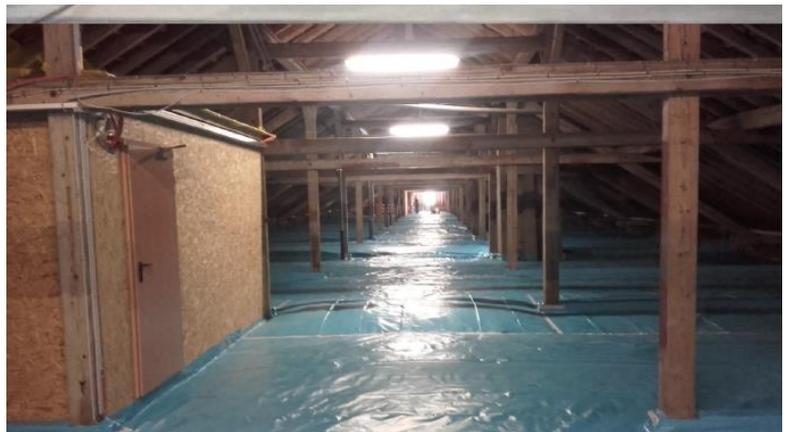


Energiebericht 2008 - 2014

Friedensschule



Inhaltsverzeichnis

1 Grundsätzliches	1
1.1 Zum Energiebericht für die Jahre 2008 bis 2014	1
1.2 Berichtübergreifende Anmerkungen	1
2 Verbrauchsbilanzen - Gesamtverbrauch	4
2.1 Gesamtenergieverbrauch und CO ₂ -Emissionen (Wärme und Strom)	4
2.1.1 Bruttogrundfläche (BGF)	9
3 Verbrauchsbilanzen und CO₂-Emissionen nach Nutzergruppen	10
3.1 Wärmeenergieverbrauch.....	10
3.1.1 Spezifischer Wärmeverbrauch	11
3.1.2 Wärmeenergiekosten	12
3.2 Stromverbrauch	15
3.2.1 Spezifischer Stromverbrauch	15
3.2.2 Stromkosten.....	16
3.3 CO ₂ -Emissionen	18
3.3.1 Wärme, CO ₂ -Emissionen	18
3.3.2 Strom, CO ₂ -Emissionen	18
4 Einzelne Maßnahmen zur Energie- bzw. Kostenreduktion.....	22
4.1 Das kommunale Investitionsfördergesetz (KInvFG)	22
5 Fazit	24
Abbildungsverzeichnis.....	25

1 Grundsätzliches

Dies ist der dritte Energiebericht, den die Verwaltung vorlegt. Das GHO hat sich entschieden, die Verbrauchsdaten der sieben Jahre von 2008 bis 2014 diesem Energiebericht zugrunde zu legen.

1.1 Zum Energiebericht für die Jahre 2008 bis 2014

Dargestellt wurden im Bereich Strom die Verbrauchswerte von 64 Objekten, die für über 90% des kommunalen Stromverbrauchs, der –kosten und der CO₂-Emissionen verantwortlich sind. Im Bereich Wärme wurden die Verbrauchswerte von 58 Objekten dargestellt, die für mehr als 90% des kommunalen Wärmeverbrauchs, der –kosten und der CO₂-Emissionen verantwortlich sind. Dabei wurden Objekte, deren Verbrauchswerte nicht alle Jahre 2008 bis 2014 abdecken in der Gesamtübersicht mit den Mittelwerten der Jahre berücksichtigt, die zur Verfügung standen.

Neu im vorliegenden Energiebericht ist, dass die Gebäudedaten ('Steckbriefe') als separate Anlagen zum Energiebericht vorgelegt werden. In den 'Steckbriefen' entfallen zudem die Vergleiche mit dem Energieverbrauch städtischer Gebäude aus dem Jahr 1995. Dies verringert den Umfang des Energieberichts deutlich, wie dies vom Gemeinderat verlangt wurde.

1.2 Berichtübergreifende Anmerkungen

Bereits heute spüren wir auch in Villingen-Schwenningen deutliche Veränderungen des Klimas und des Wetters, die ohne ein globales Umdenken beim CO₂-Ausstoß von Jahr zu Jahr zu gravierenderen Schäden führen werden. Überschwemmungen, Stürme und Trockenperioden sind in den letzten Jahren häufiger anzutreffen als noch vor zwei bis drei Jahrzehnten. Neben negativen Auswirkungen auf unsere Lebensbedingungen bergen diese Entwicklungen ebenfalls ein enormes Schadenspotential für die Wirtschaft. Unbestritten ist dabei die Tatsache, dass die Erhöhung des CO₂-Ausstoßes der treibende Faktor bei diesen Veränderungen ist und der ungebremsten Entwicklung unbedingt Einhalt geboten werden muss.

Das Wetter unterliegt Schwankungen, die für uns kurzfristig wahrnehmbar sind. Heiße Tage im Sommer, oder eben auch warme und kalte Wintertage. Dem menschlichen Körper fehlen jedoch die Sensoren, die beurteilen können, ob das vergangene Jahr zu dem davorliegenden Jahr insgesamt kühler oder wärmer war. Dazu dienen die Messwerte in Abbildung 1. Sie zeigen eine deutliche Abnahme der GTZ20-Werte für Villingen-Schwenningen zwischen 1978 und 2015. Das bedeutet, dass sich das Klima in unserer Stadt in den letzten 35 Jahren signifikant geändert hat – es ist deutlich wärmer geworden.

Die mit GTZ20 gekennzeichneten Messwerte zeigen den Verlauf der Jahresgradtagszahlen in den Jahren 1978 bis 2015. Die Gradtagzahl hat die Einheit K·d / a (Kelvin · Tag / Jahr), also dieselbe Dimension wie die Temperatur. Sie werden aber auch auf eine Heizperiode oder einen Kalendermonat bezogen und sind dann für die saisonalen Schwankungen aussagekräftig und es gibt einen Wert für das langjährige klimatische Mittel, die Jahres-GTZ20. Dabei bedeutet 20, dass hier nur die Tage gezählt werden deren Temperaturen unterhalb 20° C liegen.

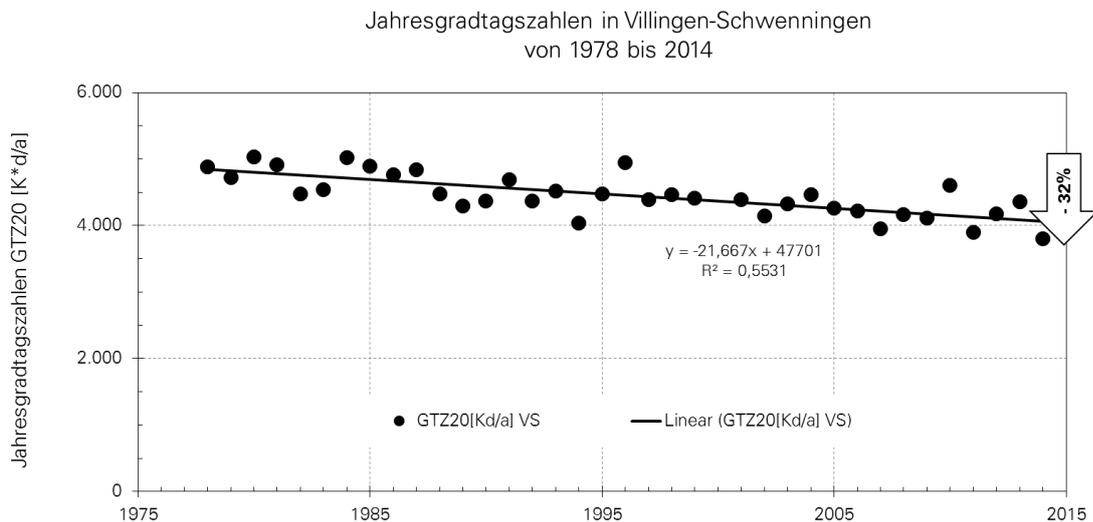


Abbildung 1: Verlauf der Jahresgradtagszahlen in Villingen-Schwenningen zwischen 1978 und 2015. Zwischen 1980 und 2015 nahmen die GTZ20 Werte um 32 % ab

Der allgemeine Ablauf bei der Erstellung eines Energieberichts ist durch die unten stehende Abbildung 2 beschrieben. Im Abstand von je zwei Jahren wird der Energiebericht aktualisiert. Einmalig war 2016 die Erstellung eines Zwischenberichts für 12 große kommunale Verbraucher.

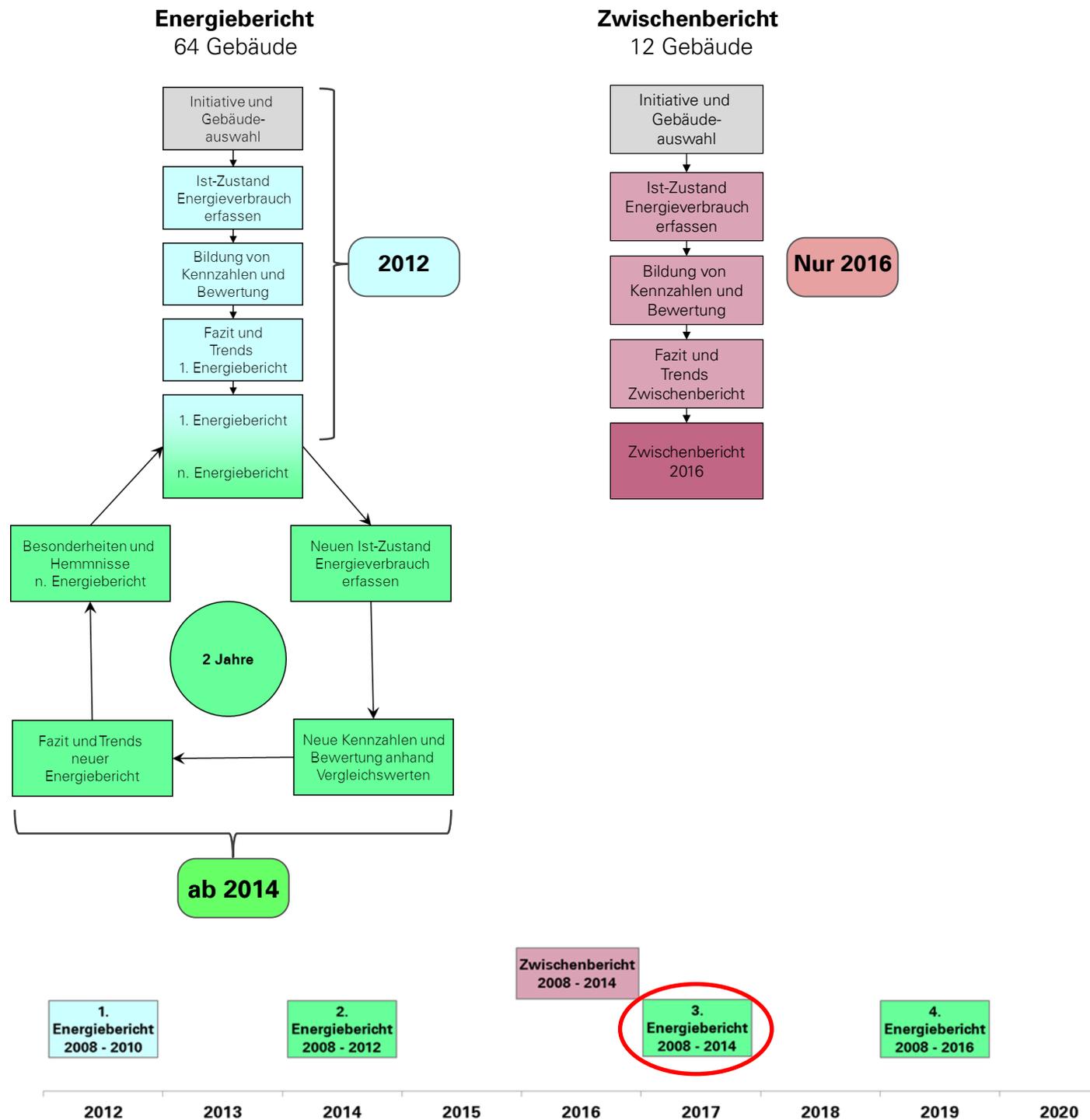


Abbildung 2: Ablaufschemata des Energieberichts der Stadt Villingen-Schwenningen. Einmalig wurde ein sogenannter Zwischenbericht im Jahr 2016 veröffentlicht

2 Verbrauchsbilanzen - Gesamtverbrauch

Insgesamt hat das Amt für Gebäudewirtschaft und Hochbau mehr als 250 einzelne Objekte in einer Datenbank erfasst. Objekte können einzelne Verwaltungsgebäude sein, oder ein Brunnen oder eben auch das Bildungszentrum Deutenberg mit Gymnasium, Realschule, Sporthallen und Außenstelle Hallerhöhe.

