

## Kommunaler Energiebericht – Kommunale Funktionsgebäude

(Berichtszeitraum 2006 bis 2016)

Dieser sektorale Energiebericht betrachtet ausschließlich die großen kommunalen Funktionsgebäude der Universitätsstadt Tübingen wie z. B. das Rathaus, Schulen, Turnhallen und Kultureinrichtungen. Unter die Rubrik „große kommunale Funktionsgebäude“ fallen 42 stadteigene Gebäude, die zusammen eine Netto-Geschoßfläche von ca. 109.000 m<sup>2</sup> (entspricht ca. 64 % der Netto-Geschoßfläche aller kommunalen Funktionsgebäude) und einen Anteil am gesamten Wärme- bzw. Strombedarf aller kommunalen Funktionsgebäude von 60 % bzw. 69 % haben.

### Datengrundlage

Betrachtet werden in diesem Energiebericht insbesondere die Verbrauchswerte aus den Jahren 2006 bis 2016. Teilweise weichen die Werte bei Einzelbetrachtungen von diesem Zeitraum ab. Soweit nicht anders angegeben, wird bei der Verbrauchsentwicklung der Drei-Jahresmittelwert der Jahre 2006 bis 2008 mit dem Drei-Jahresmittelwert der Jahre 2014 bis 2016 verglichen<sup>1</sup>.

Trotz intensiver Recherche ist die Datengrundlage in Bezug auf Flächen und Verbrauchswerte von sehr unterschiedlicher Qualität. Zudem spielen auch Umbau- und Sanierungszeiten eine relevante Rolle für die Vergleichbarkeit, da sowohl die Verbrauchswerte während den Arbeiten (z. B. Baustellenstrom) als auch die Nutzung der kommunalen Funktionsgebäude (z. B. zeitweise ungenutzte Räume) zu diesen Zeiten nicht exakt abgebildet werden können.

Die dem Energiebericht zugrundeliegenden Strom- und Wärmeverbrauchswerte sowie die Netto-Geschoßflächen sind den Anlagen zu entnehmen. Flächenveränderungen sind in sechs Gebäuden dokumentiert. Dies führt zu einer Erhöhung der Nettogeschossfläche von 2010 bis 2016 um 5 %.

### Entwicklung

Die Abbildungen 1 und 2 zeigen, wie sich die absoluten Strom- und Wärmeverbräuche (witterungsbereinigt) der großen kommunalen Funktionsgebäude im Betrachtungszeitraum entwickelt haben. Nicht enthalten sind der Rathauskomplex (Historisches Rathaus, Rathausblock, Rechenzentrum) und das Technische Rathaus.

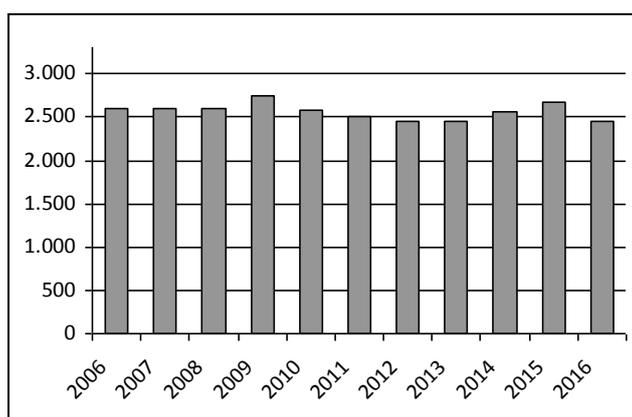


Abb. 1: Strombedarf der großen kommunalen Funktionsgebäude in MWh/a (ohne Rathauskomplex und Technisches Rathaus)

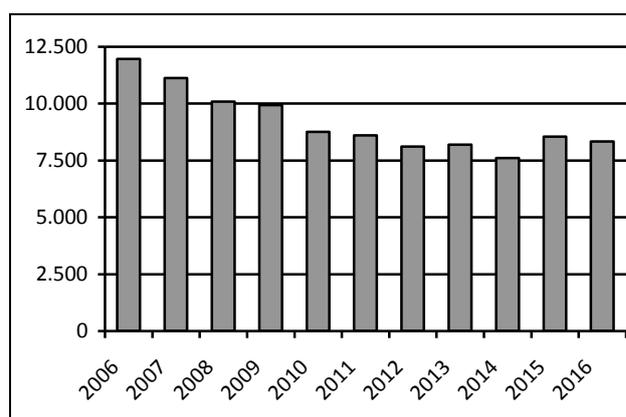


Abb. 2: witterungsbereinigter Wärmebedarf der großen kommunalen Funktionsgebäude in MWh/a (ohne Rathauskomplex und Technisches Rathaus)

Beim Stromverbrauch dieser 40 kommunalen Funktionsgebäude zeigt sich im Berichtszeitraum keine eindeutig positive Entwicklung; die jährlichen Strom-Verbrauchswerte schwanken deutlich. Werden die Drei-Jahresmittelwerte

<sup>1</sup> Um Schwankungen zwischen den einzelnen Jahren auszugleichen, werden diese Drei-Jahresmittelwerte für die Vergleiche genutzt

2006 - 2008 und 2014 - 2016 beim Stromverbrauch verglichen, dann zeigt sich praktisch kaum ein Unterschied in der Gesamtbetrachtung.

Beim Wärmebedarf ist dagegen eine deutlich positive Entwicklung zu verzeichnen. Es zeigt sich ein kontinuierlicher Rückgang – mit einem Tiefstand in 2014. Werden Drei-Jahresmittelwerte verglichen, so sank der witterungsbereinigte Wärmebedarf der großen kommunalen Funktionsgebäude (ohne Rathauskomplex und Technisches Rathaus) von ca. 11.000 MWh/a ( $\varnothing$  2006 - 2008) auf 8.160 MWh/a ( $\varnothing$  2014 - 2016). Der Großteil dieses Einsparerfolges fällt in den Zeitraum bis 2011.

### Flächenbezug / Vergleichswerte

Die Abbildungen 3 und 4 zeigen die spezifische Verbrauchsentwicklung für Strom und Wärme in den Jahren 2010 bis 2016. Für die Jahre vor 2010 war eine plausible Flächenermittlung nicht überall leistbar; deshalb werden nur sieben Jahre betrachtet.

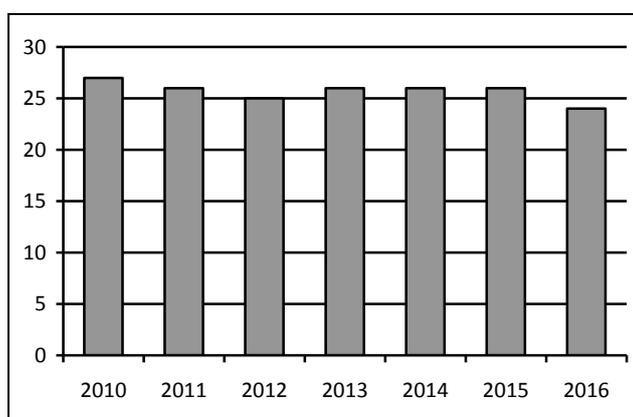


Abb. 3: spezifischer Strombedarf in kWh/m<sup>2</sup>

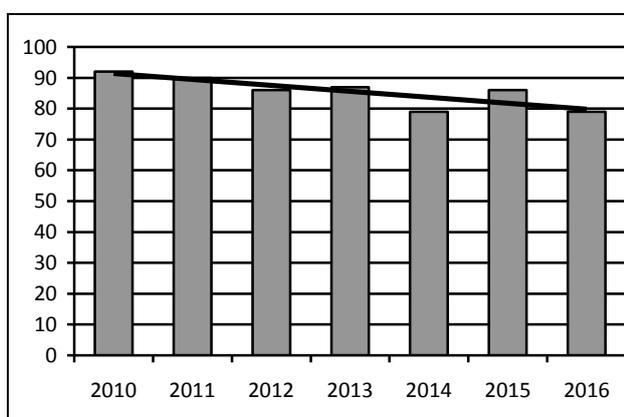


Abb. 4: spezifischer, witterungsbereinigter Wärmebedarf in kWh/m<sup>2</sup> (inkl. Trendlinie)

Es ist zu erkennen, dass der witterungsbereinigte spezifische **Wärmeverbrauch** sinkt. So liegt der Drei-Jahresmittelwert für den Zeitraum 2014 – 2016 um 9 % unter dem Wert für den Drei-Jahresmittelwert 2010 - 2012 (ohne die Verbrauchswerte des Rathauskomplexes). Auswirkung zeigen hier sowohl die nicht- oder geringinvestiven Maßnahmen als auch die energetischen Sanierungen.

Der spezifische **Stromverbrauch** der großen kommunalen Funktionsgebäude (ohne die Betrachtung des Rathauses) pendelt um den Wert von 26 kWh/m<sup>2</sup>. Stromeinsparungen, die überwiegend auf den Austausch von Leuchtmitteln gegen LED und die Installation von Hocheffizienzpumpen zurückzuführen sind, gleichen sich wohl mit Mehrverbräuchen aus Nutzungsausweitungen und der höheren Technisierung (z. B. Medienentwicklungsplanung/MEP an Schulen) aus.

Ein bundesweiter Vergleich der spezifischen Verbrauchswerte ist aufgrund der Heterogenität der untersuchten Gebäude in einem nur sehr geringen Umfang möglich. Daher wird auf die Bildung von spezifischen Verbrauchswerten der untersuchten kommunalen Funktionsgebäude als Gesamtheit verzichtet (mit Ausnahme von Grundschulen, weiterführenden Schulen und Turnhallen).

### (I) Verbrauchsentwicklung – Grundschulen

Dargestellt werden im Folgenden die absoluten Verbrauchswerte der Grundschulen Aischbach (ohne Turnhalle), Bühl, Hagelloch, Hirschau, Pfrondorf, Unterjesingen und Wanne.

