



Energiebericht 2014





Meine sehr geehrten Damen und Herren,

spätestens seit der Reaktorkatastrophe in Fukushima sind sich in Deutschland Politik und Bevölkerung über den Atomausstieg weitestgehend einig. Gleichzeitig hat sich Deutschland ambitionierte Klimaschutzziele gesetzt, um seinen Beitrag bei der Eindämmung des vom Menschen verursachten Klimawandels zu leisten.

Der Ausstieg aus der Kernkraft und der verstärkte Einstieg in das Zeitalter der regenerativen Energieversorgung bedeutet eine große Herausforderung und erfordert eine nationale Kraftanstrengung. Bei der Umsetzung der Energiewende kommt insbesondere den Kommunen eine tragende Rolle zu. Der Landkreis Altenkirchen ist sich seiner Verantwortung und seiner Vorbildfunktion bei Entscheidungen im eigenen Zuständigkeitsbereich bewusst und ist in Sachen Klimaschutz deshalb nicht erst seit „Fukushima“ aktiv.

Der Altenkirchener Kreistag hat 2012 mit dem Beschluss weitreichender Klimaschutzziele den Weg zum verantwortungsvollen Umgang mit Energie geebnet. Mit einer Verringerung der Treibhausgasemissionen um 30 Prozent im Landkreis Altenkirchen bezogen auf das Jahr 2009 sowie einer klimaneutralen Kreisverwaltung bis 2025 wurden ehrgeizige Ziele festgelegt.

Der Landkreis Altenkirchen hat in den vergangenen Jahren bereits eine Vielzahl von Maßnahmen zur Reduzierung der Energieverbräuche und der Treibhausgasemissionen in den eigenen Liegenschaften erfolgreich umgesetzt. Neben den selbst gesetzten Klimaschutzzielen sind die ständig steigenden Energiepreise Kern unserer Motivation, kontinuierlich an einer weiteren Verbesserung des energetischen Zustands der Kreisliegenschaften zu arbeiten. Denn Investitionen in die Energieeffizienz der Kreisliegenschaften entlasten Umwelt und Kreishaushalt gleichermaßen.

Ziel des Energieberichtes 2014 ist es, die Fortschritte im sparsamen Umgang mit Energie in den Kreisliegenschaften zu dokumentieren, auszuwerten und anschaulich darzustellen. Daraus lassen sich Schwachstellen bei der Energieeffizienz in den Liegenschaften ermitteln und analysieren.

Auf Basis bislang erreichter Erfolge bei der Verbesserung der Energieeffizienz werden wir den eingeschlagenen Weg, unsere Liegenschaften mit einer Kombination aus energetischen Sanierungsmaßnahmen und dem Einsatz regenerativer Energien sukzessive Richtung CO₂-Neutralität weiter zu entwickeln, kontinuierlich fortführen.



Michael Lieber
Landrat

Herausgeber: Kreisverwaltung Altenkirchen

Stand: März 2015

Bearbeitung: Dipl.-Geogr. Stefan Glässner (Klimaschutzmanager)

Kreisverwaltung Altenkirchen
Parkstraße 1
57610 Altenkirchen

Tel.: 02681/ 81-3801

E-Mail: stefan.glaessner@kreis-ak.de

Internet: www.kreis-altenkirchen.de

Titelbild: Kreishaus in der Parkstraße 1, 57610 Altenkirchen

1. Inhaltsverzeichnis

1. Inhaltsverzeichnis	1
2. Einleitung	3
3. Datengrundlage	4
4. Methodik	4
4.1 Energiekennwerte	4
4.2 Kennwertvergleich.....	5
4.3 Witterungsbereinigung.....	5
4.4 Berechnung der Treibhausgasemissionen.....	6
5. Gesamtbetrachtung der Kreisliegenschaften	8
5.1 Bruttogrundfläche der untersuchten Kreisliegenschaften	8
5.2 Energieverbrauch 2013	10
5.3 Entwicklung des Energieverbrauchs	12
5.4. Energiekosten der Kreisliegenschaften	17
5.5 Entwicklung der Treibhausgasemissionen	19
5.6 Klimafreundliche Energieproduktion	21
5.6.1 Photovoltaik.....	24
5.6.2 Solarthermie	26
5.6.3 Biomasse.....	26
5.6.4 Kraft-Wärme-Kopplung.....	26
5.7 Berechnung der Energie- und Kosteneinsparung im Wärmebereich.....	27
6. Kennwertvergleich	28
6.1 Vergleich der Stromverbrauchskennwerte 2013	28
6.2 Vergleich der Heizenergieverbrauchskennwerte 2013	30
6.3 Vergleich der Endenergieverbrauchskennwerte 2013	32
6.4 Vergleich der Energiekostenkennwerte 2013	33
6.5 Vergleich der Treibhausgasemissionskennwerte 2013	34
7. Einzelanalyse der Kreisliegenschaften	35
7.1 Kreisverwaltung Altenkirchen	35
7.2 Schulzentrum Altenkirchen	39
7.3 Freiherr-vom-Stein-Gymnasium	44
7.4 IGS Geschwister-Scholl, Betzdorf	48
7.5 IGS Geschwister-Scholl, Kirchen	52
7.6 Bertha-von-Suttner-Realschule plus (Schützenstraße).....	55

7.7 Bertha-von-Suttner-Realschule plus, Turnhalle (Schützenstraße)	58
7.8 Bertha-von-Suttner-Realschule plus (Bühl)	61
7.9 BBS Betzdorf-Kirchen.....	64
7.10 BBS Betzdorf-Kirchen, Turnhalle.....	68
7.11 Maximilian-Kolbe-Schule (Scheuerfeld)	71
7.12 IGS Horhausen	74
7.13 IGS Hamm	78
7.14 BBS Wissen	82
7.15 Kopernikus-Gymnasium Wissen	86
7.16 Marion-Dönhoff-Realschule plus („Im Kreuztal“).....	90
7.17 Marion-Dönhoff-Realschule+ („Pirzenthaler Straße“).....	93
7.18 Förderschule am Alserberg.....	96
7.19 Wilhelm-Busch-Schule	99
Literaturverzeichnis.....	102

Abkürzungsverzeichnis

AK	Altenkirchen
BBS	Berufsbildende Schule
BGF	Bruttogrundfläche
BHKW	Blockheizkraftwerk
BvS	Bertha-von-Suttner (-Realschule plus)
CO ₂ eq	Kohlenstoffdioxid-Äquivalente
Erw.	Erweiterung
IGS	Integrierte Gesamtschule
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
MWh	Megawattstunde
TH	Turnhalle
THG	Treibhausgas

2. Einleitung

Energieeinsparung, Ressourcenschutz und Klimaschutz sind in der Kreisverwaltung Altenkirchen schon lange bedeutende Themen, was der Energiebericht aus dem Jahr 2005 deutlich belegt.

Der Energiebericht 2014 hat sich gegenüber dem ersten Energiebericht 2005 inhaltlich und thematisch weiterentwickelt. Während im Energiebericht 2005 der Wasserverbrauch fester Bestandteil der Untersuchung war, wurde bei der Erstellung des Energieberichts 2014 bewusst auf die Bilanzierung des Wasserverbrauchs verzichtet. Zum einen sind die Wassersparmaßnahmen bereits in der Vergangenheit umgesetzt worden, sodass die Einsparpotentiale und somit die Einflussnahme beim Wasserverbrauch nur noch gering sind. Zum anderen sind die Wasserkosten für den Landkreis Altenkirchen verglichen mit den Aufwendungen für Strom und Wärme gering. Neu ist in dem Energiebericht 2014 die Betrachtung von den liegenschaftsbedingten Treibhausgasemissionen. Die Bilanzierung der Treibhausgasemissionen hat aus gesellschafts- und klimapolitischen Gründen in hohem Maße an Bedeutung gewonnen, sodass diese grundlegender Bestandteil des Energieberichts 2014 sind.

Der vorliegende Energiebericht 2014 stellt einen Überblick über den Stand und die Entwicklung des Energieverbrauchs, der Energiekosten und der Treibhausgasemissionen der kreiseigenen Liegenschaften des Landkreises Altenkirchen für den Berichtszeitraum von 1992 bis 2013 dar. Die Darstellungen der energetischen Situation an den untersuchten Kreisliegenschaften können in Ergänzung zu den bereits bekannten Gebäudepässen bei der Priorisierung von energetischen Sanierungsmaßnahmen unterstützend wirken.

Bei der Darstellung von Entwicklungen im Energiesektor wird in Deutschland gewöhnlich das Wiedervereinigungsjahr 1990 als Bezugsjahr gewählt. Sowohl das CO₂-Reduktionsziel des Bundes als auch des Landes Rheinland-Pfalz beziehen sich auf 1990. Die Aufzeichnungen der Energieverbräuche des Gebäudemanagements reichen bis 1992 zurück, sodass dieses Jahr als Basisjahr für den Energiebericht 2014 festgelegt wurde. Dadurch ist für die meisten Kreisliegenschaften eine langfristige Entwicklung der Energiesituation darstellbar.

3. Datengrundlage

Grundlage des Energieberichtes 2014 bildet die Datenbank des Gebäudemanagements der Kreisverwaltung Altenkirchen. Da hier seit vielen Jahren über die aktive Erfassung der Energieverbräuche ein Energiemonitoring betrieben wird, konnte auf eine umfassende Datengrundlage, die bis in das Jahr 1992 zurückgeht, zurückgegriffen werden.

Der Energiebericht umfasst nahezu alle energierelevanten Kreisliegenschaften (88 % der Gesamtfläche), was 29 Objekten entspricht. Ein Objekt entspricht in der Regel einem Gebäude, einer Einrichtung oder einer technischen Anlage. Aufgrund der bestehenden Situation, dass nicht jedes Objekt über einen eigenen Strom- bzw. Wärmehähler verfügt, wurden Objekte, die über gemeinsame Zähler verfügen, als eine Liegenschaft bilanziert. Des Weiteren bestand für das Schulzentrum Altenkirchen eine derart komplexe Situation, bedingt durch unterschiedliche Zähler und eine über die Zeit sich verändernde Zugehörigkeit der einzelnen Gebäude, sodass das Schulzentrum Altenkirchen als eine einzelne große Liegenschaft bilanziert wurde. Daraus resultieren 19 unterschiedliche Liegenschaften, deren Energiebilanz im Einzelnen erfasst wurde.

4. Methodik

Im Folgenden wird die Berechnung der Energiekennwerte (Kapitel 4.1 Energiekennwerte) und deren Vergleich miteinander erläutert (Kapitel 4.2). Die Bildung von Energiekennwerten ist notwendig, wenn eine Einordnung des energetischen Zustandes eines Gebäudes vorgenommen werden soll. In Kapitel 4.3 wird erläutert, wie die Heizenergieverbräuche der verschiedenen Jahre für eine bessere Vergleichbarkeit klimabereinigt wurden. Kapitel 4.4 beschreibt die Entstehung und Berechnung der im Bericht genannten Treibhausgasemissionswerte.

4.1 Energiekennwerte

Der absolute Energieverbrauch gibt noch keine Auskunft über die energetische Qualität eines Gebäudes. Erst der Bezug auf eine entscheidende Einflussgröße – in der Regel die Fläche – ermöglicht sinnvolle Aussagen über den energetischen Zustand eines Gebäudes. Der Verbrauch bezogen auf die Fläche nennt sich spezifischer Verbrauch bzw. Energieverbrauchskennwert. Die Berechnung von Energiekennwerten dient somit als Maß zur besseren Einschätzung und Vergleichbarkeit von Energieverbräuchen ähnlicher Gebäude. Je nach Gebäudenutzung, -form und -größe ergeben sich bedeutende Unterschiede bei den Energiekennwerten. Das Verhältnis Gebäudehülle zu Gebäudefläche hat beispielsweise einen großen Einfluss auf die Energiekennwerte. Je kompakter ein Gebäude ist, desto geringer sind die entsprechenden Transmissionsverluste. Somit gilt der Grundsatz, je ähnlicher Gebäude in ihrer Nutzung, Größe und Form sind, desto aussagekräftiger ist ein Vergleich der Energiekennwerte im Hinblick auf den energetischen Zustand.

Nichtsdestotrotz können Gebäude, die von der Nutzung, der Struktur und dem energetischen Zustand nahezu identisch sind, in ihren Energieverbräuchen deutlich differieren. Dies ist oft Folge unsachgemäßen Nutzerverhaltens. Eine moderne Fenstersanierung beispielsweise kann nur den gewünschten Energieeinspareffekt erzielen, wenn zeitgleich ein intelligentes Lüftungsverhalten der Gebäudenutzer besteht.

Laut VDI 3807 werden Kennwerte aus dem Energieverbrauch der Gebäude im Bezug zu deren beheizbarer Bruttogrundfläche (Bruttogrundfläche des Gebäudes abzüglich der unbeheizten Bruttogrundfläche) ermittelt. Ihre Einheit ist kWh/m²a (Kilowattstunde pro Quadratmeter und Jahr). Die Kennwerte in diesem Energiebericht wurden entsprechend der VDI 3807 für den Wärme-, Strom- und Endenergieverbrauchs gebildet. Des Weiteren wurden die Energiekosten und die mit dem Energieverbrauch geschuldeten Treibhausgasemissionen in

4.2 Kennwertvergleich

denselben Flächenbezug gesetzt und so zwischen den Liegenschaften vergleichbar gemacht.

4.2 Kennwertvergleich

Die Energiekennwerte, die unter 4.1 Energiekennwerte beschrieben wurden, erlauben es, Energieverbräuche unterschiedlicher Liegenschaften miteinander zu vergleichen. Der Vergleich von Energieverbrauchskennwerten bietet die Möglichkeit, durch eine Gegenüberstellung/Relativierung mit einem Vergleichswert oder einem definiertem Zielwert festzustellen, ob es starke Abweichungen und somit eventuell Handlungsbedarf gibt.

In diesem Bericht wurde zur Einordnung der Energieverbrauchskennwerte der kommunalen Liegenschaften ein Vergleich unter den Liegenschaften durchgeführt. Die Ergebnisse wurden dazu in drei verschiedene Nutzungsarten gruppiert, um ein internes Benchmarking zu ermöglichen (Schulgebäude, Turnhallen, Schulkomplexe aus Schulgebäude und Turnhalle). Die Unterschiede in den Kennwerten können Hinweise auf den energetischen Zustand von den Gebäuden geben und somit bei der Entscheidung von Sanierungsmaßnahmen unterstützen. Jedoch muss festgehalten werden, dass eine absolute Vergleichbarkeit nur dann gegeben ist, wenn alle Randbedingungen (Einflussgrößen) identisch sind. Dies ist in der Regel nicht der Fall, sodass der Kennwertvergleich unter den Kreisliegenschaften vielmehr eine erste Orientierung darstellt.

4.3 Witterungsbereinigung

Der Heizenergieaufwand in Gebäuden ist direkt abhängig von der Außenlufttemperatur. Überdurchschnittlich kalte Jahre, insbesondere während der Winterperiode, verursachen einen entsprechend hohen Heizenergiebedarf. Somit lässt sich der Wärmeverbrauch von Gebäuden aus unterschiedlichen Jahren bzw. unterschiedlicher geographischer Lage nur bedingt miteinander vergleichen. Dieser witterungsbedingte Einfluss kann mittels eines Klimafaktors auf ein statistisches Normaljahr umgerechnet werden, sodass eine langfristige Vergleichbarkeit der Entwicklung des Energiebedarfs möglich ist. Der in Deutschland in diesem Zusammenhang übliche Referenzstandort Würzburg wurde hier als Grundlage zur Klimabereinigung gewählt.

Der Klimafaktor kann auf verschiedene Weise gebildet werden. In diesem Energiebericht bilden die sogenannten Gradtagzahlen die Basis für den jährlichen Korrekturfaktor. Die Gradtagzahlen wurden nach Anleitung der VDI 2067 gebildet. Nach der deutschen VDI-Richtlinie 2067/DIN 4108 T6 wird die Heizgrenze für eine Innentemperatur von 20 °C bei 15 °C Tagesdurchschnittstemperatur angenommen. Das heißt, es wird davon ausgegangen, dass eine Außentemperatur von unter 15 °C im Tagesdurchschnitt zu einem Heizwärmebedarf führt. Ist dies der Fall, wird von einem Heiztag gesprochen. Tage mit Durchschnittstemperaturen, die über 15 °C liegen, verursachen nach diesem Modell keinen Heizwärmebedarf und fließen nicht in die Gradtagzahl mit ein. Die Gradtagzahl wird, wie die folgende Formel zeigt, für jeden Tag im Jahr gebildet und am Ende für ein ganzes Jahr aufsummiert:

$$G_{t20/15} = \sum (t_{\text{Innentemperatur}} - t_{\text{Außentemperatur}})$$

Diese Korrekturfunktion ermöglicht eine Schätzung des Energieverbrauchs für ein klimatisches Normaljahr, sodass sich Heizenergieverbräuche verschiedener Jahre mit unterschiedlichen Witterungsbedingungen miteinander vergleichen lassen. Jedoch ist zu bedenken, dass es sich bei der Witterungsbereinigung nur um eine Annäherung an die Wirklichkeit handeln kann, denn neben der Lufttemperatur spielen noch weitere Klimaparameter (Solarstrahlung, Windverhältnisse, Luftfeuchtigkeit) eine entscheidende Rolle.

Die in diesem Bericht verwendeten Klimafaktoren stammen vom Deutschen Wetterdienst und wurden speziell für diese Region erfasst.

4.4 Berechnung der Treibhausgasemissionen

Ursache des anthropogenen Klimawandels haben die Treibhausgase, die insbesondere durch die Verbrennung fossiler Energieträger in die Umwelt freigesetzt werden. Je nach Einsatz von Energieträger und Gesteigungsform entstehen spezifische Mengen an Treibhausgasemissionen. Man spricht in diesem Fall von einem Emissionsfaktor, der jedem Energieträger zu Grunde liegt. Die Emissionsfaktoren sind die Grundlage für die Berechnung der Treibhausgasemissionen aus dem Energieverbrauch. Sie geben an, wie viele Treibhausgasemissionen bei der Erzeugung einer Energieeinheit entstehen. Berücksichtigung finden dabei nicht nur die am Ort der Energieumwandlung direkt entstehenden Emissionen. In die ausgewiesenen Emissionswerte werden darüber hinaus auch die gesamten Emissionen eingerechnet, die für die Primärenergiegewinnung, Aufbereitung bzw. Umwandlung und den Transport der jeweiligen Energieträger aufgewendet werden („Vorketten“). Neben dem am häufigsten auftretenden Treibhausgas CO₂ gibt es weitere Gase, die eine klimaschädigende Wirkung haben. Dazu zählen vor allem Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O). Für die vollständige Berechnung der Emissionen verschiedener Energieträger müssen auch diese Treibhausgase Berücksichtigung finden und somit in die CO₂-Bilanz einfließen. Um die verschiedenen Treibhausgase leichter untereinander vergleichen zu können sowie im Interesse einer vereinfachten Darstellung, werden die Emissionen eines Energieträgers zu so genannten CO₂-Äquivalenten (CO₂ eq) zusammengerechnet. Dazu werden die einzelnen Gasmengen mit bestimmten Gewichtungsfaktoren multipliziert, in denen das jeweilige Treibhauspotenzial berücksichtigt wird.

In Tabelle 1 sind die verwendeten Emissionsfaktoren für das Bilanzjahr 2010 zusammengefasst. Beim Vergleich der Emissionsfaktoren für die verschiedenen Energieträger zeigt sich, dass diese sehr unterschiedlich ausfallen. So weist Strom mit Abstand den höchsten Wert auf, was auf den durch Umwandlungsverluste bedingten vergleichsweise hohen Energieverbrauch bei der Stromerzeugung und die Netzverluste zurückzuführen ist. Dies führt dazu, dass die Nutzung von Strom in der Treibhausgasbilanz wesentlich stärker zu Buche schlägt als die anderer Energieträger.

Tabelle 1: Emissionsfaktoren nach Energieträger. Emissionsfaktor für den nationalen Strommix ohne Vorketten für das Jahr 2010 (Quelle: Umweltbundesamt); Emissionsfaktoren der anderen Energieträger inklusive Vorketten für das Jahr 2010 (Quelle: GEMIS)

Energieträger	THG-Emissionen [g CO ₂ eq/kWh]
Nationaler Strommix	563
Erdgas (Brennwert)	246
Heizöl (Brennwert)	325
Holzackschnitzel	25

Für die Berechnung der THG-Emissionen des Stromverbrauches wurde der durchschnittliche Emissionsfaktor des bundesdeutschen Strommixes zu Grunde gelegt. Da sich seit Beginn des Untersuchungszeitraumes (1992) die Energieträgerstruktur im deutschen Energiemix deutlich gewandelt hat, hat sich auch der durchschnittliche Emissionsfaktor verändert (Abbildung 1). Die Treibhausgasemissionen je Kilowattstunde des nationalen Strommixes haben sich im Zeitraum von 1992 bis 2010 um 22 % verringert. Diese THG-Einsparung konnte durch eine Effizienzsteigerung im Kraftwerkspark sowie einen zunehmenden Beitrag der Erneuerbaren Energien zur Energieversorgung erreicht werden. Seit 2010 nimmt der Emissionsfaktor des deutschen Strommixes trotz weiter steigendem Anteil der Erneuerbaren Energien wieder zu. Nach Beendigung des Atom-Moratoriums und dem Abschalten von sechs Atomkraftwerken sind große klimaneutrale Kraftwerkskapazitäten vom Netz gegangen, die durch die restlichen Kraftwerke kompensiert werden mussten. Dazu kommt ein Strompreisverfall an der nationalen Strombörse, hervorgerufen durch die stark wachsenden

4.4 Berechnung der Treibhausgasemissionen

Erneuerbaren Energien sowie die niedrigen Preise bei den CO₂-Zertifikaten, sodass die „dreckigsten“ aller Kraftwerke, die Braunkohlekraftwerke seitdem am wirtschaftlichsten produzieren.

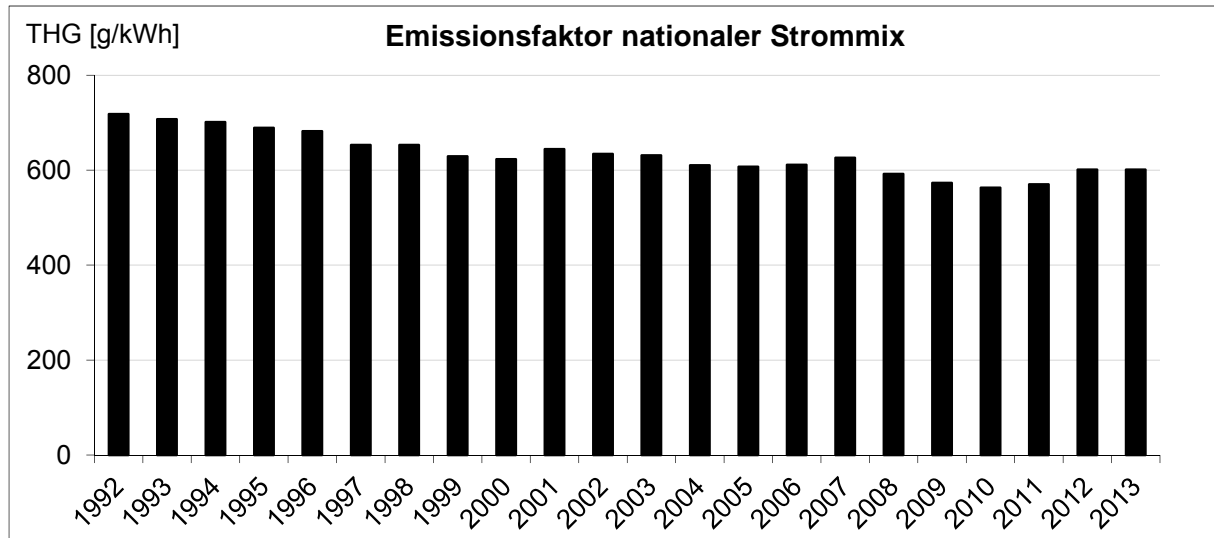


Abbildung 1: Entwicklung des Emissionsfaktors für den nationalen Strommix (Quelle: Umweltbundesamt). Emissionsfaktoren für 2012 und 2013 sind Schätzwerte.

Die Entwicklung der THG-Emissionen der Kreisliegenschaften sind, neben dem absoluten Energieverbrauch, von den eingesetzten Heizenergieträgern und dem Emissionsfaktor des nationalen Strommixes abhängig. Ein steigender Stromverbrauch kann somit durch einen sinkenden Emissionsfaktor ausgeglichen werden, sodass die absoluten THG-Emissionen nicht steigen.

Die Energieproduktion aus Photovoltaik- und Solarthermieranlagen werden in dem Energiebericht gemäß der Bilanzierungsregeln des UNFCCC zur Treibhausgasberichterstattung unter dem Kyoto-Protokoll als CO₂-neutral bilanziert. Die Energieproduktion durch kreiseigene Photovoltaikanlagen auf den Liegenschaften wurde in dem Maße, in dem diese ins öffentliche Netz eingespeist wurde, als „Treibhausgasgutschrift“ bilanziert. Die regenerative Stromproduktion eines Jahres wurde dafür mit dem Emissionsfaktor des nationalen Strommixes des entsprechenden Jahres multipliziert.

5. Gesamtbetrachtung der Kreisliegenschaften

In diesem Energiebericht wurden nahezu alle Kreisliegenschaften untersucht, sodass diese Gesamtbetrachtung rund 88 % der vom Kreis bewirtschafteten Liegenschaftsflächen ausmacht. Bei den restlichen 12 % der Kreisliegenschaften handelt es sich um kleinere Gebäude, auf deren Bilanzierung aus Gründen der Datenverfügbarkeit und des zusätzlichen Zeitaufwandes verzichtet wurde. Die Energieverbräuche, die Energiekosten sowie die Treibhausgasemissionen aller untersuchten Liegenschaften wurden im Folgenden zusammengefasst und als Ganzes analysiert.

5.1 Bruttogrundfläche der untersuchten Kreisliegenschaften

Die Bruttogrundfläche (BGF) beschreibt die Summe aller ober- und unterirdischen Geschossflächen einschließlich der Mauer- und Wandquerschnitte, abzüglich aller nicht dem Wohnen und nicht dem Arbeiten dienenden und hierfür nicht verwendbaren Flächen. Die Gesamt-Bruttogrundfläche der Kreisliegenschaften ist während des Untersuchungszeitraums deutlich angewachsen. Die BGF ist von ca. 106.000 m² 1992 auf über 160.000 m² 2013 angewachsen, was einem Zuwachs von rund 50 % entspricht. Dies geschah zum einen durch Erweiterungsbauten an bestehenden Liegenschaften, zum anderen wechselten einige Liegenschaften in den Besitz des Landkreises Altenkirchen. Dadurch stieg die Anzahl der Kreisliegenschaften, die in die Untersuchung einfließen, auf 19.

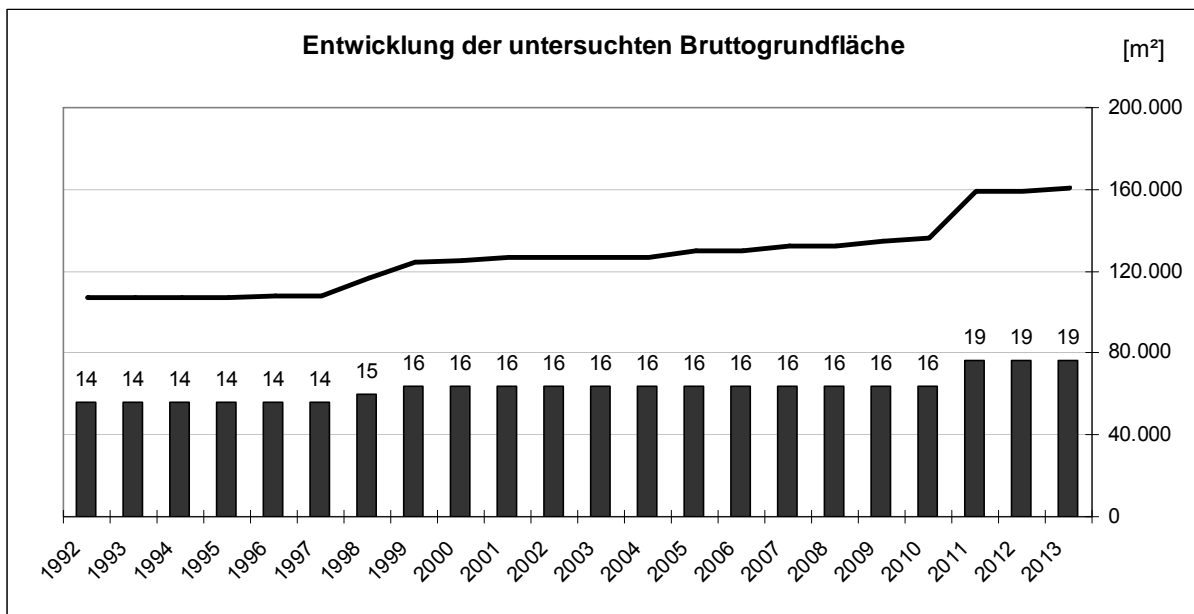


Abbildung 2: Entwicklung der untersuchten Bruttogrundfläche (Lineare Darstellung). Schwarze Säulen (dimensionslos) = Anzahl der untersuchten Liegenschaften.

Wie die Abbildung 2 verdeutlicht, stieg die BGF zum Jahr 2011 sprunghaft an, da der Landkreis Altenkirchen mit der BvS-Realschule (Standort Bühl), der IGS Geschwister-Scholl (Kirchen) und der Marion-Dönhoff-Realschule plus 3 Liegenschaften von den Verbandsgemeinden übernahm. In der Tabelle 2 sind die Ereignisse, welche ursächlich für die Veränderung der Untersuchungsfläche sind, im Detail beschrieben.

5.1 Bruttogrundfläche der untersuchten Kreisliegenschaften

Tabelle 2: Chronologische Veränderungen der untersuchten Kreisliegenschaften. Graue Färbung bedeutet Zugehörigkeit zum Landkreis Altenkirchen; Symbol (+) bedeutet eine Erweiterung der Liegenschaft; Symbol (-) bedeutet einen Rückbau.

Gebäude	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	2013 [%]		
Kreisverwaltung AK														+										6,31%	
Schulzentrum AK			+	+	+				+										+						15,12%
Freiherr-vom-Stein-Gymnasium																+									8,80%
IGS Betzdorf Ki39																									5,01%
Bertha-von-Suttner-Realschule+ Schützenstraße													+												3,02%
Bertha-von-Suttner-Realschule+ Schützenstraße TH																									0,61%
Bertha-von-Suttner-Realschule+ Bühl inkl. Turnhalle																									5,73%
BBS Betzdorf-Kirchen																				+					8,33%
BBS Betzdorf-Kirchen, Turnhalle																									1,53%
IGS Kirchen inkl. Turnhalle																									4,59%
Wilhelm-Busch-Schule (Scheuerfeld)																									2,07%
IGS Horhausen									+											+					5,48%
IGS Hamm									+											+					6,51%
BBS Wissen																	+								8,79%
Kopernikus Gymnasium Wissen																	+			+				-	6,01%
Marion-Dönhoff Realschule+ "Im Kreuztal"																									2,47%
Marion-Dönhoff Realschule+ "Pirzenthaler Straße"																								+	4,77%
Förderschule am Alserberg																+									2,35%
Wilhelm-Busch-Schule										+															2,53%
gesamt BGF [m²]	106.897	106.897	107.228	107.360	107.695	107.695	116.482	124.410	125.518	126.850	126.850	126.850	127.151	129.627	129.627	132.036	132.036	135.019	136.542	159.186	159.186	160.801	160.801	160.801 m²	
Bemerkung			Neubau 4-Klassenpavillon Schulzentrum AK	Neubau 2-Klassenpavillon Schulzentrum AK	Neubau 4-Klassenpavillon Schulzentrum AK		IGS Hamm wird Kreisliegenschaft	IGS Hohenhausen wird Kreisliegenschaft Erw. Hauptschule Altenkirchen; Erw. IGS Horhausen; Erw. IGS Hamm		Erw. Sonderschule L; Erw. Wilhelm-Busch-Schule			Erw. BvS-Realschule+ (Schützenstraße)	Erw. Kreisverwaltung; Erw. Förderschule am Alserberg		neue turnhalle FVS-Gymnasium; Erw. BBS Wissen; Aufst. 6 Container Kopernikus Gym.		6 Container Schulz. AK; 13 Container IGS Horhausen; Erw. IGS Hamm	Aufst. 6 Container Kopernikus Gym.	Schulreform 2010/2011		Erw. Marion-Dönhoff Realschule+; Rückbau Container Kopernikus Gym.			

5.2 Gesamt-Energieverbrauch 2013

Die Liegenschaften weisen dabei ganz unterschiedliche Größen und oft auch eine unterschiedliche Anzahl an Einzelgebäuden auf. Die Abbildung 3 stellt den prozentualen Anteil einzelner Liegenschaften an der gesamten Untersuchungsfläche dar, dabei wurden die Liegenschaften zusätzlich nach ihrer geographischen Lage klassifiziert. Das Schulzentrum Altenkirchen, welches aus einer Vielzahl von Einzelgebäuden besteht, stellt mit gut 24.000 m² und einem Flächenanteil von 15% die größte Untersuchungseinheit dar.

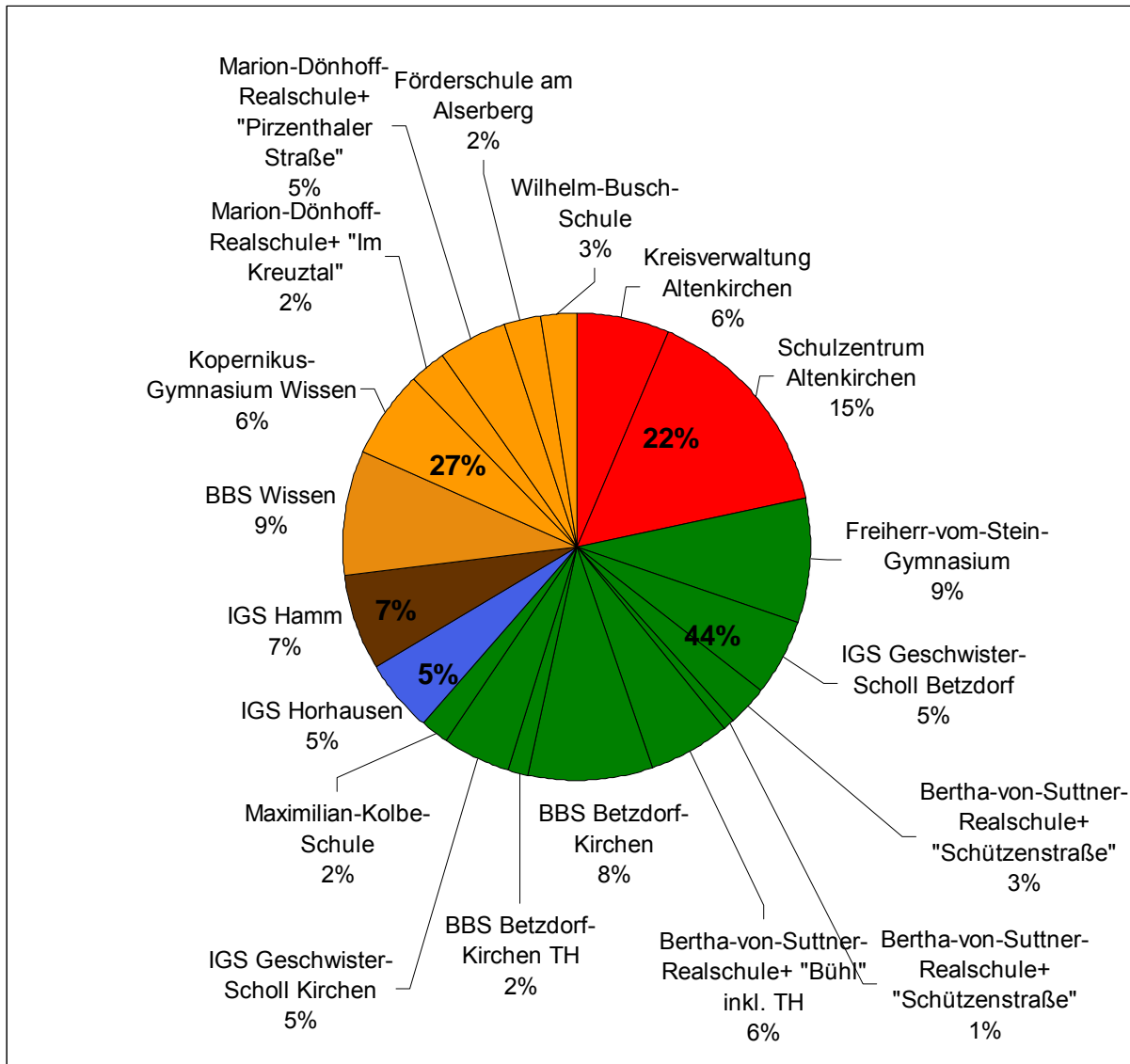


Abbildung 3: Prozentualer Anteil der Liegenschaften an der Gesamtuntersuchungsfläche 2013. Rote Kreisflächen = VG Altenkirchen, grüne Kreisflächen = VG Betzdorf/VG Kirchen, orangene Kreisflächen = VG Wissen, braune Kreisflächen = VG Hamm, blaue Kreisflächen = VG Flammersfeld.

5.2 Gesamt-Energieverbrauch 2013

Der absolute Endenergieverbrauch aller untersuchten Kreisliegenschaften lag 2013 bei 15,8 Mio. kWh. Der Heizenergieverbrauch trägt zu diesem Endenergieverbrauch 84 % oder 13,3 Mio. kWh und der Stromverbrauch 16 % bzw. 2,5 Mio. kWh bei. Dadurch entstanden 2013 energiebedingte Kosten von insgesamt 1,3 Mio. Euro, die zu 60 % auf den Wärmeverbrauch (780.709 €) und zu 40 % auf den Stromverbrauch (519.049 €) zurückzuführen sind. Durch den Energieverbrauch aller untersuchter Kreisliegenschaften wurden Treibhausgasemissionen von über 4.000 t CO₂ (eq) freigesetzt, die zu einem Drittel im Zusammenhang mit dem Stromverbrauch und zu zwei Dritteln mit dem Wärmeverbrauch stehen.

Tabelle 3: Energiestatistik 2013

Energiestatistik 2013	Verbrauch			Kosten			Treibhausgasemissionen	
	Verbrauch [kWh]	Veränderung zum Vorjahr [%]	Veränderung zum Basis- jahr 1992 [%]	Kosten [EUR]	Veränderung zum Vorjahr [%]	Veränderung zum Basis- jahr 1992 [%]	THG [t CO ₂ (eq)]	Anteil an der Gesamt-THG- Emission [%]
Gas (Heizung)	9.300.792	5,22%	-40,47%				2.288	56,67%
Heizöl	1.004.536	47,32%	/				327	8,09%
Holz hackschnitzel	3.006.871	-7,21%	/				75	1,86%
Wärmeverbrauch	13.312.199	4,31%	-14,79%	780.709	-5,89%	97,93%	2.690	66,62%
witterungsbereinigter Wärmeverbrauch	12.982.863	-0,55%	-20,11%					
Stromverbrauch	2.532.839	-3,83%	92,96%	519.049	10,53%	125,66%	1.348	33,38%
Endenergie	15.846.016	2,93%	-6,43%	1.299.759	0,04%	108,15%	4.038	100,00%
Primärenergie	21.655.453	0,83%	5,05%					

Die Tabelle 4 „Energiekennwerte 2013“ bietet einen differenzierten Blick auf die Energieverbräuche und ermöglicht eine qualitative Einschätzung der Verbräuche. Im Durchschnitt wurden 2013 in den Kreisliegenschaften 99 kWh/m² Energie verbraucht. Der tatsächliche Wärmeverbrauchs-kennwert lag bei 83 kWh/m². Ein aufgrund der Witterung vergleichsweise heizintensives Jahr 2013 führte zu einem relativ hohen Verbrauch, sodass der witterungsbereinigte Wärmeverbrauch mit 81 kWh/m² etwas niedriger lag. Der Stromverbrauchskennwert lag derweilen bei 16 kWh/m². Die Kreisliegenschaften verursachten damit 2013 Energiekosten in Höhe von 8,13 €/m² und waren für den Treibhausgas-Ausstoß von 25 kg CO₂ (eq)/m² verantwortlich.

Tabelle 4: Energiekennwerte 2013

Kennwerte 2013	Verbrauch			Kosten			Treibhausgasemissionen	
	Verbrauch [kWh/m ²]	Veränderung zum Vorjahr [%]	Veränderung zum Basis- jahr 1992 [%]	Kosten [EUR/m ²]	Veränderung zum Vorjahr	Veränderung zum Basis- jahr 1992 [%]	[kg CO ₂ (eq) /m ²]	Anteil an der Gesamt-THG- Emission
Wärmeverbrauch	83	3,26%	-43,04%	4,88	-6,84%	32,31%	16	64,96%
witterungsbereinigter Wärmeverbrauch	81	-1,55%	-46,60%					
Stromverbrauch	16	-4,80%	28,98%	3,25	9,41%	50,84%	8	33,38%
Endenergie	99	1,89%	-37,46%	8,13	-0,97%	39,13%	25	100,00%
Primärenergie	135	-0,19%	-29,78%					

5.3 Entwicklung des Gesamt-Energieverbrauchs

Die Entwicklung des absoluten Energieverbrauchs der Kreisliegenschaften ist durch einen Zuwachs der Anzahl an Kreisliegenschaften sowie durch die Erweiterung bestehende Liegenschaften geprägt. Seit 1992 hat die Fläche der untersuchten Kreisliegenschaften um ca. 50 % zugenommen, sodass es naheliegend ist, dass der Stromverbrauch in demselben Zeitraum ebenfalls angestiegen ist. Die Korrelation von Stromverbrauch und der Flächenentwicklung ist in der Abbildung 4 nachvollziehbar. Jedoch wird anhand der Stromverbrauchskennwerte (Abbildung 5) klar, dass der Anstieg des Stromverbrauchs nicht nur durch den Zuwachs der Kreisliegenschaftsfläche verursacht wurde. Ein Anstieg des Stromverbrauchskennwerts von 12 kWh/m² (1992) auf 16 kWh/m² (2013) verdeutlicht, dass die Kreisliegenschaften grundsätzlich stromverbrauchsintensiver geworden sind.

Dies ist größtenteils auf die Zunahme an Elektrogeräten an den Liegenschaften zu erklären. Die Einführung von Computerarbeitsplätzen in der Kreisverwaltung Altenkirchen, die Einrichtung von Computerräumen in den Schulen und den zunehmenden Einzug von immer mehr technischen Geräten in den Schulalltag. Ein nicht zu vernachlässigender Faktor ist die Errichtung von strombeheizten Containerklassen, die am Schulzentrum in Altenkirchen, an der IGS Horhausen und am Kopernikus-Gymnasium in Wissen zwischen 2007 und 2010 errichtet wurden. Einen weiteren kleinen Beitrag zu dem gestiegenen Stromverbrauch dürfte die Installation der Holzhackschnitzelanlagen mit sich gebracht haben (IGS Horhausen, Nahwärmeverbund Altenkirchen, IGS Betzdorf), da diese stromintensiver als die vorher genutzten konventionellen Heizungen sind.

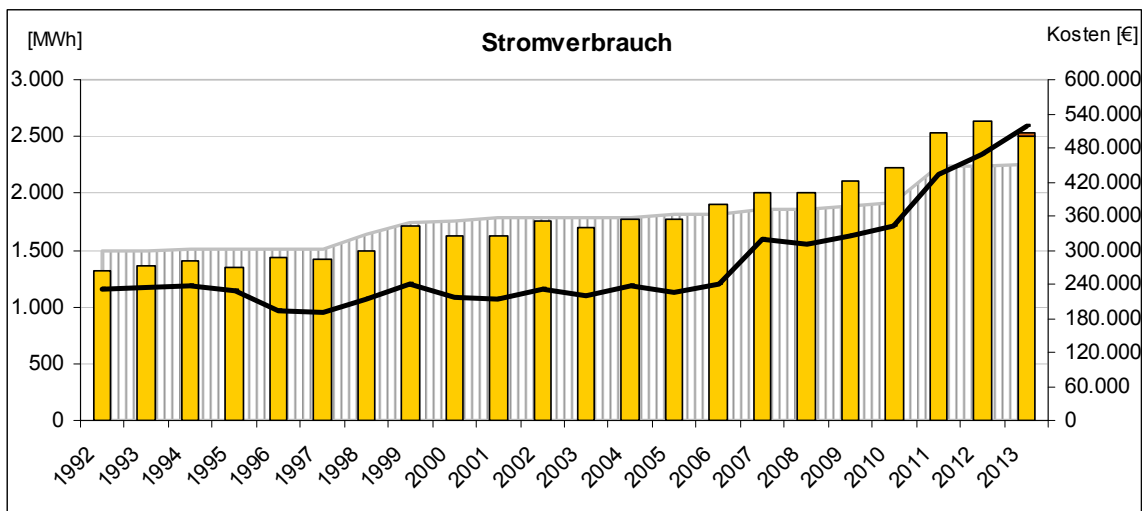


Abbildung 4: Stromverbrauch [MWh] und Stromkosten [€] der Kreisliegenschaften. Gelbe Säule = Stromverbrauch, orangene Säule 2013 = Eigenstromverbrauch der eigenen PV-Anlage, schwarze Linie = Stromkosten, grau schraffierte Fläche = dimensionsloser Index der Untersuchungsfläche.

Mit dem steigenden Stromverbrauch ging ein überproportionaler Stromkostenanstieg einher. Während der flächenbereinigte Stromverbrauch seit 1992 um knapp 30 % stieg, kam es bei den Stromkosten im selben Zeitraum zu einer Mehrbelastung von über 50 %. Nachdem die Stromkosten zwischen 1992 bis 2006 weitestgehend stagnierten bzw. sogar leicht fielen, sind die Stromkosten für die Kreisliegenschaften seitdem förmlich explodiert und zeigen einen relativ linearen Trend nach oben. Der Landkreis Altenkirchen musste als Folge dieser Entwicklung 2013 mehr als doppelt so viel für seinen Strombezug gegenüber 2006 aufwenden. 2013 konnte der Trend des steigenden Stromverbrauchs gebrochen werden. Zum ersten Mal seit 2003 sank der absolute Stromverbrauch gegenüber dem Vorjahr um 4 %. Des Weiteren konnte der Strombezug 2013 dadurch gesenkt werden, dass 37.418 kWh selbst produzierten Solarstroms direkt in den Liegenschaften verbraucht wurden. Da die meisten Photovoltaikanlagen erst im Laufe des Sommers 2013 installiert wurden, ist davon auszugehen, dass die Eigenversorgung durch Solarstrom deutlich zunehmen wird und 2014 im Be-

5.3 Entwicklung des Gesamt-Energieverbrauchs

reich von 150.000 kWh selbstverbrauchten Solarstroms liegen wird. Hinzu kommt noch einmal die gleiche Menge an Solarstrom, die ins Netz eingespeist werden dürfte.

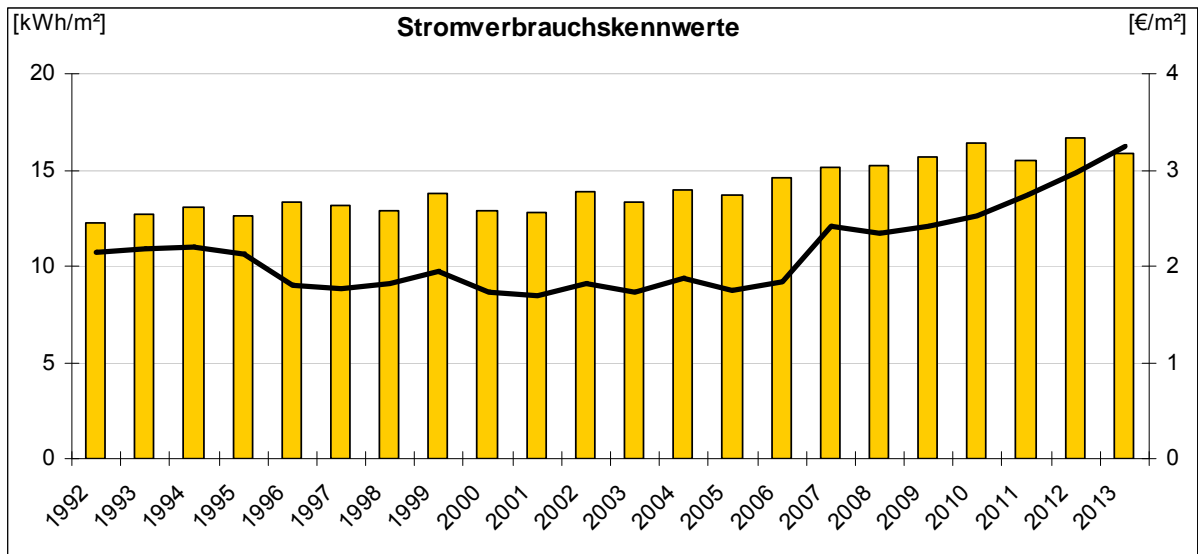


Abbildung 5: Stromverbrauchs- [kWh/m²] und Stromkostenkennwerte [€/m²] der Kreisliegenschaften. Gelbe Säule = Stromverbrauchs-kennwerte, schwarze Linie = Stromkostenkennwerte.

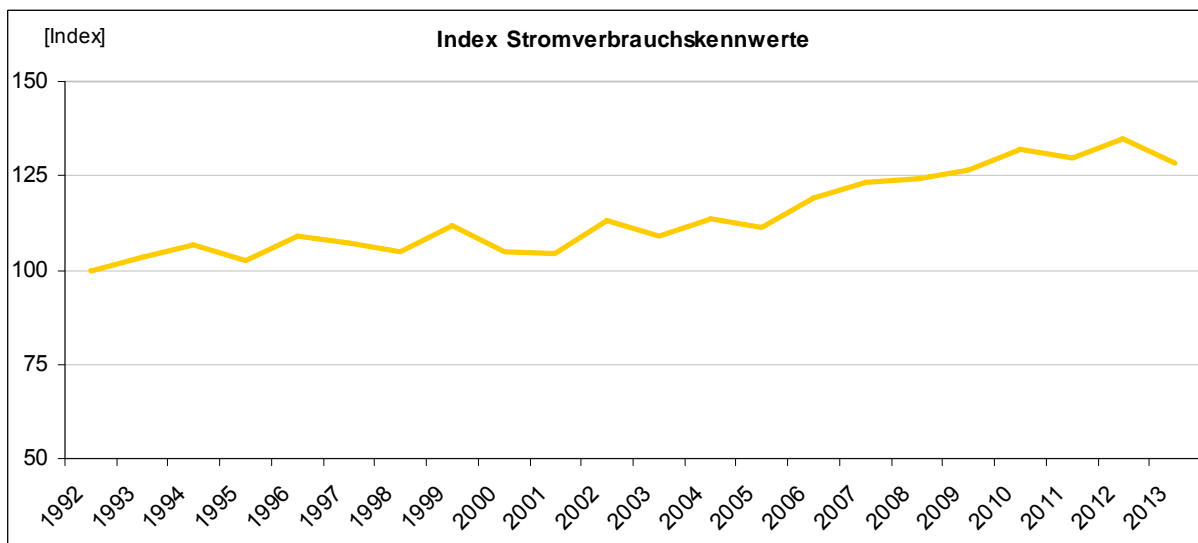


Abbildung 6: Indexierte Entwicklung der flächenbezogenen Stromverbrauchs-kennwerte der Kreisliegenschaften seit 1992 (Stromverbrauch 1992 = 100).

5.3 Entwicklung des Gesamt-Energieverbrauchs

Der Heizenergie- oder Wärmeverbrauch umfasst sowohl den Heizbedarf als auch den Warmwasserbedarf. Bei dem Heizenergieverbrauch (Abbildung 7) zeigt sich eine andere Entwicklung als beim Stromverbrauch. Trotz steigender Untersuchungsfläche ist der tatsächliche Heizenergieverbrauch um 15 % und der witterungsbereinigte Heizenergieverbrauch sogar um 20 % seit 1992 gesunken. Dies ist das Ergebnis umfangreicher Sanierungsmaßnahmen im Bereich der Gebäudehülle und der Heizsysteme. Zusätzlich könnte auch ein verbessertes Heizverhalten aufgrund von Bewusstseinsbildung einen positiven Einfluss auf den Heizenergieverbrauch gehabt haben.

Auf Basis der Heizenergieverbrauchskennwerte ist die Verbrauchsdegression noch wesentlich deutlicher. Der Heizenergieverbrauch je Flächeneinheit ist während des Untersuchungszeitraums um rund 50 % gesunken. Insbesondere zwischen den Jahren 1997 bis 2002 sank der Verbrauch von 137 auf 94 kWh/m². Seitdem sinkt der Heizenergieverbrauch nur noch leicht, aber stetig, sodass er heute bei durchschnittlich 81 kWh/m² liegt.

Trotz des deutlich gesunkenen Wärmeverbrauchs, haben sich die Heizkosten seit 1992 nahezu verdoppelt. Allerdings sind die Heizkosten auf flächenbereinigter Basis seit 2006 nur noch minimal gestiegen. Dies ist das Ergebnis des niedrigen Gaspreises, der seit 2006 nahezu stagniert. Der Wärmebedarf der Kreisliegenschaften wird hauptsächlich durch den Einsatz von Erdgas gedeckt (siehe Abbildung 21).

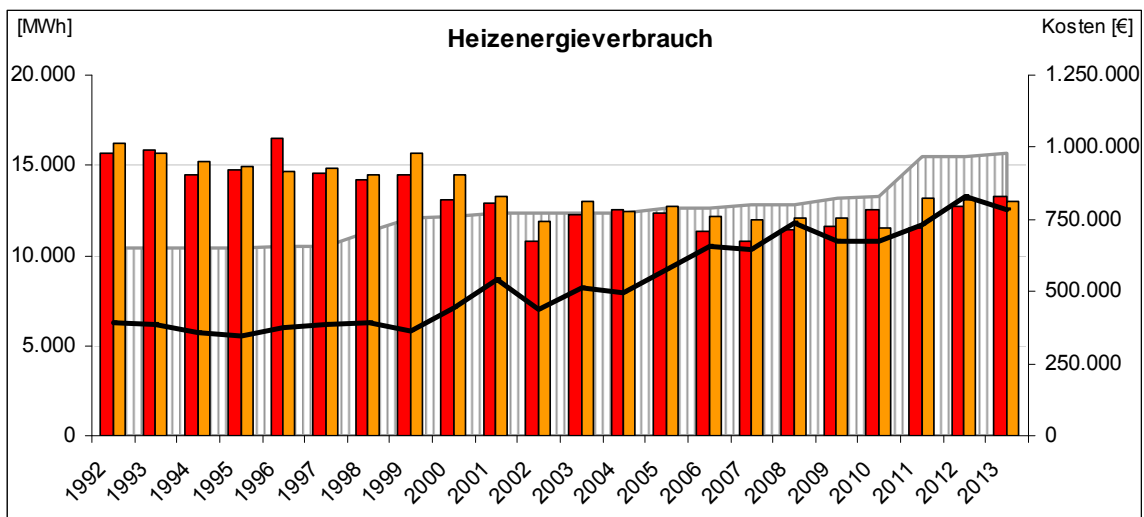
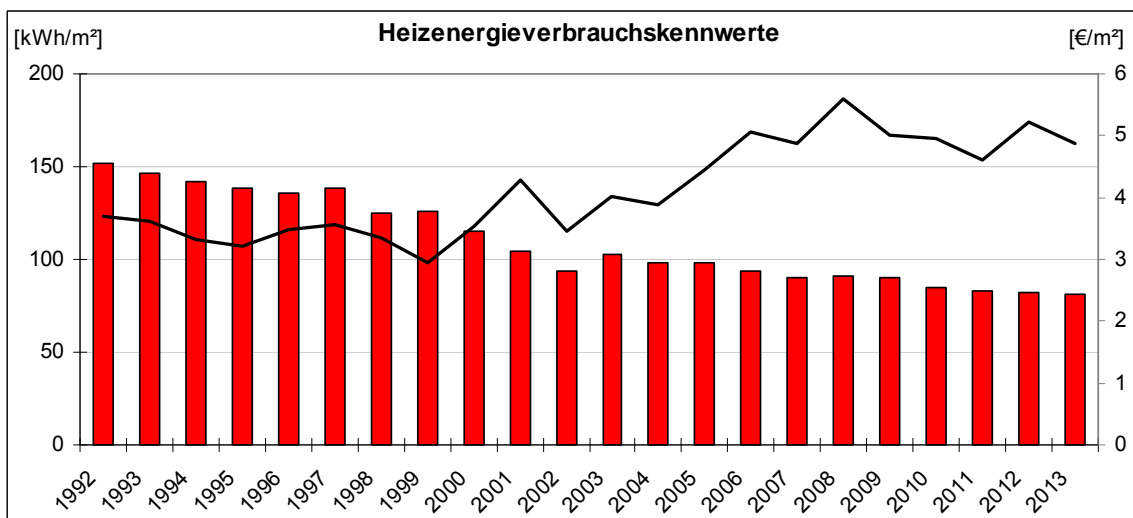


Abbildung 7: Heizenergieverbrauch [MWh] und Heizenergiekosten [€] der Kreisliegenschaften. Rote Säule = tatsächlicher Verbrauch, orangene Säule = witterungsbereinigter Heizenergieverbrauch, schwarze Linie = Heizenergiekosten, grau schraffierte Fläche = dimensionsloser Index der Untersuchungsfläche.



5.3 Entwicklung des Gesamt-Energieverbrauchs

Abbildung 8: Witterungsbereinigte Heizenergieverbrauchs- [kWh/m²] und Heizkostenkennwerte [€/m²] der Kreisliegenschaften. Rote Säule = Heizenergieverbrauchskennwerte, schwarze Linie = Heizkostenkennwerte.

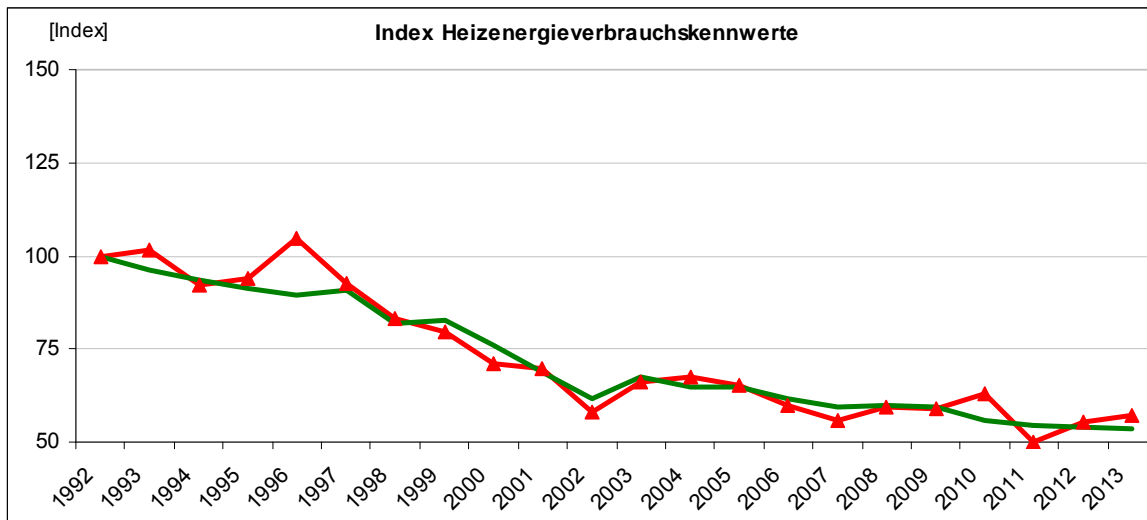


Abbildung 9: Indexierte Entwicklung der flächenbezogenen Heizenergieverbrauchskennwerte der Kreisliegenschaften seit 1992. Rot = tatsächlicher Verbrauch, grün = witterungsbereinigter Verbrauch.