Ziel dieses Energieberichts ist es, mit möglichst wenigen Objekten so viel Energieverbrauch wie möglich darzustellen. Ziel war ebenso, die Daten für die Darstellung sowohl in der Gesamtbilanz, wie auch in der nach Nutzergruppen für die Jahre 2008 bis 2014 vollständig vorliegen zu haben. So sind in den Abschnitten 2 und 3 dieses Berichts die Stromverbrauchsinformationen von 64 Objekten und die Wärmeverbrauchsinformationen von 58 Objekten abgebildet. Für den Strom- und Wärmeverbrauchssektor konnten so mehr als 90% des Gesamtverbrauchs der städtischen Objekte dargestellt werden. Im Abschnitt 4 dieses Berichts werden einzelne Maßnahmen bzw. Planungen des GHO zur Verbrauchs- und Kostenreduktion vorgestellt. In den Anlagen zum Energiebericht finden sich die 'Steckbriefe' der betrachteten Objekte. Berücksichtigung findet der sogenannte Endenergieverbrauch, d.h. die von den Energiezählern abgelesenen und abgerechneten kWh an Erdgas, Strom und Wärme sowie, in einzelnen Fällen, die getankten Liter an Heizöl bzw. deren Umrechnung auf die Wärmeinheit kWh ($1\text{ l Heizöl} \cong 1\text{ m}^3\text{ Erdgas} \cong 2\text{ kg Pellets} \cong 10\text{ kWh Wärme}$). Auf eine Berechnung des Primärenergieverbrauchs wird im vorliegenden Energiebericht verzichtet.

2.1 Gesamtenergieverbrauch und CO₂-Emissionen (Wärme und Strom)

In Abbildung 3 ist der Verbrauch von 64 Objekten im Strombereich und von 58 Objekten im Wärmebereich dargestellt. Die Wärmeverbrauchsdaten sind sowohl absolut als auch witterungsbereinigt dargestellt.

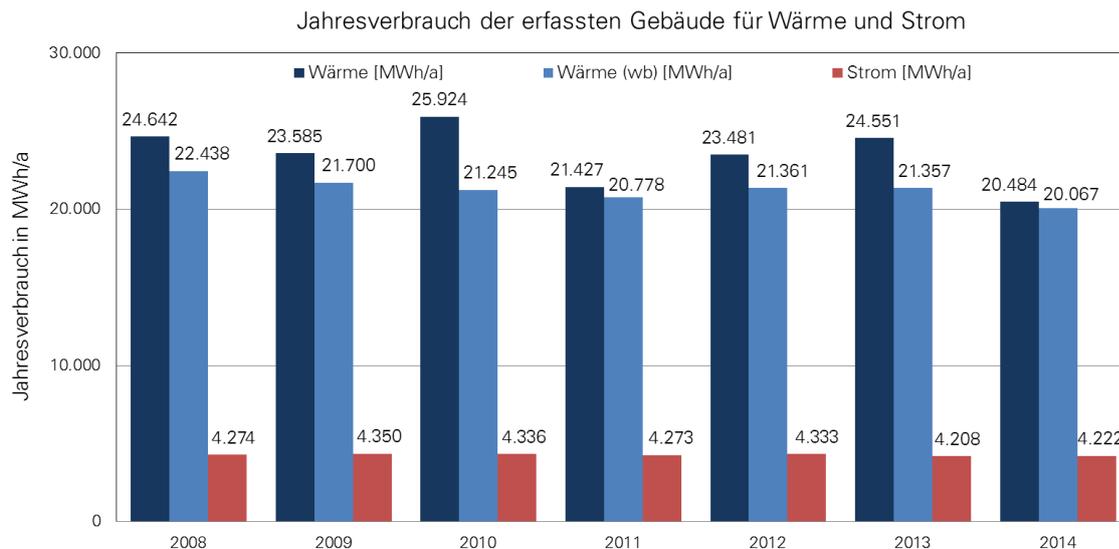


Abbildung 3: Gesamtenergieverbrauch der betrachteten Gebäude zwischen 2008 und 2014

Zwischen 2008 und 2014 sanken der absolute Wärmeverbrauch um 16,9% und der witterungsbereinigte Wärmeverbrauch um 10,6%. Der Stromverbrauch nimmt im gleichen Zeitraum um 1,2% ab und beträgt 2014 20,6% des absoluten Wärmeverbrauchs. In Abbildung 4 sind die Jahresenergiekosten für Wärme und Strom für die betrachteten Objekte dargestellt.

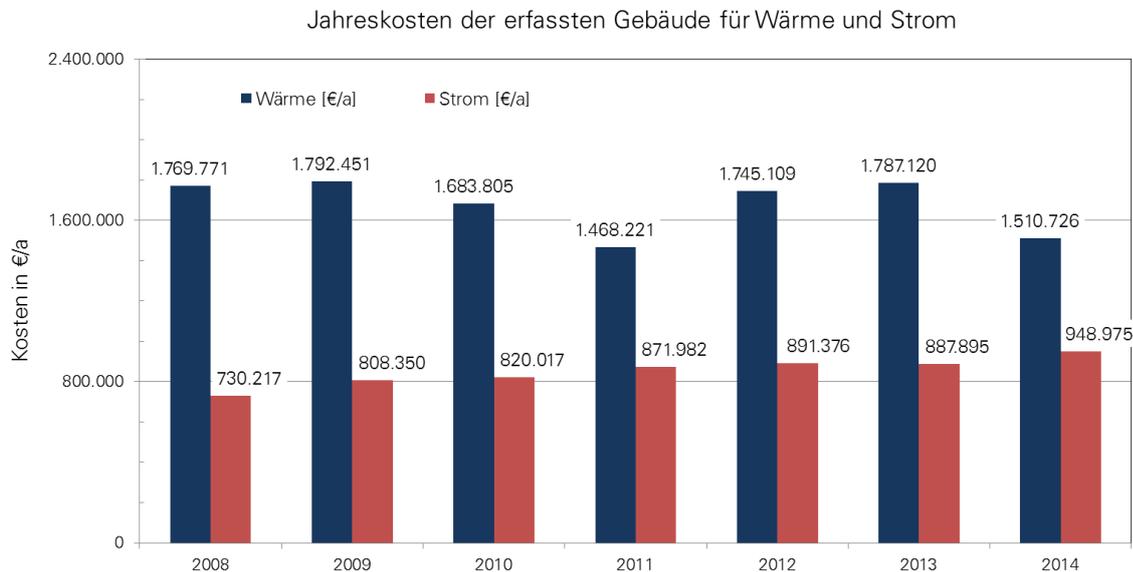


Abbildung 4: Jahresenergiekosten der betrachteten Gebäude zwischen 2008 und 2014

Zwischen 2008 und 2014 nahmen die Kosten für Wärme um 14,6% ab. Die jährlichen Schwankungen in diesem Zeitraum kann durch das Nacheilen des Gaspreises (sogenannte 'Ölpreisbindung') interpretiert werden. In der Vergangenheit veränderten sich die Gaspreise tendenziell wie die Preise für Heizöl, allerdings mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung. Erreichten die Heizölpreise 2012 ihr Maximum im betrachteten Zeitraum, so war dies bei Erdgas erst im Laufe des Jahres 2013 der Fall. Danach sinkt auch der Gaspreis weiter ab. Dieses Nacheilen des Gaspreises wird sich in Zukunft durch die Liberalisierung des Gasmarktes abschwächen, wenn nicht gar ganz verschwinden, vergleiche auch Abbildung 5.

Beim Strompreis ist die Situation drastischer. Bei leicht abnehmendem Stromverbrauch zwischen 2008 und 2014 stiegen die Kosten für Strom in diesem Zeitraum um 30% an. Die Gründe für diesen Anstieg waren steigende spezifische Stromkosten, vergleiche Abbildung 7b. Die spezifischen Stromkosten setzen sich zusammen aus Kosten für Erzeugung, Transport und Abrechnung (nur diese werden ausgeschrieben) und den sogenannten 'fixen Kosten' aus Steuern und Umlagen (diese liegen fest und können nicht ausgeschrieben werden). Auf diese Thematik wurde im letzten Energiebericht 2008 – 2012 näher eingegangen.

Insgesamt musste die Stadt Villingen-Schwenningen für die betrachteten Objekte im Jahr 2014 zusammen 2,46 Millionen € für Energie aufwenden. Obwohl Strom nur mit 17% am Gesamtverbrauch beteiligt war, machten die Kosten für Strom 39% der Gesamtkosten aus, vergleiche hierzu Abbildung 4. Dieses Verhältnis wird sich zukünftig noch stärker hin zu relativ höheren Stromkosten verschieben, da die spezifischen Stromkosten pro kWh weiter ansteigen.

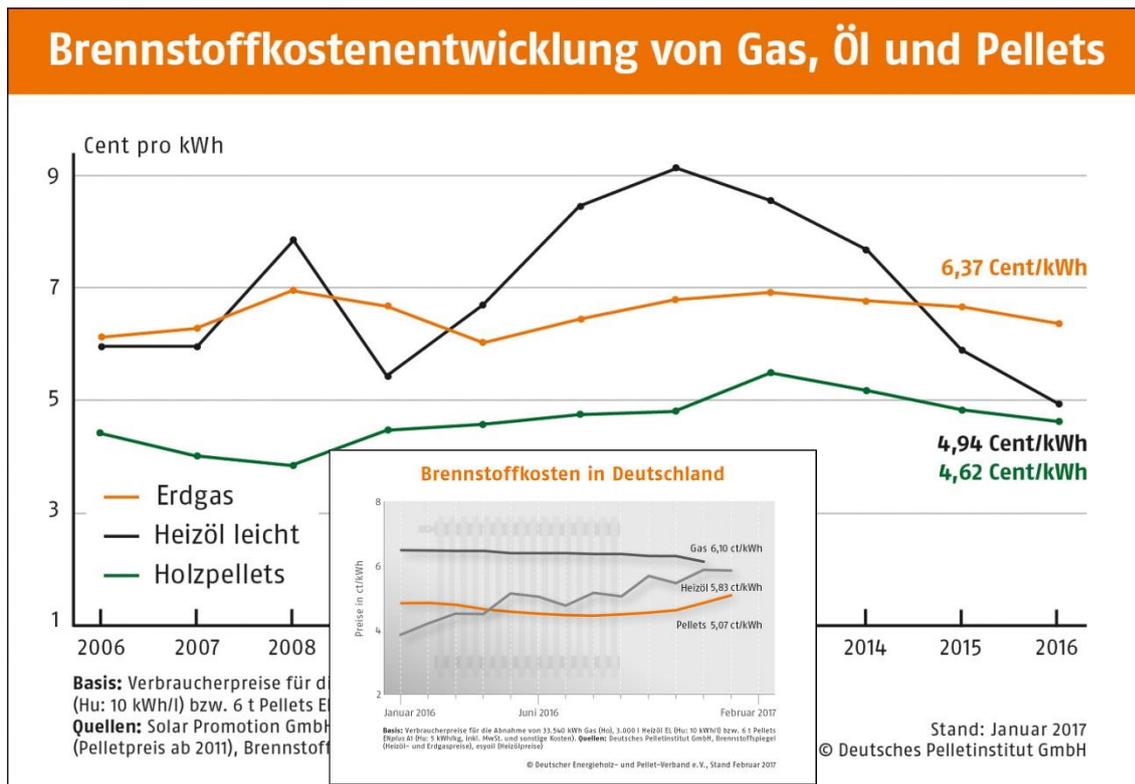


Abbildung 5: Energiepreisentwicklung in Deutschland zwischen 2006 und Dezember 2016. Die Daten wurden uns freundlicherweise vom Deutschen Energieholz- und Pellet-Verband zur Verfügung gestellt. Seit April 2016 sind Holzpellets wieder die preisgünstigste Variante (kleine Grafik in Abbildung 5)

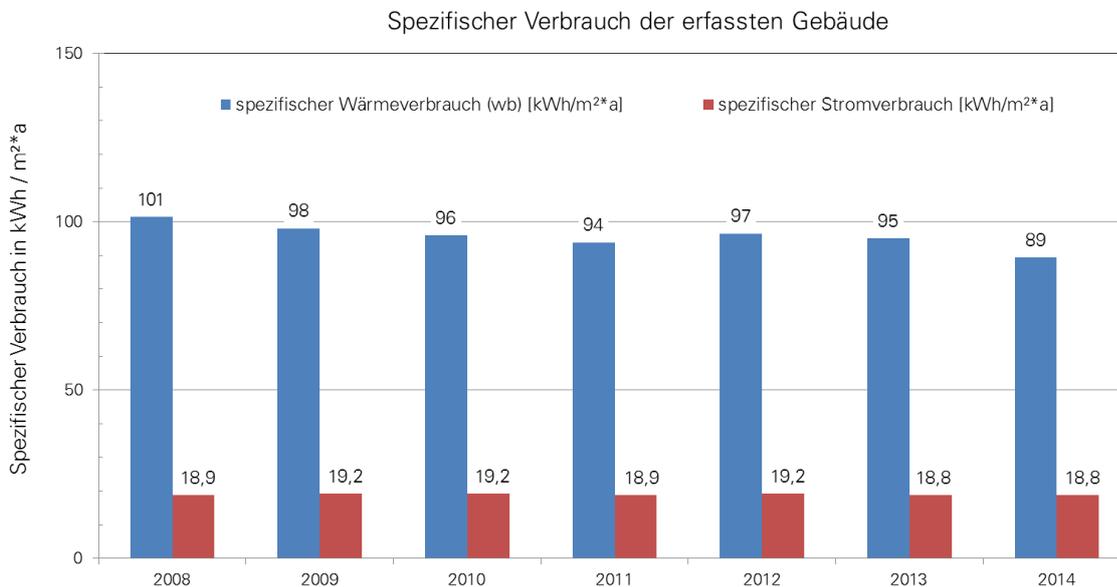


Abbildung 6: Spezifischer Wärme- und spezifischer Stromverbrauch der betrachteten Gebäude zwischen 2008 und 2014

In Abbildung 6 sind die spezifischen Energieverbrauchskennwerte für Wärme und Strom abgebildet. Für Wärme werden zur Berechnung die witterungsbereinigten Verbrauchswerte herangezogen. Deutlich erkennbar ist die Abnahme des spezifischen Wärmeverbrauchs (-12%) zwischen 2008 und 2014 durch Verbesserungen in Bezug auf die Wärmeerzeugung wie auch die Hülle der Objekte. Zu erkennen ist ebenfalls,

Kapitel 2 - Gesamtverbrauch

dass sich der Stromverbrauchskennwert sich zwischen 2008 und 2014 nur marginal verringerte (-5%) und auch nur minimalen Schwankungen unterworfen war.

