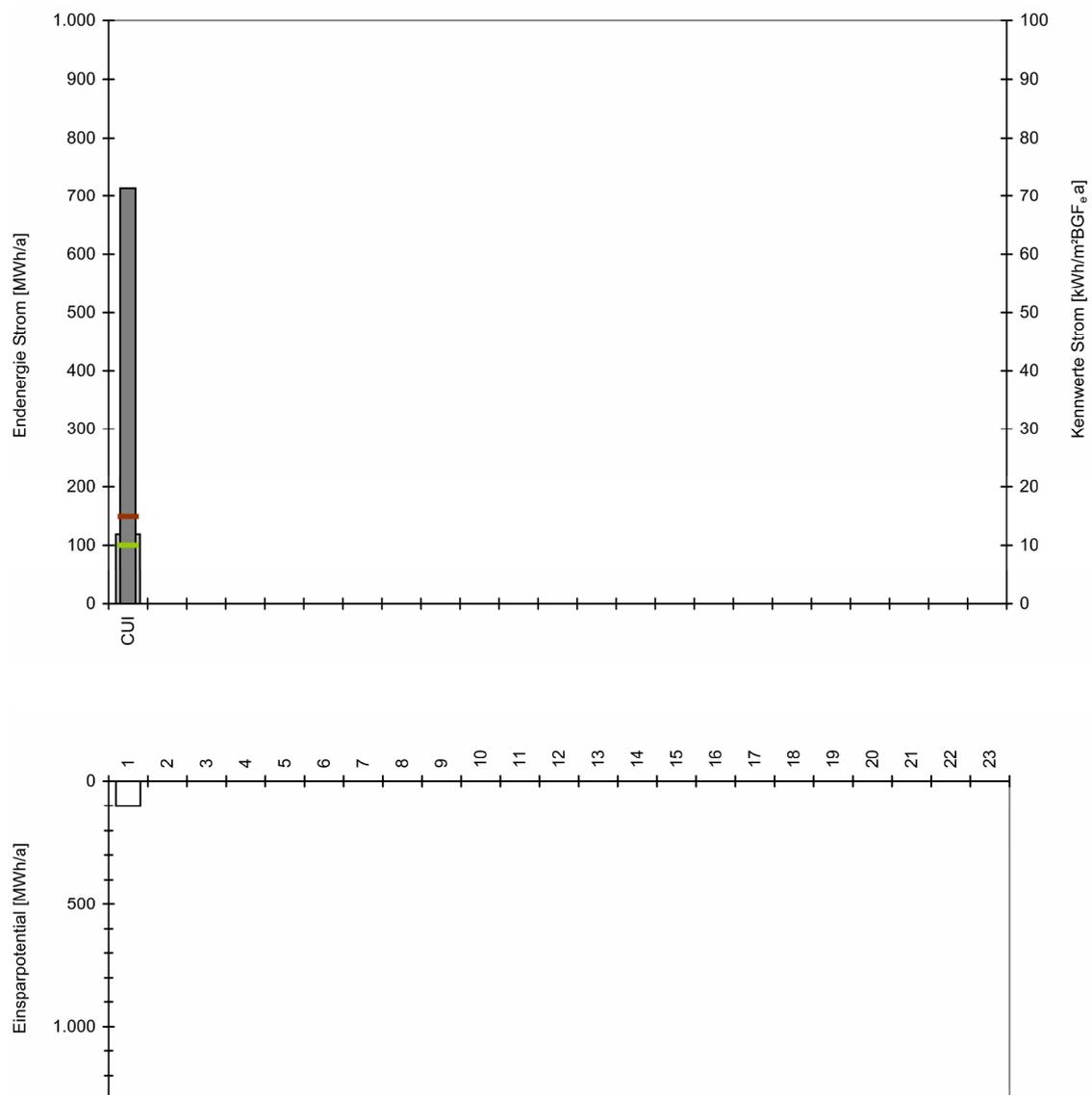


Abbildung 17: Verbrauch und Kennwert Strom 2008 – Institutsgebäude

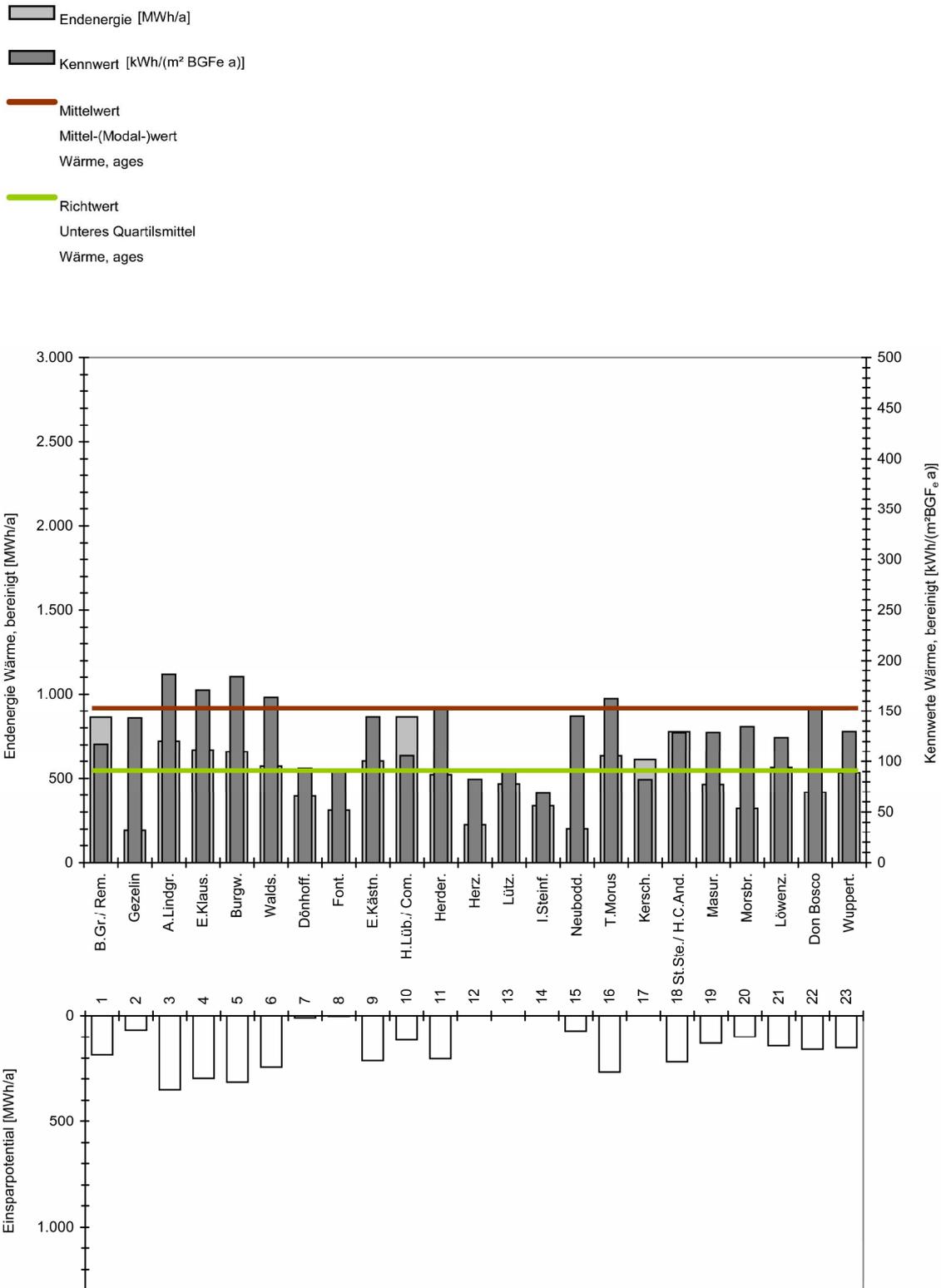


Abbildung 18: Verbrauch und Kennwert Wärme 2008 – Grundschulen



**Fazit:** Der Wärmeverbrauch der Grundschulen ist insgesamt positiv zu bewerten. Die größten Einsparpotentiale bei der Wärme gibt es bei der Astrid Lindgren Schule, der Grundschule Burgweg und in der Erich Klausener Schule. Der Stromverbrauch ist, z. T. auch wegen der Einführung der OGATAs, viel zu hoch und muss unbedingt überprüft bzw. verbessert werden. Die größten Einsparpotenziale beim Strom gibt es mit Abstand bei der Heinrich – Lübke/ Comenius Schule.

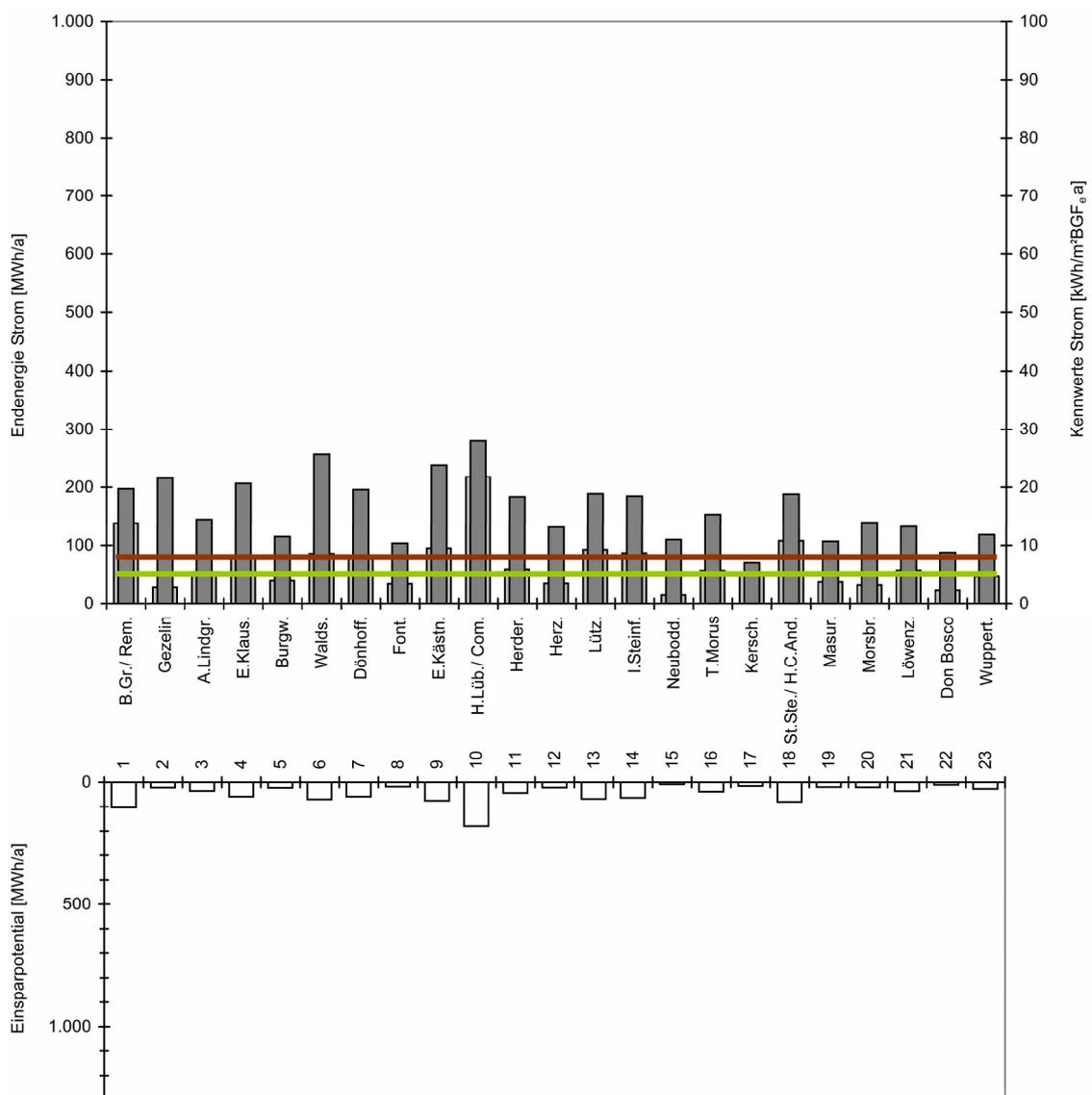


Abbildung 19: Verbrauch und Kennwert Strom 2008 – Grundschulen

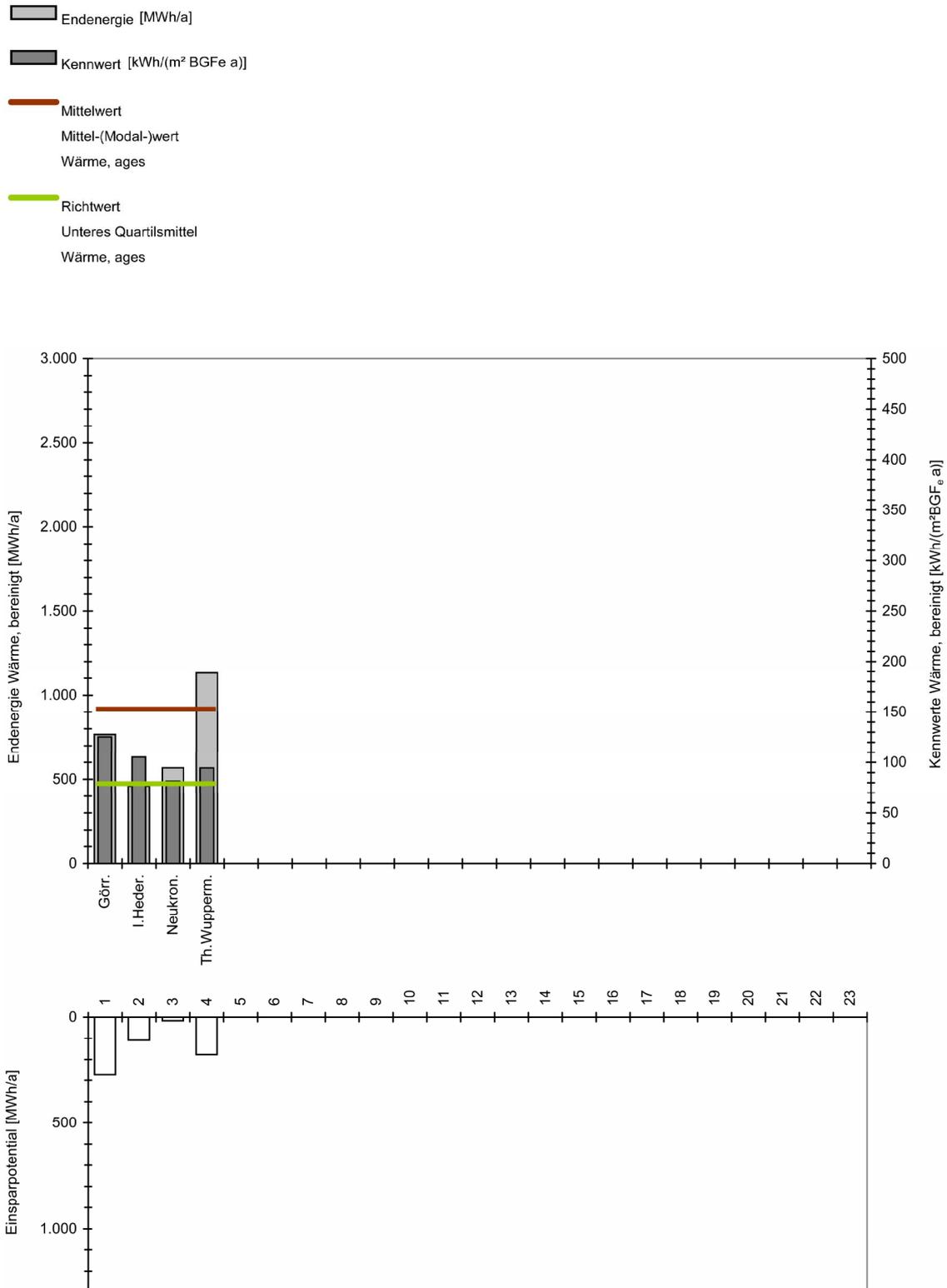


Abbildung 20: Verbrauch und Kennwert Wärme 2008 – Hauptschulen



**Fazit:** Wärm- und Stromverbrauch an den Hauptschulen sind positiv zu bewerten. Bei einer eingehenderen Betrachtung sollte auch die Auslastung der Schulen mit berücksichtigt werden. Das größte Einsparpotenzial Wärme hat die GHS Görresstraße. Beim Strom liegt das größte Einsparpotential bei der GHS Theodor Wuppermann Straße.

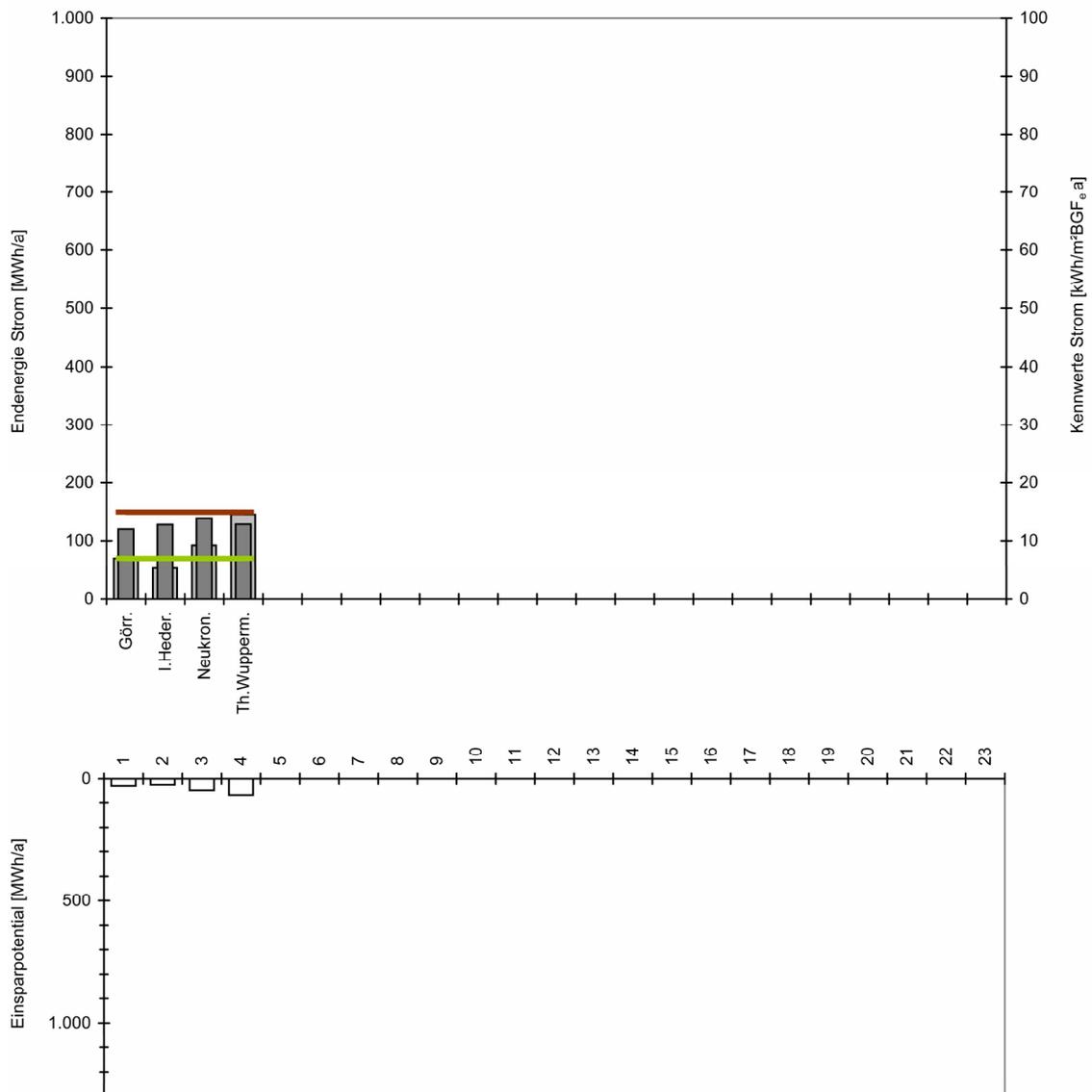


Abbildung 21: Verbrauch und Kennwert Strom 2008 – Hauptschulen

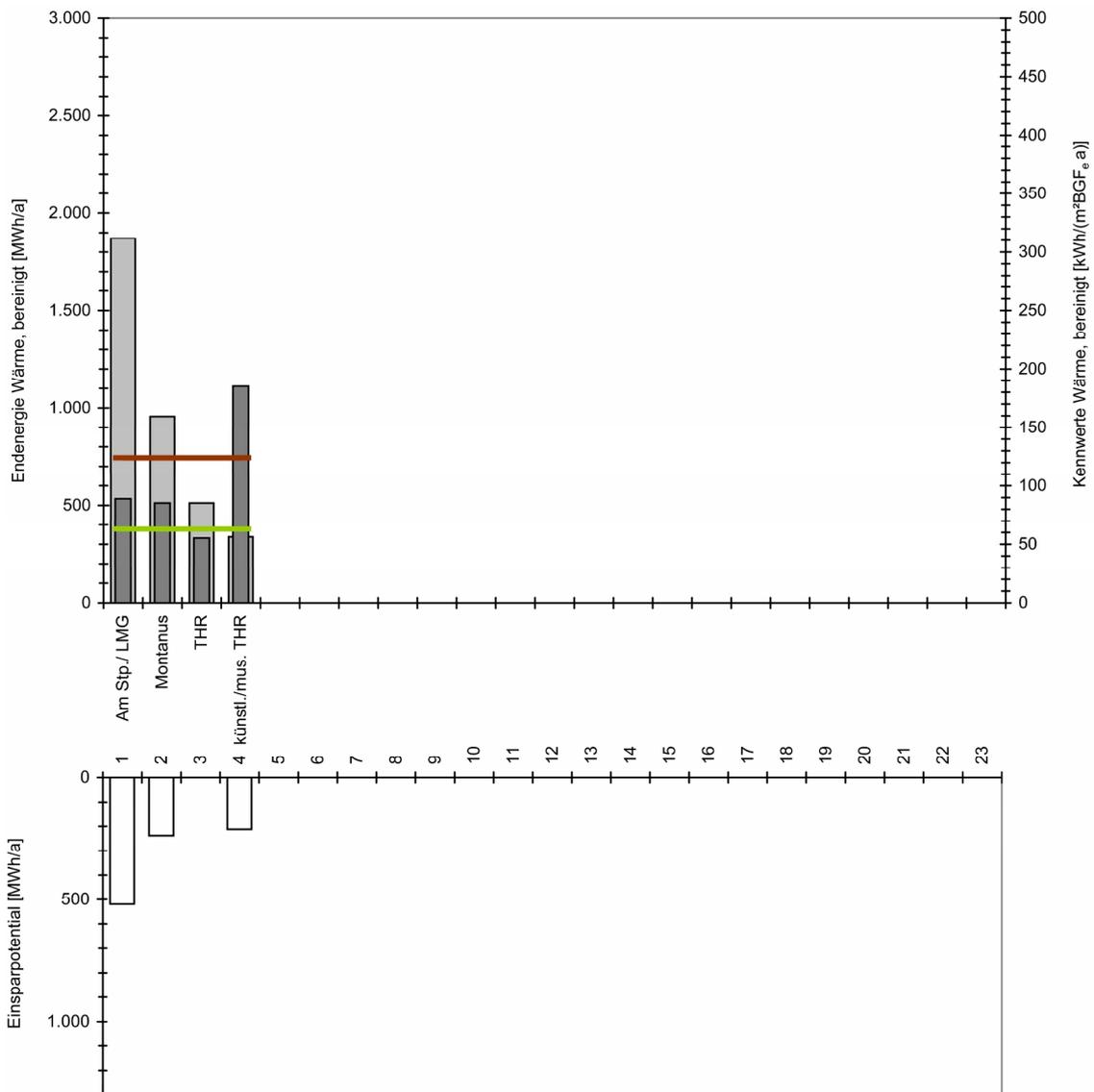
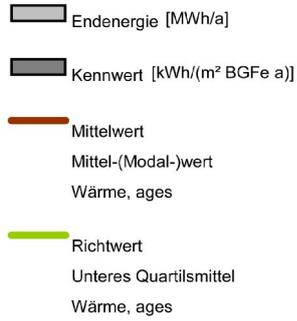


Abbildung 22: Verbrauch und Kennwert Wärme 2008 – Realschulen



**Fazit:** Der Wärmeverbrauch bei den Realschulen ist zufrieden stellend. Die Sondernutzungen im künstlerisch musischen Bereich der Th. Heuss Realschule können vom Vergleichswert nicht richtig abgebildet werden. Neubaustandard und Einzelraumregelung des Hauptgebäudes führen zu einem optimalen Verbrauch. Beim Strom sind noch Einsparpotentiale vorhanden. Die größten Einsparpotentiale für Wärme und Strom liegen aufgrund der Größe der Schule bei der Realschule am Stadtpark.