Über alle betrachteten Grundschulen hinweg ist der Wärmeverbrauch um insgesamt 49 % gesunken (bedingt vor allem durch die Sanierungen der Gebäudehülle an den Grundschulen Pfrondorf, Aischbach, Bühl und Hirschau). Der Stromverbrauch ist um ca. 8 % gesunken, bewegt sich allerdings seit 2011 auf einem relativ konstanten Niveau.

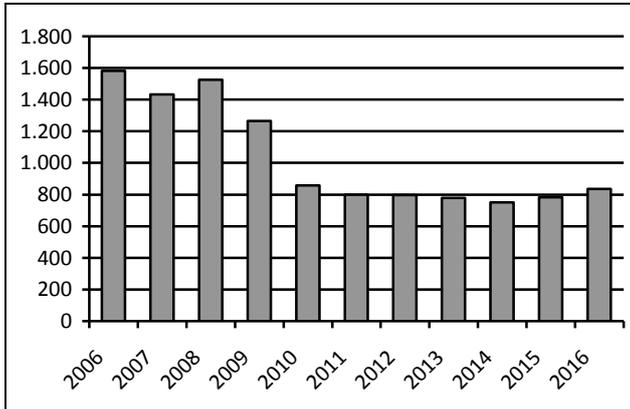


Abb. 5: Wärmeverbrauch der oben genannten Grundschulen in MWh/a

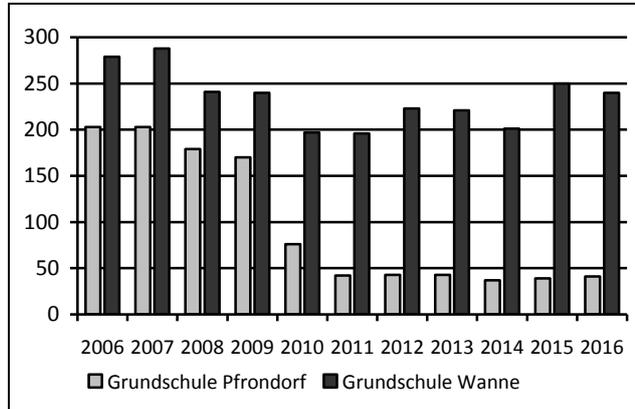


Abb. 6: Wärmeverbrauch GS Wanne und Pfrondorf in MWh/a

Auch bei den Grundschulen ist der reduzierte **Wärmeverbrauch** nach 2010/2011 erkennbar, der sich bis 2014 bei den meisten Schulen auf einem recht konstanten Niveau bewegt und seitdem wieder leicht ansteigt. Die starke Reduktion des Wärmeverbrauchs in der **Grundschule Pfrondorf** ist auf die im Jahr 2010 angebrachte Wärmedämmung zurückzuführen. Auch die **Grundschule Aischbach** wurde umfassend saniert (Wärmedämmung, Installation einer Gas-Wärmepumpe, Optimierung der Anlage), was zu einer Einsparung von mehr als 80 % an Wärmeenergie führte.

Bei der **Grundschule Wanne** ist seit 2012 wieder ein Anstieg des Wärmeverbrauchs zu erkennen. Der Grund für den zeitweisen Anstieg liegt aller Wahrscheinlichkeit nach sowohl an der Hülle als auch an der veralteten Gebäudetechnik und am Nutzerverhalten. Seit 2015 ist das Verbrauchsniveau wieder auf dem der Jahre 2008 und 2009 angelangt.

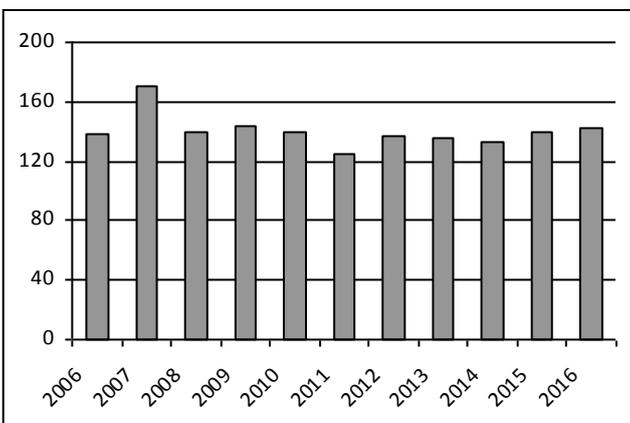


Abb. 7: Stromverbrauch der o. g. Grundschulen in MWh/a

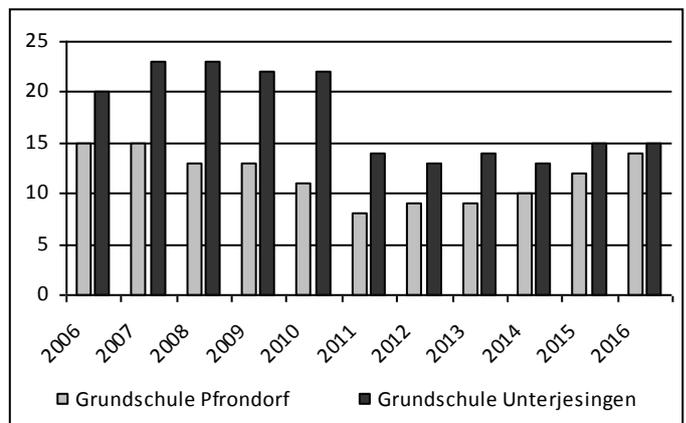


Abb. 8: Stromverbrauch an den Grundschulen Pfrondorf und Unterjesingen in MWh/a

In der **Grundschule Unterjesingen** ist der Stromverbrauch seit 2011 deutlich gesunken. Auswirkungen zeigte hier sicher der Tausch der alten Pumpen gegen Hocheffizienzpumpen.

Kontinuierliche steigende Werte seit 2010 sind in der **Grundschule Pfrondorf** zu beobachten. Der Anstieg ist mit der Umstellung der Warmwasserbereitung auf Elektrobetrieb sowie das Hinzukommen weiterer elektrischer Verbraucher (Aufzug, Lüftung) zurückzuführen. Bei den **Grundschulen in Hagelloch und Hirschau** ist der Stromverbrauch seit 2010 relativ konstant.

**Spezifische Verbrauchswerte**

Eine sinnvolle Einordnung des Verbrauchswertes hinsichtlich der Höhe ist nur mit spezifischen Werten (kWh pro m<sup>2</sup>) möglich. So können sowohl Objekte einer Objektart (Bsp. Schulen) untereinander als auch deutschlandweit verglichen werden. Außerdem lassen sich Rückschlüsse auf den dringendsten Handlungsbedarf ziehen. Für den Vergleich werden die dena und eea Werte herangezogen<sup>2</sup>.

Der Vollständigkeit halber werden bei den spezifischen Werten die drei Schulen Grundschule WHO, Silcherschule und Hügelschule zusätzlich aufgeführt.

Die spezifischen Werte (kWh/m<sup>2</sup>) stellen sich folgendermaßen dar:

Wärme witterungsbereinigt		Strom
Liegenschaft	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>
Grundschule Aischbach	24	16
Grundschule Bühl	64	7
Grundschule Hagelloch	100	19
Grundschule Hirschau	69	10
Grundschule Pfrondorf	26	8
Grundschule Unterjesingen	130	11
Grundschule Wanne	111	13
Grundschule WHO	103	9
Hügelschule	113	22
Silcherschule	124	18

Gute **spezifische Verbrauchswerte** sowohl bei Strom als auch bei Wärme weisen die **Grundschulen Hirschau, Bühl und Pfrondorf** auf. Alle drei liegen unter den Durchschnittswerten der dena und unter oder nahe an den Zielwerten des eea.

Die schlechten Werte der **Grundschule Wanne** im **Strom**, die deutlich über dem dena Wert und dem eea Grenzwert liegen, sind durch die höhere Technisierung der Schule, die Ausweitung der Nutzungszeiten und der Essensversorgung und die „dunklen“ Klassenzimmer (mit nur geringem Tageslicht) zurückzuführen. Auch beim **Wärmeverbrauch** liegt die Grundschule Wanne eher im durchschnittlichen bis schlechten Bereich, was am baulichen Zustand des Gebäudes liegt.

Der spezifisch hohe Stromverbrauch in der **Grundschule Hagelloch** ist dadurch bedingt, dass Teile der Grundschule in strombeheizten Containern untergebracht sind (dieser Stromanteil müsst eigentlich auf den Wärmewert angerechnet werden). Die Wärmeverbrauchswerte sind durch die schlechte Dämmung des Schulgebäudes bedingt und können nur durch eine energetische Sanierung verbessert werden.

<sup>2</sup> eea: European Energy Award, Festlegung von spezifischen, zu erreichenden Ziel- und Grenzwerten, dena: in Abhängigkeit der Gebäudekategorie berechnete (deutschlandweite) Vergleichswerte nach EnEV 2009

**dena und eea Werte im Vergleich**

Die **Zielwerte** des **eea** sind anzustrebende Werte, wohingegen der **Grenzwert** nach Möglichkeit nicht überschritten werden sollte. Der **dena** Wert stellt einen Vergleich aller deutschlandweit gemeldeten Verbrauchswerte der Objekte in dieser Kategorie dar.

**Werte für Schulen:**

kWh/m <sup>2</sup> /Jahr			
	eea		dena
	Grenzwert	Zielwert	
Wärme	108	63	105
Strom	14	6	10

Sowohl die **Hügel**- als auch die **Silcherschule** weisen durchweg schlechte Werte auf, was sowohl auf den energetischen Zustand als auch auf die veraltete Anlagentechnik zurückzuführen ist.

Der hohe spezifische Wärmeverbrauch in der **Grundschule Unterjesingen** ist zum Teil verursacht durch die Verluste der Wärmeleitung, die die Turnhalle versorgt. Zudem ist eine alte Ölheizung installiert, die der nächsten Zeit gegen eine Erdgasbrennwertheizung ersetzt wird.