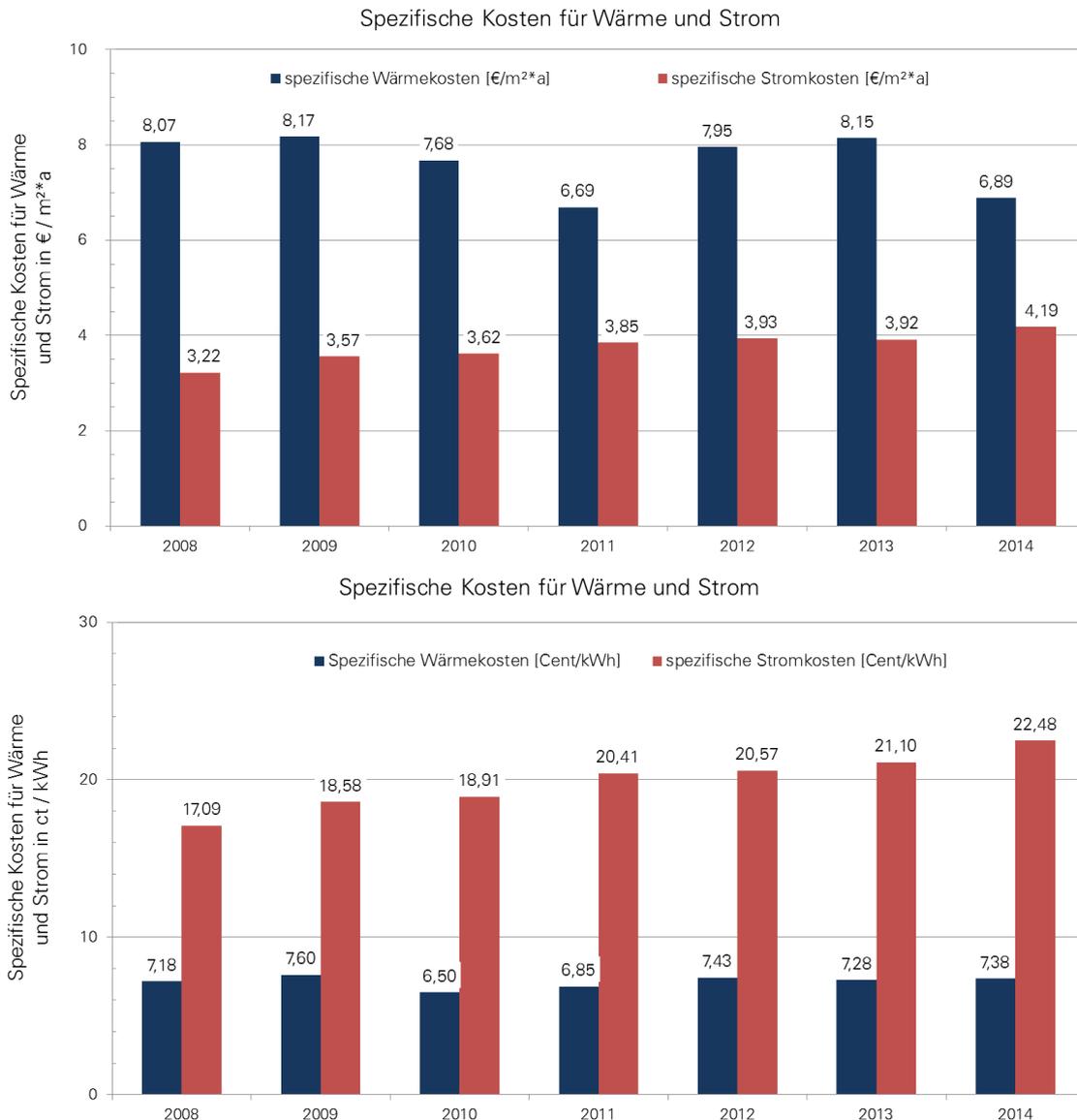


Abbildung 7: Spezifische Kosten für Wärme und Strom zwischen 2008 und 2014

Oben a: Spezifische Kosten pro m² BGF und Jahr für Wärme und Strom

Unten b: Spezifische Kosten pro kWh Energiemenge für Wärme und Strom

In Abbildung 7 sind die jährlichen spezifischen Wärme- und Stromkosten dargestellt. In Abbildung 7a bezogen auf die Bruttogrundfläche und in Abbildung 7b bezogen auf die Energiemenge in kWh. Da sich die Gebäudetypologien verschiedener Städte unterscheiden, ist es nicht sinnvoll bereits hier einen Vergleich mit anderen Kommunen herbei zu führen. Dieses Benchmarking wird später in Kapitel 3 vorgenommen. Auffällig ist, dass die spezifischen Stromkosten pro kWh mehr als dreimal Mal so hoch ausfallen wie die spezifischen Wärmekosten und das sich dieser Trend hin zu höheren spezifischen Stromkosten weiter verstärkt. Obwohl der spezifische Stromverbrauch zwischen 2008 und 2014 leicht zurückging, stiegen die spezifischen Stromkosten im gleichen Zeitraum um über 30%.

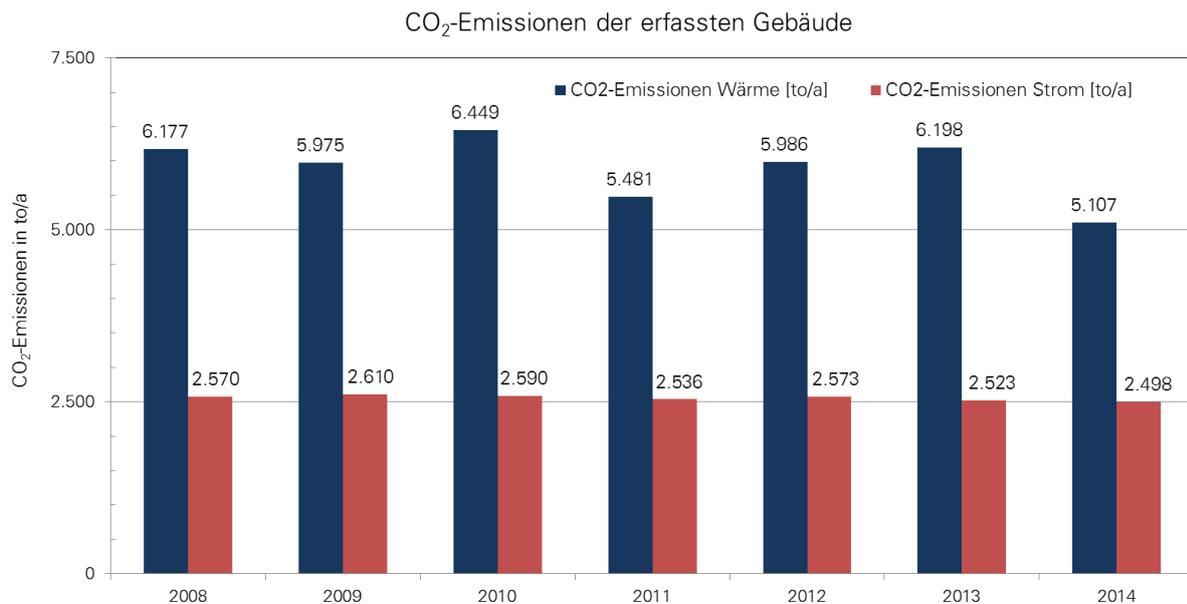


Abbildung 8: CO₂-Emissionen der betrachteten Gebäude für Wärme und Strom zwischen 2008 und 2014

Abbildung 8 zeigt die zusammen gefassten jährlichen CO₂-Emissionen für Wärme und Strom. Im Jahr 2014 emittierten die im vorliegenden Bericht enthaltenen Gebäude 7.605 Tonnen CO₂ durch ihren Strom- und Wärmeverbrauch, während es im Jahr 2008 noch 8.747 Tonnen CO₂ waren. Dies ist ein Rückgang der CO₂-Emissionen um 13%.

2.1.1 Bruttogrundfläche (BGF)

Die zur Kennwertbildung herangezogene Bruttogrundfläche hat sich in den Jahren 2008 bis 2014 bei den dargestellten Gebäuden kaum verändert. Mit Bruttogrundfläche (BGF) bezeichnet man diejenige Fläche, welche sich aus der Summe aller Grundflächen sämtlicher Grundrissebenen eines Gebäudes errechnet. Die städtischen Schulen mit Turnhallen haben den größten Anteil an der BGF mit fast zweidrittel der Gesamtfläche, vergleiche Abbildung 9. Ähnliche Verhältnisse werden von Schulen mit Turnhallen auch in anderen Kommunen erzielt.

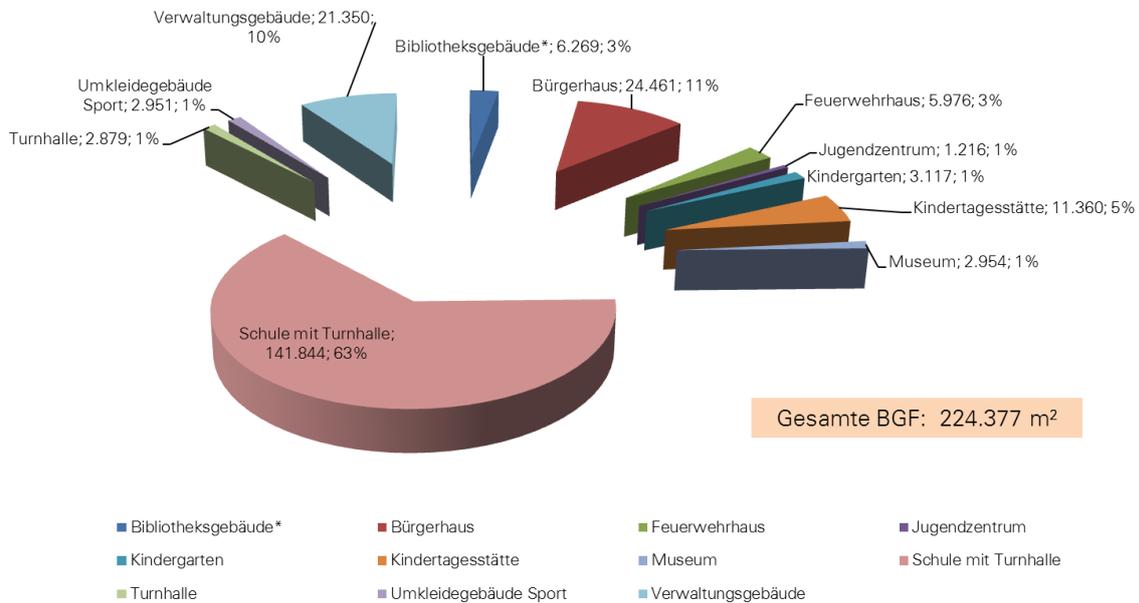


Abbildung 9: Bruttogrundflächen der verschiedenen Nutzergruppen in Villingen-Schwenningen.

* Bei den Bibliotheksgebäuden wird die BGF der Bibliothek Villingen gezählt. Die Flächen der Volkshochschule Villingen müssen hier bei der Ermittlung des spezifischen Wärmeverbrauchs hinzu gezählt werden, vergleiche auch Abbildung 26. Für die Jahre ab 2013 werden 1.561 m² für die Erbsenlachenschule, sowie ab 2011 die Fläche von 1.198 m² für das Friedengrund Areal bei den jeweiligen Nutzergruppen Schule mit Turnhalle und Umkleidegebäude Sport abgezogen.