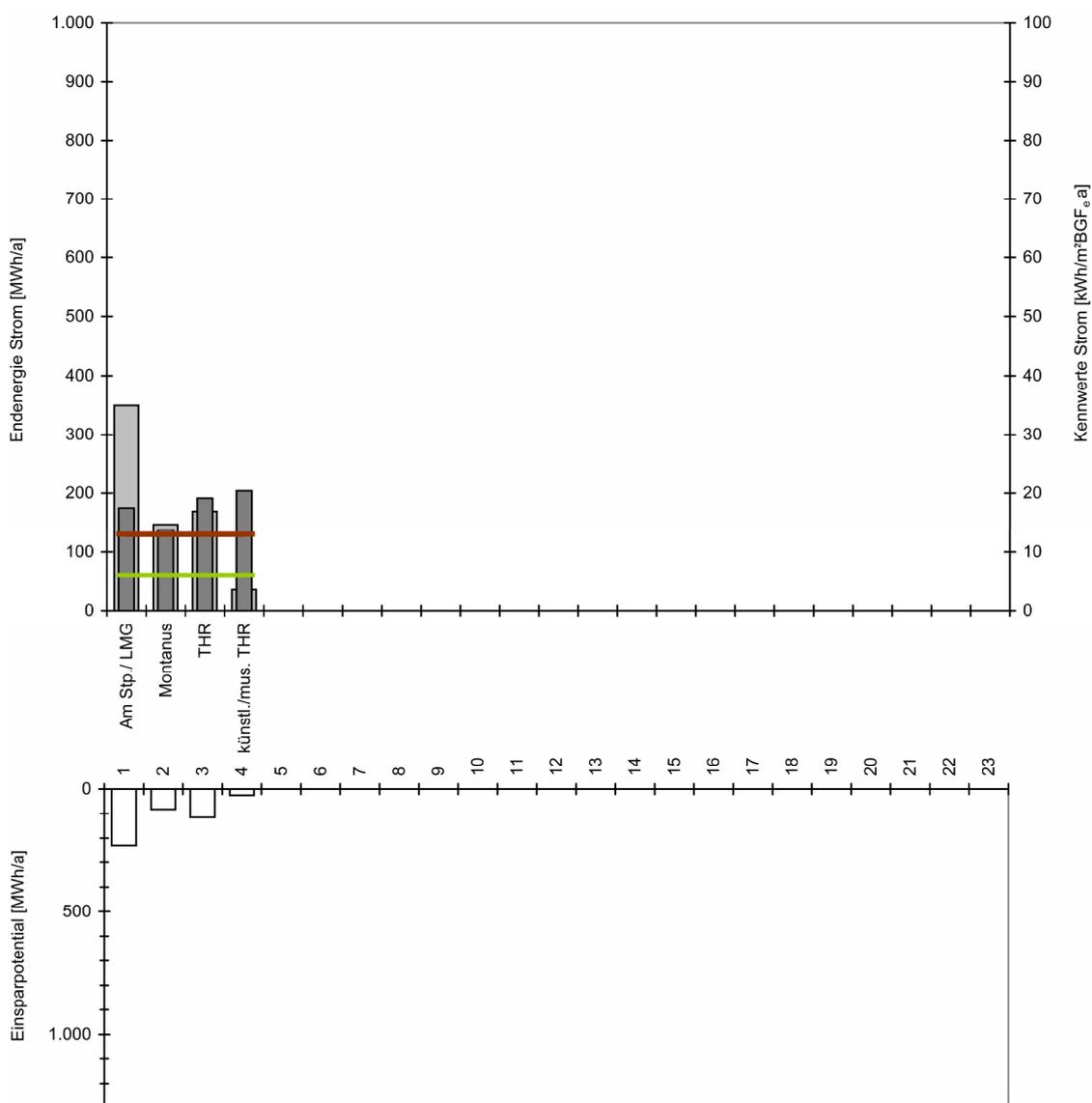


Abbildung 23: Verbrauch und Kennwert Strom 2008 – Realschulen

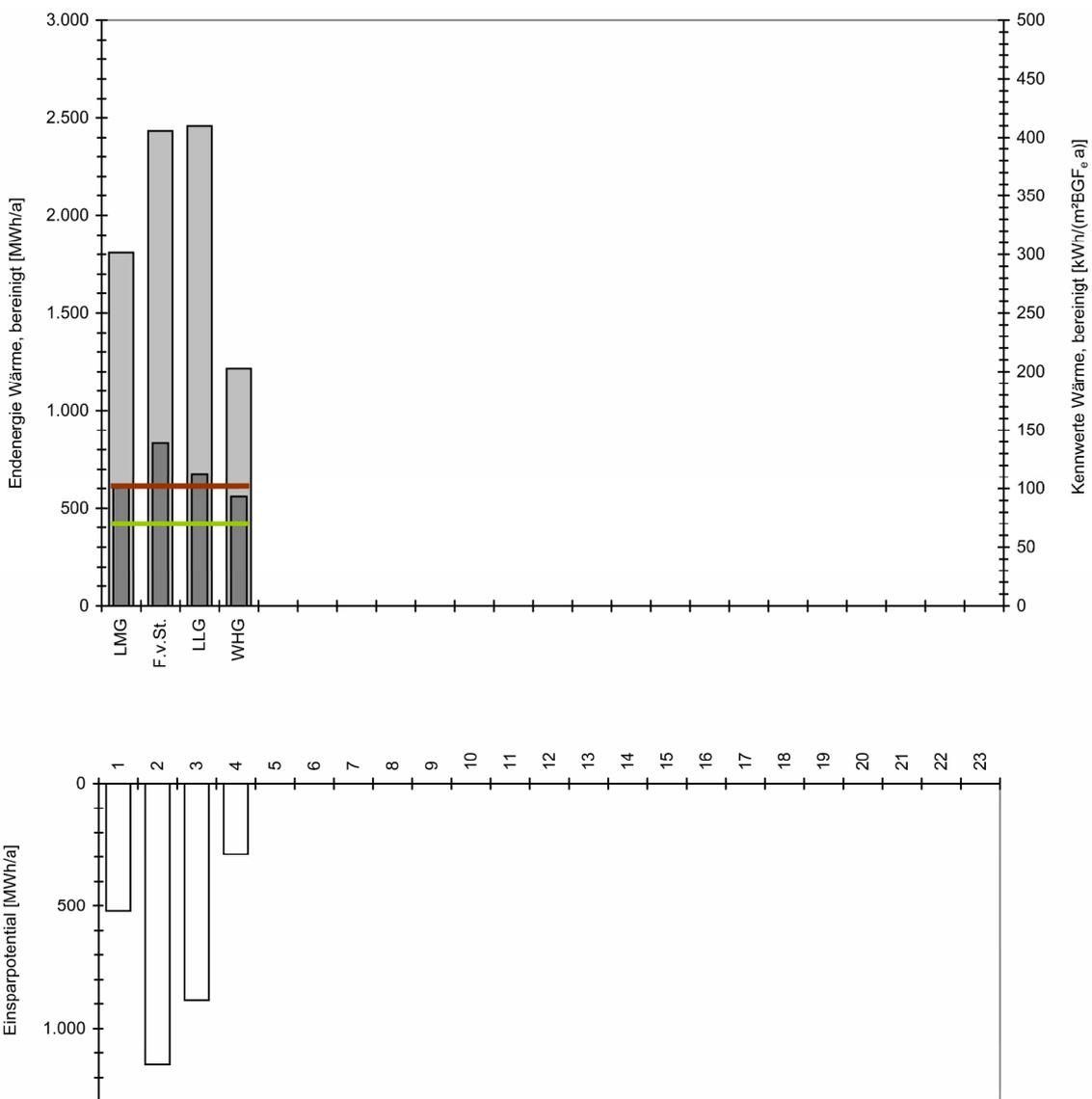
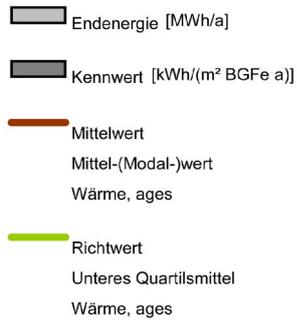


Abbildung 24: Verbrauch und Kennwert Wärme 2008 – Gymnasien



**Fazit:** Der Wärmeverbrauch Gymnasien ist auf einem guten Weg, ist jedoch absolut betrachtet so hoch, dass weitere Optimierungsmaßnahmen unbedingt Sinn machen. Ein großes Einsparpotential liegt beim Freiherr vom Stein Gymnasium, gefolgt vom Landrat Lucas Gymnasium. Der Stromverbrauch ist in allen Gymnasien viel zu hoch und steigt darüber hinaus noch an. Einsparkonzepte müssen dringend umgesetzt werden. Das größte Einsparpotential hat beim Strom das Landrat Lucas Gymnasium.

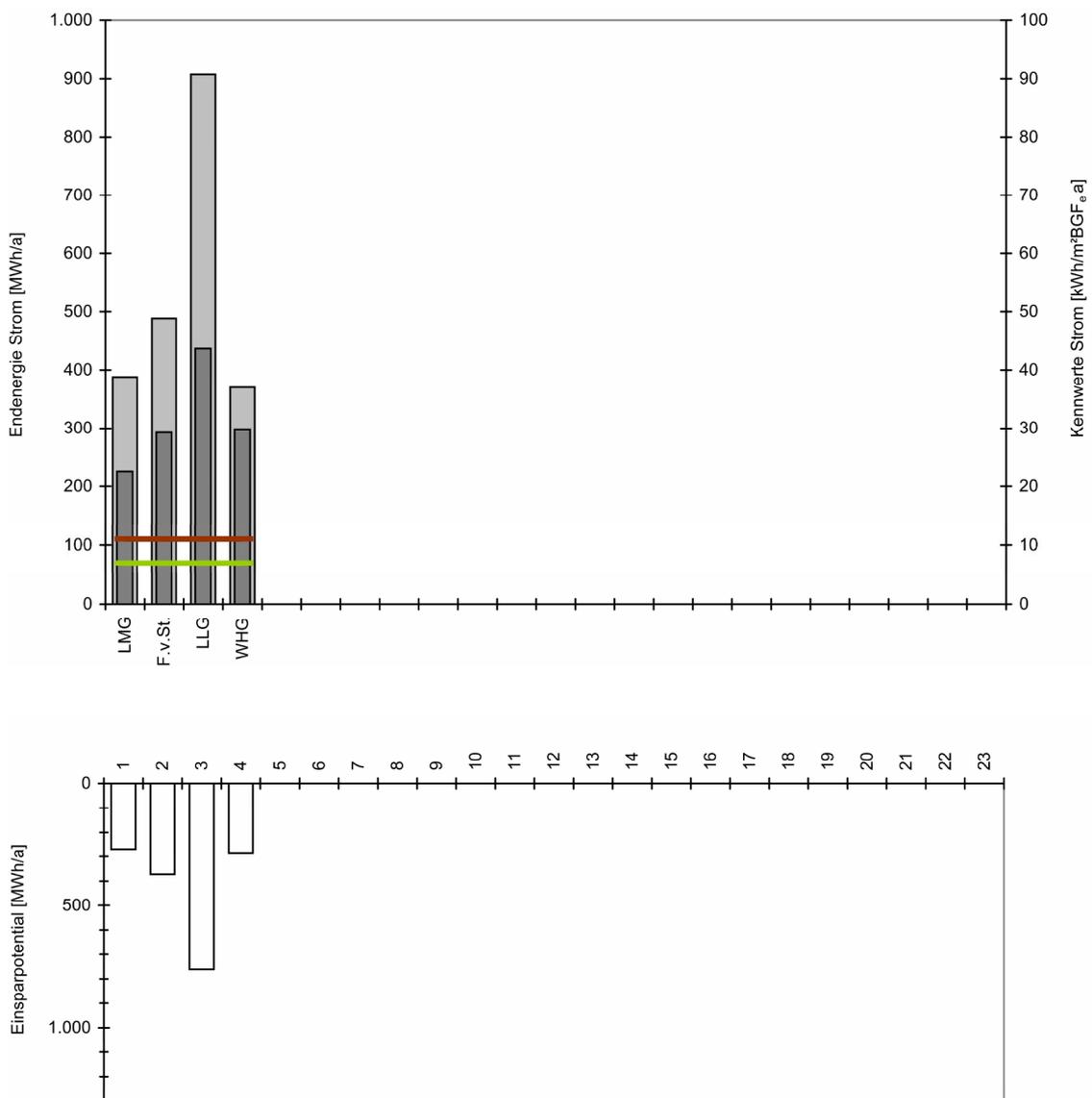


Abbildung 25: Verbrauch und Kennwert Strom 2008 – Gymnasien

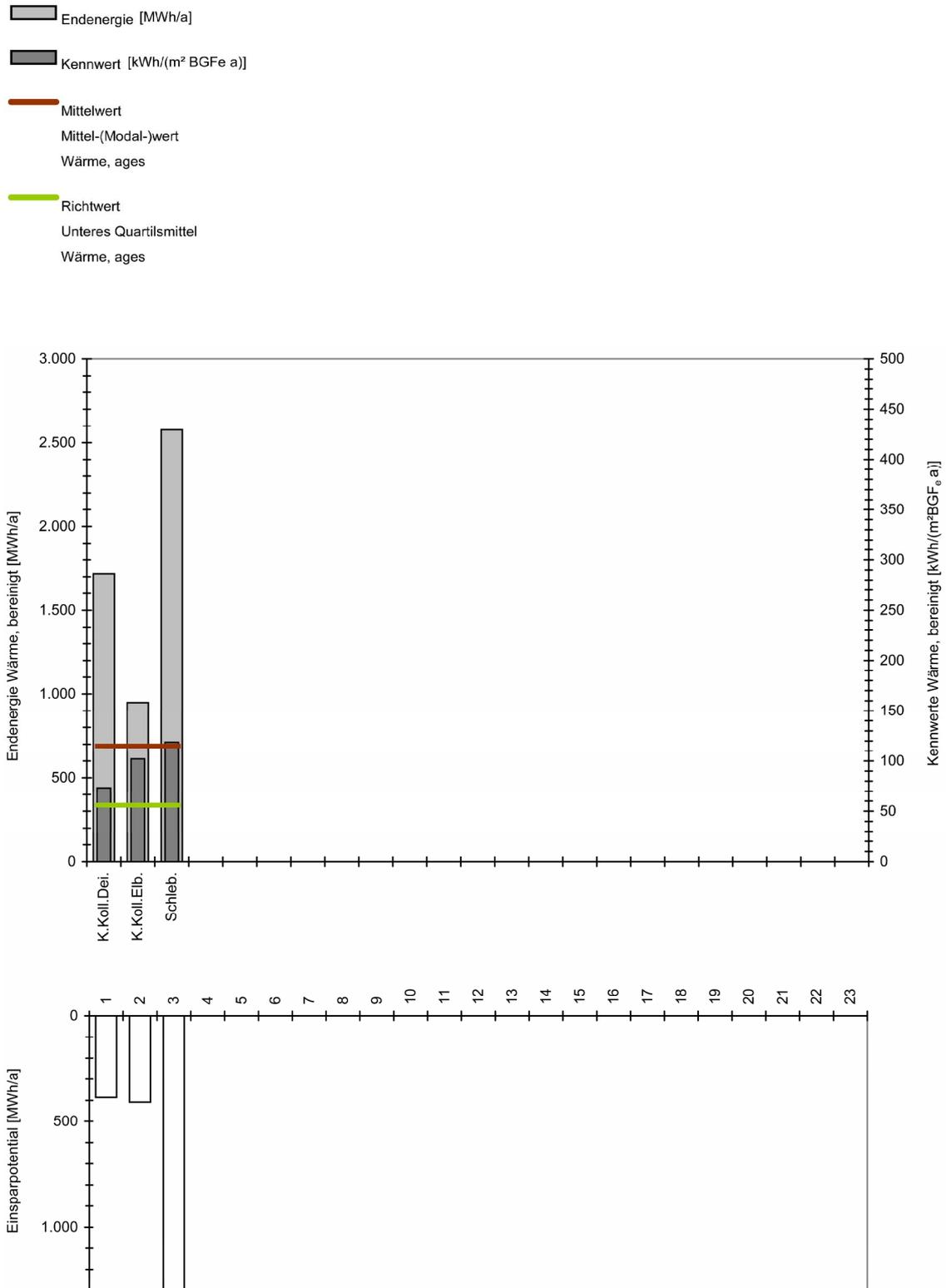


Abbildung 26: Verbrauch und Kennwert Wärme 2008 – Gesamtschulen



**Fazit:** Der Wärmeverbrauch der Gesamtschulen ist insgesamt zufrieden stellend, hat aber gegen den allgemeinen Trend eine steigende Tendenz. Aufgrund des sehr großen Einsparpotenzials bei der Gesamtschule Schlebusch, sollten weitere Maßnahmen zur Senkung des Wärmeverbrauchs durchgeführt werden. Der Stromverbrauch ist zu hoch. Die größten Einsparpotentiale liegen hier bei der Gesamtschule Schlebusch und dem Standort Deichtorstraße der Käthe Kollwitz Gesamtschule.