Der Endenergieverbrauch der Kreisliegenschaften, der eine Kumulation von Strom und Heizenergie darstellt, blieb seit 1992 auf absoluter Basis mit geringen Schwankungen auf einem Level. Dies lag zum einen an einer gewissen Nivellierung des abnehmenden Heizenergieverbrauchs durch den steigenden Stromverbrauch und zum anderen an der bereits gezeigten Zunahme der Untersuchungsfläche. Denn der Endenergiekennwert ging seit 1992 um knapp 40 % zurück (Abbildung 11 u. Abbildung 12). Ein ähnliches Bild zeigt sich auch beim Primärenergieverbrauch. Der Primärenergieverbrauch ergibt sich aus dem Endenergieverbrauch und den Verlusten, die bei der Erzeugung der Endenergie aus der Primärenergie auftreten. Da der Primärenergiefaktor des nationalen Strommixes, bedingt durch hohe Energieverluste bei der Stromgestehung, relativ hoch ist, ist der Primärenergieverbrauch gegenüber dem Endenergieverbrauch in dem Maße gestiegen, wie der Anteil des Stromverbrauchs am Endenergieverbrauch zugenommen hat. Die Zunahme des Stromverbrauchs am Endenergieverbrauch lässt sich aus Abbildung 13 ableiten. Lag der Stromanteil an der Endenergie 1992 noch bei knapp 8 %, so ist er bis 2013 auf über 16 % gestiegen.

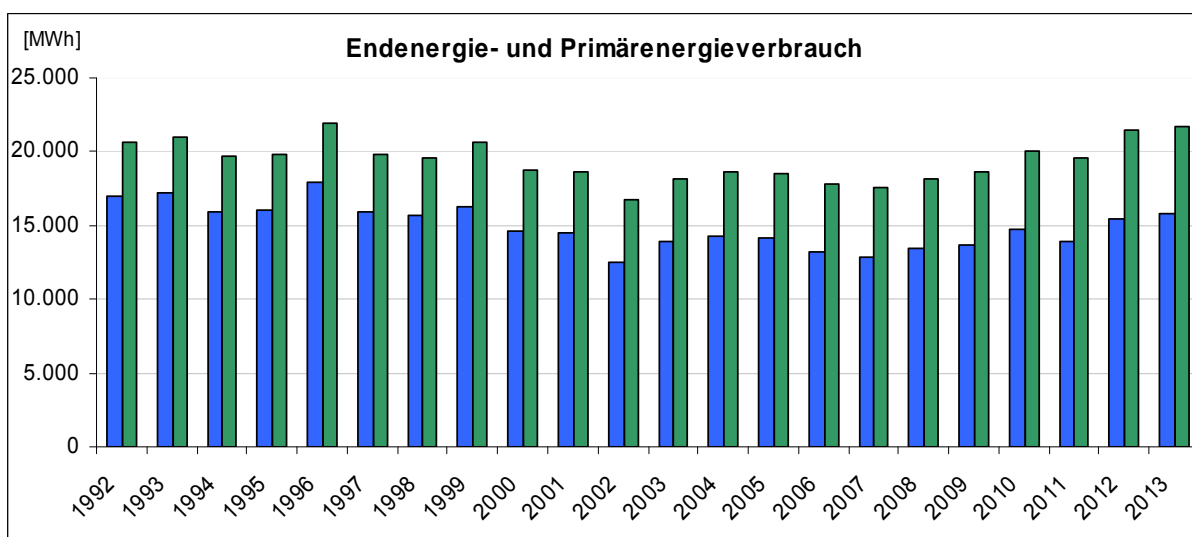


Abbildung 10: Endenergie- (blau) und Primärenergieverbrauch (grün) der Kreisliegenschaften.

5.3 Entwicklung des Gesamt-Energieverbrauchs

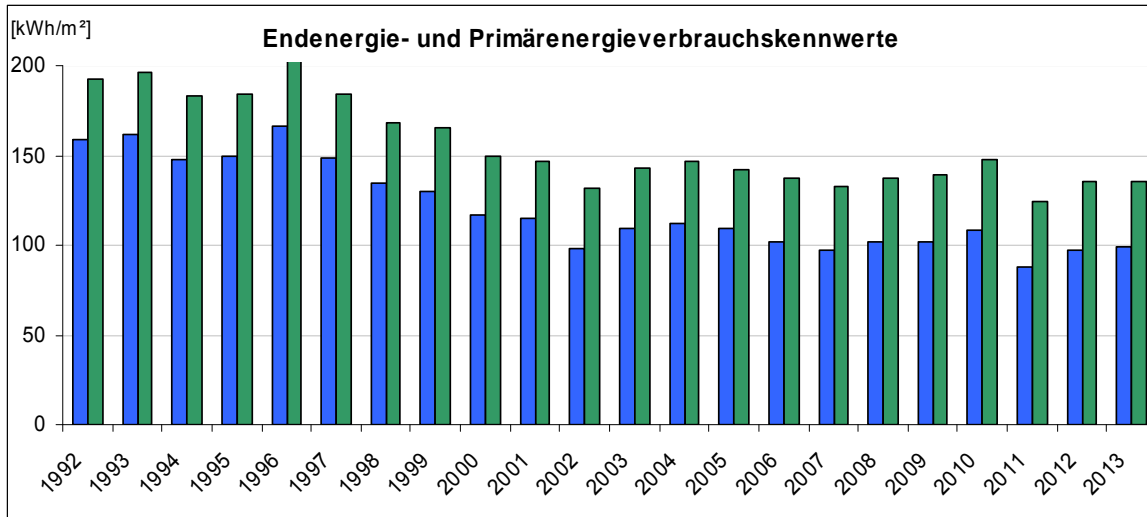


Abbildung 11: Endenergie- (blau) und Primärenergieverbrauchskenwerte (grün) der Kreisliegenschaften.

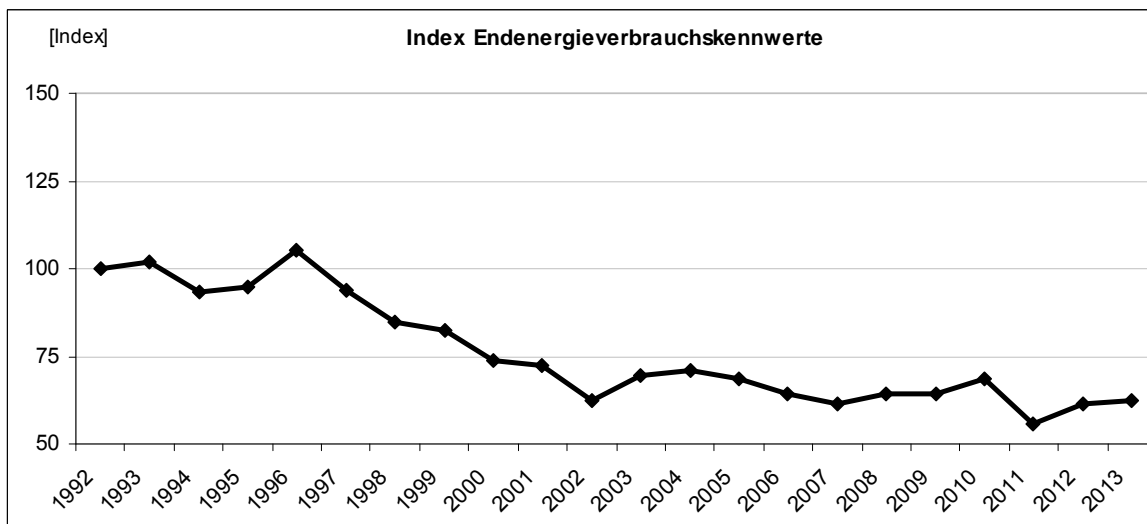


Abbildung 12: Indexierte Entwicklung der flächenbezogenen Endenergieverbrauchskenwerte der Kreisliegenschaften.

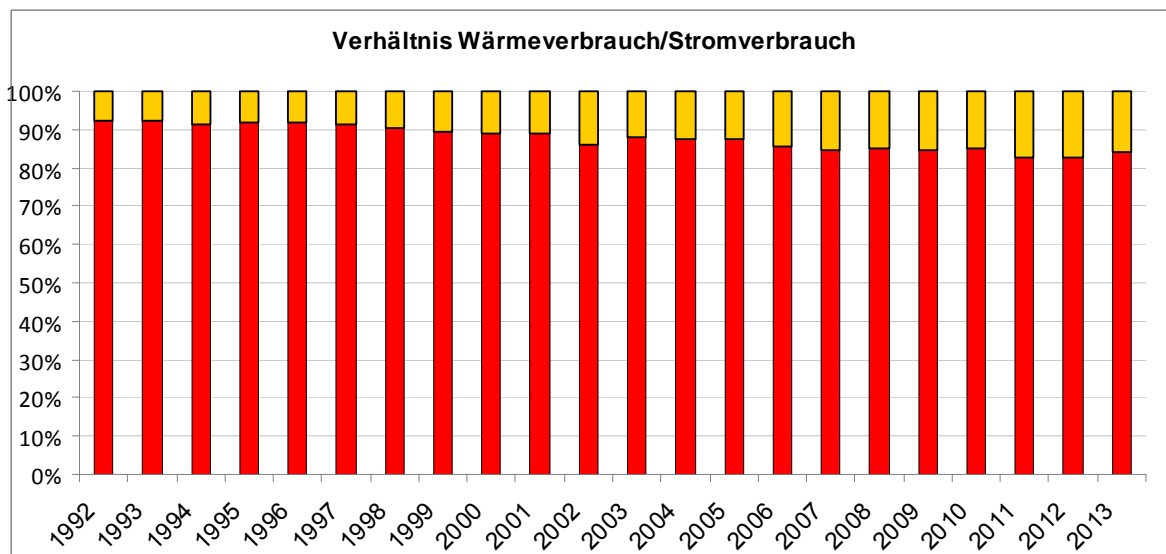


Abbildung 13: Verhältnis Wärmeverbrauch/Stromverbrauch am Endenergieverbrauch. Roter Säulenbereich = Anteil Wärmeverbrauch am Endenergieverbrauch, gelber Säulenbereich = Anteil Stromverbrauch am Endenergieverbrauch.

5.4. Energiekosten der Kreisliegenschaften

Die Energiekosten der untersuchten Kreisliegenschaften betragen 2013 1,3 Mio. Euro, wovon die Stromkosten ungefähr 40 % ausmachten. Abbildung 15, 16

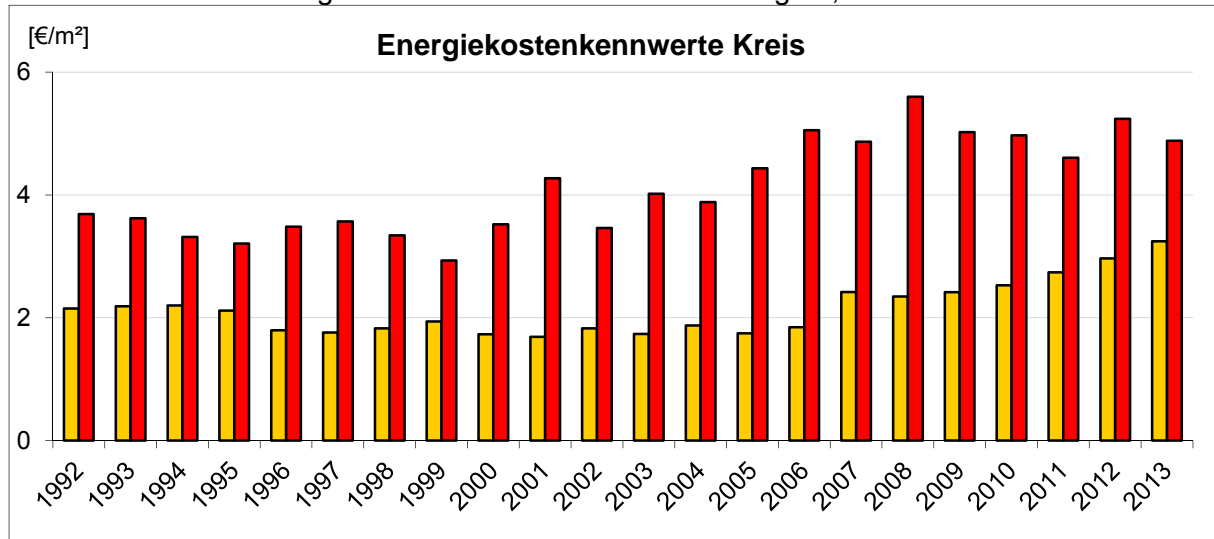


Abbildung 16 und 17 zeigen, dass die Energiekosten in den 1990er Jahren auf niedrigem Niveau stagnierten bzw. sogar leicht sanken. 1999 wurde nur die Hälfte der heutigen Summe für die Energieversorgung der Kreisliegenschaften aufgewendet. Seit der Jahrtausendwende stiegen die Energiekosten jedoch stark an. Anfangs wurde dieser Anstieg vor allem durch steigende Kosten im Bereich der Heizwärme verursacht. Der steigende Stromverbrauch wurde damals durch sinkende Strompreise abgedeckt (siehe Abbildung 15). Doch seit 2006 zieht auch der Strompreis für die Kreisliegenschaften deutlich an, sodass dieser um 65 % von 12,6 Ct/kWh (2006) auf nun 20,8 ct/kWh (2013) gestiegen ist. Die Kombination aus steigendem Stromverbrauch und steigendem Strompreis trieben die Energiekosten für die Kreisliegenschaften in den letzten Jahren explosionsartig nach oben. Die Heizenergiekosten, die für die Kreisliegenschaften aufgebracht werden müssen, stagnieren dagegen seit 2006 auf einem Niveau, nachdem sich diese zuvor von 2,5 ct/kWh (1996) auf über 6 ct/kWh (2008) mehr als verdoppelt hatten. Diese Stabilisierung der Heizenergiekosten ist zum einen den stagnierenden Gaspreisen zu verdanken, zum anderen haben sich Investitionen in neue Heizsysteme, teilweise mit einer Umstellung auf alternative Brennstoffe, bemerkbar gemacht.

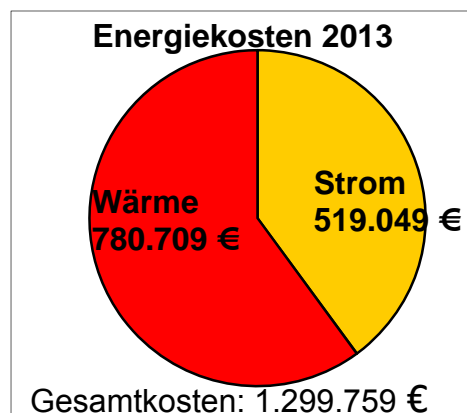


Abbildung 14: Anteil von Strom und Wärme an den Gesamtenergiekosten.

5.4. Energiekosten der Kreisliegenschaften

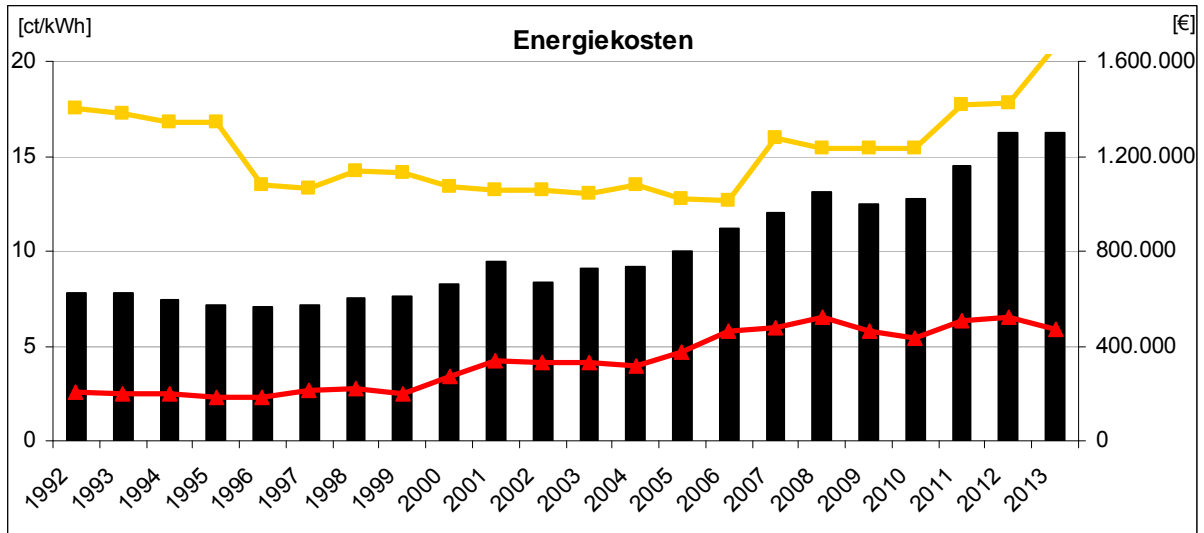


Abbildung 15: Energiekosten der Kreisliegenschaften. Schwarze Säulen = Gesamtenergiekosten, gelbe Linie = Strompreis, rote Linie = Wärmepreis.

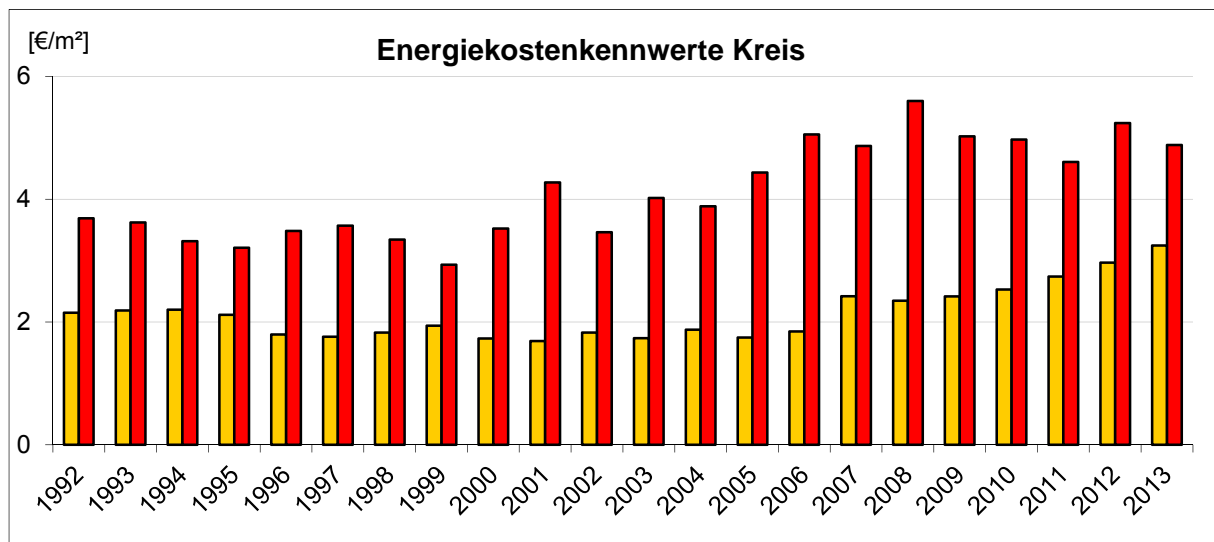


Abbildung 16: Energiekostenkennwerte. Gelbe Säule = Stromkostenkennwerte [€/m²], rote Säule = Heizenergiekostenkennwerte [€/m²].

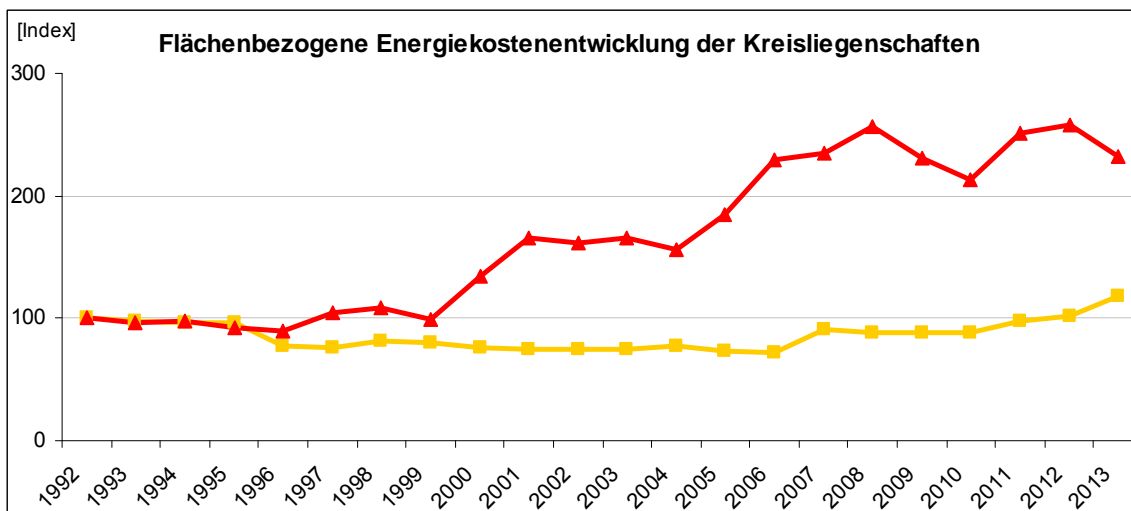


Abbildung 17: Flächenbezogener Energiekostenindex. Gelb = Stromkosten, rot = Heizenergiekosten.

5.5 Entwicklung der Treibhausgasemissionen

Die Treibhausgasemissionen der Kreisliegenschaften sind trotz Zunahme der bewirtschafteten Fläche während der Untersuchungsperiode deutlich gesunken. Lagen diese in den 1990er Jahren noch zwischen 4500-5000 t CO₂ (eq), liegen diese seit der Jahrtausendwende fast durchgehend unter 4000 t CO₂ (eq). Dies bedeutet eine Reduktion der Treibhausgasemissionen seit 1992 von 16 %. Diese Reduktion wurde vor allem durch Heizenergieeinsparungen erreicht. Des Weiteren werden immer mehr Kreisliegenschaften mit Holzhackschnitzeln beheizt (Abbildung 21), deren Verbrennung aufgrund eines geringen Emissionsfaktors nur geringe Treibhausgasemissionen verursacht (Abbildung 22). Jedoch nehmen die absoluten Treibhausgasemissionen, die im Zusammenhang mit dem Stromverbrauch stehen, seit 2011 zu. Dies liegt zum einen an negativen Entwicklungen beim Emissionsfaktor des nationalen Strommixes (siehe Abbildung 1) und zum anderen an dem weiter steigenden Stromverbrauch der Kreisliegenschaften. Die Entwicklung der flächenbereinigten Treibhausgasemissionen folgt einem eindeutigen Abwärtstrend, der durch drei auffällige „Ereignisse“ unterbrochen wird (siehe Abbildung 19). Die vergleichsweise geringen Treibhausgasemissionen 2002 und 2011 sind auf besonders milde Heizperioden zurückzuführen. 1996 dagegen gab es eine sehr kühle Heizperiode, sodass die Treibhausgasemissionen vergleichsweise hoch ausfielen. Diese klimatischen Extremjahre sind in der Abbildung 20 dadurch zu erkennen, dass 1996 bzw. 2003 und 2012 die Treibhausgasemissionen um knapp 10 % zum Vorjahr stiegen. In den anderen Jahren stagnierten oder fielen die Treibhausgasemissionen sukzessive.

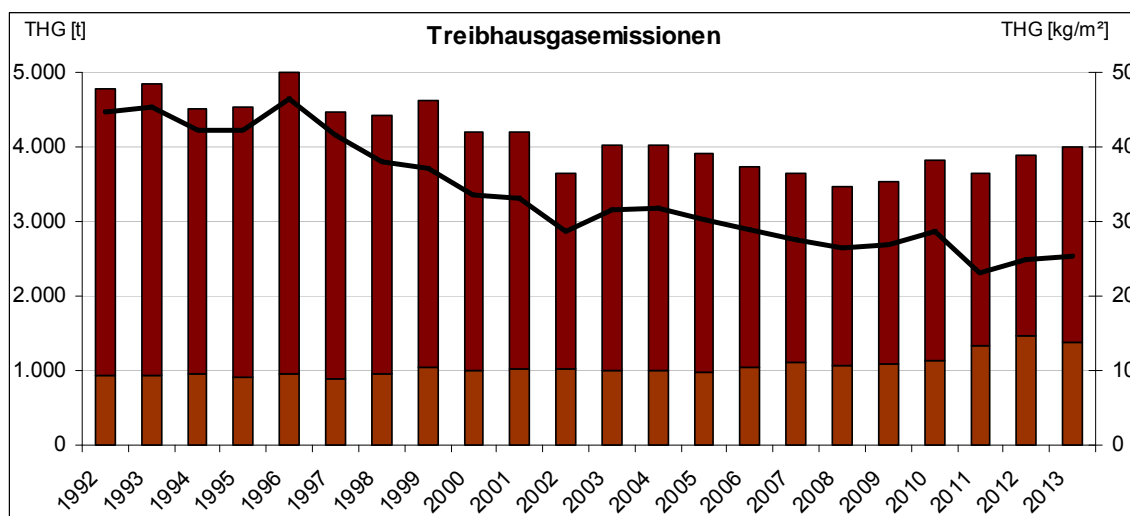


Abbildung 18: Treibhausgasemissionen der Kreisliegenschaften. Dunkelbrauner Säulenbereich= THG aus der Heizenergiegestehung, hellbrauner Säulenbereich = THG aus der Stromgestehung, Schwarze Linie = Kennwerte der Gesamtemissionen [kg/m²].

5.5 Entwicklung der Treibhausgasemissionen

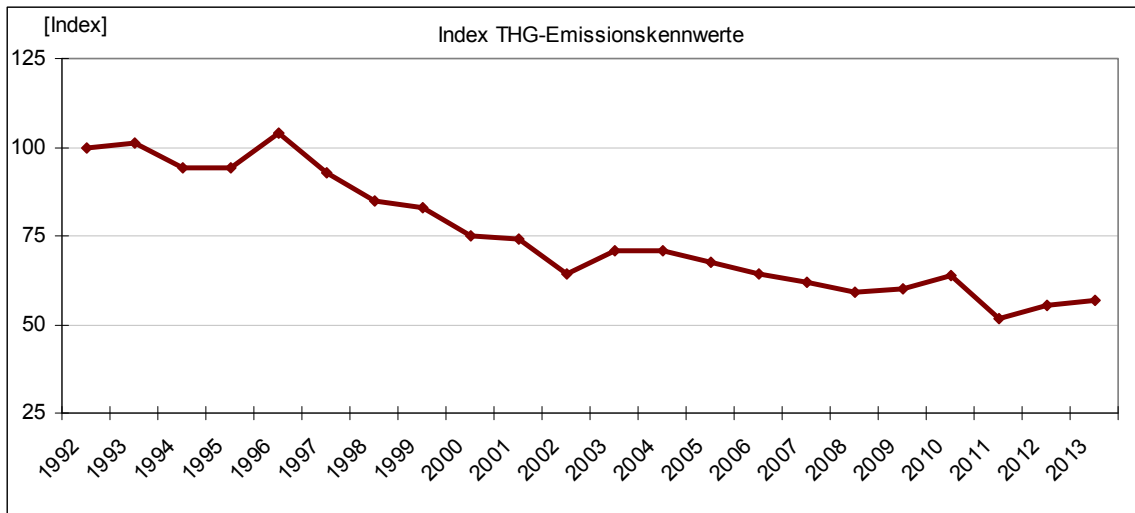


Abbildung 19: Indexierte Entwicklung der flächenbereinigten Treibhausgasemissionen der Kreisliegenschaften seit 1992.

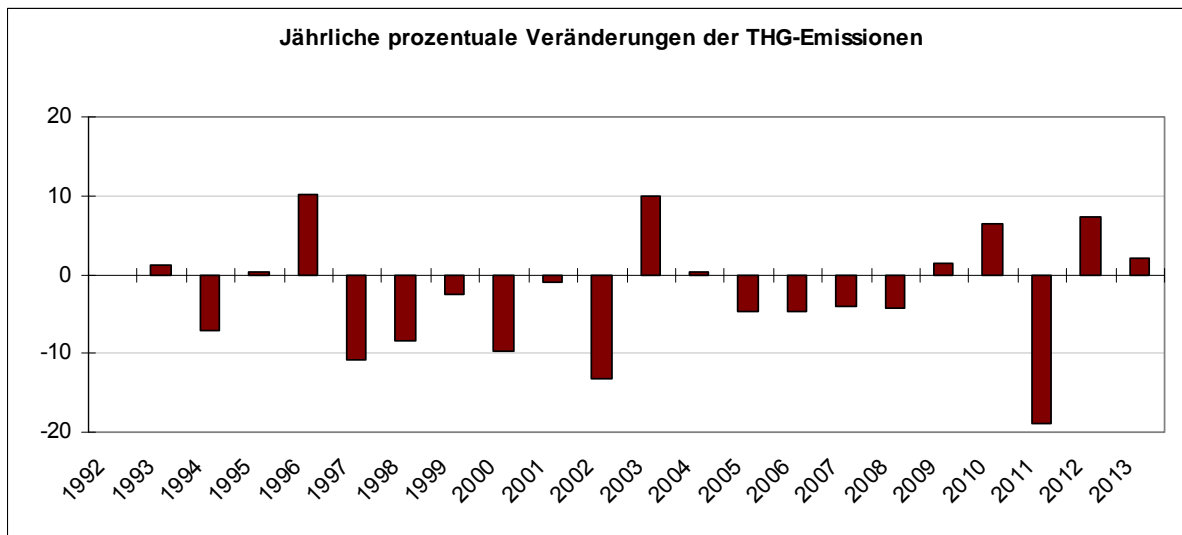


Abbildung 20: Prozentuale Veränderungen der THG-Emissionen der Kreisliegenschaften auf Basis der flächenbezogenen Kennwerte.

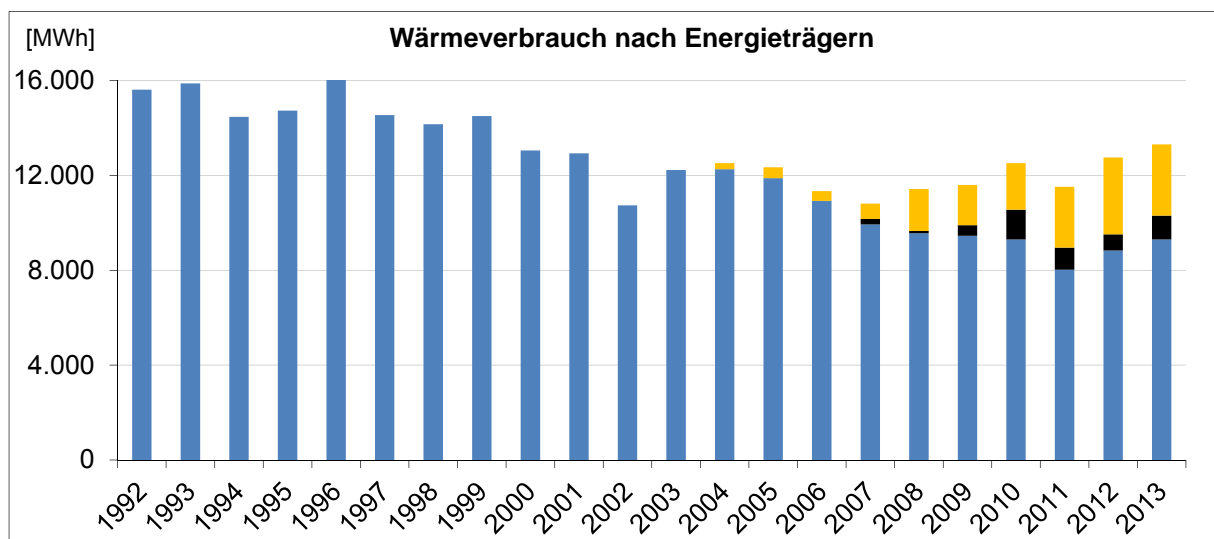


Abbildung 21: Wärmeverbrauch nach Energieträgern. Blau = Erdgas, schwarz = Mineralöl, orange = Holz. (Note: The legend in the image incorrectly lists Holz as orange, but the bars show orange as wood chips.)

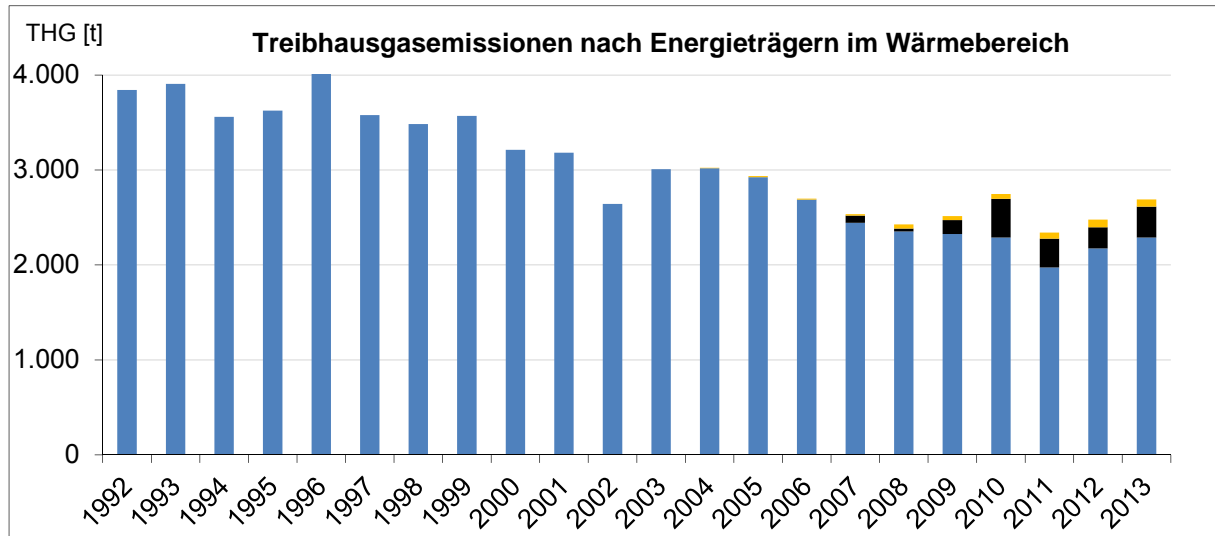


Abbildung 22: Treibhausgasemissionen nach Energieträgern im Wärmebereich. Blau = Erdgas, schwarz = Mineralöl, orange = Holzhackschnittzel.

5.6 Klimafreundliche Energieproduktion

Der Gebäudesektor schlägt heute mit einem Anteil von 40 % am deutschen Gesamtenergieverbrauch zu Buche und ist damit entscheidend an der Emission von Treibhausgasen beteiligt. Die Treibhausgasemissionen eines Gebäudes lassen sich zunächst einmal durch eine Steigerung der Energieeffizienz verringern. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, fossile Brennstoffe durch klimafreundlichere Energieträger zu substituieren und damit die Treibhausgasbilanz eines Gebäudes zu verbessern. Der Landkreis Altenkirchen hat sich mit seinem Klimaschutzkonzept ehrgeizige Ziele gesetzt. Um diese erreichen zu können wurde beschlossen, dass der Landkreis mit seinen eigenen Liegenschaften mit gutem Beispiel vorweg geht und zeigt, was im Bereich der energetischen Gebäudesanierung und bei der regenerativen Energiegewinnung möglich ist. Deshalb wurden mehrere Kreisliegenschaften mit Photovoltaikanlagen (Kapitel 5.6.1) und mit Solarthermie (Kapitel 5.6.2 Solarthermie) ausgestattet. Seit einigen Jahren wird bei abgängigen Heizungskesseln stets die Einsatzmöglichkeit von Hackschnitzelheizungen geprüft (Kapitel 5.6.3 Biomasse). Hackschnitzel, die aus der Region kommen, haben eine sehr gute Klimabilanz. Zum einen gilt der Energieträger Holz als ein nachwachsender Rohstoff, zum anderen wird für die Hackschnitzelproduktion in der Regel Restholz mobilisiert, dessen gespeicherter Kohlenstoff bei der mikrobiellen Zersetzung mittelfristig dem Kohlenstoffkreislauf wieder zugefügt werden würde. Seit Ende 2010 wird durch den Nahwärmeverbund Glockenspitze Altenkirchen gAÖR zudem ein gasbetriebenes Blockheizkraftwerk betrieben. Die Energieerzeugung basiert zwar auf einem fossilen Brennstoff, jedoch ist die Technik aufgrund der Kraft-Wärme-Kopplung wesentlich effektiver als konventionelle Gaskessel, weshalb die zusätzliche Stromproduktion in diesem Energiebericht als klimafreundlich angesehen wird.

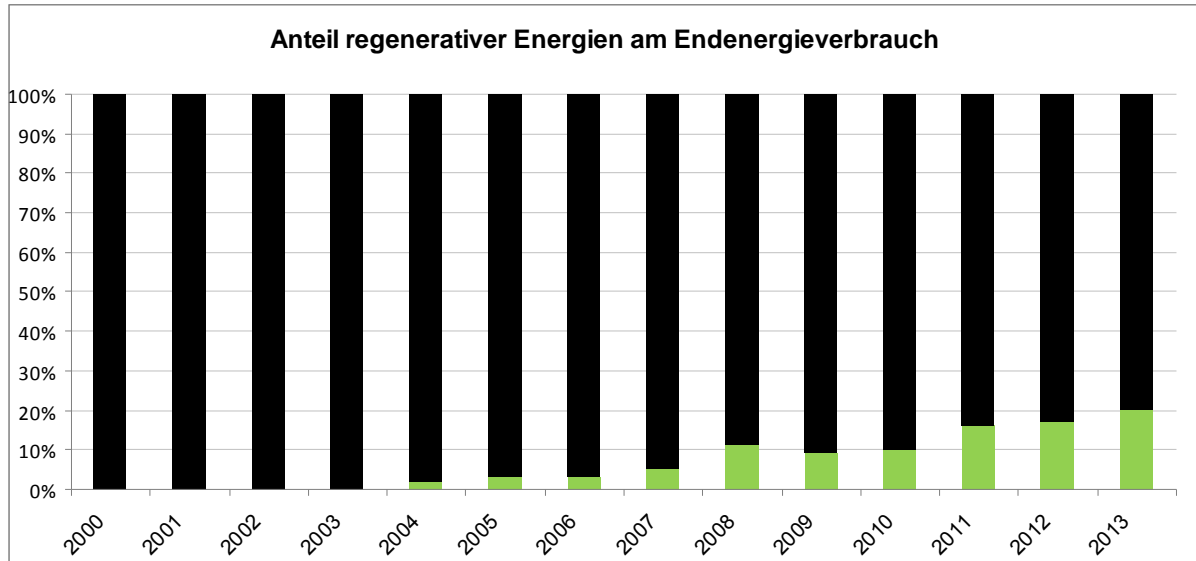


Abbildung 23: Anteil der regenerativen Energien (grün) am Endenergieverbrauch der Kreisliegenschaften.

Der Landkreis Altenkirchen gewinnt an seinen Liegenschaften ab 2001 Energie aus regenerativen Quellen. Seitdem nimmt der Anteil regenerativer Energien am Energieverbrauch stetig zu. Bis 2003 war der Anteil der regenerativen Energien am Gesamt-Energieverbrauch verschwindend gering und basierte lediglich auf kleineren Photovoltaik-Versuchsanlagen. Ab 2004, als vermehrt über Holzhackschnitzelanlagen nachgedacht wurde und mehrere Heizsysteme auf den Brennstoff Holz umgestellt wurden, nahm dieser Anteil deutlich zu. 2013 betrug der Anteil der Erneuerbaren Energien ca. 20 % am Endenergieverbrauch, was eine klimafreundliche Energieproduktion von 3.207 MWh bedeutete. Abbildung 24 und Abbildung 25 verdeutlichen, dass die klimafreundliche Energieproduktion zu 90 % auf den installierten Holzhackschnitzelanlagen beruht.

2013 konnten durch Einsatz von Erneuerbaren Energien an den Liegenschaften Treibhausgasemissionen in Höhe von 650 t CO₂-Äquivalenten vermieden werden (Abbildung 26). Die Einsparung von Treibhausgasemissionen durch regenerative Energieerzeugung hat seit 2004 eine immer größere Bedeutung gewonnen. Besonders auffällig war die Entwicklung zwischen 2010 und 2011 als der Nahwärmeverbund Glockenspitze mit seiner 1,25 MW Holzhackschnitzelheizung ans Netz ging und seitdem die Kreisverwaltung und das Schulzentrum Altenkirchen mit Wärme versorgt. Ab 2014 dürften durch die im Laufe des Sommers 2013 neu installierten Photovoltaikanlagen auf den Kreisliegenschaften weitere 120 t CO_{2(eq)}/a vermieden werden. Mit der Errichtung des neuen Heizsystems an der BBS Betzdorf-Kirchen, bestehend aus Holzhackschnitzelanlage, Solarthermie und Erdgas-Spitzenlastkessel, werden die THG-Emissionen ab 2016 um knapp 300 t CO_{2 (eq)}/a gesenkt.

5.6 Klimafreundliche Energieproduktion

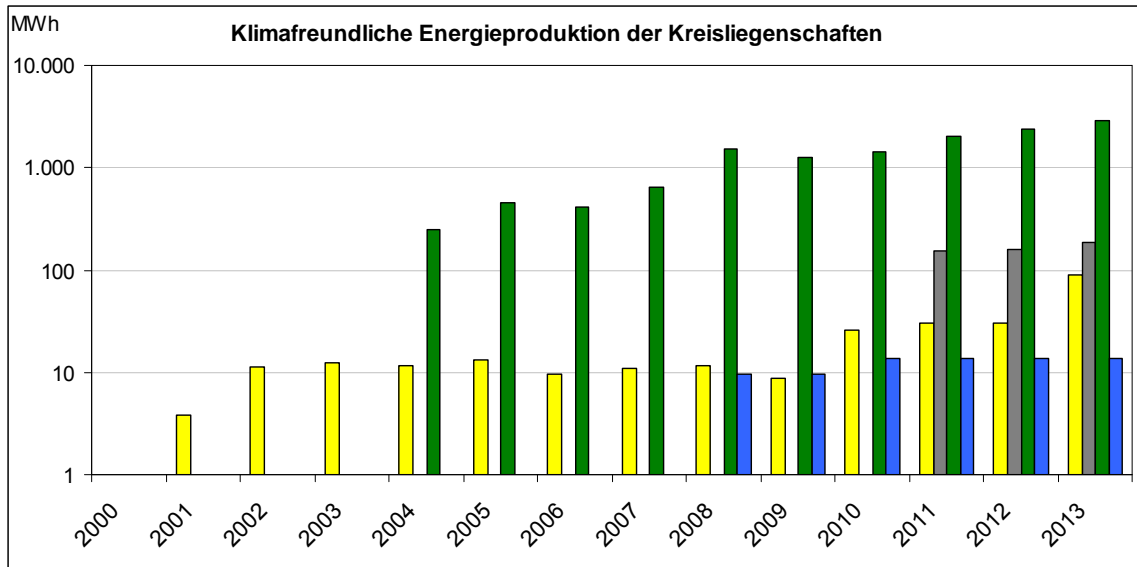


Abbildung 24: Klimafreundliche Energieproduktion der Kreisliegenschaften (logarithmische Darstellung). Blau = Solarthermie, gelb = Photovoltaik, grau = Erdgas (KWK), grün = Holzackschnitzel.

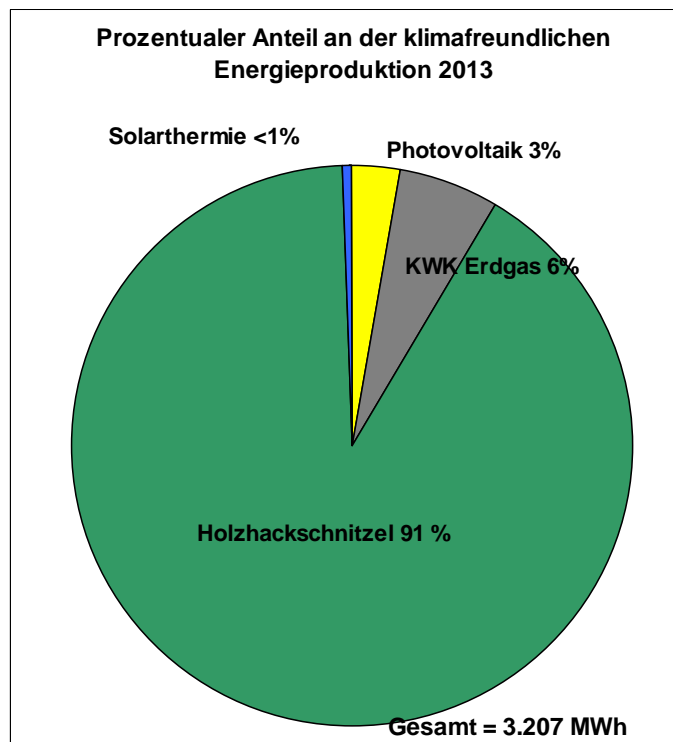


Abbildung 25: Aufteilung der klimafreundlichen Energieproduktion nach Gestehungsform 2013. Blau = Solarthermie, gelb = Photovoltaik, grau = Erdgas (KWK), grün = Holzackschnitzel.

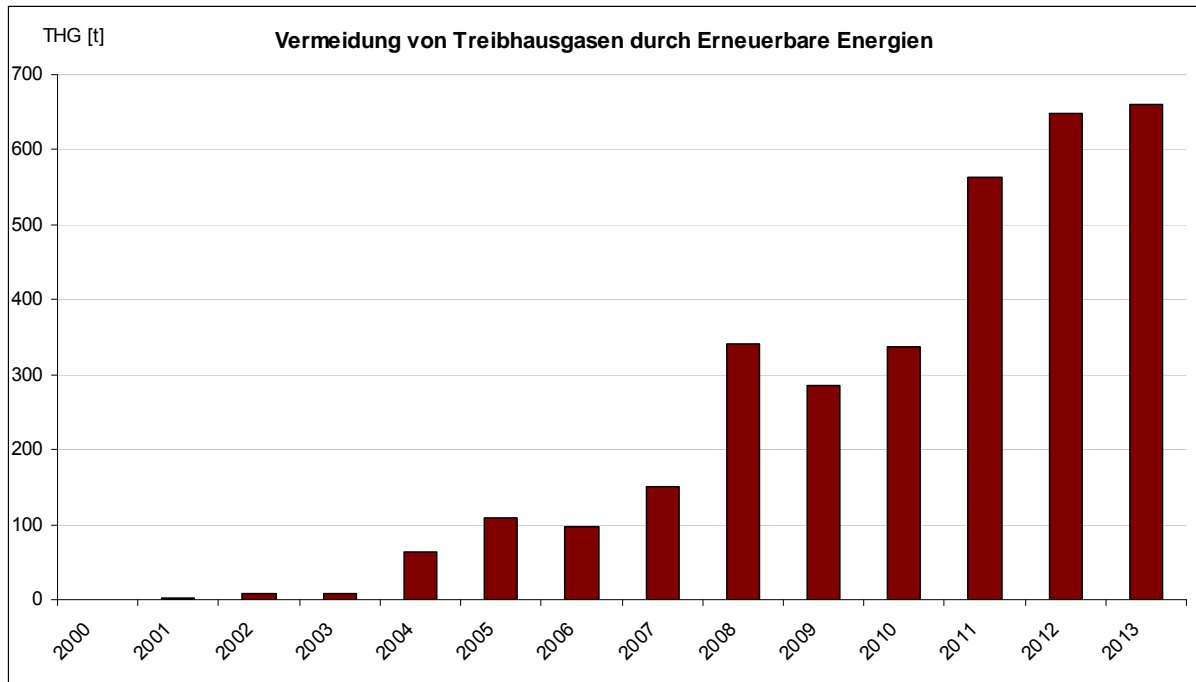


Abbildung 26: Vermeidung von Treibhausgasemissionen durch den Einsatz von Erneuerbarer Energien.

5.6.1 Photovoltaik

Seit Anfang des Jahrtausends werden immer mehr Dächer kreiseigener Liegenschaften zur Solarstromproduktion genutzt. Ausschlaggebend für diese Entwicklung war das Erneuerbare-Energien-Gesetz aus dem Jahr 2000 mit der Einführung von Einspeisevergütungen für Solarstrom. Die anfängliche Einspeisevergütung von über 50 ct/kWh, kompensierte die damals noch hohen Systempreise der Photovoltaik, sodass geeignete Dächer eine attraktive Rendite versprachen. Die ersten eigenen PV-Anlagen des Kreises (IGS Horhausen, Fachklassentrakt am Schulzentrum Altenkirchen) wurden 2001/2002 installiert und sind von der Größe ($5 \text{ kW}_{\text{peak}}$) her als Versuchs-/Schulungsanlagen für Unterrichtszwecke zu verstehen. Bei größeren Photovoltaik-Projekten wurden zu dem frühen Zeitpunkt des Photovoltaik-booms noch die Investitionen und das dadurch bedingte Risiko gescheut. In den folgenden Jahren wurden auf kreiseigenen Liegenschaften zwar PV-Anlagen installiert, jedoch wurden die Dachflächen an Investoren vermietet, sodass der Kreis seitdem nur über geringe Pachtzahlungen an diesen Anlagen partizipiert. Sechs solcher PV-Anlagen wurden auf Dächern des Freiherr-vom-Stein-Gymnasiums, der Marion-Dönhoff-Realschule plus (Standort Pirezenthaler Straße) sowie der IGS Hamm installiert. Die sechs Anlagen, die eine Leistung von über $130 \text{ kW}_{\text{peak}}$ besitzen, flossen nicht in die Bilanzierung der Solarstromproduktion der Kreisliegenschaften mit ein.

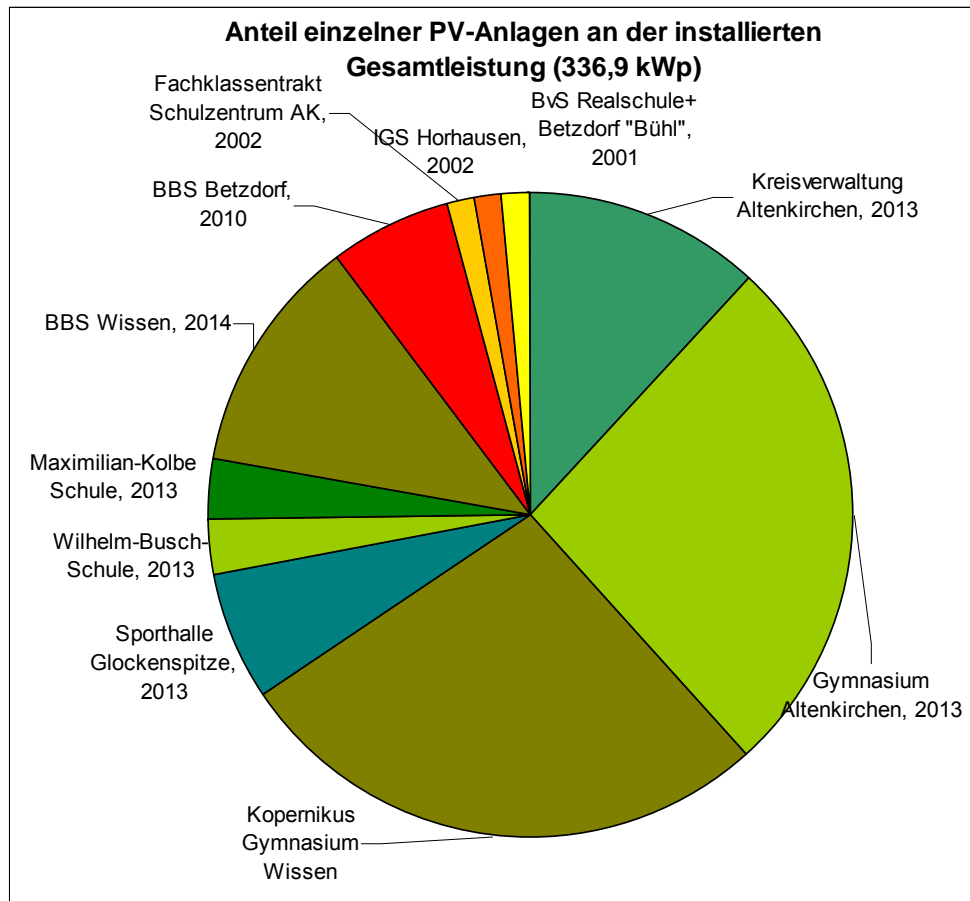


Abbildung 27: Anteil der einzelnen PV-Anlagen im Kreisbesitz an der installierten Gesamtleistung von 336,9 kW (Stand 2014). Liegenschaften, die mit Kreisflächen grünlicher Färbung gekennzeichnet sind, wurden ab 2013 installiert und sind auf Eigenstromnutzung ausgelegt; Liegenschaften, die mit rötlich/gelblicher Färbung dargestellt sind, wurden vor 2013 installiert und beziehen für die komplette Stromproduktion eine Einspeisevergütung.

In größere eigene PV-Anlagen investierte der Landkreis Altenkirchen erst wieder ab 2009. Die Photovoltaikanlage auf der BBS Betzdorf, die mit einer Leistung von 20,4 kW 2009 an das Netz angeschlossen wurde, ist die letzte Anlage, die den produzierten Strom noch komplett ins Netz einspeist. 90 % der aktuell bestehenden kreiseigenen Photovoltaikkapazität wurde erst 2013/2014 ans Netz gebracht (siehe Abbildung 27). Diese Anlagen wurden im Zusammenhang mit der 2009 gestarteten gemeinsamen Klimaschutzinitiative des Landkreises Altenkirchen und seiner Verbandsgemeinden geplant und umgesetzt. Potentialanalysen mit dem kreiseigenen Solarkataster dienten als Entscheidungsgrundlage. Die PV-Anlagen wurden von der Größe her so ausgelegt, dass ein möglichst hoher Eigenverbrauchsanteil garantiert werden konnte. Der Solarstromeigenverbrauch ist zum einen die nachhaltigste Solarstromnutzung, da die Netze entlastet und Übertragungsverluste auf ein Minimum reduziert werden. Zum anderen ist ein hoher Eigenverbrauchsanteil mittlerweile für einen wirtschaftlichen Betrieb einer PV-Anlage unabdingbar. Die stetig sinkenden Einspeisevergütungen und die zeitgleich steigenden Strompreise lassen den Eigenverbrauch wirtschaftlich immer attraktiver werden.

2013 wurden auf den Dächern der Kreisliegenschaften 89.479 kWh Solarstrom erzeugt, davon wurden 40.233 kWh oder 45 % direkt in den entsprechenden Liegenschaften selbst verbraucht. Da die meisten PV-Anlagen erst im Laufe des Jahres 2013 installiert wurden, wird sich der Einfluss auf den Stromverbrauch erst 2014 komplett bemerkbar machen. Bei einer installierten Leistung von 336,9 kW_{Peak} und einem angenommenen Ertrag von 850 W/kW_{Peak} kann man in der Zukunft mit einer Solarstromproduktion von jährlich 256.700 kWh Solarstrom an den Kreisliegenschaften rechnen.

5.6.2 Solarthermie

Auf kreiseigenen Liegenschaften sind zwei Solarthermieranlagen zur Warmwasseraufbereitung installiert: Auf der Turnhalle des Freiherr-vom-Stein-Gymnasiums wird mit einer 18,5 m² und auf der Turnhalle der IGS Geschwister-Scholl in Betzdorf mit einer 7,5 m² großen Kollektorfläche regenerativ Wärme erzeugt. Diese Anlagen existieren seit 2008 bzw. 2010 und produzieren seitdem zusammen knapp 14.000 kWh Wärme. Dieser Wert beruht jedoch auf einer Schätzung, da der Wärmeertrag nicht über Zähler erfasst wird.

Als Grundlage dieser Schätzung wurde ein Wärmeertrag von 525 kWh/m² pro Jahr angenommen. Dies entspricht der einheitlichen Vorgaben der DIN 4757, wonach Solarkollektoren einen durchschnittlichen jährlichen Wärmeertrag von mindestens 525 kWh/m² erbringen müssen.

5.6.3 Biomasse

Mit über 50 % Waldanteil gehört der Landkreis Altenkirchen zu einem der walddreichsten Landkreise in Rheinland-Pfalz. Eine Nutzung dieses regenerativen energetischen Potentials liegt somit auf der Hand und stellt eine bedeutende Säule bei der Verbesserung der CO₂-Bilanz der Kreisliegenschaften dar. Mittlerweile nutzt der Landkreis Altenkirchen an drei Standorten Hackschnitzelanlagen, die teilweise über Nahwärmenetze gleich mehrere Kreisliegenschaften versorgen. Von den bilanzierten Liegenschaften werden die IGS Horhausen, alle Gebäude des Schulzentrums Altenkirchen, die Kreisverwaltung Altenkirchen, das Freiherr-vom-Stein-Gymnasium in Betzdorf sowie das Schulgebäude und die Turnhalle der IGS Geschwister Scholl in Betzdorf mit Wärme aus Holzhackschnitzeln versorgt. Für eine wirtschaftliche und effektive Ausnutzung des regenerativen Energieträgers Holz erhalten die Heizsysteme Unterstützung durch Spitzenlastkessel und Redundanzen, die mit fossilen Brennstoffen befeuert werden, sodass diese Heizsysteme nicht vollständig regenerativ und emissionsfrei sind. Außerdem verursachen die Produktion und der Transport von Holzhackschnitzeln Treibhausgasemissionen, die in die Bilanzierung mit eingeflossen sind. Nichtsdestotrotz liefert die Biomasse bei der Verbesserung der Treibhausgasbilanz der Kreisliegenschaften einen großen Beitrag (siehe Abbildung 25).

5.6.4 Kraft-Wärme-Kopplung

Im Besitz des Nahwärmeverbundes Glockenspitze befindet sich ein erdgasbetriebenes Blockheizkraftwerk (BHKW). Das Blockheizkraftwerk hat dank der Kraft-Wärme-Kopplung und der gleichzeitigen Bereitstellung von Strom und Wärme einen hohen Wirkungsgrad, wodurch der Brennstoff in der Summe wesentlich effektiver genutzt wird wie von konventionellen Gasheizungen.