3 Verbrauchsbilanzen und CO₂-Emissionen nach Nutzergruppen

Ziel dieses Kapitels ist die nutzerspezifische Darstellung von Energieverbrauch, Kosten und CO₂-Emissionen. Mit Hilfe der nutzerspezifischen Energieverbrauchskennwerte wird ein sogenanntes Benchmarking, also der Vergleich mit Verbrauchswerten anderer Kommunen durchgeführt. Für das Benchmarking werden frei zugängliche Daten der ages GmbH verwendet. Zur besseren Unterscheidung werden für das Benchmarking andere Symbole als für die zeitlichen Entwicklungstendenzen der Kennwerte benutzt. Während beim Benchmarking eine Ampelsymbolik Verwendung findet, werden die zeitlichen Entwicklungstendenzen mit Pfeilen gekennzeichnet. Auf die Ampelsymbolik und ihre Bedeutung wird in Abbildung 12 näher eingegangen. Die Pfeile haben die folgenden Bedeutungen:

-  Die zeitliche Entwicklung geht hin zu niedrigeren Werten (positive Entwicklung)
-  Die zeitliche Entwicklung bleibt in etwa gleich (neutrale Entwicklung)
-  Die zeitliche Entwicklung geht hin zu höheren Werten (negative Entwicklung)

3.1 Wärmeenergieverbrauch

Den größten Anteil am Wärmeenergieverbrauch hat mit 65 % die Nutzergruppe Schulen mit Turnhallen, gefolgt von den Bürgerhäusern mit 12 % und den Verwaltungsgebäuden mit 7 % und schließlich den Kindertagesstätten mit 5%. Alle restlichen Nutzergruppen verbrauchen zusammen 11%. Abbildung 10 zeigt den absoluten und Abbildung 11 den witterungsbereinigten Wärmeverbrauch der Nutzergruppen in den Jahren 2008 bis 2014.

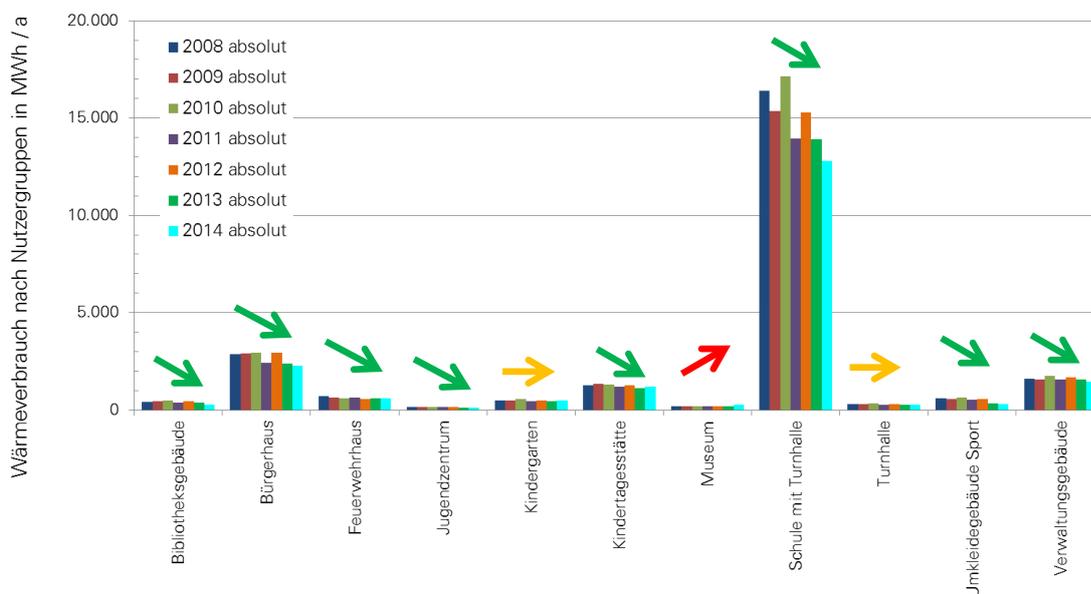


Abbildung 10: Absoluter Wärmeverbrauch der verschiedenen Nutzergruppen zwischen 2008 und 2014 und ihre zeitlichen Entwicklungstendenzen

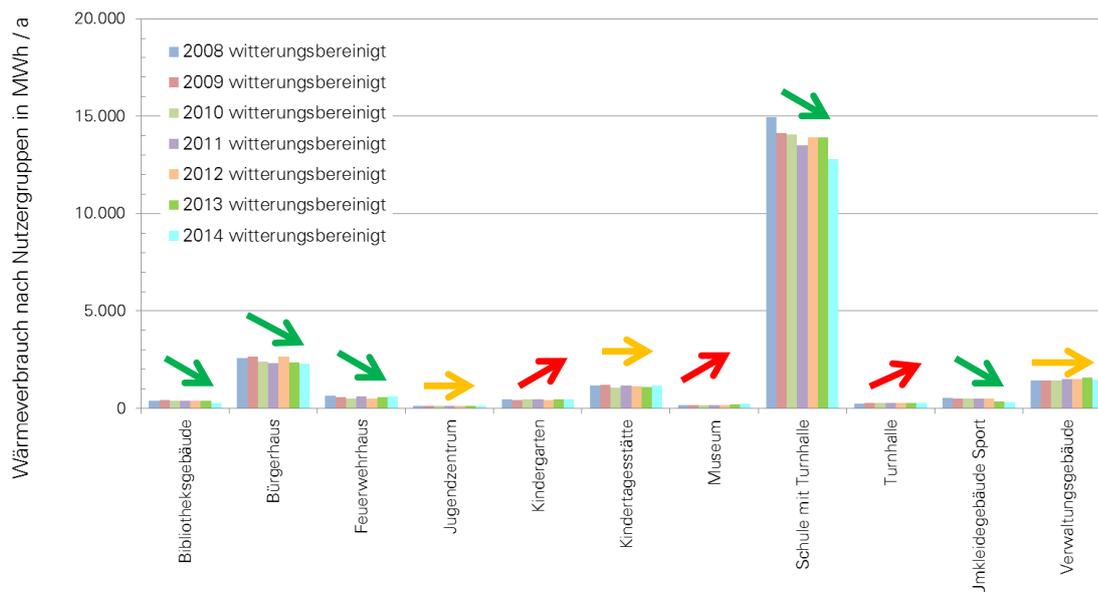


Abbildung 11: Witterungsbereinigter Wärmeverbrauch der verschiedenen Nutzergruppen von 2008 bis 2014 und ihre zeitlichen Entwicklungstendenzen

Der witterungsbereinigte Wärmeverbrauch von fünf Nutzergruppen hat zwischen 2008 und 2014 abgenommen. Diese Nutzergruppen sind in der Grafik mit einem grünen Pfeil nach unten markiert. Drei Nutzergruppen haben im Wärmeverbrauch zwischen 2008 und 2014 zugelegt, markiert durch einen roten Pfeil nach oben und drei Nutzergruppen haben bis auf $\pm 2\%$ den gleichen Verbrauch zwischen 2008 und 2014. Dabei bleibt fest zu halten, dass diejenigen Nutzergruppen mit vermindertem Verbrauch für 83% des Wärmeverbrauchs verantwortlich sind und diejenigen mit erhöhtem oder gleichem Verbrauch für 17%. Die Verbrauchswerte sind in Abbildung 25 am Ende dieses Kapitels zu finden. Zur Erhöhung der Übersichtlichkeit wurde auf eine Darstellung der Zahlenwerte in den Diagrammen verzichtet.

3.1.1 Spezifischer Wärmeverbrauch

Zur Vergleichbarkeit mit Nutzergruppen bundesweit wird der witterungsbereinigte Wärmeverbrauch pro Jahr durch die Bruttogrundfläche geteilt. Das Ergebnis mit Vergleich ist in Abbildung 13 dargestellt. Dabei wurde zur besseren Unterscheidung mit der zeitlichen Entwicklung der Werte z.B. des Energieverbrauchs auf ein Ampelsystem zur Qualifizierung zurückgegriffen. Dabei sind den einzelnen Ampelstellungen die Wertungen nach Abbildung 12 zugeordnet.

Im Vergleich mit den Daten der ages GmbH sind die spezifischen Verbrauchswerte der Nutzergruppen in Villingen-Schwenningen		
1		Deutlich besser
2		Etwas besser
3		Gleich
4		Etwas schlechter
5		Deutlich schlechter

Abbildung 12: Ampelbewertung des Benchmarking der verschiedenen Nutzergruppen im Vergleich mit bundesweit ermittelten Verbrauchskennwerten

Deutlich ist in Abbildung 13 zu erkennen, dass 9 von 11 Nutzergruppen in unserer Stadt deutlich bessere Kennzahlen aufweisen als die Vergleichsgebäude. Zwei Nutzergruppen haben etwas bessere Kennzahlen und keine Nutzergruppe besitzt schlechtere Kennzahlen als die Vergleichsgebäude. Dieser Vergleich bezieht sich auf den Wärmeverbrauch der Gebäude. Im Sektor Stromverbrauch (Kapitel 3.2) stellt sich die Situation deutlich schlechter dar.

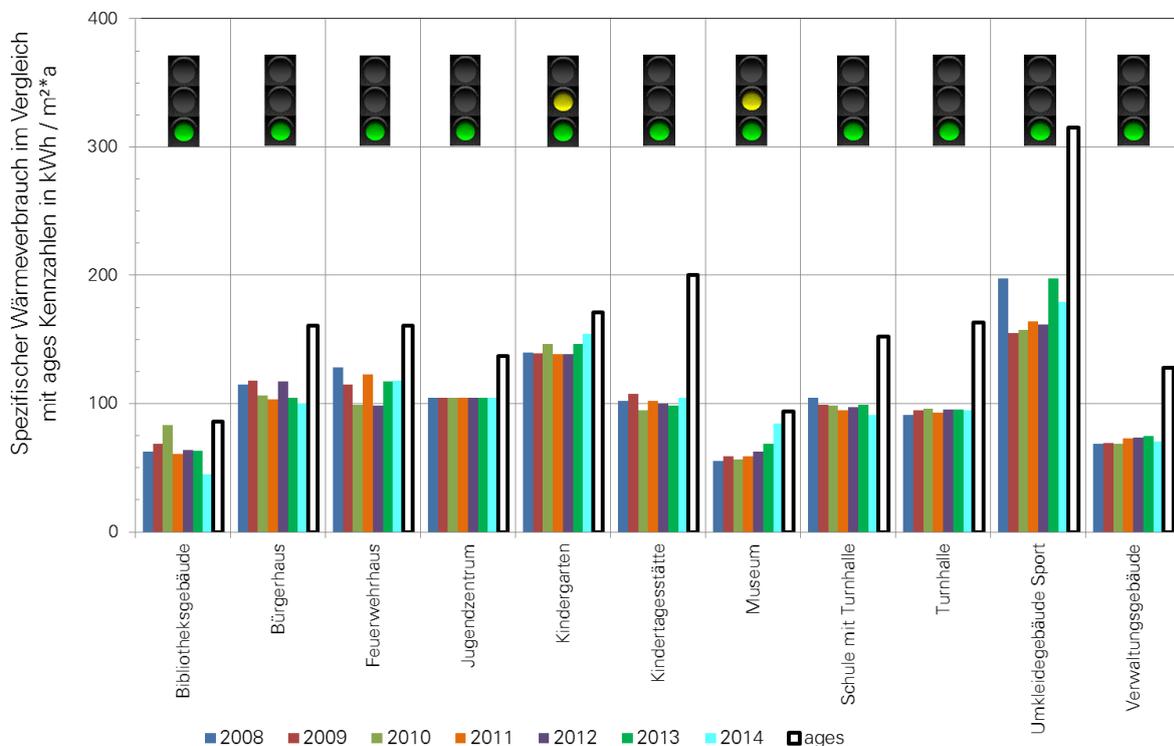


Abbildung 13: Spezifischer Wärmeverbrauch der untersuchten Nutzergruppen für die Jahre 2008 bis 2014 im bundesweiten Vergleich