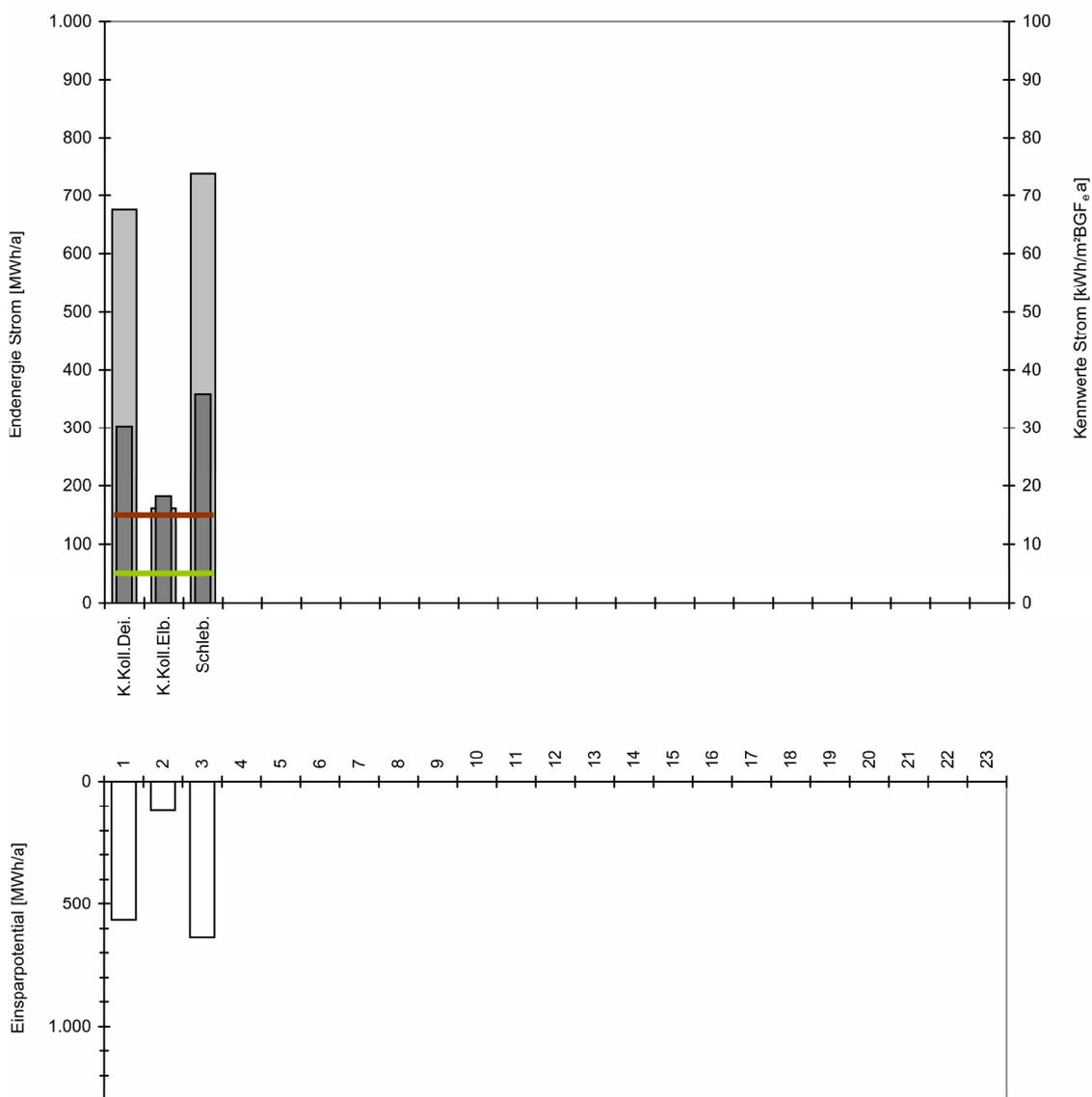


Abbildung 27: Verbrauch und Kennwert Strom 2008 – Gesamtschulen

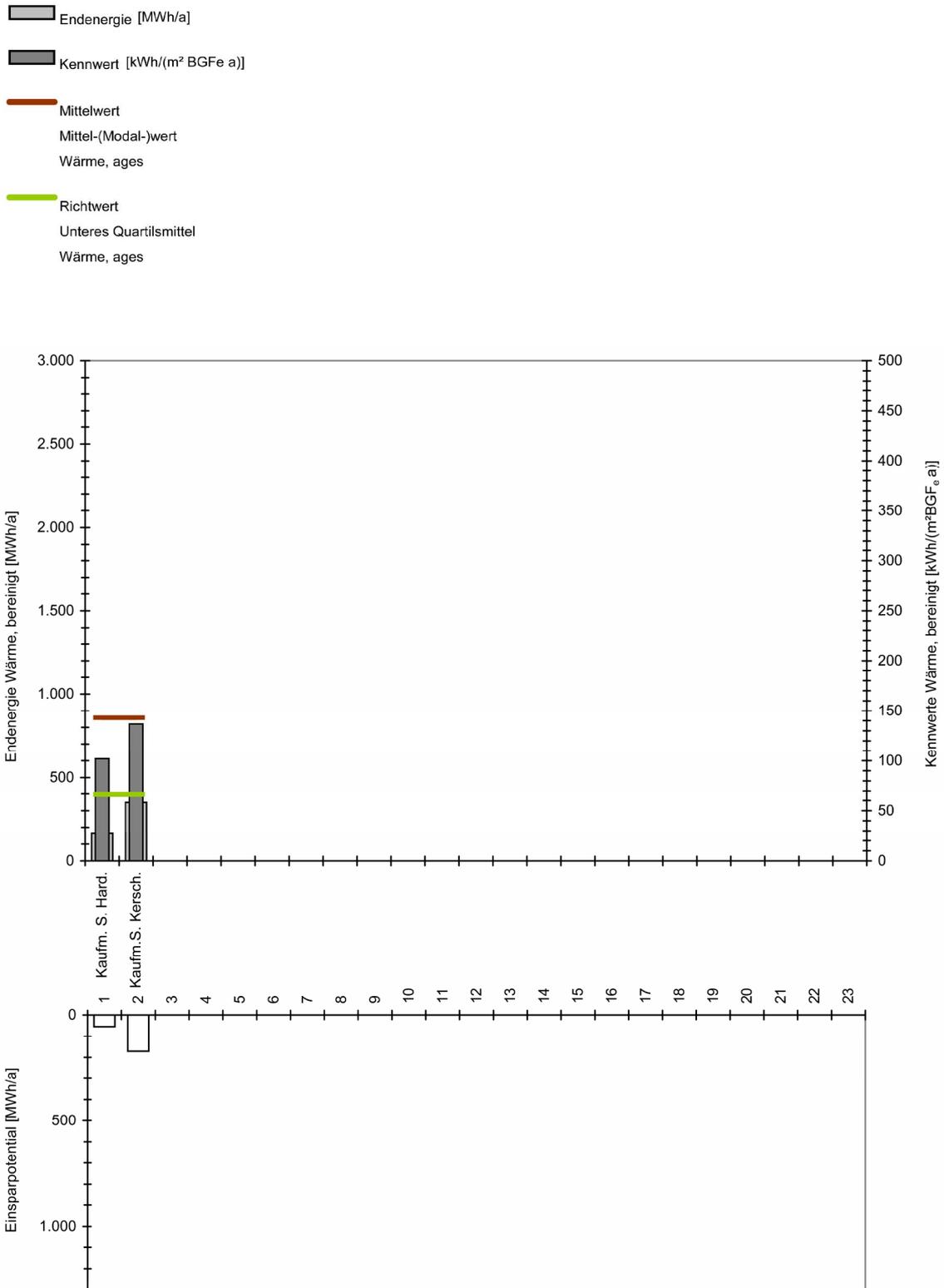


Abbildung 28: Verbrauch und Kennwert Wärme 2008 – Berufsschulen



**Fazit:** Der Wärmeverbrauch der Berufsschulen ist zufriedenstellend, hat aber gegen den allgemeinen Trend eine steigende Tendenz. Das größere Einsparpotenzial hat die Zweigstelle Kaufmännische Schule Kerschensteiner Straße. Beim Stromverbrauch sind an der Hardenbergstraße noch Einsparpotentiale vorhanden.

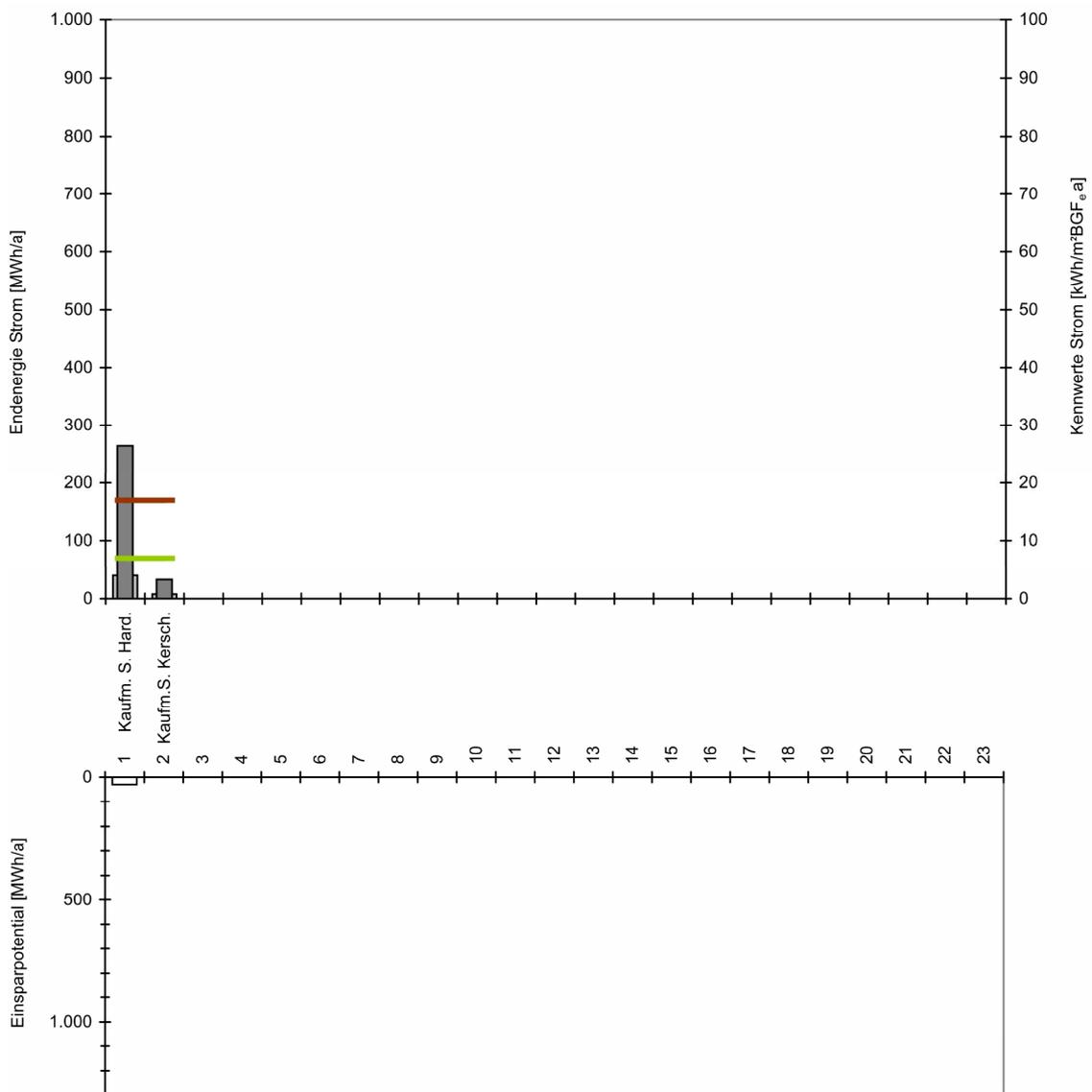


Abbildung 29: Verbrauch und Kennwert Strom 2008 – Berufsschulen

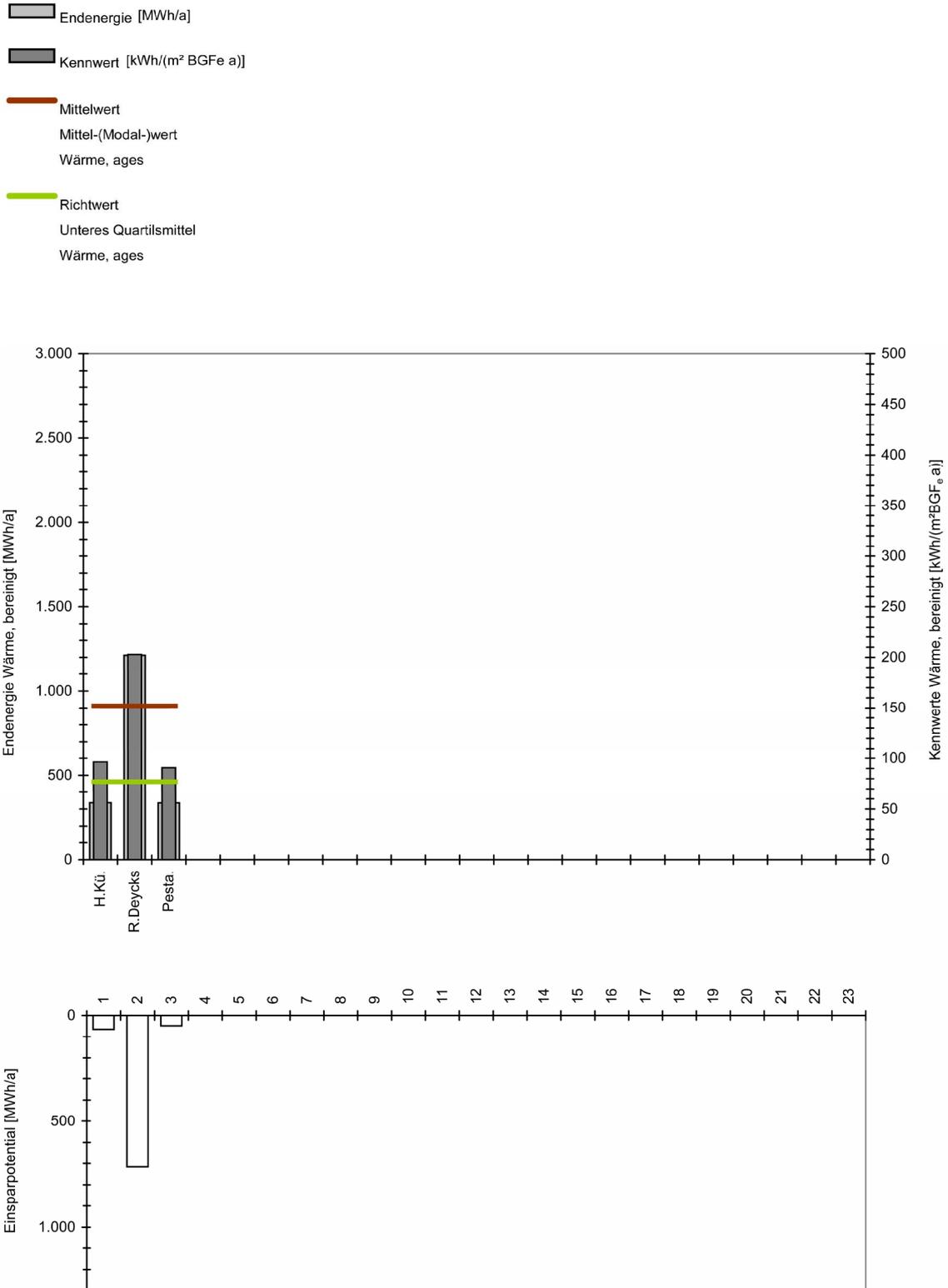


Abbildung 30: Verbrauch und Kennwert Wärme 2008 – Sonderschulen



**Fazit:** Der Wärmeverbrauch der Rat-Deycks-Schule ist, besonders im Vergleich zu den anderen Sonderschulen, viel zu hoch. Die anderen Sonderschulen nähern sich dem optimalen Verbrauch. Über alle Sonderschulen ist der Verbrauch jedoch zuletzt gestiegen. Der Stromverbrauch ist allgemein zu hoch und hat zudem insgesamt eine steigende Tendenz. Gegenmaßnahmen sind zu ergreifen.

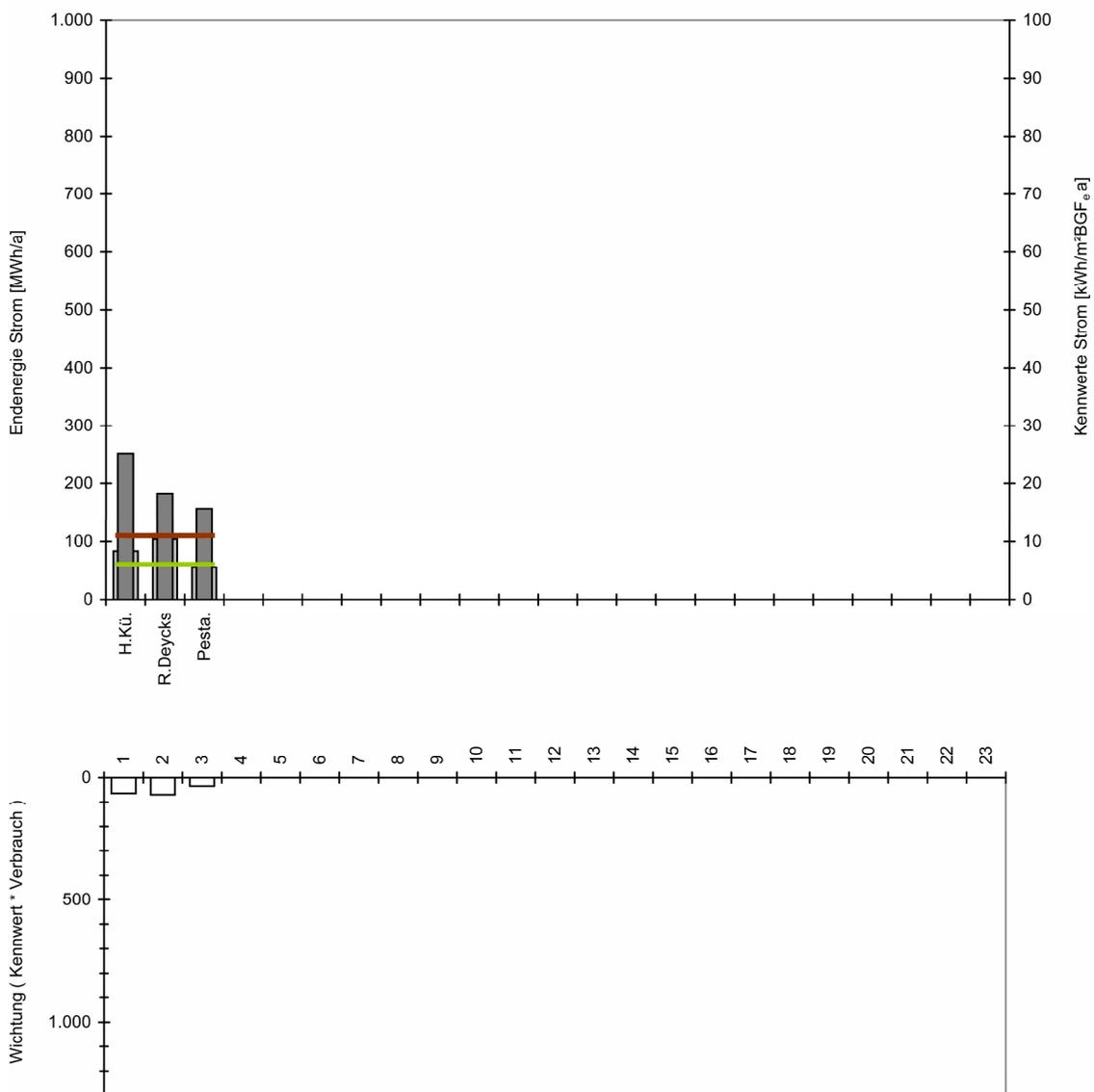


Abbildung 31: Verbrauch und Kennwert Strom 2008 – Sonderschulen

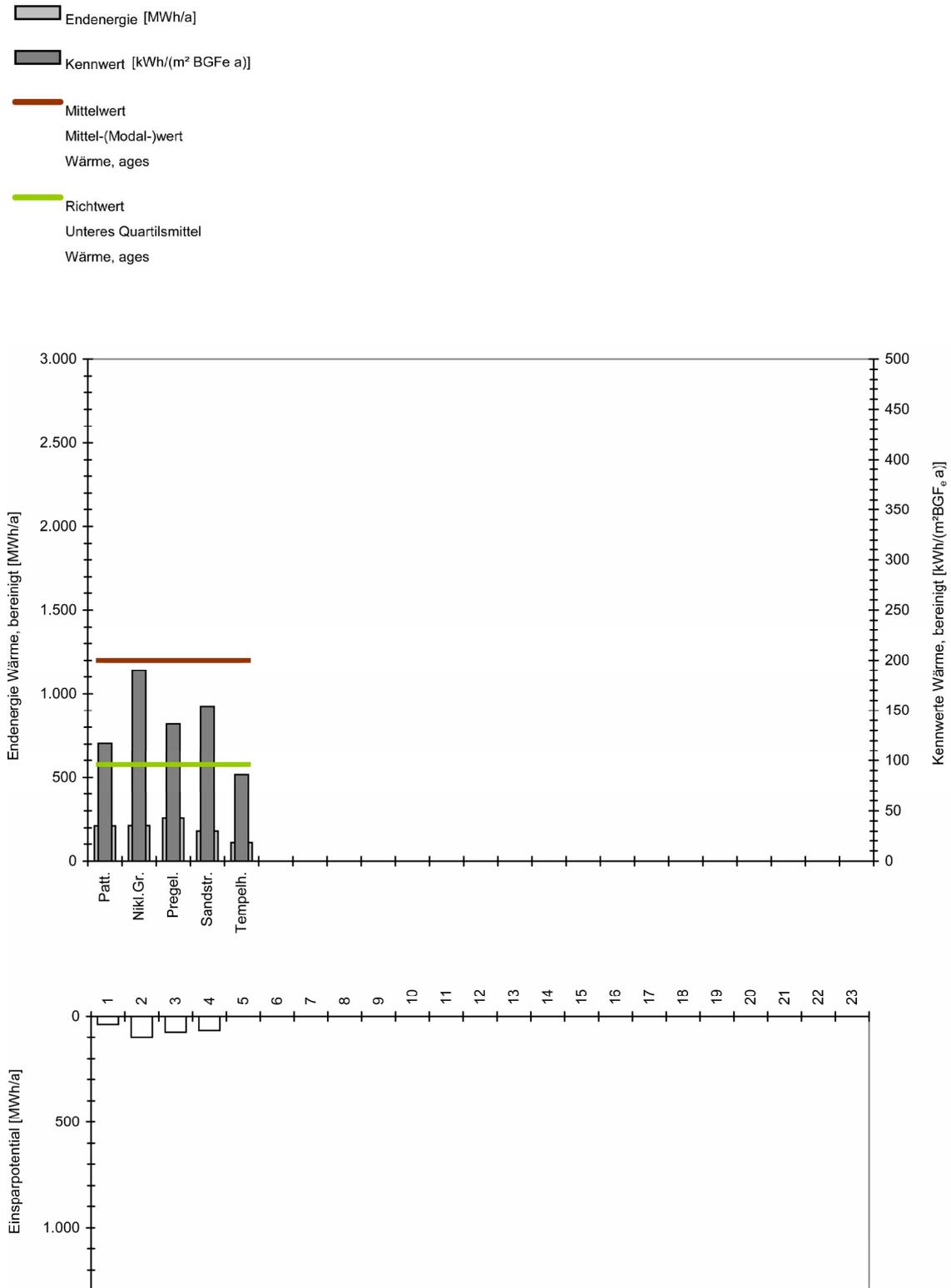


Abbildung 30: Verbrauch und Kennwert Wärme 2008 – Kindertagesstätten



**Fazit:** Der Wärmeverbrauch der erfassten Kindergärten ist zufriedenstellend. Die Verbräuche vom Kindergarten Pattscheid und Tempelhofer Straße liegen um den optimalen Verbrauch. Allerdings liegt eine gegen den Trend steigende Tendenz vor. Das größte Einsparpotential hat der Kindergarten Nikolaus-Groß-Straße. Der Stromverbrauch der Kindergärten ist zufriedenstellend.