Das BHKW deckt einen Teil der Wärmegrundlast des Nahwärmenetzes ab und versorgt gleichzeitig das Schwimmbad der Verbandsgemeinde Altenkirchen mit Strom. Die Gesamtstromerträge des BHKWs von jährlich rund 300.000 kWh werden zur Hälfte dem Landkreis Altenkirchen zugerechnet, da dieser zu 50 % Anstaltsträger ist.

5.7 Berechnung der Energie- und Kosteneinsparung im Wärmebereich

Es besteht eine gegenläufige Entwicklung zwischen Wärme- bzw. Stromverbrauch. Während der Wärmeverbrauch in den letzten zwei Jahrzehnten deutlich abnahm, ist der Strombedarf sukzessive gestiegen. Somit lassen sich Einsparungen lediglich im Bereich des Wärmebedarfs darstellen. Die Abbildung 28 dokumentiert die Erfolge in Sachen Wärmeeinsparung, die durch Verbesserung der Wärmedämmung, der Energieeffizienz und der Verhaltensoptimierung in den untersuchten Kreisliegenschaften seit 1992 erreicht wurden.

Betrag der witterungsbereinigte Wärmebedarf an den Kreisliegenschaften 1992 noch durchschnittlich 152 kWh/m², so ist dieser bis 2013 auf nur noch 81 kWh/m² gesunken. Dies bedeutet, dass der Gesamt-Wärmeverbrauch 2013, ohne energetische Verbesserungen des Liegenschaftsbestandes, bei über 24 Mio. kWh liegen würde. Das sind gut 11 Mio. kWh mehr als 2013 tatsächlich verbraucht wurden. Diese 11 Mio. kWh Mehrverbrauch hätten 2013 zu Mehrkosten in Höhe von 750.000 € geführt. Die Entwicklung des jährlichen Einspar-effektes im Wärmebereich ist in der Abbildung 28 dargestellt. Seit 1992 haben sich nach diesem Rechenmodell **121.436.892 kWh** und **6.579.678 €** an Einsparungen aufsummiert. Mittels einer Inflationsbereinigung würden die monetären Einspareffekte noch wesentlich beeindruckender ausfallen. Diese Berechnung zeigt, wie wirkungsvoll energetische Sanierungsmaßnahmen einen langfristigen Beitrag zur Entlastung des Kreishaushaltes beitragen können.

Exemplarischer Rechenweg für die Energieeinsparung im Wärmebereich 2013:

$$(\text{Wärmeverbrauchskennwert 1992} - \text{Wärmeverbrauchskennwert 2013}) * \text{BGF 2013} = \text{Energieeinsparung 2013}$$

$$(152 \text{ kWh/m}^2 - 81 \text{ kWh/m}^2) * 159.921 \text{ m}^2 = 11.354.391 \text{ kWh}$$

$$\text{Energieeinsparung 2013} * \text{Wärmegestehungskosten 2013} = \text{Kosteneinsparung 2013}$$

$$11.354.391 \text{ kWh} * 5,86 \text{ Ct/kWh} = 665.367 \text{ €}$$

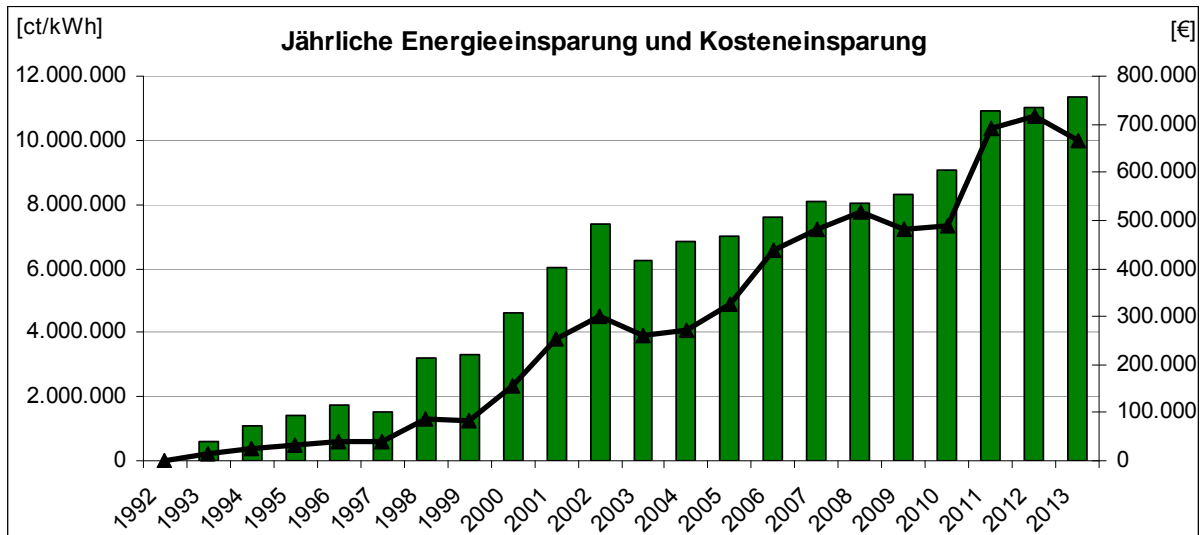


Abbildung 28: Jährliche Energieeinsparung (grüne Säulen) und Kosteneinsparung (schwarze Linie), die aufgrund der Verringerung des Heizenergiebedarfes der Liegenschaften erreicht wurden. Der witterungsbereinigte Heizenergiekennwert von 1992 lag bei 152 kWh/m². Dieser wurde in den Folgejahren mit der Bruttogrundfläche multipliziert. Das Delta zum tatsächlichen Wärmeverbrauch ist die angegebene jährliche Energieeinsparung. Mittels Multiplikation der Energieeinsparung mit dem entsprechenden durchschnittlichen Heizenergiepreis führt zu den angegebenen jährlichen Kosteneinsparungen im Vergleich zum Bezugsjahr 1992.

6. Kennwertvergleich

Verbrauchskennwerte ermöglichen eine objektive Beurteilung der Energieverbräuche von Gebäuden. Im Folgenden werden die Strom-, Wärme- und Endenergieverbräuche sowie die Energiekosten und die Treibhausgasemissionen der einzelnen Liegenschaften miteinander verglichen. Dazu werden die Verbräuche, Kosten und Emissionen durch die jeweilige Bezugsfläche dividiert. Daraus ergeben sich die spezifischen Kennwerte pro m² der Gebäude für das Jahr 2013.

Die Ursachen für Unterschiede zwischen den Kennwerten sind vielfältig. Neben der Gebäudesubstanz und dem Nutzerverhalten spielt insbesondere die spezifische Nutzung der Liegenschaften eine entscheidende Rolle. Aus Gründen der Vergleichbarkeit werden die Liegenschaften in den Grafiken in reine Schulgebäude, Turnhallen, Schulkomplexe aus Schulgebäuden und Turnhalle sowie Verwaltungsgebäude unterschieden.

In der Tabelle 5 sind für die relevanten Gebäudekategorien Vergleichswerte nach der EnEV 2009 abgebildet. Die Vergleichswerte dienen der besseren qualitativen Einordnung von Verbrauchskennwerten bestehender Gebäude. Die Vergleichswerte der einzelnen Gebäudekategorien bilden die spezifischen Nutzungsanforderungen von Gebäuden besser ab.

Tabelle 5: Vergleichswerte nach EnEV 2009 für Strom – und Wärmeverbrauchskennwerte für Gebäude, die nach dem Bauwerkszuordnungskatalog kategorisiert wurden.

Gebäudekategorie	Gebäudegröße [m ²]	Heizung u. Warmwasser [kWh/m ²]	Strom [kWh/m ²]
Verwaltungsgebäude	> 3.500	85	30
Allgemeinbildende Schule	< 3.500	105	10
	> 3.500	90	10
Berufsbildende Schule	beliebig	80	20
Sonderschule	beliebig	105	15
Hallen (ohne Schwimmhallen)	beliebig	110	25

6.1 Vergleich der Stromverbrauchskennwerte 2013

Die Stromkennwerte variieren sehr stark und liegen zwischen 4 und 34 kWh/m². Der Durchschnitt beträgt 16 kWh/m². Die IGS Geschwister-Scholl in Kirchen ist mit 4 kWh/m² die Kreisliegenschaft mit dem geringsten Stromverbrauch und unterschreitet den Vergleichswert von 10 kWh/m² um 60 %.

Die Kreisverwaltung Altenkirchen weist mit 35 kWh/m² den mit Abstand höchsten Stromverbrauch auf. Dies ist das Resultat der höheren Anzahl an Elektrogeräten, insbesondere an der hohen Anzahl an Computern, die hier seit der Jahrtausendwende Standard sind. Der grundsätzlich höhere Stromverbrauch von Verwaltungsgebäuden gegenüber Schulgebäuden wird auch durch den Vergleichswert der EnEV 2009 abgebildet, der mit 30 kWh/m² jedoch etwas unter dem Verbrauchskennwert der Kreisverwaltung Altenkirchen liegt.

In den Schulgebäuden und Turnhallen spielen Elektrogeräte und Computer eine geringere Rolle. Auffällig ist der hohe Stromverbrauch der Förderschule am Alserberg mit 29 kWh/m². Die EnEV gesteht Sonderschulen mit 15 kWh/m² zwar einen höheren Stromverbrauch zu, jedoch ist der Stromverbrauch der Sonderschule am Alserberg doppelt so hoch wie der entsprechende Vergleichswert der EnEV. Dieser hohe Verbrauch ist Ergebnis der speziellen Betreuung und der energieintensiven Ausstattung (Lernküche, Pflegebäder usw.) der Liegenschaft. Einen überaus hohen Stromverbrauch hat zudem das Kopernikus-Gymnasium in Wissen. Der Stromverbrauch liegt an diesem Gymnasium 120 % über dem Vergleichswert der EnEV 2009. Für diesen überdurchschnittlichen Verbrauch sind strombeheizte Containerklassen verantwortlich. Strombeheizte Containerklassen sind zudem an der IGS Horhausen und am Schulzentrum Altenkirchen im Einsatz und auch an diesen beiden Liegenschaften liegt der Stromverbrauch deutlich über der EnEV 2009. Eine Strombeheizung ist von der

6.1 Vergleich der Stromverbrauchskennwerte 2013

EnEV 2009 nicht vorgesehen und sollte aus ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten nur im Ausnahmefall und zeitlich beschränkt erfolgen. Mit dem Rückbau der Container sollten die Stromkennwerte sich deutlich verbessern.

Die beiden Turnhallen an der BBS Betzdorf-Kirchen und an der Bertha-von-Suttner Realschule plus am Standort Schützenstraße liegen mit 10 kWh/m² bzw. 15 kWh/m² unter dem Verbrauchsdurchschnitt der untersuchten Liegenschaften und deutlich unter den Vergleichswerten der EnEV 2009. Nach den Vergleichswerten der EnEV 2009 werden Turnhallen grundsätzlich stromintensiver als Schulgebäude eingeschätzt.

Insgesamt ist der Stromverbrauch bei 10 von 19 Liegenschaften niedriger als der Vergleichswert der EnEV 2009 (Abbildung 29).

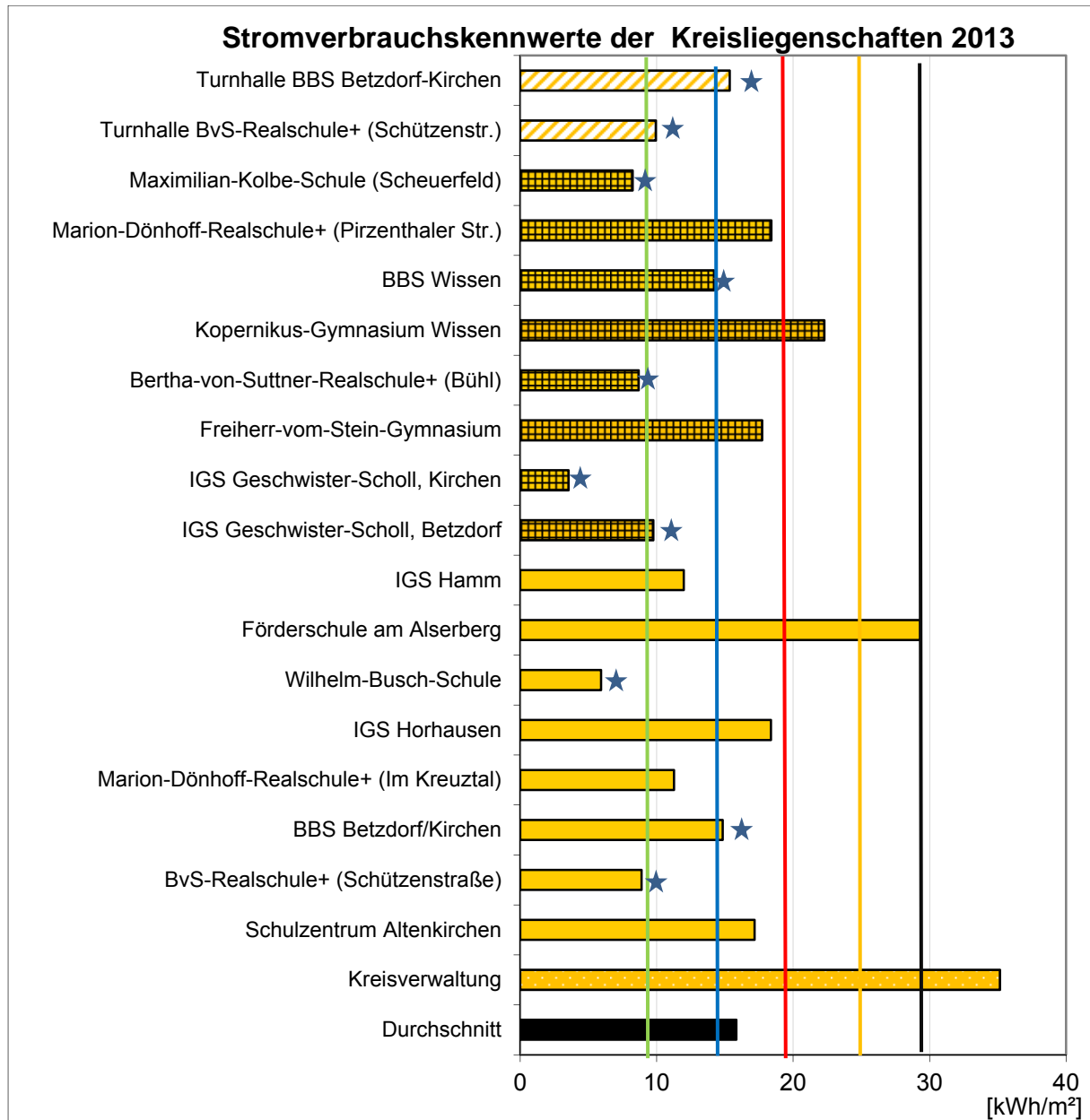


Abbildung 29: Vergleich der Stromverbrauchskennwerte der Kreisliegenschaften 2013. Gelb-weiße Schraffur = Hallengebäude, gelber Balken mit Netzmuster = Schulgebäude mit Hallengebäude, gelber Balken = Schulgebäude ohne Hallengebäude, weiße Punkte auf gelbem Balken = Verwaltungsgebäude. Vergleichswerte der EnEV 2009 nach relevanten Gebäudekategorien als Linie dargestellt: Grün = Allgemeinbildende Schulen, blau = Sonderschulen, rot = Berufsbildende Schulen, gelb = Hallen, schwarz = Verwaltungsgebäude. Liegenschaften die den gebäudespezifischen Vergleichswert der EnEV 2009 unterschritten haben, sind mit einem blauen Stern markiert.

6.2 Vergleich der Heizenergieverbrauchskennwerte 2013

Die witterungsbereinigten Heizenergieverbrauchskennwerte der einzelnen Kreisliegenschaften sind wesentlich homogener als die Stromverbrauchskennwerte und lagen 2013 im Durchschnitt bei 81 kWh/m². Den höchsten Heizenergieverbrauch hatte die Marion-Dönhoff-Realschule plus am Standort Pirzenthaler Straße (125 kWh/m²), was durch eine dringend sanierungsbedürftige Fassade erklärbar ist. Der Wärmebedarf dieser Liegenschaft liegt mehr als 50 % höher als beim Kreisdurchschnitt und doppelt so hoch wie an der BvS-Realschule plus (Schützenstraße). Der Kennwertvergleich zeigt, dass die Bertha-von-Suttner-Realschule plus am Standort Schützenstraße (62 kWh/m²) und die BBS Wissen (61 kWh/m²) den geringsten Energiebedarf haben. Die beiden Liegenschaften bleiben beim Wärmeverbrauch 33 % bzw. 25 % unter den Vergleichswerten der EnEV 2009 und bestechen durch einen vorbildlichen energetischen Zustand.

Die Turnhallen haben einen höheren Wärmeverbrauch wie die untersuchten Schulgebäude. Nichtsdestotrotz liegen diese 8-20 % unter den Vergleichswerten der EnEV 2009. Die Turnhalle an der Bertha-von-Suttner Realschule plus am Standort Schützenstraße hat den höchsten Energieverbrauch unter den Turnhallen, was auf die relativ alte Gebäudesubstanz zurückzuführen ist. Hier stehen in naher Zukunft energetische Sanierungsmaßnahmen an.

Insgesamt schneiden die Kreisliegenschaft gegenüber den entsprechenden Vergleichswerten gut ab. Lediglich die IGS Geschwister-Scholl Kirchen, die BBS Betzdorf-Kirchen, das Kopernikus Gymnasium Wissen sowie die Marion-Dönhoff Realschule plus (Standort Pirzenthaler Straße) erreichen die Vergleichswerte der EnEV 2009 nicht. An der BBS Betzdorf finden 2015/2016 umfangreiche Dach- und Heizungssanierungen statt, sodass sich hier die energetische Situation erheblich verbessern wird.

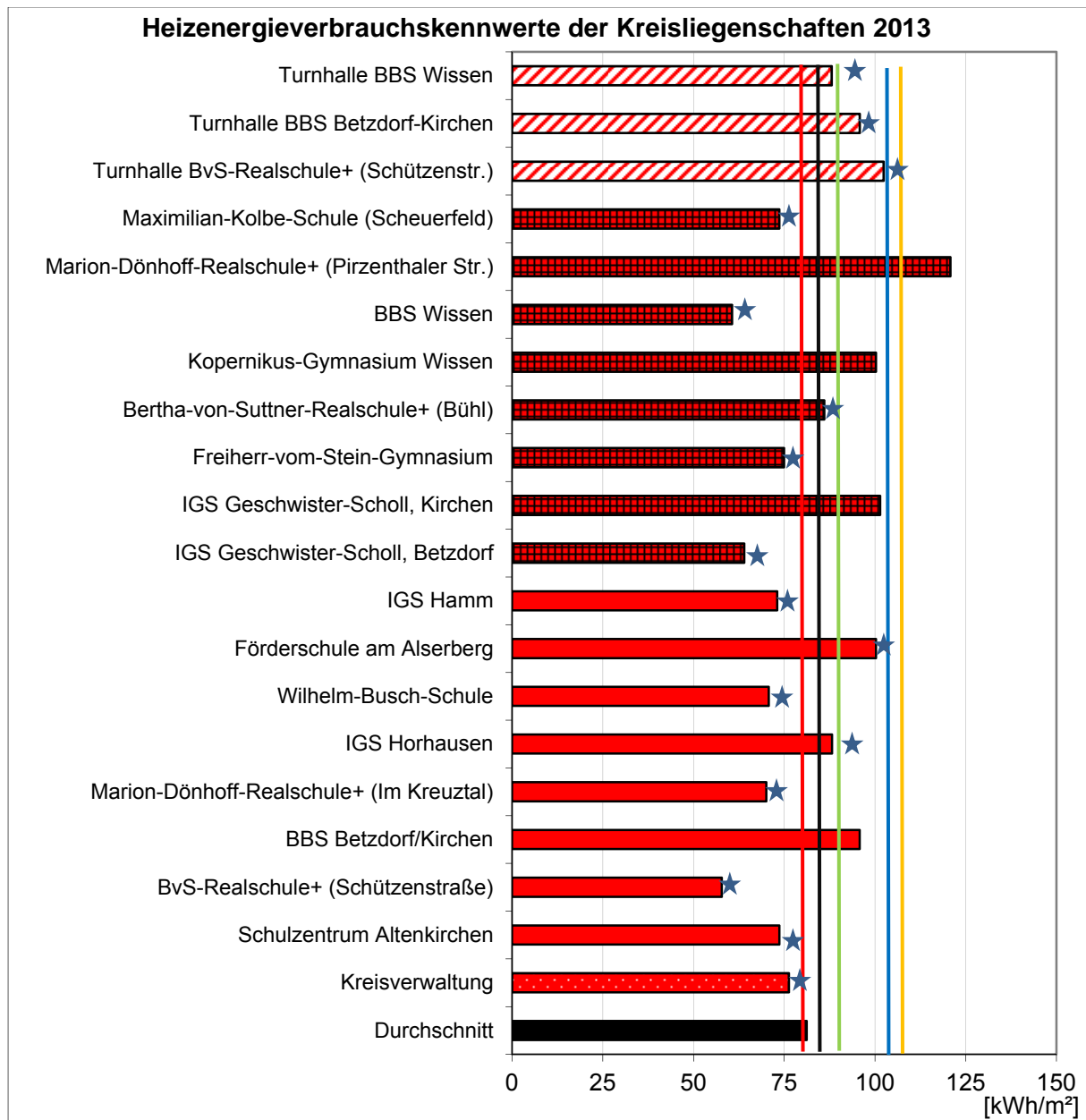


Abbildung 30: Vergleich der witterungsbereinigte Heizenergieverbrauchskennwerte der Kreisliegenschaften 2013. Rot-weiße Schraffur = Hallengebäude, roter Balken mit Netzmuster = Schulgebäude mit Hallengebäude, roter Balken = Schulgebäude ohne Hallengebäude, weiße Punkte auf rotem Balken = Verwaltungsgebäude. Vergleichswerte der EnEV 2009 als Linie dargestellt: Grün = Allgemeinbildende Schulen, blau = Sonderschulen, rot = Berufsbildende Schulen, gelb = Hallen, schwarz = Verwaltungsgebäude. Liegenschaften die den gebäudespezifischen Vergleichswert der EnEV 2009 2013 unterschritten haben, sind mit einem blauen Stern markiert.

6.3 Vergleich der Endenergieverbrauchskennwerte 2013

Die Kennwerte des Endenergieverbrauchs errechnen sich aus der Summe des Strom- und Wärmeverbrauchs dividiert mit der Brutto-Geschossfläche. Aufgrund des höheren Heizenergieverbrauchs der untersuchten Liegenschaften, welcher gegenüber dem Stromverbrauch in einem Verhältnis von 5:1 liegt, ist der Wärmeanteil am Endenergieverbrauch relativ hoch. Deshalb zeigen die Kennwerte des Endenergieverbrauchs deutliche Parallelen zu den Kennwerten des Heizenergieverbrauchs. Der Schulkomplex der Marion-Dönhoff-Realschule plus am Standort „Pirzenthaler Straße“, das Kopernikus-Gymnasium in Wissen und die Förderschule am Alserberg liegen mit einem Endenergieverbrauch >125 kWh/m² deutlich über dem Durchschnitt von 99 kWh/m². Das Schulgebäude der BvS-Realschule plus am Standort „Schützenstraße“ und die IGS Betzdorf sind mit einem Endenergieverbrauch von <75 kWh/m² wesentlich weniger energieintensiv als der Durchschnitt der Kreisliegenschaften.

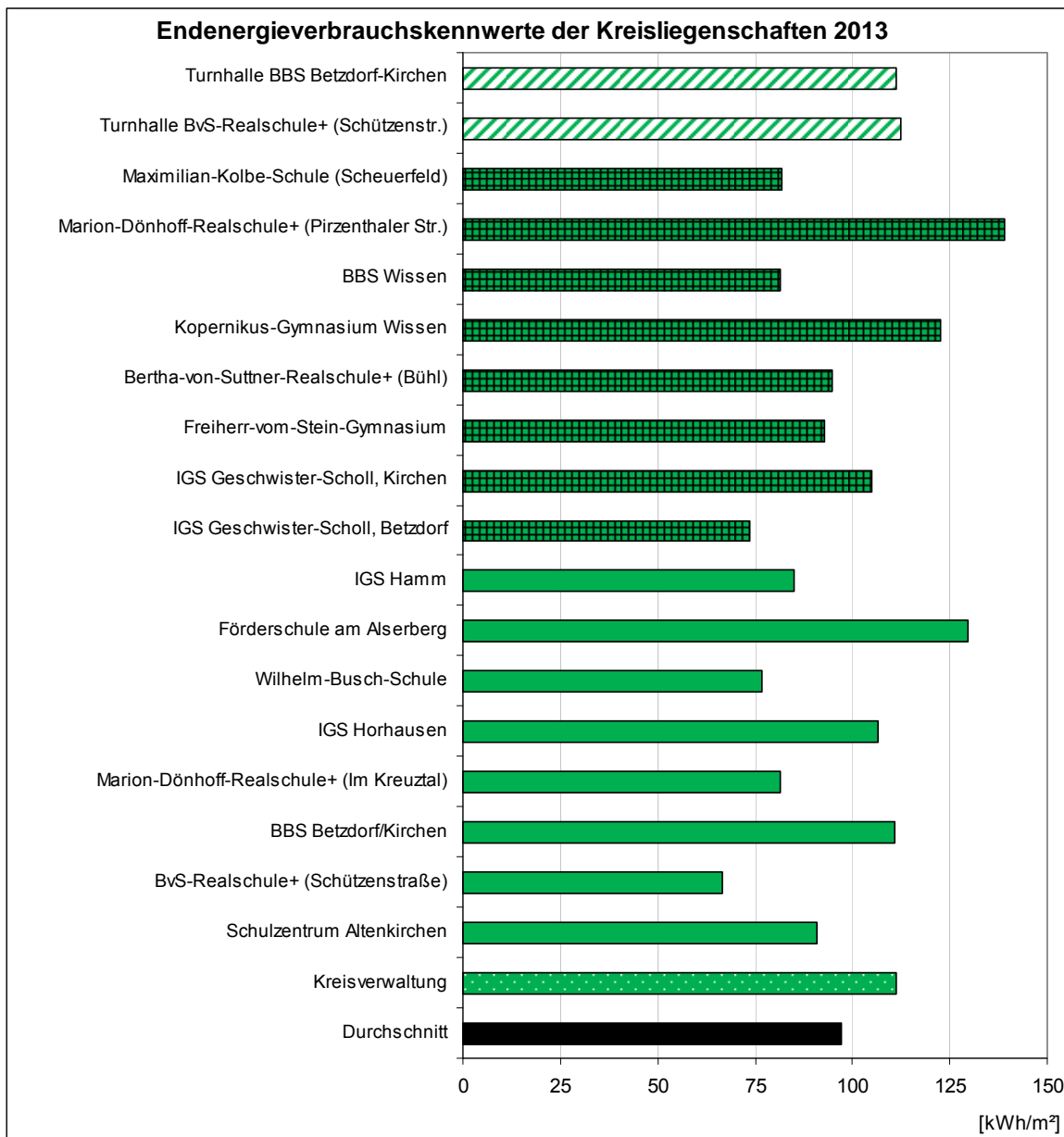


Abbildung 31: Vergleich der Endenergieverbrauchskennwerte der Kreisliegenschaften 2013. Grün-weiße Schraffur = Hallengebäude, grüner Balken mit Netzmuster = Schulgebäude mit Hallengebäude, grüner Balken = Schulgebäude ohne Hallengebäude, weiße Punkte auf grünem Balken = Verwaltungsgebäude.

6.4 Vergleich der Energiekostenkennwerte 2013

Die Kennwerte der Energiekosten, aufgeteilt in Strom- und Wärmekosten, zeigen wie kostenintensiv die Bereitstellung der Energie für die verschiedenen Liegenschaften ist. Der Energiekostenkennwert ist direkt abhängig vom Energieverbrauch und den jeweiligen Energiepreisen. Generell ist die Kilowattstunde Strom wesentlich teurer als die Kilowattstunde Wärme, sodass gerade die Liegenschaften mit einem verhältnismäßig hohen Stromverbrauch einen hohen Energiekostenkennwert haben. Deshalb ist es nicht verwunderlich, dass die Kreisverwaltung Altenkirchen und die Förderschule am Alserberg mit Energiekosten von deutlich über 10 Euro/m² die Liste anführen.

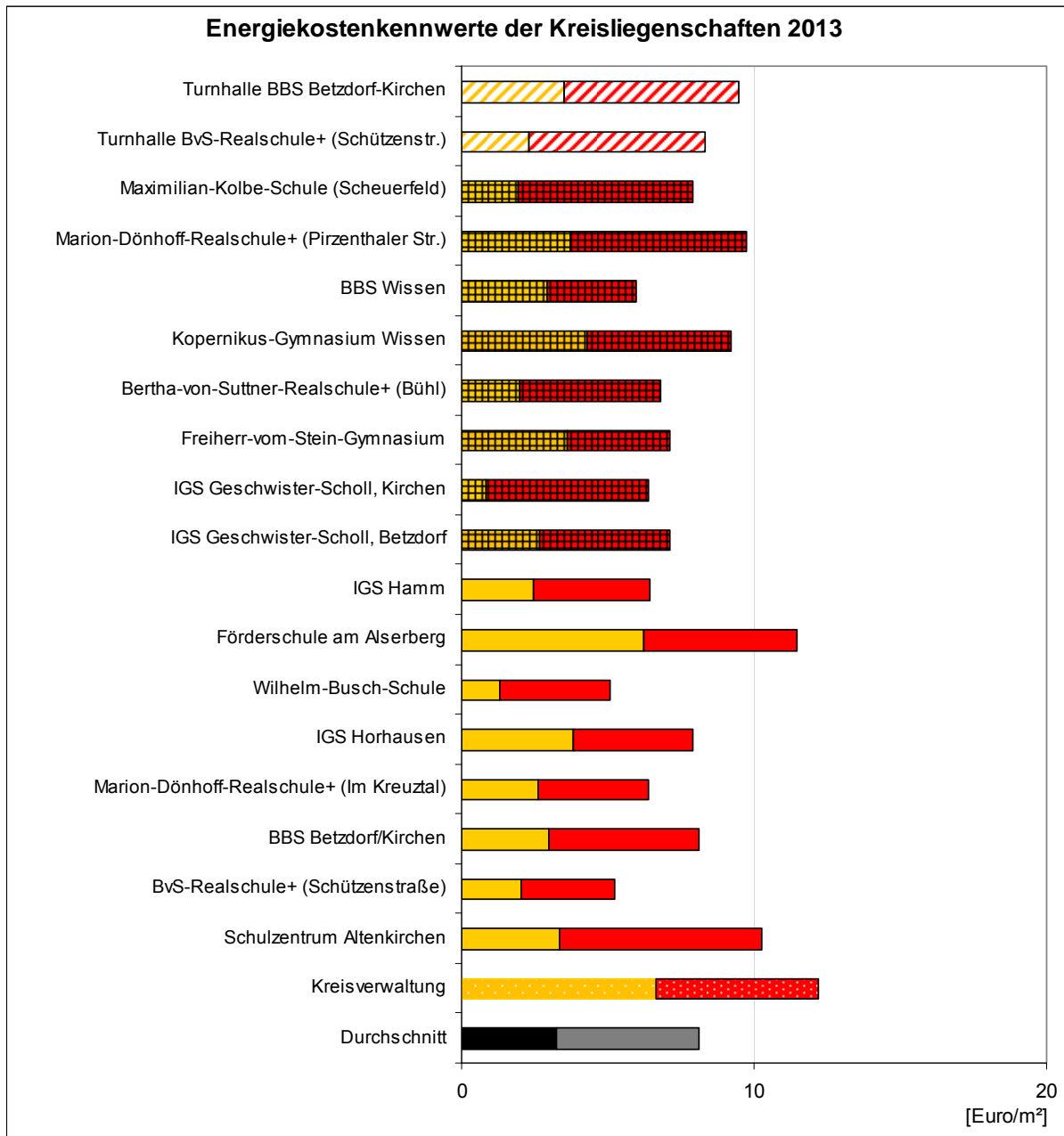


Abbildung 32: Vergleich der Energiekostenkennwerte der Kreisliegenschaften 2013. Gelber Balkenbereich = Stromkosten, roter Balkenbereich = Heizenergiekosten, Schraffur = Hallengebäude, Netzmuster = Schulgebäude mit Hallengebäude, einfarbiger Balken = Schulgebäude ohne Hallengebäude, weiße Punkte auf Balken = Verwaltungsgebäude.

6.5 Vergleich der Treibhausgasemissionskennwerte 2013

Die Kennwerte der Treibhausgasemissionen sind in strombedingte bzw. wärmebedingte Emissionen aufgeteilt. Sie stellen die Menge der Treibhausgase pro m² dar, die bei der Energiegestehung in die Atmosphäre freigesetzt werden. Somit ist dieser Kennwert ein Produkt aus Energieverbrauch und Art der Energiegestehung. Die Kennwerte der THG-Emissionen sind durch eine breite Streuung geprägt und liegen in einem Bereich zwischen 14-43 kg CO₂(eq)/m². Durchschnittlich wurde 2013 bei der Energieproduktion für den Strom- und Wärmebedarf der untersuchten Kreisliegenschaften 24 kg CO₂(eq)/m² Treibhausgase freigesetzt. Als größte „Klimasünder“ fallen die Förderschule am Alserberg, die Marion-Dönhoff-Realschule plus („Pirzenthaler Straße“) und das Kopernikus-Gymnasium in Wissen auf. Die Liegenschaften mit dem geringsten THG-Ausstoß haben alle eines gemeinsam: Die Art der Wärmeerzeugung. Die Wärmeversorgung des Schulzentrums in Altenkirchen, der IGS Betzdorf und der Kreisverwaltung Altenkirchen erfolgt größtenteils auf Basis von Holzhackschnitzeln. Zudem sind diese Liegenschaften jeweils an ein Nahwärmenetz angeschlossen. Die Wärmeversorgung des Freiherr-vom-Stein-Gymnasium basiert zwar ebenfalls auf Nahwärme, die größtenteils aus Holzhackschnitzeln gewonnen wird, jedoch hat das Gymnasium einen so hohen Stromverbrauch, dass die THG-Emissionen in der Summe wieder relativ hoch sind.

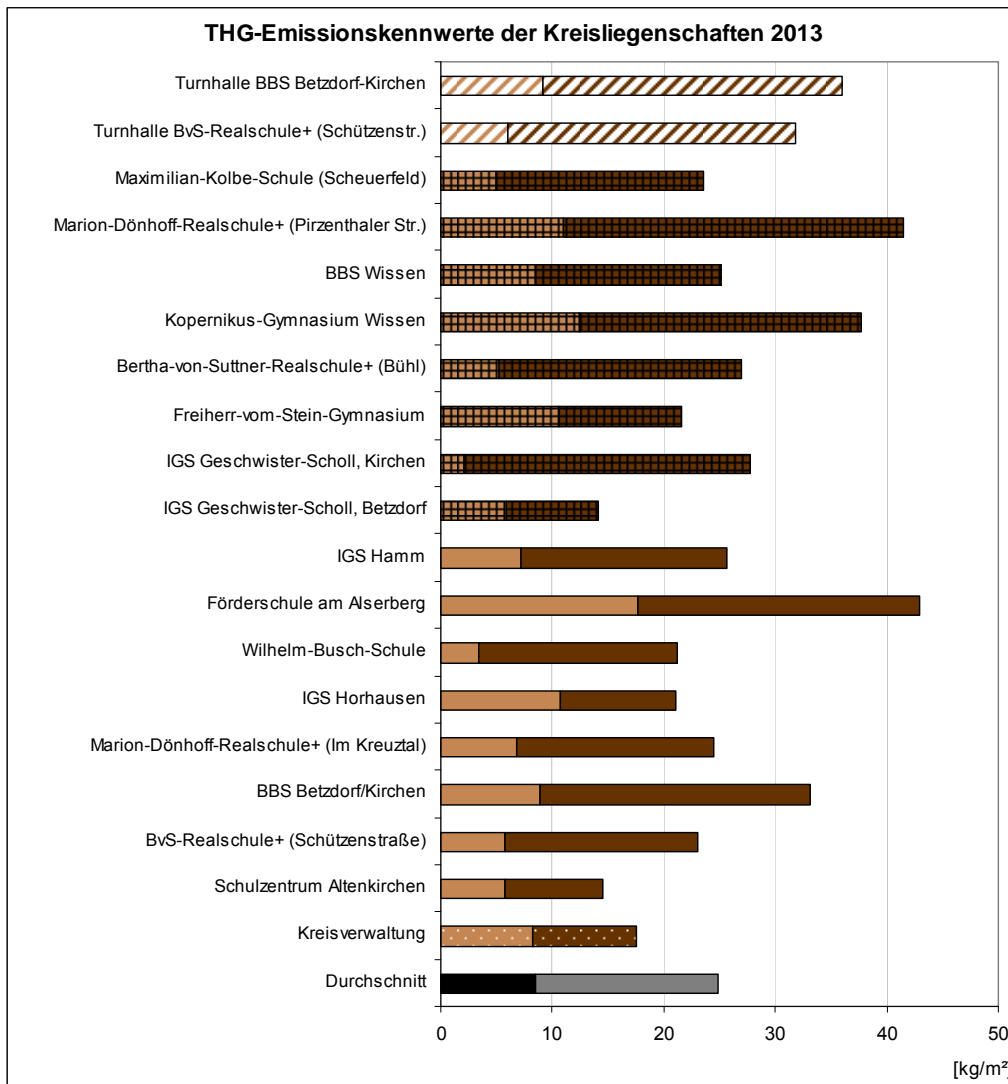


Abbildung 33: Vergleich der Treibhausgasemissionskennwerte der Kreisliegenschaften 2013. Hellbrauner Balkenbereich = strombedingte Treibhausgasemissionen, dunkelbrauner Balkenbereich = wärmebedingte Treibhausgasemissionen, Schraffur = Hallengebäude, Netzmuster = Schulgebäude mit Hallengebäude, einfarbiger Balken = Schulgebäude ohne Hallengebäude, weiße Punkte auf Balken = Verwaltungsgebäude.

7. Einzelanalyse der Kreisliegenschaften

7.1 Kreisverwaltung Altenkirchen

Tabelle 6: Energiestatistik 2013 der Kreisverwaltung Altenkirchen

Kreisverwaltung Altenkirchen							
Standort	Altenkirchen Parkstraße 1						
Objekte	Dienstgebäude der Kreisverwaltung						
Baujahr	Altbau: 1886 (Anbau 1929) 1. Erweiterung: 1970/71 2. Erweiterung: 2004/2005						
BGF	10.141 m ²						
Wärmeversorgung	seit Februar 2011 Wärmeversorgung durch den Nahwärmeverbund Glockenspitze (Wärmeerzeugung auf Basis von Holz, Gas und Öl)						
Besonderheiten	40 kW PV-Anlage seit Juli 2013 auf dem Dach der KV Altenkirchen						
Energieverbrauch 2013							
Strom		Wärme				Endenergie	
		gemessen		witterungsbereinigt			
[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]
356.444	35	792.970	78	773.352	76	1.149.414	113
Veränderung gegenüber dem Vorjahr 2012 [%]							
-0,7%	-0,7%	5,7%	5,7%	0,8%	0,8%	3,7%	3,7%
Veränderung gegenüber dem Basisjahr 1992 [%]							
136,7%	97,3%	-32,0%	-43,3%	-36,2%	-46,8%	-12,7%	-27,2%

Der Endenergieverbrauch der Kreisverwaltung Altenkirchen ist bezogen auf die Fläche seit 1992 um gut ein Viertel zurückgegangen (siehe Tabelle 6). Dabei zeigen sich gegenläufige Tendenzen beim Strom- und Heizenergieverbrauch. Während sich der Heizenergieverbrauch seit Mitte der 1990er Jahren bis heute quasi halbiert hat (Abbildung 36), ist der Stromverbrauch seit Anfang des Jahrtausends drastisch gestiegen (Abbildung 34). Der Anstieg des Stromverbrauchs ist auf die flächendeckende Einführung von Computer-Arbeitsplätzen und dem vermehrten Einsatz von Elektrogeräten (Drucker usw.) zurückzuführen. In den letzten Jahren sind sowohl Strom- als auch Heizenergieverbräuche relativ stabil geblieben. Eine Ausnahme bildet hier der Wärmeverbrauch 2011, der nur halb so hoch ist wie 2010. Diese Anomalie steht im Zusammenhang mit der Umstellung des Heizsystems. Die eigenen Gaskessel wurden entfernt und der Wärmebezug wird seitdem durch den Nahwärmeverbund Altenkirchen gewährleistet. Mit dem modernen zentralen Heizsystem konnten der Wirkungsgrad und die Effektivität der Wärmeversorgung erhöht werden. Auffällig ist jedoch der wesentlich höhere Heizenergieverbrauch in den Folgejahren (2012 und 2013). Dies ist dadurch erklärbar, dass der Nahwärmeverbund Altenkirchen die Kreisverwaltung erst ab dem Februar 2011 mit Wärme versorgte und die Heizungsverbräuche des Monats Januar womöglich nicht in den Verbrauchswert 2011 einfließen.

7.1 Kreisverwaltung Altenkirchen

Seit 2013 befindet sich auf dem Dach der Kreisverwaltung eine 40 kW_{peak} Photovoltaikanlage, dessen Strom zu annähernd 100 % von der Kreisverwaltung selbst verbraucht wird. Die Photovoltaikanlage leistet damit einen positiven Beitrag bei der Verringerung des Strombezugs und bei der Eingrenzung der Stromkosten.

Die Treibhausgasemissionen haben sich an der Kreisverwaltung Altenkirchen zwischen 1996 bis 2004 mehr als halbiert. In den Folgejahren stiegen die Treibhausgasemissionen bedingt durch den Erweiterungsbau wieder leicht an. Der flächenbezogene THG-Kennwert blieb dagegen ungefähr auf dem gleichen Level wie zuvor. Mit der Umstellung der Wärmeversorgung 2011 von Erdgas auf Holzhackschnitzel und Mineralöl, konnten die THG-Emissionen um annähernd die Hälfte gesenkt werden. Mit der Installation der Photovoltaikanlage im Juli 2013 geht zusätzlich eine Reduzierung der strombedingten THG-Emissionen einher. Der positive Einfluss der Photovoltaikanlage bei der Reduzierung der Treibhausgasemissionen wird sich ab 2014 komplett bemerkbar machen, da die Anlage dann ganzjährig Strom produziert.

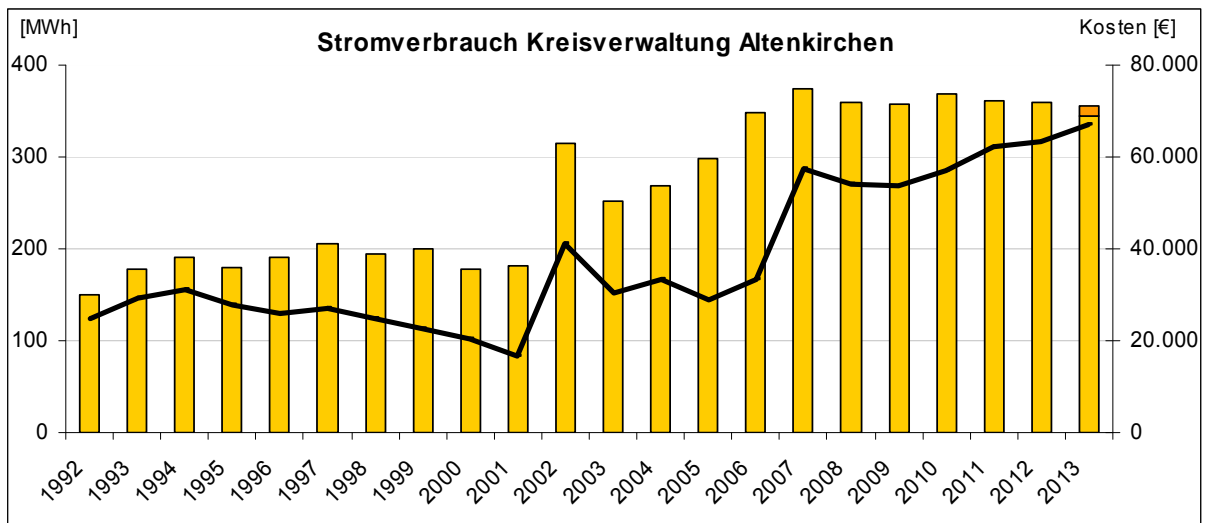


Abbildung 34: Stromverbrauch [MWh] und Stromkosten [€] der Kreisverwaltung Altenkirchen. Gelbe Säule = Strombezug, orangene Säule 2013 = Eigenstromverbrauch der eigenen PV-Anlage, schwarze Linie = Stromkosten.

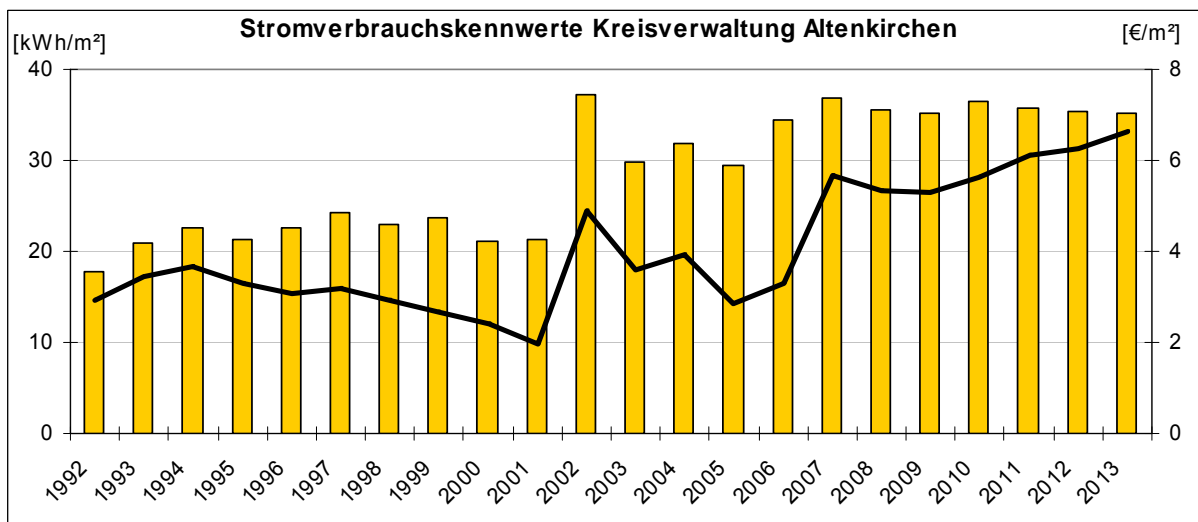


Abbildung 35: Stromverbrauchs- [kWh/m²] und Stromkostenkennwerte [€/m²] der Kreisverwaltung Altenkirchen. Gelbe Säule = Stromverbrauchs-kennwerte, schwarze Linie = Stromkostenkennwerte.

7.1 Kreisverwaltung Altenkirchen

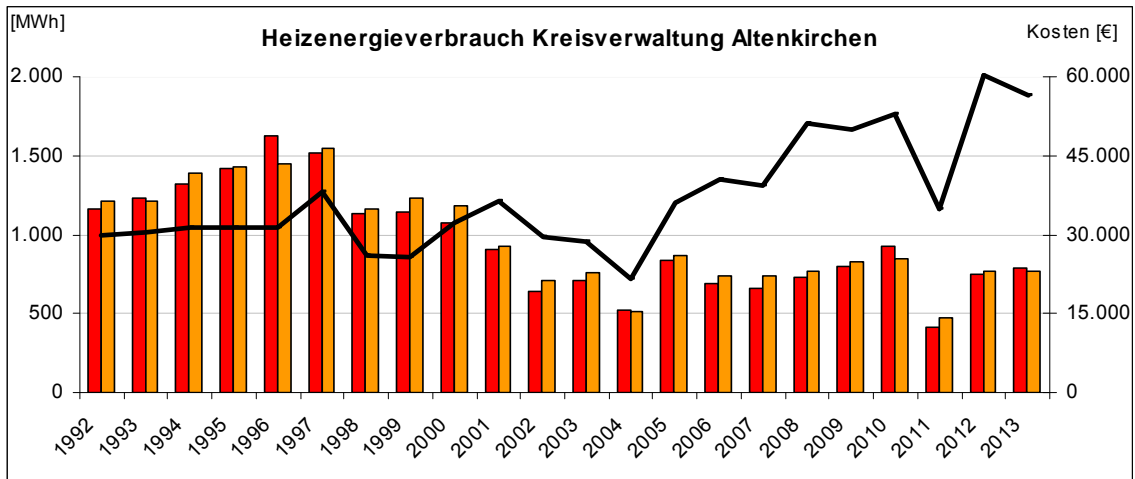


Abbildung 36: Heizenergieverbrauch [MWh] und Heizenergiekosten [€] der Kreisverwaltung Altenkirchen. Rote Säule = tatsächlicher Verbrauch, orangene Säule = witterungsbereinigter Heizenergieverbrauch, schwarze Linie = Heizenergiekosten.

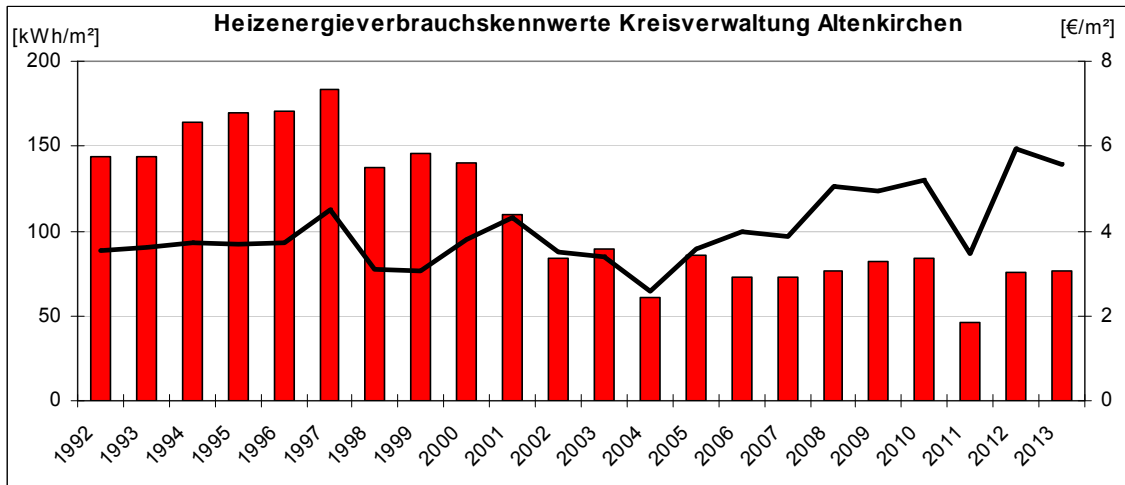


Abbildung 37: Heizenergieverbrauchs- [kWh/m²] und Heizkostenkennwerte [€/m²] der Kreisverwaltung Altenkirchen. Rote Säule = Heizenergieverbrauchskennwerte, schwarze Linie = Heizkostenkennwerte.

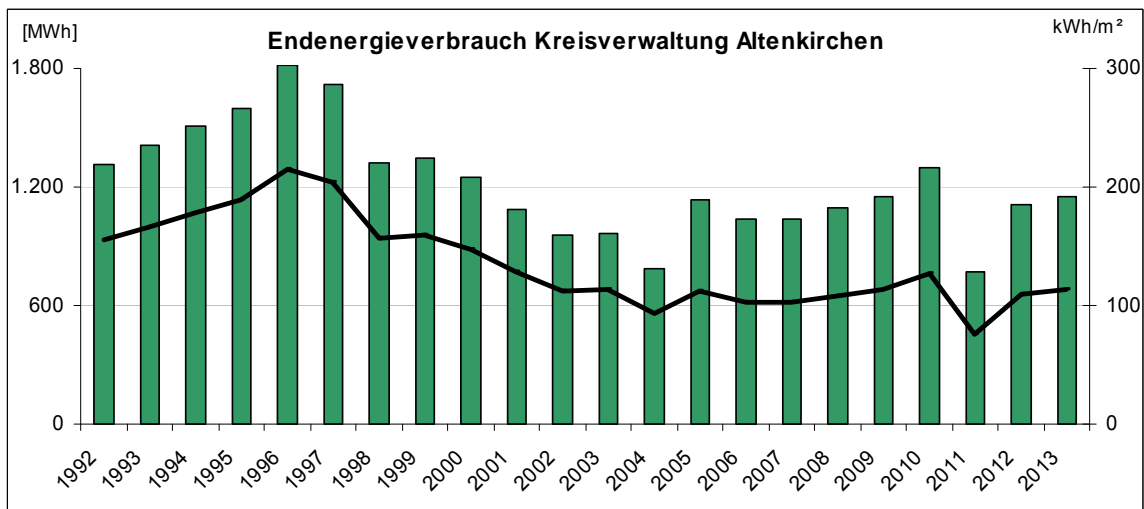


Abbildung 38: Endenergieverbrauch der Kreisverwaltung Altenkirchen. Grüne Säule = Endenergieverbrauch [MWh], schwarze Linie = Endenergieverbrauchskennwerte [kWh/m²].

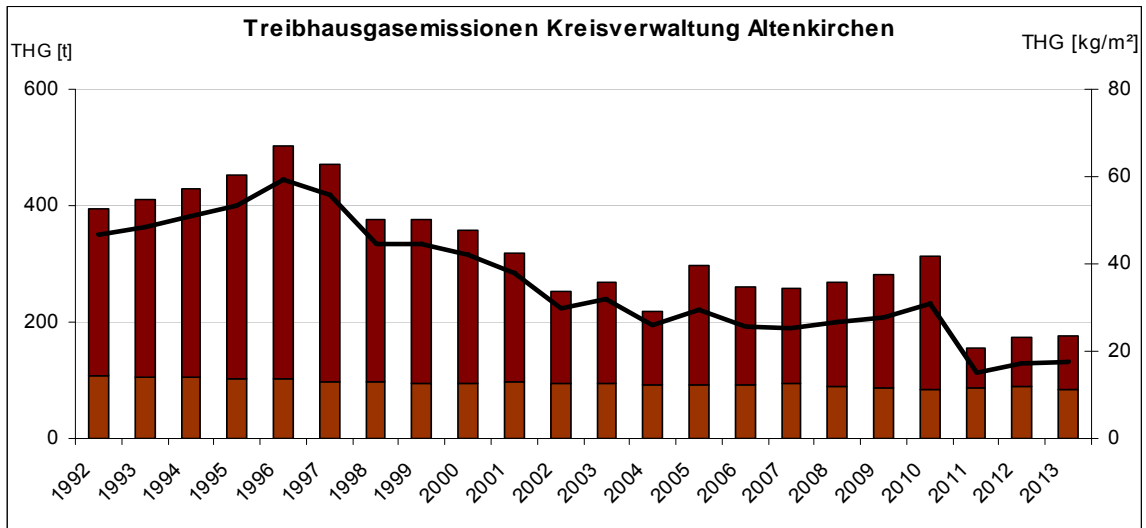


Abbildung 39: Treibhausgasemissionen der Kreisverwaltung Altenkirchen. Hellbrauner (unterer) Säulenbereich = strombedingte Treibhausgasemissionen, brauner (oberer) Säulenbereich = wärmebedingte Treibhausgasemissionen, schwarze Linie = Kennwerte der Gesamtemissionen [kg/m²].

7.2 Schulzentrum Altenkirchen

Tabelle 7: Energiestatistik 2013 des Schulzentrums Altenkirchen

Schulzentrum Altenkirchen							
Standort	Altenkirchen Auf der Glockenspitze						
Objekte (Baujahr): BGF	Westerwald-Gymnasium, Gebäude A (1975): 7.723 m ² Außenstelle Gymnasium, Gebäude D (1966): 3.045 m ² Fachklassentrakt, Gebäude C (1981): 2.013 m ² Realschule+, Gebäude K (1986): 4.576 m ² Realschule+, Gebäude I (1971): 3.256 m ² Erweiterung Realschule+, Gebäude F (2000): 1.108 m ² Aulagegebäude Realschule+, Gebäude B (1965): 1.359 m ² 4-Klassenpavillon, Gebäude H (1994): 331 m ² 4-Klassenpavillon, Gebäude E (1996): 335 m ² 2-Klassenpavillon, Gebäude G (1995): 132 m ² 8 Schulcontainer (2009): 568 m ²						
Gesamt-BGF	24.446 m ²						
Wärmeversorgung	seit Januar 2011 Wärmeversorgung durch das Nahwärmenetz Glockenspitze						
Besonderheiten	89 kW _{Peak} PV-Anlage seit Juli 2013 auf dem WW-Gymnasiums 21 kW _{Peak} PV-Anlage seit Sep 2013 auf der Turnhalle 5 kW _{Peak} PV-Anlage seit 2001 auf dem Fachklassentrakt						
Bemerkungen	die Turnhalle des Schulzentrums Altenkirchen fließt nicht mit in die Bilanz ein, da das Gebäude von der VG Altenkirchen bewirtschaftet wird						
Energieeffizienzmaßnahme	Sanierung der Wärmedämmung des Westerwald-Gymnasiums (Gebäude A) 2010/11 2009 Fenstersanierung der Gebäude K und I						
geplante Energieeffizienzmaßnahme	Gebäude D Fenstersanierung						
Energieverbrauch 2013							
Strom		Wärme				Endenergie	
		gemessen		witterungsbereinigt			
[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]
417.500	17	1.793.900	74	1.749.520	71	2.211.400	91
Veränderung gegenüber dem Vorjahr 2012 [%]							
3,5%	3,5%	5,5%	5,5%	0,6%	0,6%	5,1%	5,1%
Veränderung gegenüber dem Basisjahr 1992 [%]							
98,6%	79,5%	-52,0%	-56,6%	-55,0%	-59,3%	-43,9%	-49,3%

7.2 Schulzentrum Altenkirchen

Das Schulzentrum Altenkirchen besteht aus einer ganzen Reihe von Einzelgebäuden, die zu einer Untersuchungseinheit zusammengefasst wurden. Das Schulzentrum Altenkirchen ist mit einer Gesamt-Bruttogrundfläche von 24.446 m² die flächenmäßig größte Untersuchungseinheit des Energieberichtes. Aufgrund seiner Größe ist das Schulzentrum Altenkirchen auch die energieintensivste Untersuchungseinheit und zeichnet sich mit 2,2 Mio. kWh für 14 % des Endenergieverbrauchs der Kreisliegenschaften verantwortlich. In den 1990er Jahren lag der Endenergieverbrauch noch bei um die 4 Mio. kWh Endenergie, sodass hier eine Reduzierung des Energieverbrauchs um fast 50 % realisiert werden konnte. Erreicht wurde diese Energieeinsparung insbesondere durch energetische Sanierungen an den einzelnen Gebäuden. Die Abbildung 42 verdeutlicht, dass der Wärmebedarf im Schulzentrum Altenkirchen sukzessive gesenkt wurde. Wie wirkungsvoll umfangreiche Investitionen in die Gebäudehülle sein können, unterstreicht die energetische Sanierung des Westerwald-Gymnasiums 2010/2011. Dank der Maßnahmen an Dächern, Fassade und Fenstern konnte der Wärmebedarf des Westerwald-Gymnasiums um über 40 % auf 49 kWh/m² gesenkt werden, sodass es sich nun in einem energetisch hervorragenden Zustand befindet (Abbildung 46). Seit Januar 2011 werden alle Objekte des Schulzentrums Altenkirchen durch das Nahwärmenetz Glockenspitze versorgt. Mit der Modernisierung der Wärmeversorgung wurde am Schulzentrum Altenkirchen eine weitere deutliche Verringerung des Verbrauchs erreicht.

