# Energiebericht 2000-2018

der städtischen Liegenschaften der Stadt Weilheim i.OB

Liegenschaftsmanagement, Marco Schwentzek, 03.03.2020

# Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung ..... 2

2. Ist-Zustand der städtischen Liegenschaften ..... 4
   2.1. Wärme ..... 4
   2.2. Strom ..... 6
   2.3. Wasser ..... 9
   2.4. Zusammenfassung der Wärme-, Strom- und Wasserverbräuche sowie deren Kosten ..... 11
   2.5. Spezifische Verbräuche ..... 13
   2.6. Eingesetzte Energieträger ..... 15

3. Vergleich der städtischen Liegenschaften mit Forderungen und Zielen der Bundesregierung ..... 17

4. Straßenbeleuchtung ..... 18

5. PV-Anlagen ..... 19
   5.1. PV-Anlage Stadthalle ..... 19
   5.2. PV-Anlage Rathaus ..... 19
   5.3. Restliche PV-Anlagen ..... 20

6. Maßnahmenkatalog der städtischen Liegenschaften ..... 21
   6.1. Allgemeine Maßnahmen ..... 21
   6.2. Spezifische Maßnahmen ..... 22

## Energiebericht der städtischen Liegenschaften der Stadt Weilheim i.OB

Der Energiebericht dient der Darstellung der energetischen Situation der städtischen Liegenschaften der Stadt Weilheim der Jahre 2000 bis 2018 und der Ableitung entsprechender Maßnahmen. Eine detailliierte Verbrauchsauswertung ist im Folgenden für das Jahr 2018 dargestellt. Leider lagen zum Fertigstellungszeitpunkt wesentliche Verbrauchsrechnungen des Jahres 2019 vom Energieversorger noch nicht vor. Somit wurde die Bilanzgrenze bis zum Jahr 2018 gezogen.

## 1. Einleitung

Als zentrales Instrument zur Kosten- und Verbrauchskontrolle dient das kommunale Energiemanagement. Das kommunale Energiemanagement der Stadt Weilheim umfasst mehrere Säulen wie in **Abbildung 1** dargestellt. Es beinhaltet die Optimierung von Anlagen durch bedarfsgerechte Einstellung, die Erneuerung von technischen Anlagen, Vertragswesen, Nachhaltigkeit bei Neu- und Umbau, Information & Öffentlichkeitsarbeit sowie die Motivation & Sensibilisierung von Gebäudenutzern.

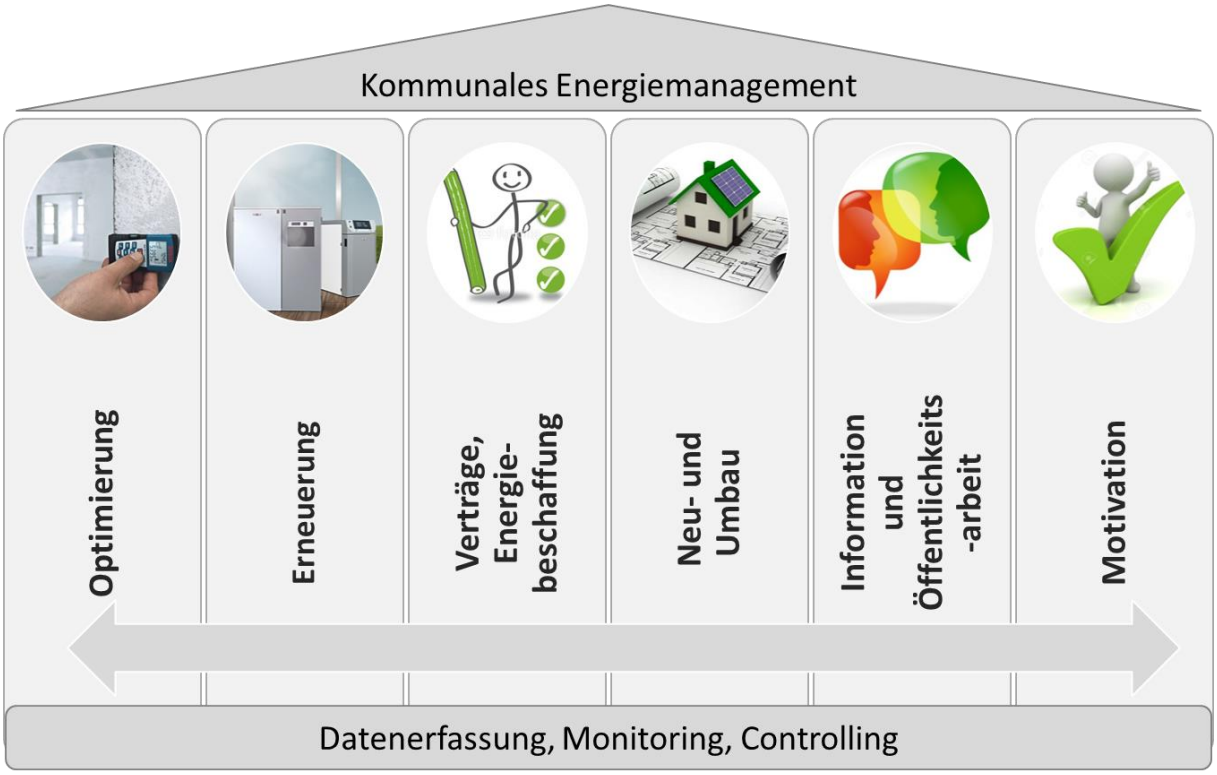


**Abbildung 1:** Kommunales Energiemanagement der Stadt Weilheim

Seit einigen Jahren erfolgt eine Datenerfassung der Strom-, Wasser- und Wärmezähler der städtischen Liegenschaften. Somit wurde bereits erfolgreich begonnen die energetische Situation zu dokumentieren. Seit 2014 werden die Daten zusätzlich monatlich miteinander verglichen und entsprechende Maßnahmen bei Abweichungen getroffen. Dieser erfolgreiche Prozess der Datenerfassung, Analyse und der Festlegung von Maßnahmen ist ein laufender Prozess, der regelmäßige Kontrolle durch entsprechendes Personal voraussetzt. Es hat sich vermehrt gezeigt, dass

durch Kenntnis von abweichenden Werten und umgehendes Handeln entsprechende Missstände behoben werden können. Die manuelle Erfassung, Dokumentation und Kontrolle erfordert einen erheblichen zeitlichen Aufwand. Der Einbau von automatisierten Zählern und einem entsprechendem Software-Programm könnte neben der Reduzierung des zeitlichen Aufwands auch die Auswertungstiefe verbessern und erhöhte Verbräuche unmittelbar aufzeigen.

Die Optimierung der Betriebstechnik durch eine bedarfsgerechte Einstellung wie Nacht- und Wochenendabsenkung oder Berücksichtigung von Ferienzeiten kann durch gering investiven Aufwand umgesetzt werden, dies wird laufend angepasst.

Energetische Sanierungen und größere Modernisierungsmaßnahmen haben größere Einsparungen zur Folge, allerdings werden hierdurch erhöhte technische Anforderungen an Gebäude und Beteiligte gestellt. Die bedarfsgerechte Abstimmung der technischen Anlagen wie Lüftungsanlagen, Klimatisierung und Heizungstechnik ist ein zentraler Bestandteil um Verbräuche zu verstehen und Abläufe zu optimieren. Somit ist es sinnvoll bereits in frühen Stadien des Entscheidungsprozesses entsprechendes Personal einzubinden, um nachhaltig Energie zu sparen.

Finanzielle Einsparmöglichen ergeben sich im Vertragswesen durch Tarifanpassungen, Anbieterwechsel oder auch bei detaillierter Rechnungsprüfung. Beispielsweise konnten die Vertragsbedingungen des Wärmeliefervertrags für die Mittelschule mit der Krankenhaus Weilheim-Schongau GmbH durch einen reduzierten Wärmepreis und angepasste technische Lieferbedingungen langfristig verbessert werden.

Die regelmäßige Information und Transparenz von aktuellen Verbräuchen, Maßnahmen, Einsparungen oder Änderungen ist ein Grundstein eines nachhaltigen Energiemanagements.

Die wesentliche Voraussetzung -aber auch in der Praxis die schwierigste Hürde- für erfolgreiche und nachhaltige Energieeinsparungen stellt die Motivation und Information von Gebäudenutzern und Hausmeistern dar. Entsprechende Einsparungen können nur gemeinsam umgesetzt werden.

Der folgende Bericht soll in kompakter Weise einen Überblick über die Energieverbräuche und die entsprechenden Energiekosten der städtischen Liegenschaften zeigen.

## 2. Ist-Zustand der städtischen Liegenschaften

### 2.1. Wärme

Seit der energetischen Datenaufnahme im Jahr 2000 sind unterschiedliche Trends zu erkennen. Die stetige Sanierung städtischer Liegenschaften hat eine Reduzierung des Wärmeverbrauchs zur Folge. Energetische Sanierungen an der Mittelschule und der Hardtschule oder auch der Einbau einer hocheffizienten Pelletheizung im Vereinsheim Unterhausen machen sich nachhaltig bemerkbar. Neben der Reduzierung des Wärmeverbrauchs steigt auch der Anteil an regenerativen Energieträgern deutlich an. In **Abbildung 2** ist der rückgängige Wärmeverbrauch der letzten Jahre zu erkennen. Die Wärmekosten sind trotz steigender spezifischer Energiekosten seit einigen Jahren aufgrund der energetischen Sanierungen leicht fallend.

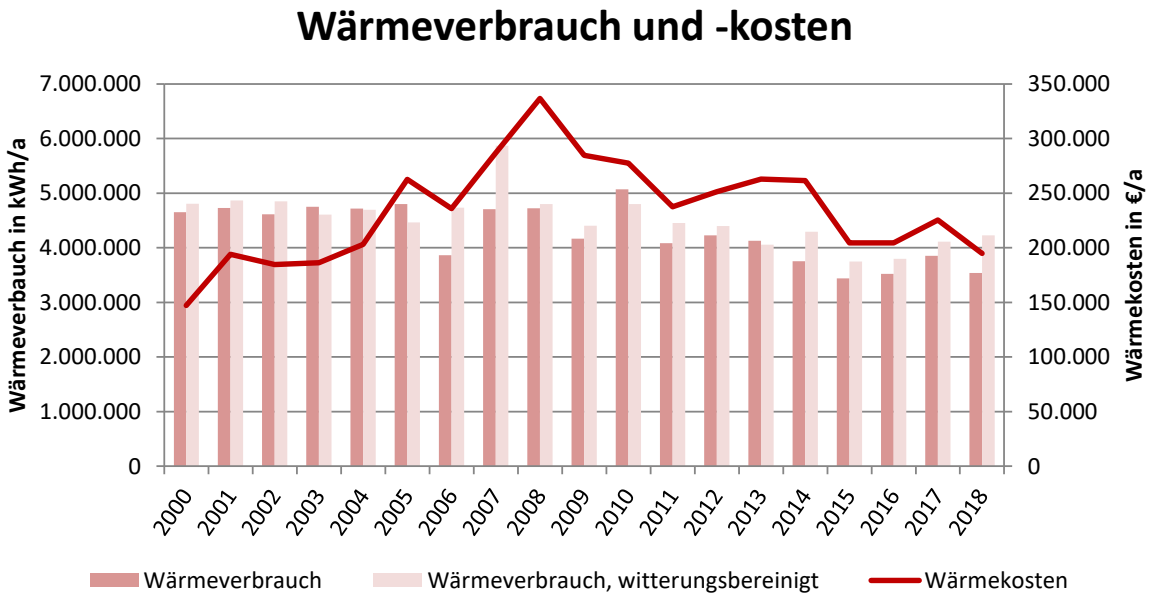


**Abbildung 2:** Wärmeverbrauch und -kosten der städtischen Liegenschaften (2000-2018)

Der witterungsbereinigte Wärmeverbrauch der städtischen Liegenschaften beträgt im Jahr 2018 etwa 4.230.000 kWh/a und hat damit einen Anteil von ca. 83,4 % am Gesamtenergieverbrauch (Wärme- und Stromverbrauch 2014: 5.070.000 kWh/a).