3.1.2 Wärmeenergiekosten

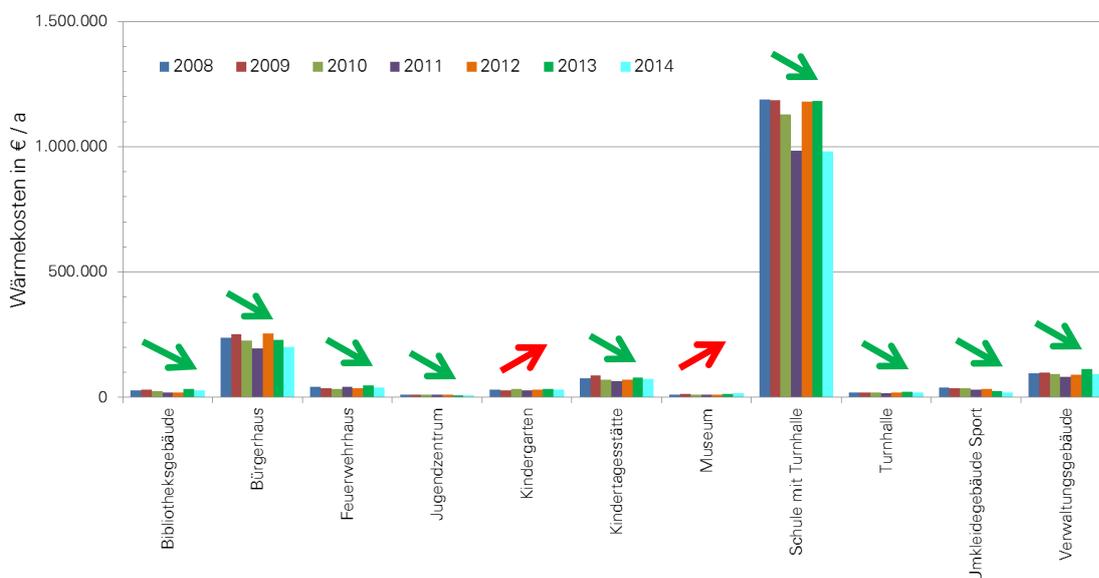


Abbildung 14: Kosten für Wärmeenergie der untersuchten Nutzergruppen für die Jahre 2008 bis 2014 mit zeitlichen Entwicklungstendenzen

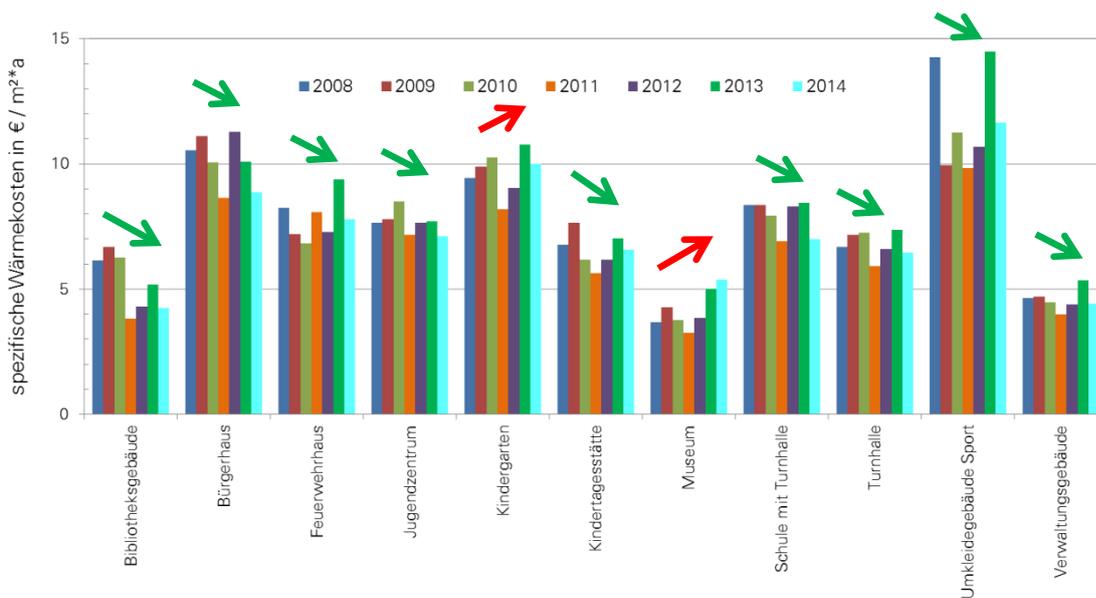


Abbildung 15: Spezifische Wärmekosten pro m² BGF der verschiedenen Nutzergruppen für die Jahre 2008 bis 2014 mit zeitlichen Entwicklungstendenzen

Bei neun Nutzergruppen sinken sowohl die absoluten wie auch die spezifischen Wärmekosten pro m² BGF. Bei zwei Nutzergruppen steigen die spezifischen Wärmekosten pro m² BGF an, vergleiche Abbildungen 15 und 16. Die spezifischen Kosten pro Wärmemenge steigen hingegen bei sechs Nutzergruppen an, bei vier bleiben sie in etwa gleich und bei einer Nutzergruppe sinken sie leicht. In Abbildung 17 ist die Energiepreisentwicklung in Deutschland für die Jahre zwischen 2005 und Mitte 2014 abgebildet. Deutlich zu erkennen sind die sinkenden Wärmeenergiepreise Ende 2008 bis Mitte 2009 und ab 2013.

Zu berücksichtigen bleibt, dass die Kosten für den absoluten Verbrauch zu zahlen sind, dass hier strenge Winter in der Regel mit höheren Kosten einhergehen.

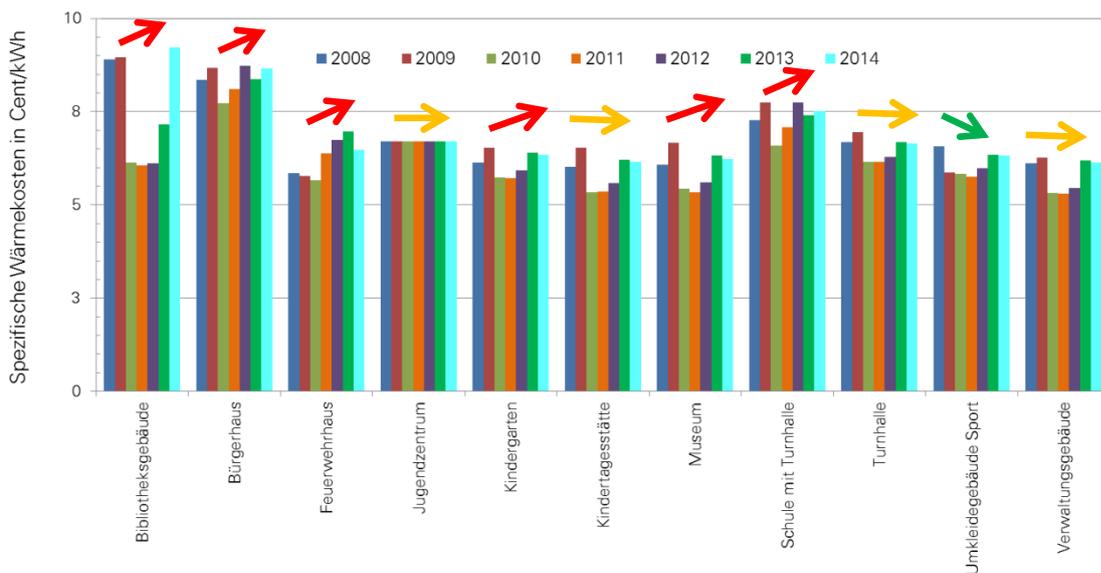


Abbildung 16: Spezifische Wärmekosten für die Jahre 2008 bis 2014 in Cent pro kWh mit zeitlichen Entwicklungstendenzen, (dabei entsprechen 1 m³ Erdgas in etwa 1 l Heizöl oder 2 kg Holzpellets oder 10 kWh Wärme)

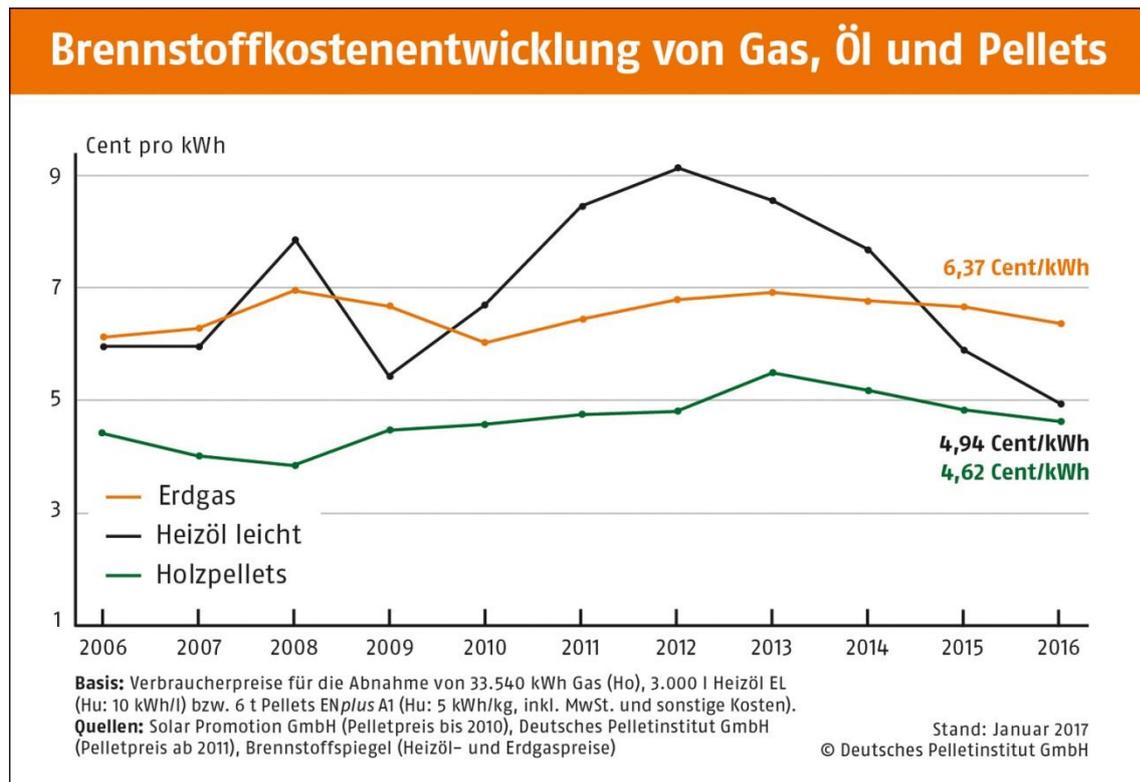


Abbildung 17: Energiepreisentwicklung 2006 bis 2016 von Heizöl, Erdgas und Holzpellets in Deutschland. Die Daten wurden uns freundlicherweise vom Deutschen Energieholz- und Pellet-Verband zur Verfügung gestellt, vergleiche auch Abbildung 5

Es bleibt festzuhalten, dass die im Energiebericht dargestellten Gebäude der Stadt Villingen-Schwenningen im Vergleich mit bundesdeutschen Gebäuden im Sektor Wärmeverbrauch sehr gut abschneiden. Ebenso zeigen die spezifischen Wärmekosten pro m² BGF in der Zeit von 2008 bis 2014 für 9 von 11 Nutzergruppen einen positiven Verlauf und dies obwohl die spezifischen Wärmekosten pro kWh bei zehn Nutzergruppen zunehmen oder zumindest gleichbleiben.

3.2 Stromverbrauch

Den größten Anteil am Stromverbrauch hat mit 51 % die Nutzergruppe Schulen mit Turnhallen, gefolgt von den Bürgerhäusern mit 19 % und den Verwaltungsgebäuden mit 12 % und schließlich den Feuerwehrgebäuden mit 6 %. Alle restlichen Nutzergruppen verbrauchen zusammen 12 % des Stromverbrauchs. Abbildung 18 zeigt den Stromverbrauch der Nutzergruppen in den Jahren 2008 bis 2014 sowie deren zeitliche Entwicklungstendenzen.

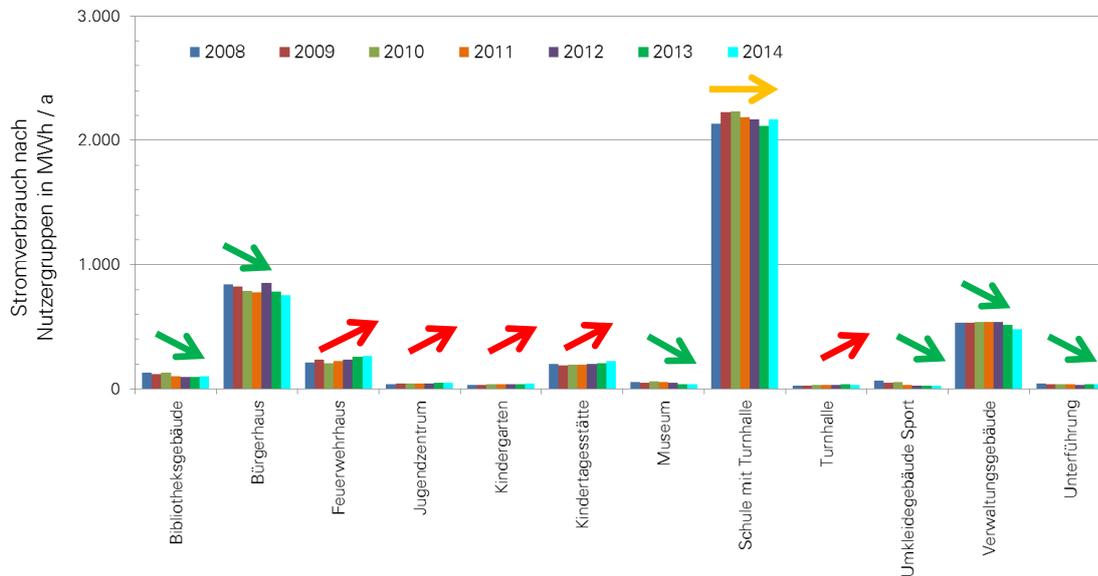


Abbildung 18: Absoluter Stromverbrauch 2008 bis 2014 der verschiedenen Nutzergruppen mit zeitlichen Entwicklungstendenzen

Der Stromverbrauch von sechs Nutzergruppen nahm zwischen 2008 und 2014 ab. Eine Nutzergruppe zeigte einen gleichbleibenden und fünf Nutzergruppen einen steigenden Stromverbrauch zwischen 2008 und 2014. Dabei ist fest zu halten, dass diejenigen Nutzergruppen mit vermindertem Verbrauch einen Anteil von 37% am Stromverbrauch und diejenigen mit erhöhtem Verbrauch bzw. gleichbleibendem Verbrauch einen Anteil von 63% am Gesamtstromverbrauch aufweisen. Die exakten Verbrauchszahlen sind in Abbildung 25 am Ende dieses Kapitels zu finden. Zur Erhöhung der Übersichtlichkeit wurde auf eine Darstellung der Zahlenwerte in den Diagrammen verzichtet.