Der Stromverbrauch des Schulzentrums Altenkirchen blieb bis 2009 relativ konstant. Aber seit 2009 explodiert der Stromverbrauch förmlich und legte in diesem kurzen Zeitraum um rund 80 % zu. Dieser stark gestiegene Stromverbrauch ist zu einem Großteil der stromintensiven Nutzung der Holzhackschnitzel-Heizung zuzuordnen. Die Holzhackschnitzelanlage des Nahwärmeverbundes verbraucht seit 2011 jährlich ca. 100.000 kWh Strom, welcher über die Stromzähler des Schulzentrums erfasst wird. Allerdings, unabhängig von dem Strombedarf durch den Nahwärmeverbund, stieg der Stromverbrauch im Schulzentrum Altenkirchen in den letzten Jahren um rund 50.000 kWh an. Dank der zwei Photovoltaikanlagen (89 kW_{Peak} und 21 kW_{Peak}) konnte 2013 trotz steigendem Verbrauch der Strombezug auf dem Vorjahresniveau gehalten werden. Die absoluten Stromkosten zogen, aufgrund der starken Strompreiserhöhungen 2013, trotzdem weiter an.

Mit der Inbetriebnahme des Nahwärmenetzes Glockenspitze konnten die Treibhausgasemissionen deutlich gesenkt werden. Denn infolge der Umstellung des Heizsystems, welches nun vornehmlich auf der Holzverbrennung basiert, konnten die THG-Emissionen für das Schulzentrum Altenkirchen nahezu halbiert werden.

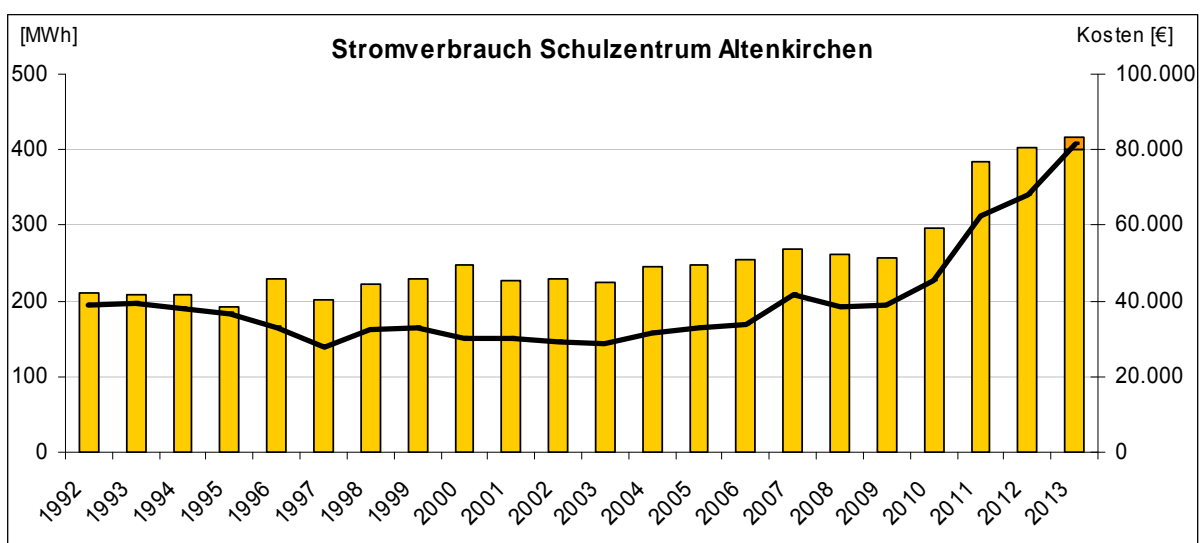


Abbildung 40: Stromverbrauchs- [kWh/m²] und Stromkostenkennwerte [€/m²] des Schulzentrums Altenkirchen. Gelbe Säule = Stromverbrauchskennwerte, schwarze Linie = Stromkostenkennwerte.

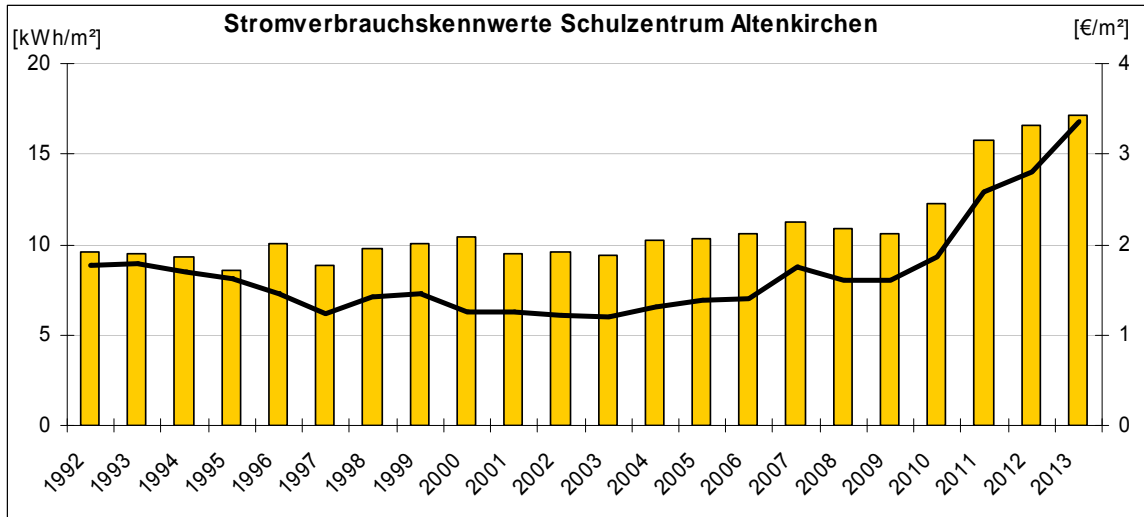


Abbildung 41: Stromverbrauchs- [kWh/m²] und Stromkostenkennwerte [€/m²] des Schulzentrums Altenkirchen. Gelbe Säule = Stromverbrauchskennwerte, schwarze Linie = Stromkostenkennwerte.

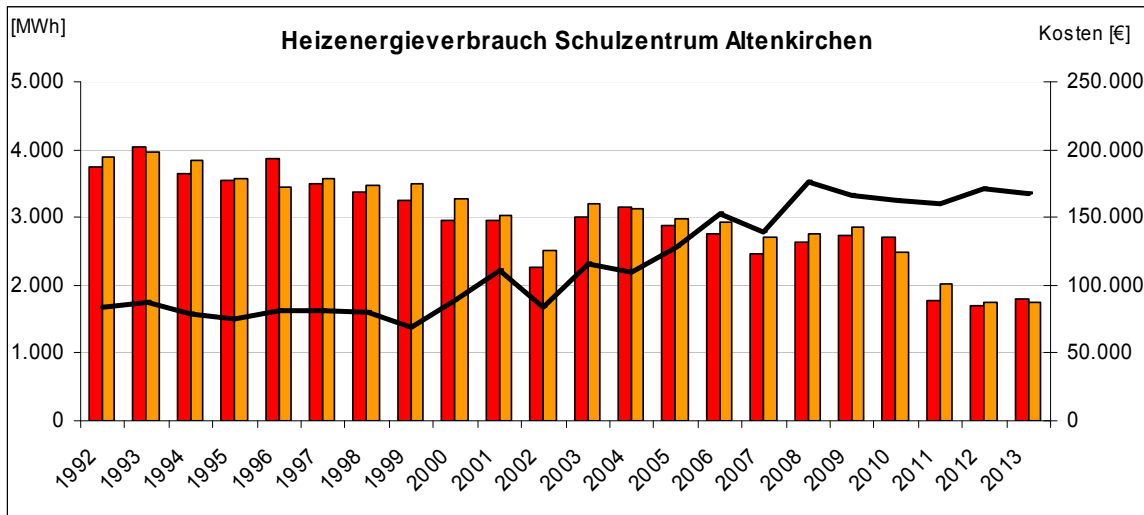


Abbildung 42: Heizenergieverbrauch [MWh] und Heizenergiekosten [€] des Schulzentrums Altenkirchen. Rote Säule = tatsächlicher Verbrauch, orangene Säule = witterungsbereinigter Heizenergieverbrauch, schwarze Linie = Heizenergiekosten.

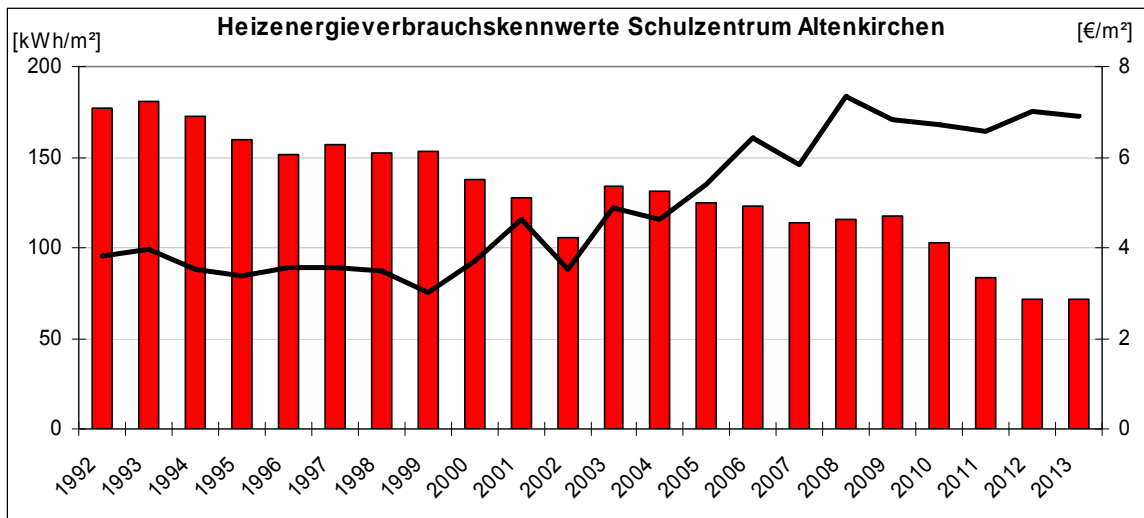


Abbildung 43: Heizenergieverbrauchs- [kWh/m²] und Heizkostenkennwerte [€/m²] des Schulzentrums Altenkirchen. Rote Säule = Heizenergieverbrauchs-kennwerte, schwarze Linie = Heizkostenkennwerte.

7.2 Schulzentrum Altenkirchen

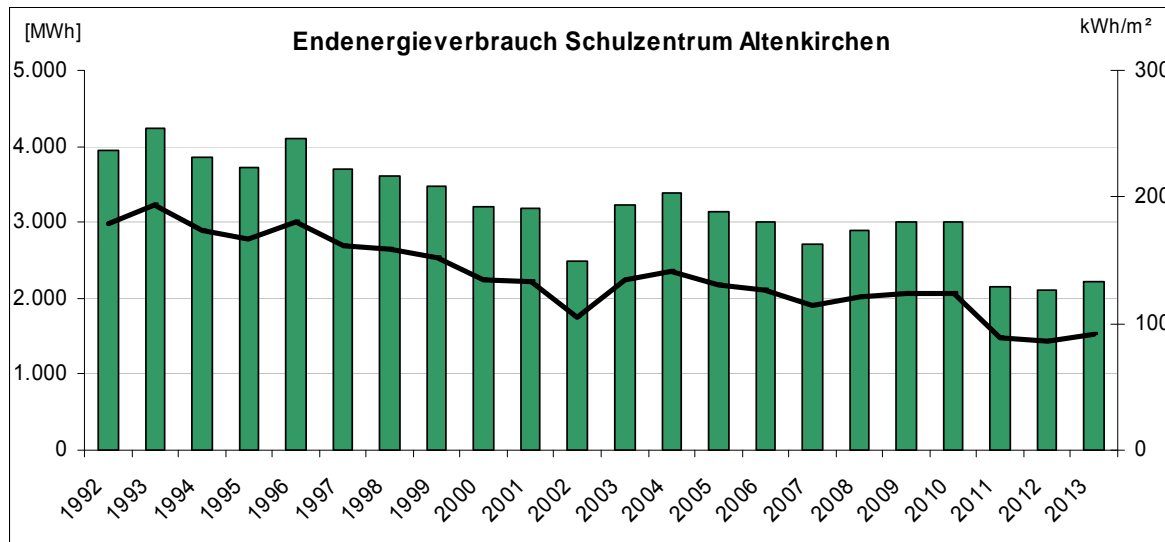


Abbildung 44: Endenergieverbrauch des Schulzentrums Altenkirchen. Grüne Säule = Endenergieverbrauch [MWh], schwarze Linie = Endenergieverbrauchskennwerte [kWh/m²].

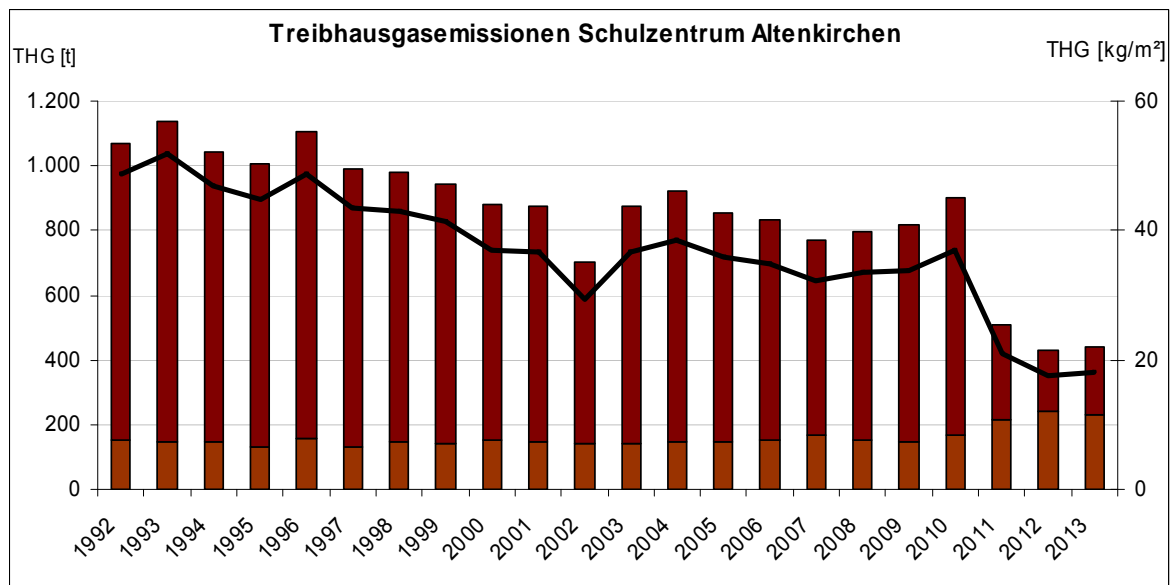


Abbildung 45: Treibhausgasemissionen des Schulzentrums Altenkirchen. Hellbrauner (unterer) Säulenbereich = strombedingte Treibhausgasemissionen, brauner (oberer) Säulenbereich = wärmebedingte Treibhausgasemissionen, schwarze Linie = Kennwerte der Gesamtemissionen [kg/m²].

7.2 Schulzentrum Altenkirchen

Eine weitergehende Differenzierung der Heizenergieverbräuche des Schulzentrums Altenkirchen wurde für das Jahr 2013 vorgenommen (Abbildung 46). Das Schulzentrum Altenkirchen hat fünf eigene Wärmezähler. Teilweise werden von einem Wärmezähler die Verbräuche mehrerer Gebäude erfasst.

Es zeigt sich, dass der Heizenergiebedarf für die unterschiedlichen Gebäude des Schulzentrums Altenkirchen relativ homogen ist. Einzig das Westerwald-Gymnasium sticht mit einem Heizenergiebedarf von lediglich 49 kWh/m² positiv hervor. Dieser niedrige Heizenergiebedarf ist das Ergebnis einer umfangreichen Sanierung der Wärmedämmung im Jahr 2010/2011. Aufgrund der Größe des Westerwald-Gymnasiums (7.723 m²) konnte der Durchschnittswärmebedarf des kompletten Schulzentrums auf ein vergleichsweise niedriges Niveau gebracht werden.

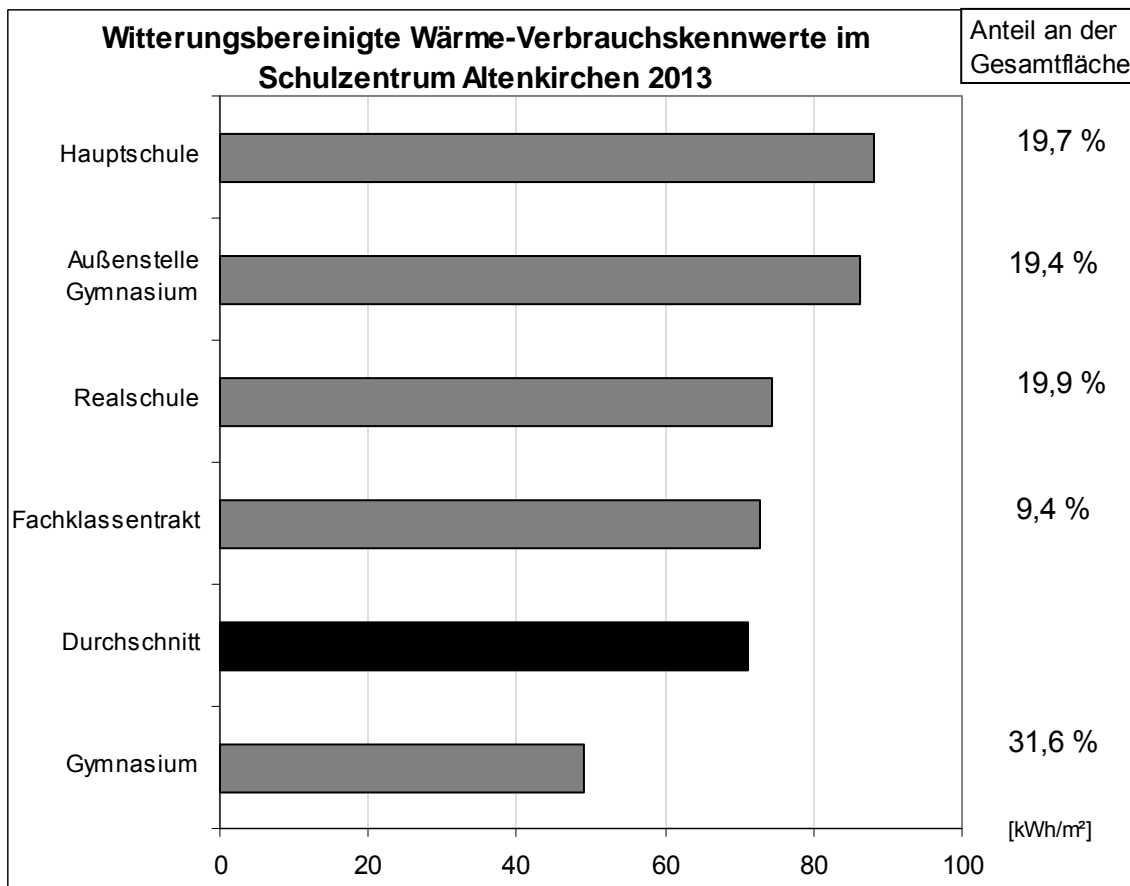


Abbildung 46: Witterungsbereinigte Wärme-Verbrauchskennwerte im Schulzentrum Altenkirchen 2013. Die Zählerstellen beinhalten die Wärmeverbräuche folgender Liegenschaften: Gymnasium (Gebäude A), Außenstelle Gymnasium (Gebäude D, Pavillon E, Aulagebäude B), Fachklassentrakt (Gebäude C, 2 Containerklassen), Realschule (Gebäude K, 4 Containerklassen), Hauptschule (Gebäude F, Gebäude I, Pavillon H, Pavillon G).

7.3 Freiherr-vom-Stein-Gymnasium

Tabelle 8: Energiestatistik 2013 des Freiherr-vom-Stein-Gymnasiums

Freiherr-vom-Stein-Gymnasium							
Standort	Betzdorf Freiherr-vom-Stein-Straße						
Objekte	Schulkomplex mit Aula und 2 Turnhallen						
Baujahr	1967 2007 (neue Turnhalle)						
Brutto-Grundfläche	14.145 m ²						
Wärmeversorgung	2007 Umstellung von Erdgas auf Nahwärme (Hackschnitzel und Öl)						
Besonderheiten	PV-Anlage (Dachfläche vermietet); Turnhalle seit 2008 mit einer Solarthermieanlage (18m ²) ausgestattet						
Energieeffizienzmaßnahmen	2001/2002 Schließung Lehrschwimmbecken 2008 neue Fenster an der Aula 2009 Hauptfassade wird komplett saniert 2009-2011 Brandschutzumbau + Sanierung 2009-2011 Zubau von Klassenräumen + Computerräumen						
Energieverbrauch 2013							
Strom		Wärme				Endenergie	
		gemessen		witterungsbereinigt			
[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]
250.710	18	1.086.830	77	1.059.942	75	1.337.540	95
Veränderung gegenüber dem Vorjahr 2012 [%]							
2,28%	2,28%	-4,62%	-4,62%	-9,07%	-9,07%	-3,40%	-3,40%
Veränderung gegenüber dem Basisjahr 1992 [%]							
27,95%	13,67%	-52,00%	-57,36%	-55,00%	-60,02%	-45,64%	-51,70%

Das Freiherr-vom-Stein-Gymnasium in Betzdorf ist mit einer Brutto-Geschossfläche von 14.145 m² die zweitgrößte Kreisliegenschaft des Landkreises Altenkirchen. Der Endenergieverbrauch dieser Liegenschaft sank bis 2002 deutlich und hat sich seitdem in einem Bereich zwischen 1.200.000 bis 1.500.000 kWh eingependelt. Die Verringerung des Endenergieverbrauches bis 2002 wurde sowohl durch Einsparung im Wärme- als auch im Strombereich realisiert. Erreicht wurde diese deutliche Reduzierung des Energieverbrauchs zum einen durch Nutzungsveränderungen (Schließung des Lehrschwimmbeckens und dadurch Wegfall an Heizbedarf), zum anderen wurden im Rahmen einer Energie-Budgetierung erhebliche Veränderungen des Nutzerverhaltens (z. B. kontrolliertes Stoßlüften) eingeleitet. Ab 2002 entwickeln sich Wärme- und Stromverbrauch in gegenläufige Richtungen. Während der Heizenergieverbrauch seit 2002 weiter leicht zurückging, hat sich der Stromverbrauch in den letzten zehn Jahren nahezu verdoppelt. Beim Stromverbrauch dürfte sich ab 2002 der zunehmende Einzug von digitalen Medien in den Unterricht bemerkbar gemacht haben.

7.3 Freiherr-vom-Stein-Gymnasium

Die Treibhausgasemissionen sind während des Untersuchungszeitraumes um über 60 % gefallen, was vor allem auf die Verringerung des Heizenergieverbrauchs zurückzuführen ist. Des Weiteren wurde die THG-Reduktion durch die Installation eines Nahwärmenetzes im Jahr 2007, welches mit Holz und Mineralöl versorgt wird, beschleunigt. Mit dem Beginn der Wärmeversorgung durch das Nahwärmenetz spielt für die jährlichen THG-Emissionen das Verhältnis bei der Verbrennung von Holz und Öl die entscheidende Rolle. 2013 wurde für die Wärmeproduktion beispielsweise überdurchschnittlich viel Heizöl eingesetzt, wodurch die THG-Emissionen des Freiherr-vom-Stein-Gymnasiums im Bereich der Wärmeerzeugung um über 50 % zum Vorjahr stiegen.

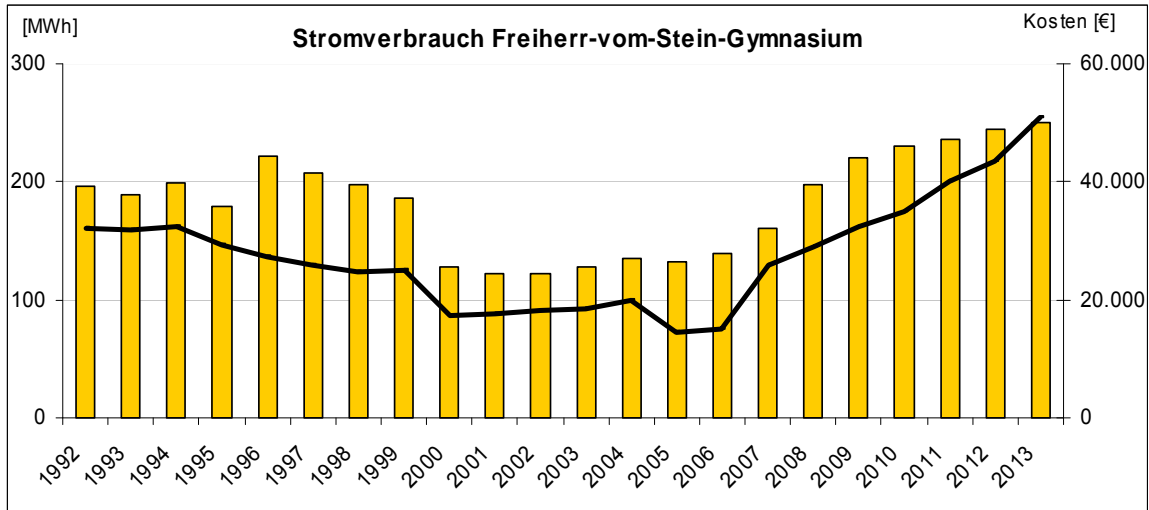


Abbildung 47: Stromverbrauch [MWh] und Stromkosten [€] des Freiherr-vom-Stein-Gymnasiums. Gelbe Säule = Stromverbrauch, schwarze Linie = Stromkosten.

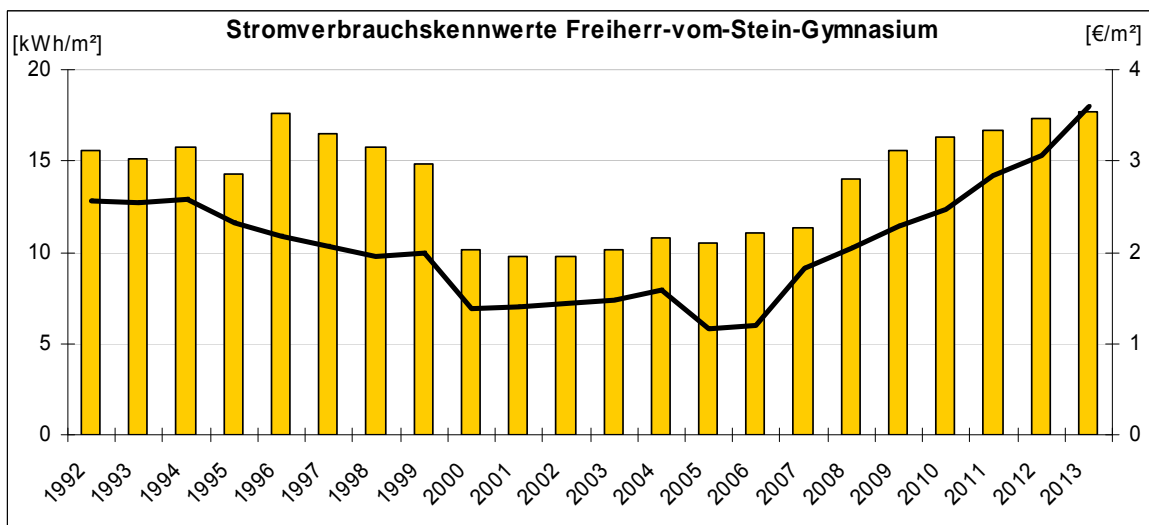


Abbildung 48: Stromverbrauchs- [kWh/m²] und Stromkostenkennwerte [€/m²] des Freiherr-vom-Stein-Gymnasiums. Gelbe Säule = Stromverbrauchs-kennwerte, schwarze Linie = Stromkostenkenn-

7.3 Freiherr-vom-Stein-Gymnasium

werte.

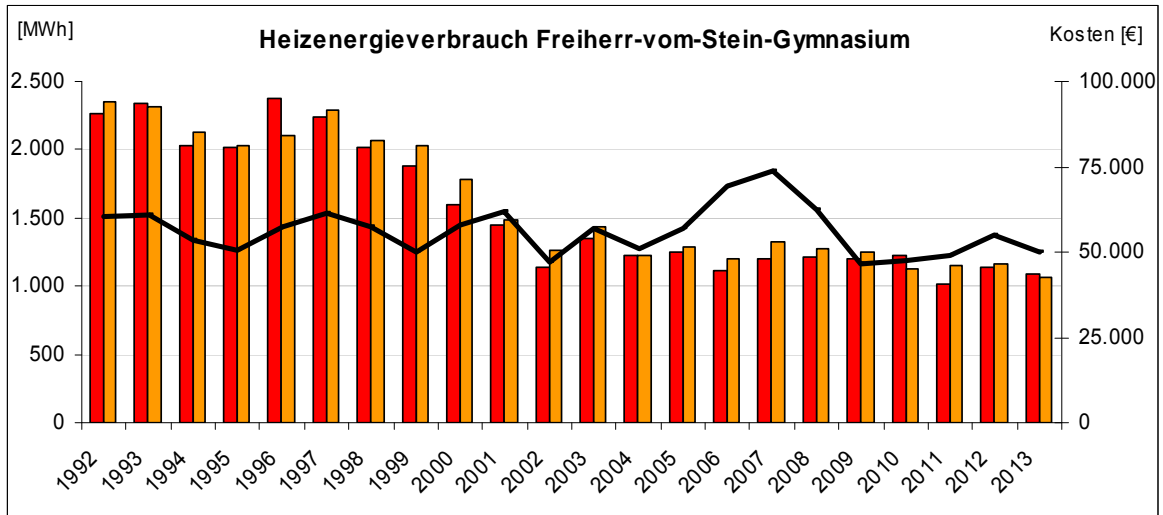


Abbildung 49: Heizenergieverbrauch [MWh] und Heizenergiekosten [€] des Freiherr-vom-Stein-Gymnasiums. Rote Säule = tatsächlicher Verbrauch, orangene Säule = witterungsbereinigter Heizenergieverbrauch, schwarze Linie = Heizenergiekosten.

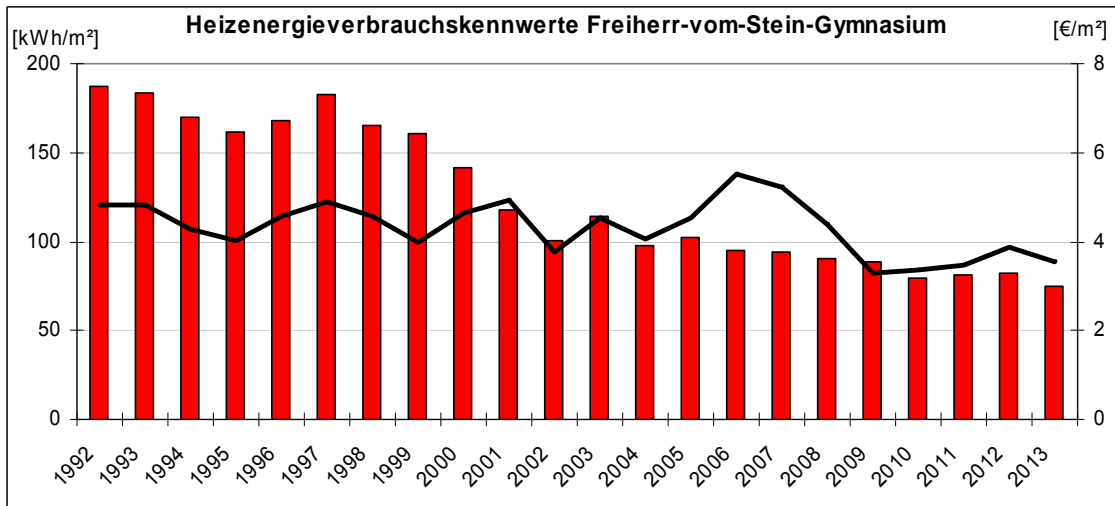


Abbildung 50: Heizenergieverbrauchs- [kWh/m²] und Heizkostenkennwerte [€/m²] des Freiherr-vom-Stein-Gymnasiums. Rote Säule = Heizenergieverbrauchs-kennwerte, schwarze Linie = Heizkostenkennwerte.

7.3 Freiherr-vom-Stein-Gymnasium

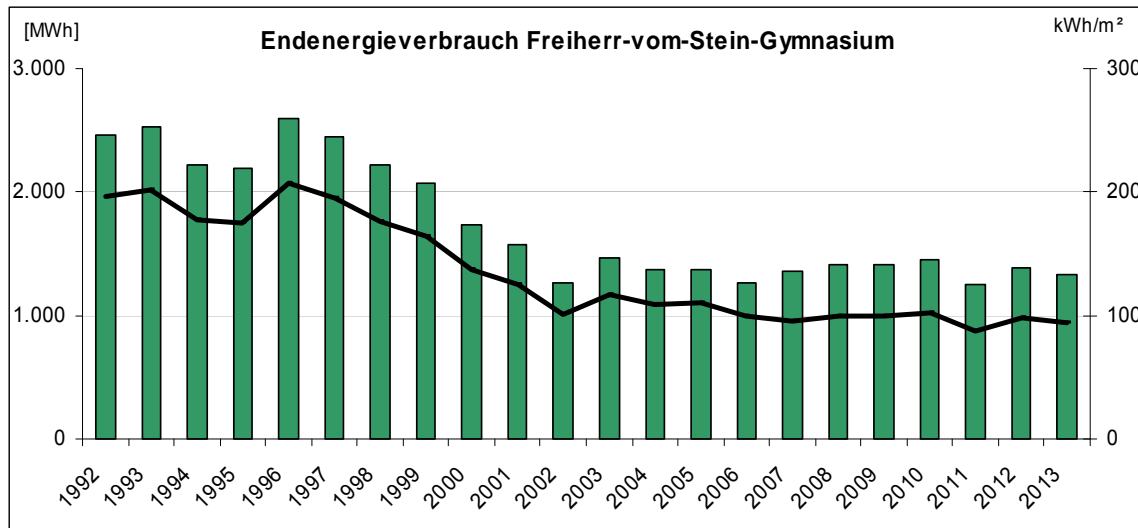


Abbildung 51: Endenergieverbrauch des Freiherr-vom-Stein-Gymnasiums. Grüne Säule = Endenergieverbrauch [MWh], schwarze Linie = Endenergieverbrauchskennwerte [kWh/m²].

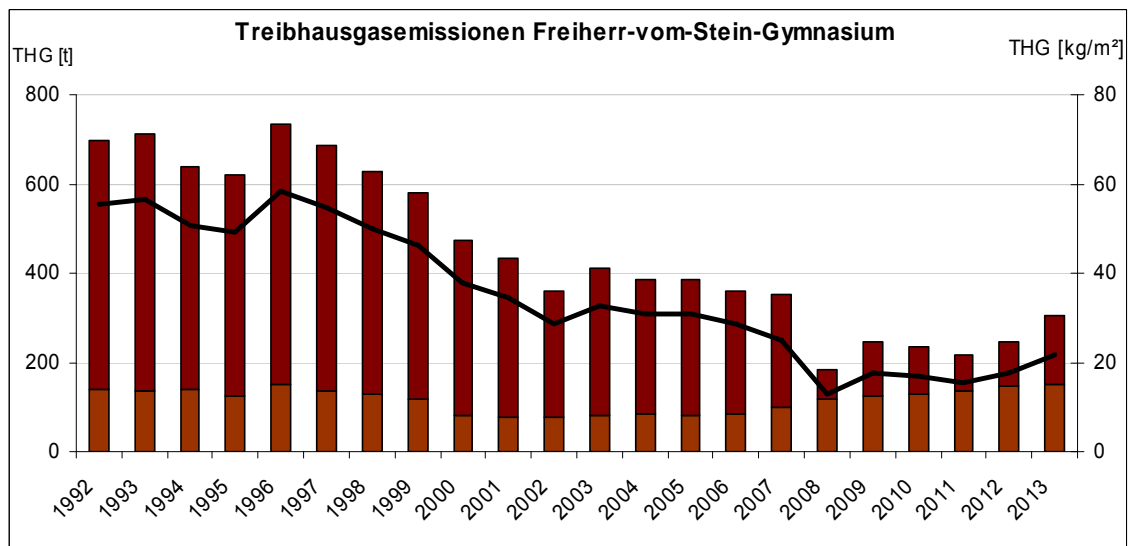


Abbildung 52: Treibhausgasemissionen des Freiherr-vom-Stein-Gymnasiums. Hellbrauner (unterer) Säulenbereich = strombedingte Treibhausgasemissionen, brauner (oberer) Säulenbereich = wärmebedingte Treibhausgasemissionen, schwarze Linie = Kennwerte der Gesamtemission [kg/m²].

7.4 IGS Geschwister-Scholl, Betzdorf

Tabelle 9: Energiestatistik 2013 der IGS Geschwister-Scholl, Betzdorf

IGS Geschwister-Scholl, Betzdorf							
Standort	Betzdorf Kirchener Straße 64						
Objekte	Schulgebäude und Turnhalle						
Baujahr	Schulgebäude: 1906/1929 Turnhalle: 1982						
Brutto-Grundfläche	8.060 m ² (davon TH = 1.610 m ²)						
Wärmeversorgung	2007 Umstellung von Erdgas auf Nahwärme (Hackschnitzel und Öl)						
Besonderheiten	Auf dem Dach der Turnhalle ist seit 2010 eine 7,5 m ² große Solarthermieanlage installiert						
Bemerkungen	Wärmeverbrauch des Schulgebäudes und der Turnhalle werden getrennt erfasst und in getrennten Abbildungen dargestellt						
Energieverbrauch 2013							
Strom		Wärme				Endenergie	
		gemessen		witterungsbereinigt			
[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]
78.615	10	468.930	58	457.329	57	547.545	68
Veränderung gegenüber dem Vorjahr 2012 [%]							
-6,97%	-6,97%	7,98%	7,98%	2,95%	2,95%	5,54%	5,54%
Veränderung gegenüber dem Basisjahr 1992 [%]							
7,56%	7,56%	-67,06%	-67,06%	-69,11%	-69,11%	-63,41%	-63,41%

Der Endenergieverbrauch (Strom + Wärme) der IGS Geschwister-Scholl (Schulgebäude und Turnhalle) in Betzdorf hat seit 1992 mit über 60 % deutlich abgenommen. Während der Stromverbrauch im gleichen Zeitraum stagnierte, ist der Heizenergiebedarf um annähernd 70 % zurückgegangen. Abbildung 57 und Abbildung 58 zeigen die Heizenergieverbräuche der Turnhalle, deren Heizenergieverbrauch seit 1992 noch deutlicher reduziert werden konnte. Der Wärmeverbrauch ist von über 300 MWh auf ca. 50 MWh gefallen und beträgt somit nur noch 1/6 des Ursprungswertes 1992. Seit 2008 werden das Schulgebäude und die Turnhalle der IGS Geschwister-Scholl über das Nahwärmenetz in Betzdorf mit Wärme aus Holzhackschnitzeln und Mineralöl versorgt. Dadurch sind in Analogie zum Freiherr-vom-Stein-Gymnasium die THG-Emissionen sehr stark zurückgegangen. 2013 betragen die THG-Emissionen nur noch rund ¼ vom Ausgangswert 1992.

7.4 IGS Geschwister-Scholl, Betzdorf

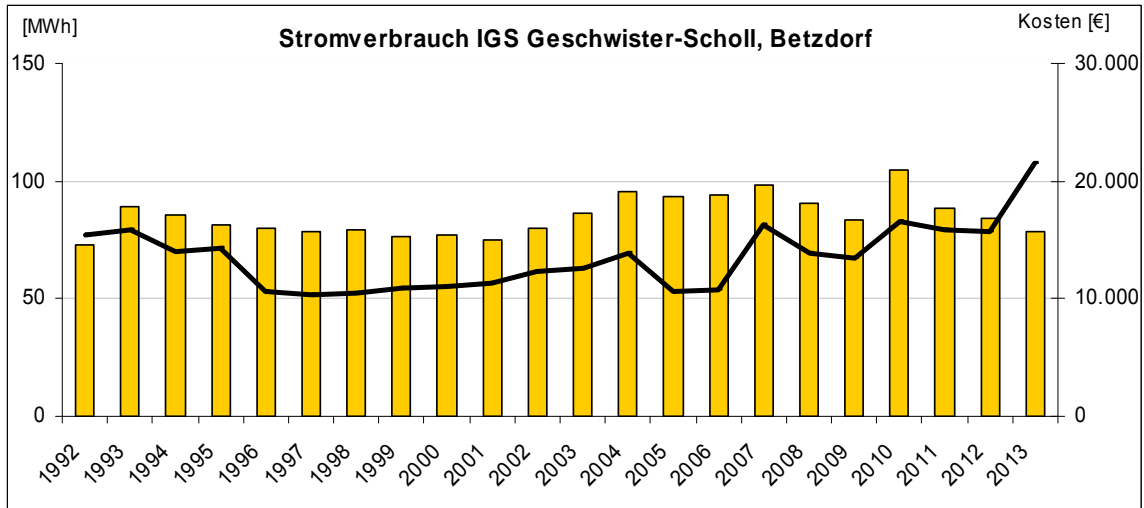


Abbildung 53: Stromverbrauch [MWh] und Stromkosten [€] der IGS Geschwister-Scholl in Betzdorf. Gelbe Säule = Stromverbrauch, schwarze Linie = Stromkosten.

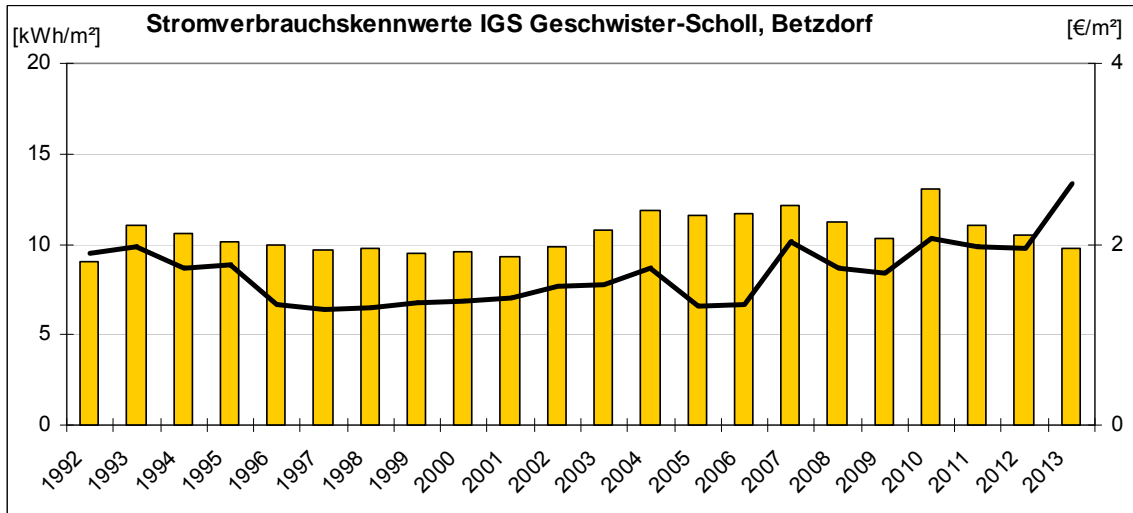


Abbildung 54: Stromverbrauchs- [kWh/m²] und Stromkostenkennwerte [€/m²] der IGS Geschwister-Scholl, Betzdorf. Gelbe Säule = Stromverbrauchskennwerte, schwarze Linie = Stromkostenkennwerte.

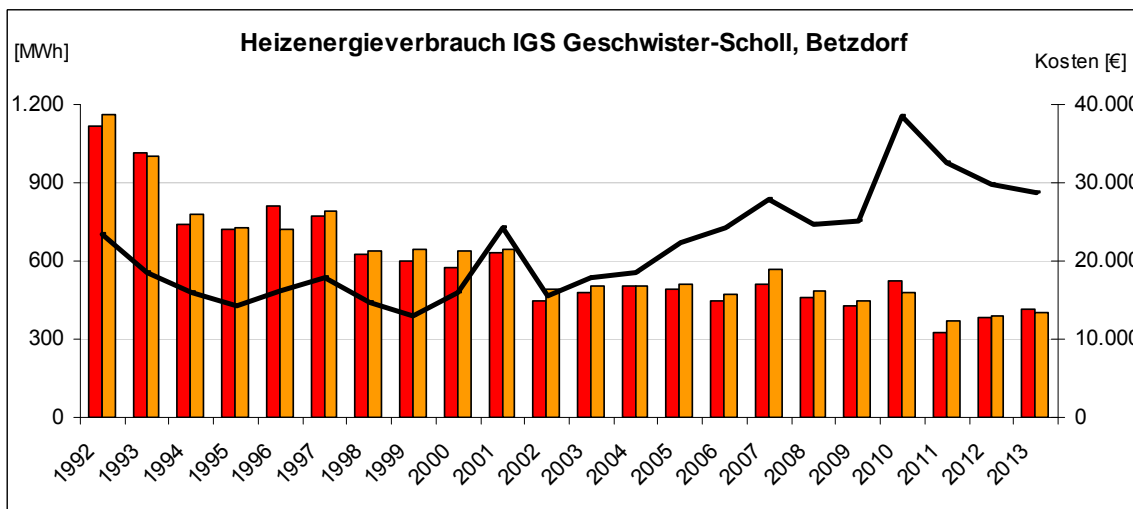


Abbildung 55: Heizenergieverbrauch [MWh] und Heizenergiekosten [€] der IGS Geschwister-Scholl, Betzdorf. Rote Säule = tatsächlicher Verbrauch, orangene Säule = witterungsbereinigter Heizenergieverbrauch, schwarze Linie = Heizenergiekosten.

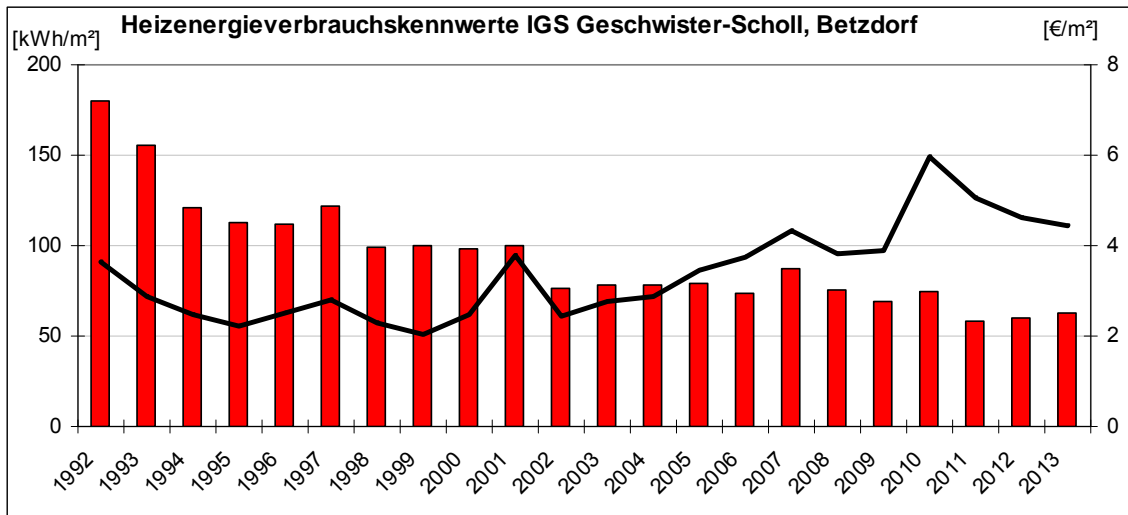


Abbildung 56: Heizenergieverbrauchs- [kWh/m²] und Heizkostenkennwerte [€/m²] der IGS Geschwister-Scholl, Betzdorf. Rote Säule = Heizenergieverbrauchs-kennwerte, schwarze Linie = Heizkostenkennwerte.

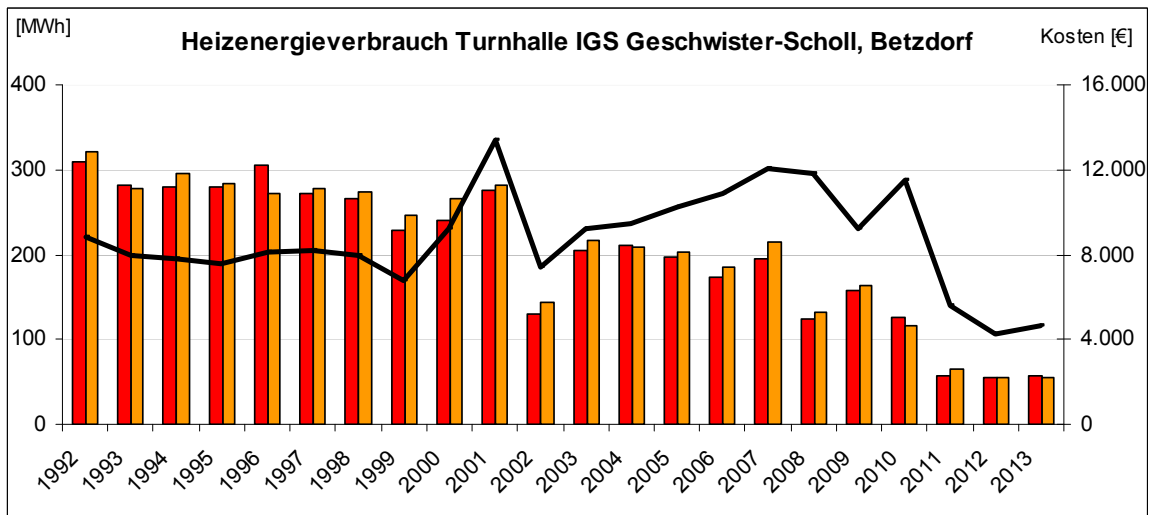


Abbildung 57: Heizenergieverbrauch [MWh] und Heizenergiekosten [€] der Turnhalle der IGS Geschwister-Scholl, Betzdorf. Rote Säule = tatsächlicher Verbrauch, orangene Säule = witterungsbeinigter Heizenergieverbrauch, schwarze Linie = Heizenergiekosten.

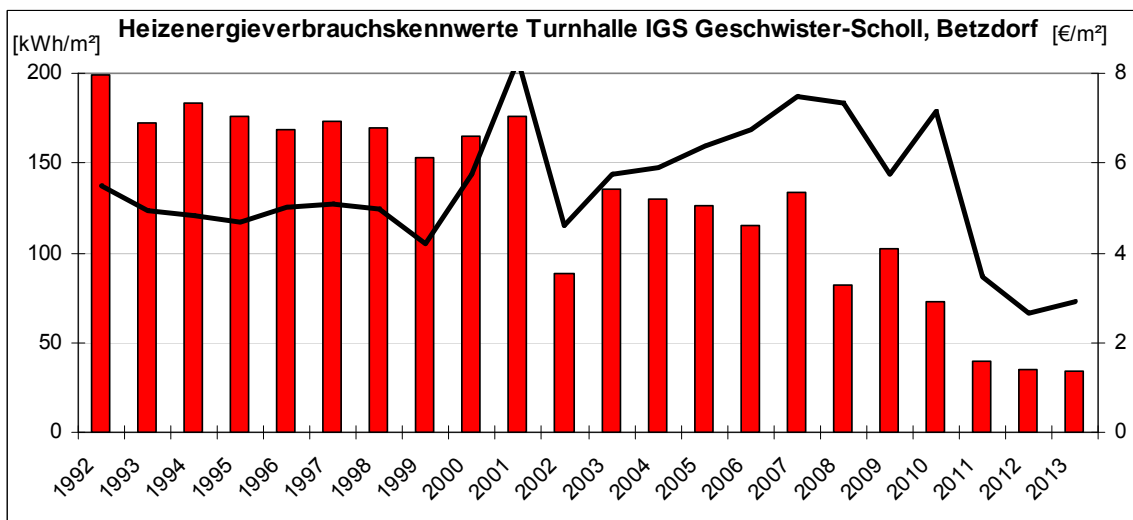


Abbildung 58: Heizenergieverbrauchs- [kWh/m²] und Heizkostenkennwerte [€/m²] der Turnhalle der IGS Geschwister-Schule, Betzdorf. Rote Säule = Heizenergieverbrauchs-kennwerte, schwarze Linie = Heizkostenkennwerte.

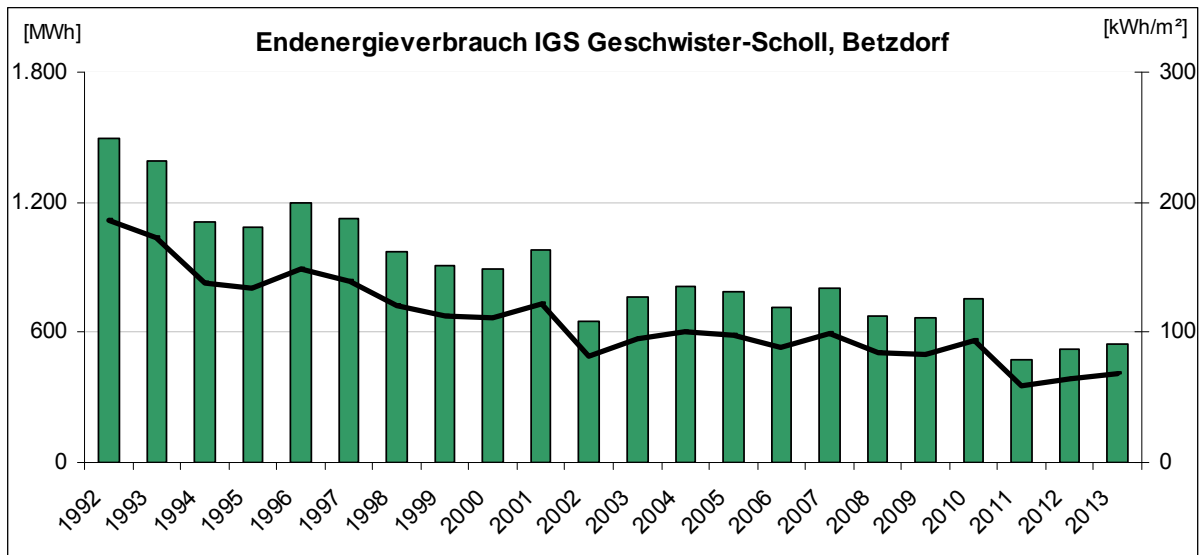


Abbildung 59: Endenergieverbrauch der IGS Geschwister-Scholl, Betzdorf (Schulgebäude und Turnhalle). Grüne Säule = Endenergieverbrauch [MWh], schwarze Linie = Endenergieverbrauchs-kennwerte [kWh/m²].

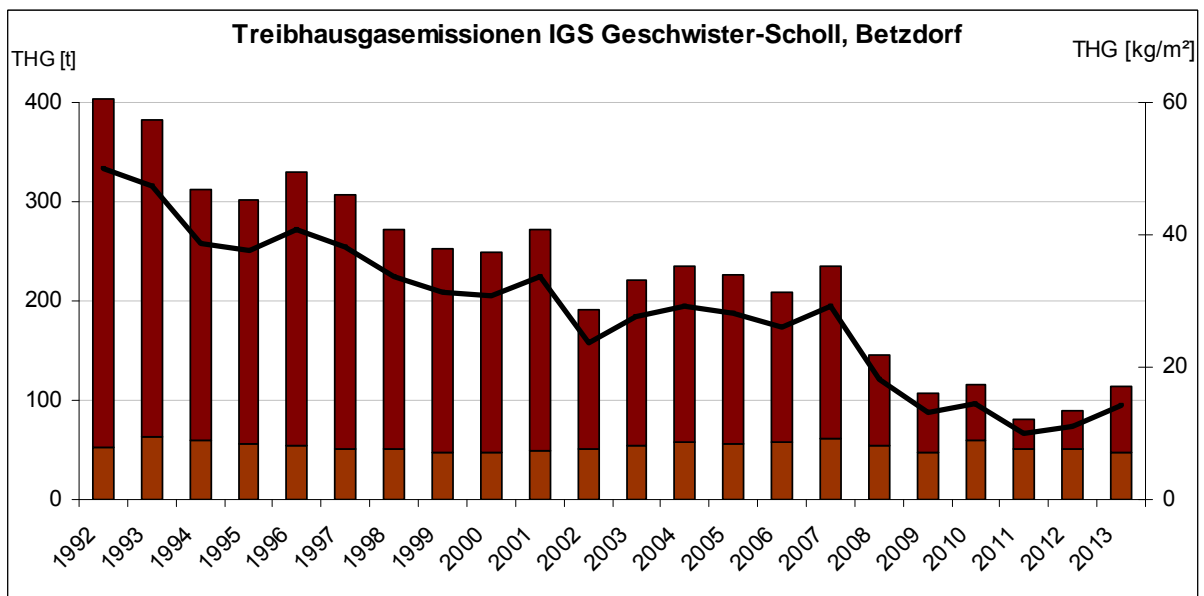


Abbildung 60: Treibhausgasemissionen der IGS Geschwister-Scholl, Betzdorf (Schulgebäude und Turnhalle). Hellbrauner (unterer) Säulenbereich = strombedingte Treibhausgasemissionen, brauner (oberer) Säulenbereich = wärmebedingte Treibhausgasemissionen, schwarze Linie = Kennwerte der Gesamtemission [kg/m²].

7.5 IGS Geschwister-Scholl, Kirchen

Tabelle 10: Energiestatistik 2013 der IGS Geschwister-Scholl, Betzdorf

IGS Geschwister-Scholl, Kirchen							
Standort	Kirchen Jahnstraße 2						
Objekte	2 Schulgebäude + Turnhalle						
Baujahr	Grundschulgebäude: 1961 Hauptschulgebäude: 1968						
Brutto-Grundfläche	7.379 m ² (davon 1.890 m ² Turnhalle)						
Wärmeversorgung	Erdgas						
Besonderheiten	die IGS Kirchen wurde erst mit der Schulreform 2009/10 Kreisliegenschaft						
Energieverbrauch 2013							
Strom		Wärme				Endenergie	
		gemessen		witterungsbereinigt			
[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]
26.122	4	767.113	104	748.135	101	793.235	107
Veränderung gegenüber dem Vorjahr 2012 [%]							
-21,0%	-21,0%	-8,9%	-8,9%	-13,2%	-13,2%	-9,4%	-9,4%

Die IGS Geschwister-Scholl, Kirchen ist 2010 mit der Schulreform in Kreisbesitz gekommen. Auffällig am Energieverbrauch dieser Liegenschaft ist, dass der witterungsbereinigte Wärmeverbrauch mit 100 kWh/m² ca. 20 % über dem Kreisdurchschnitt liegt, während der Stromverbrauch mit 4 kWh weit unter dem aller anderen Liegenschaften liegt. Dies spiegelt sich auch in der Abbildung 66 der Treibhausgasemissionen wieder. Weniger als 10 % der THG der IGS Geschwister-Scholl, Kirchen werden durch den Stromverbrauch verursacht.