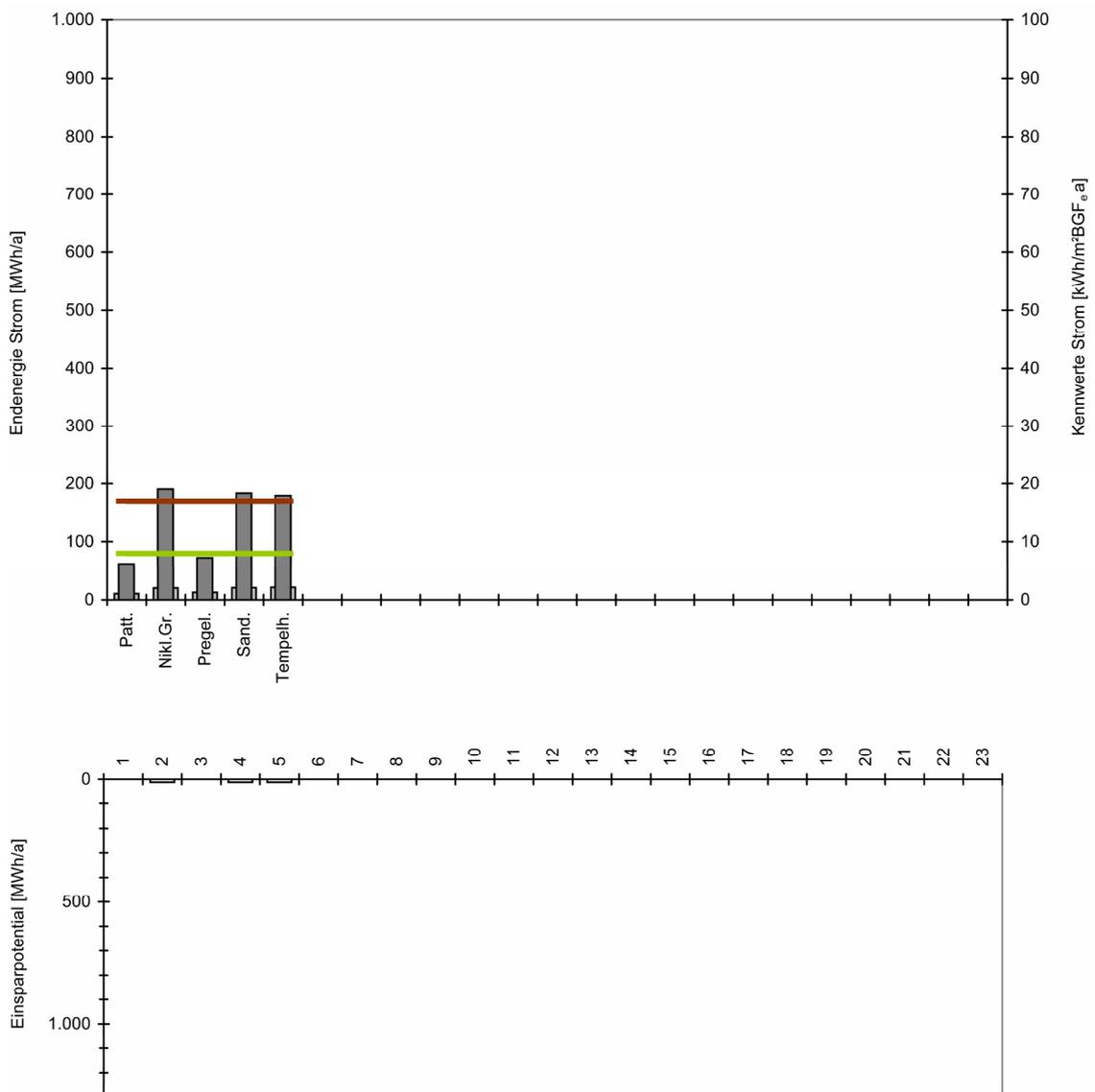


Abbildung 33: Verbrauch und Kennwert Strom 2008 – Kindertagesstätten



Endenergie [MWh/a]

Kennwert [kWh/(m<sup>2</sup> BGF<sub>e</sub> a)]

Mittelwert  
Mittel-(Modal-)wert  
Wärme, ages

Richtwert  
Unteres Quartilmittel  
Wärme, ages

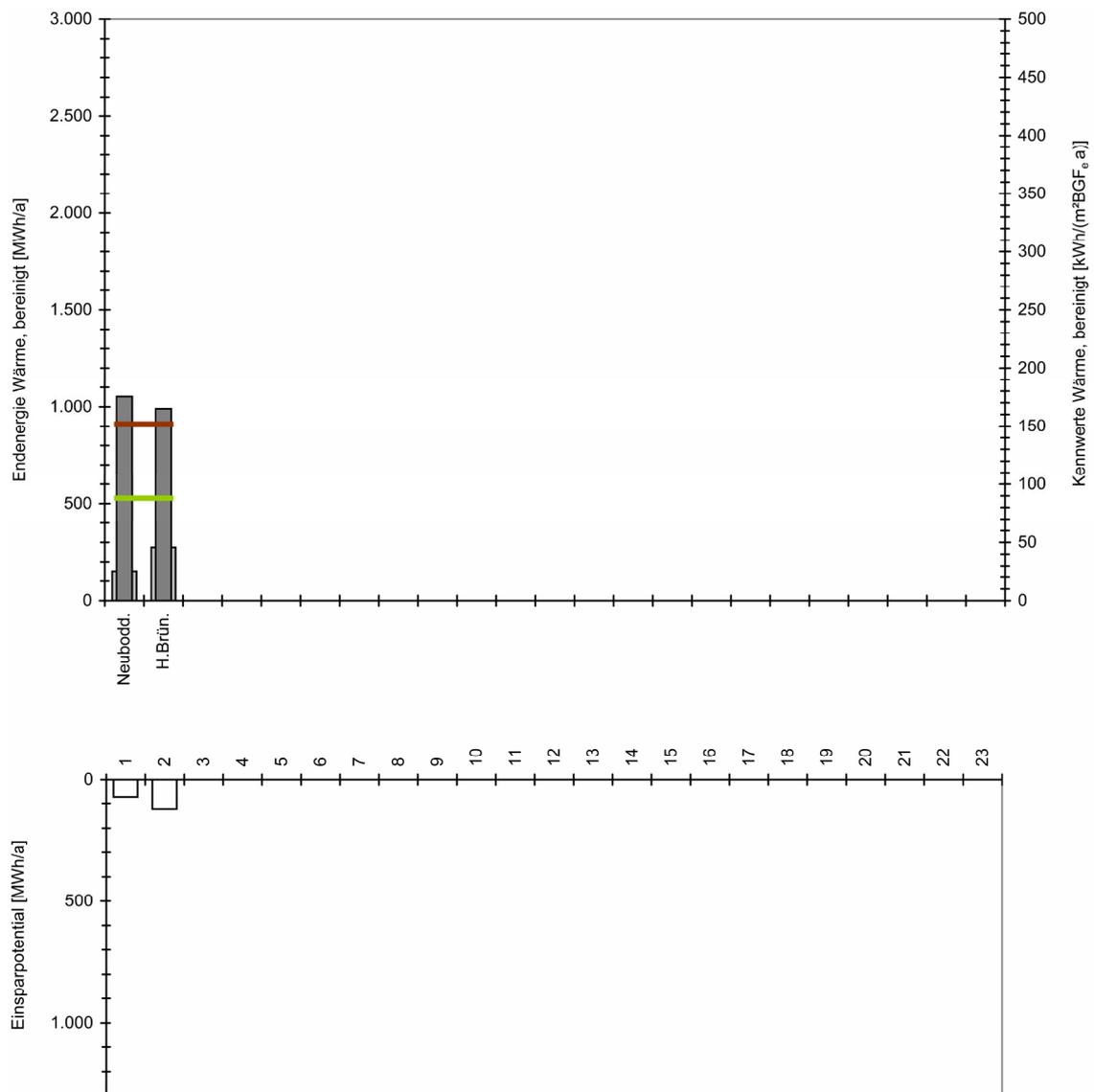


Abbildung 34: Verbrauch und Kennwert Wärme 2008 – Sporthallen



**Fazit:** Der Wärmeverbrauch der Sporthallen ist leicht überdurchschnittlich. Der Stromverbrauch ist wesentlich zu hoch und sollte unbedingt verbessert werden. Das höhere Einsparpotential liegt bei der Sporthalle Heinrich-Brüning-Straße.

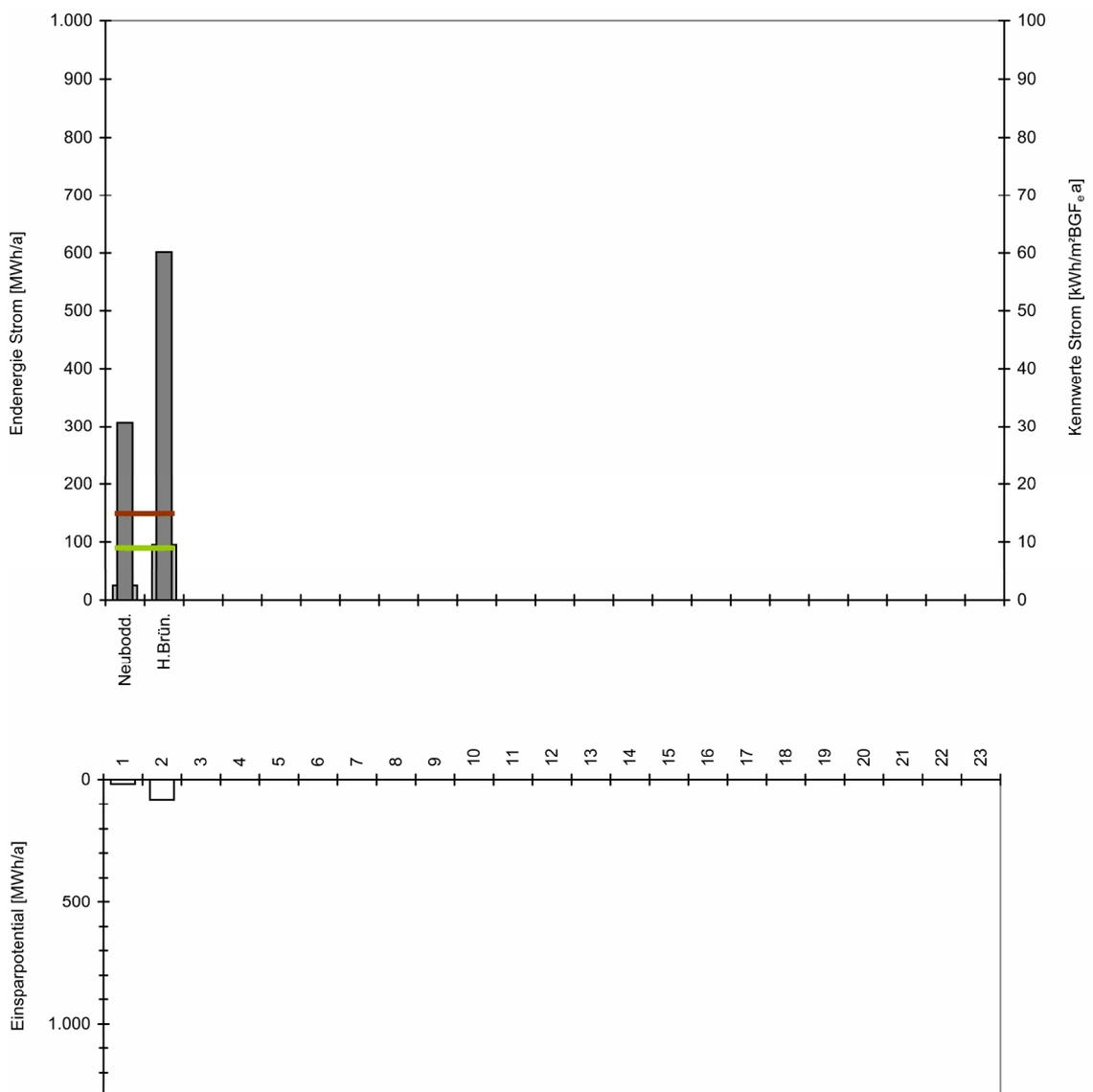


Abbildung 35: Verbrauch und Kennwert Strom 2008 – Sporthallen

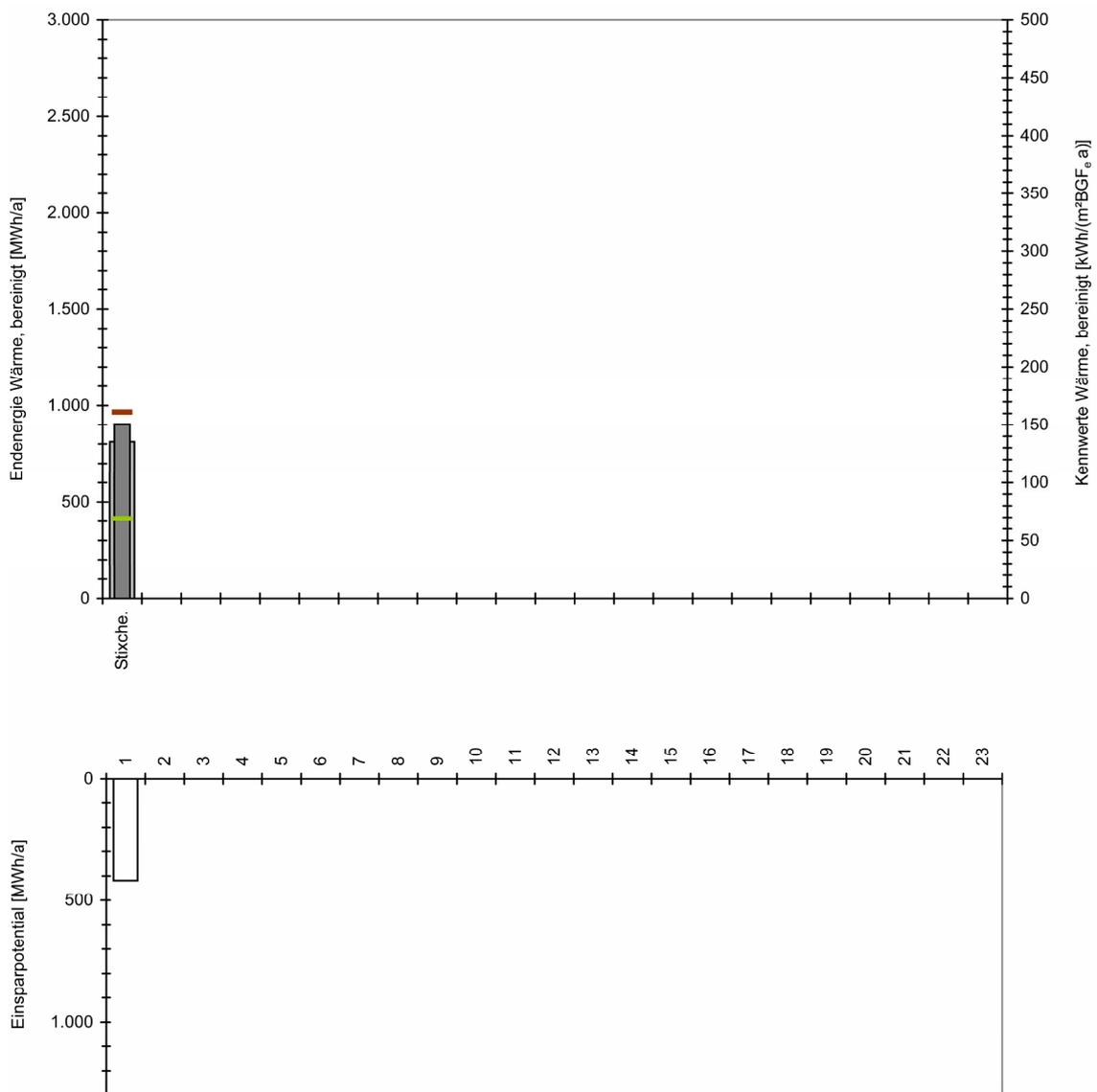
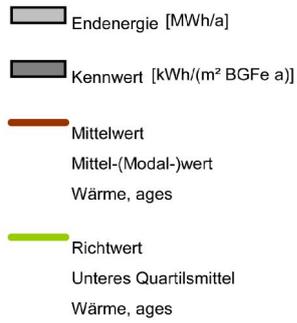


Abbildung 36: Verbrauch und Kennwert Wärme 2008 –Feuerwachen



**Fazit:** Der Wärmeverbrauch der Feuerwache Stixchesstraße ist leicht unterdurchschnittlich. Optimierungspotenzial ist noch vorhanden. Der Stromverbrauch ist wesentlich zu hoch und zudem in der Tendenz leicht steigend. Maßnahmen zur Senkung sind umzusetzen.

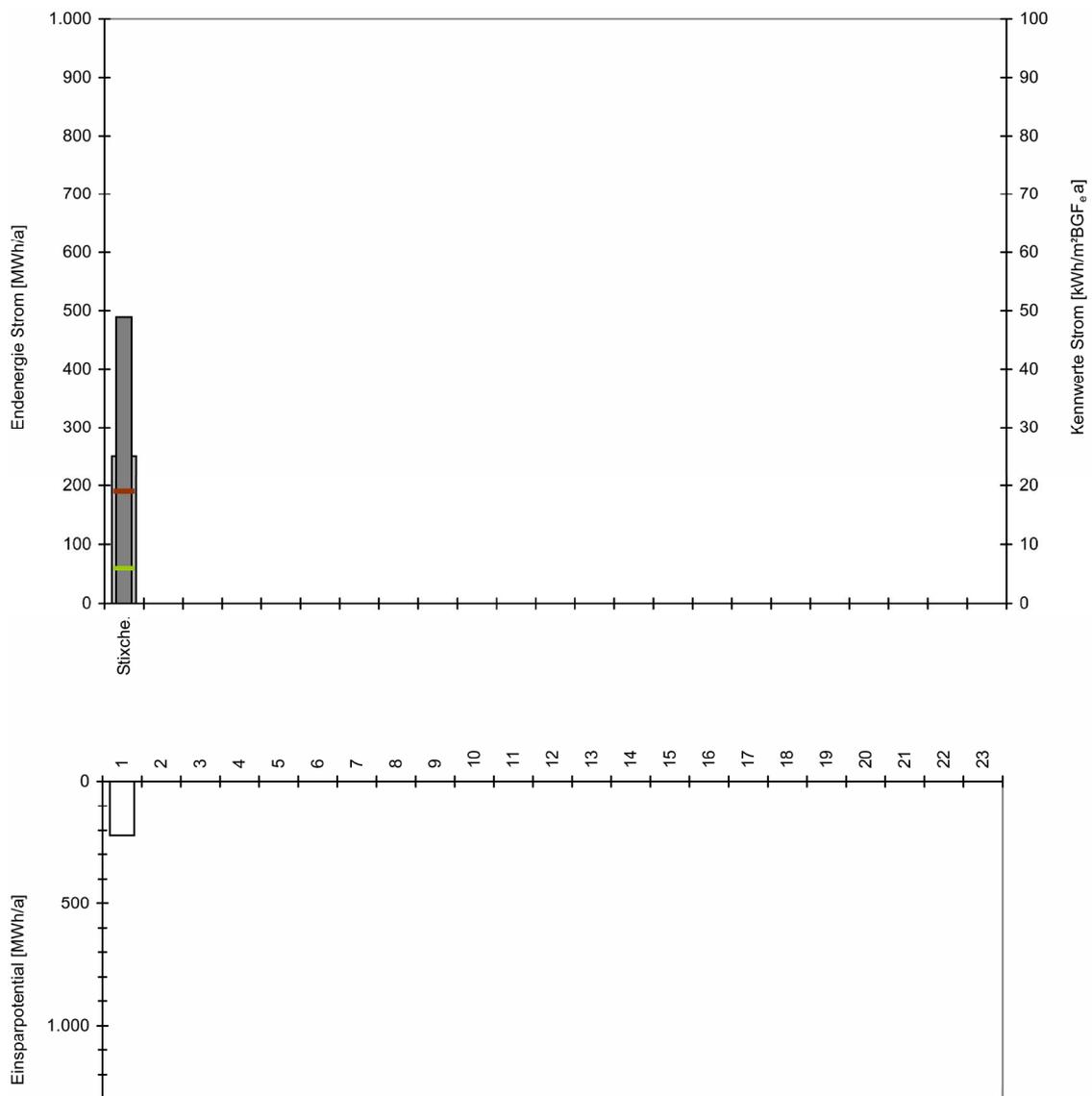


Abbildung 37: Verbrauch und Kennwert Strom 2008 – Feuerwachen

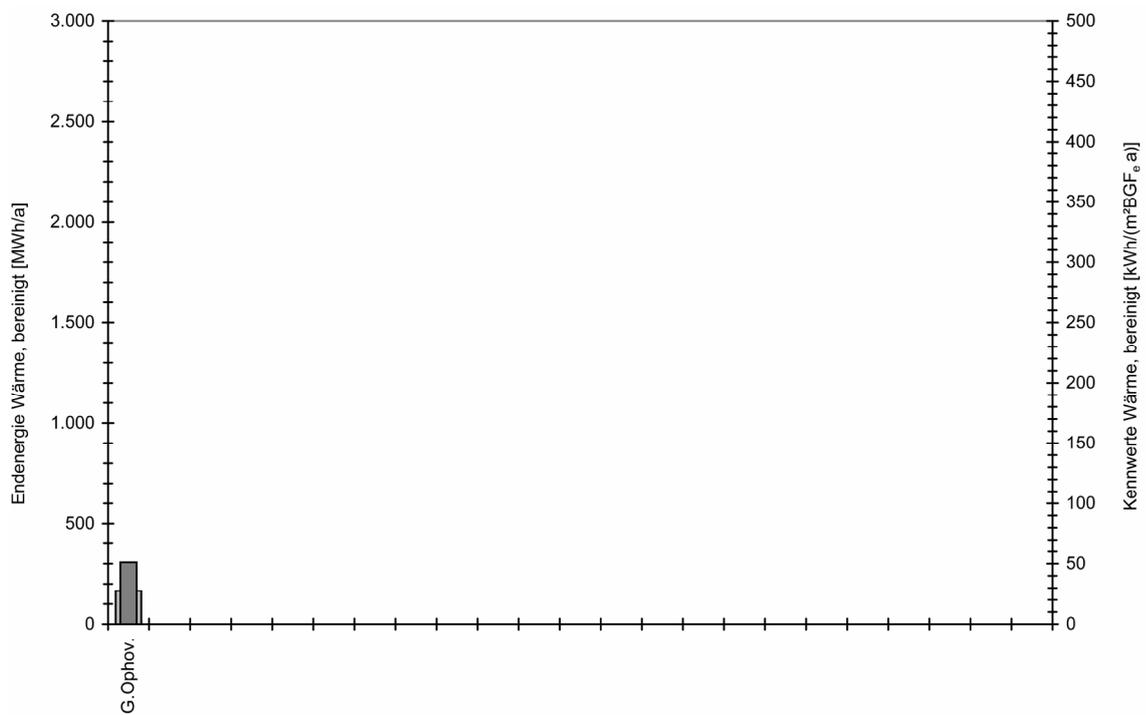
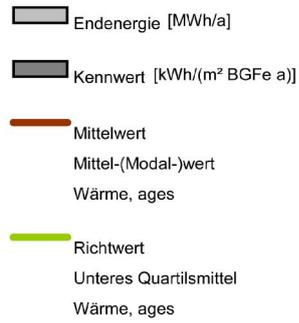


Abbildung 38: Verbrauch und Kennwert Wärme 2008 –Ausstellungsgebäude



**Fazit:** Wegen der differenzierten Nutzung des Naturguts Ophoven fehlen sinnvolle Vergleichswerte. Nach Energieverbrauchsausweis nach EnEV ist der Verbrauch an Wärmeenergie zufriedenstellend, der Stromverbrauch durchschnittlich. Der Energieverbrauch steigt allerdings an. Vermutlich sind noch Einsparpotentiale vorhanden.