In **Abbildung 6** und **Abbildung 7** sind die Wärmeverbräuche der einzelnen Liegenschaften der Stadt Weilheim dargestellt. Hierbei erfolgte eine nutzungsabhängige Kategorisierung in unterschiedliche Gebäudetypen. Der Großteil der Wärme wird in den Schulgebäuden verbraucht und beläuft sich aktuell auf ca. 38,1 % (1,63 MWh/a), gefolgt von den Vereinsheimen/ Erwachseneneinrichtungen mit 13,0 % (0,55 MWh/a), den Veranstaltungsgebäuden mit 12,4 % (0,53 MWh/a), den Kinderbetreuungseinrichtungen mit 11,5 % (0,49 MWh/a), den Verwaltungsgebäuden mit 10,7 % (0,46 MWh/a; davon 0,35 MWh/a im Rathaus) und den Feuerwehrgebäuden mit 9,2 % (0,39 MWh/a; davon 0,34 MWh/a in FFW WM). Die restlichen Kategorisierungstypen Kultureinrichtungen mit 4,1 % (0,17 MWh/a), die Gemeinschaftsunterbringungen und die Sonstigen Gebäude haben nur einen

geringen Anteil am Gesamtwärmeverbrauch (0,04 MWh/a).

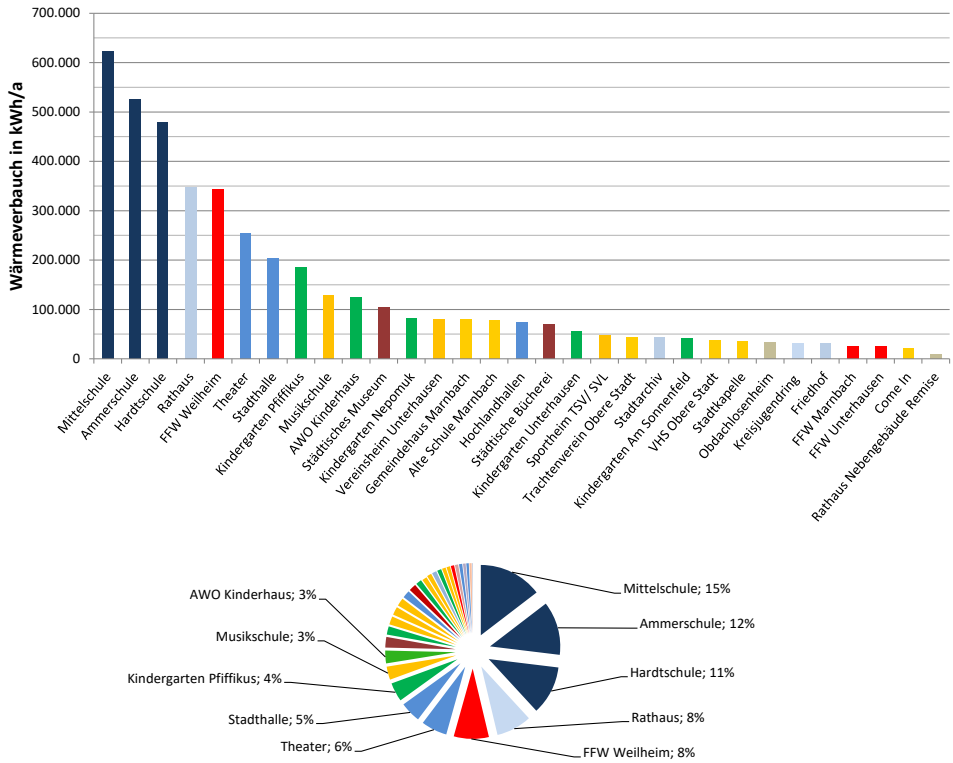


**Abbildung 3:** Wärmeverbrauch der städtischen Liegenschaften (2018)

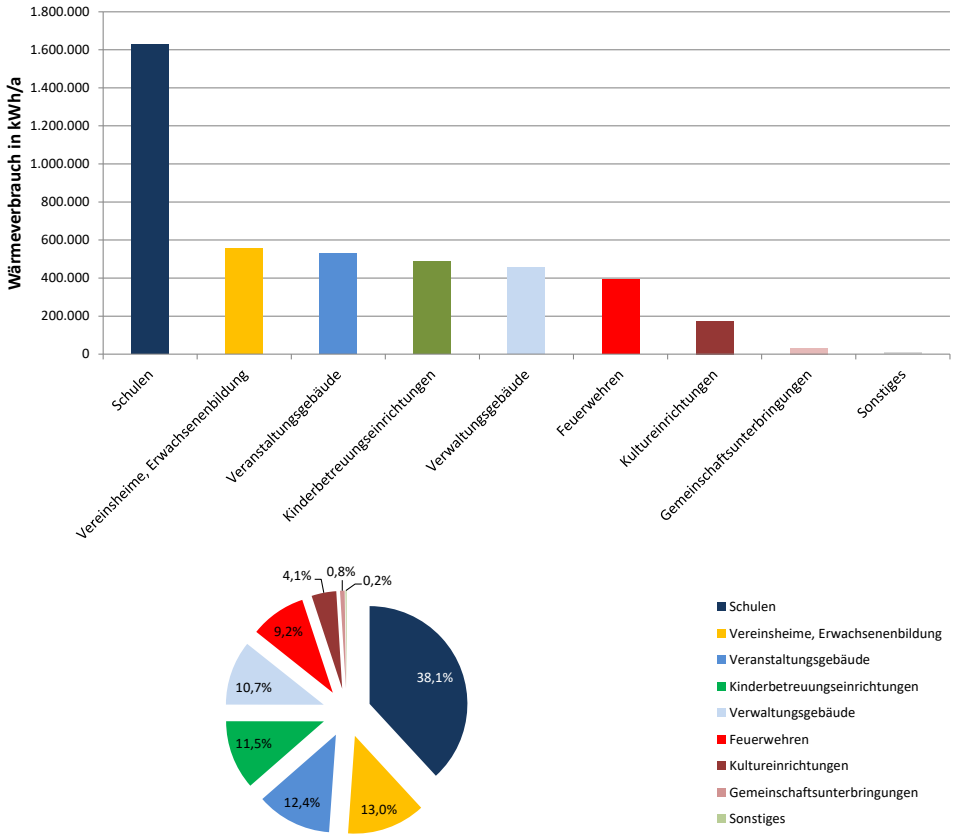


**Abbildung 4:** Wärmeverbrauch der Liegenschaften aufgeteilt nach Nutzung (2018)

## 2.2. Strom

Der Stromverbrauch nimmt von 2000 bis 2010 aufgrund des erhöhten Bedarfs an technischen Geräten wie etwa geforderten Lüftungsanlagen oder notwendigen Mess- und Steuerungsanlagen und auch aufgrund des Alters installierter technischer Anlagen zu (siehe **Abbildung 5**). Seit 2011 ist ein leichter Rückgang zu erkennen. Maßnahmen zur Reduzierung des gestiegenen Niveaus wie etwa die Umrüstung der Beleuchtung auf eine hocheffiziente LED-Technologie in der Hardtschule schwächen den Stromanstieg in den letzten Jahren ab. Ebenso wird durch die Analyse der Stromlastgänge versucht mögliche Stromverbraucher und Lasten in den städtischen Liegenschaften ohne Nutzereinschränkung zu reduzieren.

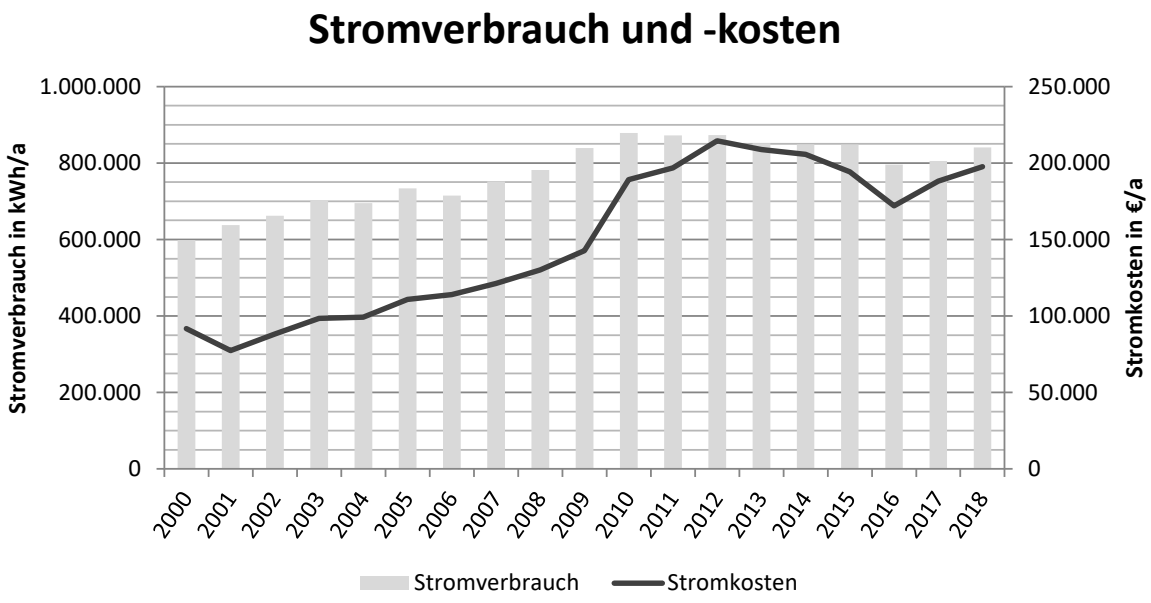


**Abbildung 5:** Stromverbrauch und -kosten der städtischen Liegenschaften (2000-2018)

Der Stromverbrauch der städtischen Liegenschaften beträgt im Jahr 2018 etwa 840.000 kWh/a und hat damit einen Anteil von ca. 16,6 % am Gesamtenergieverbrauch (Wärme- und Stromverbrauch 2018: 5.070.000 kWh/a). Der Großteil des Stroms wird in den Schulgebäuden verbraucht und beläuft sich aktuell auf ca. 41 %.