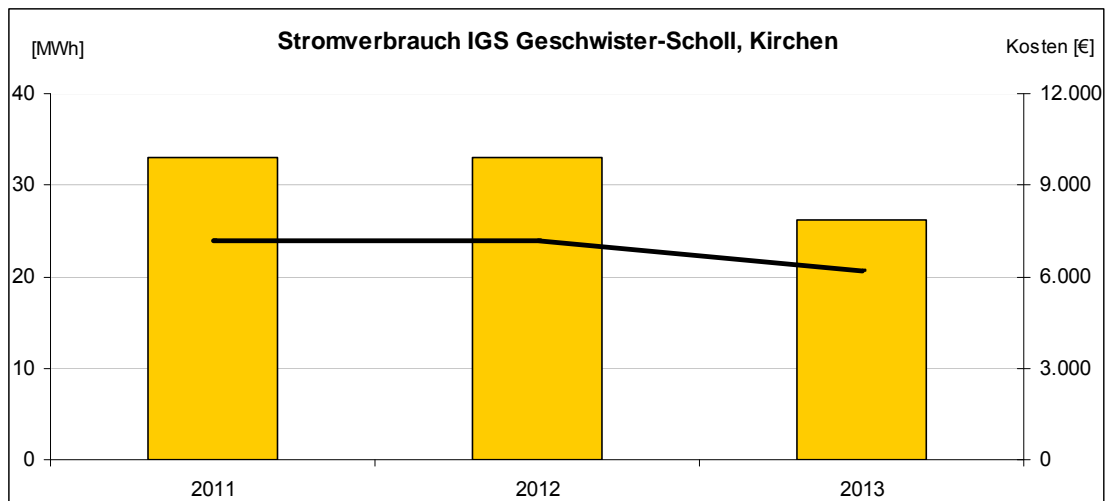


Abbildung 61: Stromverbrauch [MWh] und Stromkosten [€] der IGS Geschwister-Scholl, Kirchen. Gelbe Säule = Stromverbrauch, schwarze Linie = Stromkosten.

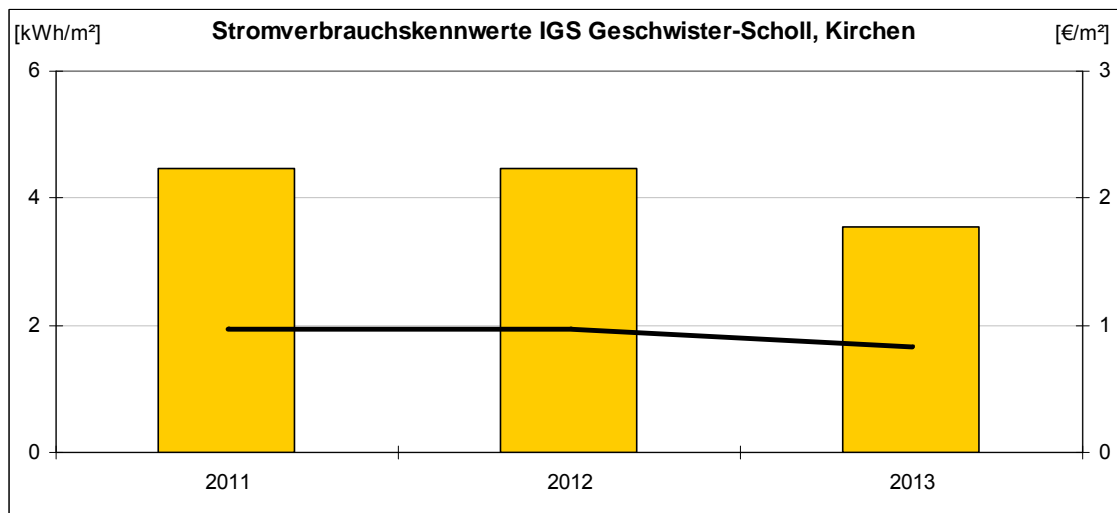


Abbildung 62: Stromverbrauchs- [kWh/m²] und Stromkostenkennwerte [€/m²] der IGS Geschwister-Scholl, Kirchen. Gelbe Säule = Stromverbrauchskennwerte, schwarze Linie = Stromkostenkennwerte.

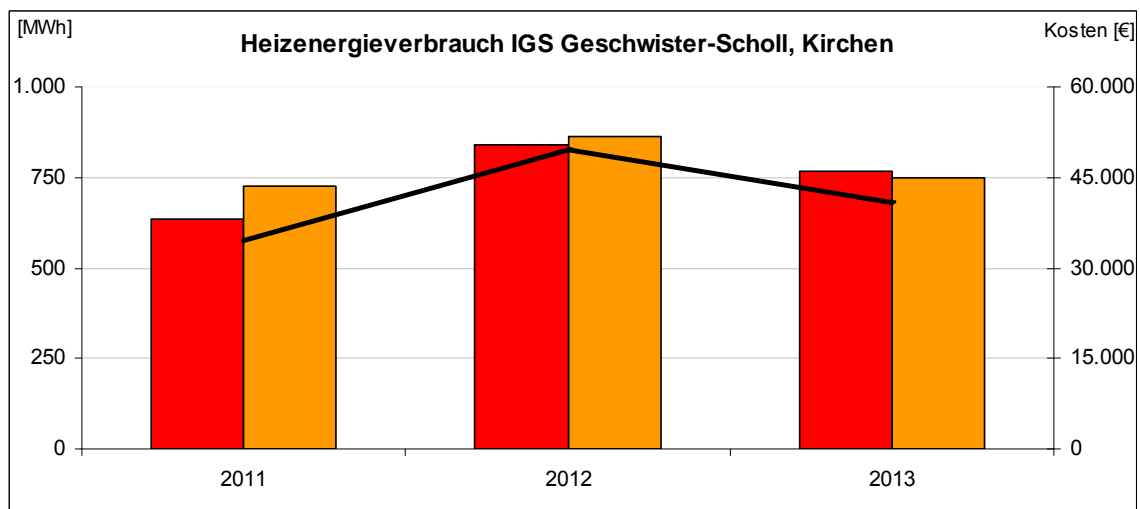


Abbildung 63: Heizenergieverbrauch [MWh] und Heizenergiekosten [€] der IGS Geschwister-Scholl, Kirchen. Rote Säule = tatsächlicher Verbrauch, orangene Säule = witterungsbereinigter Heizenergieverbrauch, schwarze Linie = Heizenergiekosten.

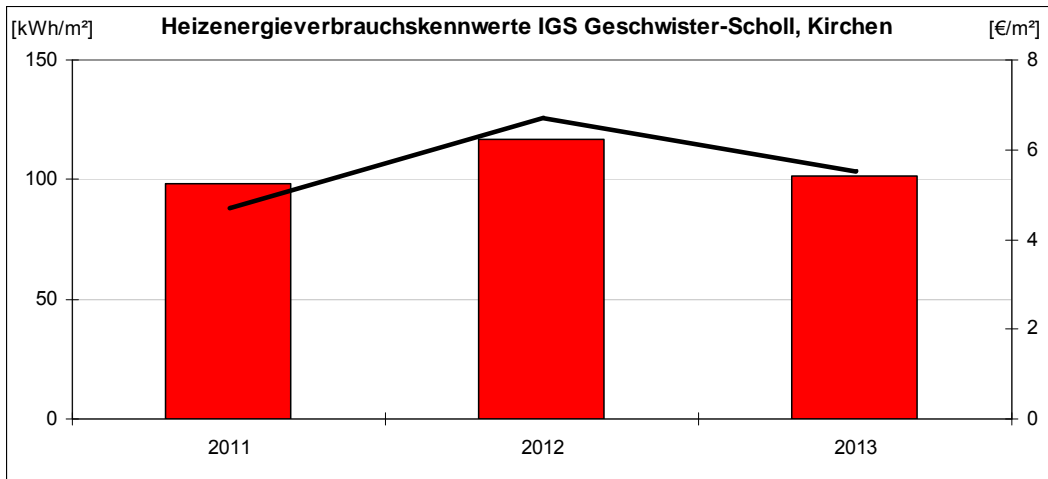


Abbildung 64: Heizenergieverbrauchs- [kWh/m²] und Heizkostenkennwerte [€/m²] der IGS Geschwister-Scholl, Kirchen. Rote Säule = Heizenergieverbrauchs-kennwerte, schwarze Linie = Heizkostenkennwerte.

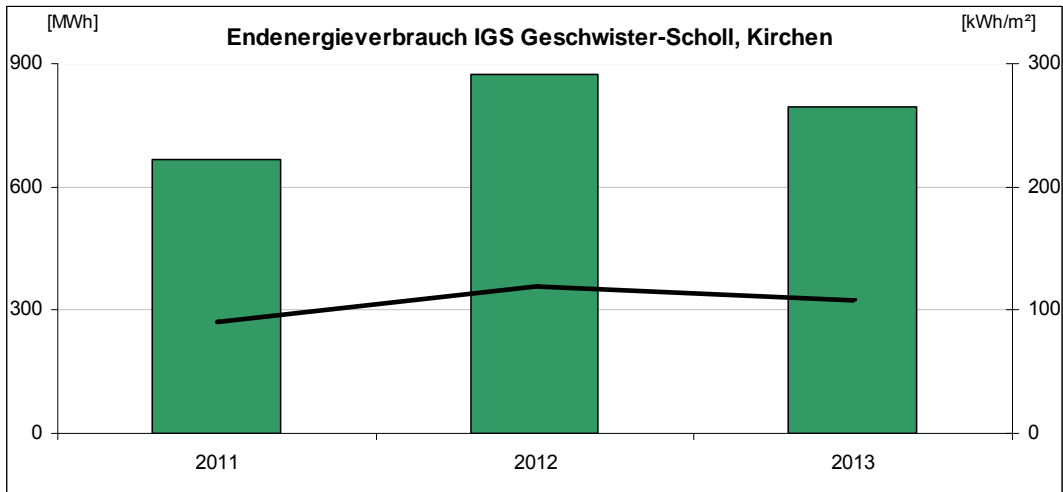


Abbildung 65: Endenergieverbrauch der IGS Geschwister-Scholl, Kirchen. Grüne Säule = Endenergieverbrauch [MWh], schwarze Linie = Endenergieverbrauchs-kennwerte [kWh/m²].

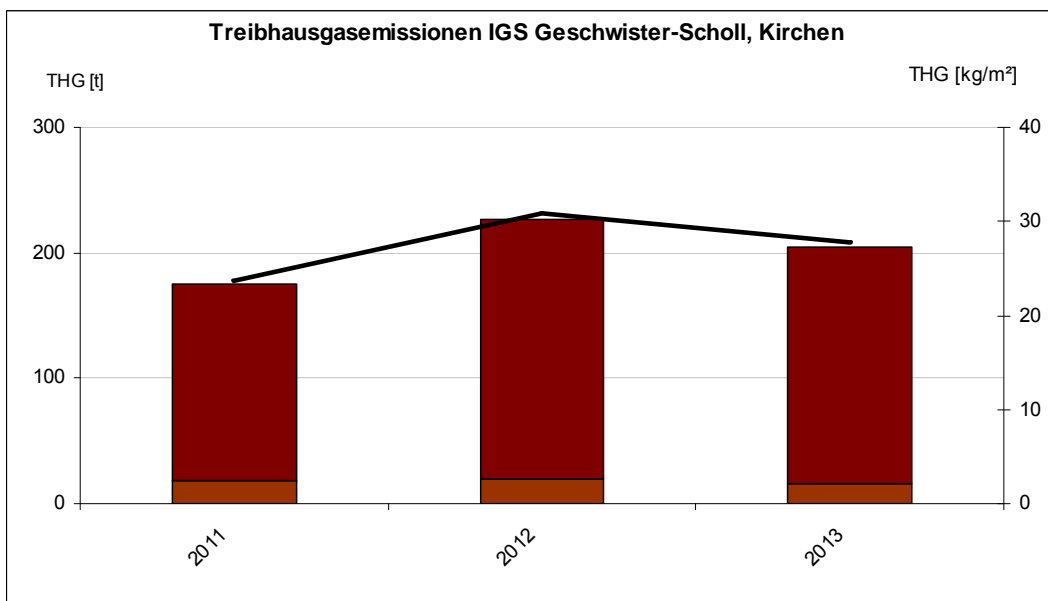


Abbildung 66: Treibhausgasemissionen der IGS Geschwister-Scholl, Kirchen. Hellbrauner (unterer) Säulenbereich = strombedingte Treibhausgasemissionen, brauner (oberer) Säulenbereich = wärmebedingte Treibhausgasemissionen, schwarze Linie = Kennwerte der Gesamtemission [kg/m²].

7.6 Bertha-von Suttner-Realschule plus (Schützenstraße)

Tabelle 11: Energiestatistik 2013 der Bertha-von-Suttner-Realschule plus (Schützenstraße)

Bertha-von -Suttner-Realschule plus (Schützenstraße)							
Standort	Betzdorf Schützenstraße 62						
Objekte	Schulgebäude						
Baujahr	1952						
Brutto-Grundfläche	4.857 m ² 2004 Erweiterung um 4 Klassen (301 m ²)						
Wärmeversorgung	Erdgas						
Bemerkungen	bis einschließlich 2001 wurde der Stromverbrauch von Schulgebäude und der Turnhalle (6.7) gemeinsam erfasst						
Energieverbrauch 2013							
Strom		Wärme				Endenergie	
		gemessen		witterungsbereinigt			
[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]
43.224	9	287.748	59	280.629	62	330.972	68
Veränderung gegenüber dem Vorjahr 2012 [%]							
2,74%	2,74%	-1,89%	-1,89%	-6,46%	-6,46%	-1,31%	-1,31%
Veränderung gegenüber dem Basisjahr 1992 [%]							
-20,23%	-9,16%	-54,72%	-57,52%	-57,54%	-60,18%	-52,01%	-54,98%

Der Endenergiebedarf der Schulgebäude der Bertha-von-Suttner-Realschule plus am Standort „Schützenstraße“ hat sich seit 1992 halbiert. Dabei sind der Stromverbrauch leicht und der Wärmeverbrauch deutlich gesunken. Teilweise ist der gesunkene Stromverbrauch darauf zurückzuführen, dass ab dem Jahr 2001 der Stromverbrauch der Turnhalle an einem eigenen Zähler gemessen wurde und somit 10.000 kWh weniger Stromverbrauch über den Stromzähler des Schulgebäudes abgerechnet wurden. Jedoch sank der Stromverbrauch auch in den Folgejahren weiter leicht. Während die Stromkosten auf einem Level blieben, waren die Kosten für die Wärmegegensehung leicht rückläufig. Der Heizenergieverbrauch der BvS-Realschule plus halbierte sich in den 1990ern innerhalb von nur 8 Jahren. Diese Energieeinsparung war mitunter das Ergebnis von Fenster- und Heizungssanierungen. Auffällig sind die ungewöhnlich hohen Heizenergieverbräuche der Jahre 2003 und 2004, die wohl im Zusammenhang mit der Erweiterung der Schule um vier Klassen stehen. Während der Baumaßnahmen dürfte die Gebäudedämmung beeinträchtigt gewesen sein, sodass ein überdurchschnittlicher Heizenergiebedarf während dieser zwei Heizperioden bestand. Mit der Beendigung der Baumaßnahmen hat sich der Wärmeverbrauch wieder normalisiert. Die THG-Emissionen sind während des Untersuchungszeitraumes als Folge der enormen Wärmeeinsparung um knapp die Hälfte zurückgegangen (siehe Abbildung 72).

7.6 Bertha-von Suttner-Realschule plus (Schützenstraße)

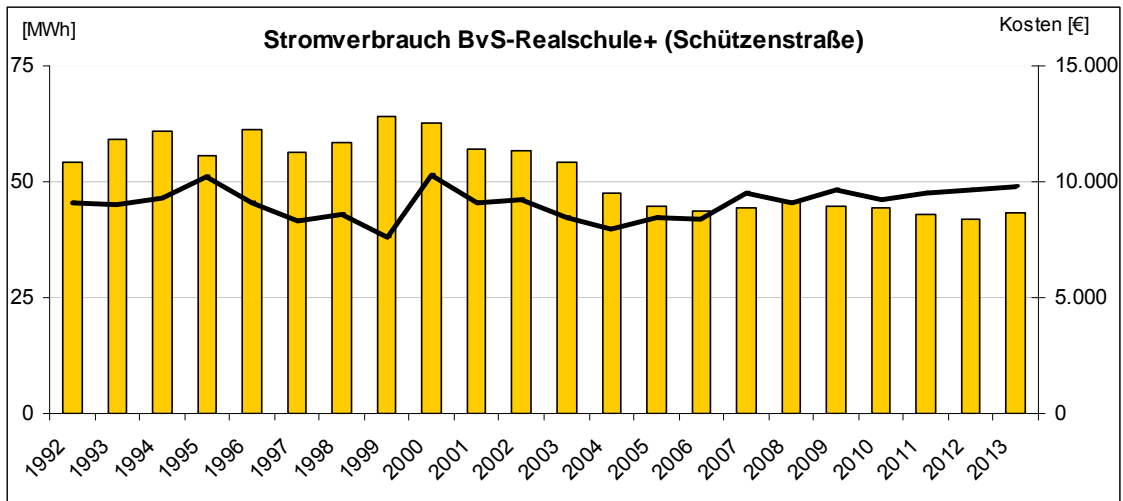


Abbildung 67: Stromverbrauchs- [kWh/m²] und Stromkostenkennwerte [€/m²] der der Bertha-von-Suttner-Realschule plus (Standort Schützenstraße). Gelbe Säule = Stromverbrauchskennwerte, schwarze Linie = Stromkostenkennwerte.

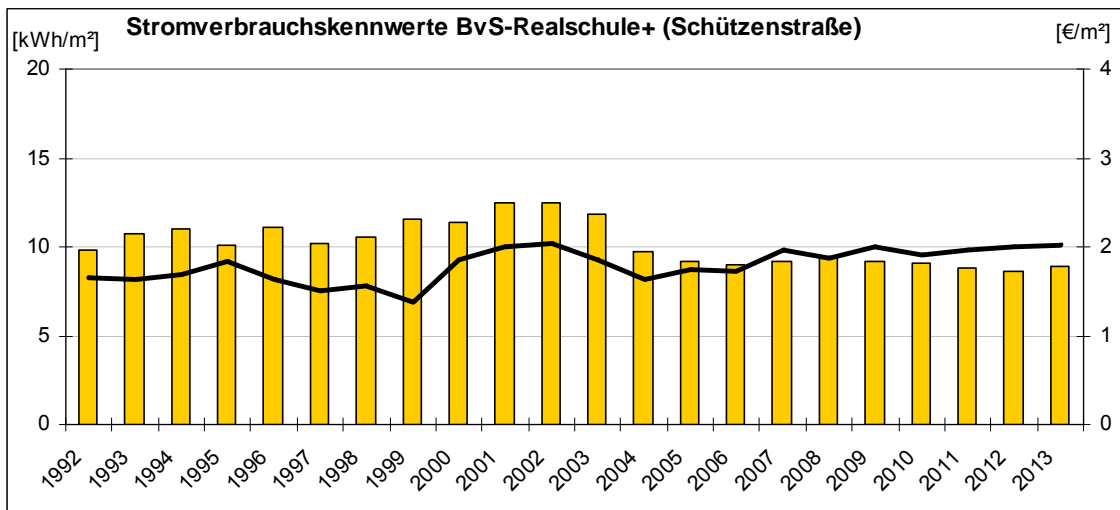


Abbildung 68: Stromverbrauchs- [kWh/m²] und Stromkostenkennwerte [€/m²] der Bertha-von-Suttner-Realschule plus (Standort Schützenstraße). Bis einschließlich 2000 sind die Stromverbräuche der Turnhalle integriert. Gelbe Säule = Stromverbrauchskennwerte, schwarze Linie = Stromkostenkennwerte.

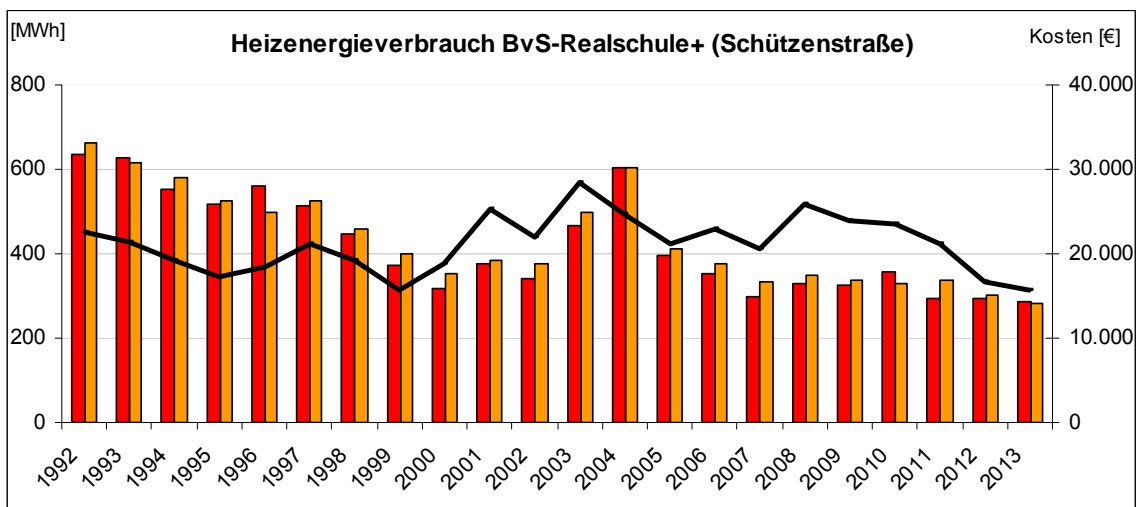


Abbildung 69: Heizenergieverbrauch [MWh] und Heizenergiekosten [€] der Bertha-von-Suttner-Realschule plus (Standort Schützenstraße). Rote Säule = tatsächlicher Verbrauch, orangene Säule = witterungsbereinigter Heizenergieverbrauch, schwarze Linie = Heizenergiekosten.

7.6 Bertha-von Suttner-Realschule plus (Schützenstraße)

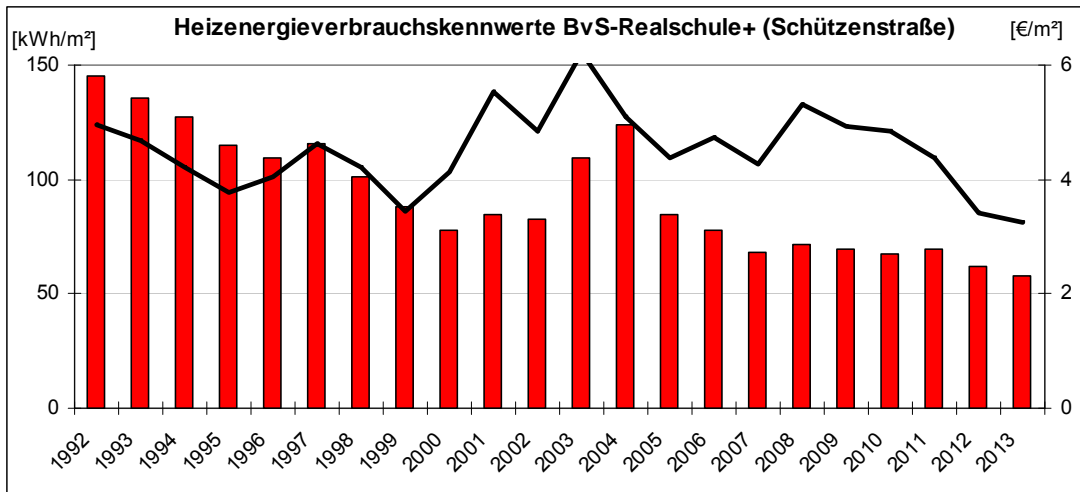


Abbildung 70: Heizenergieverbrauchs- [kWh/m²] und Heizkostenkennwerte [€/m²] der Bertha-von-Suttner-Realschule plus (Standort Schützenstraße). Rote Säule = Heizenergieverbrauchs-kennwerte, schwarze Linie = Heizkostenkennwerte.

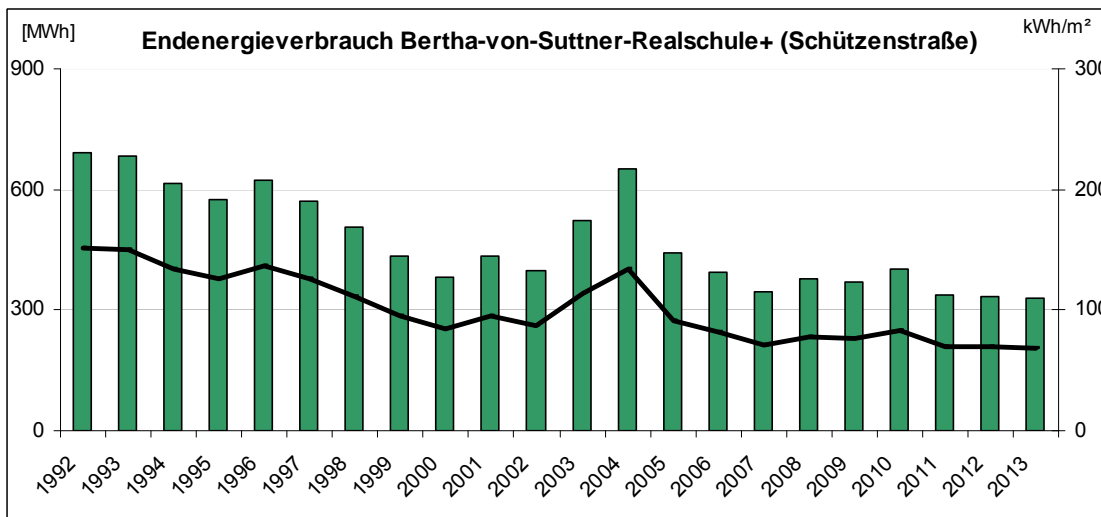


Abbildung 71: Endenergieverbrauch der Bertha-von-Suttner-Realschule plus (Standort Schützenstraße). Bis einschließlich 2000 sind die Stromverbräuche der Turnhalle integriert. Grüne Säule = Endenergieverbrauch [MWh], schwarze Linie = Endenergieverbrauchs-kennwerte [kWh/m²].

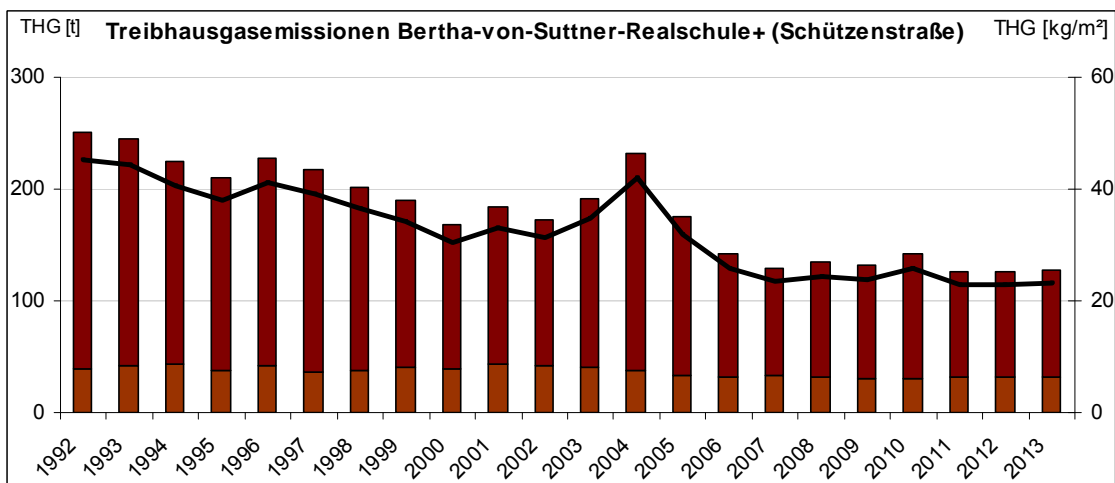


Abbildung 72: Treibhausgasemissionen der Bertha-von-Suttner-Realschule plus (Standort Schützenstraße). Bis 2000 sind die THG-Emissionen, die durch die Stromverbräuche der Turnhalle verursacht werden, in der Abbildung integriert. Hellbrauner (unterer) Säulenbereich = strombedingte Treibhausgasemissionen, brauner (oberer) Säulenbereich = wärmebedingte Treibhausgasemissionen, schwarze Linie = Kennwerte der Gesamtemission [kg/m²].

7.7 Bertha-von-Suttner-Realschule plus, Turnhalle (Schützenstraße)

Tabelle 12: Energiestatistik 2013 der Bertha-von-Suttner-Realschule plus, Turnhalle (Schützenstraße)

Bertha-von-Suttner-Realschule+, Turnhalle (Schützenstraße)							
Standort	Betzdorf Schützenstraße 62						
Objekte	Turnhalle						
Baujahr	1955						
Brutto-Grundfläche	975 m ²						
Wärmeversorgung	Erdgas						
Besonderheiten	Die Stromverbräuche der BvS-Realschule+, Turnhalle sind bis 2001 in dem BvS-Realschule+ Schulgebäude unter 6.6 integriert						
Energieeffizienzmaßnahmen	2005/2006 Modernisierung der Heizungsanlage						
Energieverbrauch 2013							
Strom		Wärme				Endenergie	
		gemessen		witterungsbereinigt			
[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]
9.692	10	102.348	105	99.816	102	112.040	115
Veränderung gegenüber dem Vorjahr 2012 [%]							
-2,2%	-2,2%	11,2%	11,2%	6,1%	6,1%	9,9%	9,9%
Jahr 2001 [%]		Basisjahr 1992 [%]				Jahr 2001 [%]	
-13,1%	-13,1%	-54,6%	-54,6%	-57,4%	-57,4%	-44,7%	-44,7%

Bei der Turnhalle der Bertha-von-Suttner-Realschule plus am Standort „Schützenstraße“ handelt es sich sowohl von der Fläche als auch vom Verbrauch her um die kleinste untersuchte Kreisliegenschaft. Der Stromverbrauch der Turnhalle wird erst seit 2001 über einen eigenen Stromzähler erfasst, zuvor wurde der Verbrauch dem Schulgebäude zugerechnet (Kapitel 6.5). Der Heizenergieverbrauch lag bis 2005 mit rund 200 kWh/m² auf einem sehr hohen Level. Mit dem Jahr 2006 sank der Wärmeverbrauch auf einen Schlag um die Hälfte. Die extreme Reduzierung des Heizenergieverbrauchs ist teilweise auf die Modernisierung der Heizungsanlage inklusive der Warmwasseraufbereitung zurückzuführen.

7.7 Bertha-von-Suttner-Realschule plus, Turnhalle (Schützenstraße)

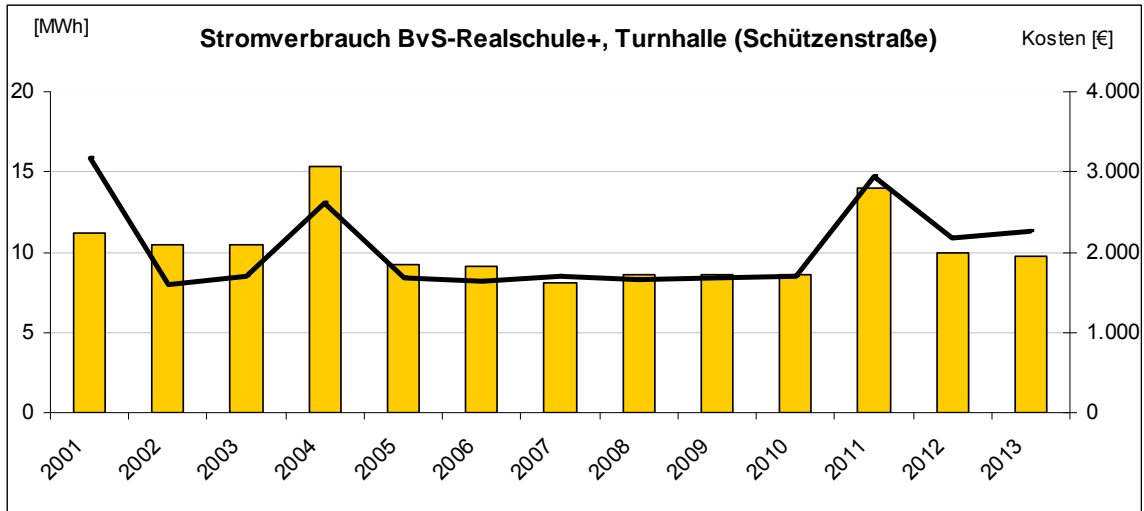


Abbildung 73: Stromverbrauch [MWh] und Stromkosten [€] der Turnhalle der Bertha-von-Suttner-Realschule+ (Standort Schützenstraße). Gelbe Säule = Stromverbrauch, schwarze Linie = Stromkosten.

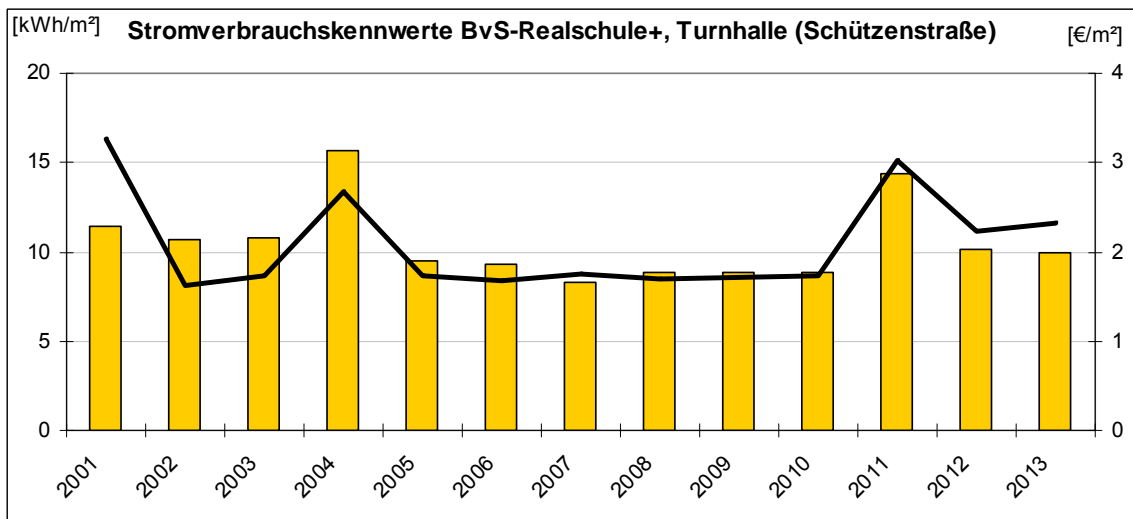


Abbildung 74: Stromverbrauchs- [kWh/m²] und Stromkostenkennwerte [€/m²] der Turnhalle der Bertha-von-Suttner-Realschule+ (Standort Schützenstraße). Gelbe Säule = Stromverbrauchs-kennwerte, schwarze Linie = Stromkostenkennwerte.

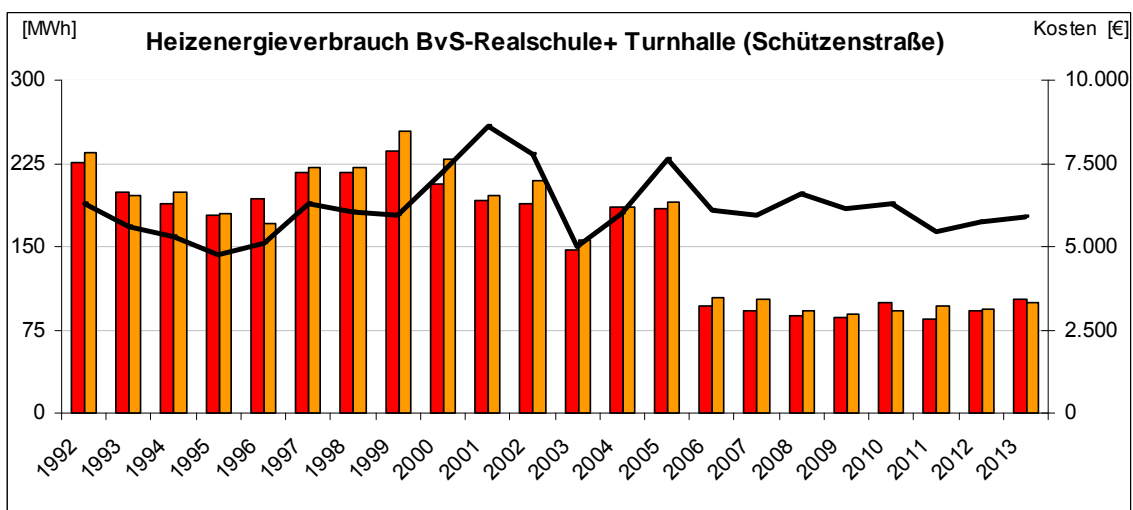


Abbildung 75: Heizenergieverbrauch [MWh] und Heizenergiekosten [€] der Turnhalle der Bertha-von-Suttner-Realschule plus (Standort Schützenstraße). Rote Säule = tatsächlicher Verbrauch, orangene Säule = witterungsbereinigter Heizenergieverbrauch, schwarze Linie = Heizenergiekosten.

7.7 Bertha-von-Suttner-Realschule plus, Turnhalle (Schützenstraße)

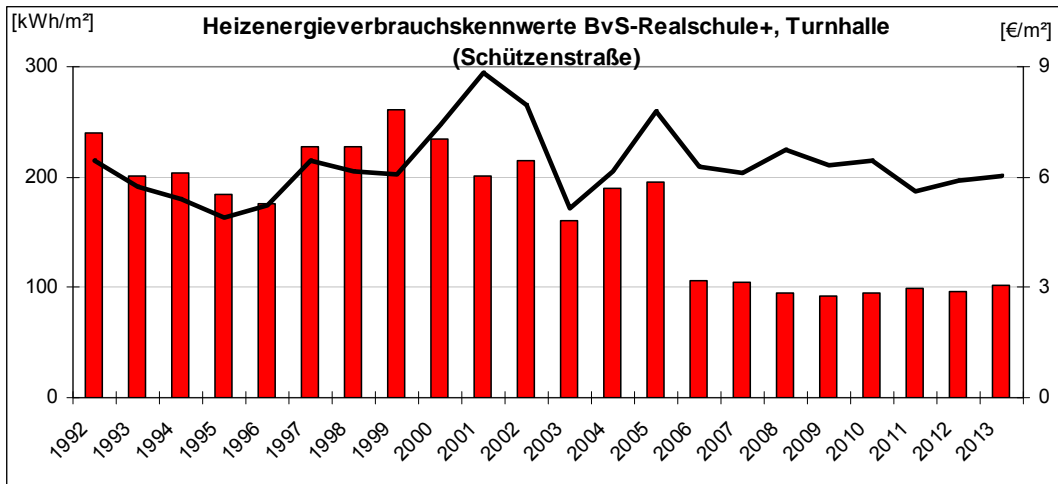


Abbildung 76: Heizenergieverbrauchs- [kWh/m²] und Heizkostenkennwerte [€/m²] der Turnhalle der Bertha-von-Suttner-Realschule plus (Standort Schützenstraße). Rote Säule = Heizenergieverbrauchs-kennwerte, schwarze Linie = Heizkostenkennwerte.

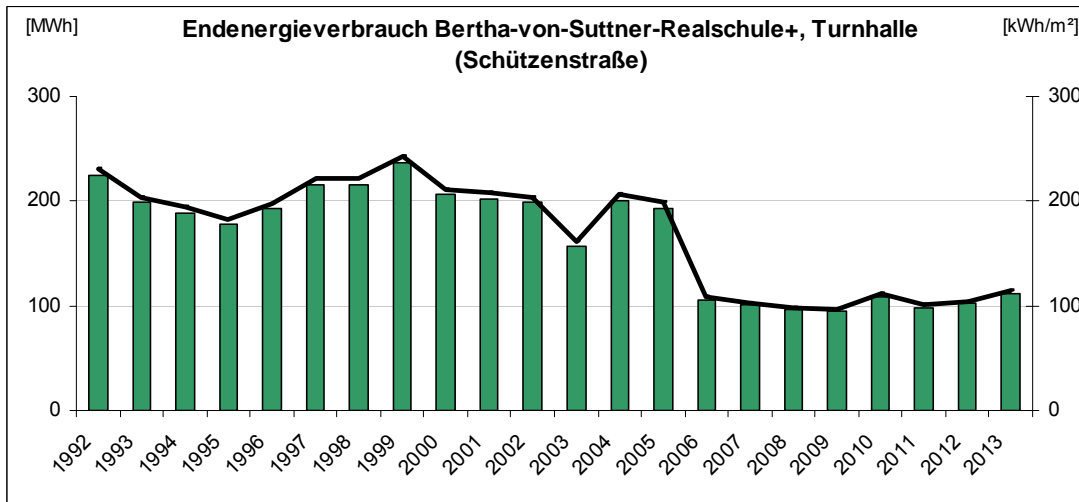


Abbildung 77: Endenergieverbrauch der Turnhalle der Bertha-von-Suttner-Realschule plus (Standort Schützenstraße). Grüne Säule = Endenergieverbrauch [MWh], schwarze Linie = Endenergieverbrauchs-kennwerte [kWh/m²].

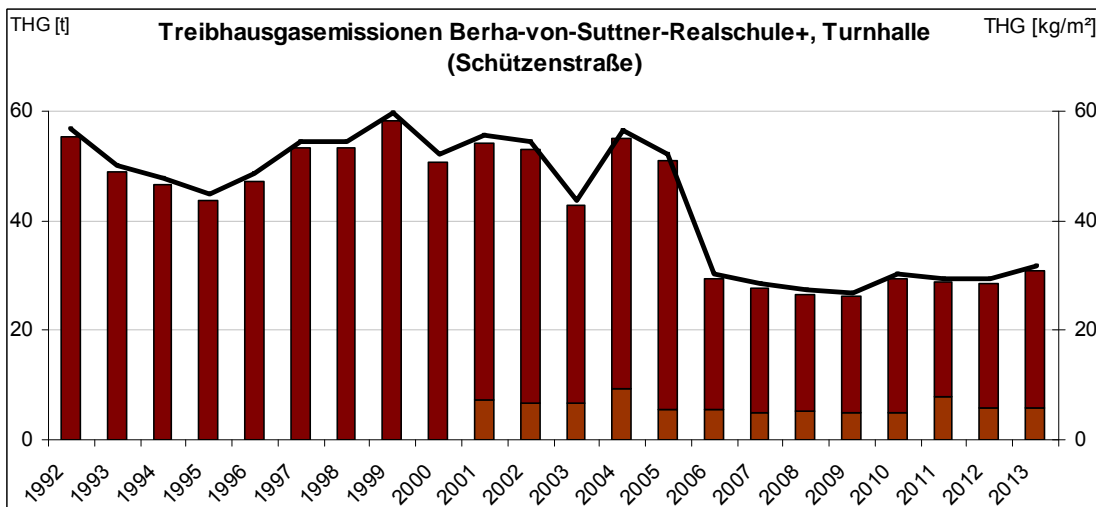


Abbildung 78: Treibhausgasemissionen der Bertha-von-Suttner-Realschule+ (Standort Schützenstraße). Hellbrauner (unterer) Säulenbereich = strombedingte Treibhausgasemissionen, brauner (oberer) Säulenbereich = wärmebedingte Treibhausgasemissionen, schwarze Linie = Kennwerte der Gesamtemission [kg/m²].

7.8 Bertha-von-Suttner-Realschule plus (Bühl)

Tabelle 13: Energiestatistik 2013 der Bertha-von-Suttner-Realschule plus (Bühl)

Bertha-von-Suttner-Realschule+ (Standort Bühl)							
Standort	Betzdorf Auf dem Bühl						
Objekte	Schulkomplex mit mehreren Gebäuden und 2 Turnhallen						
Baujahr	Gebäude 1 und 2, alte Turnhalle: 1959 Gebäude 3: 2000 Gebäude 4 und 5: 1962						
Brutto-Grundfläche	Insgesamt: 9.209 m ² neue Turnhalle: 1.192 alter Schulkomplex: 8.017						
Wärmeversorgung	Erdgas						
Besonderheiten	Kreisliegenschaft seit September 2010; Auf dem Dach befindet sich seit 2001 eine PV-Anlage (4,5 kW _{Peak})						
Energieverbrauch 2013							
Strom		Wärme				Endenergie	
		gemessen		witterungsbereinigt			
[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]
79.950	9	812.124	88	792.033	86	892.074	97
Veränderung gegenüber dem Vorjahr 2012 [%]							
0,1%	0,1%	6,3%	6,3%	1,3%	1,3%	5,7%	5,7%
Veränderung gegenüber dem Jahr 2011 [%]							
-2,7%	-2,7%	25,3%	25,3%	7,2%	7,2%	22,2%	22,2%

Die Bertha-von-Suttner-Realschule plus setzt sich am Standort Bühl aus fünf verschiedenen Schulgebäuden und zwei Turnhallen zusammen. Diese Schulgebäude gingen erst im September 2010 mit der letzten Schulreform in den Schulbestand des Landkreises Altenkirchen über, sodass der Energieverbrauch erst ab dem Jahr 2011 bilanziert wird. Der Endenergieverbrauch ist in diesem Zeitraum mit gut 20 % deutlich angestiegen, was aber vor allem daran liegt, dass das Jahr 2011 vergleichsweise mild war und somit der tatsächliche Heizenergieverbrauch in diesem Jahr entsprechend niedrig ausfiel. Während der tatsächliche Wärmeverbrauch zwischen 2011 und 2013 um ein Viertel anstieg, blieb der Anstieg des witterungsbereinigten Wärmeverbrauchs mit einer Zunahme von nur 7 % deutlich dahinter. Ansonsten lassen sich aufgrund der geringen Datengrundlage noch keine Aussagen über Entwicklungstendenzen der Energieverbräuche treffen.

7.8 Bertha-von-Suttner-Realschule plus (Bühl)

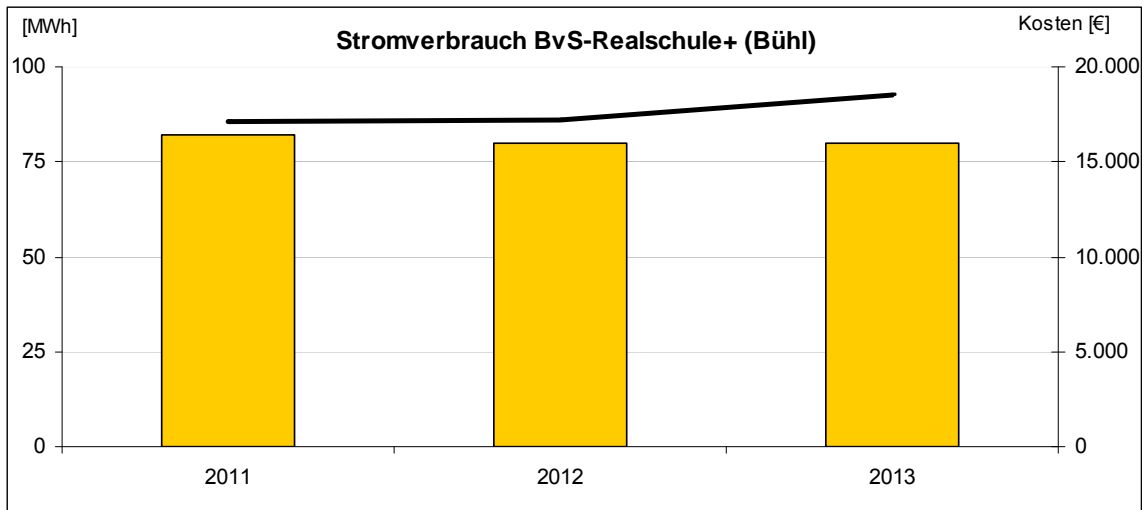


Abbildung 79: Stromverbrauchs- [kWh/m²] und Stromkostenkennwerte [€/m²] der Turnhalle der Bertha-von-Suttner-Realschule+ (Standort Schützenstraße). Gelbe Säule = Stromverbrauchskennwerte, schwarze Linie = Stromkostenkennwerte.

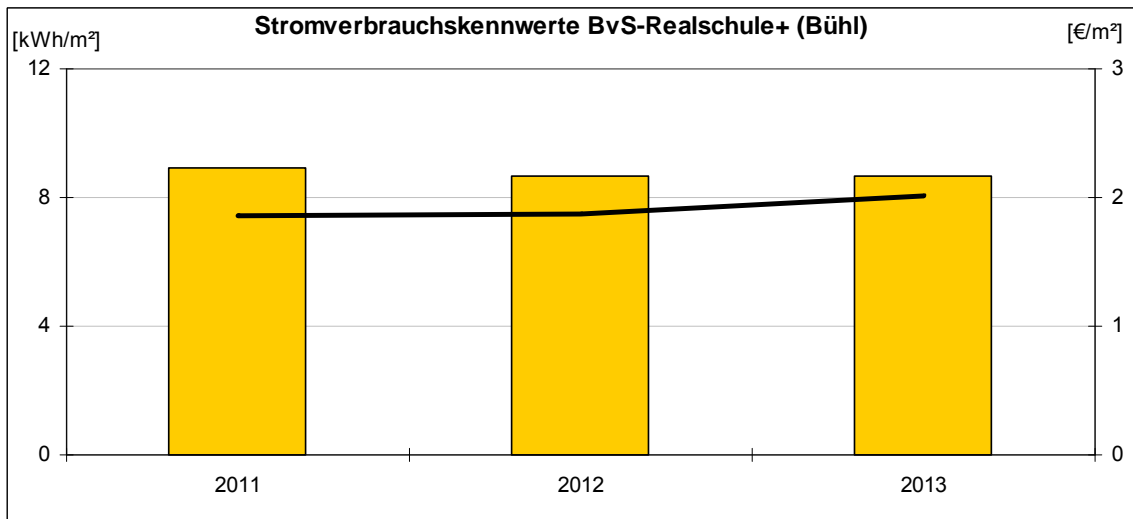


Abbildung 80: Stromverbrauchs- [kWh/m²] und Stromkostenkennwerte [€/m²] der Bertha-von-Suttner-Realschule+ (Standort Bühl). Gelbe Säule = Stromverbrauchskennwerte, schwarze Linie = Stromkostenkennwerte.

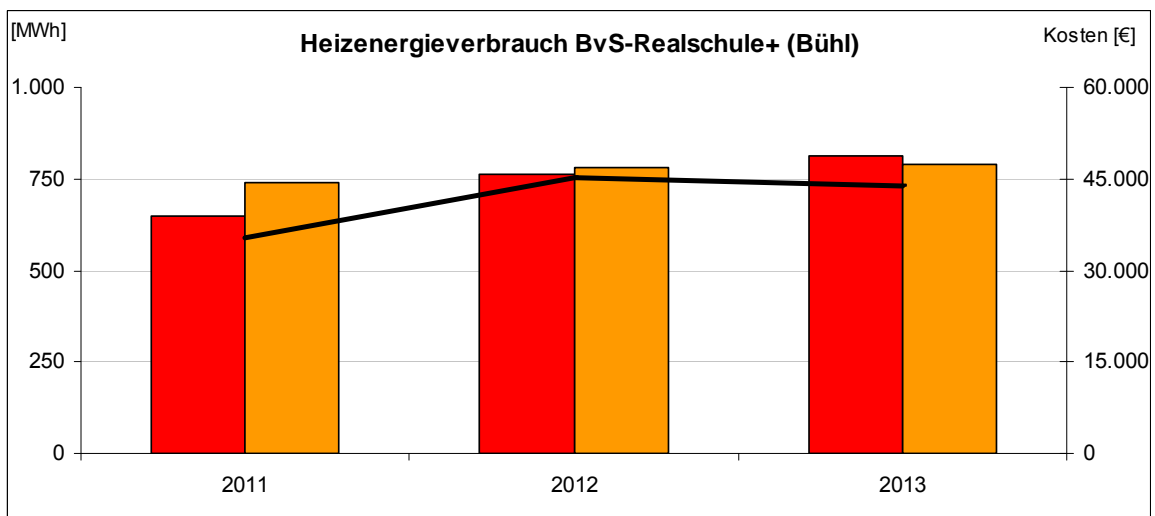


Abbildung 81: Heizenergieverbrauch [MWh] und Heizenergiekosten [€] der Bertha-von-Suttner-Realschule+ (Standort Bühl). Rote Säule = tatsächlicher Verbrauch, orangene Säule = witterungsbereinigter Heizenergieverbrauch, schwarze Linie = Heizenergiekosten.

7.8 Bertha-von-Suttner-Realschule plus (Bühl)

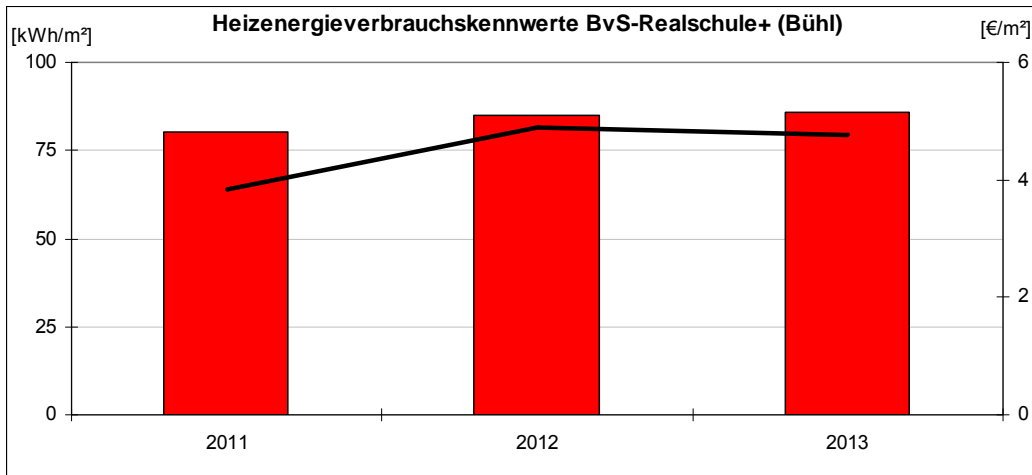


Abbildung 82: Heizenergieverbrauchs- [kWh²/m] und Heizkostenkennwerte [€/m²] der Bertha-von-Suttner-Realschule+ (Standort Bühl). Rote Säule = Heizenergieverbrauchs-kennwerte, schwarze Linie = Heizkostenkennwerte.

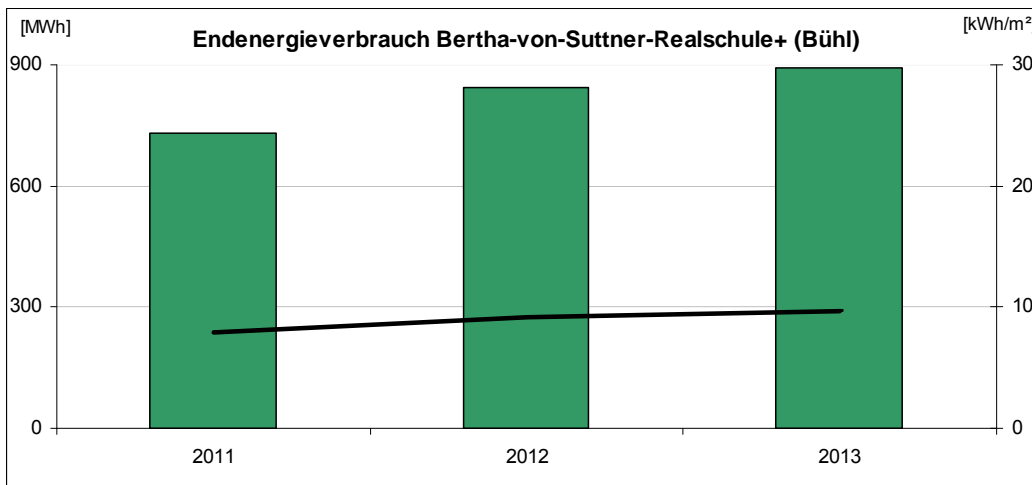


Abbildung 83: Endenergieverbrauch der Turnhalle der Bertha-von-Suttner-Realschule+ (Standort Schützenstraße). Grüne Säule = Endenergieverbrauch [MWh], schwarze Linie = Endenergieverbrauchs-kennwerte [kWh/m²].

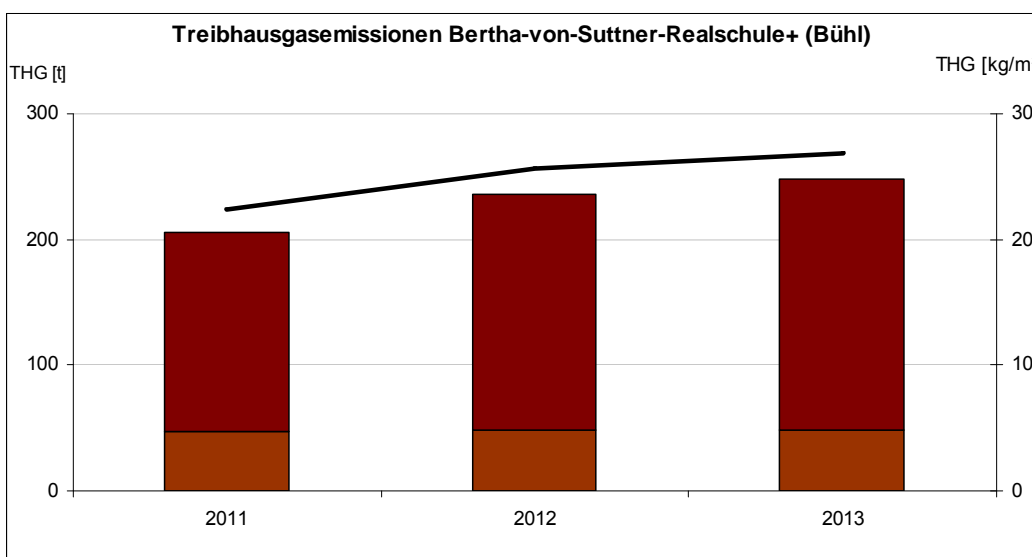


Abbildung 84: Treibhausgasemissionen der Bertha-von-Suttner-Realschule+ (Standort Bühl). Hellbrauner (unterer) Säulenbereich = strombedingte Treibhausgasemissionen, brauner (oberer) Säulenbereich = wärmebedingte Treibhausgasemissionen, schwarze Linie = Kennwerte der Gesamtemission [kg/m²].