3.2.1 Spezifischer Stromverbrauch

Deutlich ist in Abbildung 19 zu erkennen, dass fünf von 11 Nutzergruppen in unserer Stadt bessere Kennzahlen aufweisen als die Vergleichsgebäude. Die restlichen sechs Nutzergruppen haben zum Teil deutlich schlechtere Kennzahlen als die Vergleichsgebäude. Im Vergleich mit dem Wärmesektor fällt das deutlich schlechtere Abschneiden der städtischen Gebäude im Stromsektor auf. Dies kann auf eine zum Teil überdurchschnittliche Ausstattung mit EDV-Technik zurückgeführt werden. Leistungsfähige Rechner mit zum Teil mehreren großen Bildschirmen verbrauchen nun mal mehr Strom als ein Mittelklasserechner mit einem Bildschirm. In einzelnen Fällen kann allerdings auch nicht ausgeschlossen werden, dass elektrisch betriebene Stromzusatzheizgeräte in den Wintermonaten betrieben werden.

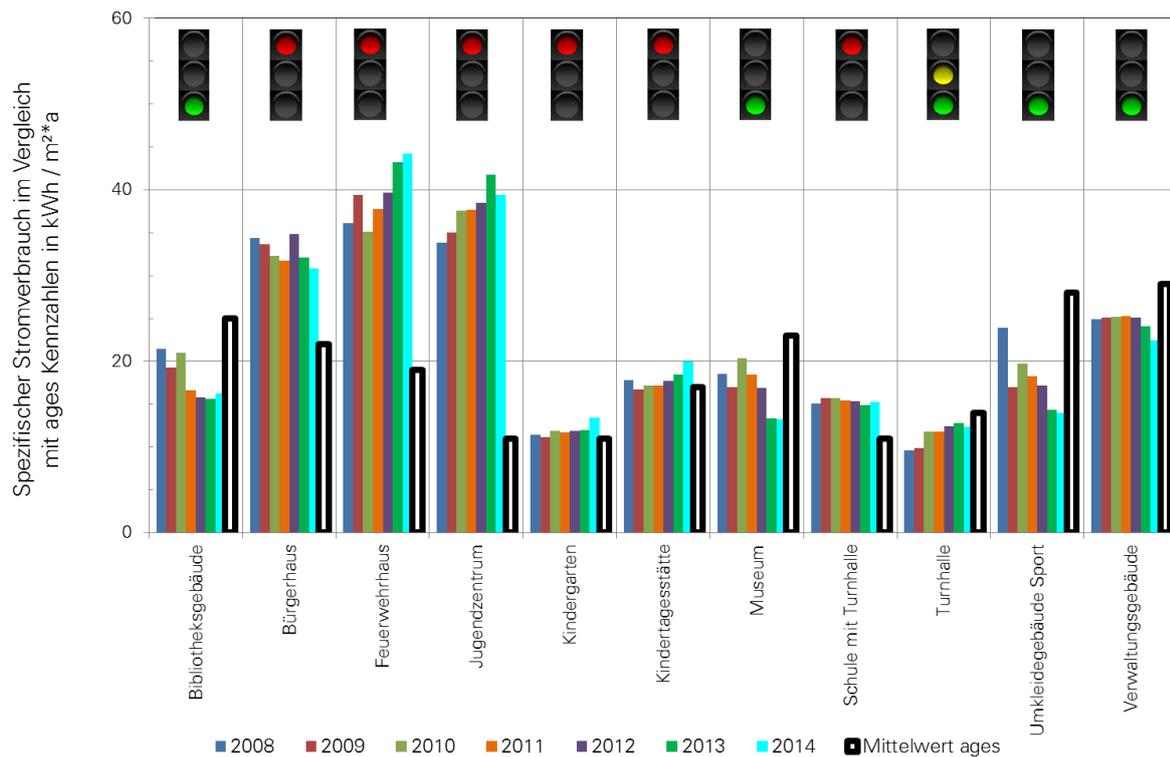


Abbildung 19: Spezifischer Stromverbrauch 2008 bis 2014 der verschiedenen Nutzergruppen im bundesweiten Vergleich

3.2.2 Stromkosten

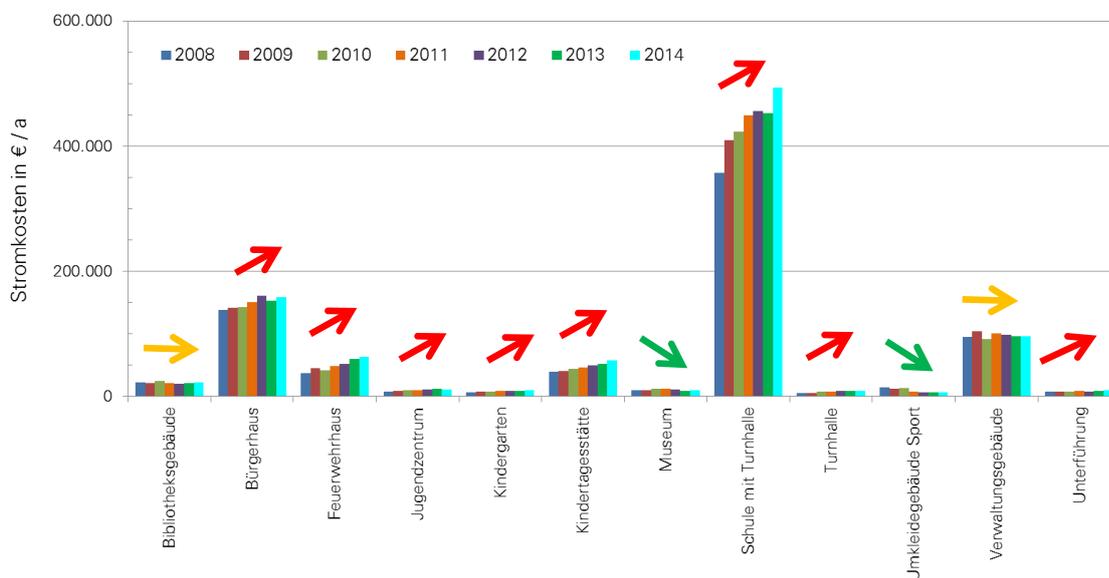


Abbildung 20: Stromkosten 2008 bis 2014 der verschiedenen Nutzergruppen mit zeitlichen Entwicklungstendenzen

Bei acht von 12 Nutzergruppen sind die Stromkosten zwischen 2008 und 2014 angestiegen und bei jeweils zweien sind sie gleichgeblieben bzw. gesunken, vergleiche Abbildung 20. Festzuhalten bleibt, dass obwohl der Stromverbrauch der Nutzergruppen Bibliotheksgesäude, Bürgerhaus, Verwaltungsgebäude und Unterführung zwi-

Kapitel 3 – Verbrauchsbilanzen und CO₂-Emissionen nach Nutzergruppen

schen 2008 und 2014 abnahm, die Stromkosten dieser Nutzergruppen im gleichen Zeitraum zunahm. Dies ist auf die steigenden Stromkosten pro kWh zurück zu führen, vergleiche Abbildung 22. Lediglich die Nutzergruppen Museen und Umkleidegebäude Sport haben im Betrachtungszeitraum neben einem sinkenden Stromverbrauch auch sinkende Stromkosten zu verbuchen.

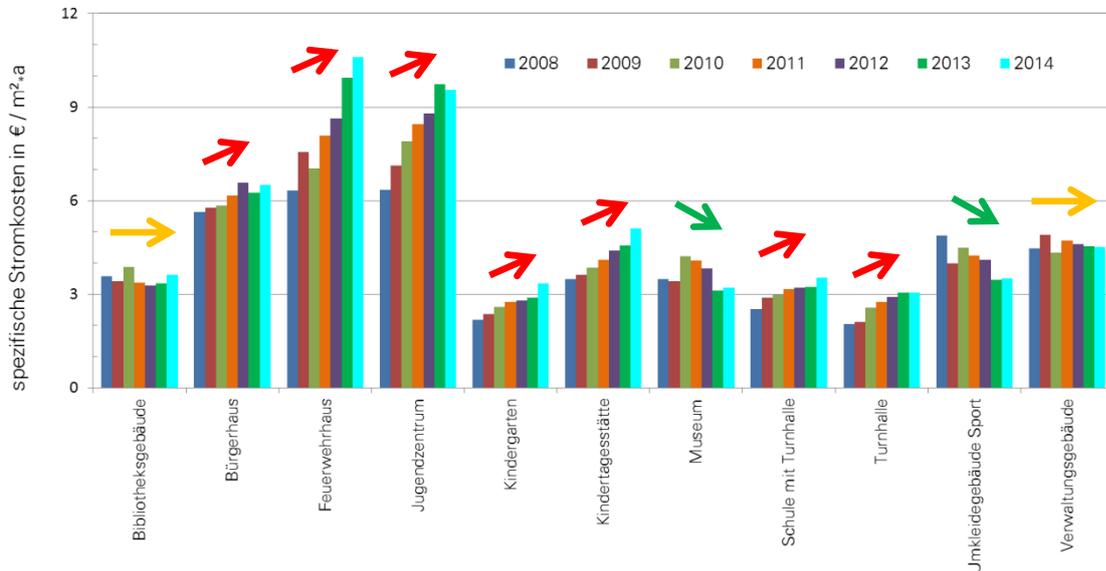


Abbildung 21: Spezifische Stromkosten 2008 bis 2014 der verschiedenen Nutzergruppen in €/m²·a mit zeitlichen Entwicklungstendenzen

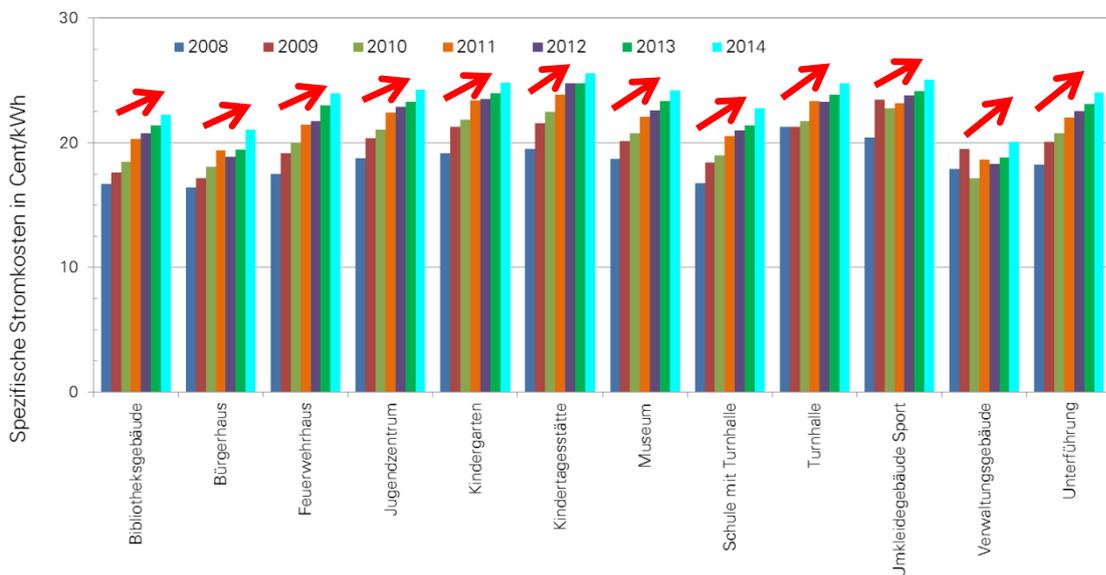


Abbildung 22: Spezifische Stromkosten 2008 bis 2014 der verschiedenen Nutzergruppen in Cent/kWh mit zeitlichen Entwicklungstendenzen

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass allein bei den Museen und den Umkleidegebäuden Sport die spezifischen Stromkosten pro m² Nutzfläche und Jahr zwischen 2008 und 2014 sanken. Alle anderen Nutzergruppen verzeichnen höhere spezifische Kosten – sowohl pro m² Nutzfläche und Jahr als auch pro verbrauchter kWh Strom.