In **Abbildung 6** und **Abbildung 7** sind die Stromverbräuche der einzelnen Liegenschaften der Stadt Weilheim dargestellt. Etwa 37,3 % (0,31 MWh/a) des Stroms wird in den Schulgebäuden verbraucht, gefolgt von den Verwaltungsgebäuden mit 16,7 % (0,14 MWh/a; davon 0,095 MWh/a im Rathaus), den Veranstaltungsgebäuden mit 13,2 % (0,11 MWh/a), den Kinderbetreuungseinrichtungen mit 11,0 % (0,092 MWh/a), den Vereinsheimen/ Erwachseneneinrichtungen mit 9,6 % (0,08 MWh/a). Die restlichen Kategorisierungstypen Feuerwehren mit 5,6 % (0,046 MWh/a; davon 0,041 MWh/a in FFW WM), Kultureinrichtungen mit 5,0 % (0,042 MWh/a), die Gemeinschaftsunterbringungen und die sonstigen Gebäude haben nur einen geringen Anteil am Gesamtstromverbrauch (0,012 MWh/a).

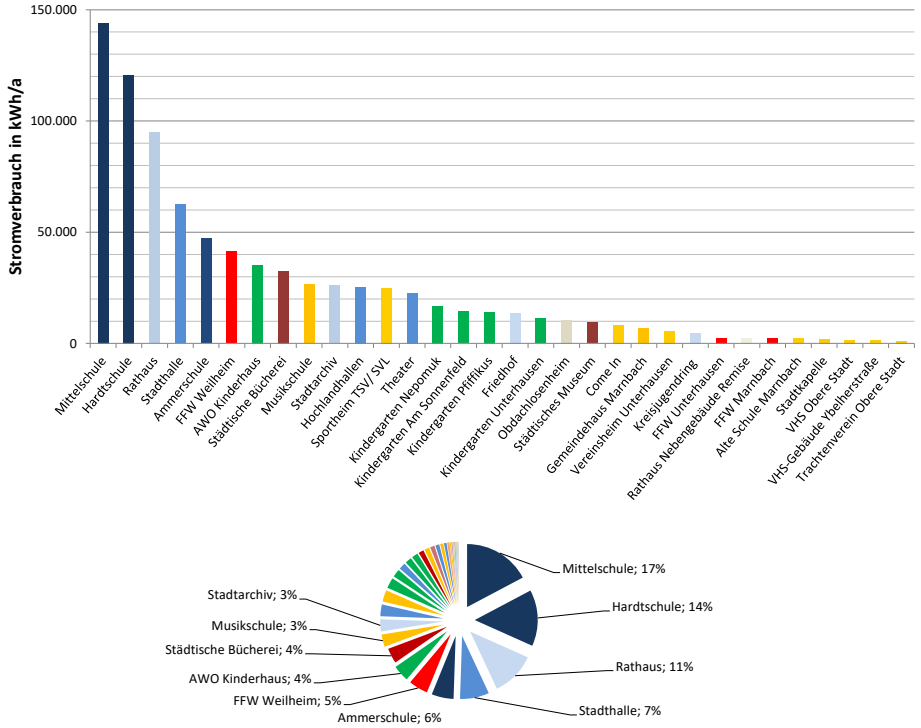


**Abbildung 6:** Stromverbrauch der städtischen Liegenschaften (2018)

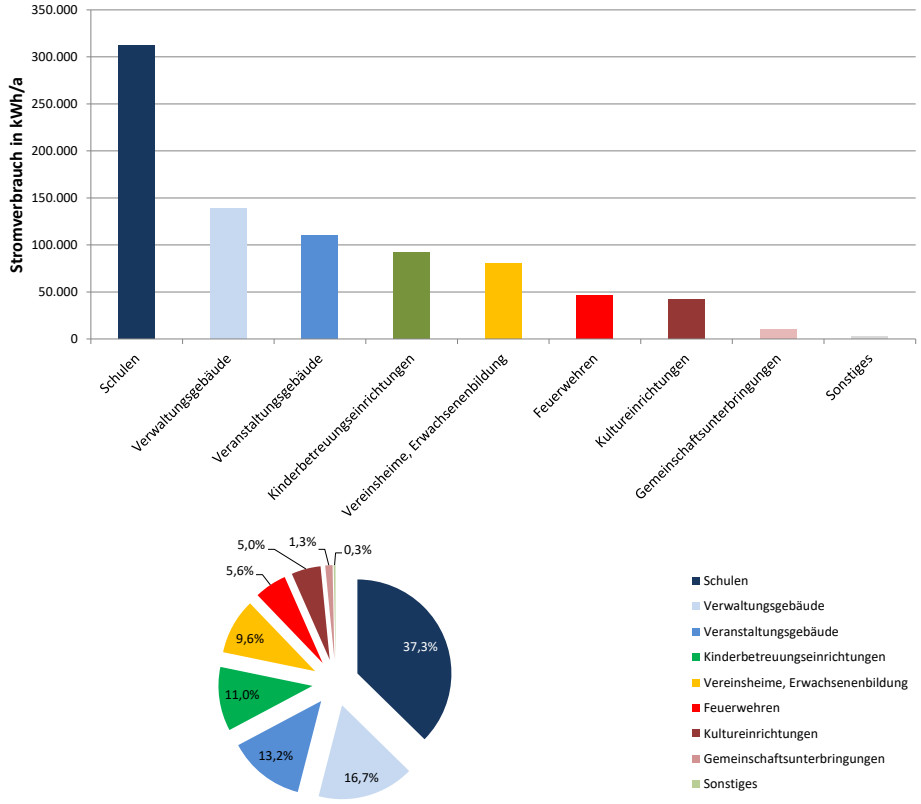


**Abbildung 7:** Stromverbrauch der städtischen Liegenschaften aufgeteilt nach Nutzung (2018)

## 2.3. Wasser

Der Wasserverbrauch ist nach einem Rückgang von 2006 bis 2009 wieder leicht angestiegen. Ebenso sind die absoluten Wasserkosten konstant gestiegen. (siehe **Abbildung 8**)

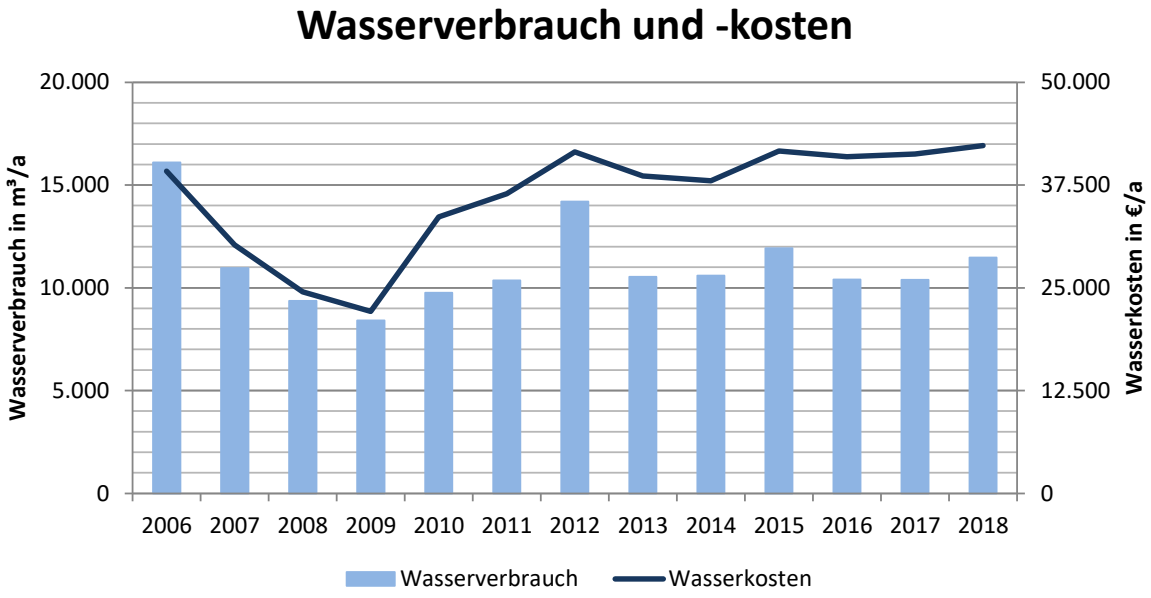


**Abbildung 8:** Wasserverbrauch und –kosten der städtischen Liegenschaften (2006-2018)

In **Abbildung 9** ist der Wasserverbrauch der einzelnen Liegenschaften der Stadt Weilheim dargestellt. Die jeweiligen Wasserverbräuche haben unterschiedliche Hintergründe, so wird beispielsweise der Wasserverbrauch für das Gartenwasser und die Bewässerung der Außenanlagen auch in die Bilanz eingerechnet. Hierdurch ergeben sich starke Abweichungen einzelner Liegenschaften wie u.a. beim Verwaltungsgebäude Friedhof. Ebenso ist die jeweilige Nutzung für beispielsweise die öffentlichen Toiletten im Museum oder die Nutzung der Hochlandhalle als landwirtschaftliches Gebäude in Betracht zu ziehen.

Eine Kategorisierung ähnlich wie beim Wärme- oder Stromverbrauch dient beim Wasserverbrauch nicht einer weiteren Aufklärung. Erneut haben jedoch die Schulen mit über einem Viertel anteilig den meisten Verbrauch. Hintergrund ist der hohe Anteil an Personen sowie die sanitäre Anlagen der Turnhallen. Auch haben die Kindergärten mit fast einem Viertel einen relativ hohen Anteil am Gesamtverbrauch.

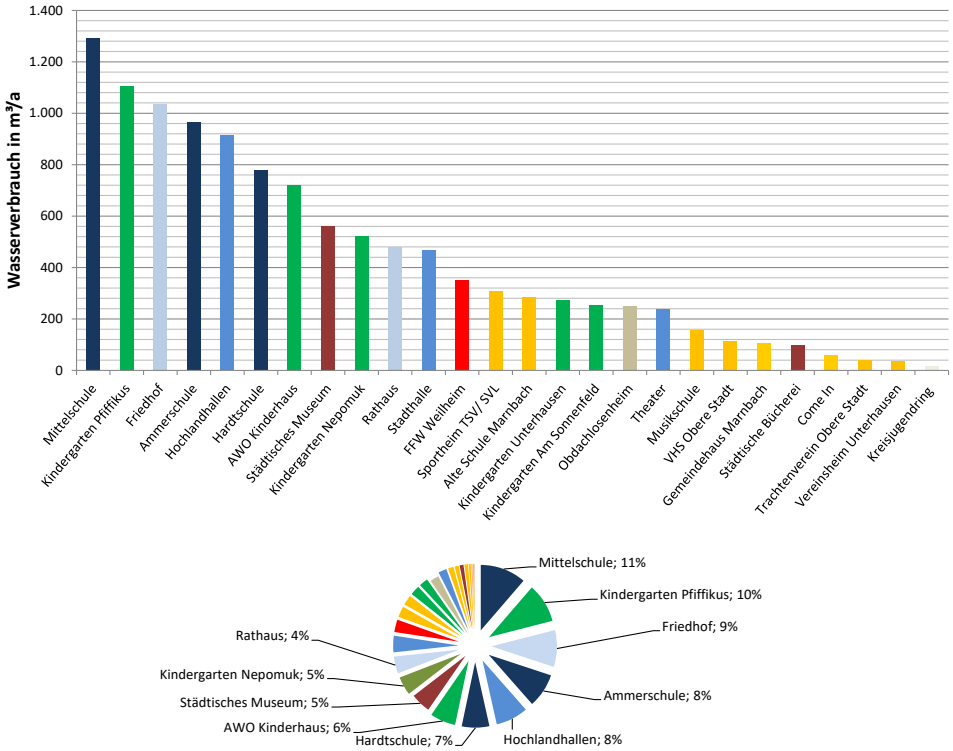


**Abbildung 9:** Wasserverbrauch der städtischen Liegenschaften (2018)

## 2.4. Zusammenfassung der Wärme-, Strom- und Wasserverbräuche sowie deren Kosten

In **Abbildung 10** sind die einzelnen Gesamtverbräuche des Jahres 2018 dargestellt. Der Strom- und Wärmeverbrauch werden dabei in der Einheit kWh/a (linke Abszisse) und der Wasserverbrauch in der Einheit m³ (rechte Abszisse) angegeben.