Auch die Aischbachschule weist, vermutlich bedingt durch Anbau einer Küche und den Betrieb der Mensa, hohe spezifische Werte im Strom auf.

## (II) Verbrauchsentwicklung - weiterführende Schulen

Analysiert wurden folgende weiterführende Schulen: Albert-Schweitzer-Realschule, Carlo-Schmid-Gymnasium, Geschwister-Scholl-Schule (GSS), Kepler-Gymnasium, Walter-Erbe-Realschule und Wildermuth-Gymnasium.

Das Uhlandgymnasium wurde wegen der momentan erfolgenden Sanierung nicht weiter analysiert.

Auffällig in Abb. 10 ist, dass nach einer kontinuierlichen Wärmeverbrauchsreduktion um insgesamt 35 % ein erneuter Anstieg in den Jahren 2015 und 2016 zu verzeichnen ist. Zurückzuführen ist dieser überwiegend auf Erhöhungen des Wärmeverbrauchs am Keplergymnasium sowie an der GSS. Der Stromverbrauch bewegt sich seit 2011 auf einem recht konstanten Niveau mit leicht sinkender Tendenz.

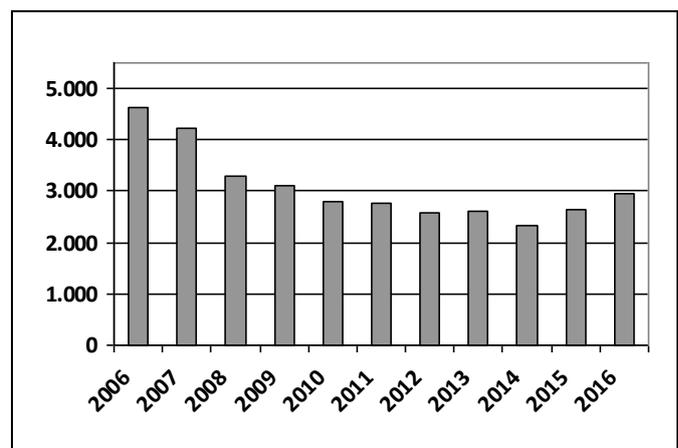


Abb. 9: Stromverbrauch der weiterführenden Schulen in MWh/a

Abb. 10.: Wärmeverbrauch der weiterführenden Schulen in MWh/a

Beispielhaft dargestellt ist im Folgenden der Wärmeverbrauch des **Keplergymnasiums**, das von 2007 bis 2011 in Teilen saniert wurde. An der Darstellung des Verbrauchsverlaufs lässt sich der Einfluss der energetischen Sanierung mit einer Verbrauchsreduktion um 33 % deutlich ablesen. Seit 2015 steigt der Wärmeverbrauch allerdings wieder an. Die Gründe liegen hier überwiegend an technischen Problemen mit der Steuerung und der Lüftung, die mittlerweile teilweise behoben sind. Auch bei der **GSS** ist eine Steigerung des Wärmeverbrauchs seit 2015 deutlich zu erkennen. Bedingt ist diese Steigerung vor allem durch eine lange defekte Lüftungsanlage, einen defekten Lüftungskanal und daraus resultierende Verluste sowie hohe Wärmeverluste während der Umbauphase.

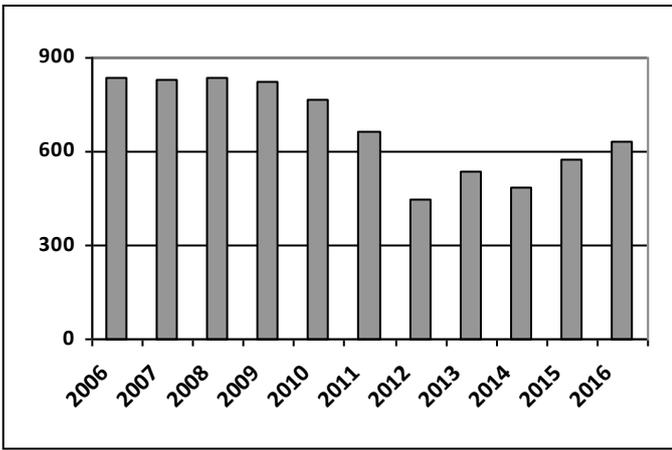


Abb. 11: Wärmeverbrauch am Keplergymnasium in MWh/a

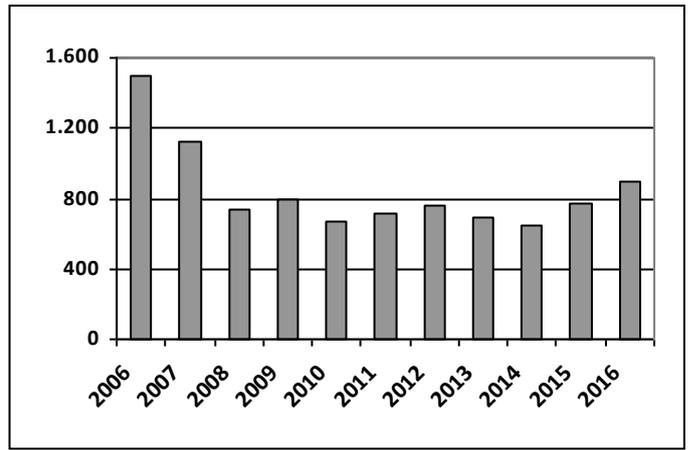


Abb. 12: Wärmeverbrauch an der GSS in MWh/a

### Spezifische Verbrauchswerte

Bei der Analyse der spezifischen Verbrauchswerte der weiterführenden Schulen in kWh/m<sup>2</sup> zeigt sich folgendes Bild:

Wärme witterungsbereinigt		Strom
Liegenschaft	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>
Albert-Schweitzer-Realschule	70	19
Carlo-Schmid-Gymnasium	69	26
Geschwister-Scholl-Schule	64	26
Kepler-Gymnasium	66	31
Walter-Erbe-Realschule	73	11
Wildermuth-Gymnasium	42	16

Insgesamt zeigen sich bei der **Wärme** eher positive Werte, die zum Teil den energetischen Sanierungen, aber auch den Auswirkungen der Energieleitlinie zu verdanken sind.

Die Gründe für die hohen spezifischen Werte beim Strom in den Schulen sind teilweise auf alte Beleuchtung zurückzuführen, im CSG zusätzlich auf die pneumatische Steuerung und eine alte Lüftungsanlage. Auch in anderen weiterführenden Schulen sind alte Lüftungen vorhanden.

### (III) Verbrauchsentwicklung – Turnhallen

Die unten stehenden Abbildungen zeigen die absoluten Verbrauchswerte folgender Turn- und Sporthallen: Hermann-Hepper-Turnhalle, Sporthalle Uhlandstraße, Turn- und Festhalle Hirschau, Turnhalle Feuerhäggle, Turnhalle Hügelschule, Turnhalle Hagelloch, Turnhalle Silcherschule und Turnhalle WHO.

Bei den oben aufgeführten Turnhallen reduzierte sich der Wärmeverbrauch um insgesamt ca. 27 %. Der Stromverbrauch blieb in diesem Zeitraum konstant.

Werte für Schulen:			
kWh/m <sup>2</sup> /Jahr			
	eea		dena
	Grenzwert	Zielwert	
Wärme	108	63	105
Strom	14	6	10

Bei Schulen > 3.500 m<sup>2</sup> reduziert sich der dena Wert für Wärme von 105 auf 90kWh/m<sup>2</sup>. Die hier betrachteten weiterführenden Schulen liegen ausnahmslos über dieser Grenze.

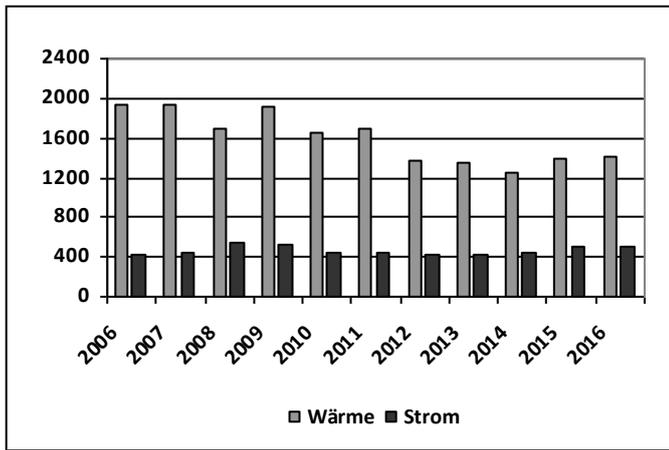


Abb. 13: Gesamtenergieverbrauch der Turnhallen in MWh/a

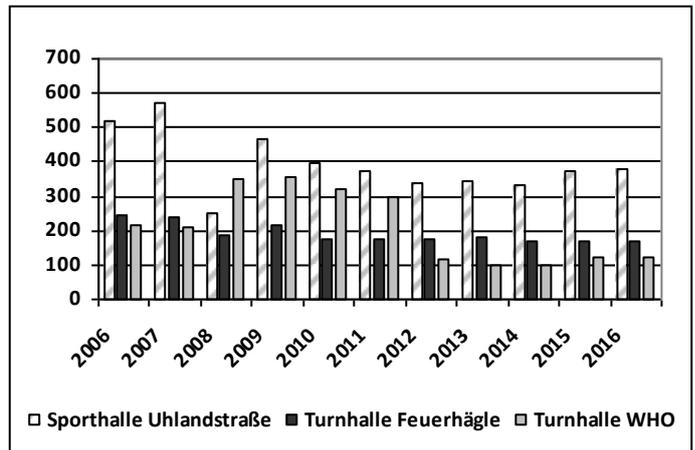


Abb. 14: Wärmeverbrauch ausgewählter Sporthallen in MWh/a

Ein sinkender **Wärmeverbrauch** seit 2010 ist bei **den Turnhallen Hagelloch, WHO, Feuerhäggle und Silcherschule** zu erkennen. Gründe dafür sind auch hier die Einstellung der Heizungen sowie der Heizzeiten, die Auswirkungen der Energieleitlinie und die Sanierung der Turnhalle Silcherschule.