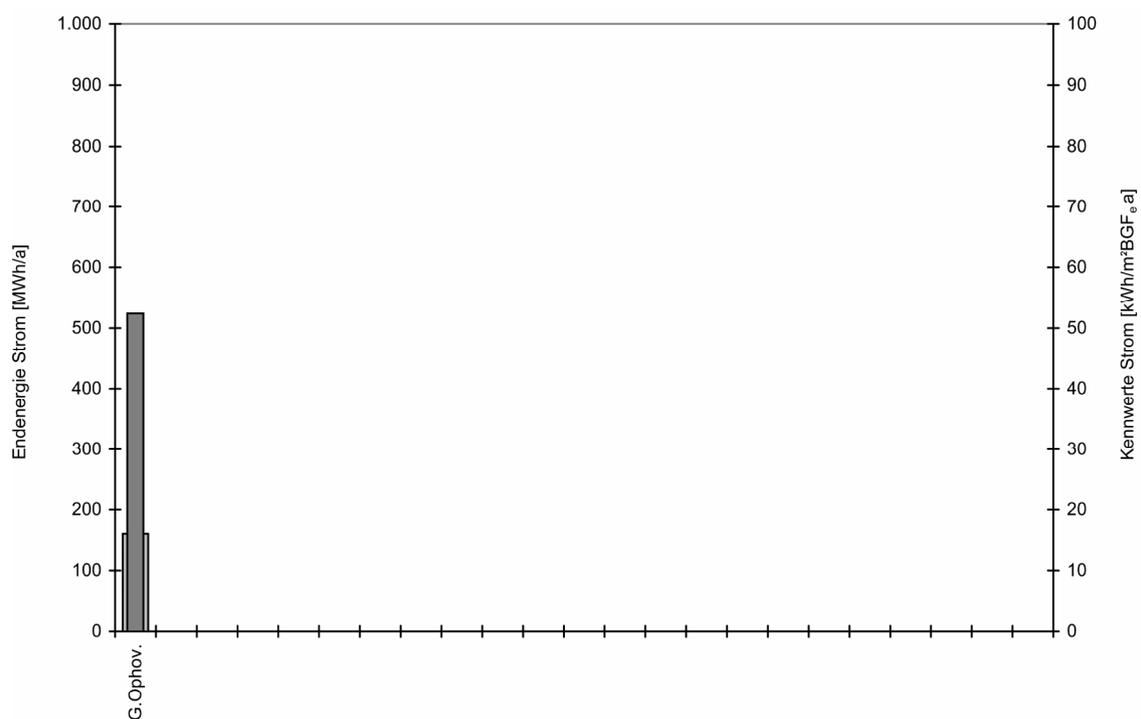


Abbildung 39: Verbrauch und Kennwert Strom 2008 – Ausstellungsgebäude

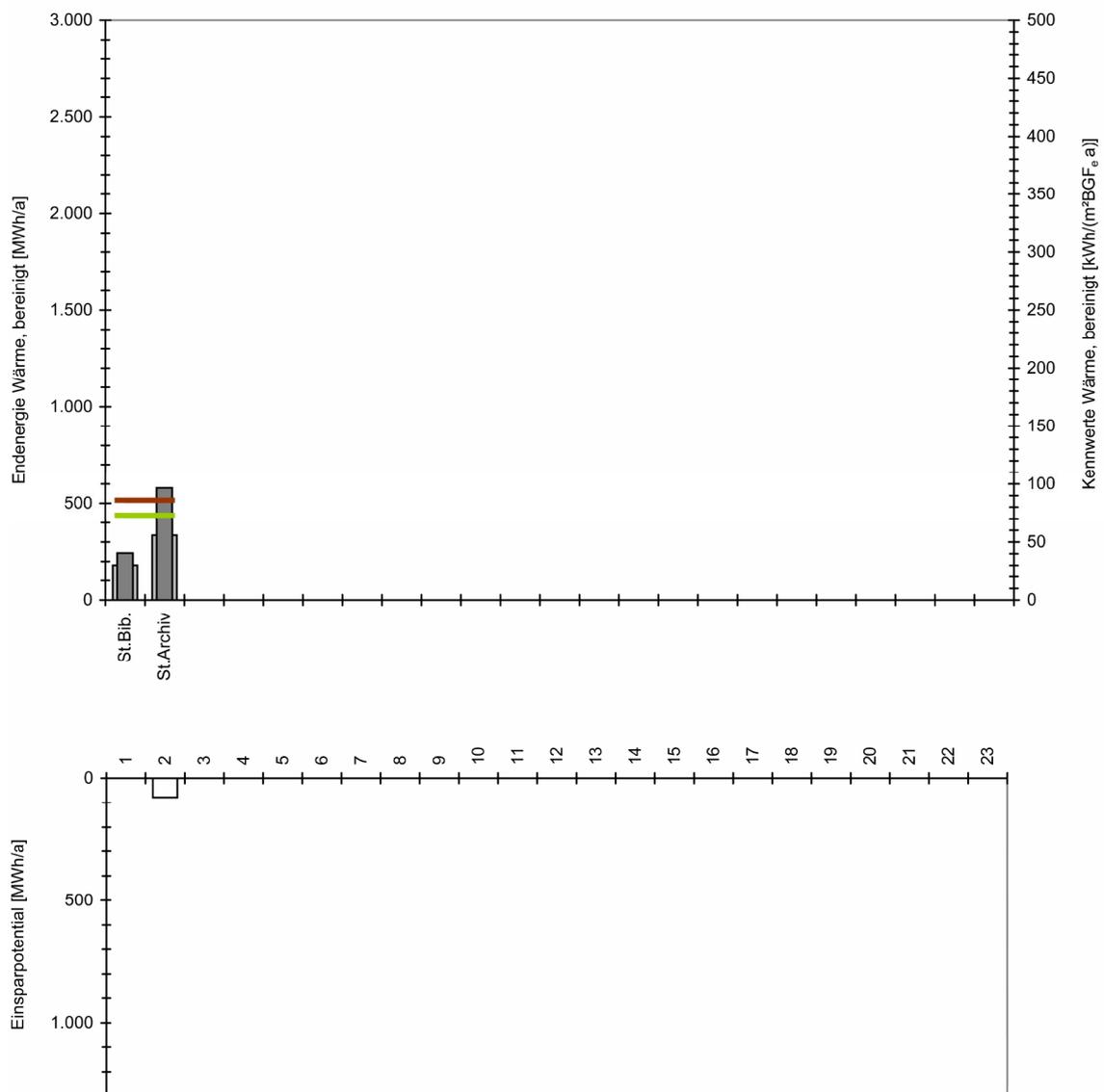
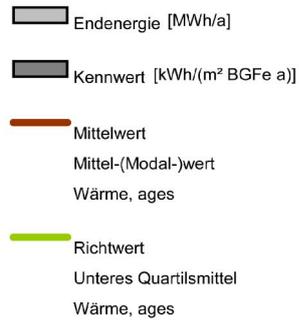


Abbildung 40: Verbrauch und Kennwert Wärme 2008 –Bibliotheksgebäude



**Fazit:** Der Wärmeenergieverbrauch der Stadtbibliothek ist nach derzeitiger Datenlage optimal. Das Stadtarchiv hat einen leicht überdurchschnittlichen Verbrauch, der zudem steigt. Der Stromverbrauch der Bibliothek ist zu hoch, der des Stadtarchivs ist stark gestiegen. Senkungskonzepte sollten erarbeitet werden.

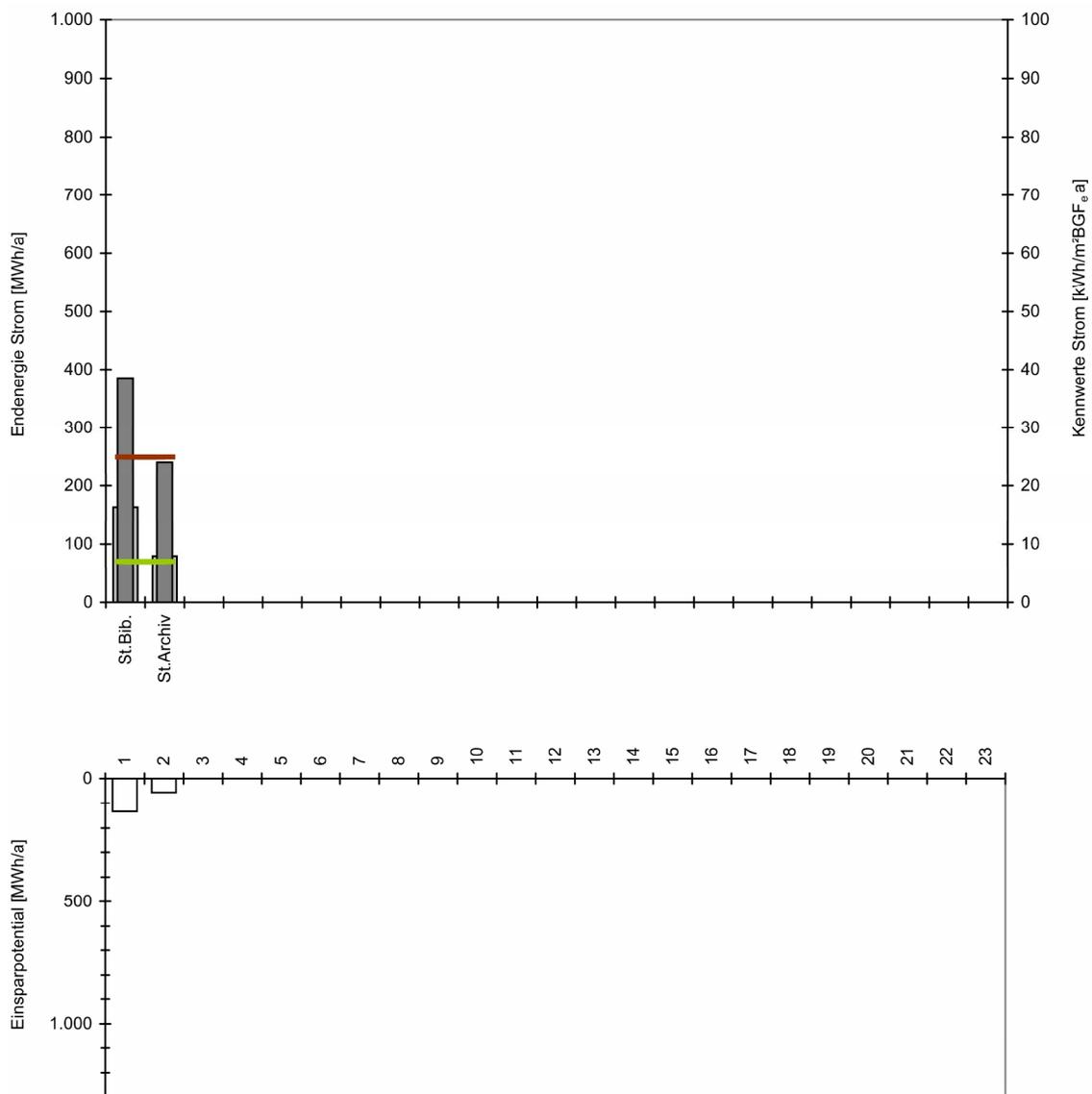


Abbildung 41: Verbrauch und Kennwert Strom 2008 – Bibliotheksgebäude



## **\_Ausblick Folgejahre**

### **Konjunkturpakets II / Energetische Sanierung**

Für die energetische Sanierung von Schulen werden in Leverkusen 12,42 Mio € aus dem Konjunkturpaket II des Bundes bereitgestellt.

Die Planung und Vorbereitung der 12 Sanierungsprojekte aus dem Konjunkturpaket stellt einen wesentlichen Arbeitsschwerpunkt des Fachbereichs Gebäudewirtschaft in 2009 dar (siehe Anlage 01).

Eine energieeffiziente Sanierung bedarf einer sorgfältigen Planung. Deshalb wurde entschieden, dass für jedes Projekt ein Energiekonzept erstellt wird und auch bei der Ausführung der Arbeiten eine entsprechende Überprüfung und Qualitätssicherung durchgeführt wird.

Grundlage für die Energiekonzepte bilden die Auswertung und Beurteilung der Gebäude- und Anlagensubstanz unter energetischen Aspekten sowie die Beurteilung der vorliegenden Verbrauchsabrechnungen.

Aufbauend auf die Ergebnisse der Bestandsaufnahmen und Verbrauchsanalysen wurden Maßnahmen zur Verringerung des Energie- und Wasserverbrauchs erarbeitet. Zu den vorgeschlagenen Sanierungsmaßnahmen wurden detaillierte Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen vorgenommen, aus denen mögliche Verbrauchs- und Kosteneinsparungen sowie die Höhe der erforderlichen Investitionsmittel und die anzusetzenden Amortisationszeiträume hervorgehen.

Nicht alle vorgeschlagenen Maßnahmen können aus dem Budget des Konjunkturpakets II realisiert werden.

In der Regel sind folgende Maßnahmen durchzuführen:

- Fenstererneuerungen
- Wärmedämmung der Fassade
- Dachsanierungen inkl. Dämmung
- Dämmung Kellerdecke
- Ggfs. Erneuerung Heizkessel / Fernwärmetauscher
- Erneuerung Pumpen und Optimierung Regelung
- Erneuerung der Beleuchtung (teilweise)

Durch diese Maßnahmen werden Einsparungen bei der Endenergie von bis zu 50% erwartet.

Zur Qualitätssicherung wurde auf Grundlage der „Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2009“ der Stadt Frankfurt eine „Checkliste Energetische Sanierungen 2009“ entwickelt (siehe Anlage 02).

Die Baumaßnahmen werden bis Ende 2010 fertig gestellt, so dass die prognostizierten verringerten Energiekosten erst in den Energiebericht des Jahres 2011 einfließen werden.



## Ausschreibung Stromlieferung

Öffentliche Auftraggeber sind nach § 97 GWB (Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen) verpflichtet Vergabeverfahren oberhalb der EU-Schwellenwerte durchzuführen um ihren Bedarf an Waren, Bau- und Dienstleistungen im Wettbewerb zu decken.

Im Sinne dieser Vorschrift ist auch der Bedarf an Strom zur Versorgung der kommunalen Einrichtungen eine Ware und die Beschaffung unterliegt somit dem Wettbewerbsrecht. Der EU-Schwellenwert liegt in diesem Fall bei 211.000 €, so dass die Verpflichtung zu einer EU-weiten Ausschreibung besteht.

Diese Verpflichtung trifft die Stadt Leverkusen einschließlich der rechtlich nicht selbstständigen Sondervermögen.

Der Rat der Stadt Leverkusen hat in seiner Sitzung am 20.02.2006 die Umsetzung des Kienbaum-Gutachtens (R 450/16. TA) beschlossen. Im Rahmen dieser Vorlage wurde in Verbindung mit der Maßnahme 72 – Energieoptimierungen - auch eine Preisoptimierung durch die Ausschreibung des Energieträgers Strom beschlossen.

In die Ausschreibung ist die im Beschluss zur „Reduzierung des CO<sub>2</sub>-ausstosses durch geeignete Maßnahmen der Stadt Leverkusen“ formulierte Forderung zum Ökostromanteil eingeflossen. So wurde im Stromliefervertrag festgeschrieben, dass der Auftragnehmer während der Vertragslaufzeit Herkunftsnachweise für Strom aus erneuerbaren Energien in Form von EECS-, RECS- oder gleichwertigen Zertifikaten im Umfang von 25% der Liefermenge beschafft und entwertet.

Darüber hinaus wurden detaillierte Bestimmungen zur Verbrauchsmessung in den Vertrag aufgenommen. Der Auftragnehmer ist verpflichtet für alle Abnahmestellen den Jahresverbrauch zur Verfügung zu stellen. Für alle Abnahmestelle mit Leistungsmessungen werden Lastgangkurven und Toleranzbereiche hinterlegt, die Abweichungen vom durchschnittlichen Verbrauch zeitnah aufdecken helfen. Für diese Abnahmestellen werden ferner Jahreshochrechnungen in 2 - Monatsabständen angefertigt.

Gegenstand der Ausschreibung waren insgesamt 264 Abnahmestellen, davon 247 Abnahmestellen der Stadt, 8 Abnahmestellen KSL und 9 Abnahmestellen SPL.

Von den 247 städtischen Abnahmestellen werden 210 von 65 betreut. Diese Abnahmestellen hatten im Jahr 2008 einen Verbrauch von 10.352.513 kWh und verursachen auf der für das Jahr 2009 gültigen Preisbasis Kosten von ca. 2 Millionen Euro. Durch die Ausschreibung ergibt sich für die Jahre 2010 bis 2012 für diese Menge eine erhebliche Einsparung.



## DDC und Zentrale Gebäudeleittechnik des FB Gebäudewirtschaft

Die zentrale Leittechnik der technischen Gebäudeausrüstung ist ein wichtiges Überwachungsorgan zur Kontrolle und Bedienung aller technischen Anlagen im Stadtgebiet. Nur mit der fachgerechten Nutzung der Mess-, Steuer- und Regelungseinrichtungen und der Leittechnik ist ein energetisch sinnvoller und Kosten reduzierender Betrieb der technischen Anlagen aller Gebäude möglich.

Die städtischen Gebäude waren mit dezentralen Steuer- und Regeleinrichtungen diverser Hersteller ausgestattet. Im Laufe der Zeit fielen immer mehr Bestandteile der Gebäudeausrüstung aus. Ersatzteile waren nicht mehr beschaffbar.

Aus diesem Grunde wurde im Jahr 1995 entschieden, mit dem Aufbau einer zentralen Gebäudeleittechnik zu beginnen, sämtliche Heizungs- und Lüftungsanlagen zentral zu überwachen, um Störfälle zeitnah bearbeiten zu können.

Durch Auswahl eines inzwischen erfolgreich installierten Systems der Firma Messner Gebäudetechnik, welches sowohl die vorhandenen Feldgeräte wie Fühler, Stellorgane etc. der Regelungen als auch die Meldungen und Schaltmöglichkeiten der vorhandenen Anlagen wieder verwenden konnte, war fast immer ein problemloser Umbau möglich. Die der neuesten Technik entsprechenden Softwareprogrammierungen konnten sowohl in Vergabe an Firmen, aber auch in Eigenleistung vorgenommen werden.

Heute ist der Fachbereich Gebäudewirtschaft in der Lage einen Großteil techni-

scher Gebäudeausrüstungen zentral zu überwachen und zu bedienen.

Folgende wichtigen Funktionen werden von der Gebäudeleittechnik übernommen:

- Durch Aufzeichnungen der wichtigsten Messwerte können die Regler der Anlagen optimal dem Bedarf angepasst und immer wieder kontrolliert werden.
- Durch Schalt- und Steuerungsmöglichkeiten können Heizungs-, Klima- und Lüftungsanlagen, Kälteanlagen, Beleuchtungsanlagen, etc. bedarfsgerecht geschaltet werden.
- Durch Überwachungs- und Kontrollroutinen werden Störmeldungen frühzeitig erkannt und bei der Gebäudewirtschaft ausgedruckt und übermittelt
- Durch Wartungspläne und Wartungsmeldungen können Standzeiten ermittelt und verlängert werden.
- Durch zentrale Bearbeitung findet ein Informationsaustausch der Anlagen untereinander statt



### Gebäudeleittechnik Stadt Leverkusen Fachbereich Gebäudewirtschaft

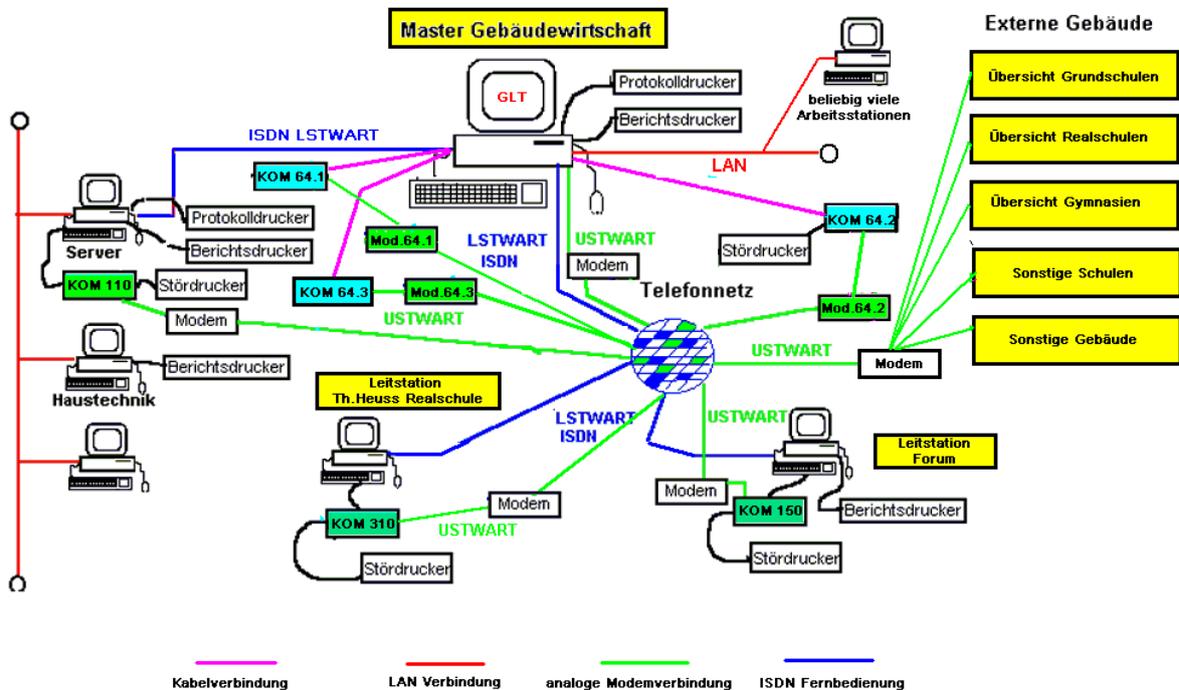


Abbildung 42: Organisation DDC / Gebäudeleittechnik

Die bereits bestehende Struktur der Gebäudeleittechnik der Stadt Leverkusen wird ständig erweitert und ausgebaut. Die Verknüpfungen der einzelnen Objekte untereinander ermöglichen die Einflussnahme von zentraler Stelle (MASTER Gebäudewirtschaft). Hierbei sind die verschiedensten Übertragungswege und Meldewege möglich. Verbindungen untereinander sind sowohl auf direktem Wege (Verkabelung) als auch über Netzwerkstrukturen (LAN) sowie auf digitalem (ISDN) und analogem (Modemtelefon) Telefonwege möglich und vorhanden.

Die Struktur richtet sich im wesentlichen an der von der Stadt zu berücksichtigenden 4 Gebäudearten mit Ihren unter-

schiedlichen Nutzungsanforderungen aus:

1. Verwaltungsgebäude und sonstige Gebäude
2. Grundschulen
3. Gymnasien
4. Realschulen

Aus diesen 4 Bereichen können gezielt Informationen in der zentralen Gebäudeleittechnik erfasst und zusammengetragen werden. In diese Struktur werden die einzelnen Objekte nach und nach eingefügt und zu einem Gesamtsystem zusammengefasst.