Die gestiegenen spezifischen Energiekosten dämpfen die Ergebnisse der durchgeführten Maßnahmen für einen verringerten Wärmeverbrauch in der Gesamtkostenbilanz (siehe **Abbildung** 11) etwas ab. Aktuell zeigt sich, dass die spezifischen Energiekosten bei Neuverhandlung von Energielieferverträgen mittelfristig gering reduziert werden können. Somit können die aktuellen Energiekosten relativ konstant gehalten werden. Die Gesamtkosten für Strom, Wasser und Wärme belaufen sich aktuell auf etwa 440.000 €/a. Es wurden somit wieder nach einer zwischenzeitlichen Erhöhung in den Jahren 2010-2013 die Kosten aus dem Jahr 2007 erreicht.

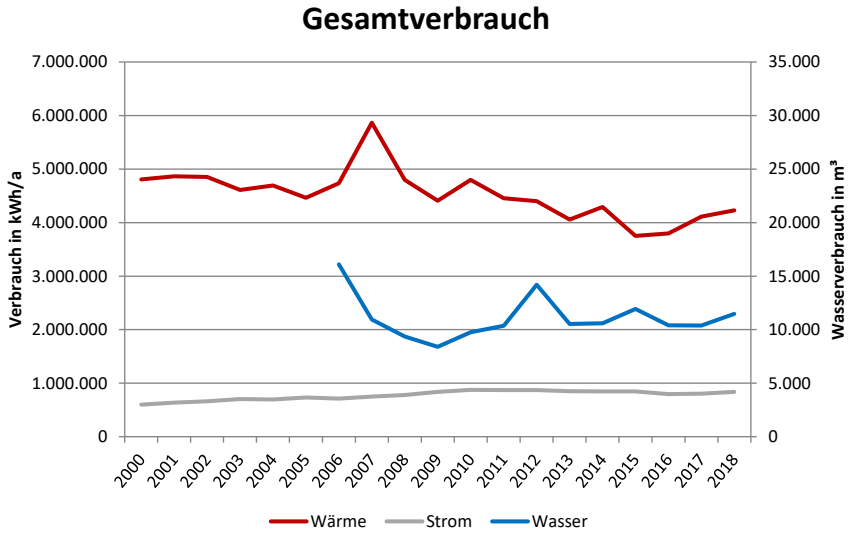


**Abbildung 10:** Gesamtenergieverbrauch der städtischen Liegenschaften (2000-2018)

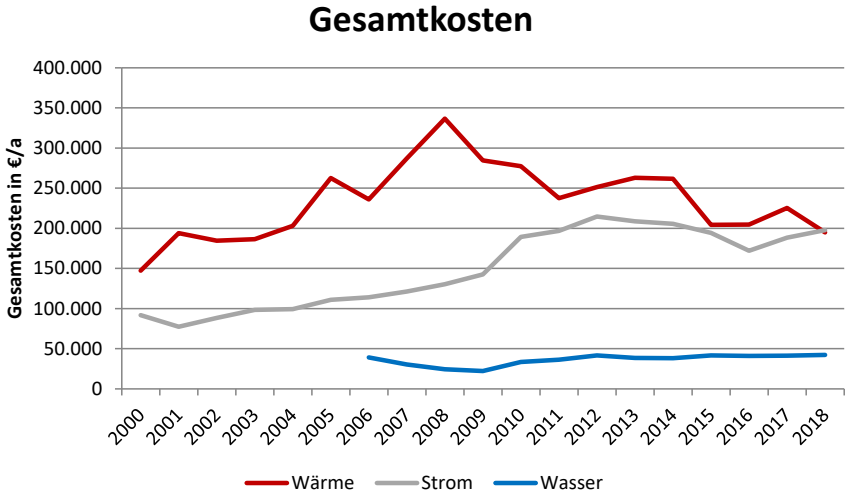


**Abbildung 11:** Gesamtenergiekosten der städtischen Liegenschaften (2000-2018)

Die **Abbildung 12** und **Abbildung 13** zeigen den Stromverbrauch und den Wärmeverbrauch der Liegenschaften in einem Diagramm. Hierdurch lassen sich die einzelnen Gebäude besser miteinander vergleichen. Gebäude gleicher Kategorisierung können somit untereinander verglichen werden, und Gründe für Abweichungen erklärt werden. Eine Effizienzaussage kann jedoch bei alleiniger Betrachtung der Verbräuche nicht getroffen werden.

Beispielsweise sind die hohen Wärmeverbräuche der Schulen auf die Flächen zurückzuführen. Zugleich gibt es aber Unterschiede im Stromverbrauch zwischen den einzelnen Schulen. So ist die Ammerschule noch ohne Lüftungsanlage und ohne Regel- und Steuerungstechnik ausgestattet, auch ist diese im Vergleich zur Hardt- und Mittelschule flächenmäßig kleiner.

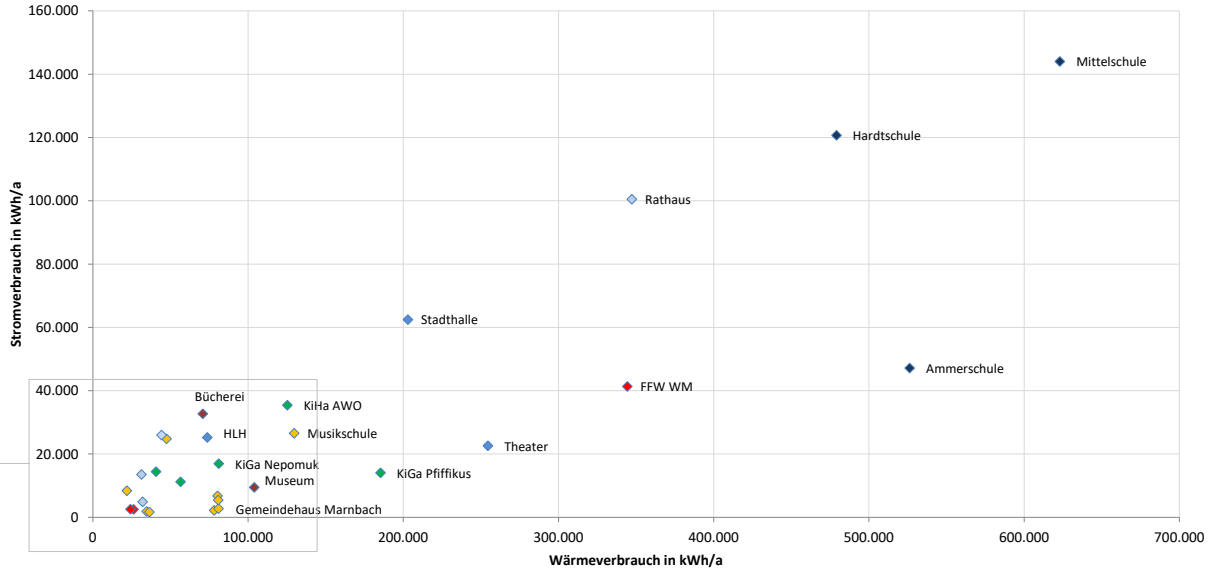


**Abbildung 12:** Strom- und Wärmeverbrauch der städtischen Liegenschaften im Vergleich (2018)

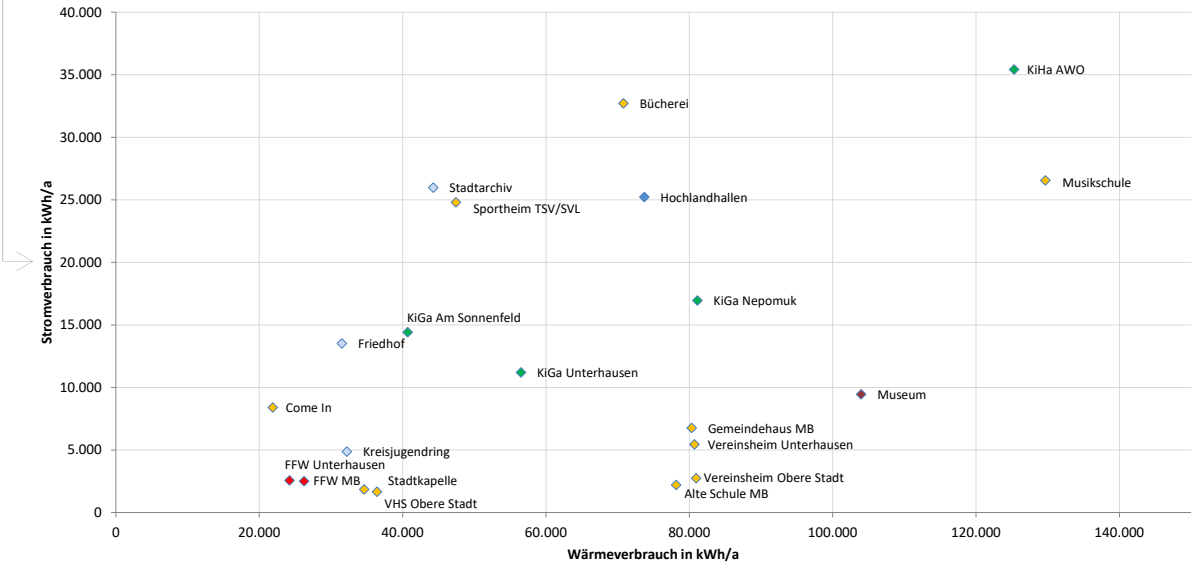


**Abbildung 13:** Strom- und Wärmeverbrauch der städtischen Liegenschaften im Vergleich, hohe Auflösung (2018)

## 2.5. Spezifische Verbräuche

Der absolute Verbrauch einer städtischen Liegenschaft hat wenig Aussagekraft über deren Effizienz. Erst der Bezug des Verbrauchs auf eine Fläche oder einen Nutzer zeigt wie effizient das Gebäude ist und wie es betrieben wird. Hierdurch kann der Sanierungs- bzw. Optimierungsbedarf eines Gebäudes näher beschrieben werden. In **Abbildung 14** sind die spezifischen Wärme- und Stromverbräuche dargestellt. Die Höhe des spezifischen Verbrauchs einer städtischen Liegenschaften hängt von unterschiedlichen Paramatern ab; wie zum Beispiel von der Gebäudenutzung, Nutzungshäufigkeit, den installierten Anlagen und sonstigen Parametern. Somit können Schulen aufgrund ihrer gleichen Gebäudenutzung miteinander verglichen werden.