Die **Turnhalle WHO** wurde zudem im Jahr 2012 energetisch saniert und dadurch eine Wärmeverbrauchsreduzierung um ca. 55 % erzielt. Die Auswirkung der Dämmung ist hier deutlich zu erkennen. In den Jahren 2015 und 2016 war in der Turnhalle WHO wieder ein Anstieg zu verzeichnen, der aller Wahrscheinlichkeit nach mit einer Erhöhung der Belegung und damit verbundenen angepassten Heizzeiten zu erklären ist.

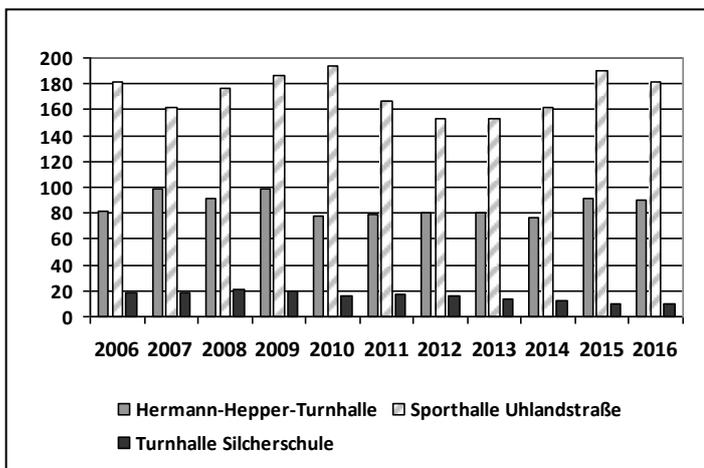


Abb. 15: Stromverbrauch ausgewählter Turnhallen in MWh/a

Sowohl in der **Hermann-Hepper-Turnhalle (HHT)** als auch in der **Turnhalle Feuerhäggle** und in der **Sporthalle Uhlandstraße** ist nach einer Reduzierung des **Stromverbrauchs** in den letzten beiden Jahren wieder ein Anstieg – in der HHT bedingt durch die Inbetriebnahme der Mensa - zu verzeichnen. In der Turnhalle Feuerhäggle wurden zur Vermeidung von Wärmeverlusten und weiteren Hagelschäden die Anzahl der Oberlichter reduziert. Dies führte zu einem Anstieg des Stromverbrauchs. In der Sporthalle Uhlandstraße ist die Lüftung alt, ungeregelt und ohne Wärmerückgewinnung.

Der in der **Turnhalle WHO** kontinuierliche Anstieg des Stromverbrauchs seit 2011 ist durch die Erhöhung der Belegung sowie die alte Beleuchtungsanlage zu erklären. Der Austausch gegen LED ist bereits in Planung. Die Schwankungen in der Hügelschule sind durch eine veraltete Lüftungsanlage bedingt.

### Spezifische Verbrauchswerte

Bei der Analyse der spezifischen Verbrauchswerte lässt sich sowohl beim Strom- als auch beim Wärmeverbrauch in mehreren der betrachteten Gebäude ein deutliches Optimierungspotential ableiten.

Die spezifischen Werte (kWh/m<sup>2</sup>) stellen sich folgendermaßen dar:

Liegenschaft	Wärme witterungsbereinigt		Strom	
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>
Turn- u. Festhalle Hirschau	216	15	15	216
Turnhalle Hügelschule	146	22	22	146
Sporthalle Uhlandstraße	143	70	70	143
Turnhalle Silcherschule	136	19	19	136
Hermann-Hepper-Turnhalle	119	40	40	119
Turnhalle WHO	55	57	57	55
Turnhalle Feuerhägle	81	23	23	81
Turnhalle Hagelloch	68	14	14	68

kWh/m <sup>2</sup> /Jahr			
	eea		dena
	Grenzwert	Zielwert	
Wärme	142	70	110
Strom	28	8	25

Ein insgesamt sehr **positiver spezifischer Wert** ist in der **Turnhalle Hagelloch** zu verzeichnen. Zum einen sind diese Werte mit einer eher geringen Hallenbelegung zu erklären. Zudem wurde die Beleuchtung der Halle auf LED umgerüstet.

Auch die **Turnhallen WHO und Feuerhägle** weisen einen guten spezifischen Verbrauchswert in der **Wärme** auf. Schlecht sieht es in der Turnhalle WHO beim Strom aus, hier ist jedoch bereits die Installation von LED in Planung.

Beim spezifischen Verbrauchswert für **Strom** positiv hervorzuheben ist die **Turn- und Festhalle Hirschau**. Der spezifische Wert für den **Wärmebedarf** sieht deutlich schlechter aus. Die Halle wurde bislang energetisch nicht saniert.

Die Mängel in der **HHT** in Bezug auf den Stromverbrauch sind vor allem auf eine alte Lüftungsanlage sowie eine defekte Steuerung zurückzuführen. Diese wurde Ende 2017 ausgetauscht. Der Einfluss dieser Maßnahme sollte in den kommenden Jahren deutlich erkennbar sein. Auch die Beleuchtung in der HHT entspricht noch nicht dem neuesten Standard. Insgesamt ist bei der HHT zu beachten, dass sie im Vergleich zu den anderen Hallen eine sehr hohe Belegung/Nutzung aufweist und zudem im Jahr 2015 ein Mensabetrieb eingeführt wurde. Bei den Vergleichswerten von dena und eea wird nicht von einem Turnhallenbetrieb inklusive Mensa ausgegangen, daher ist der Vergleich hier nicht aussagekräftig.

Insgesamt schlechte spezifische Werte sowie steigende Verbrauchswerte weist trotz energetischer Sanierung die **Sporthalle Uhlandstraße** auf. Diese kommen durch eine Lüftung ohne Wärmerückgewinnung und die alte Beleuchtung zustande.

In der **Turnhalle Silcherschule** wurden 2013 eine neue Lüftung und Deckenstrahlplatten eingebaut. Dies führte zu einer Reduzierung des spezifischen Wärmewerts. Allerdings ist dieser noch immer zu hoch, was auf die nichtvorhandene Dach- und Fassadendämmung zurückzuführen ist. Der spezifische Stromverbrauch ist auf einem mittleren energetischen Niveau angesiedelt.

Die **Turnhalle Hügelschule** steht zur Sanierung (Dachdämmung, Dach inkl. PV) an. Das denkmalgeschützte Backsteinhaus hat eine sanierungsbedürftige Gebäudetechnik.

#### (IV) Verbrauchsentwicklung –Kunsthalle

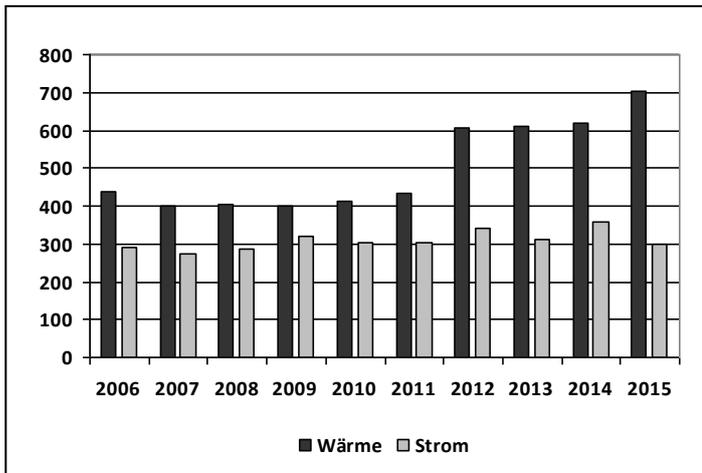


Abb. 16: Verbrauchswerte der Kunsthalle in MWh/a

Die neu eingebaute Lüftungsanlage in der Kunsthalle ist demnach **nicht** erkennbar, vielmehr ist eine gegenteilige Entwicklung eingetreten.

Die folgenden Abschnitte zeigen die Verbrauchsentwicklung der Kunsthalle in den Jahren von 2006 – 2015. Im Jahr 2016 war die Kunsthalle sanierungsbedingt geschlossen, diese Verbrauchswerte sind daher von der Analyse ausgeschlossen.

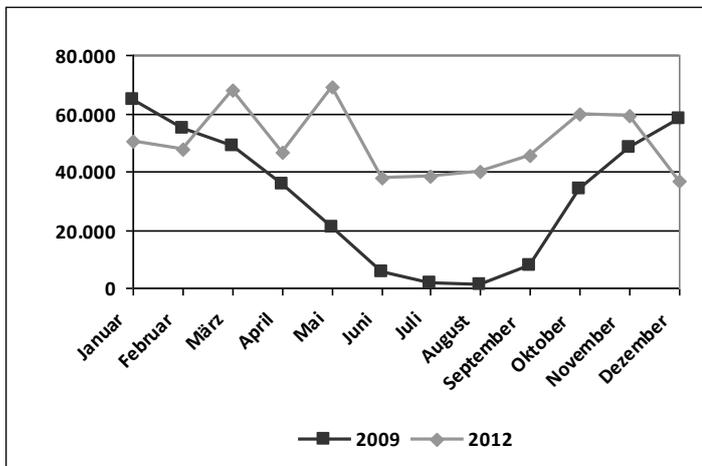


Abb. 17: Verlauf des Wärmeverbrauchs in der Kunsthalle in kWh/Monat für die Jahre 2009 und 2012

Abb. 17 verdeutlicht den Jahresverlauf des Wärmeverbrauchs der Jahre 2009 und 2012.

**Erklärung:** die seit 2011 bestehende Einstellung der Heizungs- und Lüftungsparameter bedingt eine nahezu kontinuierliche Betriebsbereitschaft der Anlagen. Bei einer definierten Abweichung von 0,1°C der SOLL-Temperatur bzw. der SOLL-Luftfeuchte wird je nach Bedarf geheizt oder gekühlt. Da die Anlage nicht für die eingestellten Werte ausgelegt ist, führt diese Einstellung zu einem praktisch parallelen Betrieb beider Anlagen und damit zu hohen Verbrauchswerten.