7.9 BBS Betzdorf-Kirchen

Tabelle 14: Energiestatistik 2013 der BBS Betzdorf-Kirchen

BBS Betzdorf-Kirchen							
Standort	Kirchen Auf dem Molzberg 14						
Objekt	Schulgebäude						
Baujahr	1980 2010 Erweiterung (1.523 m ²)						
Brutto-Grundfläche	13388 m ²						
Wärmeversorgung	Erdgas						
geplante energet. Energieeffizienzmaßn.	2015 Modernisierung des Heizsystems: Gemeinsame Wärmeversorgung des Schulgebäudes und der TH BBS Betzdorf basierend auf Holz, Erdgas und Solarthermie; 2016 eine energetische Dachsanierung						
Besonderheiten	im Dezember 2009 wurde eine 20,4 kW _{Peak} Photovoltaikanlage auf auf dem Dach installiert						
Energieverbrauch 2013							
Strom		Wärme				Endenergie	
		gemessen		witterungsbereinigt			
[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]
198.726	15	1.315.085	109	1.282.551	96	1.513.811	113
Veränderung gegenüber dem Vorjahr 2012 [%]							
0,0%	0,0%	9,6%	9,6%	4,5%	4,5%	8,3%	8,3%
Veränderung gegenüber dem Basisjahr 1992 [%]							
28,3%	13,7%	4,0%	-7,8%	-2,5%	-13,6%	6,6%	-5,5%

Bei der BBS Betzdorf-Kirchen handelt es sich um eine der größten Liegenschaften des Landkreises Altenkirchen. Die berufsbildende Schule "Auf dem Molzberg" ist mit einer Größe von 13.388 m² Brutto-Geschossfläche für nahezu 10% des gesamten Energieverbrauchs der untersuchten Kreisliegenschaften verantwortlich.

Das Schulgebäude wurde erst 1980 errichtet, sodass es lange Zeit im Verhältnis mit den anderen Liegenschaften einen energetisch guten Zustand aufwies, sodass Sanierungsmaßnahmen zunächst an anderen älteren Objekten durchgeführt wurde und die BBS Betzdorf größtenteils in ihrem Originalzustand verblieb. Dies erklärt auch, warum der Energieverbrauch an der BBS Betzdorf-Kirchen seit 1992 stagniert, während bei den meisten anderen Kreisliegenschaften zumindest der flächenbereinigte Heizenergieverbrauch spürbar sank. Mittlerweile ist das Schulgebäude 35 Jahre alt und der energetische Zustand hat sich im Verhältnis zu den anderen Kreisliegenschaften deutlich verschlechtert, sodass der witterungsbereinigte Heizenergieverbrauch 2013 mit 96 kWh/m² knapp 20 % höher lag als der Durchschnitt der Kreisliegenschaften (81 kWh/m²).

Dadurch lässt sich ein gewisses Einsparpotential ableiten, welches auch bereits von Seiten der Kreisverwaltung Altenkirchen erkannt wurde. Zunächst ist geplant, 2015 die aus den

1980er Jahren stammende Erdgasheizung durch ein klimafreundlicheres Heizsystem zu ersetzen. Der Wärmebedarf der BBS Betzdorf soll zukünftig mittels Holzhackschnitzeln, Solarthermie und Erdgas gedeckt werden. An dieses Heizsystem soll zudem die Turnhalle der BBS Betzdorf-Kirchen angeschlossen werden, sodass hier mit einer weiteren Effizienzsteigerung zu rechnen ist. Des Weiteren steht für 2016 eine energetische Dachsanierung an, wodurch die BBS Betzdorf-Kirchen im Bereich des Heizenergieverbrauchs, den Heizkosten und den Treibhausgasemissionen auf ein deutlich besseres Niveau gehoben wird. Da mit dem neuen Heizsystem - dank der Umwandlung auf regenerative Brennstoffe - eine Reduzierung des CO₂-Ausstoßes von mehr als 80 % einhergehen sollte, dürfte sich im Bereich der Treibhausgasemissionen demnächst an der berufsbildenden Schule eine extrem positive Entwicklung bemerkbar machen. Die zu erwartende Reduzierung der Treibhausgasemissionen liegt im Bereich von knapp 300 t CO₂ (eq). Aufgrund der Größe der BBS Betzdorf hätte dies zur Folge, dass die Gesamt-Treibhausgasemissionen der Kreisliegenschaften um 7-8 % sinken würden.

2010 wurde auf dem Dach der BBS Betzdorf eine 20,4 kW_{Peak} Photovoltaikanlage installiert, die seitdem für eine Vergütung von 43 Cent/kWh eine beträchtliche Menge Strom ins Netz einspeist. Da der Strom von der Liegenschaft nicht selbst verbraucht wird, sondern eingespeist wird, taucht dieser Sonnenstrom aber nicht in Abbildung 85 „Stromverbrauch BBS Betzdorf-Kirchen“ auf. Rein bilanziell deckte die Photovoltaikanlage knapp 10 % des Jahresstromverbrauchs 2013 ab. Der eingespeiste Photovoltaikstrom vermeidet jährlich rund 11 t CO₂ (eq). Dies fließt in die Bilanzierung der Treibhausgasemissionen als THG-Gutschrift ein.

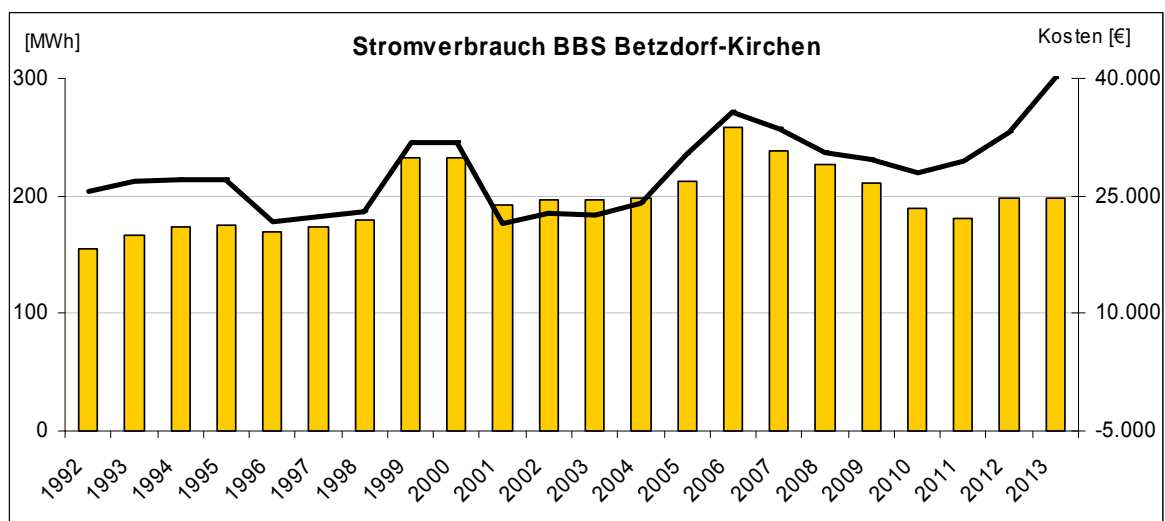


Abbildung 85: Stromverbrauch [MWh] und Stromkosten [€] der BBS Betzdorf-Kirchen.
 Gelbe Säule = Stromverbrauch, orangener Balken 2013 = Eigenstromverbrauch der eigenen PV-Anlage, schwarze Linie = Stromkosten.

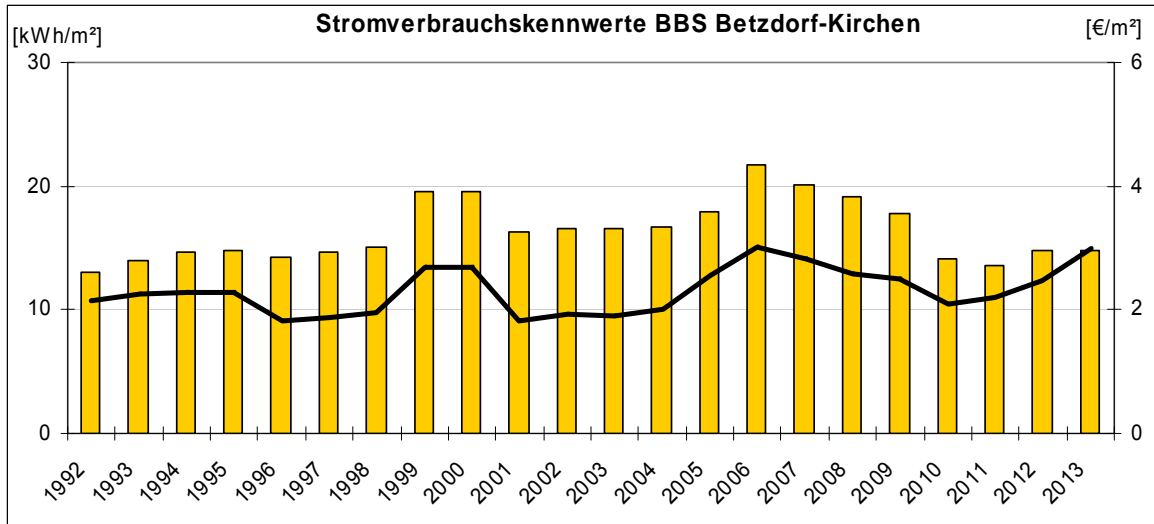


Abbildung 86: Stromverbrauchs- [kWh/m²] und Stromkostenkennwerte [€/m²] der BBS Betzdorf-Kirchen. Gelbe Säule = Stromverbrauchskennwerte, schwarze Linie = Stromkostenkennwerte.

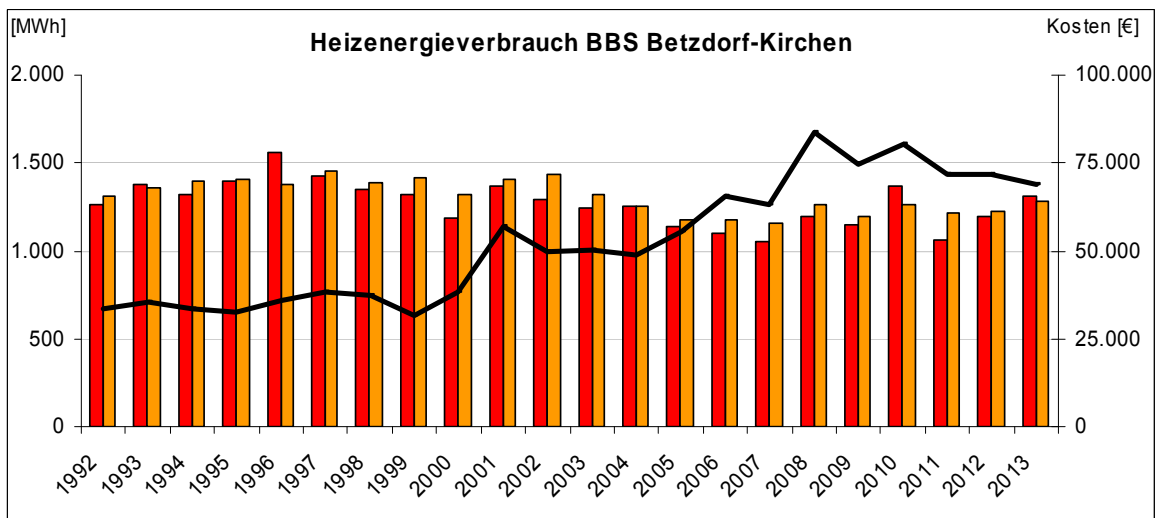


Abbildung 87: Heizenergieverbrauch [MWh] und Heizenergiekosten [€] der BBS Betzdorf-Kirchen. Rote Säule = tatsächlicher Verbrauch, orangene Säule = witterungsbereinigter Heizenergieverbrauch, schwarze Linie = Heizenergiekosten.

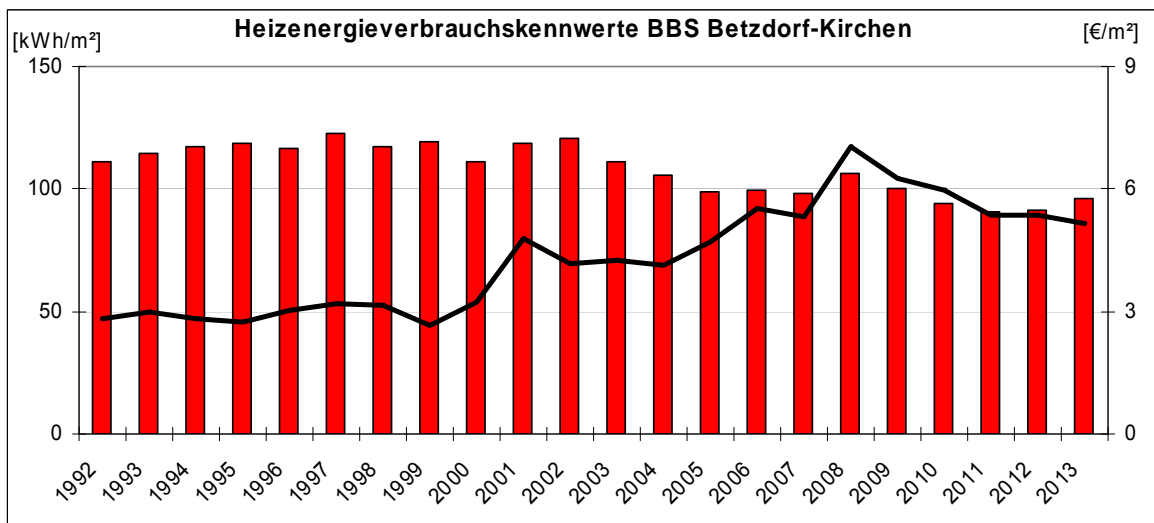


Abbildung 88: Heizenergieverbrauchs- [kWh/m²] und Heizkostenkennwerte [€/m²] der BBS Betzdorf-Kirchen. Rote Säule = Heizenergieverbrauchs-kennwerte, schwarze Linie = Heizkostenkennwerte.

7.9 BBS Betzdorf-Kirchen

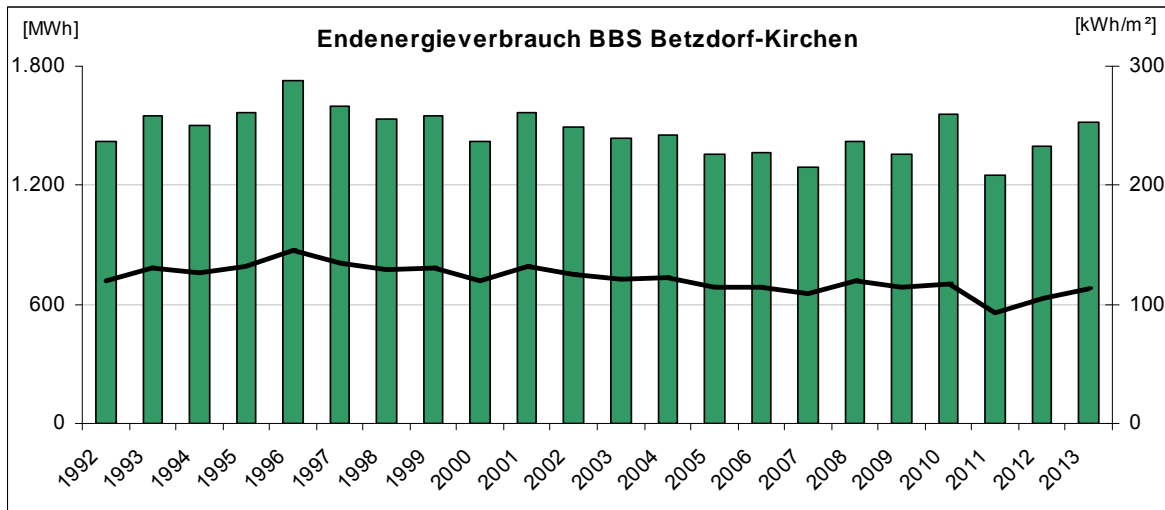


Abbildung 89: Endenergieverbrauch der BBS Betzdorf. Grüne Säule = Endenergieverbrauch [MWh], schwarze Linie = Endenergieverbrauchskennwerte [kWh/m²].

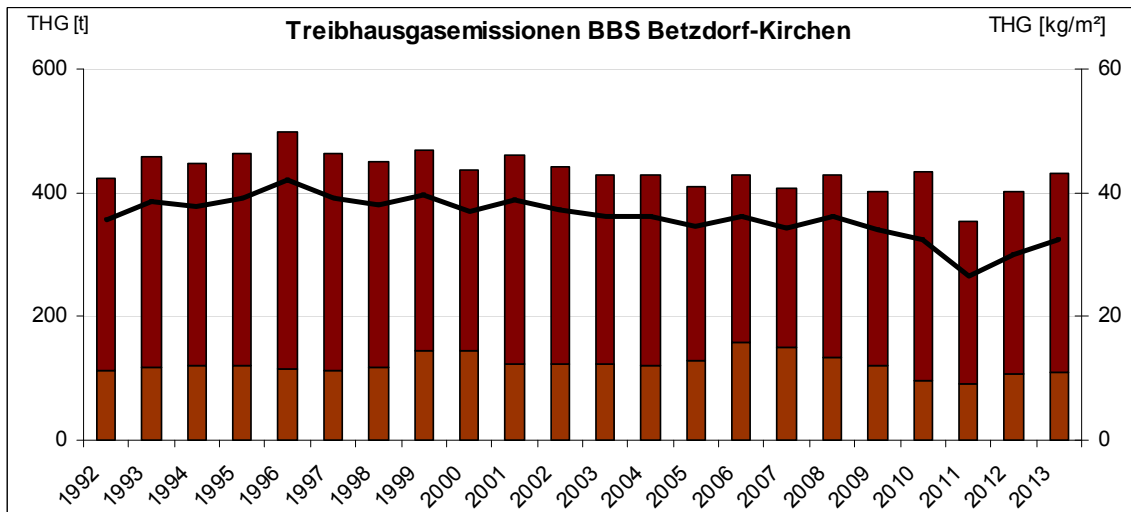


Abbildung 90: Treibhausgasemissionen der BBS Betzdorf-Kirchen. Hellbrauner (unterer) Säulenbereich = strombedingte Treibhausgasemissionen, brauner (oberer) Säulenbereich = wärmebedingte Treibhausgasemissionen, schwarze Linie = Kennwerte der Gesamtemission [kg/m²].

7.10 BBS Betzdorf-Kirchen, Turnhalle

Tabelle 15: Energiestatistik 2013 der BBS Betzdorf-Kirchen, Turnhalle

BBS Betzdorf-Kirchen Turnhalle							
Standort	Kirchen Auf dem Molzberg 14						
Objekt	Turnhalle						
Baujahr	1986						
Brutto-Grundfläche	2.463 m ²						
Wärmeversorgung	Erdgas						
Energieeffizienz- maßnahme	Dachsanierung 2009/2010						
geplante energet. Energieeffizienz- maßn.	2015 Modernisierung des Heizsystems: Gemeinsame Wärmeversorgung des Schulgebäudes und der TH BBS Betzdorf basierend auf Holz, Erdgas und Solarthermie						
Energieverbrauch 2013							
Strom		Wärme				Endenergie	
		gemessen		witterungsbereinigt			
[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]
37.808	15	268.622	109	261.976	106	306.430	124
Veränderung gegenüber dem Vorjahr 2012 [%]							
-1,1%	-1,1%	9,5%	9,5%	4,4%	4,4%	8,1%	8,1%
Veränderung gegenüber dem Basisjahr 1992 [%]							
-18,2%	-18,2%	-16,9%	-16,9%	-22,1%	-22,1%	-17,1%	-17,1%

Die Turnhalle der BBS Betzdorf-Kirchen ist mit fast 2.500 m² Bruttogrundfläche vergleichsweise groß. Aufgrund des relativ jungen Gebäudealters waren lange Zeit, ähnlich wie bei dem Schulgebäude der BBS Betzdorf-Kirchen, keine Sanierungsmaßnahmen notwendig, sodass spürbare Veränderungen des Energieverbrauchs ausblieben. Erst 2009/2010 wurde an der Turnhalle der BBS Betzdorf-Kirchen eine Dachsanierung erforderlich, infolgedessen der Wärmebedarf der Turnhalle um 20 % sank (Abbildung 93). Entsprechend der Reduzierung des Wärmeverbrauchs sanken nach 2010 die Treibhausgasemissionen. Aufgrund der geplanten Modernisierung des Heizsystems (Wärmeverbund mit dem Schulgebäude der BBS Betzdorf-Kirchen) und der weitgehenden Umstellung auf regenerative Energiequellen, werden die Treibhausgasemissionen der Turnhalle auf ein Minimum reduziert werden.

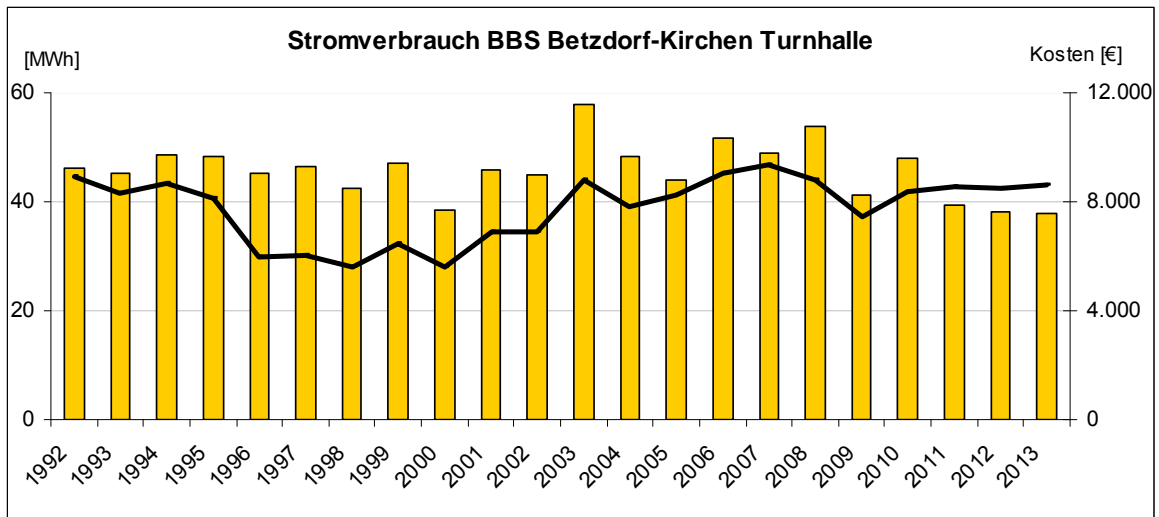


Abbildung 91: Stromverbrauch [MWh] und Stromkosten [€] der Turnhalle BBS Betzdorf-Kirchen. Gelbe Säule = Stromverbrauch, orangener Balken 2013 = Eigenstromverbrauch der eigenen PV-Anlage, schwarze Linie = Stromkosten.

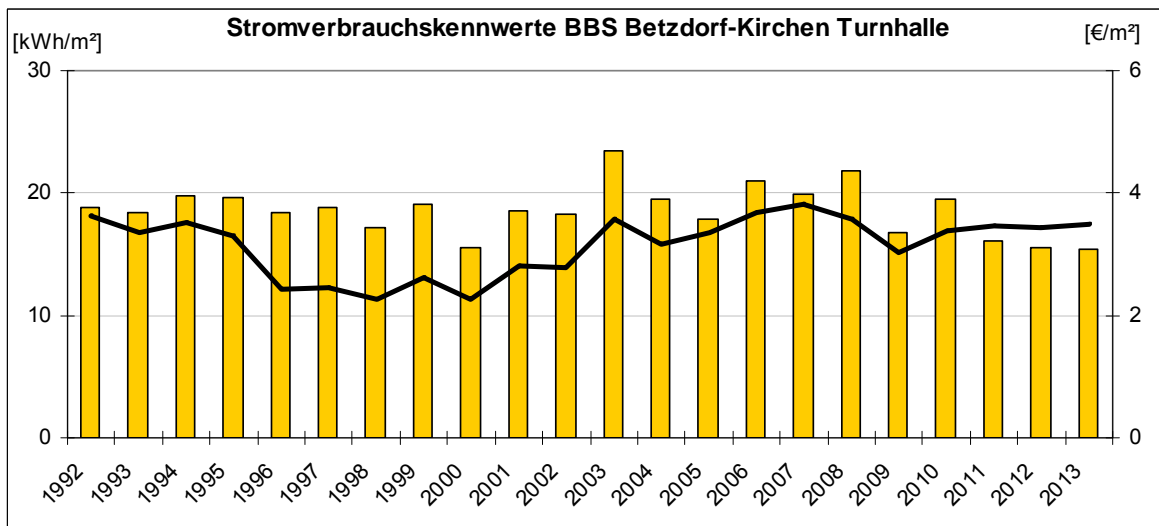


Abbildung 92: Stromverbrauchs- [kWh/m²] und Stromkostenkennwerte [€/m²] der BBS Betzdorf-Kirchen. Gelbe Säule = Stromverbrauchskennwerte, schwarze Linie = Stromkostenkennwerte.

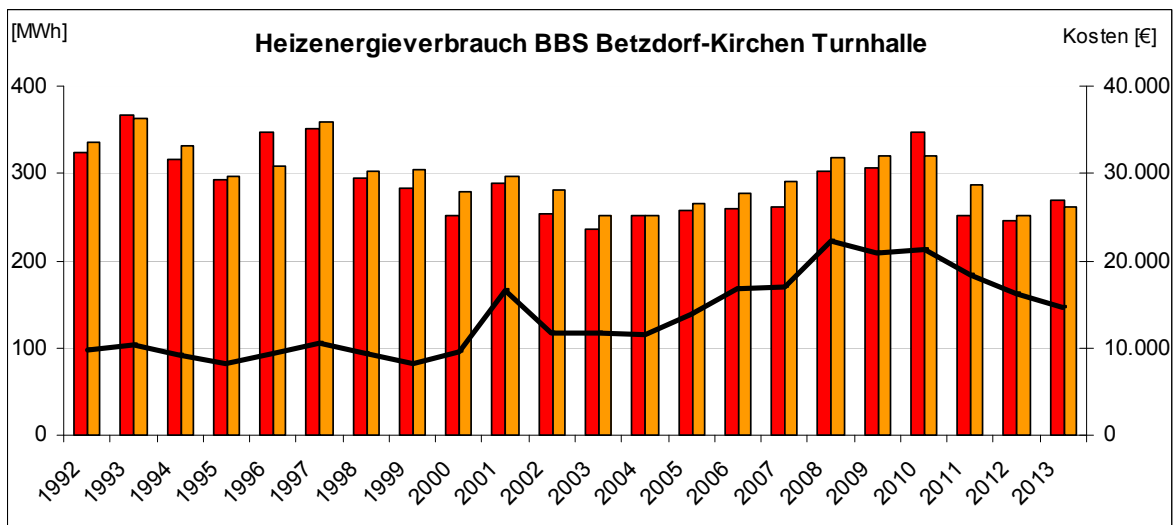


Abbildung 93: Heizenergieverbrauch [MWh] und Heizenergiekosten [€] der Turnhalle BBS Betzdorf-Kirchen. Rote Säule = tatsächlicher Verbrauch, orangene Säule = witterungsbereinigter Heizenergieverbrauch, schwarze Linie = Heizenergiekosten.

7.10 BBS Betzdorf-Kirchen, Turnhalle

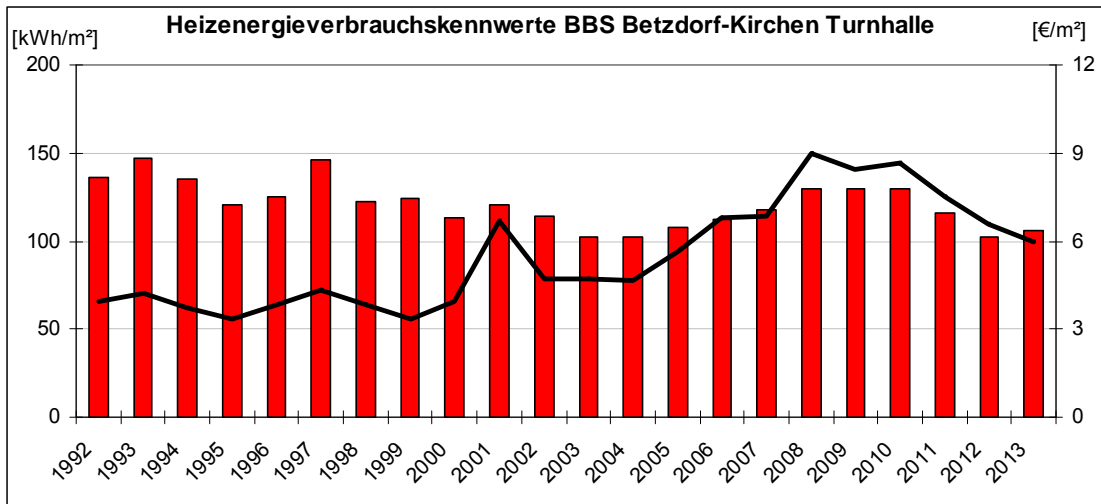


Abbildung 94: Heizenergieverbrauchs- [kWh/m²] und Heizkostenkennwerte [€/m²] der Turnhalle der BBS Betzdorf-Kirchen. Rote Säule = Heizenergieverbrauchs-kennwerte, schwarze Linie = Heizkostenkennwerte.

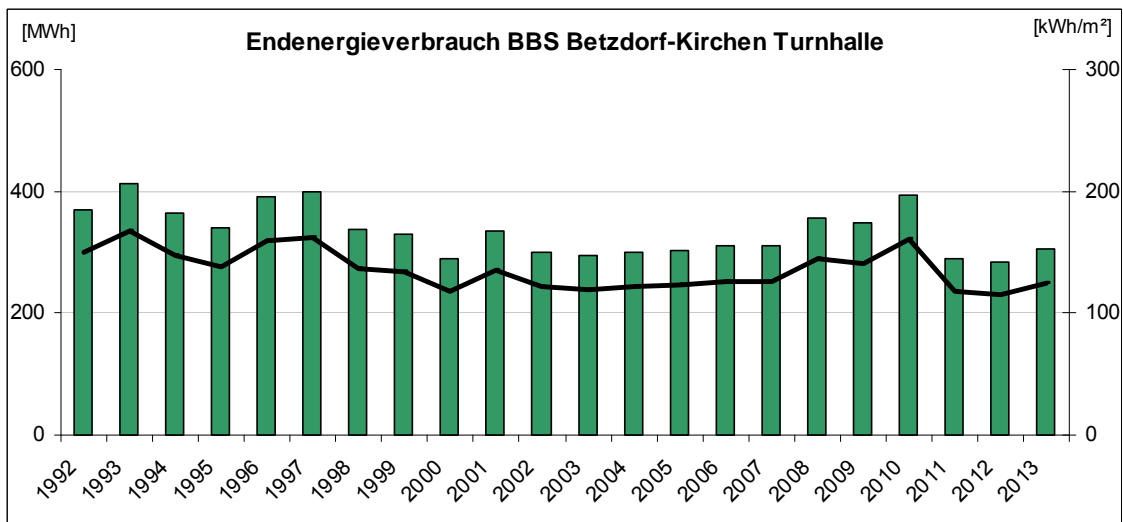


Abbildung 95: Endenergieverbrauch der Turnhalle BBS Betzdorf. Grüne Säule = Endenergieverbrauch [MWh], schwarze Linie = Endenergieverbrauchs-kennwerte [kWh/m²].

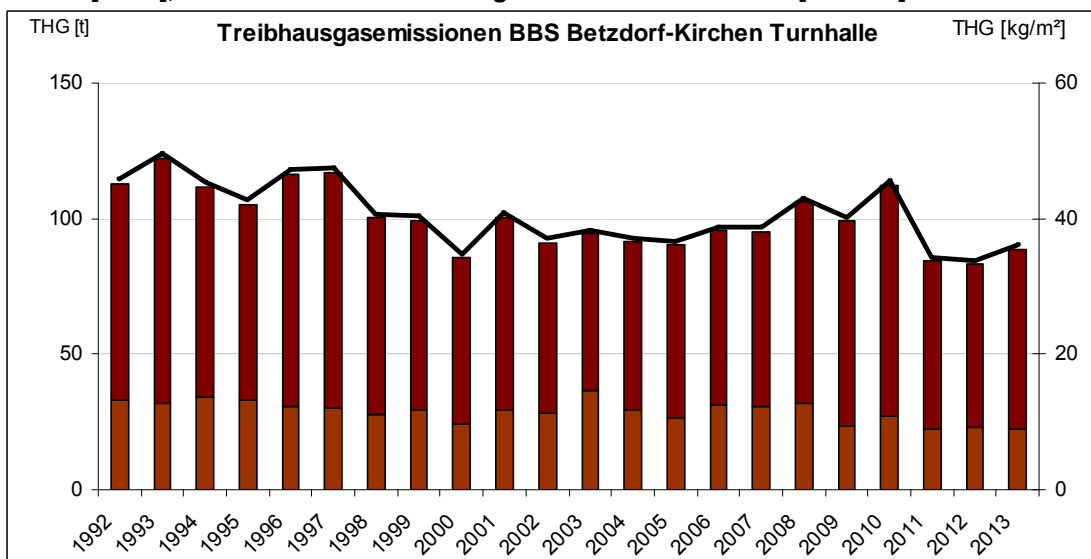


Abbildung 96: Treibhausgasemissionen der Turnhalle der BBS Betzdorf-Kirchen. Hellbrauner (unterer) Säulenbereich = strombedingte Treibhausgasemissionen, brauner (oberer) Säulenbereich = wärmebedingte Treibhausgasemissionen, schwarze Linie = Kennwerte der Gesamtemission [kg/m²].

7.11 Maximilian-Kolbe-Schule (Scheuerfeld)

Tabelle 16: Energiestatistik 2013 der Maximilian-Kolbe-Schule (Scheuerfeld)

Maximilian-Kolbe-Schule							
Standort	Scheuerfeld Maximilian-Kolbe-Straße						
Objekte	Hauptgebäude und Turnhalle						
Baujahr	1977						
Erweiterung	2002/2003						
Brutto-Grundfläche	3.330 m ²						
Wärmeversorgung	Erdgas						
Besonderheiten	Photovoltaikanlage mit 10 kW _{peak} seit 2013, jedoch fehlen die Eigenverbrauchswerte						
Bemerkungen	bis einschließlich 1999 wurde der Heizenergieverbrauch der Maximilian-Kolbe-Sonderschule zusammen mit der Turnhalle und der Grundschule erhoben						
Energieverbrauch 2013							
Strom		Wärme				Endenergie	
		gemessen		witterungsbereinigt			
[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]
27.410	8	251.320	75	245.102	74	278.730	84
Veränderung gegenüber dem Vorjahr 2012 [%]							
-4,0%	-4,0%	0,0%	0,0%	-4,7%	-4,7%	-0,4%	-0,4%
Jahr 1992 [%]		Basisjahr 2000 [%]				Jahr 2000 [%]	
118,3%	77,0%	-1,6%	-20,2%	-13,4%	-29,8%	-4,7%	-4,7%

Eine Interpretation der Verbrauchsdaten der Maximilian-Kolbe-Schule sind schwer, da es im Laufe der Zeit eine umfassende Veränderung des Gebäudebestands gab, die an den Verbrauchszählern hängen. Bis 2000 gab es nur einen Wärmezähler für die Sonderschule, die Turnhalle und die Maximilian-Kolbe-Grundschule. Seit 2001 wird der Wärmeverbrauch für die Maximilian-Kolbe-Schule durch einen eigenen Wärmezähler erfasst. Infolge des Wegfalls des Wärmeverbrauchs der Turnhalle und der Grundschule verringerte sich der Wärmeverbrauch extrem. Somit ist der Heizenergieverbrauch erst in Folgejahren miteinander vergleichbar. Es wurde seitdem ein leichter Anstieg des Wärmeverbrauchs beobachtet, der jedoch in einer Größenordnung von unter 20 % liegt. Der Stromverbrauch der Maximilian-Kolbe-Schule hat sich seit 1992 mehr als verdoppelt. Insbesondere um die Jahrtausendwende stieg der Stromverbrauch stark an. Während dieser Zeit trat auch ein ungewöhnlich hoher Stromverbrauchswert (2002) auf, der Ergebnis der Gebäudeerweiterung 2002/2003 war. Mit der Baumaßnahme ging ein außerordentlich hoher Stromverbrauch einher.

7.11 Maximilian-Kolbe-Schule (Scheuerfeld)

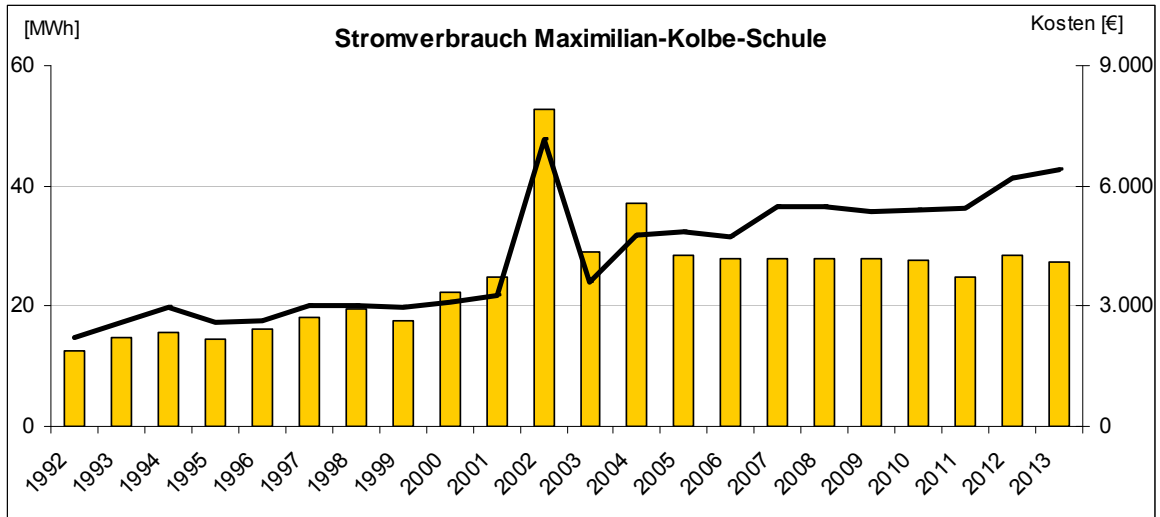


Abbildung 97: Stromverbrauch [MWh] und Stromkosten [€] der Maximilian-Kolbe-Schule. Gelbe Säule = Stromverbrauch, schwarze Linie = Stromkosten.

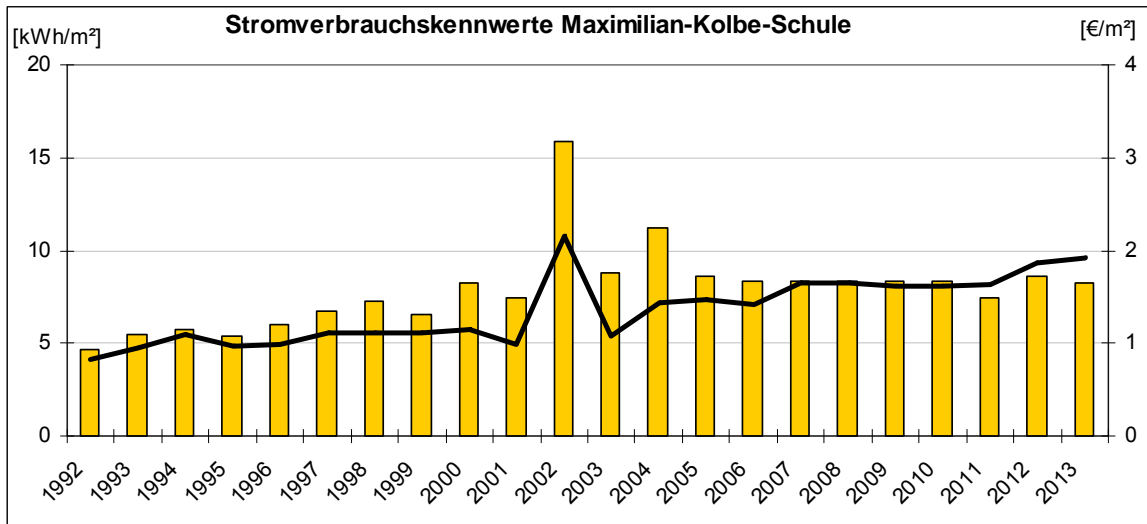


Abbildung 98: Stromverbrauchs- [kWh/m²] und Stromkostenkennwerte [€/m²] der Maximilian-Kolbe-Schule. Gelbe Säule = Stromverbrauchs-kennwerte, schwarze Linie = Stromkostenkennwerte.

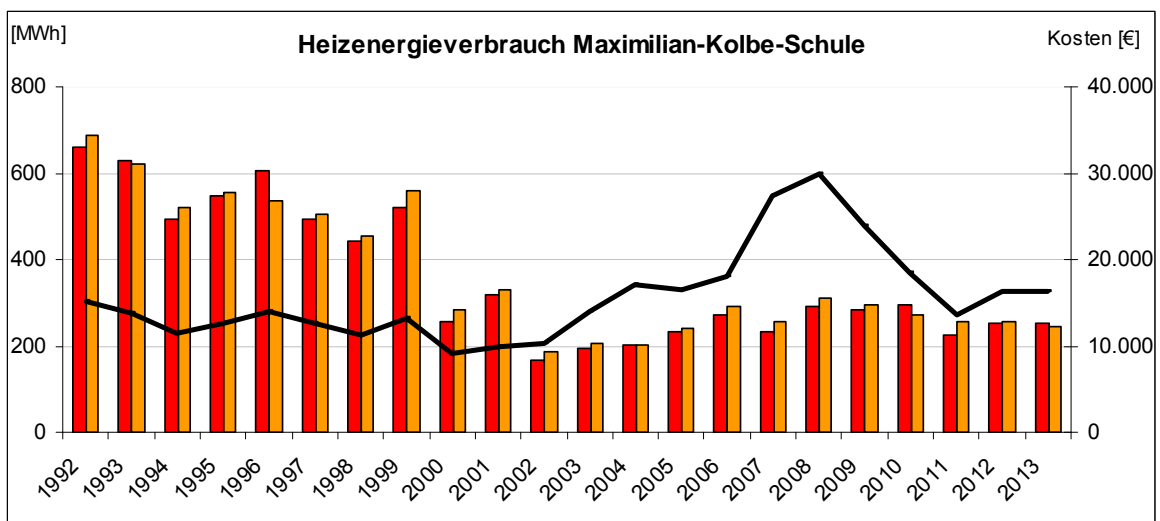


Abbildung 99: Heizenergieverbrauch [MWh] und Heizenergiekosten [€] der Maximilian-Kolbe-Schule. Rote Säule = tatsächlicher Verbrauch, orangene Säule = witterungsbereinigter Heizenergieverbrauch, schwarze Linie = Heizenergiekosten.

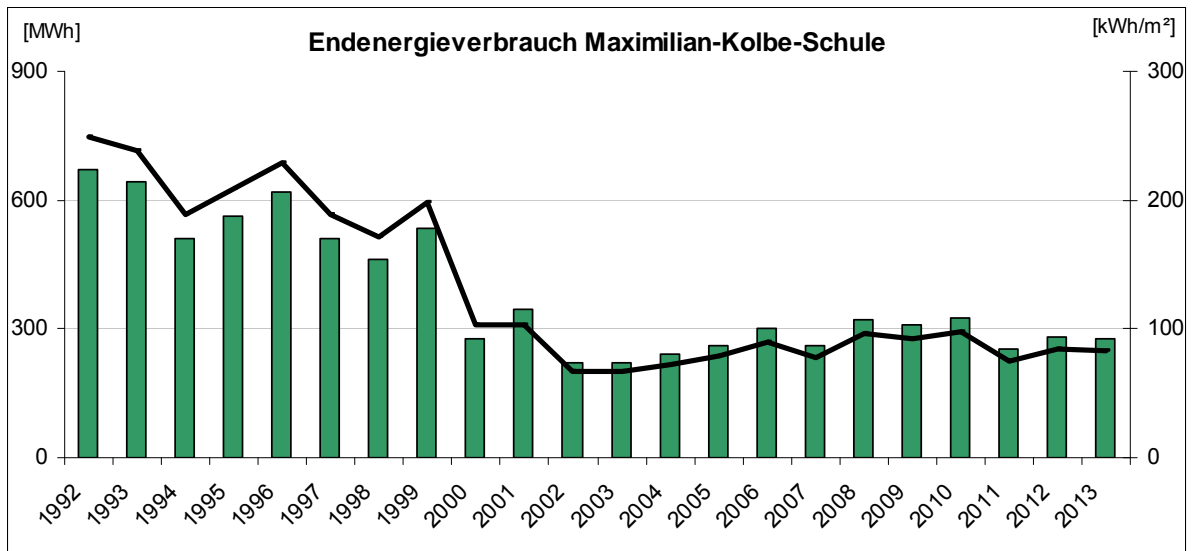


Abbildung 100: Endenergieverbrauch Maximilian-Kolbe-Schule. Grüne Säule = Endenergieverbrauch [MWh], schwarze Linie = Endenergieverbrauchskennwerte [kWh/m²].

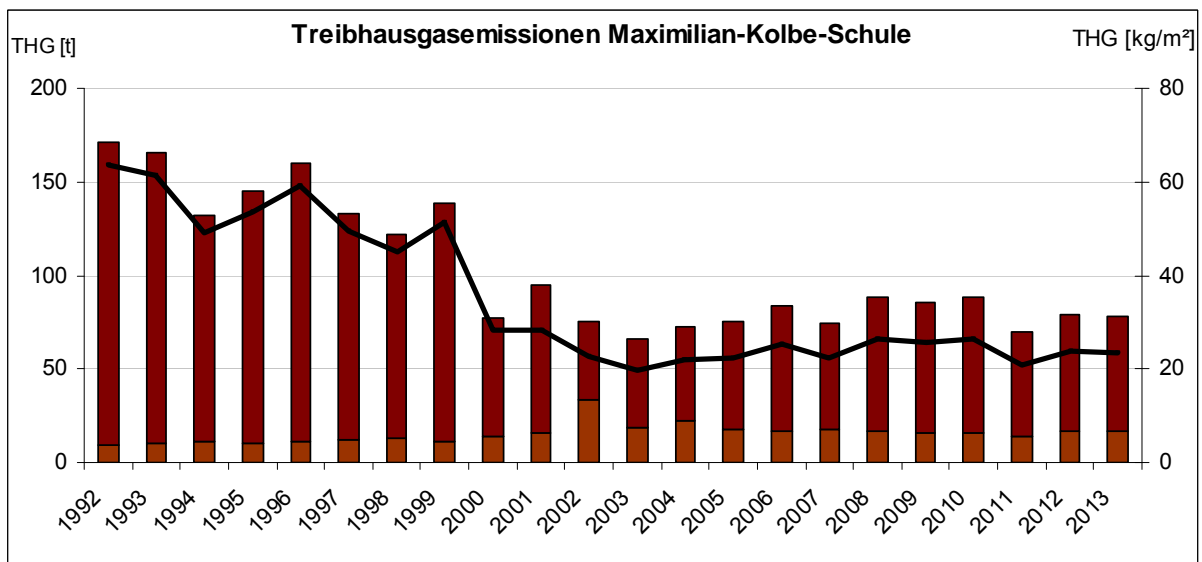


Abbildung 101: Treibhausgasemissionen der Maximilian-Kolbe-Schule. Hellbrauner (unterer) Säulenbereich = strombedingte Treibhausgasemissionen, brauner (oberer) Säulenbereich = wärmebedingte Treibhausgasemissionen, schwarze Linie = Kennwerte der Gesamtemission [kg/m²].

7.12 IGS Horhausen

Tabelle 17: Energiestatistik 2013 der IGS Horhausen

IGS Horhausen							
Standort	Horhausen (VG Flammersfeld) Neue Schulstraße 24						
Objekte (Baujahr)	Hauptgebäude: 1969 Hausmeisterhaus: 1970 Unterstufengebäude: 1995						
Erweiterung	2000: Teil A 2009: 13 Containerklassen mit 780 m ² (Stromheizung)						
Brutto-Grundfläche	7.928 m ² (davon 1.444 m ² Unterstufengebäude)						
Wärmeversorgung	Holz und Gas						
energet. Sanierungs- Maßnahmen	2002 Umbau/Sanierung Hausmeisterhaus 2002/2003 Umbau/Sanierung Teil B/C 2007 Dachsanierung Teil B/C						
Besonderheiten	2002 wurde eine kleine 5 kW _{peak} Photovoltaikanlage installiert (Netzeinspeisung)						
Bemerkungen	IGS Horhausen wird 1999 Kreisliegenschaft						
Energieverbrauch 2013							
Strom		Wärme				Endenergie	
		gemessen		witterungsbereinigt			
[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]
145.699	18	716.869	90	699.134	88	862.568	109
Veränderung gegenüber dem Vorjahr 2012 [%]							
-3,3%	-3,3%	26,2%	26,2%	20,3%	20,3%	20,0%	20,3%
Veränderung gegenüber dem Basisjahr 1992 [%]							
24,4%	24,4%	-15,5%	-15,5%	-23,5%	-23,5%	-10,7%	-10,7%

Das Schulgebäude wurde 1969 erbaut und diente lange Zeit als Hauptschule bevor es zur IGS Horhausen wurde. Seit 1999 befindet sich die Liegenschaft im Zugehörigkeitsbereich des Landkreises Altenkirchen. Der Stromverbrauch der IGS Horhausen stagnierte bis 2009 auf einem Level. 2009 wurde die Liegenschaft um 13 Containerklassen erweitert. Die Container werden mit Strom beheizt, sodass sich der Stromverbrauch seitdem verdoppelt hat. Ganz ähnlich verhielt es sich mit den Stromkosten, die jedoch überproportional anstiegen. Seit 2001 wird die IGS Horhausen durch eine Holzhackschnitzelanlage beheizt, die durch einen Erdgas-Spitzenlastkessel ergänzt wird. Die Installation der neuen Heizungsanlage sowie eine Generalsanierung 2003 dürften für die erheblichen Schwankungen im Bereich des Heizenergieverbrauchs nach der Jahrtausendwende verantwortlich sein. Nach Beendigung der Maßnahmen pendelte sich der Verbrauch ab 2004 auf einem Niveau ein, auf dem dieser seitdem verharrt. Im Zuge der Umstellung des Heizsystems auf vornehmlich Holzhackschnit-

7.12 IGS Horhausen

zel sanken die Treibhausgasemissionen der Liegenschaft nach 2001 erheblich (Abbildung 107). Seit 2010 steigen diese aufgrund des wachsenden Strombedarfs der IGS Horhausen jedoch wieder an.

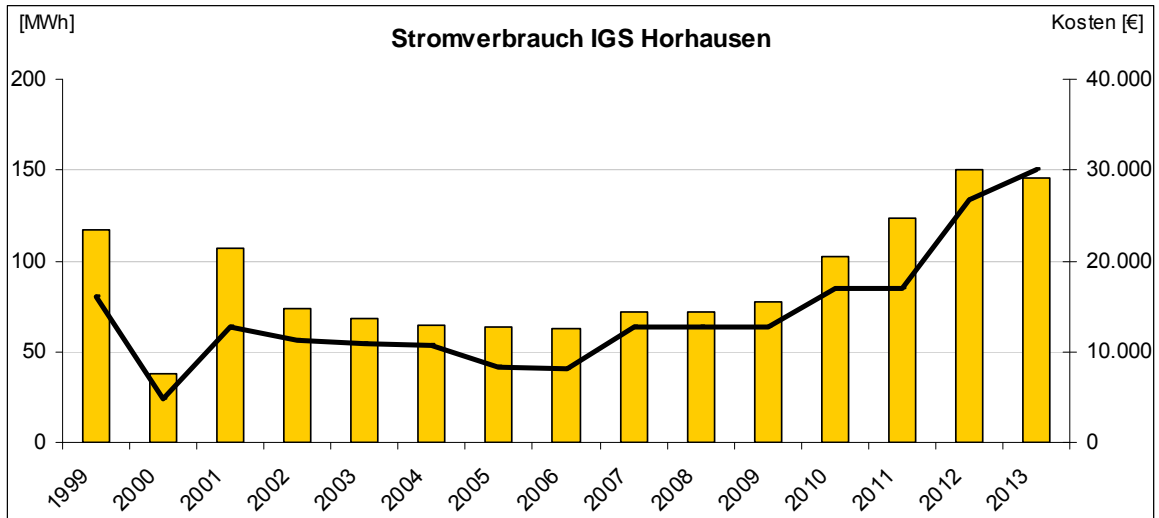


Abbildung 102: Stromverbrauch [MWh] und Stromkosten [€] der IGS Horhausen. Gelbe Säule = Stromverbrauch, orangener Balken 2013 = Eigenstromverbrauch der eigenen PV-Anlage, schwarze Linie = Stromkosten.

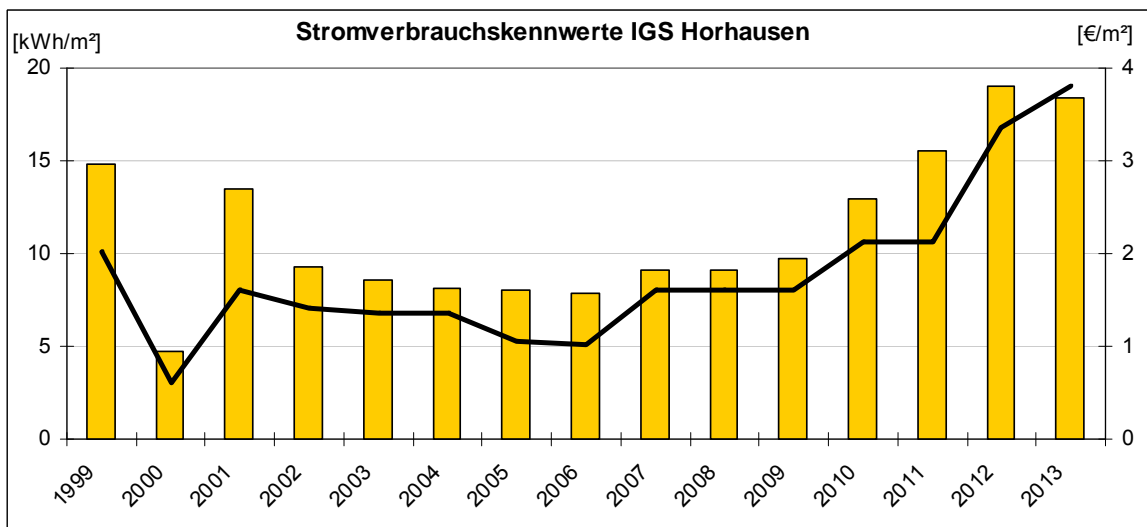


Abbildung 103: Stromverbrauchs- [kWh/m²] und Stromkostenkennwerte [€/m²] der IGS Horhausen. Gelbe Säule = Stromverbrauchskennwerte, schwarze Linie = Stromkostenkennwerte.

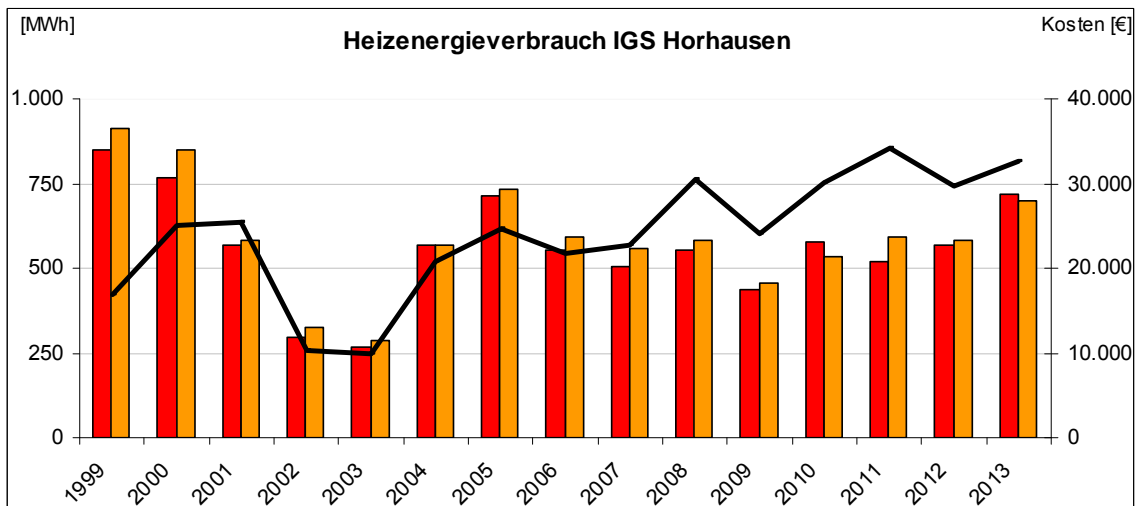


Abbildung 104: Heizenergieverbrauch [MWh] und Heizenergiekosten [€] der IGS Horhausen. Rote Säule = tatsächlicher Verbrauch, orangene Säule = witterungsbereinigter Heizenergieverbrauch, schwarze Linie = Heizenergiekosten.

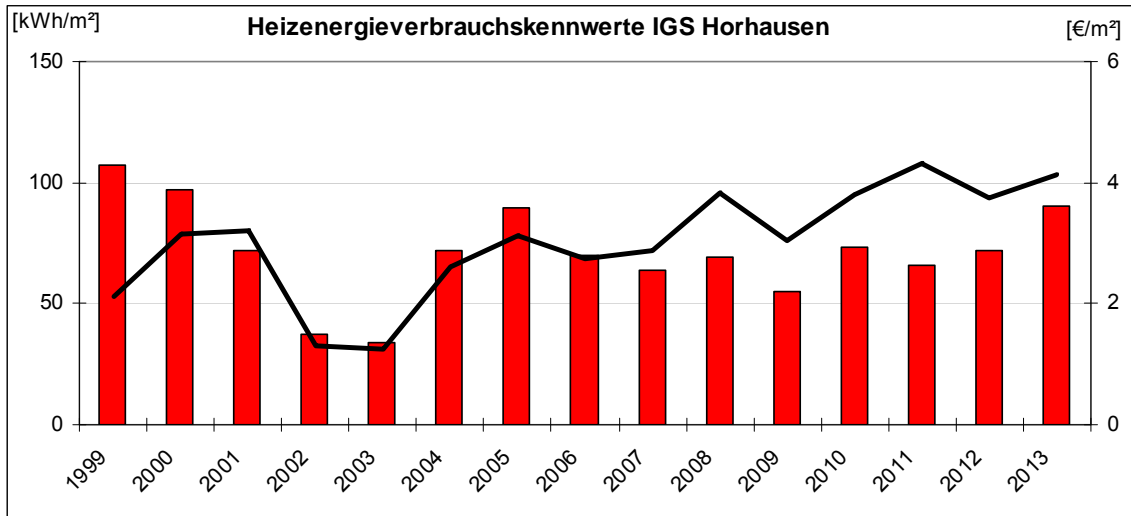


Abbildung 105: Heizenergieverbrauchs- [kWh²/m] und Heizkostenkennwerte [€/m²] der IGS Horhausen. Rote Säule = Heizenergieverbrauchskennwerte, schwarze Linie = Heizkostenkennwerte.