Der hohe spezifische Wärmeverbrauch des Stadttheaters, des Kindergartens Pfiffikus und des alten Schulhauses in Marnbach spiegelt die Schwachstellen des Gebäudes bestehend aus schlechter Gebäudehülle, alten Fenstern und ineffizienter Anlagentechnik wieder. Der hohe spezifische Stromverbrauch des Sportheims am Zotzenmühlweg ist dahingegen auf die installierte Flutlichtanlage der Sportvereine zurückzuführen und hat somit keine Aussagekraft über die eigentliche Effizienz des restlichen Gebäudes. Im Verwaltungsgebäude des Friedhofs ist zudem eine Kühlung untergebracht, welche einen hohen Stromverbrauch verursacht. Im Stadtarchiv wurde ein Raum für Server der EDV zweckentfremdet. Der Raum besitzt zur Serverkühlung ein strombetriebenes Kühlgerät.

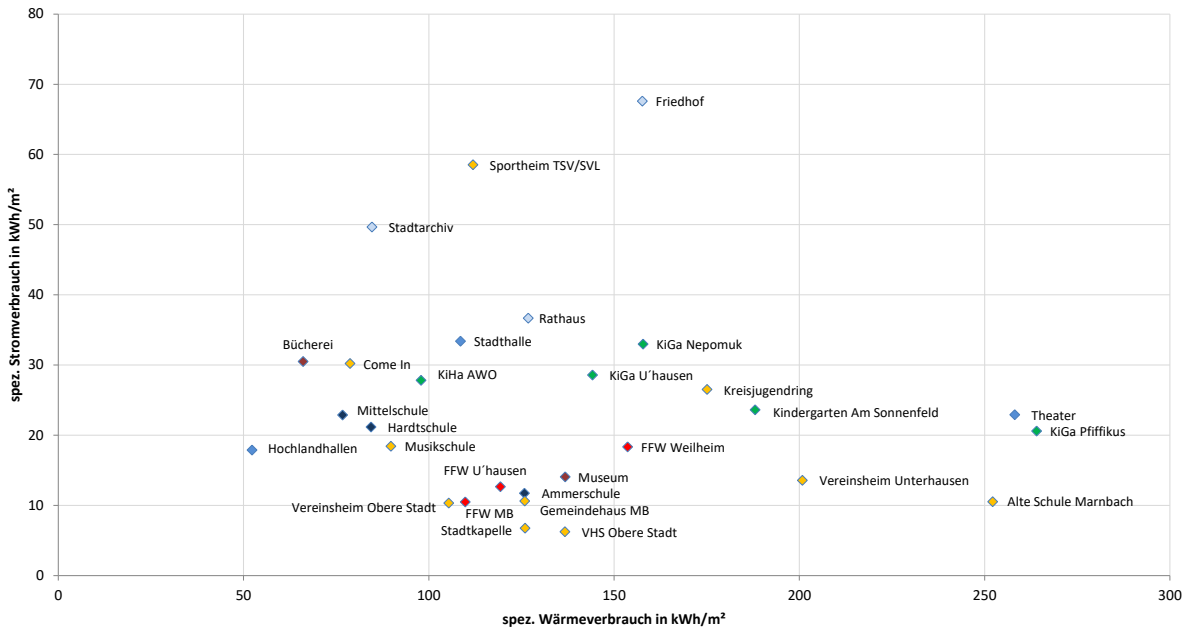


**Abbildung 14:** Darstellung des spezifischen Stromverbrauchs und des spezifischen Wärmeverbrauchs städtischer Liegenschaften (2018)

Die prozentuale Entwicklung des Wärme- und Stromverbrauchs ist in **Abbildung 15** dargestellt. Das Diagramm zeigt, dass der Wärmeverbrauch prozentual rückläufig im Vergleich zum Ausgangsjahr 2000 ist, wohingegen der Stromverbrauch um etwa 45% gestiegen ist.

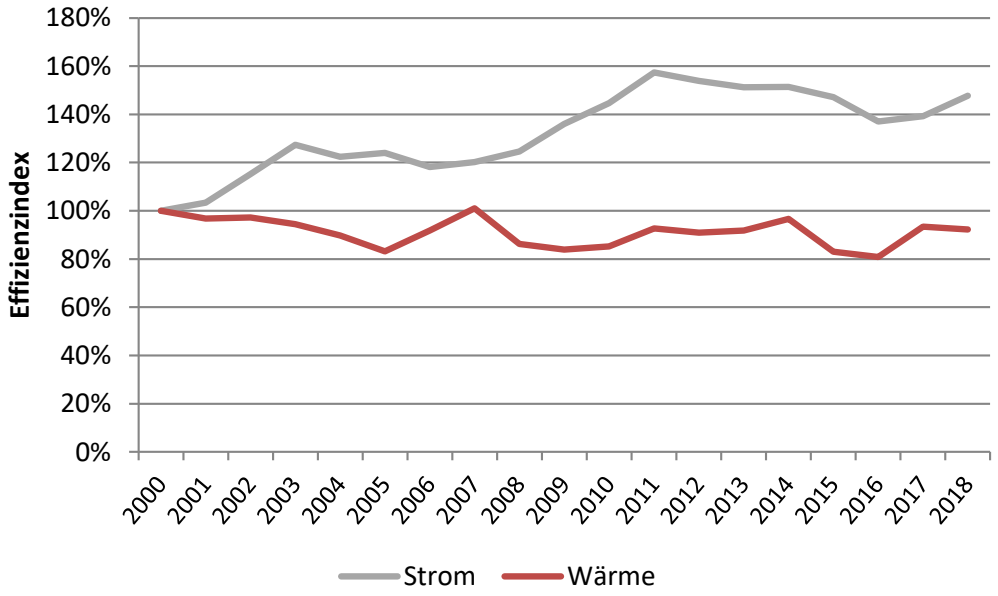


**Abbildung 15:** Prozentuale Entwicklung des Wärme- und Stromverbrauchs der städtischen Liegenschaften (2000 bis 2018)

## 2.6. Eingesetzte Energieträger

Der Anteil an regenerativen Energieträgern ist seit dem Jahr 2006 mit der Umrüstung bzw. Erneuerung einzelner Anlagen langsam angestiegen (siehe **Abbildung 16**). Durch die Umrüstung von veralteten und ineffizienten Heizöl- oder Erdgasanlagen auf Biomasse (Hardtschule, Unterhausen, AWO Kinderhaus) oder durch den Anschluss der Mittelschule an das Nahwärmenetz des Krankenhauses wird die Abhängigkeit von herkömmlichen Energieträgern weiter reduziert.

Einen positiven Effekt hat der Bezug von zertifiziertem Ökostrom ab dem Jahr 2010 auf die $CO_2$-Bilanz der Stadt Weilheim. Somit können aktuell weitere 17 % des Energiebezugs aus erneuerbaren Quellen generiert werden. Dieser Anteil wird in Zukunft durch den Einsatz von Wärmepumpentechnologie im Rathaus oder in der Ammerschule und durch weitere Anlagenoptimierungen weiter erhöht.

Aktuell liegt der Anteil an regenerativen Energieträgern bei ca. 35 %.

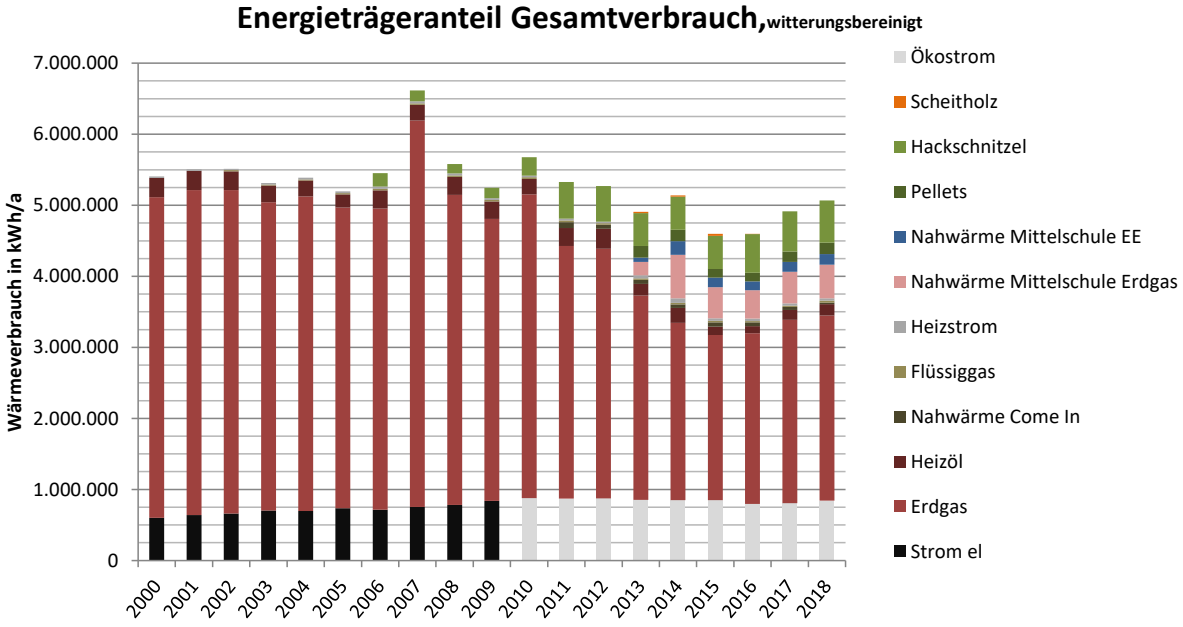


**Abbildung 16:** Energieträgeranteile am Gesamtverbrauch (2000-2018)

Etwa 78% des Wärmeverbrauchs wird durch herkömmliche Energieträger gedeckt (siehe **Abbildung 18)**. 73 % davon sind Erdgas, 4 % Heizöl und 1% Flüssiggas. Knapp ein Viertel werden durch den Bezug von Hackschnitzel (Hardtschule und AWO Kinderhaus) und Pellets im Vereinsheim Unterhausen aus erneuerbaren Energien generiert. Der Nahwärmebezug aus dem BHKW des Krankenhauses für die Mittelschule hat einen Anteil von 4 %. Zudem wird in manchen Gebäuden auch mit Strom geheizt bzw. Warmwasser erzeugt. Dies ist in den Liegenschaften „Obdachlosenheim Töllern“ und dem provisorischen Containerkindergarten „Am Sonnenfeld“ (zusammen ca. 1%) der Fall. (siehe **Abbildung 17**)

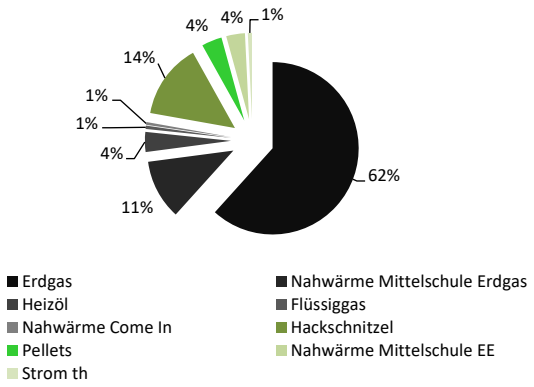


**Abbildung 17:** Energieträgeraufteilung des Gesamtwärmeverbrauchs 2018

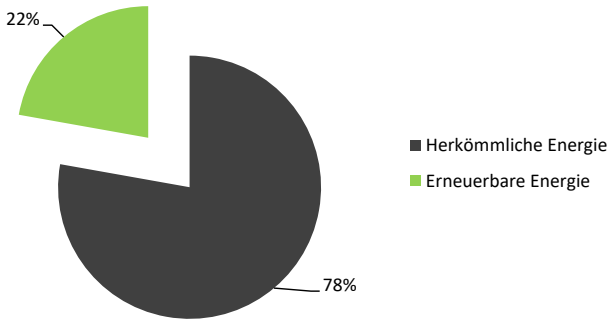


**Abbildung 18:** Anteil von erneuerbaren Energieträgern am Gesamtwärmeverbrauchs 2018

Die $CO_2$-Emissionen sind seit dem Bezug von zertifizierten Ökostrom und u.a. den energetischen Sanierungen der Schulen und der Wärmebedarfsdeckung durch Pellets und Hackschnitzeln deutlich gesunken. Verglichen mit dem Jahr 2009 haben sich die $CO_2$-Emissionen von 1.375 t/a um 814,3 t/a (59,2 %) auf 560,7 t/a reduziert. (siehe **Abbildung 19**)