**Ausblick 2017:** Die in 2016 umgesetzte Sanierungs- und Erweiterungsmaßnahme der Kunsthalle zeigt eine positive Entwicklung auf den Wärmeverbrauch. Der Wärmeverbrauch ist – trotz der auch in 2017 erkennbar ineffizienten Betriebsführung von Heizungs- und Lüftungsanlage – gegenüber den Vorjahren gesunken. Er liegt nun mit ca. 399 MWh in etwa auf dem Niveau aus der Zeit vor 2011. Diese positive Entwicklung ist auf die Verbesserung der energetischen Qualität der Gebäudehülle und eine veränderte Einstellung der Anlagentechnik zurückzuführen.

In die **Kunsthalle** in Tübingen wurde im Jahr 2011 eine neue Lüftungsanlage eingebaut, 2016 erfolgte eine umfassende Sanierung des Gebäudes. In der Vorlage für die Installation einer neuen Lüftung (vergl. Vorlage 323/2010) wurde von einer Wärme-, Strom- und CO<sub>2</sub>-Einsparung von insgesamt ca. 45 % ausgegangen.

In der Kunsthalle wird aufgrund von 2016 stattfindenden Baumaßnahme bei der Verbrauchsentwicklung der Mittelwert der Jahre 2006 bis 2008 mit dem Mittelwert der Jahre 2013 bis 2015 verglichen. In diesem Vergleichszeitraum stieg der gesamte Energieverbrauch der Kunsthalle um 36 % an.

Eine Reduktion des Energieverbrauchs durch die 2011

Der **Stromverbrauch** ist im Betrachtungszeitraum um insgesamt 13 % angestiegen. Der **Wärmeverbrauch** stieg im betrachteten Zeitraum um ca. 52 %. Eine deutliche Steigerung des Verbrauchs ist mit der Installation der neuen Lüftungsanlage im Jahr 2011 zu erkennen.

Auffällig in der Kunsthalle ist der Jahresverlauf der Verbrauchswerte. Die im Allgemeinen erkennbare Absenkung der Wärmeabnahme im Sommer ist bis im Jahr 2009 noch deutlich zu erkennen. Ab 2010 steigt der sommerliche Verbrauch an und seit dem Jahr 2012 zeigt der Jahresverlauf einen kontinuierlich hohen Verbrauch.

## (V) Verbrauchsentwicklung - Rathauskomplex: Historisches Rathaus / Rathausblock / Rechenzentrum

Das historische Rathaus wurde in den Jahren 2012 bis 2015 umfassend saniert und in dieser Zeit nur eingeschränkt genutzt. Die Verbrauchswerte während der Sanierung können daher nicht als repräsentativ angesehen werden. Um die Auswirkungen der Sanierung vollumfänglich darstellen zu können wird im Folgenden - abweichend von den anderen Objekten in diesem Bericht - das Jahr 2017 – mit in die Betrachtung aufgenommen.

Die Berechnungen zur Einsparung erfolgen auf Basis der Mittelwerte 2006 – 2008 im Vergleich zum den Mittelwerten 2016 – 2017.

Energetische Sanierungen in baulicher Hinsicht wurden nur sehr bedingt durchgeführt. Umfassend modernisiert hingegen wurde die gesamte Heizungstechnik. Bis 2013 erfolgte die Wärmeversorgung des gesamten Rathauskomplexes über eine Gas-Niedertemperaturheizung. Im Jahr 2013 installierten die Stadtwerke Tübingen dann ein gasbetriebenes Blockheizkraftwerk (BHKW) sowie einen Gasbrennwertkessel zur Spitzenlastdeckung.

In einer Pressemitteilung vom Juni 2016 wurde eine CO<sub>2</sub>-Einsparung von ca. 50 % durch die Sanierung des Rathauses prognostiziert, unter anderem bedingt durch den Einbau des BHKW sowie den Ersatz der alten Heizkörper und der Steuerung. Da das BHKW Strom und Wärme in einem Prozess erzeugt, bringt dies einen günstigeren CO<sub>2</sub>-Faktor für die Wärmeenergie mit sich.

Zudem wurden im Bereich der elektro-technischen Gebäudeausstattung viele Maßnahmen umgesetzt – z. B. neue Beleuchtung (weitgehend in LED-Technik), Lüftung, Brandschutz und elektrische Türen.

Folgende Übersicht zeigt den tatsächlichen Verlauf des **Wärmeenergieverbrauchs** in den Jahren 2006 bis einschließlich 2017.

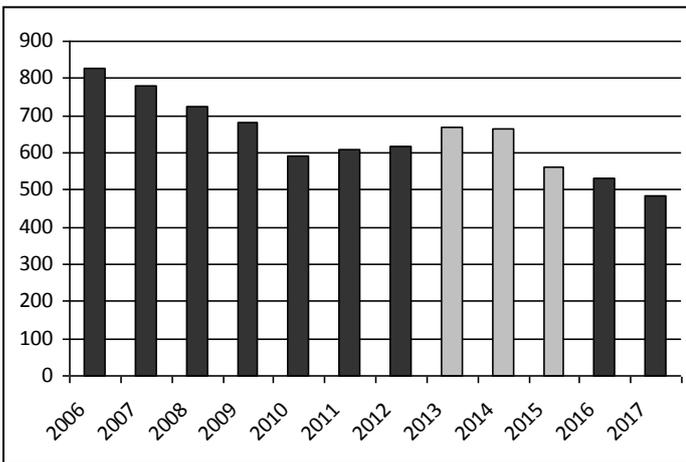


Abb. 18: Wärmeenergieverbrauch im Rathaus in MWh/a

Die Reduktion des Wärmeenergieverbrauchs beträgt 35 %. Zurückzuführen ist diese Einsparung vor allem auf den Austausch der alten Heizung gegen ein neues hocheffizientes BHKW und die damit einhergehende Erneuerung der gesamten Technik (Steuerung, Hydraulik, Heizungspumpen, Umrüstung der Heizung auf eine moderne Zweirohrheizung). Der spezifische Verbrauchswert sank von 174 kWh/m<sup>2</sup> im Jahr 2010 auf 114 kWh/m<sup>2</sup> im Jahr 2017. Ein Vergleich mit dena- oder eea - Werten bietet sich im Fall des historischen Rathauses nicht an, da sich die Vergleichswerte auf Verwaltungsgebäude im Allgemeinen beziehen und die historische Bausubstanz keine Beachtung findet.

Der hohe Wärmeenergieverbrauch während der Sanierungsphase kam durch die Nutzung einer Bauheizung sowie die umbaubedingt oft offenen Fenster und Türen zustande.

Abweichend von den anderen vorgestellten Gebäuden wird an dieser Stelle auch der Verlauf der CO<sub>2</sub> – Emissionen ausgewiesen. Für deren Berechnung wird ein CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor in kg/kWh genutzt<sup>3</sup>. Aus dieser Berechnung ergibt sich für das Rathaus der Verlauf gemäß Abb. 19 mit einer CO<sub>2</sub> - Einsparung von ca. 46 %.

<sup>3</sup> Erdgas: 0,25 kg/kWh, KWK-Wärme 0,2 kg/kWh

Noch deutlicher ist der Erfolg bei einer Betrachtung des **Primärenergie**einsatzes (Energieträger inkl. Vorkette) erkennbar. Festgelegt ist für dessen Berechnung ein so genannter Primärenergiefaktor (Pe – Faktor)<sup>4</sup>. Dieser ist bei der Verbrennung von Erdgas in einem BHKW aufgrund der effizienten Energieträgernutzung und der Berücksichtigung des erzeugten Stroms (Stromgutschrift) geringer als der von Erdgas bei herkömmlicher Verbrennung.

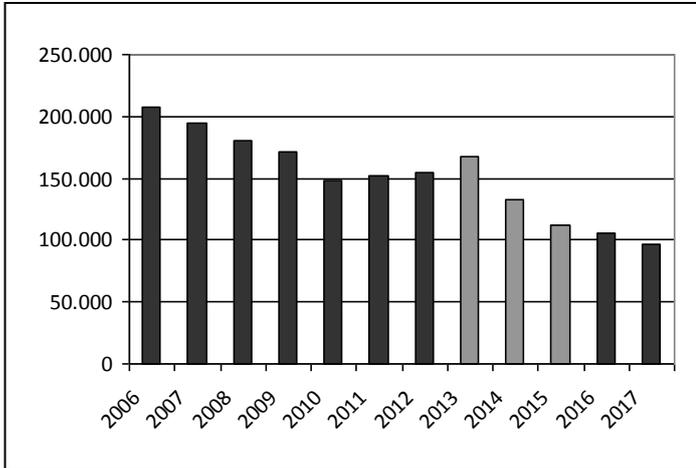


Abb. 19: CO<sub>2</sub>-Emissionen des Wärmeenergieverbrauchs im Rathaus in kg/a

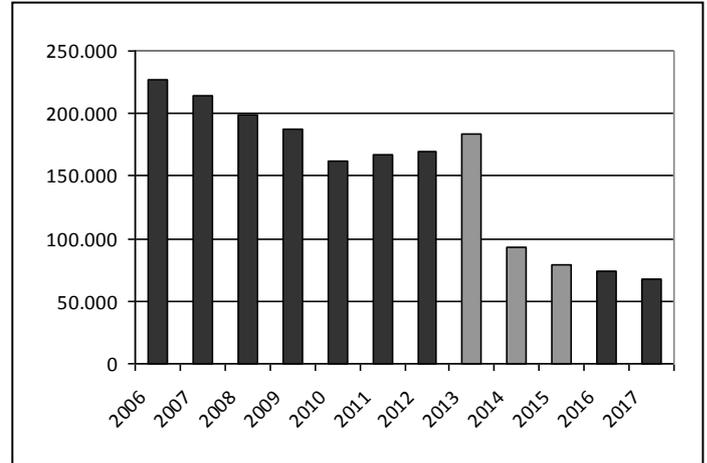


Abb. 20: CO<sub>2</sub>-Emissionen des Wärmeenergieverbrauchs im Rathaus in kg/a (bei Betrachtung der Primärenergie)

Bei Berücksichtigung des Pe – Faktors ergibt sich sogar eine CO<sub>2</sub>–Reduktion um 66 %. Die prognostizierte CO<sub>2</sub>–Reduktion um mehr als 50 % konnte somit nachweislich übertroffen werden. Abb. 20 zeigt den Verlauf der CO<sub>2</sub>–Emissionen seit 2006 in Bezug auf den Primärenergieeinsatz

Insgesamt wird bei der Betrachtung des Wärmeenergieverbrauchs im Rathaus deutlich, dass der Austausch alter Technik gegen hocheffiziente Technologien einen großen Beitrag zu Effizienzsteigerung, Energieeinsparung und CO<sub>2</sub>–Reduktion leistet.