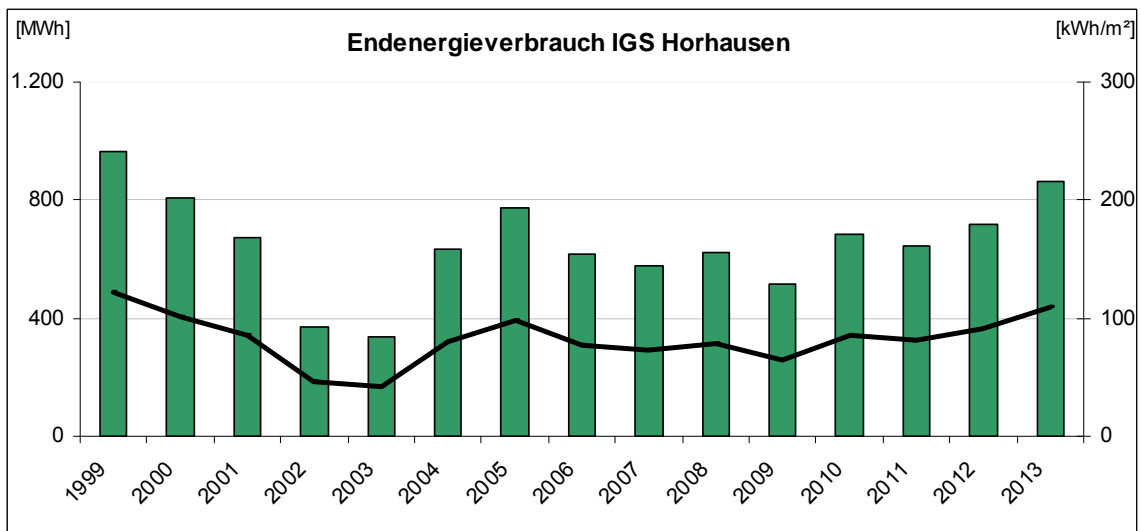


Abbildung 106: Endenergieverbrauch IGS Horhausen. Grüne Säule = Endenergieverbrauch [MWh], schwarze Linie = Endenergieverbrauchskennwerte [kWh/m²].

7.12 IGS Horhausen

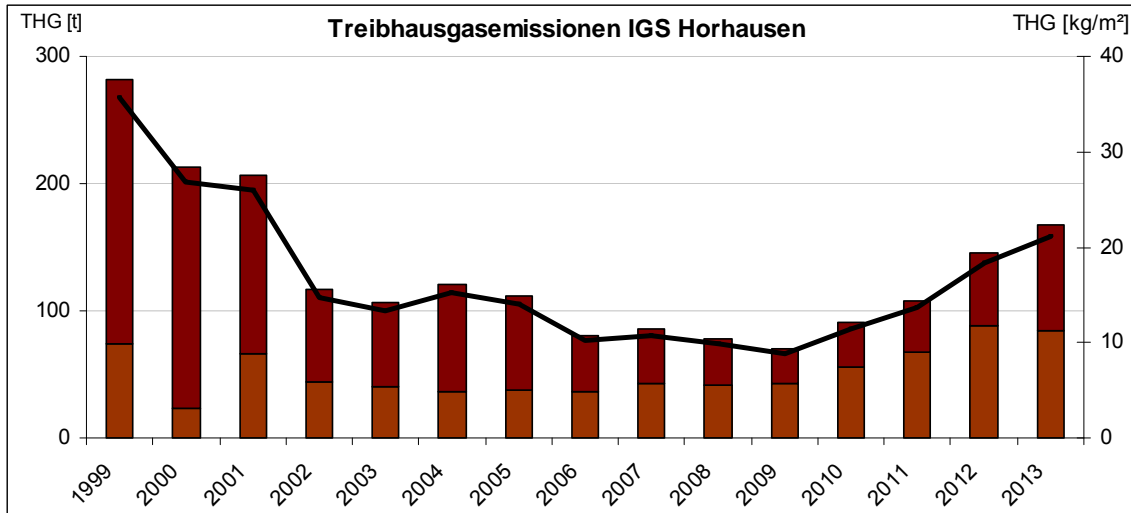


Abbildung 107: Treibhausgasemissionen der IGS Horhausen. Hellbrauner (unterer) Säulenbereich = strombedingte Treibhausgasemissionen, brauner (oberer) Säulenbereich = wärmebedingte Treibhausgasemissionen, schwarze Linie = Kennwerte der Gesamtemission [kg/m²].

7.13 IGS Hamm

Tabelle 18: Energiestatistik 2013 der IGS Hamm

IGS Hamm							
Standort	Hamm Martin-Luther-Straße 2						
Objekt (Baujahr): BGF	Hauptgebäude: 8.894 m ² Turnhalle: 657 m ² 3 Pavillions: 483 m ² 6 Container: 428 m ²						
BGF (insgesamt)	10.462 m ² ohne die 3 Pavillions, die mit Flüssiggas beheizt werden: 9.515 m ²						
Erweiterungen	1997/1998 4-Klassentrakt 2000 2009 Anbau Mensa usw.						
Wärmeversorgung	Erdgas						
energet. Sanierungsmaßnahme	1996 Sanierung Sporthalle						
Besonderheiten	IGS Hamm wird 1998 Kreisliegenschaft; auf den Dächern der IGS Hamm befinden sich seit 2007 drei Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von 124 kW _{peak} , diese gehören jedoch Privatleuten, die die Dächer gepachtet haben						
Bemerkungen	Daten für den Wärmeverbrauch liegen nur bis 2002 vor; die 3 mit Flüssiggas beheizten Pavillions fließen nicht mit in den Heizenergieverbrauch mit ein						
Energieverbrauch 2013							
Strom		Wärme				Endenergie	
		gemessen		witterungsbereinigt			
[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]
125.450	12	783.716	90	764.327	73	909.166	87
Veränderung gegenüber dem Vorjahr 2012 [%]							
5,07%	5,07%	7,02%	7,02%	2,03%	2,03%	6,74%	6,74%
Jahr 1998 [%]		Jahr 2002 [%]			Jahr 2002 [%]		
76,89%	48,57%	20,95%	2,94%	6,54%	-10,52%	21,90%	2,39%

7.13 IGS Hamm

Die IGS Hamm, bestehend aus Schulgebäuden und Turnhalle, gehört seit 1998 zum Kreis und stellt mit über 10.000 m² beheizter Fläche eine der größeren Kreisliegenschaften dar. Der Stromverbrauch hat seit 1998 um fast 80 % zugenommen, was allerdings auch dem Erweiterungsbau im Jahr 2009 geschuldet ist. Flächenbereinigt stieg der Stromverbrauch jedoch immer noch um 50 % an. Daten des Heizenergieverbrauchs liegen erst ab 2002 vor, weshalb für die Jahre davor der 2002er Heizenergieverbrauch zu Grunde gelegt wurde. Entgegen der generellen Tendenz, dass der Wärmebedarf der Kreisliegenschaften in den letzten zwei Jahrzehnten zumeist deutlich gesenkt werden konnte, sind die absoluten Heizenergieverbräuche an der IGS Hamm seit Datenbeginn leicht angestiegen (um 20 %). Selbst bei Berücksichtigung des Flächenzuwachses 2009 ergibt sich beim tatsächlich gemessenen Verbrauch ein leichter Anstieg.

Aus den steigenden Strom- und Wärmeverbrauch resultiert logischerweise auch ein Anstieg des Endenergieverbrauchs. Dieser beträgt seit 2002 auf absoluter Basis gut 20 % und nach der Flächenbereinigung noch ca. 2 %. Relativ ähnlich verhält es sich mit den Treibhausgasemissionen, die diese Liegenschaft verursacht (Abbildung 113).

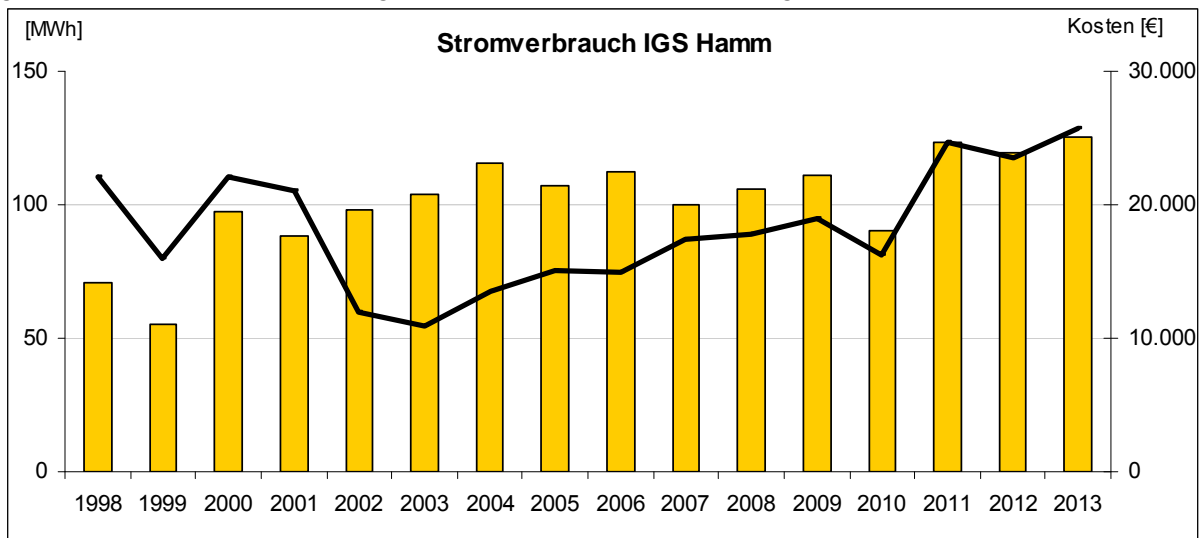


Abbildung 108: Stromverbrauch [MWh] und Stromkosten [€] der IGS Hamm. Gelbe Säule = Stromverbrauch, schwarze Linie = Stromkosten.

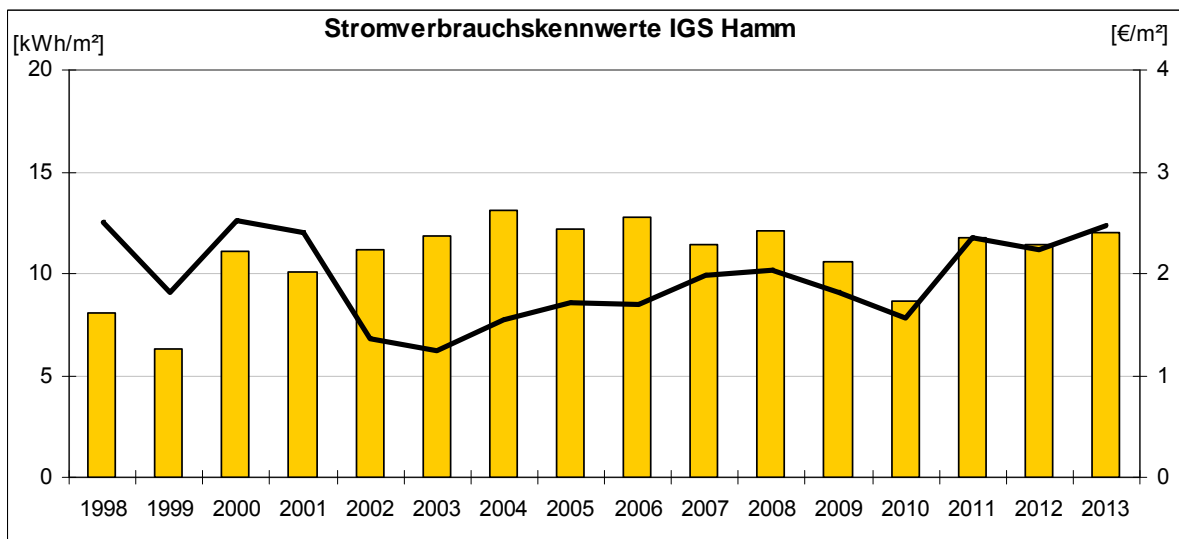


Abbildung 109: Stromverbrauchs- [kWh/m²] und Stromkostenkennwerte [€/m²] der IGS Hamm. Gelbe Säule = Stromverbrauchskennwerte, schwarze Linie = Stromkostenkennwerte.

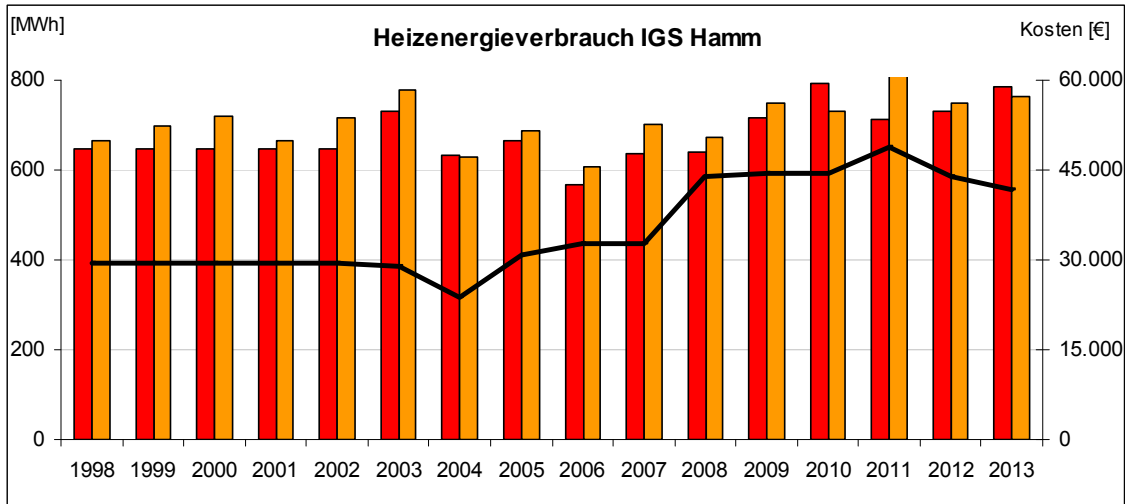


Abbildung 110: Heizenergieverbrauch [MWh] und Heizenergiekosten [€] der IGS Hamm. Rote Säule = tatsächlicher Verbrauch, orangene Säule = witterungsbereinigter Heizenergieverbrauch, schwarze Linie = Heizenergiekosten.

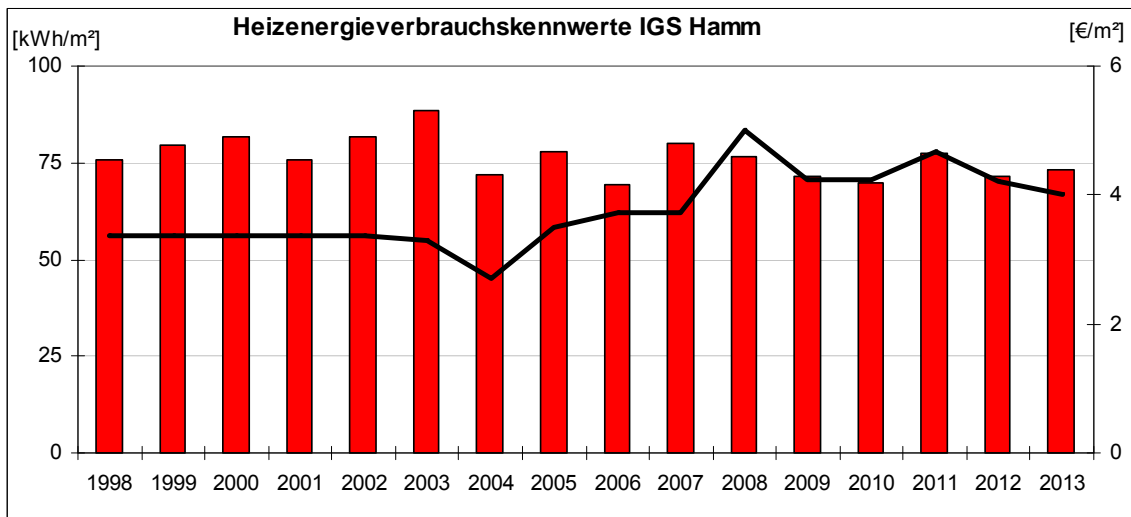


Abbildung 111: Heizenergieverbrauchs- [kWh/m²] und Heizkostenkennwerte [€/m²] der IGS Hamm. Rote Säule = Heizenergieverbrauchskennwerte, schwarze Linie = Heizkostenkennwerte.

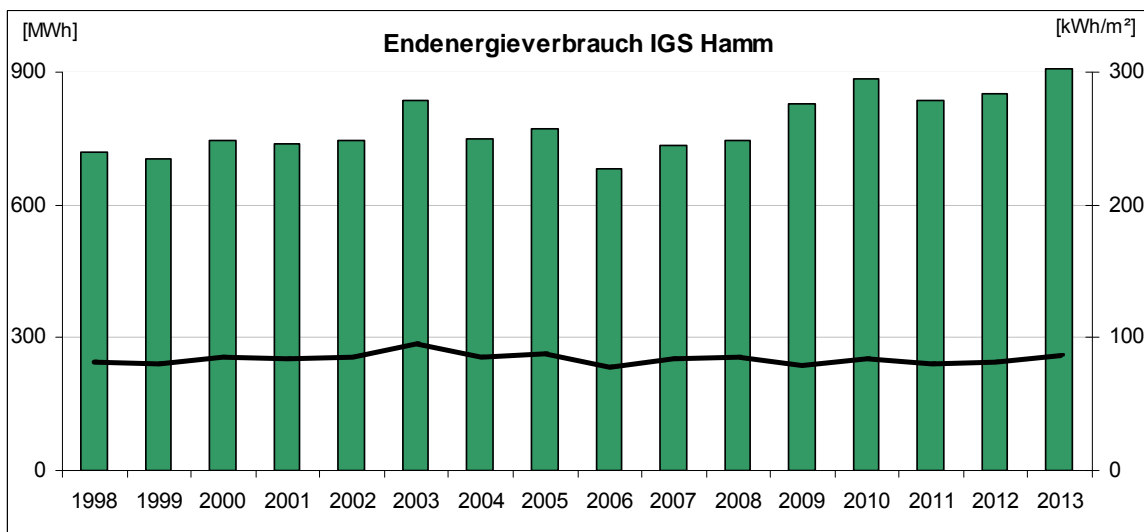


Abbildung 112: Endenergieverbrauch IGS Hamm. Grüne Säule = Endenergieverbrauch [MWh], schwarze Linie = Endenergieverbrauchskennwerte [kWh/m²].

7.13 IGS Hamm

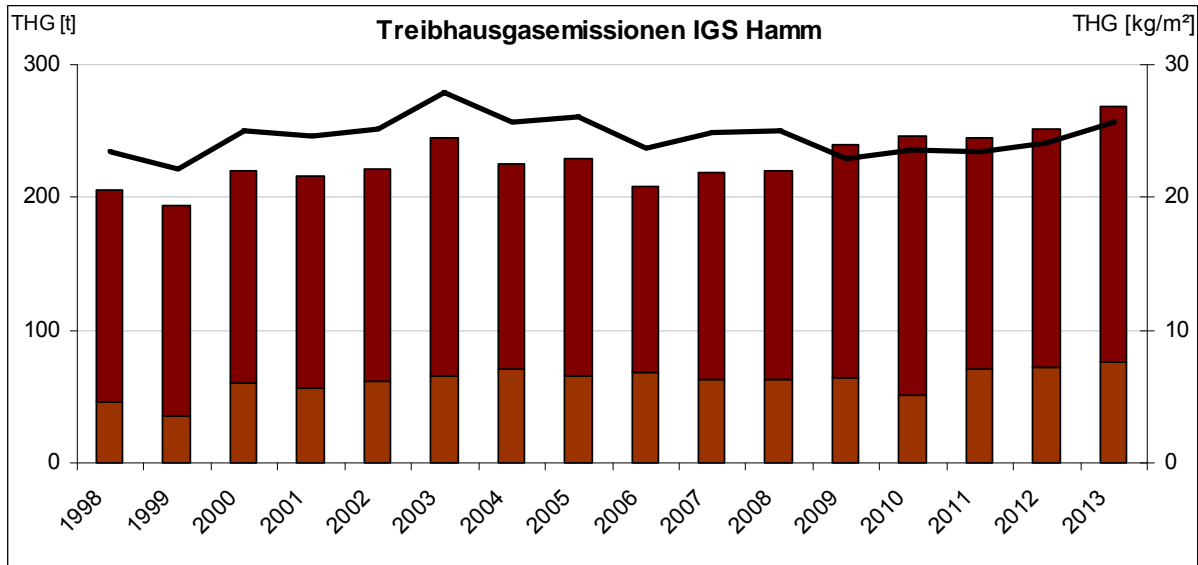


Abbildung 113: Treibhausgasemissionen der IGS Hamm. Hellbrauner (unterer) Säulenbereich = strombedingte Treibhausgasemissionen, brauner (oberer) Säulenbereich = wärmebedingte Treibhausgasemissionen, schwarze Linie = Kennwerte der Gesamtemission [kg/m²].

7.14 BBS Wissen

Tabelle 19: Energiestatistik 2013 der BBS Wissen

BBS Wissen							
Standort	Wissen Hachenburger Straße 47						
Objekte	Schulkomplex + Turnhalle						
Baujahr	1970 1989 (Turnhalle)						
Erweiterung	2007						
Brutto-Grundfläche	14.134 m ² (davon Schulgebäude 11.462 m ²)						
Wärmeversorgung	Erdgas						
energet. Sanierungsmaßnahme	Fenstersanierung 2011						
Besonderheiten	seit Januar 2014 befindet sich auf dem Dach eine 40 kW _{peak} PV-Anlage						
Bemerkungen	Heizenergieverbräuche der Turnhalle werden gesondert bilanziert, die Stromverbräuche sind dagegen zusammengefasst						
Energieverbrauch 2013							
Strom		Wärme				Endenergie	
		gemessen		witterungsbereinigt			
[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]
200.620	14	953.432	67	929.845	66	1.154.052	82
Veränderung gegenüber dem Vorjahr 2012 [%]							
-18,0%	-18,0%	3,3%	3,3%	-1,5%	-1,5%	-1,2%	-1,2%
Veränderung gegenüber dem Basisjahr 1992 [%]							
27,9%	20,4%	-36,3%	-40,0%	-40,3%	-43,8%	-30,2%	-39,0%

Die Berufsbildende Schule Wissen ist von der Fläche her die viertgrößte untersuchte Liegenschaft in diesem Energiebericht. Dies macht sich entsprechend an den hohen Energiekosten (knapp 90.000 €), die für den Betrieb der BBS Wissen aufgewendet werden müssen, bemerkbar. Seit 1992 konnte der Endenergiebedarf des Schulkomplexes inklusive der Turnhalle auf flächenbereinigter Basis um ca. 40 % gesenkt werden (Abbildung 120). Der Stromverbrauch steigt dagegen seit dem Erweiterungsbau 2007 sowohl absolut als auch relativ (Stromverbrauchskennwert) leicht an. Auffällig ist jedoch, dass 2013 der Stromverbrauch gegenüber dem Vorjahr deutlich rückläufig war (-18 %). Mit der Errichtung einer 40 kW_{peak} Photovoltaikanlage, die auf einen hohen Eigenverbrauchsanteil ausgelegt ist, dürfte der Strombezug ab 2014 um ca. 10% weiter sinken.

Der Heizenergiebedarf ist an der BBS Wissen sehr stark rückläufig und konnte während des kompletten Untersuchungszeitraums um 40 % verringert werden. Eine 2011 durchgeführte

7.14 BBS Wissen

Fenstersanierung brachte dabei eine besonders deutliche Reduktion des Wärmeverbrauchs mit sich. Im Gegensatz zum Schulgebäude konnte der Wärmeverbrauch der Turnhalle der BBS Wissen nicht gesenkt werden. Ganz im Gegenteil, der Wärmebedarf stieg in den letzten zwei Jahrzehnten sogar um gut 10 % an. Die THG-Emissionen, die an der BBS Wissen anfallen, sind aufgrund der Verringerung des Wärmebedarfes seit 1992 um ein knappes Drittel gefallen.

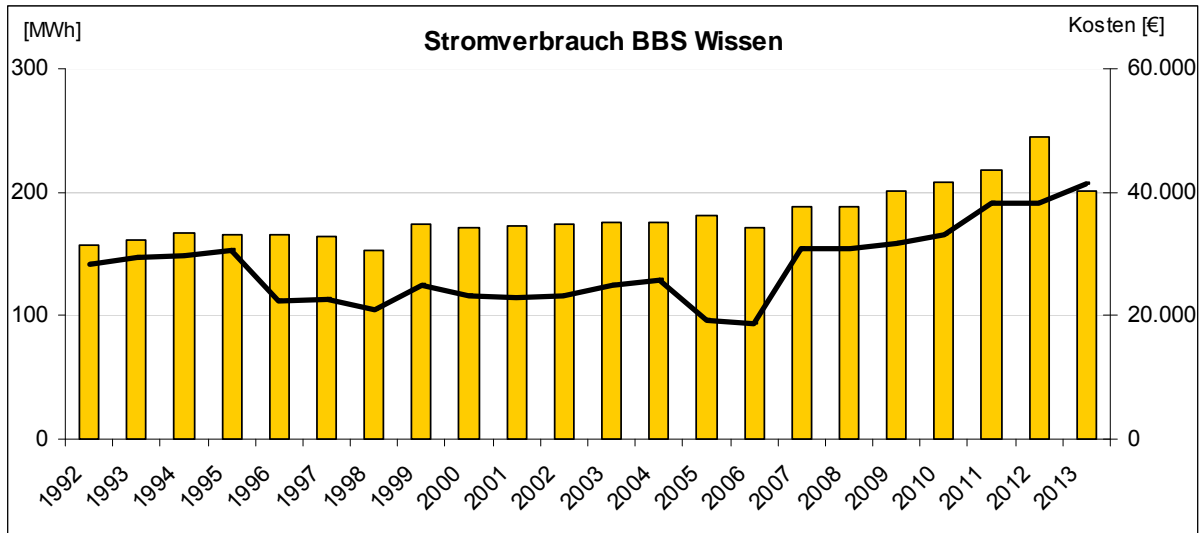


Abbildung 114: Stromverbrauch [MWh] und Stromkosten [€] der BBS Wissen. Gelbe Säule = Stromverbrauch, orangener Balken 2013 = Eigenstromverbrauch der eigenen PV-Anlage, schwarze Linie = Stromkosten.

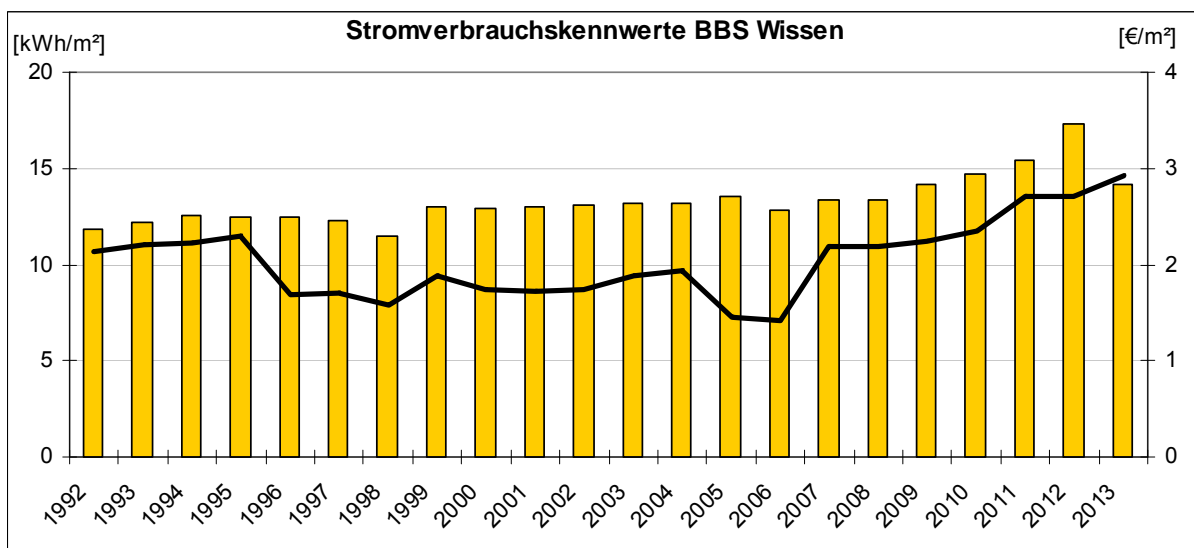


Abbildung 115: Stromverbrauchs- [kWh/m²] und Stromkostenkennwerte [€/m²] der BBS Wissen. Gelbe Säule = Stromverbrauchskennwerte, schwarze Linie = Stromkostenkennwerte.

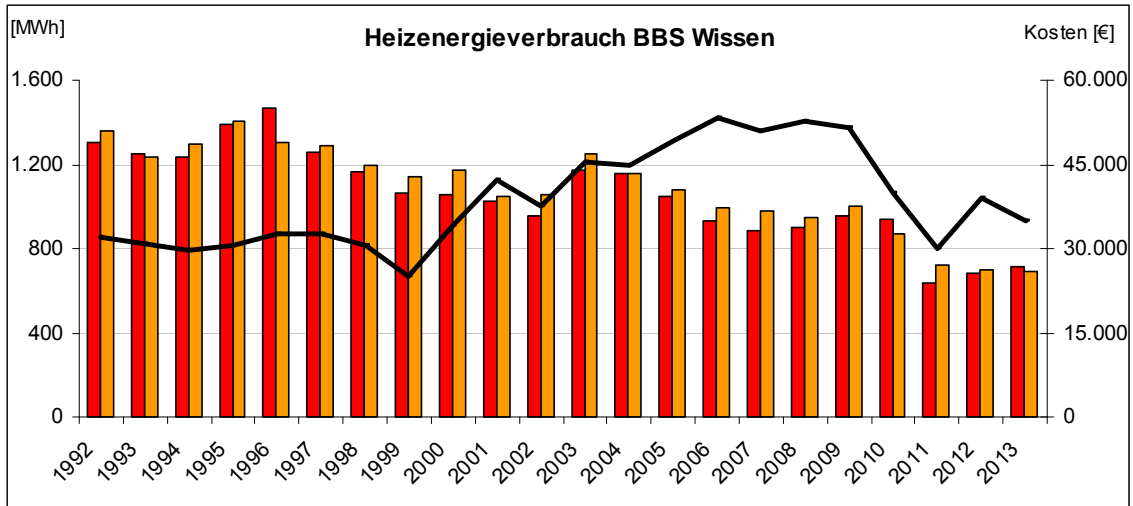


Abbildung 116: Heizenergieverbrauch [MWh] und Heizenergiekosten [€] der BBS Wissen. Rote Säule = tatsächlicher Verbrauch, orangene Säule = witterungsbereinigter Heizenergieverbrauch, schwarze Linie = Heizenergiekosten.

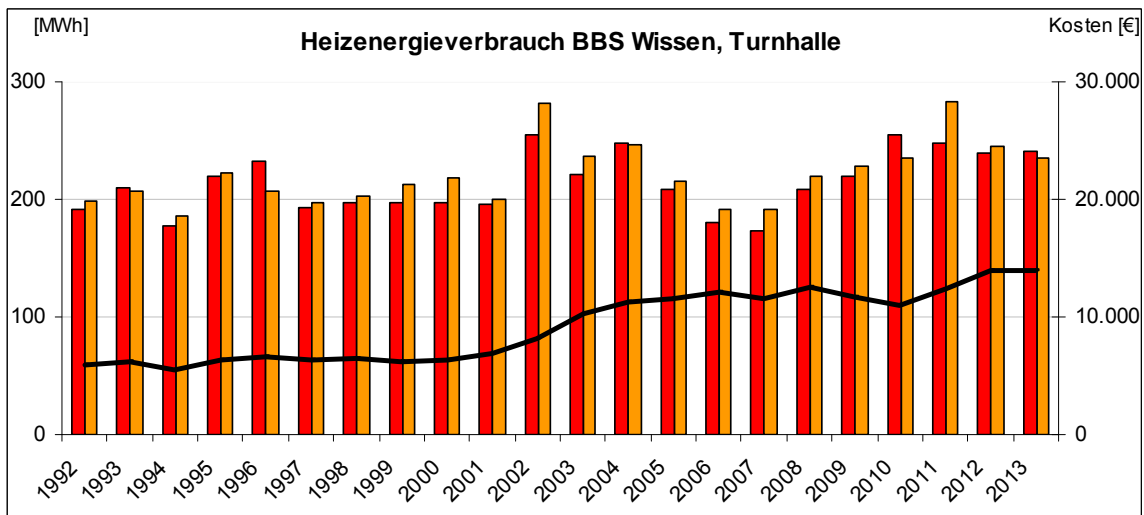


Abbildung 117: Heizenergieverbrauch [MWh] und Heizenergiekosten [€] der Turnhalle der BBS Wissen. Rote Säule = tatsächlicher Verbrauch, orangene Säule = witterungsbereinigter Heizenergieverbrauch, schwarze Linie = Heizenergiekosten.

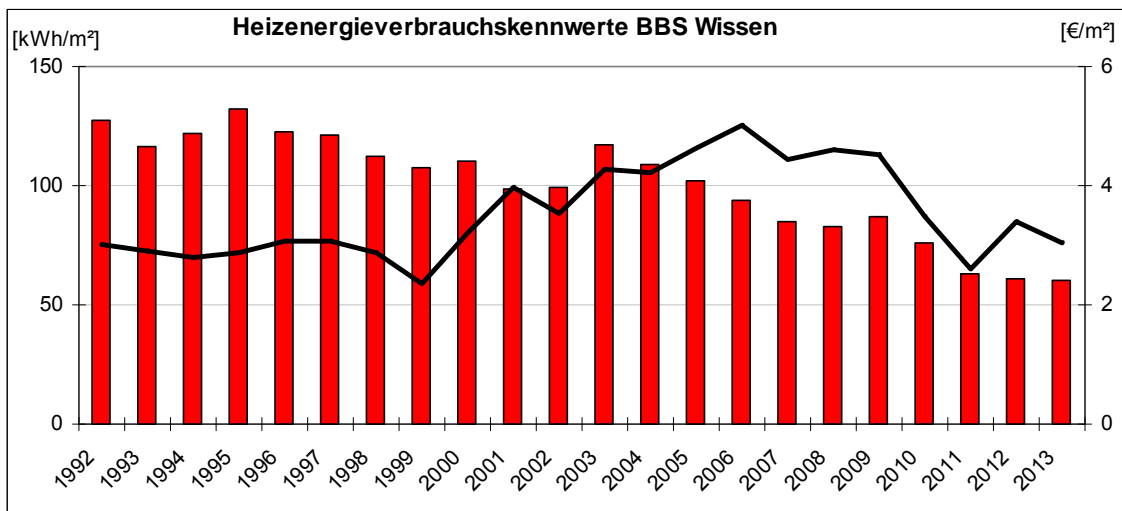


Abbildung 118: Heizenergieverbrauchs- [kWh/m²] und Heizkostenkennwerte [€/m²] der BBS Wissen ohne Turnhalle. Rote Säule = Heizenergieverbrauchskennwerte, schwarze Linie = Heizkostenkennwerte.

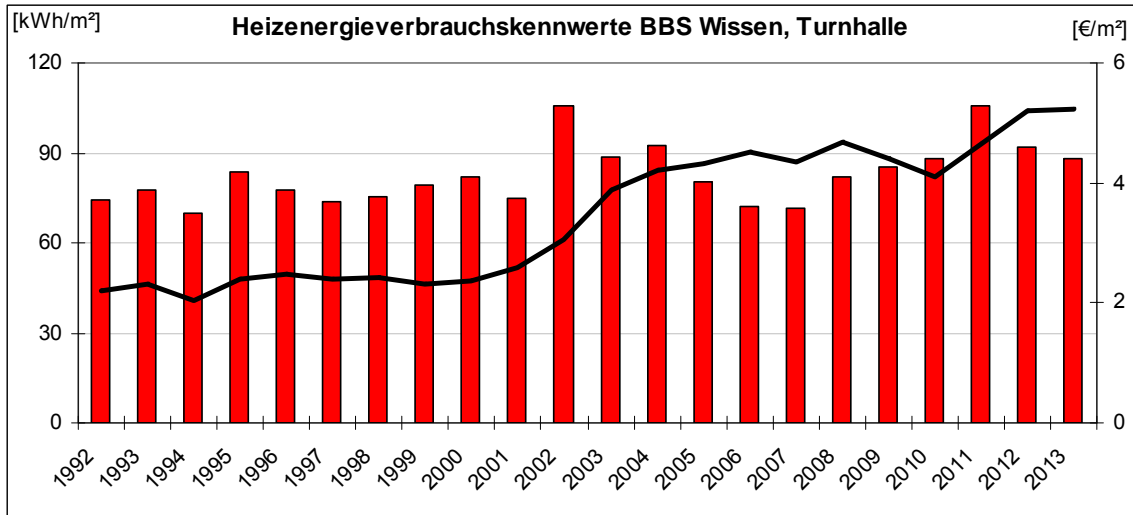


Abbildung 119: Heizenergieverbrauchs- [kWh/m²] und Heizkostenkennwerte [€/m²] der Turnhalle der BBS Wissen. Rote Säule = Heizenergieverbrauchs-kennwerte, schwarze Linie = Heizkostenkennwerte.

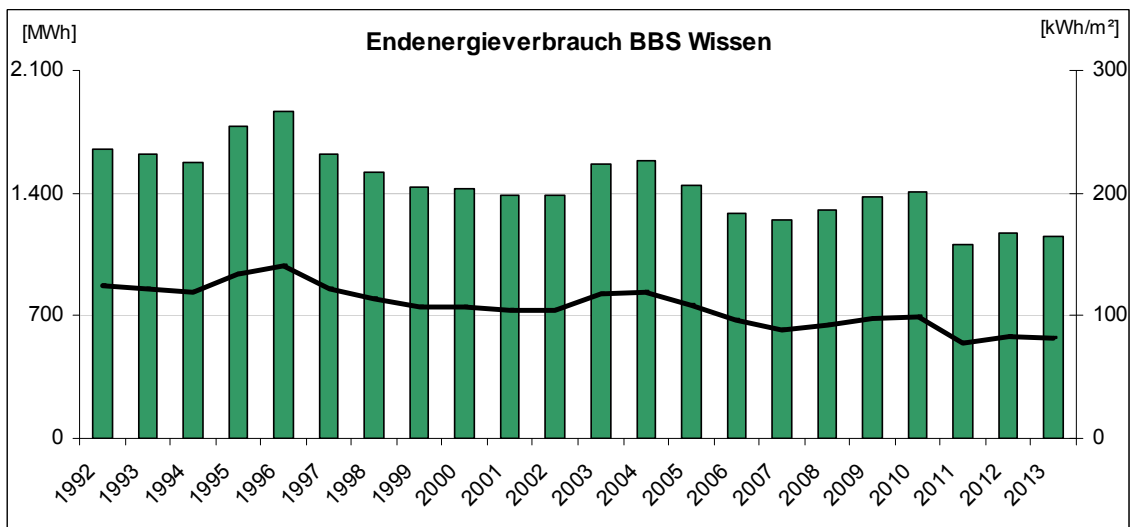


Abbildung 120: Endenergieverbrauch BBS Wissen inklusive Turnhalle. Grüne Säule = Endenergieverbrauch [MWh], schwarze Linie = Endenergieverbrauchskennwerte [kWh/m²].

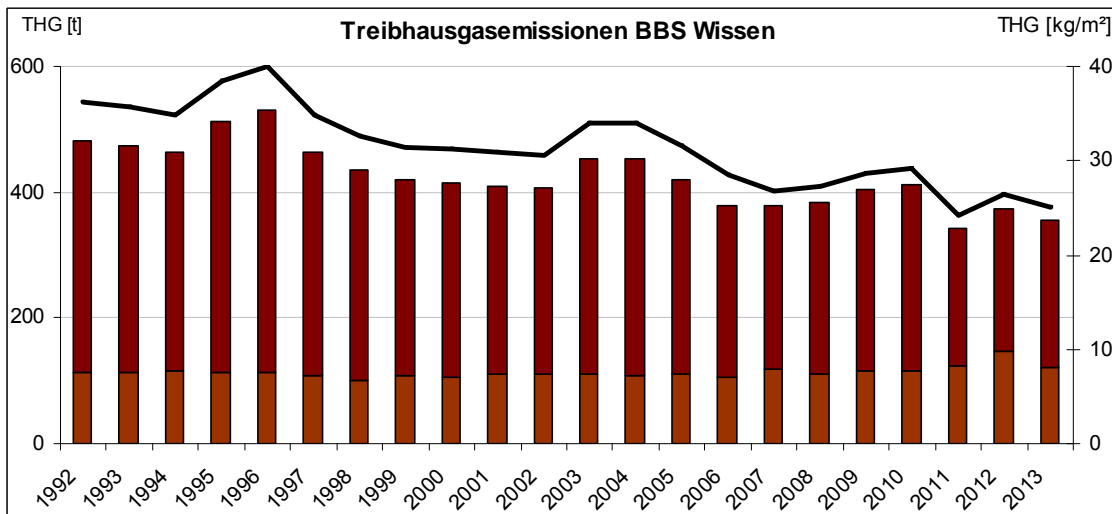


Abbildung 121: Treibhausgasemissionen der BBS Wissen. Hellbrauner (unterer) Säulenbereich = strombedingte Treibhausgasemissionen, brauner (oberer) Säulenbereich = wärmebedingte Treibhausgasemissionen, schwarze Linie = Kennwerte der Gesamtemission [kg/m²].

7.15 Kopernikus-Gymnasium Wissen

Tabelle 20: Energiestatistik 2013 des Kopernikus-Gymnasiums Wissen

Kopernikus Gymnasium Wissen							
Standort	Wissen Pirzenthaler Straße 43						
Objekte (Baujahr): BGF	Hauptgebäude (1971): 7.912 m ² Turnhalle (1971): 1.464 m ² 8 Containerklassen (seit 2007) 6 Containerklassen (2010-2013)						
Gesamt-BGF	9.376 m ²						
Wärmeversorgung	Erdgas Containerklassen werden mit Strom beheizt						
energet. Sanierungsmaßnahme	1997 Dachsanierung u. Heizungssanierung						
Besonderheiten	August 2013 Installation einer 92 kW _{peak} Photovoltaikanlage						
Energieverbrauch 2013							
Strom		Wärme				Endenergie	
		gemessen		witterungsbereinigt			
[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]
215.187	22	992.934	103	968.369	100	1.208.121	125
Veränderung gegenüber dem Vorjahr 2012 [%]							
-12,2%	-12,2%	4,7%	4,7%	-0,1%	-0,1%	1,3%	1,3%
Veränderung gegenüber dem Basisjahr 1992 [%]							
133,2%	133,2%	-21,0%	-21,0%	-25,9%	-25,9%	-10,4%	-10,4%

Das Kopernikus-Gymnasium Wissen gehört zu den energieintensivsten Liegenschaften des Landkreises (vgl. Abbildung 31). Der Endenergiebedarf konnte seit 1992 lediglich um rund 10 % gesenkt werden. Die Ursache für diesen hohen Endenergieverbrauch liegt an dem extremen Anstieg des Stromverbrauchs zwischen 2005 und 2010. In diesem Zeitraum hat sich der Stromverbrauch des Gymnasiums mehr als verdoppelt. Hauptsächlich verantwortlich hierfür ist die Aufstellung strombeheizter Containerklassen (2007: 8 Klassen; 2010: 6 Klassen). Seit 2010 ist der Stromverbrauch wieder rückläufig, insbesondere der Rückbau von 6 Containerklassen 2012/2013 machte sich an dieser Stelle bemerkbar.

Mit der Installation einer großen 92 kW_{peak}-Photovoltaikanlage im August 2013 auf dem Dach des Gymnasiums konnten sowohl der Strombezug als auch die Stromkosten 2013 gesenkt werden. 2014 kann mit einem weiteren verbrauchs- und kostensenkenden Effekt durch die Leistungsstärkste der kreiseigenen PV-Anlage gerechnet werden, da diese dann ganzjährig einen Beitrag zur Stromversorgung leistet.

Der Heizenergiebedarf ist am Kopernikus-Gymnasium seit Anfang der Datenerhebung um rund ein Viertel gesunken und damit weniger stark gesunken wie an anderen Liegenschaften. Dies macht sich durch einen überdurchschnittlich hohen witterungsbereinigten Wärmebedarf von 100 kWh/m² bemerkbar (25 % über dem Kreisdurchschnitt).

Die beschriebenen Entwicklungen beim Stromverbrauch haben zur Folge, dass die Treibhausgasemissionen nach einer zwischenzeitlichen Verringerung, fast wieder auf dem Level von 1992 liegen (Abbildung 127). 2014 kann dank des ganzjährigen Betriebs der Photovoltaikanlage mit einer Reduzierung der Treibhausgasemissionen von weiteren knapp 40 t CO₂ (eq) gerechnet werden, was für das Kopernikus-Gymnasium eine Senkung von über 10 % bedeuten würde.

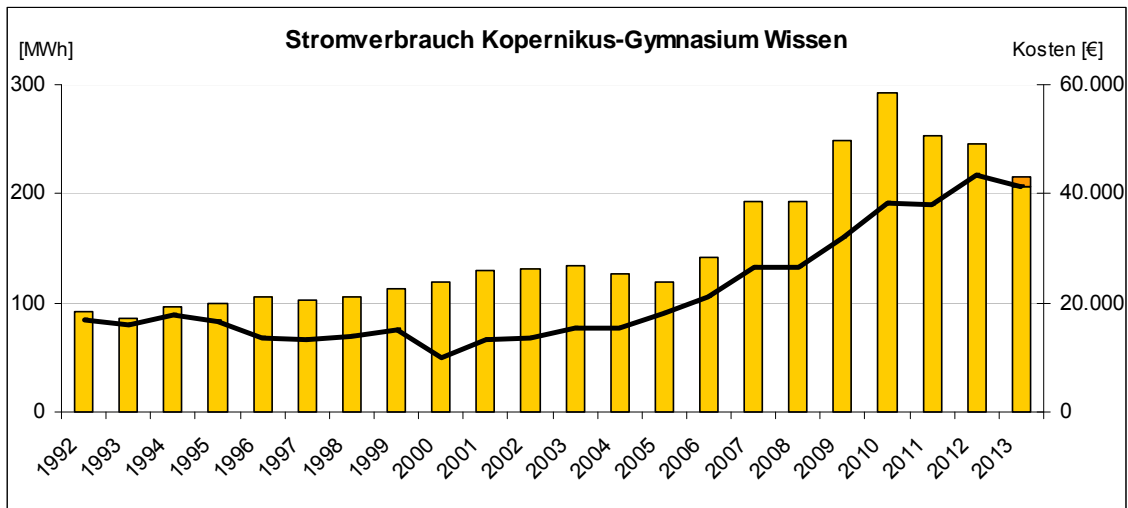


Abbildung 122: Stromverbrauch [MWh] und Stromkosten [€] des Kopernikus-Gymnasiums Wissen. Gelbe Säule = Stromverbrauch, orangene Säule 2013 = Eigenstromverbrauch der eigenen PV-Anlage, schwarze Linie = Stromkosten.

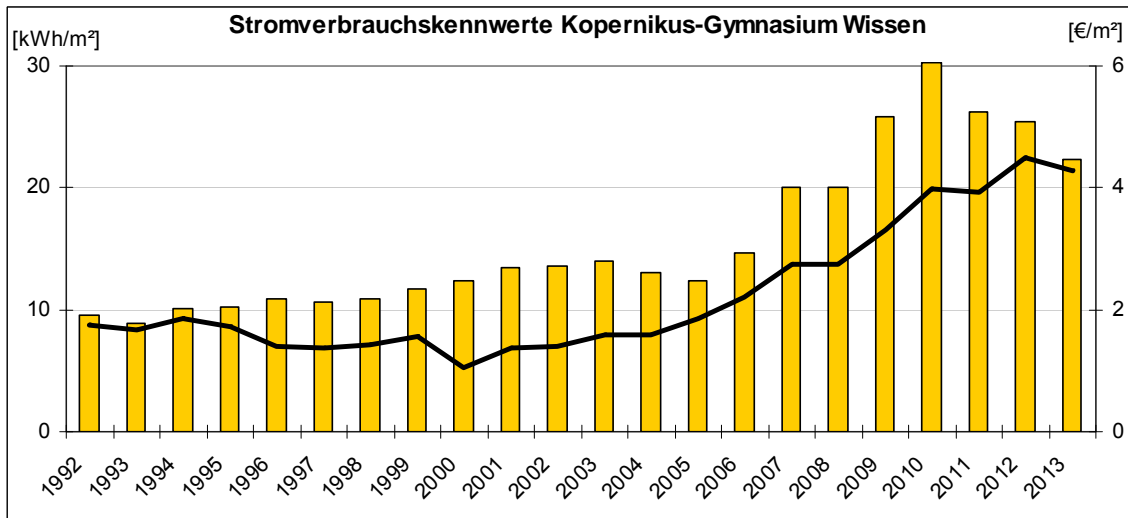


Abbildung 123: Stromverbrauchs- [kWh/m²] und Stromkostenkennwerte [€/m²] des Kopernikus-Gymnasiums Wissen. Gelbe Säule = Stromverbrauchs-kennwerte, schwarze Linie = Stromkostenkennwerte.

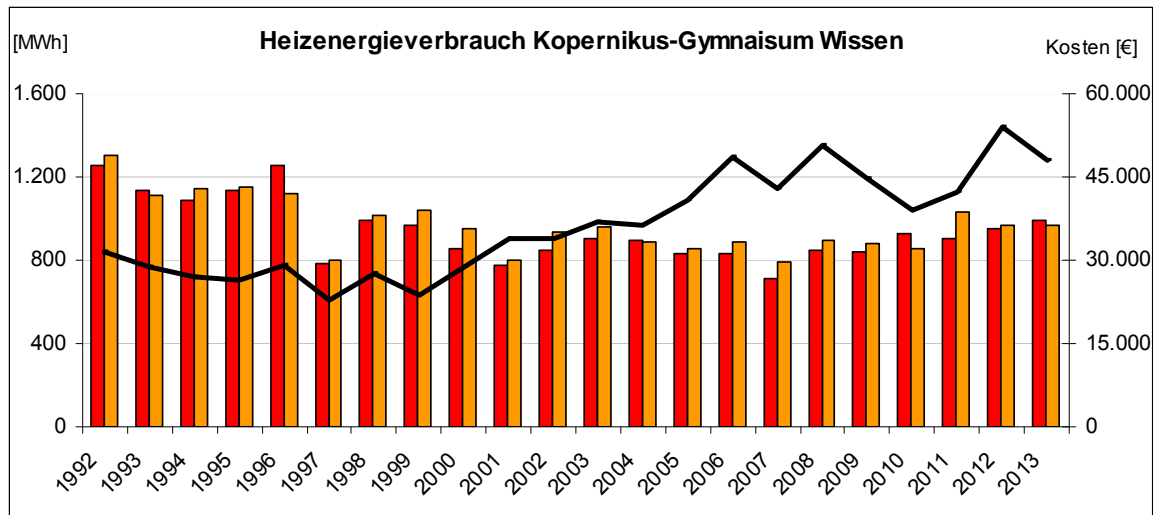


Abbildung 124: Heizenergieverbrauch [MWh] und Heizenergiekosten [€] des Kopernikus-Gymnasiums Wissen. Rote Säule = tatsächlicher Verbrauch, orangene Säule = witterungsbereinigter Heizenergieverbrauch, schwarze Linie = Heizenergiekosten.

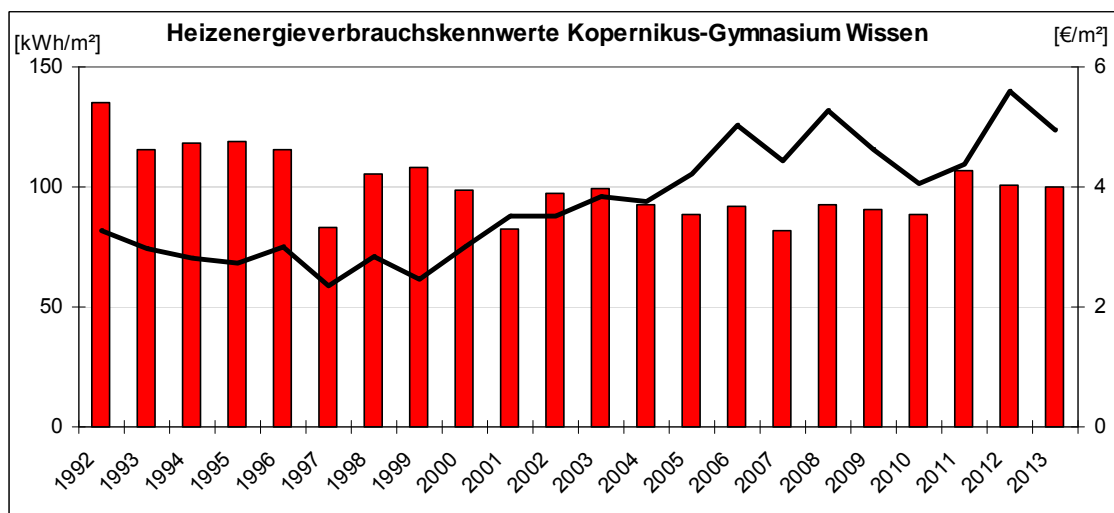


Abbildung 125: Heizenergieverbrauchs- [kWh/m²] und Heizkostenkennwerte [€/m²] des Kopernikus Gymnasiums Wissen. Rote Säule = Heizenergieverbrauchs- kennwerte, schwarze Linie = Heizkostenkennwerte.

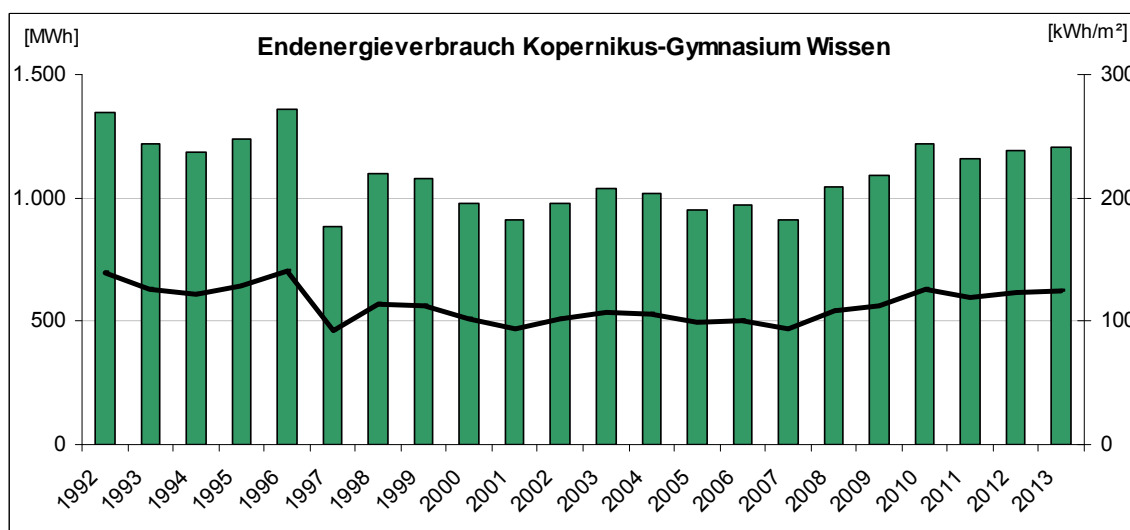


Abbildung 126: Endenergieverbrauch des Kopernikus-Gymnasiums Wissen. Grüne Säule = Endenergieverbrauch [MWh], schwarze Linie = Endenergieverbrauchskennwerte [kWh/m²].

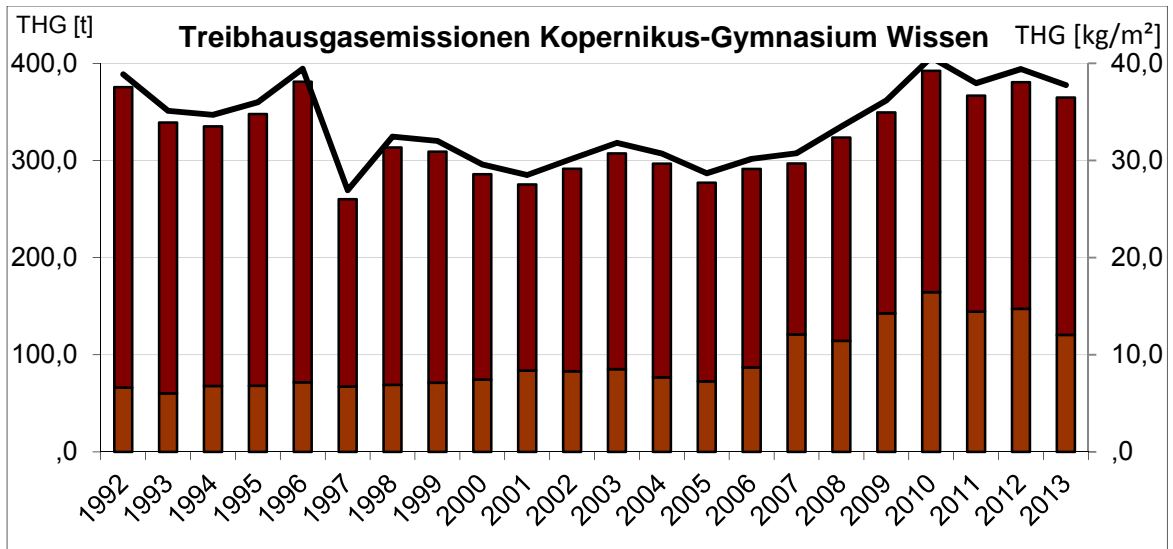


Abbildung 127: Treibhausgasemissionen des Kopernikus-Gymnasiums Wissen. Hellbrauner (unterer) Säulenbereich = strombedingte Treibhausgasemissionen, brauner (oberer) Säulenbereich = wärmebedingte Treibhausgasemissionen, schwarze Linie = Kennwerte der Gesamtemission [kg/m²].

7.16 Marion-Dönhoff-Realschule plus („Im Kreuztal“)

Tabelle 21: Energiestatistik 2013 der Marion-Dönhoff-Realschule plus („Im Kreuztal“)

Marion-Dönhoff-Realschule+ ("Im Kreuztal")							
Standort		Wissen Im Kreuztal 108					
Objekte		Schulgebäude					
Baujahr		1960					
Brutto-Grundfläche		3.976 m ²					
Wärmeversorgung		Erdgas					
Energieverbrauch 2013							
Strom		Wärme				Endenergie	
		gemessen		witterungsbereinigt			
[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]
44.800	11	285.690	72	278.622	70	330.490	83
Veränderung gegenüber dem Vorjahr 2012 [%]							
-9,1%	-9,1%	2,3%	2,3%	-2,4%	-2,4%	0,6%	0,6%
Veränderung gegenüber dem Basisjahr 1992 [%]							
29,1%	29,1%	-29,4%	-29,4%	-33,8%	-33,8%	-24,8%	-24,8%

Die Marion-Dönhoff-Realschule plus verteilt sich auf zwei Standorte. Der Standort „Im Kreuztal“ liegt zentral in der Stadtmitte in Wissen. Der Endenergieverbrauch dieser Liegenschaft konnte seit 1992 um rund ein Viertel gesenkt werden. Der niedrigste Verbrauch wurde kurz nach der Jahrtausendwende erreicht (2001). Seitdem geht der Energiebedarf leicht aber sukzessive nach oben. Diese Entwicklung ist die Summe aus steigendem Strom- und Wärmeverbrauch und verursacht ebenfalls ein Ansteigen der Treibhausgasemissionen dieser Liegenschaft. Nichtsdestotrotz ist der Energieverbrauch der Schule etwas niedriger als der Kreisdurchschnitt.