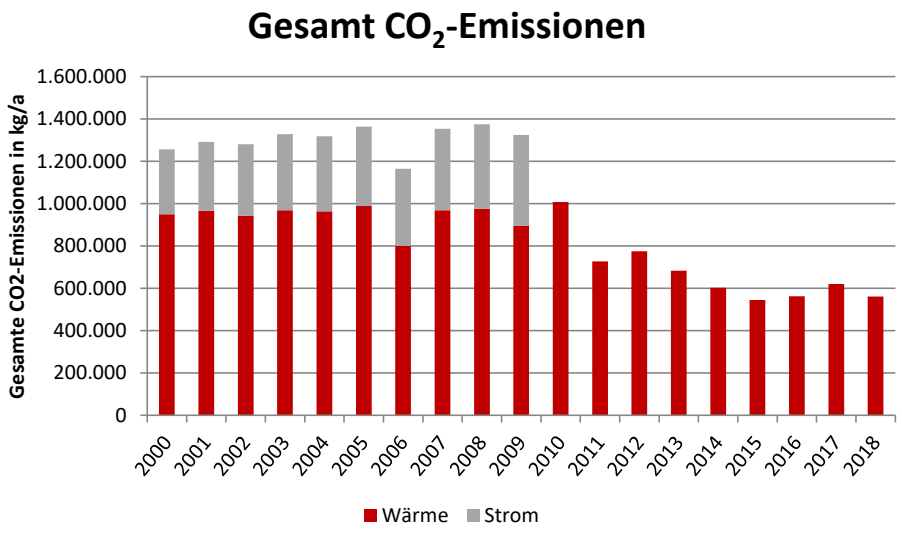


**Abbildung 19:** $CO_2$-Emissionen der städtischen Liegenschaften (2000-2018)

## 3. Vergleich der städtischen Liegenschaften mit Forderungen und Zielen der Bundesregierung

Die unten dargestellten Diagramme zeigen die energiepolitischen Ziele der deutschen Bundesregierung im Vergleich mit den Energiedaten der städtischen Liegenschaften der Stadt Weilheim.

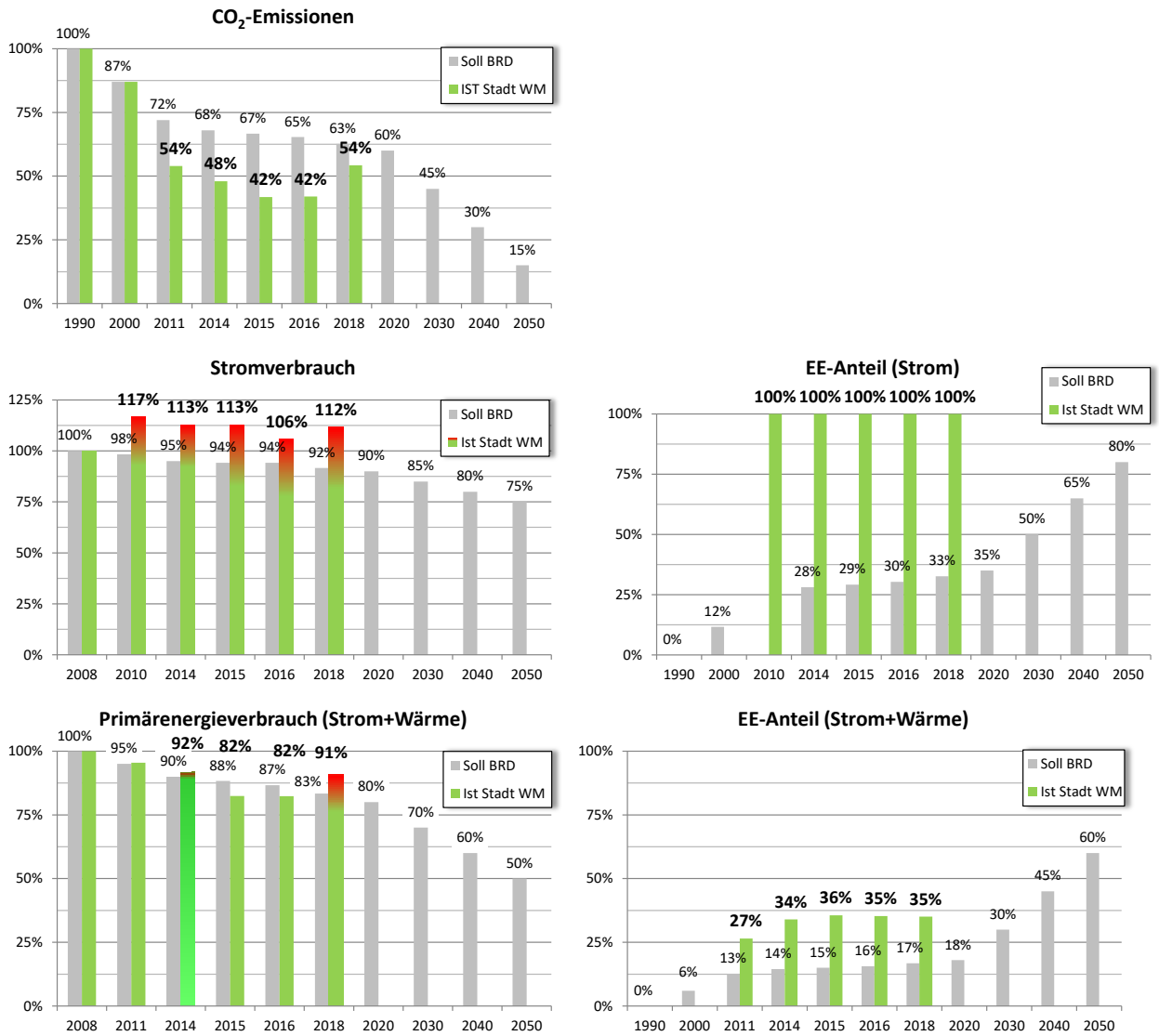


**Abbildung 17:** Vergleich der energiepolitischen Ziele der Bundesregierung und der Energiebilanz der städtischen Liegenschaften

Es zeigt sich, dass durch energetische Sanierungen, der laufenden Erneuerung von Heizungsanlagen und auch der Berücksichtigung der regenerativen Energien wichtige Eckdaten der gewünschten bundesweiten Ziele erfüllt bzw. übertroffen werden.

Der erhöhte Stromverbrauch der städtischen Liegenschaften aufgrund der technisch notwendig gewordenen Anlagentechnik und der hohen Anzahl an veralteten Anlagen deutet auf Optimierungspotential hin. Um die oben dargestellten Ziele zu erreichen, werden zudem durch die Bundesregierung und andere öffentliche Stellen laufend Anreizsysteme durch Förderungen in den unterschiedlichsten Bereichen wie beispielsweise Beleuchtung, Gesamtsanierung oder

raumlufttechnische Anlagen, der Austausch von Heizungsumwälzpumpen etc. angeboten.

## 4. Straßenbeleuchtung

Die städtische Straßenbeleuchtung wird seit Kurzem von den Stadtwerken Weilheim als Dienstleister betreut. In **Abbildung 20** ist zu erkennen, dass trotz steigenden Flächenverbrauchs aufgrund Schaffung von Neubaugebieten wie z.B. „Hardtfeld“ oder „Krottenkopfstraße“ (beim Gögerl), der Stromverbrauch rückläufig ist. Durch den Austausch alter Leuchtkörper gegen effiziente Technologie und der Umstrukturierung der Lichtpunkte in Straßenzügen ergibt sich ein hohes Einsparpotential.

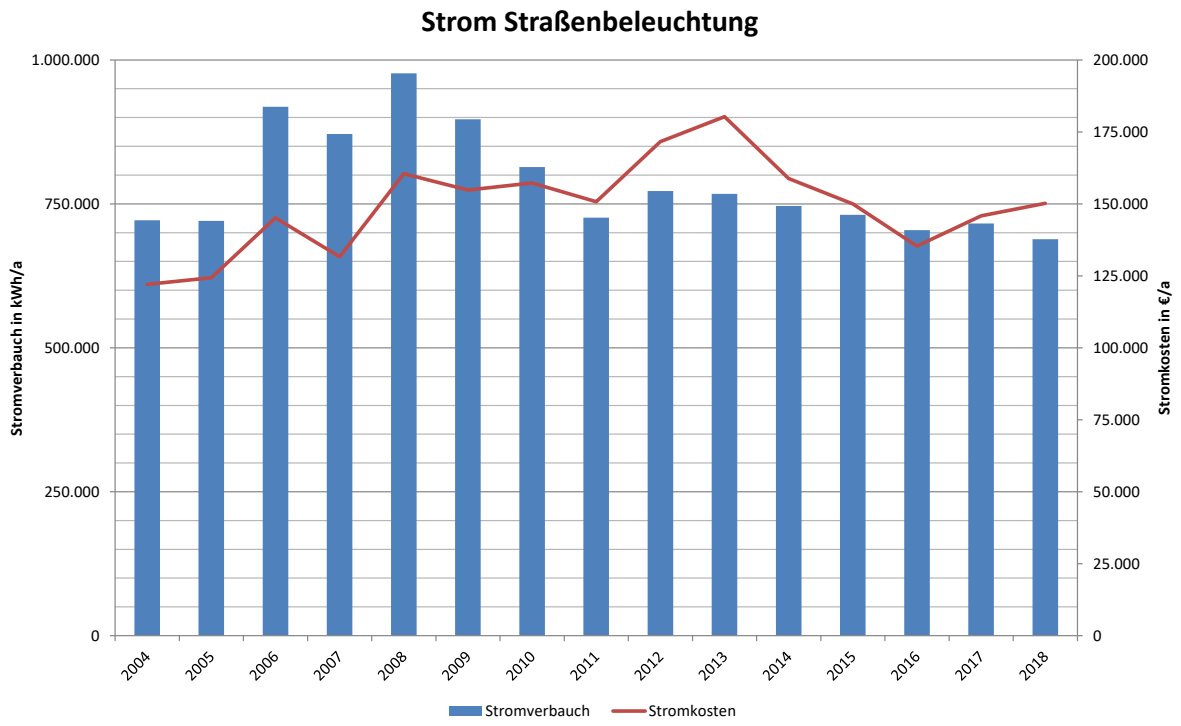


**Abbildung 18:** Stromverbrauch und -kosten der Straßenbeleuchtung (2004-2018)

# 5. PV-Anlagen

## 5.1. PV-Anlage Stadthalle

Die Stadt Weilheim besitzt seit dem Jahr 2010 eine eigene PV-Anlage auf dem westlichen Teils des Gebäudes. Die PV-Anlage hat eine Leistung von ca. 25 $kW_{peak}$ und speist im Durchschnitt jährlich etwa 24.000 kWh/a ins Netz ein. Daraus ergibt sich eine durchschnittliche jährliche Einspeisevergütung von ca. 10.400 €/a. (siehe **Abbildung 21**). Die östliche Dachfläche wurde im Jahr 2011 an eine externe Firma verpachtet, um dort Solarstrom zu erzeugen.