## Passivhausbauweise

### Beschlusslage

Am 16.02.2009 hat der Rat der Stadt Leverkusen beschlossen, alle Neubauten in Passivhausstandard zu errichten, bzw. das Ziel ausgegeben auch 50% der Altbauten auf diesen Standard zu heben.

Nachfolgend soll betrachtet werden, was dieser Beschluss nun für Konsequenzen für das Bauen der öffentlichen Hand hat. Dabei wird auf folgende Fragen näher eingegangen:

- Was ist ein Passivhaus?
- Was kann mit Bauen im Passivhausstandard erreicht werden?
- Was muss beachtet werden, um die Ziele beim Bauen im Passivhausstandard zu erreichen?
- Ist Passivhausbauweise wirtschaftlich?
- Was tut die Gebäudewirtschaft Leverkusen im Hinblick auf den Passivhausstandard?

### Was ist ein Passivhaus?

Zunächst einmal soll der Begriff „Passivhausstandard“ erläutert werden.

Das Passivhaus Institut Darmstadt hat mit dem PHPP (Passivhaus-Projektierungs-Paket) eine Software entwickelt, mit deren Hilfe Fachingenieure ein Passivhaus berechnen können und damit gleichzeitig den Standard festgelegt, was als Passivhaus bezeichnet wird und was nicht.

Es handelt sich hierbei also um einen Nachweis auf privatrechtlicher Ebene, keinen öffentlich-rechtlichen Nachweis. Dabei sind 3 Hauptanforderungen zu erfüllen:

- Zulässiger Jahresprimärenergiebedarf (inkl. Haushaltsstrom):  $\leq 120 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$
- Zulässiger Jahresheizwärmebedarf:  $\leq 15 \text{ kWh/m}^2 \text{ a}$
- Zulässige Luftwechselrate:  $\leq 0,6 \text{ h}^{-1}$

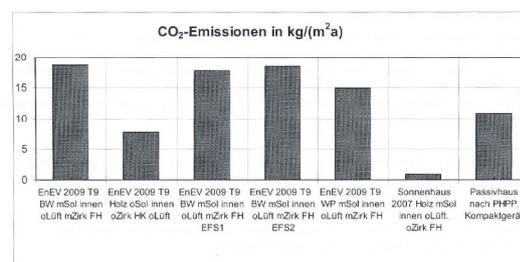
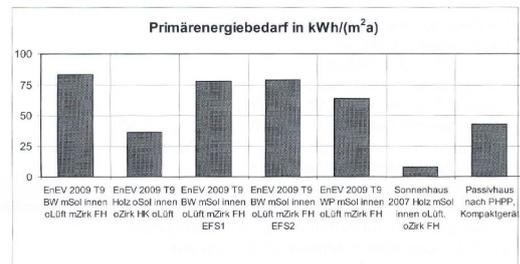
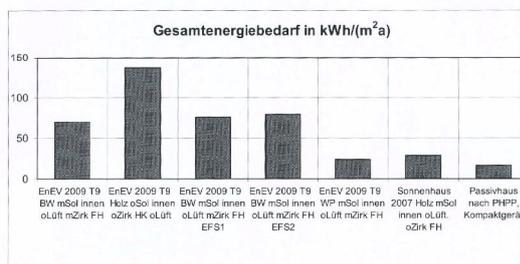


Abbildung 43:  
Gesamtenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO<sub>2</sub>-Emissionen unterschiedlicher Baustandards; Quelle: Dipl.-Ing. S. Horschler, Architekt, 2009



## Was kann mit Bauen in Passivhausstandard erreicht werden?

Wenn man dem Wert 15 kWh/m<sup>2</sup> a den durchschnittlichen spezifischen Heizenergiebedarf von Ein- und Zweifamilienhäusern im Bestand von 220 bis 270 kWh/m<sup>2</sup> a gegenüberstellt (Neubaustandard 70 bis 100 kWh/m<sup>2</sup> a) wird deutlich, dass es sich hierbei um einen durchaus anspruchsvollen Wert handelt. Man kann bis zu 90 % der für das Heizen bezogenen Energie einsparen (vgl. Abbildung 44).

Hier wird also der Heizenergiebedarf drastisch begrenzt. Die Anforderung an den Primärenergiebedarf eines Passivhauses ist aber nicht ausschließlich auf die Heizung bezogen. Das kann dazu führen, dass ein nach Energieeinsparverordnung 2009 errichtetes Haus, das mit regenerativen Energien, wie z.B. Holzpellets beheizt wird, trotz wesentlich höherem Heizenergiebedarf, einen niedrigeren Primärenergiebedarf hat, als ein mit Strom (klassische Passivhausheizung für Einfamilienhäuser) über die Lüftungsanlage „beheiztes“ Passivhaus. Auch bei den CO<sub>2</sub> – Emissionen würde dieses nach EnEV – Standard errichtete Haus besser abschneiden als das Passivhaus (vgl. Abbildung 43).

## Was muss beachtet werden, um die Ziele beim Bauen im Passivhausstandard zu erreichen?

Wenn man ein Passivhaus baut, will man also ein Haus bauen, dass sich nach dem Passivhaus-Projektierungs-Paket planen lässt. Dieses Paket wurde ursprünglich für den Neubau von Wohnungsgebäuden entwickelt. Deswegen sind nicht alle Bauvorhaben mit diesem Paket korrekt zu erfassen. Erfahrungen zeigen, dass z.B.

eine Mensa oder eine Drogerie mit diesem Verfahren nur schwerlich bis gar nicht zu klassifizieren ist. Die benötigten Luftwechselraten bzw. der Luftwechsel durch Personenverkehr widerspricht der Vorgehensweise bei der Projektierung. Auch Maßnahmen im Bestand sind häufig schwierig. Oft ist es z.B. nicht möglich, nachträglich die Wärmebrückenfreiheit bzw. den Dämmstandard im Bereich der Solplatte herzustellen.

### Bauliche Maßnahmen

Baut man nun ein Passivhaus, setzt man vor allen Dingen enge Grenzen für den Heizenergiebedarf. Das technisch Machbare muss bis an seine Grenzen ausgereizt werden.

- Eine kompakte Gebäudeform,
- eine an den Himmelsrichtungen orientierte Funktionsverteilung,
- ein hoher Dämmstandard mit Dämmstoffdicken zwischen 30 bis 40 cm,
- dreifachverglaste, edelgasbefüllte Wärmeschutzfenster mit wärmegeprägten Rahmen,
- wärmebrückenfreies Konstruieren,
- ein Luftdichtheitskonzept,
- eine Überprüfung der Luftdichtheit durch eine Differenzdruckmessung (Blower-Door-Test),
- eine wirksame Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ( Wirkungsgrad > 75%)
- Maßnahmen zur Qualitätssicherung der Planung und der Ausführung durch spezialisierte Fachleute,

sind dabei unumgänglich.

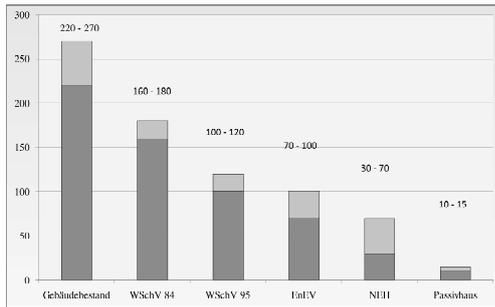


Abbildung 44:  
Spezifischer Heizenergiebedarf in kWh/m²\*a ( bei Ein- und Zweifamilienhäusern ); Quelle: e&u energiebüro gmbh 2009

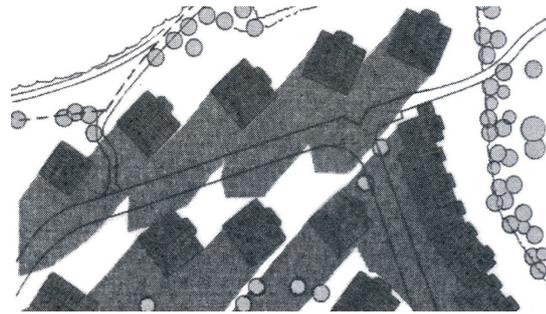


Abbildung 45:  
Energieeinsparende Stadtplanung; Quelle: e&u energiebüro gmbh 2008

### Standortfaktoren

Darüber hinaus sind bestimmte Standortfaktoren günstig für eine wirtschaftlichere Realisierung:

- Geringe Verschattung (vgl. Abb. 45),
- Ebenes Gelände oder Südhanglage im Gegensatz zu exponierten Kuppenlagen oder einer Muldenlage in einem Kaltluftsee (vgl. Abb. 46),
- Windgeschützte Lagen (vgl. Abb. 47),
- Lagen, in denen dichtes bzw. kompaktes Bauen zulässig ist.

### Nutzerverhalten

Die Realisierung der angestrebten Einsparungen beim Heizenergiebedarf eines Passivhauses ist sehr wesentlich abhängig vom Nutzerverhalten. Folgende Verhaltensregeln müssen unbedingt beachtet werden:

- Im Winter keine Fenster öffnen, um die Räume zu lüften oder abzukühlen, wenn es zu warm wird. Wird es im Winter zu warm, die Temperatur über die Lüftungsanlage regulieren.

- Im Winter nur Türen mit Windfang benutzen, damit nicht zu viel Warmluft verloren geht.
- Die Lüftungsanlage regelmäßig warten.
- Im Sommer kann über Fenster und Türen gelüftet werden. Die Wärme hält sich jedoch im Passivhaus länger. Um die Wärme draußen zu halten, die Fenster bei hohen Temperaturen eher nicht auf Kipplüftung stellen und den Sonnenschutz rechtzeitig herunter lassen.

### Ist Passivhausbauweise wirtschaftlich?

Für die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit des Passivhausstandards sollte berücksichtigt werden, dass sich diese Bauweise aus dem Wohnungsbau heraus entwickelt hat und dass auch nur in diesem Bereich wirklich ausreichend Erfahrungen vorhanden sind, um verallgemeinernde Aussagen zu treffen. Inwiefern diese auf andere Gebäudearten übertragbar sind, bleibt fraglich.

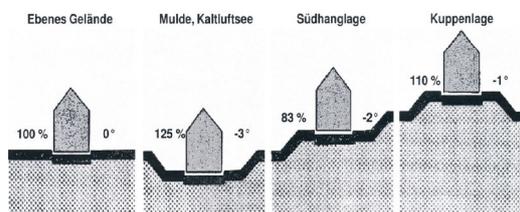


Abbildung 46:

Abweichungen beim Heizwärmebedarf:  
Einfluss Lage des Gebäudes in der Landschaft – Topographie; Quelle: e&u energiebüro gmbh 2009

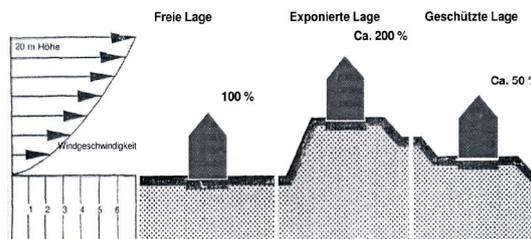


Abbildung 47:

Abweichungen beim Heizwärmebedarf:  
Einfluss Lage des Gebäudes in der Landschaft – Windeinfluss; Quelle: e&u energiebüro gmbh 2008

## Mehrkosten

Die Werkgruppe Freiburg hat sich folgendermaßen bemüht, möglichst objektive Kostenwerte für ein Einfamilienhaus mit verschiedenen energetischen Standards zu erhalten:

Das Referenzgebäude von Prof. G. Hauser, das innerhalb des öffentlich-rechtlichen Nachweises nach Energieeinsparverordnung (EnEV) herangezogen wird, wurde anhand aktueller Ausschreibungsergebnisse für die Energiestandards EnEV 2007, KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau) 60 und KfW 40 berechnet. Der EnEV 2007 – Standard wurde mit 100 % angesetzt.

Dabei ergaben sich folgende Kostensteigerungen:

für den Massivbau: KfW 60 → 104,7%,  
KfW 40 → 109,1%, Passivhaus → 113,6%,

für den Holzbau: KfW 60 → 103,8%, KfW 40 → 108,1%, Passivhaus → 112,9%.

Wenn man diese Werte vereinfachend auf den Nichtwohnungsbau überträgt und z.B. für eine achtgruppige Kita in Massivbauweise und EnEV 2007 Standard

3.000.000 € Baukosten ansetzt, würde dieses Gebäude im KfW 60 Standard 3.141.000 €, im KfW 40 Standard 3.273.000 € und im Passivhausstandard 3.408.000 € kosten.

Dabei ist zu bedenken, dass am 1. Oktober 2009 eine Energieeinsparverordnung in Kraft getreten ist, die sich dem KfW 60 Standard annähert. Setzt man den KfW 60 Standard also als heute geltenden Standard an, würde der KfW 40 Standard die Investitionssumme um 132.000 € erhöhen, das Passivhaus um 267.000 €.

Diese Summen sind sicherlich nur Annäherungswerte und werden in der Realität wesentlich durch die Nutzungsart, die oben schon erwähnten Standortfaktoren und die Qualität der Planung bestimmt.

## Kapitalkosten

Wenn Mehrkosten über Kredite finanziert werden, sind bei einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung natürlich auch die anfallenden Zinsen zu bedenken.



## Wartungskosten

Darüber hinaus fallen Wartungskosten an. Nach Informationen des hessischen Umweltministeriums und Angaben aus der VDI 2067 werden für Wartung und Unterhalt eines kompletten Gebäudes 1,5% der Herstellungskosten pro Jahr angesetzt. Betrachtet man einzelne für die Passivhausbauweise entscheidende haustechnische Anlagenteile, wie die Wärmerückgewinnung oder Lüftung erhöht sich dieser Prozentsatz bezogen auf die jeweiligen Bauteile auf 3-4%.

## Nutzungsdauer

Bauen in Passivhausbauweise ist dann als wirtschaftlich zu betrachten, wenn die anfallenden Kosten in der anzunehmenden Nutzungsdauer durch Einsparungen im Betrieb wieder zu erwirtschaften sind. Nach Informationen des hessischen Umweltministeriums und Angaben aus der VDI 2067 ist für das gesamte Gebäude eine Nutzungsdauer von 40 Jahren zu erwarten. Bei einer Betrachtung der einzelnen Bauteile sollte bedacht werden, dass für die Passivhausbauweise entscheidende haustechnische Anlagenteile, wie die Wärmerückgewinnung, Lüftung oder Regelung nur eine Nutzungsdauer von ca. 15 Jahren haben. Ihr Anteil an den Mehrkosten kann jedoch durchaus 25% betragen.

## Energiekosten

Um die Einsparungen im Betrieb zu beziffern müssen die Energiekosten prognostiziert werden.

Die Energiekosten hängen vom Energieträger ab. Dabei ist zu bedenken, dass der Restwärmebedarf eines Passivhauses in der ursprünglichen Konzeption ü-

ber die Lüftung und elektrisch betriebenen Heizstäbe gedeckt wird. Hier wird also Strom, der teuerste der klassischen Energieträger, eingesetzt. In der Praxis werden in Nichtwohngebäuden in Passivhausbauweise für die Zusatzheizungen allerdings meistens andere Träger, wie Gas, gewählt.

Hinzu kommen bei den Energiekosten die Prognosen zur Preissteigerung. Zwischen 2002 und 2008 sind z. B. die Gaskosten in Deutschland um durchschnittlich 8,68% pro Jahr gestiegen. Durch die Wirtschaftskrise sind die Preise im letzten Jahr tendenziell gefallen, wobei der Ölpreis sich in der zweiten Jahreshälfte 2009 schon wieder deutlich stabilisiert hat. Grundsätzlich geht man von einer langfristig steigenden Tendenz aus.

## Amortisationszeiten

Die Wirtschaftlichkeit der Passivhausbauweise hängt also von einer ganzen Reihe von Faktoren ab. Verallgemeinernde Aussagen sind praktisch nicht möglich. Um sich dem Thema dennoch anzunähern, im Folgenden einige vereinfachte Berechnungen auf Grundlage der oben erwähnten Mehrkosten für einen fiktiven 8-gruppigen Kindergarten:

Mehrkosten für den KfW 40 - Standard (näher sich dem Standard der für 2012 angekündigten erneuten Novellierung der Energieeinsparverordnung an):

132.000 €

Mehrkosten für den Passivhausstandard:

267.000 €

Bei den Berechnungen wurden immer nur die im Folgenden für die jeweilige Rechnung ausdrücklich genannten Einflussfaktoren betrachtet:



### **Amortisationszeiten in Abhängigkeit vom Energieträger**

Wenn der Energieträger, der den Heizwärmebedarf deckt, ausschließlich Gas ist, das für heute 0,07 €/kWh bezogen werden kann, und man eine langfristige Gaspreissteigerung von 5% annimmt, können die Mehrkosten eines Passivhauses durch die Einsparungen beim Heizwärmebedarf im Vergleich zu einem mit Gas beheizten nach KfW 60 Standard errichteten Haus nach 28 Jahren erwirtschaftet werden.

Wenn der Energieträger, der den Heizwärmebedarf deckt, ausschließlich Strom ist, der für heute 0,15 €/kWh bezogen werden kann, und man eine langfristige Strompreissteigerung von 5% annimmt, können die Mehrkosten eines Passivhauses durch die Einsparungen beim Heizwärmebedarf im Vergleich zu einem mit Gas beheizten nach KfW 60 Standard errichteten Haus erst nach 36 Jahren erwirtschaftet werden.

### **Amortisationszeiten in Abhängigkeit von der Energiepreisentwicklung**

Nimmt man nun für das mit Gas beheizte Passivhaus eine langfristige Gaspreissteigerung von 8,68% an, können die Mehrkosten dieses Hauses durch die Einsparungen beim Heizwärmebedarf anstatt nach 28 Jahren schon nach 22 Jahren erwirtschaftet werden.

### **Amortisationszeiten in Abhängigkeit vom energetischen Standard**

Wenn bei dem im Vergleich zum Passivhaus schlechteren energetischen Standard KfW 40 der Energieträger, der den Heizwärmebedarf deckt, ausschließlich Gas ist, das für heute 0,07 €/kWh bezo-

gen werden kann, und man eine langfristige Gaspreissteigerung von 5% annimmt, können die Mehrkosten eines Haus in KfW 40 Standard durch die Einsparungen beim Heizwärmebedarf erst nach 29 Jahren erwirtschaftet werden. Der schlechtere und damit günstiger umzusetzende Standard, amortisiert sich durch die geringere Einsparung beim Heizwärmebedarf erst 1 Jahr später als das entsprechende Passivhaus!

### **Amortisationszeiten in Abhängigkeit vom Kapitalzins**

Wenn bei einem Passivhaus der Energieträger, der den Heizwärmebedarf deckt ausschließlich Gas ist, das für heute 0,07 €/kWh bezogen werden kann, man eine langfristige Gaspreissteigerung von 5 % annimmt und auf die Mehrkosten von 267.000 € jährlich 3,5 % Zinsen anfallen, können die Mehrkosten eines Passivhauses durch die Einsparungen beim Heizwärmebedarf erst nach 43 Jahren erwirtschaftet werden.

Wenn bei einem entsprechenden Haus in KfW 40 Standard auf die Mehrkosten von 132.000 € jährlich 3,5 % Zinsen anfallen, können die Mehrkosten dieses Hauses durch die Einsparungen beim Heizwärmebedarf schon nach 36 Jahren erwirtschaftet werden.

Wenn man also den Kapitalzins mitbetrachtet, kehrt sich die kürzere Amortisationszeit des besseren Standards wieder zugunsten des schlechteren Standards um. Das Passivhaus ist dann sogar auf seine voraussichtliche Nutzungszeit (40 Jahre) bezogen überhaupt nicht mehr als wirtschaftlich zu bezeichnen.



### Was tut die Gebäudewirtschaft Leverkusen im Hinblick auf den Passivhausstandard?

Nichtwohngebäude in Passivhausbauweise zu errichten, wird zurzeit bundesweit erprobt. Erfahrungen sind eher rar. Für die Mitarbeiter der Gebäudewirtschaft war es deswegen von großem Interesse, durch Besichtigungen und die Erfahrungsberichte der Planer bzw. Bauherren der Passivhauschule Irisweg, Köln (Fertigstellung 2006) und des Passivhauskindergartens Loddenberg, Münster (Fertigstellung 2000) fundierte Informationen zu erhalten.

Bei Planungen im Bestand ist die Realisierung eines Passivhausstandards, wie oben erläutert, oft schwierig. Eine Einzel-

fallbetrachtung ist unumgänglich. Die Checkliste energetische Sanierungen 2009 soll hier dazu beitragen, die Qualität der Maßnahmen zu sichern.

Neubauten im größeren Umfang stehen mit der Umsetzung des Kinderbildungs-gesetzes und der in diesem Zusammenhang neu zu errichtenden Kindertagesstätten an. Hier prüft die Gebäudewirtschaft zurzeit, wo die Standortfaktoren die wirtschaftliche Herstellung von Kindertagesstätten in Passivhausbauweise begünstigen.

Auch die Errichtung einer Feuer- und Rettungswache in Passivhausbauweise wird zurzeit geprüft.

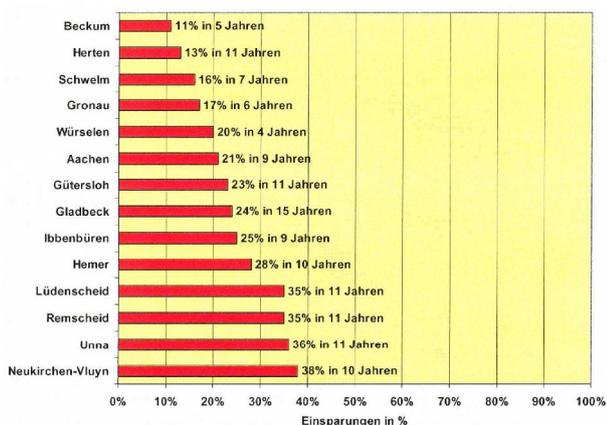


Abbildung 48: Einsparerfolge kommunales Energiemanagement NRW; Quelle: ifeu, 1995, www.kommunen.nrw.de, 2006



Abbildung 49: Auswirkungen Energiemanagement Stuttgart; Quelle: Landeshauptstadt Stuttgart, 2003



## Aufbau Energiemanagement

### Beschlusslage

Die Erstellung eines jährlichen Energieberichts ist eine durch den Beschluss „Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstosses durch geeignete Maßnahmen der Stadt Leverkusen“ definierte Aufgabe der Gebäudewirtschaft.