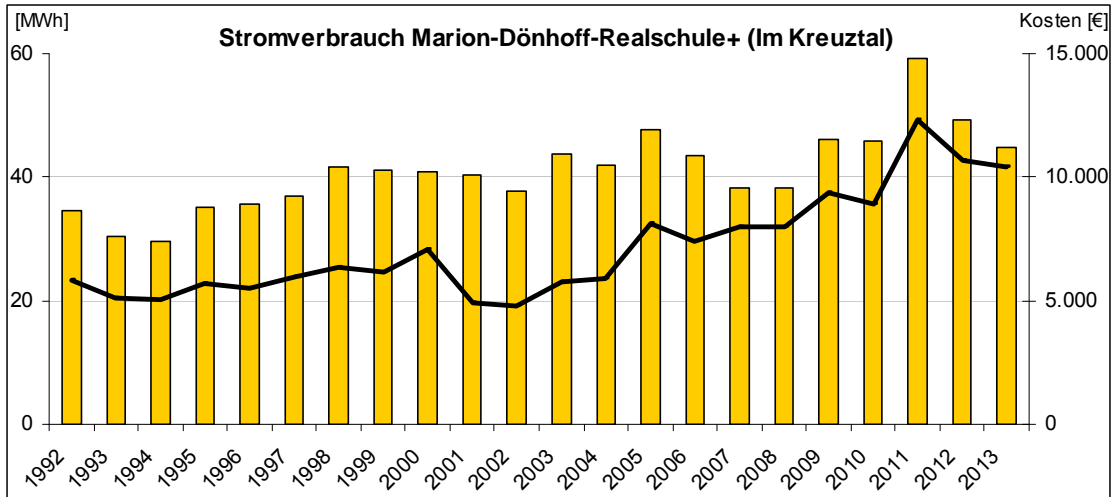


Abbildung 128: Stromverbrauch [MWh] und Stromkosten [€] der Marion-Dönhoff Realschule+ (Im Kreuztal). Gelbe Säule = Stromverbrauch, orangene Säule 2013 = Eigenstromverbrauch der eigenen PV-Anlage, schwarze Linie = Stromkosten.

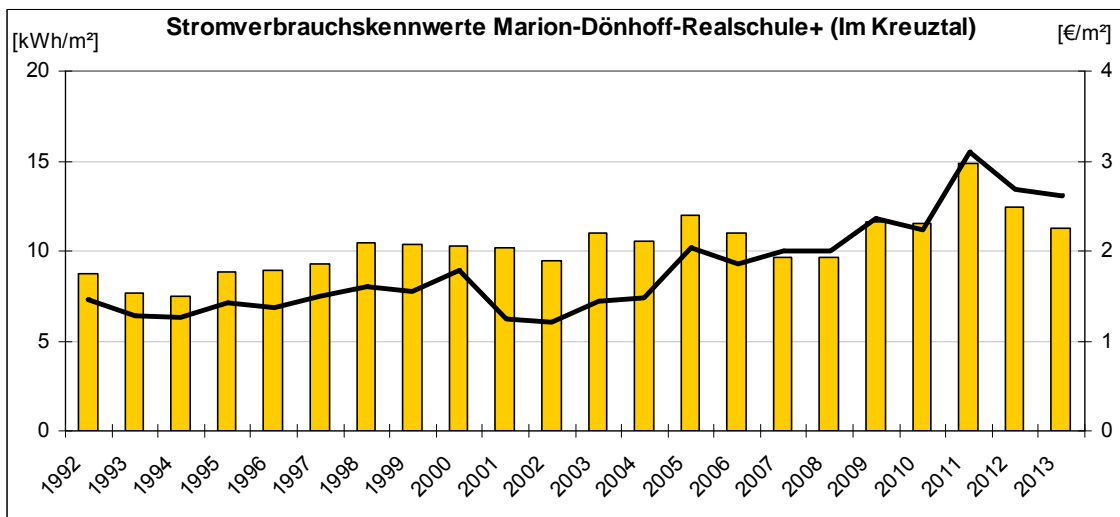


Abbildung 129: Stromverbrauchs- [kWh/m²] und Stromkostenkennwerte [€/m²] der Marion-Dönhoff-Realschule+ (Im Kreuztal). Gelbe Säule = Stromverbrauchs-kennwerte, schwarze Linie = Stromkostenkennwerte.

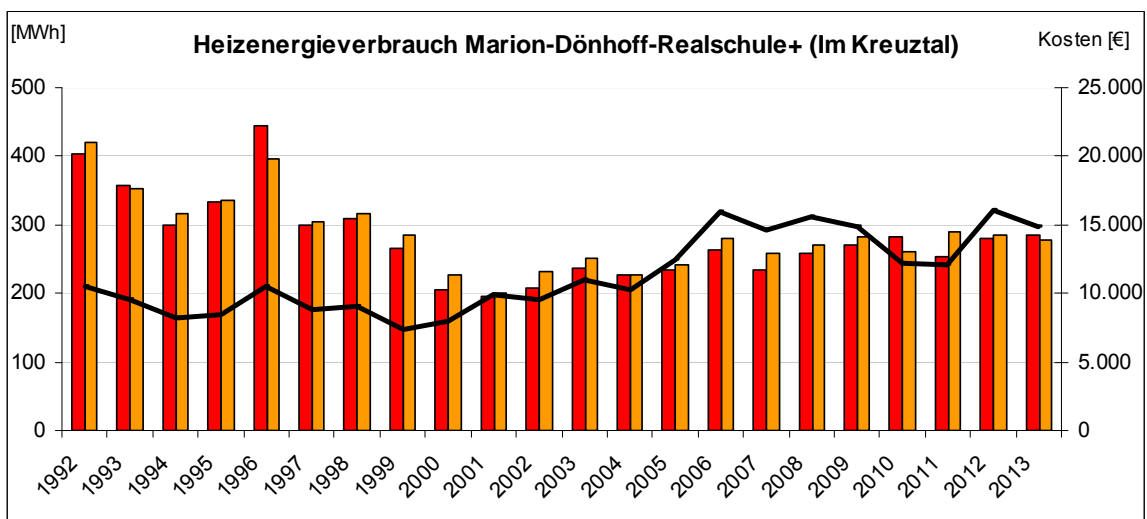


Abbildung 130: Heizenergieverbrauch [MWh] und Heizenergiekosten [€] der Marion-Dönhoff-Realschule+ (Im Kreuztal). Rote Säule = tatsächlicher Verbrauch, orangene Säule = witterungsbereinigter Heizenergieverbrauch, schwarze Linie = Heizenergiekosten.

7.16 Marion-Dönhoff-Realschule plus („Im Kreuztal“)

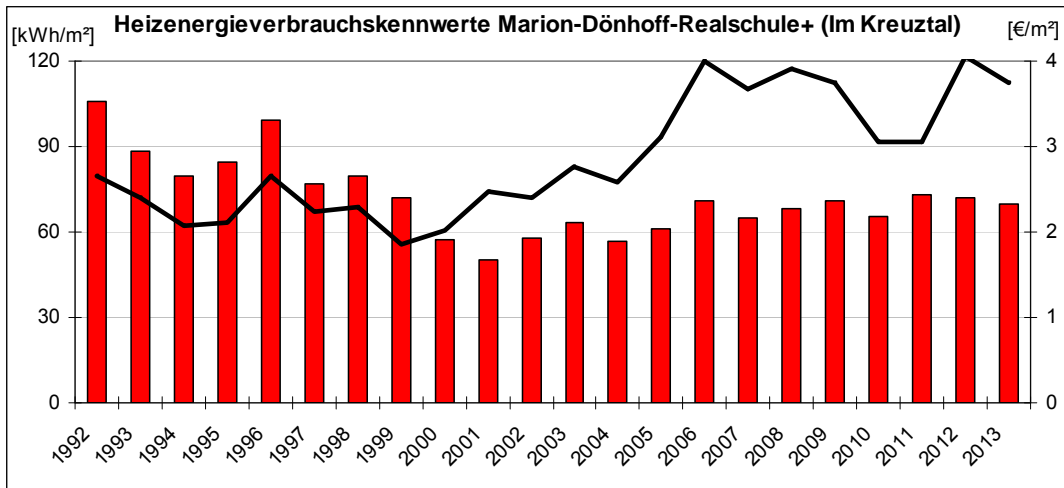


Abbildung 131: Heizenergieverbrauchs- [kWh²/m] und Heizkostenkennwerte [€/m²] der Marion-Dönhoff-Realschule+ (Im Kreuztal). Rote Säule = Heizenergieverbrauchs-kennwerte, schwarze Linie = Heizkostenkennwerte.

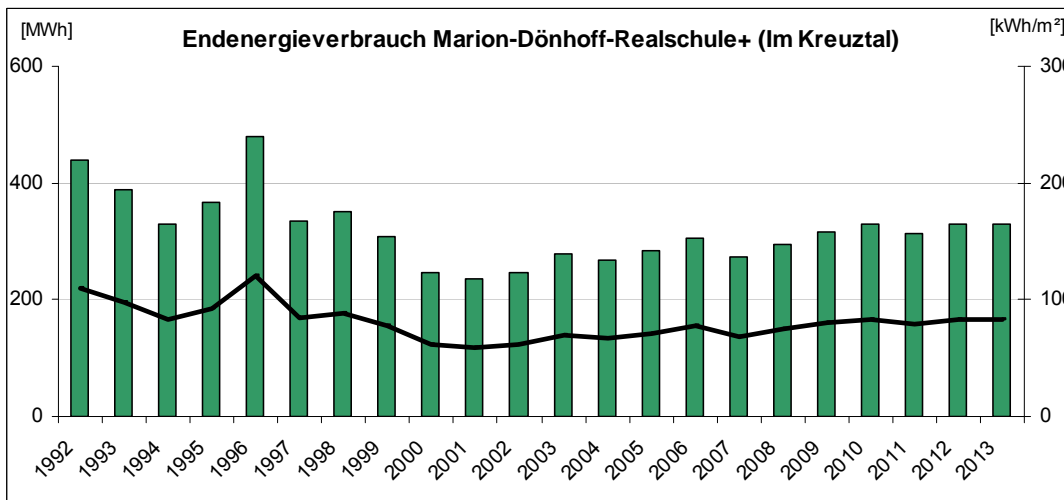


Abbildung 132: Endenergieverbrauch der Marion-Dönhoff-Realschule+ (Im Kreuztal). Grüne Säule = Endenergieverbrauch [MWh], schwarze Linie = Endenergieverbrauchskennwerte [kWh/m²].

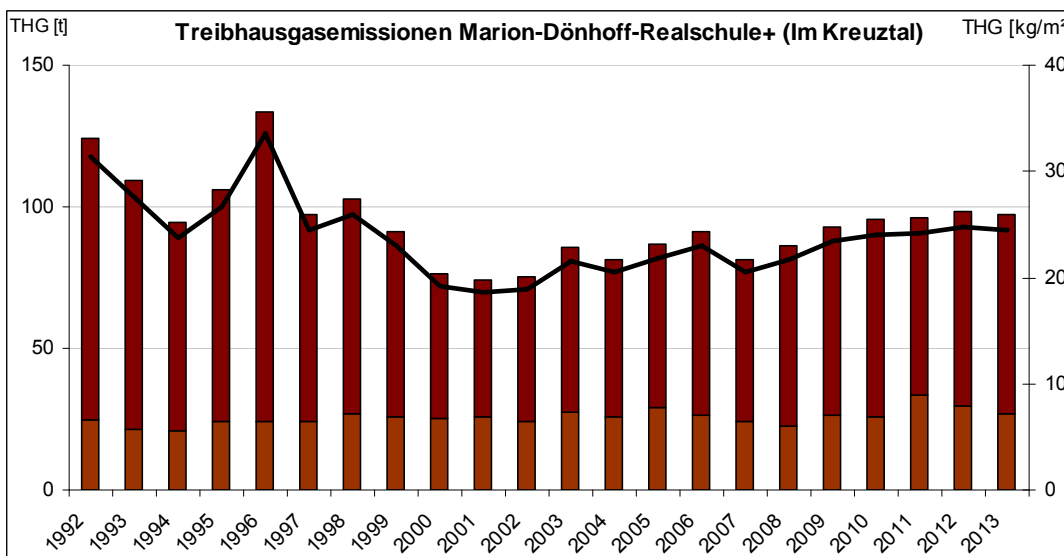


Abbildung 133: Treibhausgasemissionen der Marion-Dönhoff-Realschule+ (Im Kreuztal). Hellbrauner (unterer) Säulenbereich = strombedingte Treibhausgasemissionen, brauner (oberer) Säulenbereich = wärmebedingte Treibhausgasemissionen, schwarze Linie = Kennwerte der Gesamtemission [kg/m²].

7.17 Marion-Dönhoff-Realschule+ („Pirzenthaler Straße“)

Tabelle 22: Energiestatistik 2013 Marion-Dönhoff-Realschule+ („Pirzenthaler Straße“)

Marion-Dönhoff-Realschule+ ("Pirzenthaler Straße")							
Standort	Wissen Pirzenthaler Straße						
Objekte	Schulkomplex und Turnhalle						
Baujahr	Schulkomplex (1970) und Turnhalle (1977)						
Erweiterung	2013 (Erweiterungsfläche: 1.615m ²)						
Brutto-Grundfläche	7.671 m ² (davon 2.092 m ² Turnhalle)						
Wärmeversorgung	Erdgas						
Besonderheiten	<ul style="list-style-type: none"> • der Standort Pirzenthaler Straße der Marion-Dönhoff-Realschule+ ist erst seit der Schulreform 2010 Kreisliegenschaft; es befinden sich zwei PV-Anlagen auf dem Dach, die jedoch nicht dem Kreis gehören 						
Bemerkungen	<ul style="list-style-type: none"> • der Verbrauch 2010 wurde erst ab dem 22. Sept erfasst; • Wärmeverbrauch der Turnhalle wurde bis 2011 gesondert erhoben seitdem gibt es nur noch einen Gaszähler, weshalb die Liegenschaften gemeinsam bilanziert werden 						
Energieverbrauch 2013							
Strom		Wärme				Endenergie	
		gemessen		witterungsbereinigt			
[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]
141.155	18	949.825	124	926.327	121	1.090.980	142
Veränderung gegenüber dem Vorjahr 2012 [%]							
-3,04%	-23,46%	6,28%	-16,10%	1,32%	-20,01%	4,97%	-17,13%
Veränderung gegenüber dem Basisjahr 2011 [%]							
19,16%	-5,93%	1,32%	-20,01%	7,18%	-15,38%	24,50%	-1,71%

Der Schulkomplex am Standort „Pirzenthaler Straße“ der Marion-Dönhoff Realschule plus ist erst seit September 2010 Kreisliegenschaft, sodass die Bilanzierung der Energieverbräuche in diesem Energiebericht erst ab 2011 beginnt. Der Schulkomplex gehört mit einem Verbrauch von über 1 Mio. kWh Endenergie zu einem der größten Verbraucher unter den Kreisliegenschaften (ca. 6 %). Der witterungsbereinigte Heizenergieverbrauch dieses Schulkomplexes ist 2013 der mit Abstand höchste unter den untersuchten Liegenschaften gewesen (vgl. Abbildung 30). Das Jahr davor war sogar durch einen noch größeren Wärmeverbrauch geprägt. Teilweise wurde der hohe Wärmebedarf 2012 durch die Baumaßnahmen im Rahmen der Gebäudeerweiterung verursacht. Hier hat während der Heizperiode die Fassade eines Gebäudeteils offen gelegen. Der hohe Heizenergieverbrauch 2013 ist jedoch auf mangelhafte Fassaden der Altgebäude zurückzuführen. Diese wurden seit Jahrzehnten nicht saniert, sodass hier ein dringender Sanierungsbedarf besteht.

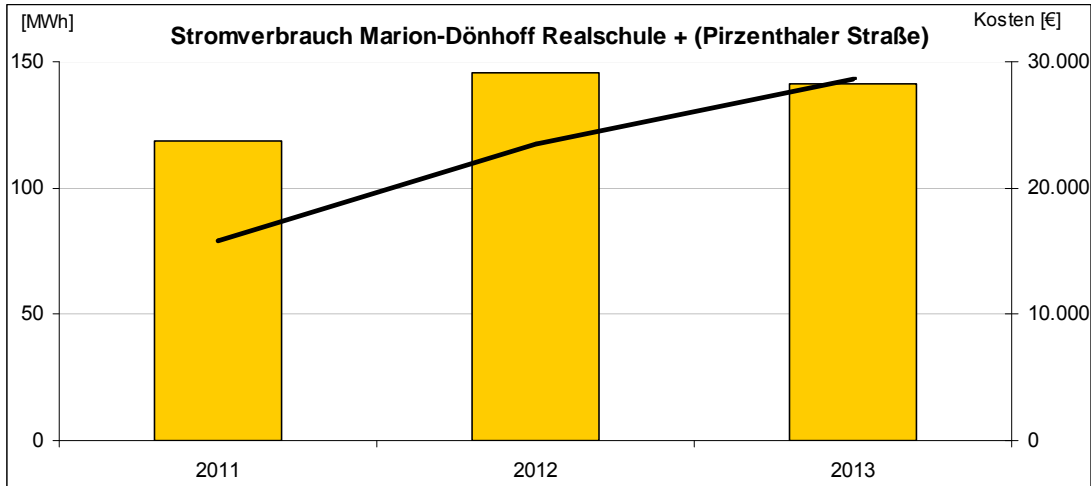


Abbildung 134: Stromverbrauch [MWh] und Stromkosten [€] der Marion-Dönhoff Realschule+ (Pirzenthaler Straße). Gelbe Säule = Stromverbrauch, orangene Säule 2013 = Eigenstromverbrauch der eigenen PV-Anlage, schwarze Linie = Stromkosten.

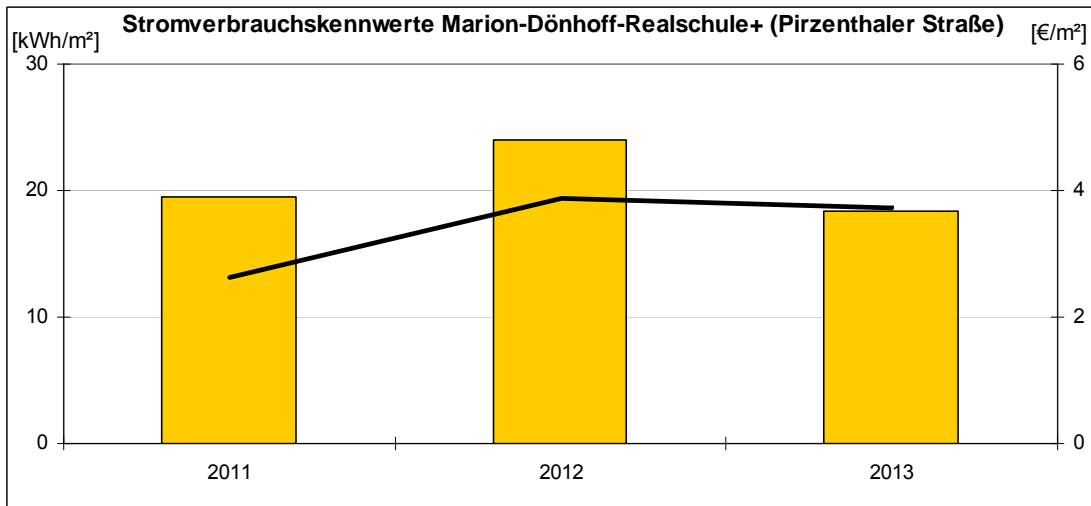


Abbildung 135: Stromverbrauchs- [kWh/m²] und Stromkostenkennwerte [€/m²] der Marion-Dönhoff-Realschule+ (Pirzenthaler Straße). Gelbe Säule = Stromverbrauchs-kennwerte, schwarze Linie = Stromkostenkennwerte

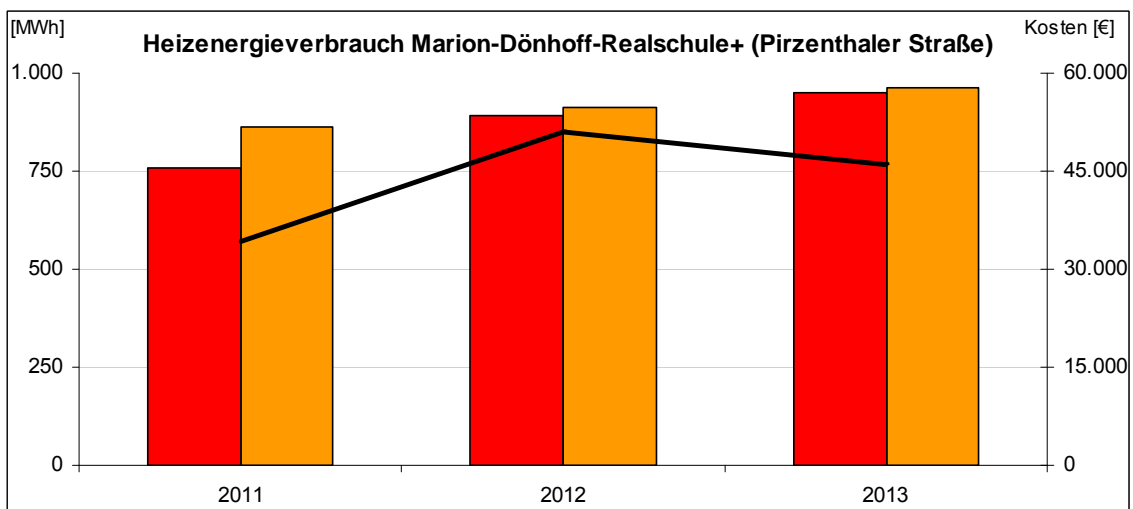


Abbildung 136: Heizenergieverbrauch [MWh] und Heizenergiekosten [€] der Marion-Dönhoff-Realschule+ (Pirzenthaler Straße). Rote Säule = tatsächlicher Verbrauch, orangene Säule = witterungsbereinigter Heizenergieverbrauch, schwarze Linie = Heizenergiekosten.

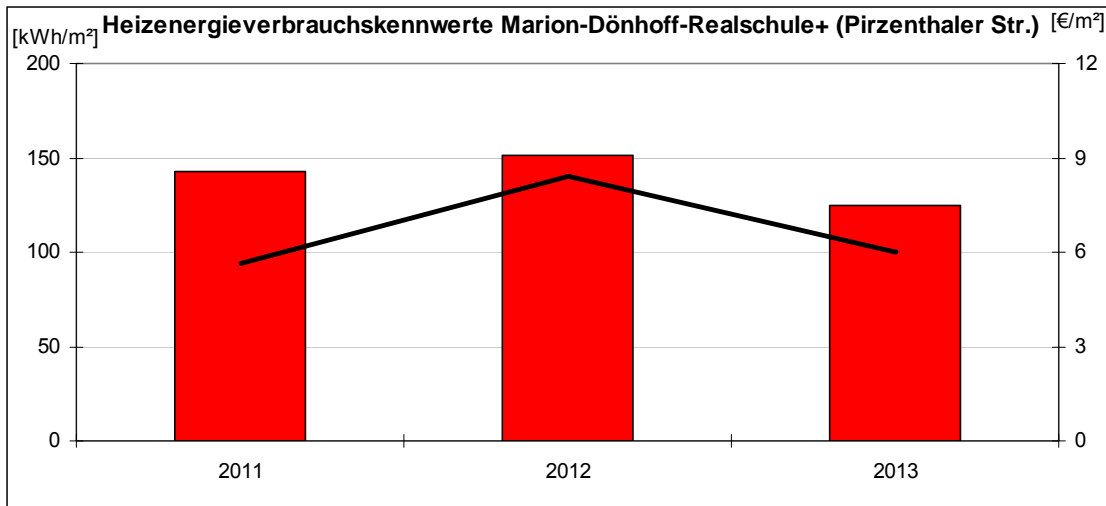


Abbildung 137: Heizenergieverbrauchs- [kWh/m²] und Heizkostenkennwerte [€/m²] der Marion-Dönhoff-Realschule+ (Pirzenthaler Straße). Rote Säule = Heizenergieverbrauchs-kennwerte, schwarze Linie = Heizkostenkennwerte.

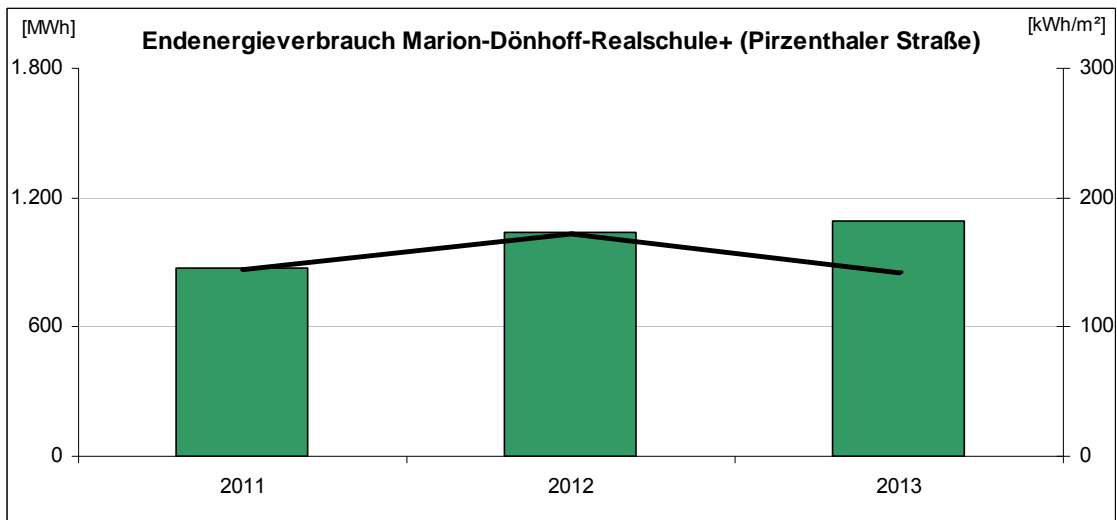


Abbildung 138: Endenergieverbrauch der Marion-Dönhoff-Realschule+ (Pirzenthaler Straße). Grüne Säule = Endenergieverbrauch [MWh], schwarze Linie = Endenergieverbrauchskennwerte [kWh/m²].

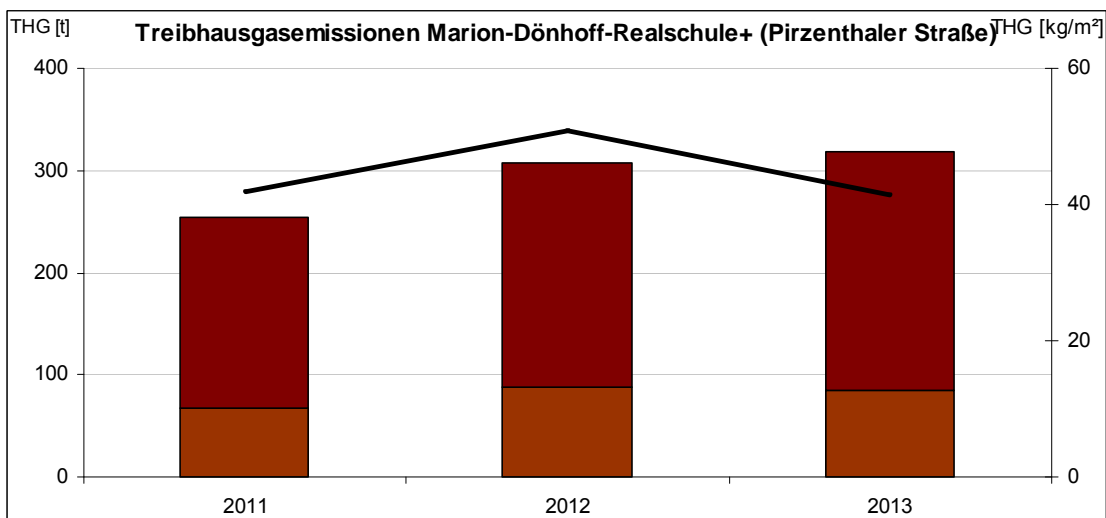


Abbildung 139: Treibhausgasemissionen der Marion-Dönhoff-Realschule+ (Pirzenthaler Straße). Hellbrauner (unterer) Säulenbereich = strombedingte Treibhausgasemissionen, brauner (oberer) Säulenbereich = wärmebedingte Treibhausgasemissionen, schwarze Linie = Kennwerte der Gesamtemission [kg/m²].

7.18 Förderschule am Alserberg

Tabelle 23: Energiestatistik 2013 der Förderschule am Alserberg

Förderschule am Alserberg							
Standort	Wissen Holschbacher Straße 87						
Objekte	Schulgebäude						
Baujahr	1981						
Erweiterung	2005 (790 m ²)						
Brutto-Grundfläche	3.772 m ²						
Wärmeversorgung	Erdgas						
Energieverbrauch 2013							
Strom		Wärme				Endenergie	
		gemessen		witterungsbereinigt			
[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]
110.600	29	387.899	103	378.303	100	498.499	132
Veränderung gegenüber dem Vorjahr 2012 [%]							
-14,3%	-14,3%	-11,1%	-11,1%	-15,2%	-15,2%	-11,8%	-11,8%
Veränderung gegenüber dem Basisjahr 1992 [%]							
-4,4%	-24,4%	-15,2%	-32,9%	-20,4%	-37,1%	-13,0%	-31,2%

Die Sonderschule am Alserberg hat einen vergleichsweise hohen Energiebedarf, der sehr eng mit dem ganzheitlichen Förderkonzept der Schule zusammenhängt. Die Förderschule ist sehr stark durch energieintensive Nutzungen (z.B. Lehrküche, Pflegebäder usw.) gekennzeichnet, welche es an den anderen Schulen nicht gibt. Die Förderschule hat dadurch nach der Kreisverwaltung Altenkirchen den höchsten Strombedarf (vgl. Abbildung 141) und mit dem höchsten Heizenergiebedarf (vgl. Abbildung 30), sodass die Förderschule am Alserberg mit der Marion-Dönhoff-Realschule Plus am Standort „Pirzenthal“ den höchsten flächenbereinigten Endenergiebedarf aller untersuchten Liegenschaften hat (vgl. Abbildung 31). Der überdurchschnittlich hohe Strom- und Wärmebedarf besteht, wie die Abbildung 140 und Abbildung 142 verdeutlichen, schon seit Anfang der 1990er Jahre. Der Energieverbrauch konnte seitdem nicht wesentlich verringert werden. Jedoch sind die Energieverbräuche der Förderschule 2005 mit der Fertigstellung der Erweiterung nicht weiter gestiegen, sodass dadurch die flächenbezogenen Verbrauchskennwerte sanken.

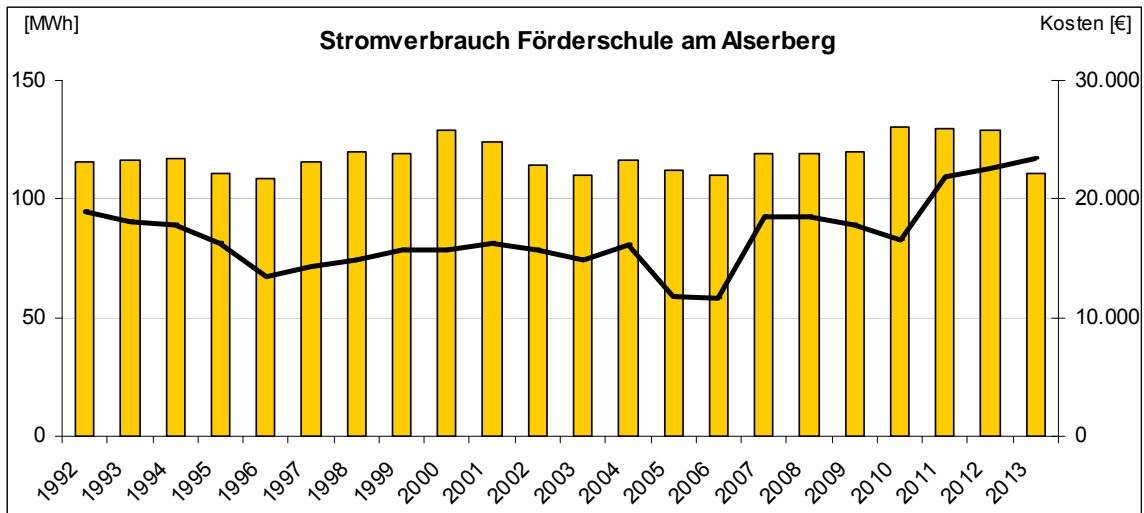


Abbildung 140: Stromverbrauch [MWh] und Stromkosten [€] der Förderschule am Aلسerberg. Gelbe Säule = Stromverbrauch, schwarze Linie = Stromkosten.

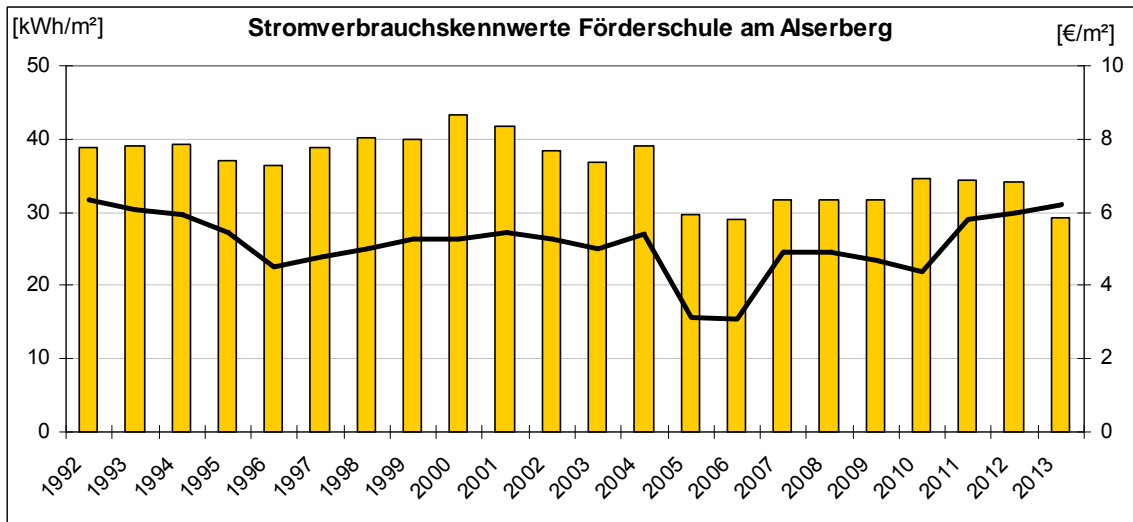


Abbildung 141: Stromverbrauchs- [kWh/m²] und Stromkostenkennwerte [€/m²] der Förderschule am Aلسerberg. Gelbe Säule = Stromverbrauchskennwerte, schwarze Linie = Stromkostenkennwerte.

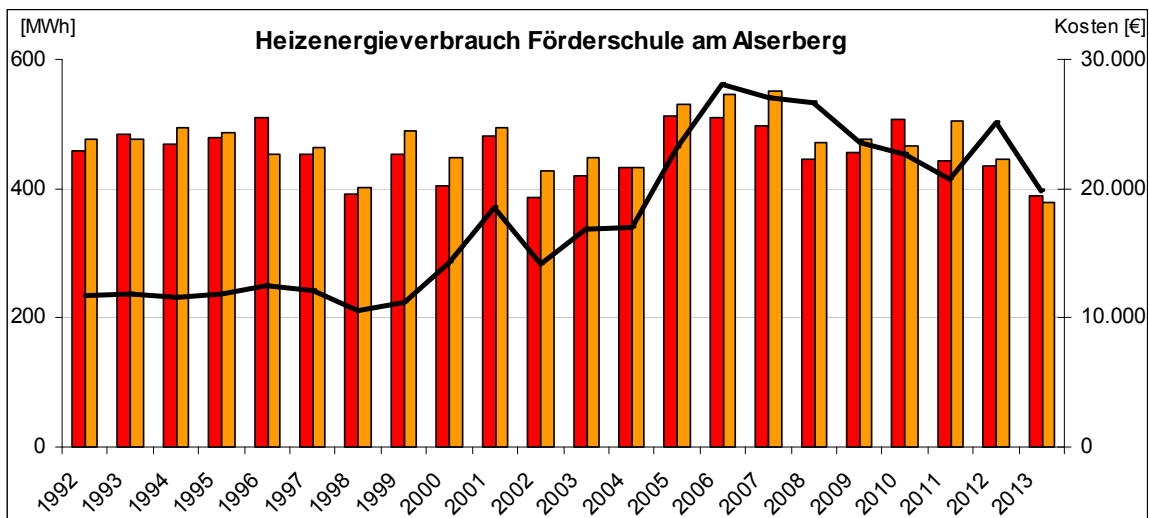


Abbildung 142: Heizenergieverbrauch [MWh] und Heizenergiekosten [€] der Förderschule am Aلسerberg. Rote Säule = tatsächlicher Verbrauch, orangene Säule = witterungsbereinigter Heizenergieverbrauch, schwarze Linie = Heizenergiekosten.

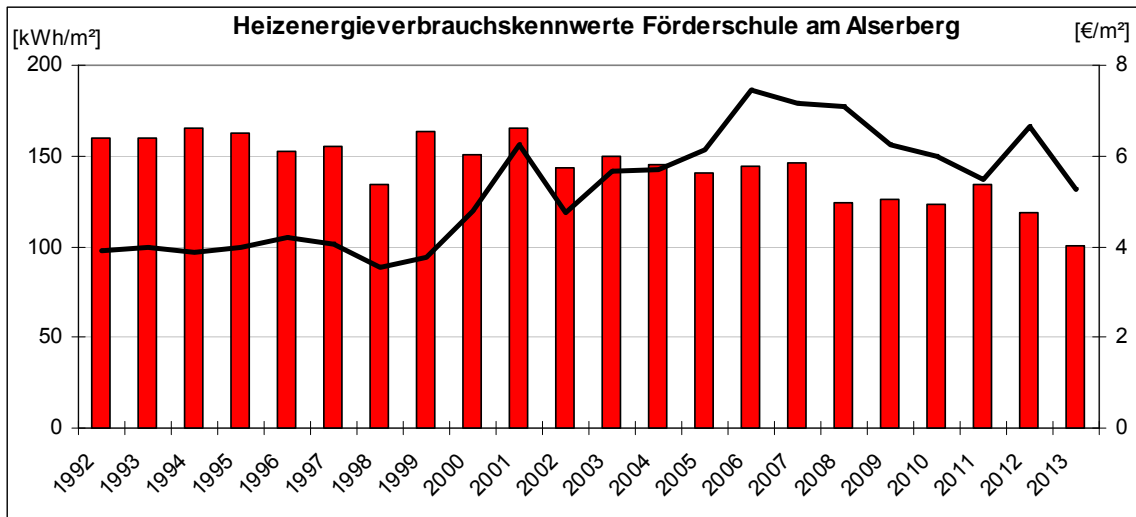


Abbildung 143: Heizenergieverbrauchs- [kWh/m²] und Heizkostenkennwerte [€/m²] der Förderschule am Alserberg. Rote Säule = Heizenergieverbrauchs-kennwerte, schwarze Linie = Heizkostenkennwerte.

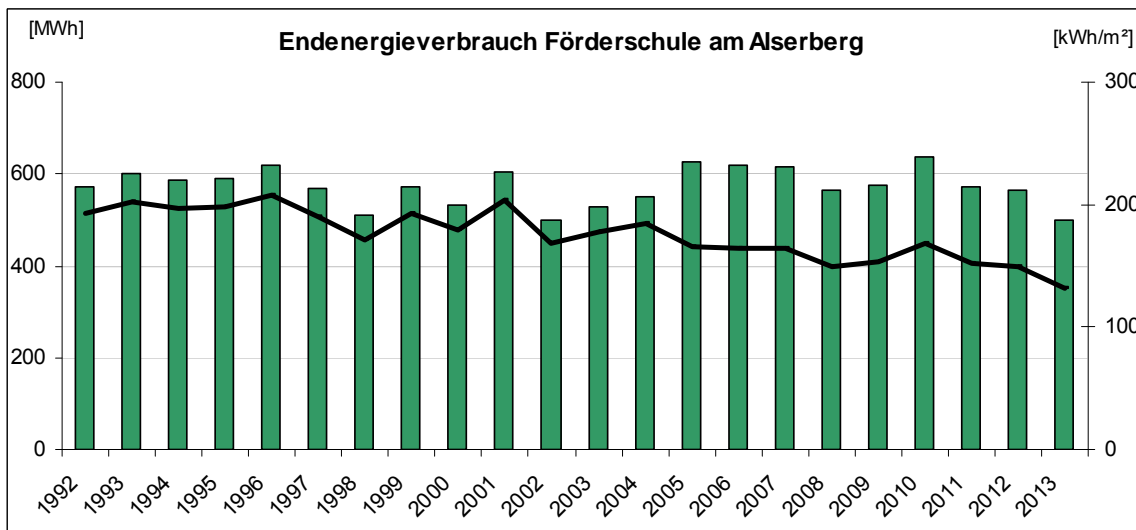


Abbildung 144: Endenergieverbrauch der Förderschule am Alserberg. Grüne Säule = Endenergieverbrauch [MWh], schwarze Linie = Endenergieverbrauchs-kennwerte [kWh/m²].

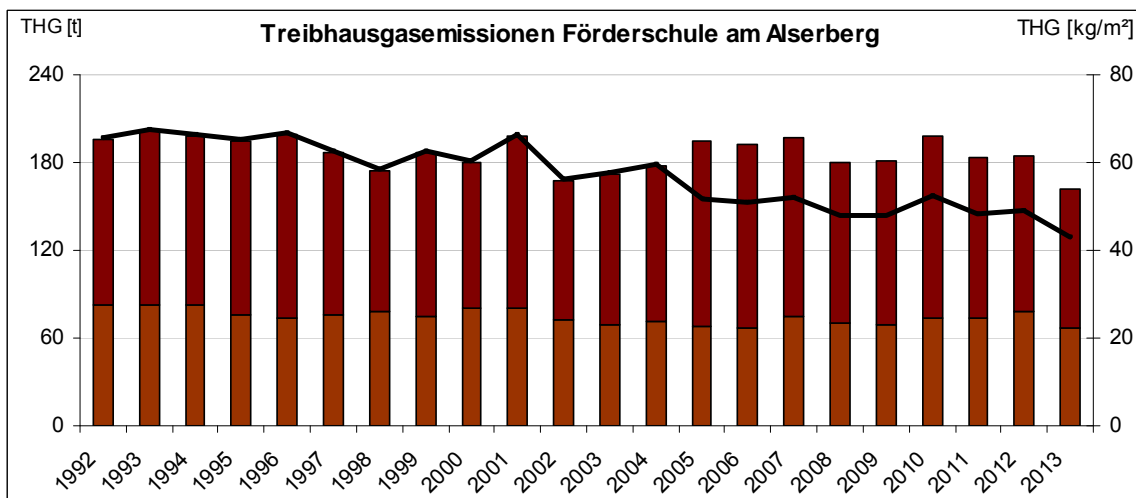


Abbildung 145: Treibhausgasemissionen der Förderschule am Alserberg. Hellbrauner (unterer) Säulenbereich = strombedingte Treibhausgasemissionen, brauner (oberer) Säulenbereich = wärmebedingte Treibhausgasemissionen, schwarze Linie = Kennwerte der Gesamtemission [kg/m²].

7.19 Wilhelm-Busch-Schule

Tabelle 24: Energiestatistik 2013 der Wilhelm-Busch-Schule

Wilhelm-Busch-Schule							
Standort	Wissen Böhmer Straße 14						
Objekte	Altbau und Neubau						
Baujahr	1928						
Erweiterung	durch Neubau 2001						
Brutto-Grundfläche	4.066 m ²						
Wärmeversorgung	Erdgas						
energet. Sanierungsmaßnahme	Mitte der 90er Fenstersanierung und Heizungssanierung im Altbau						
Besonderheiten	Mitte 2013 Installation einer 10 kW _{peak} Photovoltaikanlage						
Bemerkungen	3 Kellerräume sowie die Aula werden außerschulisch von der Musikschule genutzt						
Energieverbrauch 2013							
Strom		Wärme				Endenergie	
		gemessen		witterungsbereinigt			
[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]	[kWh]	[kWh/m ²]
24.105	6	294.844	73	287.550	81	318.949	78
Veränderung gegenüber dem Vorjahr 2012 [%]							
-12,9%	-12,9%	9,4%	9,4%	4,3%	4,3%	7,3%	7,3%
Veränderung gegenüber dem Basisjahr 1992 [%]							
57,1%	30,0%	-5,2%	-21,6%	-11,1%	-26,5%	-2,3%	-19,1%

Die Wilhelm-Busch-Schule hat einen sehr niedrigen Stromverbrauch, der dazu noch starken unerklärlichen Schwankungen unterlegen ist. Tendenziell ist der Stromverbrauch jedoch seit 1992 leicht angestiegen. Seit Mitte 2013 sorgt eine kleine Photovoltaikanlage auf dem Dach der Liegenschaft für eine Verringerung des Strombezugs.

Der Heizenergiebedarf ist im Berichtszeitraum um rund ein Viertel gefallen, sodass auch die flächenbereinigten Treibhausgasemissionen leicht abgenommen haben.

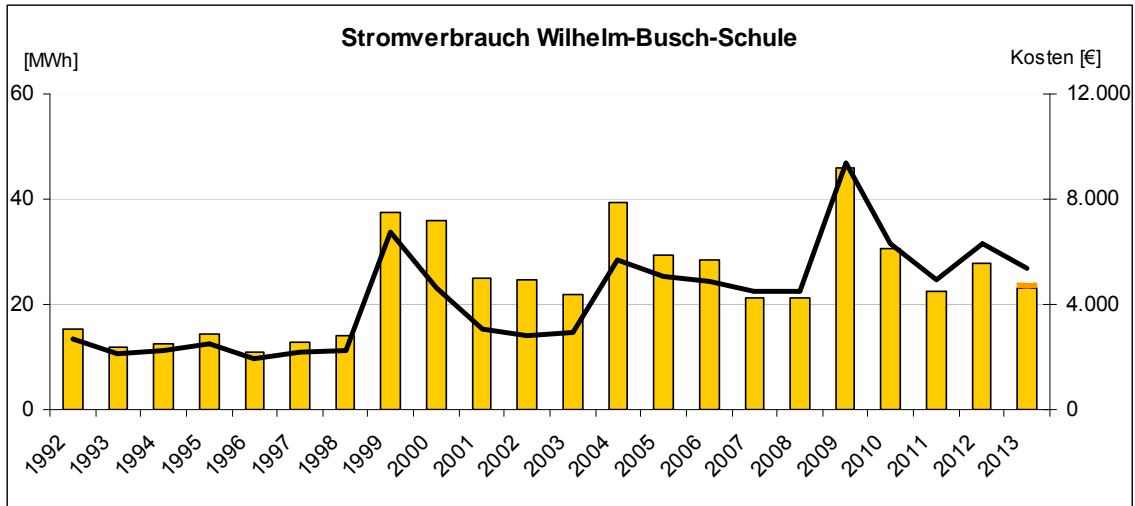


Abbildung 146: Stromverbrauch [MWh] und Stromkosten [€] der Wilhelm-Busch-Schule. Gelbe Säule = Stromverbrauch, orangene Säule 2013 = Eigenstromverbrauch der eigenen PV-Anlage, schwarze Linie = Stromkosten.

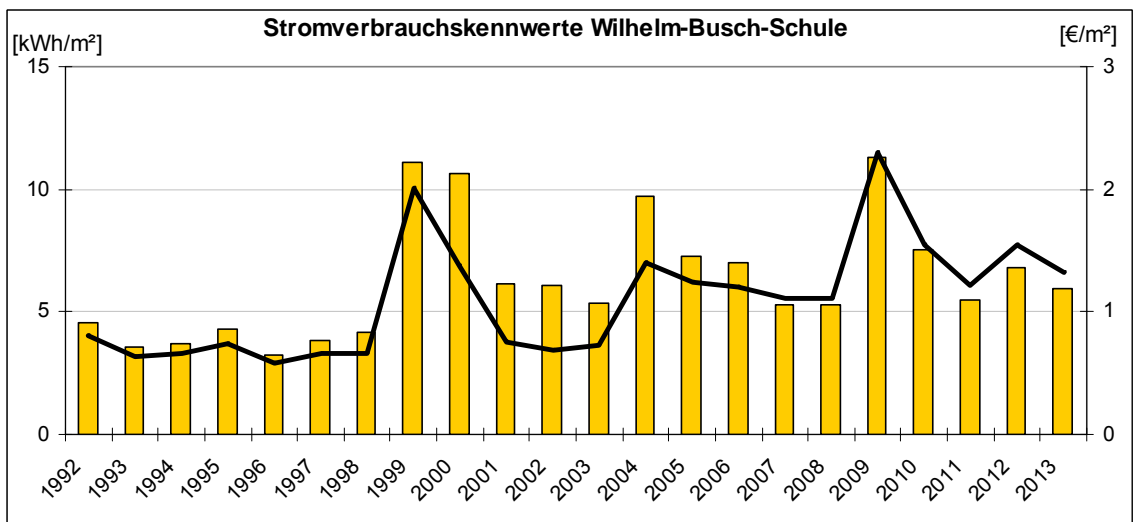


Abbildung 147: Stromverbrauchs- [kWh/m²] und Stromkostenkennwerte [€/m²] der Wilhelm-Busch-Schule. Gelbe Säule = Stromverbrauchskennwerte, schwarze Linie = Stromkostenkennwerte.

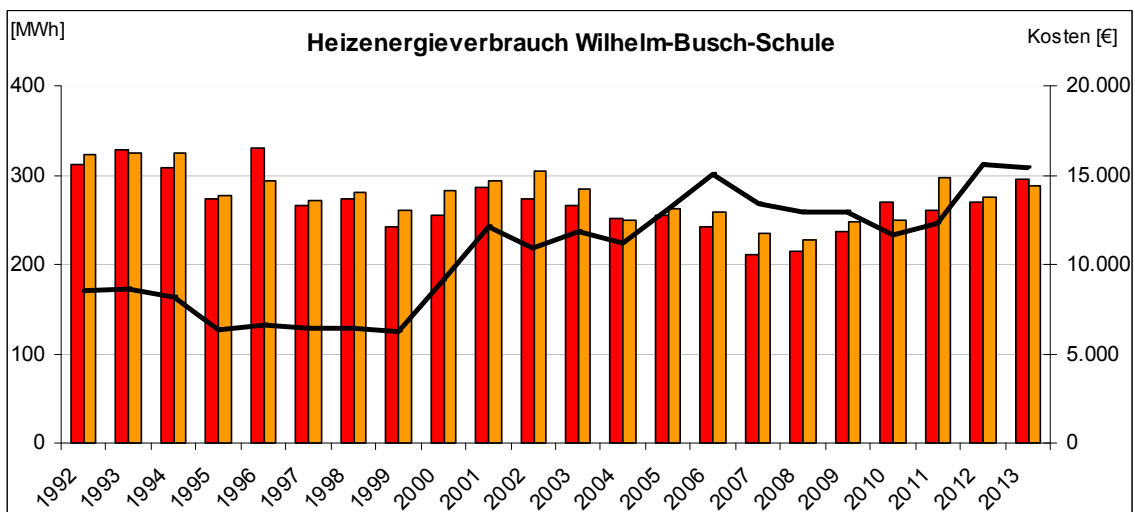


Abbildung 148: Heizenergieverbrauch [MWh] und Heizenergiekosten [€] der Wilhelm-Busch-Schule. Rote Säule = tatsächlicher Verbrauch, orangene Säule = witterungsbereinigter Heizenergieverbrauch, schwarze Linie = Heizenergiekosten.

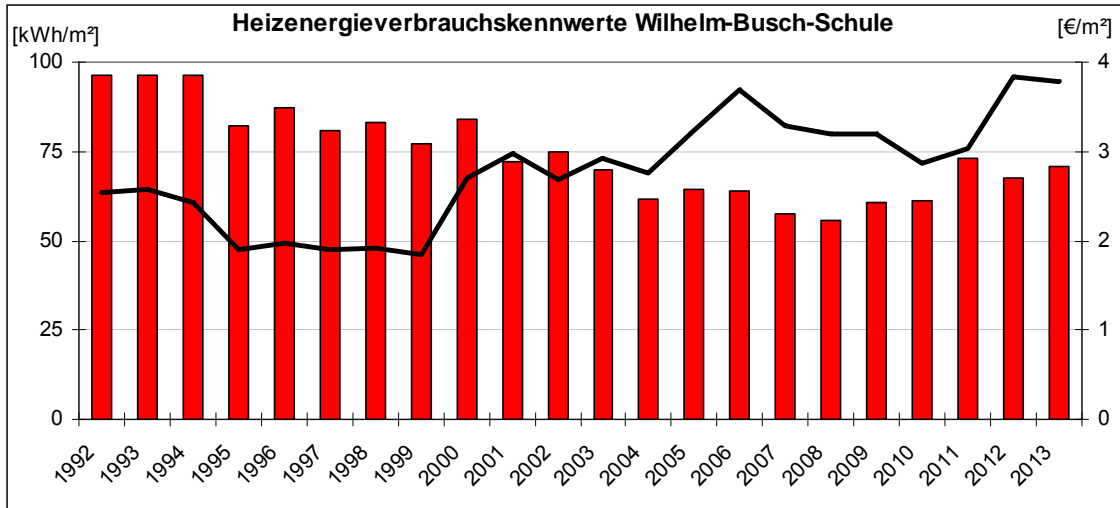


Abbildung 149: Heizenergieverbrauchs- [kWh/m²] und Heizkostenkennwerte [€/m²] Wilhelm-Busch-Schule. Rote Säule = Heizenergieverbrauchs-kennwerte, schwarze Linie = Heizkostenkennwerte.

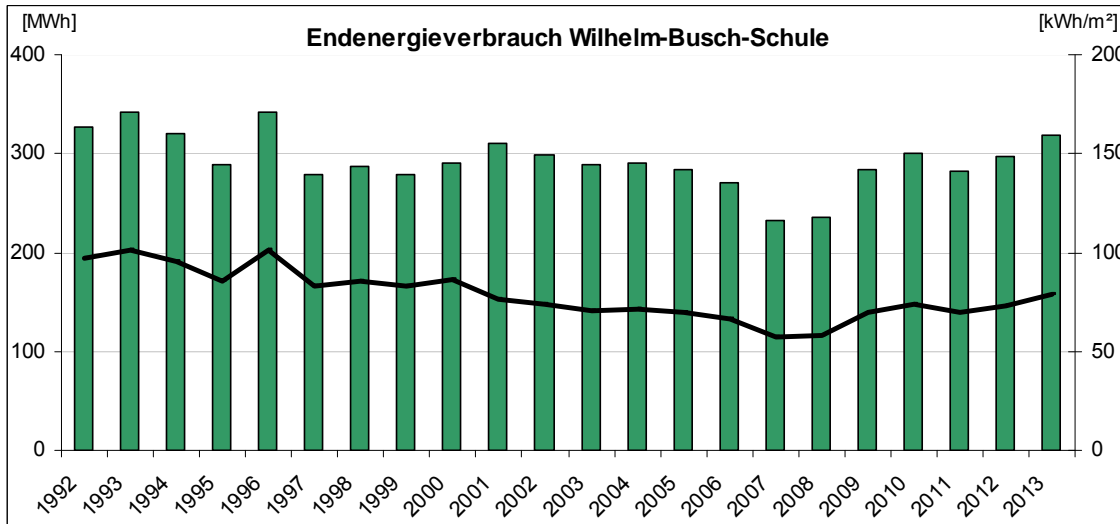


Abbildung 150: Endenergieverbrauch der Wilhelm-Busch-Schule. Grüne Säule = Endenergieverbrauch [MWh], schwarze Linie = Endenergieverbrauchs-kennwerte [kWh/m²].

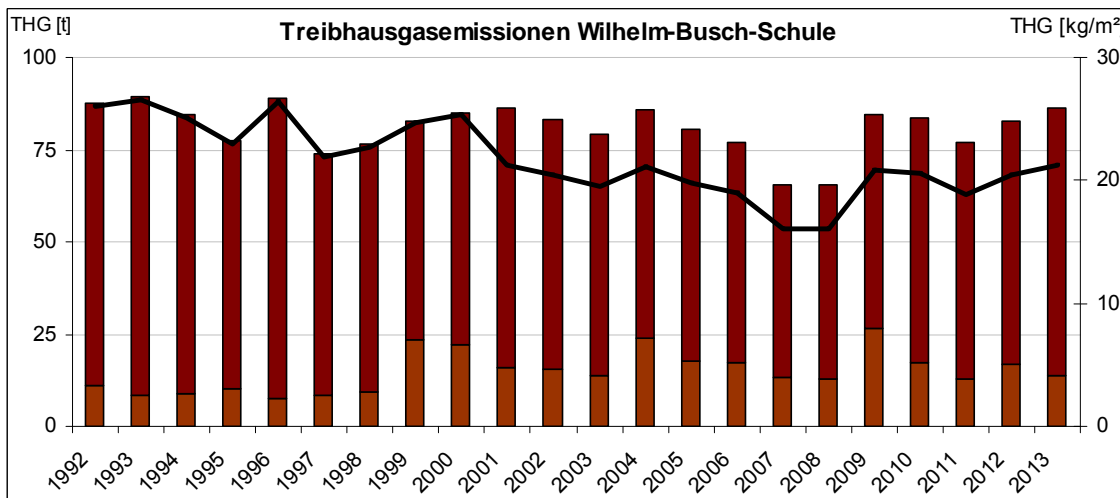


Abbildung 151: Treibhausgasemissionen der Wilhelm-Busch-Schule. Hellbrauner (unterer) Säulenbereich = strombedingte Treibhausgasemissionen, brauner (oberer) Säulenbereich = wärmebedingte Treibhausgasemissionen, schwarze Linie = Kennwerte der Gesamtemission [kg/m²].

8. Literaturverzeichnis

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2009): Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand. Berlin.

Deutscher Wetterdienst: www.dwd.de/klimafaktoren

GEMIS (Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme) Version 4.81

Umweltbundesamt (2013): Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 bis 2012. In: Climate Change 07/2013.

Als Download verfügbar unter: <http://www.uba.de/uba-info-medien/4488.html>

Verein Deutscher Ingenieure: VDI-Richtlinien 3807 Blatt 1-3