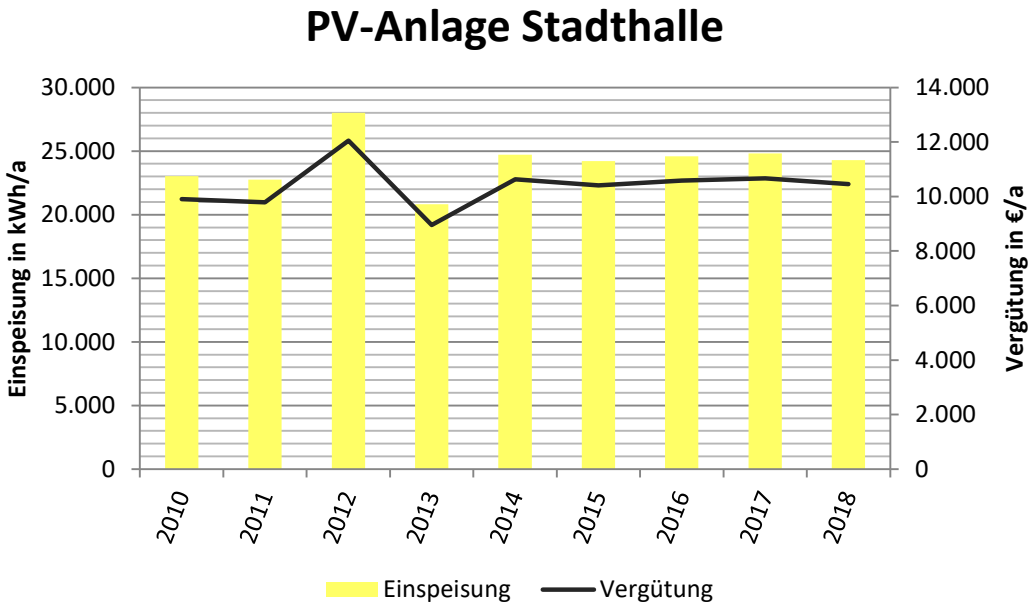


**Abbildung 19:** Einspeisevergütung der städtischen PV-Anlage "Stadthalle" (2010-2018)

## 5.2. PV-Anlage Rathaus

Im Jahr 2019 wurde im Zuge des Dachgeschossausbaus auf dem Süddach des Rathauses eine PV-Anlage mit einer Leistung von 9 $kW_{peak}$ zur Eigenstromnutzung installiert. Hierbei wird bei Sonneneinstrahlung und gleichzeitiger Stromanforderung der erzeugte Strom direkt im Rathaus verbraucht. Der sehr geringe Überschuss der Anlage wird ins Netz eingespeist, allerdings ist die Vergütung zu vernachlässigen. Aufgrund der Grundlast von Stromverbrauchern (Anlagen mit Dauerbetrieb) im Rathaus wird selbst während den Schließtagen der solar erzeugte Strom fast ausschließlich durch das Rathaus verbraucht.

## 5.3. Restliche PV-Anlagen auf städtischen Liegenschaften

Seit dem Jahr 2006 wurden einzelne Dachflächen unterschiedlicher Liegenschaften an Investoren für die Erzeugung von Solarstrom verpachtet, um somit einen Beitrag zum Klimaschutz und zur Energiewende zu leisten. Diese Verträge laufen teilweise noch bis zum Jahr 2030. Nach Ablauf der Verträge gehen diese Anlagen in den Besitz der Stadt Weilheim über. Allerdings wird nach der Vertragslaufzeit die staatliche Vergütung eingestellt. Es kann jedoch eine Eigennutzung des Stroms getätigt werden, um somit den Zukauf von Strom zu reduzieren.

Es handelt sich dabei um Dachflächen auf der Stadthalle, Mittelschule, Hochlandhalle, FFW Weilheim, FFW Marnbach, der Ammerschule sowie auf dem Trifthofstadl. Diese Anlagen haben eine Gesamtleistung von ca. 240 $kW_{peak}$, hierdurch werden ca. 200.000 kWh/a ins Netz eingespeist (siehe **Abbildung 20**). Die Pacht beträgt etwa 2 – 3,5 % von der Einspeisevergütung und beläuft sich durchschnittlich auf etwa 2.700 €/a für alle Dachflächen.

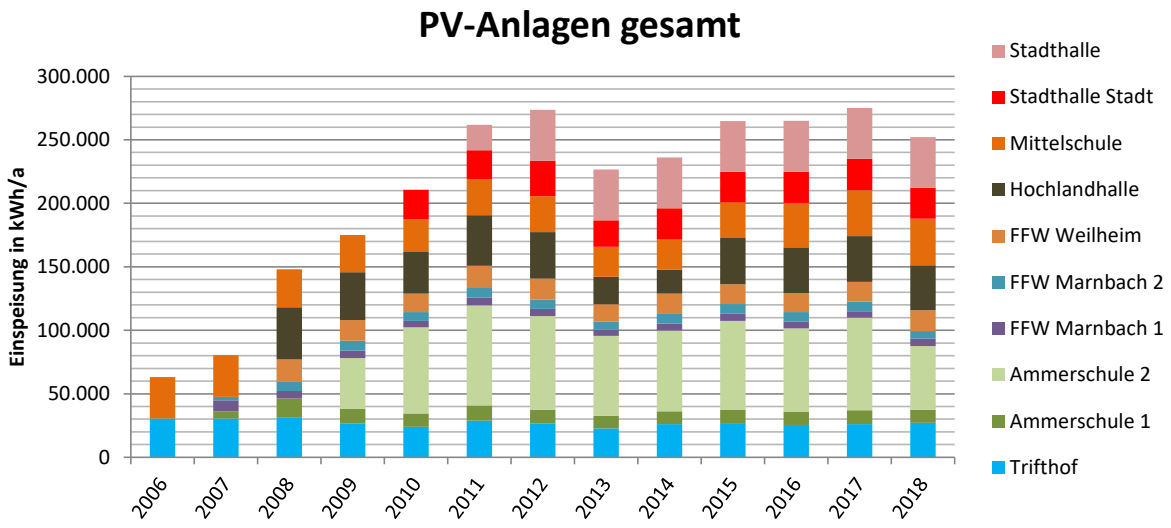


**Abbildung 20:** Einspeisung der PV-Anlagen auf städtischen Dächern (2006-2018)

# 6. Maßnahmenkatalog der städtischen Liegenschaften

Die Maßnahmen unterscheiden sich in allgemeine und spezifische Maßnahmen. Die allgemeinen Maßnahmen sind nicht liegenschaftsspezifisch sondern übergreifend auf mehrere Liegenschaften anzuwenden. Die spezifischen Maßnahmen erschließen sich aus unterschiedlichen Parametern: Gebäudealter, Gebäudezustand, Nutzungshäufigkeit, Anlagenalter, Effizienz der Anlagen, mögliche Förderzuwendungen, etc.

## 6.1. Allgemeine Maßnahmen

Im Folgenden sind allgemeine Maßnahmen zur weiteren Reduzierung und genaueren Darstellung & Analyse des Energieverbrauchs der städtischen Liegenschaften dargestellt:

a) **Fortschreitende energetische Sanierung der städtischen Liegenschaften** zur Reduzierung des Wärmeverbrauchs und Reduzierung des $CO_2$-Ausstoßes.

b) **Einbau von hocheffizienter Technik** beim Austausch von Anlagen zur weiteren Reduzierung des Stromverbrauchs z.B. Heizungsanlagen, Einbau von hocheffizienten Heizungsumwälzpumpen, Kühlschränken, etc.

c) **Nutzung von öffentlichen Förderzuwendungen**
Kommunalrichtlinie: z.B. Förderungen von Maßnahmen zur Umrüstung auf LED-Beleuchtung (nicht rückzahlbare Zuwendungen in Höhe von 30 - 40%), Sanierung von raumlufttechnischen Anlagen (25 - 35%), Einbau von Gebäudeleittechnik (40%).
Weitere Fördertöpfe gibt es durch KfW, PT Jülich, bayerische Staatsregierung, etc.

d) **Technische Instandhaltung und Überprüfung der Anlagen**
Die Anzahl an technischen Anlagen in den städtischen Liegenschaften wird in Zukunft weiter steigen. Die technischen Anlagen sind regelmäßig von Wartungsfirmen und entsprechendem Personal auf angepasste Einstellung zu prüfen und weiter zu optimieren.

e) **Aufbau eines automatisiertem Zähler- und Auslesesystem in ausgewählten Liegenschaften**
Einbau von BUS-fähigen Zählern und Installation eines zentralen Systems zum Auslesen, Überwachen und Kontrollieren. Das System könnte auch zur Abrechnung von Dritten verwendet werden. Sofortige Information über Missstände in den Liegenschaften aufgrund von Alarmfunktion. Vermeidung von manueller, fehlerhafter Ablesung. Reduzierung des zeitlichen Aufwands.

f) **Einsatz von zentraler Gebäudeleittechnik** für die größeren Liegenschaften ( Schulen, Rathaus, Feuerwehr, etc. ) zur kontrollierten Überwachung und Veränderung von Einstellungen der einzelnen technischen Anlagen. Dies dient der Arbeitserleichterung und stellt einen einfachen Eingriff in ein komplexes Anlagensystem mithilfe von technischen Parametern durch ein zentrales System dar.

g) **Schulungen, Motivation** von Personal und Nutzern der einzelnen Liegenschaften.

h) **Aufbau eines zentralen Systems für Wartungen, Verträge und technische Anlagen**
Laufende Pflege des technischen Gebäudebuches, Buchführung über technische Veränderungen; Kontrolle und Überprüfung von Vorgängen; Verknüpfung von Technik, Abrechnung und Buchhaltung über Anwendersoftware Kolibri, Regisafe und OK-FIS.

## 6.2. Spezifische Maßnahmen

Es wurden in den letzten Jahren bereits einige Großprojekte umgesetzt, dies geschah hauptsächlich durch energetische Maßnahmen an Schulen, so dass alle drei Schulen bis zum Jahr 2019 energetisch verbessert wurden.

- Des Weiteren wurden in den letzten drei Jahren die alten Heizungen (teilweise älter 30a) in der Feuerwehr Weilheim, dem Ärztehaus in der Murnauer Straße, dem Gebäude im Mittleren Graben, dem Museum und dem Sportheim am Zotzenmühlweg durch effiziente Heizsysteme ausgetauscht.

- Im Zuge der Deckensanierung des Rathauses wurde bereits das Heizsystem durch den Einbau einer Wärmepumpe und eines effizienten Speichersystems (Zort-Strömer) erneuert. Hierdurch kann in den Übergangsmonaten der Wärmebezug mit Erdgas reduziert werden. Zudem wurden Niedertemperatur-Heizdecken eingebaut. Des Weiteren werden die Fenster getauscht und die Beleuchtung auf LED-Technologie umgestellt.