Die Entwicklung des **Stromverbrauchs** in den Jahren seit 2013 basiert in Teilen lediglich auf einer Annahme.

Zufällig wurde Ende 2017 das Fehlen eines (im Jahr 2012 entfernten) Hauptzählers bemerkt. Die Neuinstallation des Hauptzählers, der den Stromverbrauch des historischen Rathauses erfasst, erfolgte am 15. Dezember 2017. Für die Zeit zwischen dem Ausbau des alten Zählers sowie der Neuinstallation Ende 2017 liegen somit keine Verbrauchswerte vor.

Abb. 21 zeigt den bisher im Rathauskomplex (bestehend aus Rathausblock, historischem Rathaus und Rechenzentrum) erfassten und abgerechneten Stromverbrauch, der aufgrund der oben geschilderten Tatsache allerdings für die Jahre ab 2103 nicht als repräsentativ zu bezeichnen ist:

<sup>4</sup> festgelegt in der Energieeinsparverordnung (EnEV), Pe – Faktor Erdgas: 1,1; Nahwärme aus KWK 0,7 (für Wärme im Rathaus von swt bestätigt)

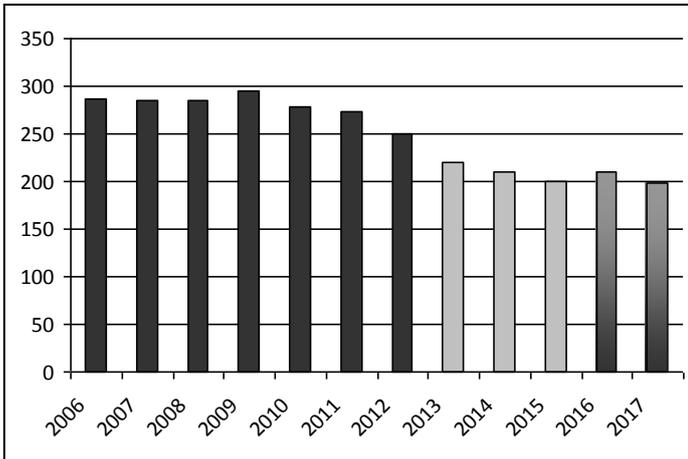


Abb. 21: Stromverbrauch im Rathauskomplex (ohne den fehlenden Hauptzähler) in MWh/a

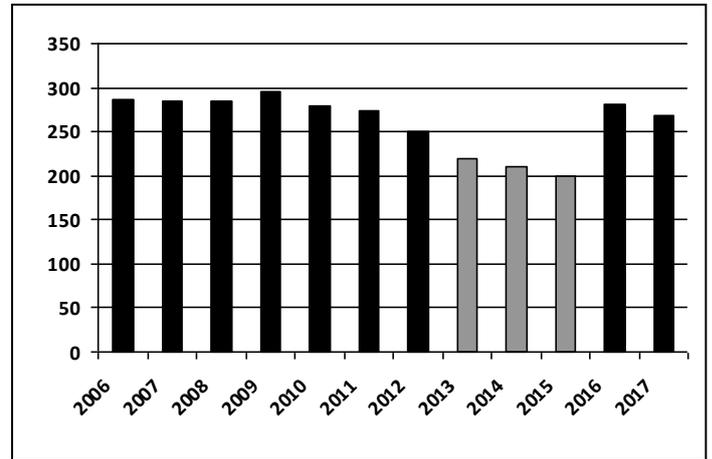


Abb. 22: Gesamtstromverbrauch (für die Jahre 2016 + 2017 rechnerisch ermittelt) im Rathauskomplex in MWh/a

Die Hochrechnung der bisher vom neuen Zähler erfassten Verbrauchswerte ergibt einen zusätzlichen jährlichen Stromverbrauch von ca. 70.000 kWh zusätzlich.

Addiert man diesen rechnerisch ermittelten Wert des neuen Zählers in den Jahren 2016 und 2017 zu den tatsächlich gemessenen Werten hinzu, ergäbe sich ein Verbrauchsverlauf wie ihn Abb. 22 zeigt.

Somit sank der Stromverbrauch vermutlich um ca. 3 % (Mittelwert der Jahre 2006 bis 2008 im Vergleich zum Mittelwert der Jahre 2016/2017).

Um die tatsächlichen Werte und deren Entwicklung zu erhalten, müssen die neu erfassten Verbrauchswerte im historischen Rathaus in der kommenden Zeit regelmäßig ausgewertet werden.

## (VI) Verbrauchsentwicklung – Stadtbücherei, Hauptstelle

**Strom:** In den Jahren von 2006 bis 2015 sind kaum Änderungen bei den Verbrauchswerten zu erkennen. Im Jahr 2016 erfolgte dann die Sanierung der Beleuchtung bzw. der Umstieg auf LED. Dieser Einfluss ist im Jahr 2017 das erste Mal voll erkennbar, daher ist im Folgenden der Zeitraum bis einschließlich 2017 dargestellt.

Die Umstellung der Beleuchtung in der Stadtbücherei ist ein gutes Beispiel für die Wirksamkeit und die Wirtschaftlichkeit von Effizienzmaßnahmen.

**Durch den Umbau sind der Stromverbrauch und damit die Kosten 2017 im Vergleich zum Mittelwert der Jahre 2006 – 2008 um ca. 46 % gesunken.**

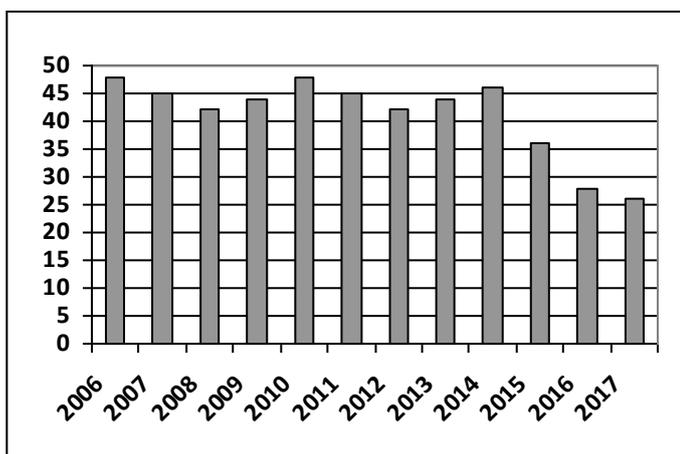


Abb. 23: Stromverbrauch der Stadtbücherei in MWh/a

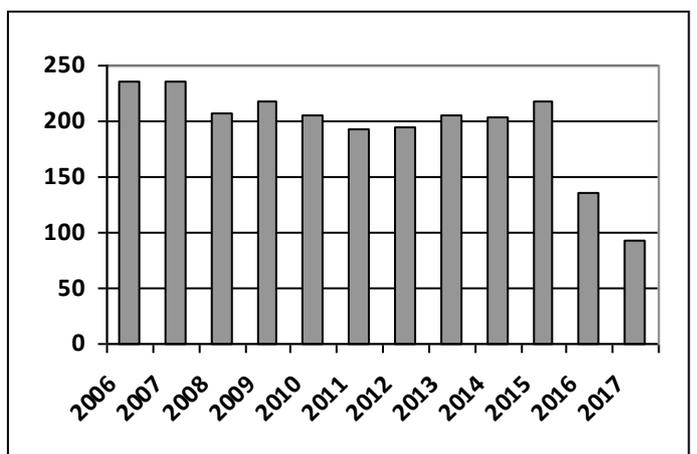


Abb. 24: Wärmeverbrauch der Stadtbücherei in MWh/a

**Wärme:** Die starke Reduzierung des Wärmeverbrauchs kommt durch eine fehlerhafte Installation des Wärmemengenzählers durch den Versorger zustande, die Werte sind daher nicht repräsentativ. Der spezifische Wärmebedarf liegt mit 116 kWh/m<sup>2</sup>/Jahr (Mittelwert 2013-2015) weit über den Grenz- und Zielwerten des eea und dem dena Vergleichswert. Um hier entgegenzuwirken muss umfassend energetisch saniert werden.

## (VII) Verbrauchsentwicklung - Mehrzweckhallen

### • Mehrzweckhalle (MZH) Pfrondorf

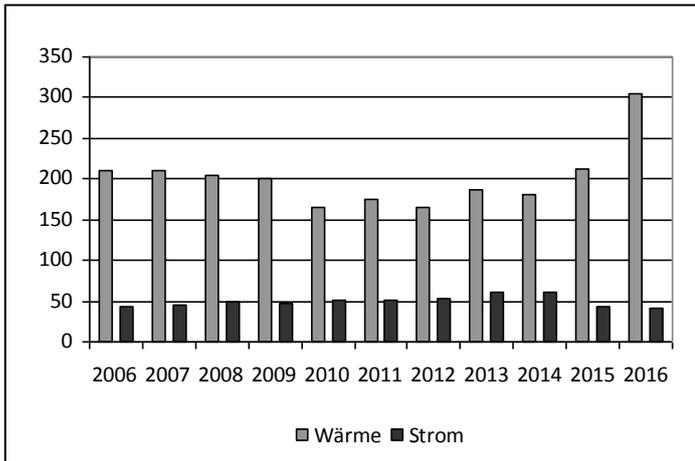


Abb. 25: Gesamtenergieverbrauch der MZH Pfrondorf in MWh/a

stellung der Hygiene zu erklären.