3.3 CO₂-Emissionen

3.3.1 Wärme, CO₂-Emissionen

Den größten Anteil an den CO₂-Emissionen-Wärme hat mit 63% die Nutzergruppe Schulen mit Turnhallen, gefolgt von den Bürgerhäusern mit 12%, den Verwaltungsgebäuden mit 7% und schließlich den Kindertagesstätten mit 5%. Alle restlichen Nutzergruppen emittieren zusammen 13%. Abbildung 23 zeigt die CO₂-Emissionen-Wärme der Nutzergruppen in den Jahren 2008 bis 2014. Die Entwicklungstendenzen sind mit Pfeilen markiert. Berücksichtigt werden muss hier, dass zur Berechnung der CO₂-Emissionen-Wärme die absoluten Wärmeverbrauchswerte heranzuziehen sind.

Die CO₂-Emissionen-Wärme von neun Nutzergruppen konnten zwischen 2008 und 2014 gesenkt werden. Eine Nutzergruppe weist gleichbleibende und eine Nutzergruppe steigende CO₂-Emissionen im Wärmesektor auf. Dabei bleibt fest zu halten, dass diejenigen Nutzergruppen mit verminderten CO₂-Emissionen für 97% und diejenigen mit erhöhten bzw. gleichbleibenden CO₂-Emissionen für 3% der Gesamtemissionen im Wärmesektor verantwortlich sind. Die exakten Emissionswerte sind in Abbildung 25 am Ende des Kapitels zu finden. Zur Erhöhung der Übersichtlichkeit wurde auf eine Darstellung der Zahlenwerte in den Diagrammen verzichtet.

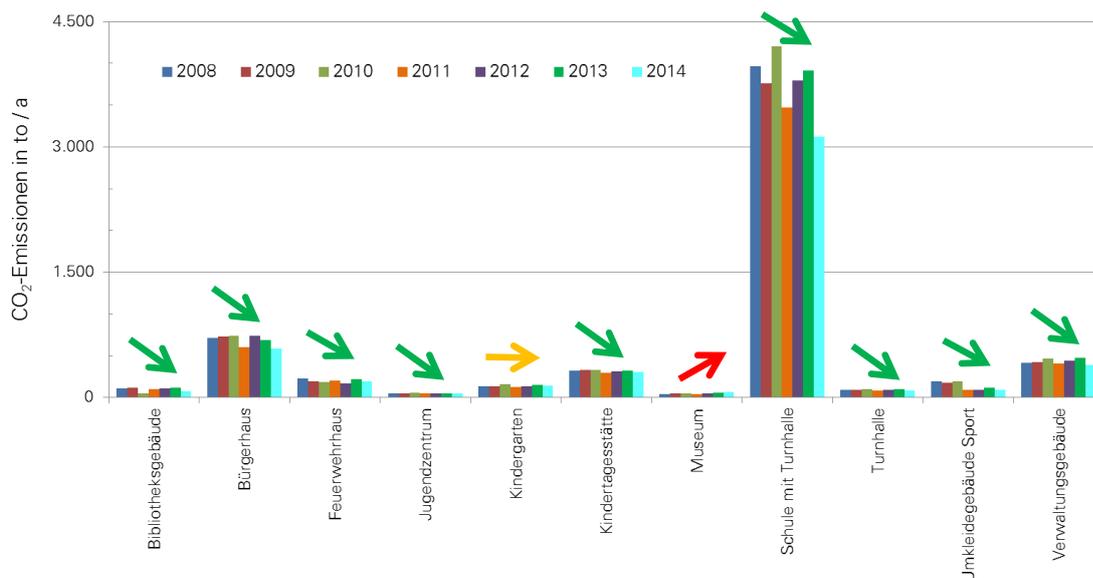


Abbildung 23: CO₂-Emissionen verursacht vom Wärmeverbrauch der verschiedenen Nutzergruppen zwischen 2008 und 2014 mit zeitlichen Entwicklungstendenzen

3.3.2 Strom, CO₂-Emissionen

Den größten Anteil an den CO₂-Emissionen-Strom hat mit 51% die Nutzergruppe Schulen mit Turnhallen, gefolgt von den Bürgerhäusern mit 19% und den Verwaltungsgebäuden mit 12% und schließlich den Feuerwehrhäusern mit 6%. Alle restlichen Nutzergruppen emittieren zusammen 12%. Abbildung 24 zeigt die CO₂-Emissionen-Strom der Nutzergruppen in den Jahren 2008 bis 2014.

Kapitel 3 – Verbrauchsbilanzen und CO₂-Emissionen nach Nutzergruppen

Die CO₂-Emissionen-Strom von sechs Nutzergruppen haben zwischen 2008 und 2014 abgenommen. Eine Nutzergruppe zeigt gleichbleibende und fünf Nutzergruppen steigende CO₂-Emissionen im Stromsektor. Dabei fällt auf, dass diejenigen Nutzergruppen mit verminderten CO₂-Emissionen für 37% und diejenigen mit gleichbleibenden bzw. erhöhten CO₂-Emissionen für 63% der Gesamtemissionen im Stromsektor verantwortlich sind. Die exakten Emissionswerte sind in Abbildung 25 am Ende des Kapitels zu finden. Zur Erhöhung der Übersichtlichkeit wurde auf eine Darstellung der Zahlenwerte in den Diagrammen verzichtet.

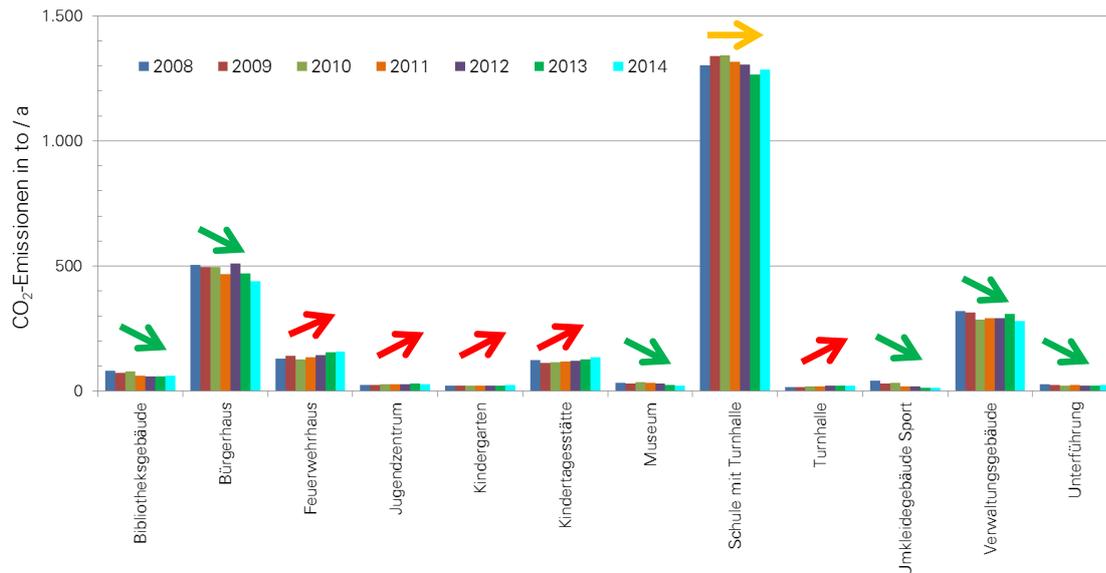


Abbildung 24: CO₂-Emissionen verursacht vom Stromverbrauch der verschiedenen Nutzergruppen zwischen 2008 und 2014 mit zeitlichen Entwicklungstendenzen

Kapitel 3 – Verbrauchsbilanzen und CO₂-Emissionen nach Nutzergruppen

Strom														
Nutzungsart der Gebäude	Flächen m ² (BGF)	Energieverbrauchskennwerte			Verbrauch und spezifischer Preis						Kohlendioxid			
		Ist Ø	Vergleichswertes alle in kWh/m ² *a	Wertung	Verbrauch in MWh/a				Durchschnittskosten 2008-2014			Emissionen in to CO ₂ / a		
					2008	2011	2014	Änderung 2008-2014 (%)	€ / a	Cent / kWh	€ / m ² *a	2008	2011	2014
Bibliotheksgebäude	6.269	18,0	25	-28%	134	104	102	-24%	21.895	19,63	3,49	81	63	61
Bürgerhaus	24.461	32,8	22	49%	841	776	755	-10%	149.286	18,64	6,10	505	467	440
Feuerwehrhaus	5.976	39,4	19	107%	216	225	264	22%	49.677	20,99	8,31	129	135	158
Jugendzentrum	1.216	37,7	11	242%	41	46	48	17%	10.060	21,86	8,27	25	28	29
Kindergarten	3.117	11,9	11	8%	36	37	42	18%	8.421	22,58	2,70	21	22	25
Kindertagesstätte	11.360	17,9	17	5%	203	195	227	12%	47.272	23,23	4,16	124	118	136
Museum	2.954	16,8	23	-27%	55	54	39	-29%	10.695	21,69	3,62	33	33	24
Schule mit Turnhalle ¹⁾	141.844	15,3	11	39%	2.134	2.189	2.166	2%	434.443	19,97	3,07	1.302	1.316	1.285
Turnhalle	2.879	11,5	14	-18%	28	34	36	29%	7.598	22,81	2,64	17	20	21
Umkleidegebäude Sport ²⁾	2.951	17,8	28	-37%	71	32	25	-65%	9.460	23,25	4,09	42	19	15
Verwaltungsgebäude	21.350	24,6	29	-15%	533	540	479	-10%	97.737	18,64	4,58	320	291	280
Unterführung					44	41	40	-10%	8.515	21,53		27	25	24
Σ / Ø	224.377	19,3			4.335	4.273	4.222	-3%	855.059	19,89	3,83	2.626	2.536	2.498

Abbildung 25: Übersicht Strom- und Wärmeverbrauchsdaten der Nutzergruppen im Vergleich mit bundesdeutschen Kennzahlen

* Da die Heizung der Bibliothek Villingen auch die VHS Villingen mitversorgt, muss bei der Ermittlung des spezifischen Wärmeverbrauchs die BGF beider Gebäude herangezogen werden. Im Stromsektor sind beide Gebäude getrennt erfassbar und so findet hier nur die BGF der Bibliothek Villingen Verwendung

Wärme														
Nutzungsart der Gebäude	Flächen m ² (BGF)	Energieverbrauchskennwerte			Verbrauch und spezifischer Preis						Kohlendioxid			
		Ist Ø	Vergleichswertes alle in kWh/m ² *a	Wertung	Verbrauch (wb) in MWh / a				Durchschnittskosten 2008 - 2014			Emissionen in to CO ₂ / a		
					2008	2011	2014	Änd. 2008-2014 (%)	€ / a	Cent / kWh	€ / m ² *a	2008	2011	2014
Bibliotheksgebäude*	6.269	64	86	-26%	394	382	283	-28%	25.869	7,51	5,23	109	99	73
Bürgerhaus	22.655	109	161	-32%	2.599	2.340	2.274	-12%	228.293	8,37	10,08	716	605	583
Feuerwehrhaus	5.088	114	161	-29%	651	623	599	-8%	39.777	6,26	7,83	229	201	198
Jugendzentrum	1.216	105	137	-24%	142	142	127	-10%	9.941	6,70	7,65	52	48	48
Kindergarten	3.117	143	171	-16%	453	451	482	6%	30.747	6,11	9,66	139	128	141
Kindertagesstätte	11.360	101	200	-49%	1.162	1.159	1.186	2%	74.598	5,89	6,57	318	300	304
Museum	2.954	64	94	-32%	163	175	250	54%	12.326	5,96	4,17	45	45	64
Schule mit Turnhalle ¹⁾	141.844	98	152	-36%	14.946	13.523	12.804	-14%	1.118.720	7,34	7,90	3.963	3.471	3.124
Turnhalle	2.879	94	163	-42%	261	266	273	5%	19.404	6,51	6,78	88	85	85
Umkleidegebäude Sport ²⁾	2.951	173	315	-45%	558	520	314	-44%	31.863	6,10	11,73	192	89	95
Verwaltungsgebäude	20.927	71	128	-44%	1.444	1.515	1.474	2%	95.348	5,83	4,57	413	410	393
Unterführung														
Σ / Ø	221.260	97			22.771	21.095	20.067	-13%	1.702.073	7,17	7,66	6.264	5.481	5.107

1) ab 2013: 140.283 m² (ohne Erbsenlachsule) und 2) ab 2011: 1.753 m² (ohne Friedengrund Areal)

Die in der Abbildung 25 verwendeten Farbcodierungen beziehen sich sowohl auf den Vergleich mit den Mittelwerten von ages als auch auf das Verhalten der Verbrauchswerte in den Jahren 2008 bis 2014.