Die Arbeit des Energiemanagements der Gebäudewirtschaft reiht sich ein in eine Reihe von Klimaschutzrelevanten Maßnahmen der Stadt Leverkusen, gebündelt im „Klimaschutzprogramm Leverkusen“.

Auch für die geplante Teilnahme Leverkusens am „European Energy Award“, einem europäischen Zertifizierungsverfahren zum kommunalen Umgang mit Energie, ist diese Arbeit ein wichtiger Beitrag.

### Ziele

Durch die Arbeit des Energiemanagements der Gebäudewirtschaft Leverkusens soll zum einen ein Beitrag zum allgemeinen Ziel der Bundesrepublik, die CO<sub>2</sub> - Emissionen bis 2020 um 40% gegenüber 1990 zu senken, geleistet werden. Zum anderen ist es gerade für eine Stadt mit begrenzten finanziellen Mitteln unabdingbar in Zeiten steigender Energiepreise, den Energieverbrauch und damit auch die Energiekosten genauestens im Blick zu behalten.

Als Nahziel hat sich die Gebäudewirtschaft vorgenommen, den Energieverbrauch um weitere 10% zu senken.

In Abbildung 48 sind als Orientierung die Einsparerfolge anderer Kommunen in NRW dargestellt.

In Abbildung 49 ist die Entwicklung der Heizenergiekennwerte der Stadt Stuttgart in Phasen mit Verbrauchsüberwachung und in Phasen ohne Überwachung nachvollziehbar.

### Organisation und Personal

Das Energiemanagement ist ein abteilungsübergreifendes Aufgabenfeld. Die Abteilungsleiter des Gebäudemanagements, des Hochbaus und der Bauunterhaltung und Haustechnik treffen sich deswegen einmal monatlich mit der Projektleitung zum Austausch über das Thema Energie. Die Projektleitung liegt bei der Abteilung Hochbau. Stark eingebunden werden auch Mitarbeiter des Rechnungswesens und der technischen Gebäudeausstattung. Mit der Teilnahme am „European Energy Award“ wird zusätzlich ein ämterübergreifender Austausch, mit der Projektleitung beim Fachbereich Umwelt, organisiert werden. Nach Angaben der EnergieAgentur NRW ist der Arbeitsaufwand eines umfassenden Energiemanagements bei Städten von der Größe Leverkusens von ca. 4 Vollzeitkräften zu bewältigen.

### Qualitätssicherung

Die energetische Qualität der von der Gebäudewirtschaft betreuten Maßnahmen wird durch die „Energieleitlinien der Stadt Leverkusen“, die „Dienstweisung für den Betrieb von Heizungs-, Lüftungs- und zentralen Warmwasserbereitungsanlagen“ und die „Checkliste energetische Sanierungen 2009“ gesichert.

Darüber hinaus bemüht sich die Gebäudewirtschaft, ihre Mitarbeiter hinsichtlich des Themas Energie fortzubilden. So



wurde beispielsweise eine Fortbildung zum Thema Energieeinsparverordnung 2009 angeboten, die Mitarbeiter konnten zwei Passivhausprojekte besichtigen, und es wurde ein Erfahrungsaustausch mit dem Energiemanagement Wuppertal ermöglicht.

In 2010 sind die „Energieleitlinien der Stadt Leverkusen“ fortzuschreiben. Insbesondere müssen die im Beschluss „Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstosses durch geeignete Maßnahmen der Stadt Leverkusen“ geforderten Standards zur Passivhausbauweise, zur Wahl des Energieträgers, zur Deckung des Anteils regenerativer Energien und zur Umrüstung von Heizölanlagen aufgenommen werden.

### Handlungsfelder

Das Energiemanagement hat folgende Aufgaben zu leisten:

- Verbrauchserfassung & -kontrolle
- Technische und Organisatorische Betriebsoptimierung
- Ermittlung von Energiekennwerten und Energiediagnose
- Energiebewirtschaftung und Vertragswesen
- Mitwirkung bei Neubaumaßnahmen
- Planung und Umsetzung von Optimierungmaßnahmen
- Richtlinien und Standards
- Schulung und Kommunikation

Wie im Kapitel „Entwicklung und Auswertung des Energieverbrauchs der Stadt Leverkusen“ beschrieben, werden rund 80% des von der Gebäudewirtschaft Leverkusen überwachten Energiever-

brauchs von den Schulen verursacht. So konzentrieren sich die Bemühungen zur Verbrauchssenkung zurzeit besonders auf diese Verbrauchergruppe.

Dabei müssen unterschiedliche Handlungsfelder bearbeitet werden:

### Datenerhebung

2009 wurden Datenerhebungen zur Zählerstruktur und Belegung durchgeführt und die monatliche Verbrauchserfassung durch die Hausmeister vereinheitlicht.

Es hat ein Gedankenaustausch zu den Themen automatisierte Verbrauchserfassung, Software Energiemanagement und DDC mit der EVL, der Stadt Wuppertal, der Stadt Dortmund und der EnergieAgentur NRW stattgefunden.

Es wurde ein Gebäudesteckbrief konzipiert.

Für die Objekte, die im Rahmen des Konjunkturpakets II energetisch verbessert werden, wurde festgelegt, dass alle Maßnahmenpakete die Optimierung der Zählerstrukturen beinhalten sollen.

Die Untergliederung der Flächenerfassung wurde vorangetrieben.

2010 soll die Analyse der Zählerstrukturen fortgeführt werden. Ferner muss ein Pflichtenheft für eine Software zur Datenerfassung ausgearbeitet werden.

Ziel muss es sein die Verbrauchserfassung stärker zu präzisieren, stärker zu automatisieren und besser mit den Abrechnungsdaten zu verknüpfen.

### Gebäudeoptimierung

Die im Rahmen des Konjunkturpakets II durchgeführten Maßnahmen werden im entsprechenden Kapitel dieses Energieberichts näher erläutert.

Ferner arbeitet die Gebäudewirtschaft an einer Optimierung der von der DDC ge-



steuerten Heizanlagen, mit dem Ziel die in der „Dienstweisung für den Betrieb von Heizungs-, Lüftungs- und zentralen Warmwasserbereitungsanlagen“ festgeschriebenen Raumtemperaturen genauer einzuhalten.

Für 2010 wird darüber hinaus ein „Sommerprogramm“ für die Heizanlagen geschrieben, das den sommerlichen Verbrauch weiter reduzieren soll.

Die Ausreißer bzw. lohnenden Sanierungsobjekte wurden durch diesen Energiebericht identifiziert. Im nächsten Jahr sollen die Feinanalysen, inklusive Gebäudebegehungen, etc., durchgeführt werden. Konkrete Maßnahmenpakete sind zu erarbeiten.

### **Nutzerverhalten**

2009 wurden Hausmeisterschulungen zum Thema Energiesparen durchgeführt, und es wurden Ferienrundschriften zur Erinnerung an energiesparende Maßnahmen im Ferienbetrieb versendet. Ferner wurden an alle weiterführenden Schulen Lastgangkurven ausgeteilt, um die Kosten beim Stromverbrauch zu optimieren. Für 2010 ist beabsichtigt, auf der Grundlage der nun vorhandenen Daten, das „Klasse – Projekt“, mit dem Schüler und Lehrer an den Erfolgen eines optimierten Nutzerverhaltens beteiligt werden, neu zu konzipieren.

### **Öffentlichkeitsarbeit/ Kommunikation**

Die Gebäudewirtschaft bemüht sich darüber hinaus das Thema Energiesparen im allgemeinen Bewusstsein zu halten. So fand z. B. in Zusammenarbeit mit der EVL eine Pressekonferenz zur Thermographie statt. Auch über den Aushang der Energieverbrauchsausweise wurde

berichtet. Vor mehreren Abteilungen wurde über das Thema Energiesparen referiert. Für Ende 2009 ist ein Vortrag vor den Schulleiter vorbereitet. 2010 sollen in Zusammenarbeit mit der EVL Aktionstage zum Energieeinsparen in der Verwaltung veranstaltet werden.



## Anhang 01 – Übersicht Maßnahmen Konjunkturpaket II

	<b>Objekt</b>	<b>Maßnahmen im Konjunkturpaket II</b>	<b>Budget</b>
<b>1</b>	GGs Löwenzahnschule inkl. Kita,	Energetische Sanierung der Außenhülle, Erneuerung Fernwärmetauscher	<b>3.000.000 €</b>
<b>2</b>	GGs Heinrich-Lübke-Straße	Energetische Sanierung der Außenhülle inklusive Erneuerung Fernwärmetauscher	<b>2.900.000 €</b>
<b>3</b>	GGs Morsbroicher Straße	Dachsanierung/ -dämmung Sporthalle	<b>270.000 €</b>
<b>4</b>	GGs Herzogstraße	Energetische Sanierung der Außenhülle (Fenster, Dach, inkl. Heizungssanierung) ohne Nebengebäude	<b>500.000 €</b>
<b>5</b>	KGS In der Wasserkuhl,	Energetische Sanierung der Außenhülle	<b>700.000 €</b>
<b>6</b>	GHS Görresstraße	Erneuerung restliche Fenster, Sanierung + Dämmung Sporthalle	<b>500.000 €</b>
<b>7</b>	Montanus-Realschule	Energetische Sanierung der Außenhaut des Anbaus	<b>500.000 €</b>
<b>8</b>	Landrat-Lucas-Gymnasium, Sek I,	Energetische Sanierung der Außenhaut des Südflügels der Sek I	<b>600.000 €</b>
<b>9</b>	Lise-Meitner-Gymnasium,	Energetische Sanierung der Außenhaut, Pausenhalle und teilweise Trakt 3, Sanierung Lüftungsanlage PZ, Erneuerung Fernwärmetauscher	<b>1.500.000 €</b>
<b>10</b>	Freiherr-vom-Stein Gymnasium,	Erneuerung der restl. Fenster, Dächer, Austausch Pumpen, Regelung, Sanierung Lüftungsanlage Sporthalle	<b>1.250.000 €</b>
<b>11</b>	GS Schlebusch,	Festlegung der Maßnahmen muss noch erfolgen	<b>250.000 €</b>
<b>12</b>	Werner-Heisenberg-Gymnasium,	Festlegung der Maßnahmen muss noch erfolgen	<b>450.000 €</b>
			<b><u>12.420.000 €</u></b>



## Anhang 02 – Checklisten energetische Sanierungen 2009

### Checkliste energetische Sanierungen 2009

Die einzelnen Kriterien sind nur zu berücksichtigen, wenn sie Bestandteil der auf der Grundlage des Energiekonzepts erstellten Sanierungsplanung sind .

<b>Liegenschaft</b>	
<b>Straße, Hausnummer</b>	
<b>Bauteil</b>	
<b>Maßnahme</b>	

Legende: v = Kriterium eingehalten, - = Kriterium nicht eingehalten > Begründung erforderlich  
/ = nicht zutreffend (z.B. nicht Teil der Sanierungsplanung), **nur die weißen Felder sind auszufüllen**

1.1 Baustoffe									
Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2009									
Nr.	Kriterium	Richtwert	Vorplanung		Entwurf, LV		Abnahme		Begründung s. Anlage
			Istwert	ok	Istwert	ok	Istwert	ok	
<b>A. Beschlüsse, Normen</b>									
c)	Kein Asbest, Radioaktivität, PCB, FCKW								
d)	Mineralfasern gegen Innenraum abdichten								
<b>B. Minimierung der Folgekosten</b>									
a)	Innendämmung mineralisch								
b)	Formaldehyd geringstmöglich								
c)	Chemischen Holzschutz mögl. vermeiden								
d)	Anstrich + Klebstoffe mögl. lösungsmittelfrei								
g)	robuste Außenhülle								
aufgestellt (Architekt)		Name:							
		Datum:							
		Unterschrift:							
gesehen (Projektleitung)		Name:							
		Datum:							
		Unterschrift:							

### Checkliste energetische Sanierungen 2009

Die einzelnen Kriterien sind nur zu berücksichtigen, wenn sie Bestandteil der auf der Grundlage des Energiekonzepts erstellten Sanierungsplanung sind .

<b>Liegenschaft</b>	
<b>Straße, Hausnummer</b>	
<b>Bauteil</b>	
<b>Maßnahme</b>	

Legende: v = Kriterium eingehalten, - = Kriterium nicht eingehalten > Begründung erforderlich  
/ = nicht zutreffend (z.B. nicht Teil der Sanierungsplanung), **nur die weißen Felder sind auszufüllen**

3.6 Maschinelle Anlagen									
Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2009									
Nr.	Kriterium	Richtwert	Vorplanung		Entwurf, LV		Abnahme		Begründung s. Anlage
			Istwert	ok	Istwert	ok	Istwert	ok	
<b>C. Minimierung der Folgekosten</b>									
a1)	Energiesparmotoren 500-1.000 h/a	eff 2							
a2)	Energiesparmotoren > 1.000 h	eff 1							
b)	Aufzüge in Energieeffizienzklasse A								
c)	Bei Netzersatzanlage Ausführung als BHKW prüfen								
aufgestellt (Fachingenieur)		Name:							
		Datum:							
		Unterschrift:							
gesehen (Projektleitung)		Name:							
		Datum:							
		Unterschrift:							



## Checkliste energetische Sanierungen 2009

Die einzelnen Kriterien sind nur zu berücksichtigen, wenn sie Bestandteil der auf der Grundlage des Energiekonzepts erstellten Sanierungsplanung sind .

<b>Liegenschaft</b>	
<b>Straße, Hausnummer</b>	
<b>Bauteil</b>	
<b>Maßnahme</b>	

Legende: v = Kriterium eingehalten, - = Kriterium nicht eingehalten > Begründung erforderlich  
/ = nicht zutreffend (z.B. nicht Teil der Sanierungsplanung), nur die weißen Felder sind auszufüllen

2.1 Hochbau		Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2009				Vorplanung		Entwurf, LV		Abnahme		Begründung s. Anlage
Nr.	Kriterium	Richtwert	Istwert	ok	Istwert	ok	Istwert	ok				
<b>A. Beschlüsse, Normen</b>												
i)	EnEV 2009 einhalten											
j)	Dämmung oberste Geschossdecke (Nachrüstpflicht)											
k1)	Optimierung U-Wert Außenwand	$\leq 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$										
k2)	Optimierung U-Wert Flachdach	$\leq 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$										
k3)	Optimierung U-Wert Steildach	$\leq 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$										
k4)	Optimierung U-Wert Boden/Kellerdecke	$\leq 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$										
k5)	Optimierung U-Wert Innendämmung	$\leq 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$										
k6)	Optimierung U-Wert Fenster/Türen	$\leq 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$										
c)	Barrierefrei nach DIN 18024											
e)	Sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108 T2											
l)	Solarstromanlage prüfen (eigen/fremd/vorbereitet)											
<b>B. Minimierung der Investitionskosten</b>												
b)	Wärmebrückenaufschlag minimieren	$\leq 0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$										
c)	Nutzflächen natürlich belichtet und belüftet											
d1)	Fensteröffnungsflügel mit Querlüft.	$> 0,1 \text{ m}^2/\text{P}$										
d2)	Fensteröffnungsflügel ohne Querlüft.	$> 0,3 \text{ m}^2/\text{P}$										
e)	Fensterflächenanteil optimieren	30%-50%										
f1)	Reflektion Decke optimieren	$> 0,8$										
f2)	Reflektion Wände optimieren	$> 0,5$										
f3)	Reflektion Boden optimieren	$> 0,3$										
j)	Fenster reinigungsfreundlich											
i)	Frühzeitige Einschaltung des vorbeug. Brandschutzes											
<b>C. Minimierung der Folgekosten</b>												
a)	Unbeheizte Windfänge mit autom. Türschließern											
c)	Keine Heizkörper hinter verglasten Flächen											
k)	Einzelraumregelung Sonnenschutz prüfen											
e1)	Außenliegender Sonnenschutz	$b < 0,2$										
f)	Windwächter für Sonnenschutz	$\geq 13 \text{ m/s}$										
h)	Flachdach Mindestgefälle	$\geq 2 \%$										
i)	Baustrom- und Bauwasserzähler	$> 100.000 \text{ €}$										
aufgestellt (Architekt)		Name:										
		Datum:										
		Unterschrift:										
gesehen (Projektleitung)		Name:										
		Datum:										
		Unterschrift:										



## Checkliste energetische Sanierungen 2009

Die einzelnen Kriterien sind nur zu berücksichtigen, wenn sie Bestandteil der auf der Grundlage des Energiekonzepts erstellten Sanierungsplanung sind .

<b>Liegenschaft</b>	
<b>Straße, Hausnummer</b>	
<b>Bauteil</b>	
<b>Maßnahme</b>	

Legende: v = Kriterium eingehalten, - = Kriterium nicht eingehalten > Begründung erforderlich  
/ = nicht zutreffend (z.B. nicht Teil der Sanierungsplanung), **nur die weißen Felder sind auszufüllen**

<b>3.1 Heizungstechnik</b>		Vorplanung		Entwurf, LV		Abnahme		Begründung s. Anlage
Nr.	Kriterium Richtwert	Istwert	ok	Istwert	ok	Istwert	ok	
<b>Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2009</b>								
<b>A. Beschlüsse, Normen</b>								
a)	Dämmung von Leitungen und Armaturen nach EnEV							
c)	Prüfung erneuerbare Energien nach EEWärmeG							
<b>B. Minimierung der Investitionskosten</b>								
a)	Wärmeerzeuger nach gemessener Leistung dimens.	kW		kW		kW		
<b>C. Minimierung der Folgekosten</b>								
a)	gewerkeweise Wartungsverträge mit ausschreiben							
b)	Wartungsvertrag Heizung							
c)	Wartungsvertrag Kessel							
d)	Wartungsvertrag Regelung							
<b>3.1.1 Wärmeversorgung</b>								
a)	Bei Gas Grundlast über Brennwertkessel/therme							
b)	Bei Holzheizung Blauer-Engel	20-25 mg/m <sup>3</sup>						
d)	Bei Turnhallen/Sportanlagen Prüfung Solaranlage							
e)	Wärmezähl. für BHKW, Erdsonden, Holzheiz., Solar							
f)	Elektodirektheizung auch nicht in Containern							
<b>3.1.2 Wärmeverteilung</b>								
p)	Strang- und Zonenregelung / Gebäude und Orientierung							
q)	Je Regelung ein Referenzfühler							
b)	Separate Heizkreise für Sondernutzungen							
c)	Vorlauftemperatur minimieren	<= 60°/40°						
d)	Keine Heizkörper vor Glas (Altbau: Strahlungsschirm)							
f)	Nacht/Wochenend-/Ferienabsenk.+abschalt. (Pumpen!)							
g)	Optimierungsprogramm für Aufheiz- u. Absenkzeitpunkt							
h)	Pumpen in Klasse A mit Zeitschalt. u. Drehzahlregel.							
i)	Bei diff. Nutzung: Einzelraumregelung (außer Passivh.)							
r)	Bei ERR Präsenzmelder prüfen							
k)	Bei Einzelraumreg. therm. Erkennung der Fensteröffn.							
j)	Rücklaufverschraubung und Ventile mit Voreinstellung							
l)	Falls keine ERR, begrenzte Thermostatventile							
p)	Einregulierung der Heizanlage							
m)	Hydraulischer Abgleich mit Messprotokoll							
n)	Einstellung der Raumtemperaturen nach AMEV							
o)	Heizung + Pumpen über 15 ° außer Betrieb							
aufgestellt (Fachingenieur)		Name:						
		Datum:						
		Unterschrift:						
gesehen (Projektleitung)		Name:						
		Datum:						
		Unterschrift:						



## Checkliste energetische Sanierungen 2009

Die einzelnen Kriterien sind nur zu berücksichtigen, wenn sie Bestandteil der auf der Grundlage des Energiekonzepts erstellten Sanierungsplanung sind .

<b>Liegenschaft</b>	
<b>Straße, Hausnummer</b>	
<b>Bauteil</b>	
<b>Maßnahme</b>	

Legende: v = Kriterium eingehalten, - = Kriterium nicht eingehalten > Begründung erforderlich  
/ = nicht zutreffend (z.B. nicht Teil der Sanierungsplanung), **nur die weißen Felder sind auszufüllen**

<b>3.2 Lüftungstechnik</b>		<b>Vorplanung</b>		<b>Entwurf, LV</b>		<b>Abnahme</b>		<b>Begründung s. Anlage</b>
<b>Nr.</b>	<b>Kriterium</b>	<b>Istwert</b>	<b>ok</b>	<b>Istwert</b>	<b>ok</b>	<b>Istwert</b>	<b>ok</b>	
<b>Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2009</b>								
<b>A.</b>	<b>Beschlüsse, Normen</b>	<b>Richtwert</b>						
c)	RLT nach Raumnutzungen konzipieren							
d)	Anlage unter Beachtung der Normen minimieren!							
a1)	Luftqualität nach DIN EN 13779; i.d.R. niedrige Raumluftqualität =	IDA 4						
a2)	Anlagentyp nach DIN EN 13779; i.d.R. einfache Lüftungsanlagen =	THM-C0						
b)	i.d.R. Wärmebereitstellungsgrad (trock. Luft)	> 75 %						
<b>B.</b>	<b>Minimierung der Investitionskosten</b>							
a)	Luftmenge minim. nach DIN EN 13779	5,5 l/P,s						
b)	Brandschutzklappen weitmöglichst vermieden							
<b>C.</b>	<b>Minimierung der Folgekosten</b>							
a1)	Effizienzklasse nach DIN EN 13779	<= SFP 2						
a2)	Druckverlust nach DIN EN 18599 A4-5	<= normal						
a3)	spezifischer Stromverbrauch	< 0,45 Wh/m³						
b)	Steuerung nach DIN EN 13779	>= IDA-C3						
c1)	Grenzwert Schulraum nach hess. Leitfaden Elektr. Energie 2000	< 4,6 kWh/m²a						
c2)	Grenzwert techn. Übungsraum	< 9 kWh/m²a						
c3)	Grenzwert Büro	< 3 kWh/m²a						
d)	> 200 W Drehzahlsteuerung und Direktantrieb							
e)	Anpassung an Nutzungsanforderungen							
f)	Bei Luftheizung Aufheizung im Umluftbetrieb							
g)	Keine regenerative Wärmerückgewinnung							
h)	i.d.R. kein Kompaktfilter							
i)	Therm. Isolierung / Wärmebrückenfakt.	<T3/TB3						
aufgestellt (Fachingenieur)		Name:						
		Datum:						
		Unterschrift:						
gesehen (Projektleitung)		Name:						
		Datum:						
		Unterschrift:						



### Checkliste energetische Sanierungen 2009

Die einzelnen Kriterien sind nur zu berücksichtigen, wenn sie Bestandteil der auf der Grundlage des Energiekonzepts erstellten Sanierungsplanung sind .