In der MZH Pfrondorf ist insgesamt ein Strommehrverbrauch von 4 % zu verzeichnen. Dieser ist allerdings bedingt durch einen Anstieg in den Jahren 2010 bis 2014. Seit 2015 sinkt der Verbrauchswert durch die Umstellung der Beleuchtung auf LED.

Der Wärmeverbrauch sank im Mittel um knapp 12 %, allerdings steigt der Verbrauch seit 2013 kontinuierlich leicht an und lag 2016 auf einem sehr hohen Niveau (45 % über dem Mittelwert der Jahre 2006 – 2008). Gründe für die allgemeine Steigerung sind eine verstärkte Auslastung/Nutzung der Halle. Der deutliche Anstieg im Jahr 2016 ist wahrscheinlich durch die erforderliche Trinkwarmwasserspülung wegen Legionellen-Problemen und die weiteren notwendigen Maßnahmen zur Sicher-

### • Rammerthalle Weilheim

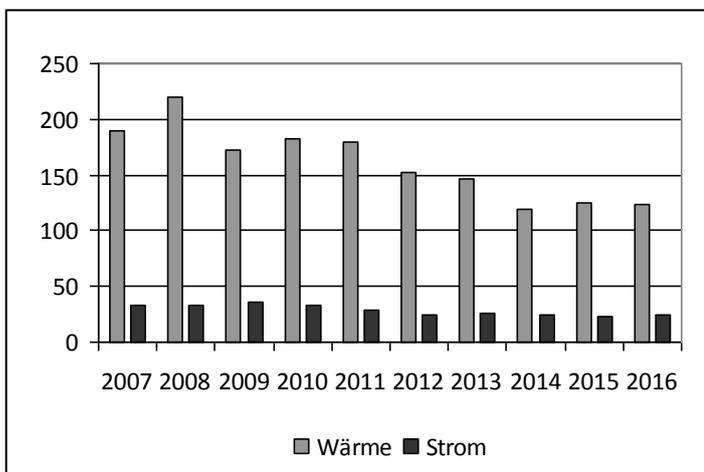


Abb. 26: Gesamtenergieverbrauch der Rammerthalle Weilheim in MWh/a

In der Rammerthalle in Weilheim sind sowohl beim Strom (30 %) als auch bei der Wärme (37 %) hohe Einsparungen erzielt worden. Als Vergleichswert wurde hier der Mittelwert der Jahre 2007 – 2009 verwendet, da die Verbrauchsdaten für 2006 unklar sind. Der Grund für die hohe Energieeinsparung liegt hier vor allem in der konsequenten Umsetzung der Energieleitlinie.

## (VIII)Empfehlungen

Generell ist ein Fortführen der Vorgaben der Energieleitlinie sinnvoll.

Folgende konkrete Empfehlungen lassen sich aus Sicht des Energiecontrollings ableiten:

### 1. (technische) gebäudespezifische Empfehlungen:

- **Lüftung:** Eine zeitnahe Sanierung ist aus energetischer Sicht in folgenden Objekten notwendig:
  - Sporthalle Uhlandstraße
  - Hügelschule
  - Turn- und Festhalle Hirschau
  - GSS
- **Gebäudetechnik:** Um die Gebäude besser betreuen zu können, ist generell für große Gebäude folgendes zu empfehlen:
  - Einsatz von Gebäudeleittechnik (GLT) zur zentralen Überwachung
  - Ersatz alter oder Installation neuer MSR Technik (Messen, Steuern, Regeln), um einen optimalen Anlagenbetrieb zu gewährleisten
- **Beleuchtung:** laufend und bei Sanierungen soll ein Ersatz durch LED erfolgen, alle Objekte
- **energetische Sanierung:** Aufgrund hoher Wärmeverluste empfiehlt sich das Erstellen von Sanierungskonzepten und die anschließende energetische Sanierung in allen Gebäuden, die hohe spezifische Verbrauchswerte aufweisen, z. B.: Grundschule Wanne, Turn- und Festhalle Hirschau, Hügelschule.

Bei Sanierungs- und Erweiterungs-Vorhaben (z. B. Einbau von Mensen) sollte ein Zielwert festgelegt (z. B. Strom- und Wärmeenergieverbrauch nach der Sanierung in kWh/m<sup>2</sup>), der – so wie z. B. die finanziellen Auswirkungen des Vorhabens – Bestandteil der Vorlage zum Sanierungs-/Baubeschluss wird. Denn im bisherigen System lässt sich oft nur ein Effekt von Sanierungs- oder Erweiterungs-Maßnahmen, aber nicht die Effektivität der Maßnahme benennen. Damit können folgende Maßnahmen ggf. optimiert und eine Anpassung und Optimierung des Gebäudebetriebs in den Jahren nach der Sanierung bzw. Erweiterung ermöglicht werden.

### 2. allgemeine Empfehlungen:

- **langfristige Sanierungsplanung:** Ziel der langfristigen Sanierungsplanung ist eine starke Reduktion der Verbrauchswerte in Verwaltungsgebäuden und anderen kommunalen Funktionsgebäuden. Eine Umstellung des Energieträgers bzw. die Einsatzmöglichkeiten erneuerbarer Energien sollte dabei immer mit überprüft werden. Das Erstellen von Sanierungsfahrplänen für kommunale Gebäude wird momentan mit bis zu 80 % gefördert. Nach Möglichkeit sollte diese Förderung genutzt werden.
- **Schulungen/Nutzersensibilisierung:**
  - regelmäßiges Angebot an alle Mitarbeiter (Informationen und Veranstaltungen zu Energieeinsparung)
  - Verteilung von Informationen zu Energie – und Klimazielen bei Neueinstellungen, um den Stellenwert von Energieeinsparung und Klimaschutz bei der Stadt Tübingen deutlich zu machen
  - Energiesparveranstaltungen für Azubis weiterführen
  - Einführung in die jeweilige Haustechnik und die Vorgaben der Energieleitlinie von neuen technischem Personal/Hausmeistern mit Folgebesuch durch den Energiebeauftragten.

- Sensibilisierungskampagnen für Hausmeister ausbauen
  - Erstellen eines Leitfadens für Verwaltungsmitarbeiter, Thema: energiesparendes Verhalten am Arbeitsplatz
3. **Softwarenutzung:** Die Erfassung und Analyse der Energieverbrauchswerte erfolgt mittels einer kostenpflichtigen, webbasierten Energiemanagement-Software. Zur Prozessoptimierung sind notwendig:
- eine zeitnahe Ursachenanalyse bei Abweichungen von Vormonats- oder Vorjahreswerten,
  - ggf. ein Beheben der Ursache und
  - die Dokumentation von geplanten und durchgeführten Maßnahmen (zur besseren Nachvollziehbarkeit von Änderungen im Verbrauch) in der Software.

**Anhang 1: Nettogeschoß-Flächen 2010 – 2016 in m<sup>2</sup>**

Flächen (NGF) in m <sup>2</sup>							
Gebäude	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Aischbachschule mit Turnhalle	2.747	2.762	2.762	2.762	2.762	2.762	2.762
Albert-Schweitzer-Realschule	3.758	3.758	3.758	3.758	3.758	3.758	3.758
Carlo-Schmid-Gymnasium incl. Bü und TG	6.342	6.342	6.342	6.342	6.342	6.342	6.342
Feuerwehr Stadtmitte	2.928	2.928	2.928	2.928	2.928	2.928	2.928
Französische Schule mit Gymnastikraum	3.167	3.167	3.167	3.167	3.167	3.167	3.167
FW-Haus Unterjesingen	360	360	360	360	360	360	360
Geschwister-Scholl-Schule	12.016	12.016	12.016	12.016	12.016	12.016	12.016
Grundschule Bühl	1.666	1.666	1.666	1.666	1.666	1.666	1.666
Grundschule Hagelloch	664	664	664	664	664	664	664
Grundschule Hirschau	1.596	1.596	1.596	1.596	1.596	1.596	1.596
Grundschule Pfrondorf	1.483	1.483	1.483	1.483	1.483	1.483	1.483
Grundschule Unterjesingen	1.314	1.314	1.314	1.314	1.314	1.314	1.314
Grundschule Wanne	2.072	2.072	2.072	2.072	2.072	2.072	2.072
Grundschule WHO	1.495	1.495	1.495	1.495	1.495	1.495	1.495
GS Winkelwiese und SH	1.634	1.634	1.634	1.634	1.634	1.634	1.634
Hermann-Hepper-Turnhalle	2.156	2.156	2.156	2.156	2.156	2.156	2.156
Rathauskomplex							
- historisches Rathaus (inkl. Rechenzentrum)	2.851	2.851	2.851	2.851	2.851	2.851	2.851
- Rathausblock	1.173	1.173	1.173	1.397	1.397	1.397	1.397
Hügelschule	1.927	1.927	1.927	1.927	1.927	1.927	1.927
Kepler-Gymnasium	8.573	8.573	8.573	8.573	8.573	8.573	8.573
Kulturamt	688	688	688	688	688	688	688
Kunsthalle	2.023	2.023	2.023	2.023	2.023	2.023	2.294
Lindenbrunnenpavillon	1.055	1.055	1.055	1.055	0	2.535	2.535
Ludwig-Krapf-Schule inklusive Turnhalle	1.063	1.063	1.063	1.063	1.063	1.063	1.063
Mehrzweckhalle Pfrondorf	1.451	1.451	1.451	1.451	1.451	1.451	1.451
Turnhalle Unterjesingen	535	1.275	1.275	1.275	1.275	1.275	1.275
Pestalozzischule	2.068	2.068	2.068	2.068	2.068	2.068	2.068
Rammerthalle Weilheim	837	837	837	837	837	837	837
Silcherschule	2.762	1.762	1.762	1.762	1.762	1.762	1.762
Spielhalle und GyU neu Uhlandstraße	1.063	1.063	1.063	1.063	4.619	4.619	4.619
Sporthalle Uhlandstraße	2.547	2.547	2.547	2.547	2.547	2.547	2.547
Stadtbücherei	1.803	1.803	1.803	1.803	1.803	1.803	1.803
Technisches Rathaus	3.929	3.929	3.929	3.929	3.929	3.929	3.929
Turn- u. Festhalle Hirschau	1.113	1.113	1.113	1.113	1.113	1.113	1.113
Turnhalle Feuerhägle	2.068	2.068	2.068	2.068	2.068	2.068	2.068
Turnhalle Hügelschule	512	512	512	512	512	512	512
Turnhalle Hagelloch	802	802	802	802	802	802	802
Turnhalle Silcherschule	575	575	575	575	575	575	575
Turnhalle WHO	2.073	2.073	2.073	2.073	2.073	2.073	2.073
Uhlandgymnasium	3.649	3.649	3.649	3.195	3.195	3.195	3.195
Walter-Erbe-Realschule	4.249	4.249	4.249	4.249	4.249	4.249	4.249
Wildermuth-Gymnasium	7.344	7.344	7.344	7.344	7.344	7.344	7.344
<b>Gesamtfläche m<sup>2</sup></b>	<b>104.131</b>	<b>103.886</b>	<b>103.886</b>	<b>103.656</b>	<b>106.157</b>	<b>108.692</b>	<b>108.963</b>