Ein grünes Feld deutet hier auf bessere Werte als die von ages bzw. eine positive Entwicklung der Verbrauchszahlen von 2008 bis 2014 hin. Das bedeutet, dass Verbrauch, Kosten bzw. CO₂ Emissionen im betrachteten Zeitraum sinken oder die Werte niedriger sind als die ages Vergleichswerte.

Ein rotes Feld deutet auf schlechtere Werte als die von ages bzw. eine negative Entwicklung der Verbrauchszahlen hin von 2008 bis 2014 hin. Das bedeutet, dass Verbrauch, Kosten bzw. CO₂ Emissionen im betrachteten Zeitraum ansteigen oder die Werte höher sind als die ages Vergleichswerte.

Mit gelb wurden Veränderungen im Bereich $\pm 1\%$ gekennzeichnet. Das bedeutet, dass Verbrauch, Kosten bzw. CO₂ Emissionen im betrachteten Zeitraum in etwa gleich bleiben oder die Werte gleich hoch sind als die ages Vergleichswerte.

4 Einzelne Maßnahmen zur Energie- bzw. Kostenreduktion

In Kapitel 4.1 wird das kommunale Investitionsförderprogramm vorgestellt, mit dem der Wärmeverbrauch an bis zu 8 städtischen Gebäuden reduziert wird. Die Investitionen welche die Stadt im Rahmen des kommunalen Investitionsförderprogramms tätigt, werden zu 90% vom Bund gefördert.

4.1 Das kommunale Investitionsfördergesetz (KInvFG)

Um Unterschiede in der wirtschaftlichen Entwicklung zwischen strukturstarken und strukturschwachen Kommunen und Regionen nicht zu verfestigen, unterstützt der Bund mit dem Gesetz zur Förderung von Investitionen finanzschwacher Kommunen (KInvFG) seit August 2015 Investitionen finanzschwacher Kommunen. Der Bund stellt den Kommunen die Finanzhilfen über die Länder zur Verfügung.

Die Finanzhilfen des Bundes werden für Maßnahmen in folgenden Bereichen gewährt:

- Investitionen mit Schwerpunkt Infrastruktur
- Lärmbekämpfung, insbesondere bei Straßen, ohne Schutz vor verhaltensbezogenem Lärm
- Städtebau (ohne Abwasser) einschließlich altersgerechter Umbau, Barriereabbau (auch im öffentlichen Personennahverkehr), Brachflächenrevitalisierung
- Energetische Sanierung sonstiger Infrastrukturinvestitionen
- Luftreinhaltung
- Investitionen mit Schwerpunkt Bildungsinfrastruktur
- Einrichtungen der frühkindlichen Infrastruktur einschließlich des Anschlusses dieser Infrastruktur an ein vorhandenes Netz, aus dem Wärme aus erneuerbaren Energieträgern bezogen wird.
- **Energetische Sanierung von Einrichtungen der Schulinfrastruktur.**
- **Energetische Sanierung kommunaler oder gemeinnütziger Einrichtungen der Weiterbildung.**
- Modernisierung von überbetrieblichen Berufsbildungsstätten.
- Investive Begleit- und Folgemaßnahmen (Diese werden nur gefördert, wenn diese in einem unmittelbaren, ursächlichen Zusammenhang mit Investitionen mit Schwerpunkt Infrastruktur bzw. Investitionen mit Schwerpunkt Bildungsinfrastruktur stehen und zur Erreichung des Förderziels unabdingbar sind.)

Voraussetzung für die Bewilligung von Mitteln im Rahmen des KInvFG ist, dass 10% der förderfähigen Ausgaben durch die Stadt Villingen-Schwenningen übernommen werden, 90% werden bezuschusst. Diese Finanzhilfen können nur für Investitionsvorhaben gewährt werden, die bis zum 31.12.2020 vollständig abgenommen und die bis zum 31.12.2021 vollständig abgerechnet werden.

Im Rahmen des KInvFG stehen der Stadt Villingen-Schwenningen insgesamt 1.375.563,31 EURO für Projekte zur Verfügung. Der Eigenanteil der Stadt Villingen-Schwenningen beträgt dann 152.840,37 EURO.

Bisheriger Ablauf des Verfahrens:

Im Oktober 2015 erhielt das Amt für Gebäudewirtschaft und Hochbau (GHO) Kenntnis von diesem Förderprogramm. Im gleichen Monat bewarb sich das GHO stadtintern mit einer Maßnahmenliste, die insgesamt die energetische Sanierung von kommunalen Gebäuden (Schulinfrastruktur und kommunale Einrichtungen) zum Ziel hatte. Nach Vorprüfung und in Ermangelung weiterer Projektvorschläge wurde durch das Amt für Finanzen die gesamte

Kapitel 4 – Einzelne Maßnahmen zur Energie- bzw. Kostenreduktion

Maßnahmenliste des Amtes für Gebäudewirtschaft und Hochbau im Januar 2016 dem Regierungspräsidium Freiburg zur Genehmigung vorgelegt. Von den beantragten Maßnahmen wurden folgend aufgeführten Maßnahmen im April 2016 vom Regierungspräsidium Freiburg bewilligt:

	Objekt	Maßnahmen	Fördermittel (€)	Eigenmittel (€)
1	Südstadtschule	Dämmung oberste Geschossdecke	171.248,40	19.027,60
2	Klosterringschule	Neue Fenster	126.000,00	14.000,00
3	<i>Hirschbergschule ¹⁾</i>	<i>Neue Fenster</i>	<i>207.211,50</i>	<i>23.023,50</i>
4	Schule Pfaffenweiler	Dämmung oberste Geschossdecke	31.778,55	3.530,95
5	Turnhalle Bertholdschule	Dämmung Flachdach	216.004,50	24.000,50
6	Bickebergschule	Neue Fenster	153.000,00	17.000,00
7	Kindergarten Tannheim	Neue Fenster und Dämmung Dach	468.320,40	52.035,60
		Σ	<i>1.373.563,35</i>	<i>152.618,15</i>
8	<i>Turnhalle Hirschbergschule ²⁾</i>	<i>Dämmung Flachdach</i>	<i>1.999,96</i>	<i>228.024,04</i>
		Σ ³⁾	<i>1.375.563,31</i>	<i>380.642,19</i>

¹⁾ Maßnahme 3 – "Austausch der Fenster Hirschbergschule" wurde vor Beginn der Entscheidungsfindung um die Zukunft der Hirschbergschule beantragt. Sollte es zur Aufgabe der Hirschbergschule kommen, so ist vorgesehen, die hier freiwerdenden Fördermittel zur Dachsanierung der Turnhalle Hirschbergschule (Nr. 8) zu verwenden.

²⁾ Maßnahme 8 – Dämmung Flachdach würde dann ausgeführt, wenn Maßnahme 3 nicht durchgeführt werden kann.

³⁾ Durch den hohen Eigenmittelanteil bei Maßnahme 8 sind die gesamten Eigenmittel hier höher als die veranschlagten 152.840,37 €. Änderungen im Finanzbedarf der ersten sieben Maßnahmen führen dazu, dass sich auch der Eigenmittelanteil bei Maßnahme 8 verändert. Entfällt z.B. Maßnahme 3 (beim Beschluss zum Rückbau der Hirschbergschule), so sinkt der Anteil der Eigenmittel von Maßnahme 8 auf 23.002,40 €

5 Fazit

Ziel:

Durch Betreuung, Betriebsoptimierung und Sanierung der Gebäude und der technischen Anlagen ist das vorhandene Energieverbrauchsniveau weiter zu senken.

Wärmeverbrauch und Kosten

Mussten im Jahr 2008 insgesamt 1,77 Millionen € jährlich für Wärme aufgewendet werden, waren dies 2014 insgesamt 1,51 Millionen €. Im Jahr 2014 wurden im Vergleich zu 2008 zusammen 260.000 € (-15 %) weniger für Wärmeenergie ausgegeben. Der witterungsbereinigte Wärmeverbrauch konnte in den Jahren von 2008 bis 2014 um 11 % gesenkt werden, während der absolute Wärmeverbrauch um 17% abnahm. In absoluten Zahlen ist der absolute Wärmeverbrauch von 24,6 Millionen kWh in 2008 auf 20,5 Millionen kWh in 2014 gesunken, während der witterungsbereinigte Wärmeverbrauch im gleichen Zeitraum von 22,4 Millionen kWh auf 20,1 Millionen kWh abnahm. Durch Energieeinsparmaßnahmen, unter anderem angestoßen im Rahmen des kommunalen Investitionsfördergesetzes des Bundes (KInvFG), wird der Wärmeverbrauch weiter abnehmen.

Stromverbrauch und Kosten

Beim Strom sind ein leichter Rückgang des Verbrauches und eine erhebliche Steigerung der Kosten festzustellen. So fiel der Stromverbrauch im Betrachtungszeitraum des Energiebereiches um 2,6%. Die Stromkosten stiegen im selben Zeitraum um 30%. In absoluten Zahlen konnte der Stromverbrauch von 4,365 Millionen kWh 2008 auf 4.222 Millionen kWh im Jahr 2014 gesenkt werden. Die zugehörigen Stromkosten sind von 730.000 € im Jahr 2008 auf 949.000 € im Jahr 2014 gestiegen. Hier wird es die Aufgabe sein, den kommunalen Strom durch den sinnvollen Einsatz von Kraft-Wärmekopplung und den Einsatz von PV-Anlagen zur Eigenstromerzeugung möglichst energieeffizient und kostengünstig für die Stadt Villingen-Schwenningen bereit zu stellen. Zudem wird im Beleuchtungssektor durch den Einsatz der LED-Technologie der Stromverbrauch weiter sinken. Ob diese Maßnahmen ausreichen, den erhöhten Stromverbrauch verursacht durch leistungsstärkere EDV-Technik, Lüftungsanlagen und Regelungstechnik aufzuwiegen, bleibt abzuwarten.

CO₂-Emissionen

Die CO₂-Emissionen, verursacht durch den Wärmebedarf der untersuchten Gebäude sanken von 6.177 Tonnen im Jahr 2008 auf 5.107 Tonnen im Jahr 2014. Dies ist ein Minus von 17%. Im gleichen Zeitraum verringerten sich die CO₂-Emissionen, die durch den Strombedarf verursacht wurden von 2.570 Tonnen auf 2.498 Tonnen. Dies ist ein Minus von 3%. Insgesamt konnten CO₂-Emissionen zwischen 2008 und 2014 von 8.747 auf 7.605 Tonnen reduziert werden. Dies ist ein Minus von 13%.

Abbildung 1: Verlauf der Jahresgradtagszahlen in Villingen-Schwenningen .	2
Abbildung 2: Ablaufschemata des Energieberichts der Stadt Villingen-Schwenningen.	3
Abbildung 3: Gesamtenergieverbrauch der betrachteten Gebäude	4
Abbildung 4: Jahresenergiekosten der betrachteten Gebäude	5
Abbildung 5: Energiepreisentwicklung in Deutschland	6
Abbildung 6: Spezifischer Wärme- und spezifischer Stromverbrauch	6
Abbildung 7: Spezifische Kosten für Wärme und Strom	7
Abbildung 8: CO ₂ -Emissionen der betrachteten Gebäude	8
Abbildung 9: Bruttogrundflächen der verschiedenen Nutzergruppen.	9
Abbildung 10: Absoluter Wärmeverbrauch der verschiedenen Nutzergruppen.	10
Abbildung 11: Witterungsbereinigter Wärmeverbrauch der verschiedenen Nutzergruppen.	11
Abbildung 12: Ampelbewertung des Benchmarking der verschiedenen Nutzergruppen.	11
Abbildung 13: Spezifischer Wärmeverbrauch der untersuchten Nutzergruppen	12
Abbildung 14: Kosten für Wärmeenergie der untersuchten Nutzergruppen	12
Abbildung 15: Spezifische Wärmekosten pro m ² BGF der verschiedenen Nutzergruppen	13
Abbildung 16: Spezifische Wärmekosten in Cent pro kWh.	13
Abbildung 17: Energiepreisentwicklung 2006 bis 2016 von Heizöl, Erdgas und Holzpellets	14
Abbildung 18: Absoluter Stromverbrauch der verschiedenen Nutzergruppen.	15
Abbildung 19: Spezifischer Stromverbrauch der verschiedenen Nutzergruppen	16
Abbildung 20: Stromkosten der verschiedenen Nutzergruppen.	16
Abbildung 21: Spezifische Stromkosten der verschiedenen Nutzergruppen in €/m ² a	17
Abbildung 22: Spezifische Stromkosten der verschiedenen Nutzergruppen in Cent/kWh.	17
Abbildung 23: CO ₂ -Emissionen verursacht vom Wärmeverbrauch	18
Abbildung 24: CO ₂ -Emissionen verursacht vom Stromverbrauch	19
Abbildung 25: Übersicht Strom- und Wärmeverbrauchsdaten der Nutzergruppen	20