<b>Liegenschaft</b>	
<b>Straße, Hausnummer</b>	
<b>Bauteil</b>	
<b>Maßnahme</b>	

Legende: v = Leitlinie eingehalten, - = Leitlinie nicht eingehalten > Begründung erforderlich  
/ = nicht zutreffend (z.B. nicht Teil der Sanierungsplanung), **nur die weißen Felder sind auszufüllen**

3.4 Sanitärtechnik									
Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2009									
Nr.	Kriterium	Richtwert	Vorplanung		Entwurf, LV		Abnahme		Begründung
			Istwert	ok	Istwert	ok	Istwert	ok	s. Anlage
<b>B.</b>	<b>Minimierung der Investitionskosten</b>								
a)	Waschbecken nur mit Kaltwasserhähnen								
b)	Warmwasserspeicher minimieren (W551 Klein-Anlagen)								
<b>C.</b>	<b>Minimierung der Folgekosten</b>								
b)	Sanitärobjekte wandhängend								
c)	WC-Sitze mit durchgehender Edelstahl-Scharnierwelle								
d)	Spülkästen mit Stoptaste und Benutzerhinweis								
r)	Spülkästen/ Objekte entspr. Leitungen	<= 9 l/min							
g)	Waschbecken mit Strahlregler	<= 5 l/min							
h)	Duscharmaturen mit fülligem Strahl	<= 7 l/min							
i1)	Selbstschlussarmatur Waschbecken	<= 5 sec							
i2)	Selbstschlussarmatur Dusche	<= 30 sec							
s)	Großanlagen: Legionellenschaltung über DDC								
k)	Kleinstdurchlauferhitzer statt Untertischspeicher								
l)	Dezentrale Warmwassererzeugung prüfen								
t)	WW-Ladepumpe u. Zirkulationsp. über DDC								
p)	Rohrleitungen (Fallrohre!) leicht zugänglich verlegen								
aufgestellt (Fachingenieur)		Name:							
		Datum:							
		Unterschrift:							
gesehen (Projektleitung)		Name:							
		Datum:							
		Unterschrift:							



## Checkliste energetische Sanierungen 2009

Die einzelnen Kriterien sind nur zu berücksichtigen, wenn sie Bestandteil der auf der Grundlage des Energiekonzepts erstellten Sanierungsplanung sind.

<b>Liegenschaft</b>	
<b>Straße, Hausnummer</b>	
<b>Bauteil</b>	
<b>Maßnahme</b>	

Legende: v = Kriterium eingehalten, - = Kriterium nicht eingehalten > Begründung erforderlich  
/ = nicht zutreffend (z.B. nicht Teil der Sanierungsplanung), nur die weißen Felder sind auszufüllen

3.5 Elektrotechnik									
Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2009									
Nr.	Kriterium	Richtwert	Vorplanung		Entwurf, LV		Abnahme		Begründung
			Istwert	ok	Istwert	ok	Istwert	ok	s. Anlage
<b>A.</b>	<b>Beschlüsse, Normen</b>								
	Keine Glühlampen, alte Leuchtstoffröhren ersetzen								
<b>B.</b>	<b>Minimierung der Investitionskosten</b>								
a)	Beleuchtungsstärke nach DIN EN 12464 minimieren		lx		lx		lx		
c)	EDV-Zentralgeräte an Nordfassade o. im Keller								
d)	Vor Trafovergrößerung Einsparmaßnahmen prüfen								
<b>C.</b>	<b>Minimierung der Folgekosten</b>								
a)	Lichtausbeute (keine Glühlampen!)	> 50 lm/W							
b)	Elektronische Vorschaltgeräte (EVG)								
c)	Leuchtenbetriebswirkungsgrad	>= 80 %							
d)	In großen Räumen Reihen separat schaltbar								
q)	Schalter für Fensterreihe rot kennzeichnen								
q)	Präsenzmelder mit Lichtsensor prüfen								
f)	Flure und Treppenhäuser mit Zeitrelais o. Bewegungsm.								
g)	Toiletten/ Umkleiden Bewegungs- o. Präsenzm..								
i)	Außenbel. über Dämmerungsschalter + Schaltuhr								
j)	möglichst keine Elektrowärme, Gasküche prüfen								
k)	GED-Label bzw. Effizienzklasse A+/A++								
l)	Maximumbegrenzung prüfen (z.B. in Küchen, Brennöfen)								
m)	Blindleistung begrenzt (evtl Kompensation)								
n)	USV-Anlagen Wirkungsgradklasse 3								
o)	DV-Gerätesteckdosen mit separater Absicherung								
p)	Notbeleuchtung in LED-Technik								
aufgestellt (Fachingenieur)		Name:							
		Datum:							
		Unterschrift:							
gesehen (Projektleitung)		Name:							
		Datum:							
		Unterschrift:							



## Checkliste energetische Sanierungen 2009

Die einzelnen Kriterien sind nur zu berücksichtigen, wenn sie Bestandteil der auf der Grundlage des Energiekonzepts erstellten Sanierungsplanung sind .

<b>Liegenschaft</b>	
<b>Straße, Hausnummer</b>	
<b>Bauteil</b>	
<b>Maßnahme</b>	

Legende: v = Kriterium eingehalten, - = Kriterium nicht eingehalten > Begründung erforderlich  
/ = nicht zutreffend (z.B. nicht Teil der Sanierungsplanung), **nur die weißen Felder sind auszufüllen**

<b>3.7 Mess-, Steuer- und Regelungstechnik</b>		Vorplanung		Entwurf, LV		Abnahme		Begründung s. Anlage
Nr.	Kriterium	Istwert	ok	Istwert	ok	Istwert	ok	
<b>Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2009</b>								
<b>A.</b>	<b>Grundlagen</b>							
d)	Alle Gewerke auf Messner DDC/ GLT aufschaltbar							
b)	Integrale Planung für gesamte MSR-Technik							
c)	GA-Funktionsliste und Automationschema je Anlage							
<b>B</b>	<b>Feldebene</b>							
h)	Alle Datenpunkte auf GLT aufschaltbar							
<b>C</b>	<b>Automationsebene</b>							
a)	Autarke DDC-Unterstationen							
c)	DDC-Schnittstelle: Modemaufschaltung auf GLT über TK-Netz; BACNET prüfen							
<b>D</b>	<b>Managementebene</b>							
m)	Ab 2 Regelkreisen Aufschaltung auf GLT							
b)	Einheitliches Bildschirmlayout nach Vorgabe							
c)	Status-Fenster mit Anmeldenamen, Zugriffslevel ...							
d)	Anlagenschaltbilder mit Werteeinblendung + Parametr.							
e)	Schaltbilder mit Entwicklungsumgebung editierbar							
f)	Störmeldefenster hierarchisch selektiv							
g)	Nutzung zentraler Wochenpläne und Ferienpläne							
i)	Trendkurven der für den Betrieb relevanten Datenpunkte							
n)	Alle Steuerbefehle und Meldungen auf GLT aufschalten							
k)	Alarm bei Abweichung von Sollwerten (z.B. Verbrauch)							
l)	Alarmweiterleitung je nach Priorität per SMS							
<b>E.</b>	<b>Inbetriebnahme</b>							
<b>3.8 Verbrauchsmessung</b>								
e)	Ein Impulszähler je Medium und Funktionseinheit: Klassen; Sporthalle; HSM; für Strom Küche einzeln							
f)	Unterzähler für Verbraucher > 2.500 €							
g)	Ab Jahreskosten 25.000 € Einrichtung Fernablese							
h)	Abstimmung mit EVU							
<b>3.9 Inbetriebnahme</b>								
a)	Überprüfung Versicherungswert							
b)	Überprüfung Anschlusswerte EVU > Vertragsanpassung							
c)	Aktualisierung Gebäudesteckbrief							
	aufgestellt (Fachingenieur)	Name:		Datum:				
		Unterschrift:						
	gesehen (Projektleitung)	Name:		Datum:				
		Unterschrift:						



## Glossar

### **Bauwerkszuordnungskatalog**

Der Bauwerkszuordnungskatalog (BWZK) ist ein vom Bauministerium aufgestelltes neutrales Ordnungs- und Gliederungsprinzip für Bauwerke nach der Gebäudenutzung. Der BWZK - Katalog ist Grundlage für das Sammeln, Vergleichen und Wiederauffinden von Daten öffentlicher Hochbauten.

### **Bruttogrundfläche**

Die Bruttogrundfläche (BGF) ist nach der DIN-Norm. 277 eine Bezugsgröße für den flächenbezogenen Energiebedarf. Sie wird aus den Außenabmessungen eines Gebäudes bzw. Bauwerks bestimmt, d.h. die Bruttogrundfläche ist die Summe der Grundflächen aller Grundrissebenen eines Bauwerks. Die Grundflächen nicht nutzbarer Dachflächen und konstruktiv bedingten Hohlräumen, wie in belüfteten Dächern oder in abgehängten Decken bleiben unberücksichtigt.

### **Endenergie**

Die beim Verbraucher ankommende Energie bezeichnet man als Endenergie. Es ist derjenige Teil, der Primärenergie, welcher dem Verbraucher, nach Abzug von Transport- und Umwandlungsverlusten, zur Verfügung steht.

### **Energie**

Die Energie ist eine physikalische Größe mit der SI-Einheit (Joule). Die Gesamtenergie eines abgeschlossenen Systems ist eine Erhaltungsgröße und wird durch den Energieerhaltungssatz als zentraler Punkt der Physik definiert und sorgt dafür, dass die Energie für alle Gebiete der Physik eine maßgebliche Größe ist. Je nach den Beziehungen zu anderen Größen in einem gegebenen System werden

verschiedene Energieformen unterschieden, z. B. die kinetische, elektrische oder thermische Energie.

### **Energieausweis**

Der Energieausweis (EnA) ist ein Dokument, das ein Gebäude energetisch bewertet. Die Grundsätze bzw. Grundlagen zur Ausstellung und Verwendung der Energieausweise werden in Deutschland in der Energieeinsparverordnung (EnEV) geregelt. Diese Rechtsnorm sollen die EG-Richtlinie 2002/91/EG (EPBD = Energy Performance of Buildings Directive) über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden in nationales Recht umsetzen.

### **Energiebezugsgrößen**

Für den Vergleich von verschiedenen Objekten, mit Hilfe von Energieverbrauchskennwerten, ist die Ermittlung von Energiebezugsgrößen unbedingt notwendig. In den meisten Fällen ist eine Fläche (Bruttogrundrissfläche, Hauptnutzfläche) die beste Energiebezugsgröße. In einigen Fällen macht die Auswahl anderer Energiebezugsgrößen durchaus Sinn, z. B. die Personenzahl (u. a. Schülerzahlen) für die Ermittlung des Energieeinsatzes pro Person oder die Nutzungsdauer in Stunden bei sporadischer Nutzung (u. a. Sportstätten).

### **Energieeinsparverordnung**

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) ist Bestandteil des im Jahr 2000 verabschiedeten Klimaschutzprogramms auf Basis des Kyoto-Protokolls mit der Zielsetzung, bis 2012 die CO<sub>2</sub>-Emission um 21 % bzw. 250 Mio. t-CO<sub>2</sub> zu senken. Die erste Energieeinsparverordnung ist am 01.02.2002 in Kraft getreten und hat damit die Wärmeschutzverordnung (WschVO)



und die Heizungsanlagenverordnung (HeizAnIV) abgelöst. Im Oktober 2009 ist die letzte Novellierung der EnEV in Kraft getreten. In der Energieeinsparverordnung wird anders als vorher ein ganzheitlicher Ansatz für neu zu errichtende Gebäude umgesetzt, d. h. der notwendige Energiebedarf wird nicht mehr als Jahresendenergiebedarf bewertet, sondern es wird der Jahresprimärenergiebedarf ermittelt. Bei dieser Berechnung werden sowohl die Effizienz der Energieträger als auch die der Anlagentechnik bilanziert. Auch die anfallenden Energieverbräuche, die außerhalb des Gebäudes, z. B. beim Transport der Energieträger entstehen, fließen in die Bilanz mit ein. Bauliche und anlagentechnische Maßnahmen können miteinander verrechnet werden, da alle Größen, die den Energieverbrauch beeinflussen, berücksichtigt werden. Eine gute Anlagentechnik kann so eine nur mäßige Wärmedämmung wieder wettmachen und eine Nutzung von erneuerbaren Energien wird bei der Bewertung der Gebäude positiv angerechnet.

### **Energieträger**

Als Energieträger werden in der Energiewirtschaft Stoffe oder Quellen bezeichnet, die nutzbare Energie enthalten und durch technische Verfahren abgeben können. Man unterscheidet primäre Energieträger, aus denen direkt Energie gewonnen wird; und sekundäre Energieträger, deren Energie indirekt aus Primärenergie erzeugt wird.

Zu den primären Energieträgern gehören u. a. 1.) fossile Energieträger, z. B. Kohle, Erdgas und Rohöle, 2.) regenerative Energieträger, z. B. Sonne-, Wind- und Wasserkraft sowie Erdwärme und 3.) nukleare Energieträger, z. B. Uran und Plutonium. Zu sekundären Energieträ-

gern gehören u. a. Elektrizität und Druckluft.

### **Energieverbrauchskennwert**

Verbrauchskennwerte können angewandt werden, sofern der aktuelle Energieverbrauch durch Messung oder Zählung erfasst werden kann. Bei der Berechnung des Energieverbrauches sind, sofern keine tatsächlichen Heizwerte des Heizmittels bekannt sind, mittlere Heizwerte anzuwenden. Der Vergleich von Energieverbrauchskennwerten mit dem statistisch erhobenen Mittelwert des Verbrauchskennwertes von Gebäudetypen gleicher Nutzung gibt Auskunft, ob für die Bereitstellung einer oder mehrerer Energiedienstleistungen eine überdurchschnittliche, unterdurchschnittliche oder durchschnittliche Energiemenge eingesetzt wurde.

### **Erneuerbare Energien**

Die erneuerbaren Energien werden auch als regenerative oder alternative Energien bezeichnet und werden aus nachwachsenden bzw. nachhaltigen Quellen gewonnen. Die erneuerbaren Energien sind kontinuierlich verfügbar, während die Vorkommen der fossilen Energieträger und uranhaltigen Kernbrennstoffe bei kontinuierlicher Entnahme stetig abnehmen. Der Begriff „Erneuerbare Energie“ wird heute im allgemeinen Sprachgebrauch auf Systeme angewandt, mit denen aus den in der Umwelt laufend stattfindenden Prozessen Energie abgezweigt und der technischen Verwendung zugeführt wird.

### **European Energy Award**

Der European Energy Award (eea®) ist ein europäisches Qualitätsmanagementsystem und Zertifizierungsverfahren, mit dem die Klimaschutzaktivitäten der



Kommune erfasst, bewertet, geplant, gesteuert und regelmäßig überprüft werden, um Potentiale des nachhaltigen Klimaschutzes identifizieren und nutzen können.

**Heizwert**

Der Heizwert ist die bei einer Verbrennung maximal nutzbare Wärmemenge bei der es nicht zu einer Kondensation des im Abgas enthaltenen Wasserdampfs kommt, bezogen auf die Menge des eingesetzten Brennstoffes. Der Heizwert ist also das Maß für die spezifisch je Bemessungseinheit nutzbare Energie. Um die Endenergie zu bestimmen, muss der Heizwert von gemessenen Verbräuchen gegebenenfalls mithilfe von Energieträger spezifischen Verhältnissen von Brennwert zu Heizwert ermittelt werden.

Energieträger		Verhältnis Brennwert/Heizwert $H_u/H_n$ (Umrechnungsfaktor für die Endenergie) <i>f<sub>Ende</sub></i>
Brennstoffe	Heizöl	1,06
	Erdgas	1,11
	Flüssiggas	1,09
	Steinkohle	1,04
	Braunkohle	1,07
	Holz	1,08
Nah-/Fernwärme aus KWK <sup>a</sup>	fossiler Brennstoff	1,00
	erneuerbarer Brennstoff	1,00
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken	fossiler Brennstoff	1,00
	erneuerbarer Brennstoff	1,00
Strom	Strom-Mix	1,00

<sup>a</sup> Angaben sind typisch für durchschnittliche Nah-/Fernwärme mit einem Anteil der KWK von 70 %.

Tabelle 7: Energieträgerabhängige Umrechnungsfaktoren; Quelle: DIN V 18599 Teil 1

**Nettogrundfläche**

Die Nettogrundfläche (NGF) ist nach der DIN-Norm. 277 eine Bezugsgröße für den flächenbezogenen Energiebedarf. Sie wird aus den Innenabmessungen eines Gebäudes bzw. Bauwerks bestimmt, d. h. die Nettogrundfläche ist die Summe der nutzbaren, zwischen den aufgehenden Bauteilen befindlichen Grundflächen aller Grundrissebenen eines Bauwerks. Dazu gehören auch die Grundflächen von freiliegenden Installa-

tionen und von fest eingebauten Gegenständen, z. B. Öfen, Heizkörpern und Tischplatten, etc. Die Nettogrundfläche gliedert sich in Nutzfläche (NF), Funktionsfläche (FF) und Verkehrsfläche (VF).

**Primärenergieeinsatz**

Der Primärenergieeinsatz eines Systems umfasst zusätzlich zum eigentlichen Energieeinsatz an einem Energieträger die Energiemenge, die durch vorgelagerte Prozessketten außerhalb der Systemgrenze bei der Gewinnung, Umwandlung und Verteilung des Energieträgers benötigt wird. Er beschreibt die Energieeffizienz und den Ressourcen schonenden Umgang der Energienutzung. Die Energieeinsparverordnung (EnEV) bestimmt für den Primärenergiebedarf Obergrenzen, die bei der Gebäudeerrichtung eingehalten werden müssen. Zur Ermittlung des Primärenergiebedarfes wird der entsprechende Energiebedarf unter Berücksichtigung der beteiligten Energieträger mit einem Primärenergiefaktor multipliziert. Dieser Primärenergiefaktor wird in Deutschland durch die Energieeinsparverordnung festgelegt.

Energieträger <sup>a</sup>	Primärenergiefaktoren $f_p$	
	insgesamt A	nicht erneuerbarer Anteil B
Brennstoffe	Heizöl EL	1,1
	Erdgas H	1,1
	Flüssiggas	1,1
	Steinkohle	1,1
	Braunkohle	1,2
	Holz	1,2
Nah-/Fernwärme aus KWK <sup>a</sup>	fossiler Brennstoff	0,7
	erneuerbarer Brennstoff	0,0
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken	fossiler Brennstoff	1,3
	erneuerbarer Brennstoff	0,1
Strom	Strom-Mix	2,7
Umweltenergie	Solarenergie, Umgebungswärme	0,0

<sup>a</sup> Bezugsgröße Endenergie: Heizwert  $H_u$ .  
<sup>b</sup> Angaben sind typisch für durchschnittliche Nah-/Fernwärme mit einem Anteil der KWK von 70 %.

Tabelle 8: Primärenergiefaktoren; Quelle: DIN V 18599 Teil 1

**VDI-Richtlinie**

Der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) hat ein Regelwerk für technische Richtlinien aufgebaut, das heute mit über 1.700 gültigen VDI-Richtlinien das gesamte



Feld der Technik abdecken kann. Der Verein Deutscher Ingenieure ist die größte Vereinigung von Ingenieuren und Naturwissenschaftlern in Deutschland. Der technischwissenschaftliche Verein wurde 1856 gegründet und hat 135.000 Mitglieder.

### **VDI-Richtlinie.3807/**

#### **Heizgradtage**

Die VDI-Richtlinie. 3807 ist ein Maß für den Wärmebedarf eines Gebäudes während der Heizperiode als Heizgradtage (HGT) mit der Einheit Kelvin am Tag pro a [Kd/a]. Die VDI-3807 stellt den Zusammenhang zwischen der Heizgrenze und der Außenlufttemperatur dar und ist somit ein Hilfsmittel zur Bestimmung des Wärmebedarfes eines Wohnraumes mit Berücksichtigung von internen Wärmegewinnen, z. B. in Form von Sonneneinstrahlung und Personen. Die Gradtagszahl wird ortsabhängig gemessen, sobald die Außentemperatur unter 15 °C, der so genannten Heizgrenze liegt. Sie ist die Summe aus der Differenz einer angenommenen Rauminnentemperatur von 20 °C und der jeweiligen durchschnittlichen Tagesaußentemperatur, die vom Deutschen Wetterdienst (DWD) ermittelt wird.

#### **Witterungsbereinigung**

Um den Energieeinsatz bzw. den Energieverbrauchskennwert bestimmter Gebäude qualitativ vergleichen zu können, ist eine Witterungsbereinigung des Energieeinsatzes sinnvoll. Durch die Witterungsbereinigung liefert der Energieverbrauchskennwert eine gebäudespezifische Aussage. Eine Witterungsbereinigung hat aber nur eine bedingte Genauigkeit, da die Außentemperatur die einzige Größe ist, die in die Bereinigung eingeht. Ob das Gebäude in einer freien,

geschützten oder in einem dicht besiedelten Stadtgebiet liegt, bleibt unberücksichtigt, obwohl diese Angaben ebenfalls wichtig zur Bestimmung des Energieeinsatzes sind.



## Quellen

Akademie der Architektenkammer Nordrhein-Westfalen; Horschler, S., Dipl.-Ing.: SV-Fortbildung Düsseldorf 2009: Energieeffiziente Gebäudeplanung, Vom EnEV – Standard zum Passivhausstandard.

Akademie der Architektenkammer Nordrhein-Westfalen; Merkschien, E., Dipl.-Ing., Oberhausen 2009: Gebäudeenergieeffizienz, Anforderungen der EnEV.

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 26. Juli 2007: Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskenwerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand.

Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin: DIN V 18599 Teil 1, Februar 2007.

Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin: DIN V 18599 Teil 10, Februar 2007.

EnergieAgentur NRW, 2009; Schütz, Heinz-Jürgen, Dipl.-Ing.: Kommunales Energiemanagement, Stadt Geldern – 19.03.2009.

<http://www.iwu.de>: Institut für Wohnen und Umwelt, Darmstadt, 2009: Klimadaten deutscher Stationen, 2009.

Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH, Karlsruhe, 2005: Kommunales Energie-Management – Ein Leitfaden für Städte und Gemeinden.

Laible Verlagsprojekte, Allensbach: passivhaus kompendium 2009, 22 Passivhaus-Mythen, Zwischen Dichtung und Wahrheit.

C.F. Müller Verlag, Heidelberg 2009; Muhmann, Christian: Energiemanagement in öffentlichen Gebäuden

Stadt Frankfurt am Main, 2009: Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2009

Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf: VDI 3807 Blatt 1, März 2007.

Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf: VDI 3807 Blatt 2, Juni 1998.