**Anhang 2: Wärmeverbrauch (witterungsbereinigt) in MWh/a**

<b>Verbrauch Wärme, witterungsbereinigt in MWh</b>											
<b>Gebäude</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
Aischbachschule mit Turnhalle	497	386	385	267	122	107	96	89	74	72	85
Albert-Schweitzer-Realschule	338	326	295	298	290	283	341	285	261	266	258
Carlo-Schmid-Gymnasium incl. Bü und TG	598	642	424	501	420	420	484	482	394	434	477
Feuerwehr Stadtmitte	417	367	459	447	384	299	370	357	368	437	431
Französische Schule mit Gmnastikraum	303	299	277	241	228	223	189	217	200	253	199
FW-Haus Unterjesingen				17	20	14	10	10	9	14	20
Geschwister-Scholl-Schule	1.501	1.125	740	798	672	713	761	691	645	769	901
Grundschule Bühl	155	141	253	161	97	92	101	99	97	107	114
Grundschule Hagelloch	112	95	71	73	73	76	72	73	66	65	68
Grundschule Hirschau	244	249	206	210	149	130	110	112	110	104	118
Grundschule Pfrondorf	203	203	179	170	76	42	43	43	37	39	41
Grundschule Unterjesingen	158	121	240	178	160	172	165	155	175	157	180
Grundschule Wanne	279	288	241	240	197	196	223	221	201	250	240
Grundschule WHO	167	143	140	161	115	124	117	184	150	166	147
GS Winkelwiese und SH				175	185	214	192	201	185	177	182
Hermann-Hepper-Turnhalle	387	393	342	300	276	271	248	291	237	284	250
Hügelschule	263	245	239	188	183	181	156	196	206	203	242
Kepler-Gymnasium	834	832	835	824	769	666	444	534	484	572	630
Kulturamt	89	88	78	81	77	72	73	77	77	81	51
Kunsthalle	436	400	403	398	413	434	608	611	619	705	267
Lindenbrunnenpavillon	123	118	98	110	97	95	92	54	0	104	96
Ludwig-Krapf-Schule mit Turnhalle	162	135	195	154	141	126	140	132	130	139	155
Mehrzweckhalle Pfrondorf	211	211	205	201	165	175	165	186	181	213	304
Turnhalle Unterjesingen				73	78	74	72	64	72	62	84
Pestalozzischule	214	194	166	168	187	141	174	178	155	164	187
Rammerthalle Weilheim	42	190	219	173	183	179	152	147	119	125	124
Rathauskomplex											
- historisches Rathaus (inkl. Rechenzentrum)	512	465	447	429	376	359	343	436	423	311	295
- Rathausblock	316	315	277	255	215	249	274	233	243	252	235
Silcherschule	313	220	187	196	200	192	193	233	230	219	205
Spielhalle und GyU neu Uhlandstraße	174	133	168	152	160	173	77		46	113	113
Sporthalle Uhlandstraße	522	572	248	469	395	375	338	345	332	376	381
Stadtbücherei	236	235	207	217	206	192	195	206	204	217	136
Technisches Rathaus	503	431	452	462	450	431	431	428	498	485	
Turn- u. Festhalle Hirschau	266	274	258	259	245	257	236	238	241	237	243
Turnhalle Feuerhäggle	244	241	188	215	176	176	175	178	168	169	168
Turnhalle Hügelschule	69	65	82	76	77	135	98	74	46	77	104
Turnhalle Hagelloch	136	115	112	104	61	51	56	43	52	55	56
Turnhalle Silcherschule	100	70	120	128	101	127	101	88	77	73	85
Turnhalle WHO	216	208	350	358	322	299	119	102	99	123	120
Uhlandgymnasium	582	489	482	451	418	412	393	374	310	323	185
Walter-Erbe-Realschule	469	452	458	413	362	397	270	313	273	310	344
Wilderdmuth-Gymnasium	902	863	531	289	284	293	263	308	274	291	350
<b>Gesamtverbrauch</b>	<b>13.292</b>	<b>12.338</b>	<b>11.259</b>	<b>11.080</b>	<b>9.803</b>	<b>9.637</b>	<b>9.159</b>	<b>9.289</b>	<b>8.767</b>	<b>9.592</b>	<b>8.872</b>

**Anhang 3: Stromverbrauch in MWh/a**

Verbrauch Strom in MWh											
Gebäude	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Aischbachschule mit Turnhalle	40	38	37	45	44	47	49	50	51	50	53
Albert-Schweitzer-Realschule	78	79	72	81	77	70	69	73	69	69	73
Carlo-Schmid-Gymnasium incl. Bü und TG	166	157	191	188	168	189	176	181	176	167	149
Feuerwehr Stadtmitte	151	141	150	168	170	159	141	149	157	171	161
Französische Schule mit Gmnastikraum	42	41	38	36	33	29	29	33	33	54	65
FW-Haus Unterjesingen			4	5	5	5	5	5	6	5	5
Geschwister-Scholl-Schule	444	427	315	355	338	294	307	318	323	299	323
Grundschule Bühl	18	36	14	13	12	13	11	12	12	12	13
Grundschule Hagelloch	13	13	9	12	14	11	13	14	13	13	12
Grundschule Hirschau	16	21	21	17	12	13	15	14	15	16	15
Grundschule Pfrondorf	15	15	13	13	11	8	9	9	10	12	14
Grundschule Unterjesingen	20	23	23	22	22	14	13	14	13	15	15
Grundschule Wanne	22	29	28	27	29	25	35	28	25	27	27
Grundschule WHO	20	20	20	19	16	15	15	18	15	13	14
GS Winkelwiese und SH			14	16	15	12	11	15	17	18	18
Hermann-Hepper-Turnhalle	81	99	91	99	78	79	80	80	76	91	90
Hügelschule	30	32	35	37	36	38	42	37	41	40	43
Kepler-Gymnasium	126	120	179	262	262	262	240	248	254	278	256
Kulturamt	28	28	27	26	25	23	23	22	24	19	17
Kunsthalle	289	275	288	321	302	303	342	313	359	300	38
Lindenbrunnenpavillon	12	10	11	12	11	11	12	7	0	36	56
Ludwig-Krapf-Schule		15	16	18	17	19	20	18	19	17	16
Mehrzweckhalle Pfrondorf	44	45	49	47	52	51	53	60	60	44	41
Turnhalle Unterjesingen			7	8	7	8	8	8	8	8	8
Pestalozzischule	32	31	43	47	45	50	49	45	41	37	34
Rammerthalle Weilheim	30	33	33	36	33	29	25	26	24	23	24
Rathauskomplex											
- historisches Rathaus	158	154	152	158	146	113	56	16	17	17	15
- Rathausblock	128	132	132	137	133	160	161	49	48	42	43
- Rechenzentrum								155	146	141	153
Silcherschule	55	53	63	61	49	50	48	40	37	31	29
Spielhalle und GyU neu Uhlandstraße	24	34	32	32	40	41	12		64	173	228
Sporthalle Uhlandstraße	182	162	176	187	194	167	153	153	162	190	181
Stadtbücherei	50	49	48	49	48	45	42	44	46	36	28
Technisches Rathaus	112	100	95	93	91	87	82	91	95	89	89
Turn- u. Festhalle Hirschau	12	15	15	19	23	20	14	17	16	17	17
Turnhalle Feuerhäggle	43	50	50	44	44	42	32	40	45	48	50
Turnhalle Hügelschule	8	8	9	10	10	10	11	10	11	11	12
Turnhalle Hagelloch	13	13	16	14	13	11	12	12	12	11	10
Turnhalle Silcherschule	18	18	21	20	16	17	16	13	12	10	10
Turnhalle WHO	75	81	175	130	71	101	99	106	109	117	128
Uhlandgymnasium	74	77	70	78	65	67	64	59	50	30	10
Walter-Erbe-Realschule	162	153	57	55	51	44	43	46	45	44	45
Wildermuth-Gymnasium	174	153	145	127	124	122	117	119	110	119	119
<b>Gesamtverbrauch</b>	<b>3.004</b>	<b>2.979</b>	<b>2.985</b>	<b>3.143</b>	<b>2.951</b>	<b>2.876</b>	<b>2.750</b>	<b>2.767</b>	<b>2.863</b>	<b>2.961</b>	<b>2.748</b>