- In der Musikschule (Dachgeschoss), der Stadtbücherei, dem Kindergarten Franziskus und der Ammerschul-Turnhalle wurde die Beleuchtung auf LED-Technologie umgebaut.

- Im Gemeindehaus Marnbach wurden die Fenster erneuert und die Warmwasserbereitung der wenig benutzten Duschen umgebaut.

- Der Rasen des Stadions an der Pollinger Straße wird seit 2018 über eine Grundwasserpumpe mit Wasser besprenkelt. Der Wasserbedarf aus dem öffentlichen Netz konnte komplett eingestellt werden.

- Im Jahr 2019 wurde die Stadtkapelle energetisch saniert. Es wurden ein Vollwärmeschutz an der Außenfassade und das Dach komplett erneuert. Zudem wurde eine LED-Beleuchtung eingebaut.

- Die Generalsanierungen des Museums und des Kindergartens Pfiffikus sind in Planung.
- Der Bezug der Kinderbetreuungseinrichtung am Volksfestplatz wird im Frühjahr 2020 vollzogen sein. Der Gebäudekomplex besteht komplett aus Holz.

Die folgende Tabelle zeigt spezifische Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs unter Nennung der Priorität, der Einsparmöglichkeit, der Investitionshöhe und der Amortisationszeit (AMZ). Die Priorität ist in hoch (kurzfristig 1-3 Jahre, hoher Bedarf), mittel (mittelfristig 4-6 Jahre, Bedarf vorhanden) und niedrig (langfristig 7-9 Jahre) eingeteilt. Die Spalte Einsparung und Investition ist je nach Höhe des Betrages mit hoch, mittel und gering betitelt. Zudem ist die Spalte AMZ (Amortisationszeit) genannt. Hierbei wird das wirtschaftliche Risiko der Investition eingeordnet.

Des Weiteren werden die Maßnahmen einzelnen Bereichen zugeordnet: S:= Sonstiges;
B:= Beleuchtung; RW:= Raumwärme; E:= Elektro; L:= Lüftung; WW:= Warmwasser

| Nr. | Liegenschaft | Bereich | Maßnahme | Ziel | Priorität | Einsparung | Investition | AMZ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | **Rathaus Garagen/ Stadtkapelle** | | | | | | | |
| | | RW, S | Sanierung Dach | Ertüchtigung der Bausubstanz, Reduzierung von Wärmeverlusten | hoch | gering | hoch | hoch |
| **2** | **Rathaus** | | | | | | | |
| | | RW, B, S, E, L | Sanierung und Neubau Einzelgebäude ; Erneuerung Fenster, Heizkörper, Umrüstung auf Wärmepumpe, LED, Einbau WMZ und SZ; Einbau Lüftungsanlage | Sicherheitstechnische Deckensanierung; Ertüchtigung Bausubstanz; Reduzierung Wärmeverluste; Effizientere Heizungstechnik angepasst an Bedarf; Verbesserung Raumklima | 2015-2023 | k.A. | k.A. | k.A. |
| **3** | **Stadtarchiv** | | | | | | | |
| | | RW | Einbau von Heizkörpern 3.OG; Ersatz der Heizrohre | Red. d. Wärmeverluste; gezielte Wärmeabgabe | hoch | mittel | gering | gering |
| | | RW | Sonnenschutz Fenster Ostseite | Vermeidung von Sonneneinstrahlung | hoch | hoch | mittel | gering |
| **4** | **KiGa Pfiffikus** | | | | | | | |
| | | RW, B, S, E | Generalsanierung Gebäude; Dämmung Außenhülle und oberste Geschossdecke, Fenster, Böden, Sanitärausstattung, Einbau WMZ uns SZ, LED; | Ertüchtigung Bausubstanz; Reduzierung Wärmeverluste; | hoch | hoch | hoch | k.A. |
| **5** | **Friedhofs-Gebäude** | | | | | | | |
| | | RW | Sanierung Gebäude, Erneuerung Stromverbraucher | Reduzierung Wärme- und Stromverbrauch; Erhalt Gebäudesubstanz | Mittel-hoch | hoch | hoch | gering |

| Nr. | Liegenschaft | Bereich | Maßnahme | Ziel | Priorität | Einsparung | Investition | AMZ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **6** | **Hardtschule „Turnhalle“** | | | | | | | |
| | | RW | Prüfung energetische Sanierung der Turnhalle | Reduzierung Wärmeverluste; Ertüchtigung der Bausubstanz; Verbesserung Raumklima | mittel | hoch | hoch | mittel |
| | | L | Erneuerung der Lüftungsanlagen (33a); | Reduzierung des Energieverbrauchs durch effiziente Lüftungstechnik | hoch | mittel | hoch | hoch |
| | | B | Effiziente Beleuchtung in Nebenräumen und Gängen | Reduzierung Anschlussleistung und Verbrauch; angepasster Bedarf | mittel | mittel | hoch | hoch |
| | | S | Erneuerung der sanitären Anlagen; Anpassung Anzahl Duschen und Waschbecken an Bedarf | Reduzierung des Leitungsnetzes; Ertüchtigung Bausubstanz; Erneuerung aufgrund Alter; Red. d. Legionellenproblematik | hoch | k.A. | hoch | k.A. |
| **7** | **KiHa AWO** | | | | | | | |
| | | WW; E | Erneuerung Frischwasserstation | Effiziente WW-Bereitstellung; Red. d. Legionellenproblematik | hoch | mittel | gering | gering |
| | | B | Umrüstung auf LED-Beleuchtung | Reduzierung Anschlussleistung und Verbrauch; | mittel | hoch | hoch | hoch |
| | | E; RW | Austausch und Einbau hocheffizienter Pumpen, | Reduzierung Energieverbrauch | hoch | hoch | gering | gering |
| **8** | **Musikschule** | | | | | | | |
| | | E | Überprüfung der Einstellungen von Kältemaschine und Lüftungsanlage (Zeiten, Stufen) | Reduzierung des Energieverbrauchs durch angepasste Einstellung und Erneuerung | hoch | mittel | gering | gering |
| | | E | Erneuerung Beleuchtung | Reduzierung Energieverbrauch | mittel | hoch | hoch | mittel |

| Nr. | Liegenschaft | Bereich | Maßnahme | Ziel | Priorität | Einsparung | Investition | AMZ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | E; RW | Austausch und Einbau hocheffizienter Pumpen | Reduzierung Energieverbrauch | hoch | hoch | gering | gering |
| **9** | **FFW WM** | | | | | | | |
| | | RW | Austausch der Einfahrstore * | Reduzierung Wärmeverluste | hoch | hoch | hoch | mittel |
| | | RW | Anpassung der Wärmeverteilung in Hallen durch Einsatz von Deckenheizung * | Reduzierung Wärmeverluste; Anpassung an Bedarf | hoch | hoch | mittel | mittel |
| | | RW | Austausch der Fenster * | Reduzierung Wärmeverbrauch | hoch | mittel | hoch | mittel |
| | | B | Umrüstung auf LED-Beleuchtung der Fahrzeughalle * | Reduzierung Anschlussleistung und Verbrauch | hoch | hoch | hoch | mittel |
| **10** | **Museum** | | | | | | | |
| | | RW, B, L, | Energetische Sanierung des Gebäudes unter Berücksichtigung Denkmalschutzes; Dämmung Außenhülle und oberste Geschossdecke; neue Fenster, Sonnenschutz, Heizungstechnik, Lüftungssystem, Beleuchtung | Reduzierung Wärmeverluste; Austausch der Heizung aufgrund Gesetzeslage (Alter >30a) Ertüchtigung Bausubstanz; Erneuerung aufgrund Alter; Anpassung an Bedarf | hoch | k.A. | hoch | k.A. |
| **11** | **Ärztehaus Murnauer Str.** | | | | | | | |
| | | RW | Ertüchtigung Fenster | Bausubstanz, Denkmalschutz, Red. Wärmeverbrauch | hoch | mittel | Mittel-hoch | Mittel-hoch |
| **12** | **KiGa St.Anna** | | | | | | | |
| | | B | Umrüstung der Beleuchtung auf LED | Red. Anschlussleistung und Verbrauch; bedarfsgerechte Beleuchtung | hoch | hoch | hoch | mittel |
| | | RW | Erneuerung Heizungsanlage | Red. Energieverbrauch | mittel | mittel | mittel | mittel |
| | | E; RW | Austausch und Einbau hocheffizienter Pumpen | Red. Energieverbrauch | hoch | hoch | gering | gering |

*zeitlich zusammen mit Garagenbauneubau

| Nr. | Liegenschaft | Bereich | Maßnahme | Ziel | Priorität | Einsparung | Investition | AMZ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **13** | **Unterhausen Deininger** | | | | | | | |
| | | RW | Einbau von HK im Saal; Rückbau Lüftungsanlage; Raumregelung | Gezielte Wärmeabgabe bei Bedarf; Reduzierung der Wärmeverluste | mittel | mittel | hoch | mittel |
| | | RW | Erneuerung von HK und Thermostaten in Schützenheim; Raumregelung | Gezielte Wärmeabgabe bei Bedarf; Reduzierung der Wärmeverluste | mittel | mittel | hoch | mittel |
| **14** | **Mittelschule** | | | | | | | |
| | | RW | Einbau Magnetventil für Deckenheizung Turnhalle | Reduzierung der Wärmeverluste; Gezielte Bereitstellung von RW | hoch | hoch | gering | gering |
| | | RW | Neue Kaltwasserleitung von Zentrale nach Turnhalle | Reduzierung der umzuwälzenden Wassermenge; Vermeidung von Legionellen | mittel | mittel | hoch | hoch |
| | | S | Steckerleisten für PC-Räume | Verringerung des Stand-By-Verbrauchs | hoch | hoch | gering | gering |
| | | S | Einbau einer Gebäudeleittechnik | Kontrolle und einfaches Einwirken auf gesamte Haustechnik; Dokumentation von Einstellungen und Fehlern | hoch (aktuelle Förderung) | k.A. | hoch (Förderung) | k.A. |
| **15** | **Gemeinde-haus Marnbach** | | | | | | | |
| | | E; RW | Austausch und Einbau hocheffizienter Pumpen | Reduzierung Energieverbrauch | hoch | hoch | gering | gering |

| Nr. | Liegenschaft | Bereich | Maßnahme | Ziel | Priorität | Einsparung | Investition | AMZ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **16** | **Alte Schule Marnbach** | | | | | | | |
| | | RW | Dämmung oberste Geschossdecke (Wohnung) | Reduzierung von Wärmeverlusten; Gesetz | hoch | mittel | mittel | hoch |
| | | RW | Austausch der Fenster | Reduzierung Wärmeverbrauch | hoch | hoch | hoch | gering |
| | | RW | Erneuerung der Heizung | Reduzierung Energieverbrauch | mittel | mittel | mittel | hoch |
| | | E; RW | Austausch und Einbau hocheffizienter Pumpen | Reduzierung Energieverbrauch | hoch | hoch | gering | gering |
| **17** | **Stadttheater** | | | | | | | |
| | | | Energetische Sanierung des Gebäudes (Heizung, Lüftung, Beleuchtung, Dach, Dämmung, Fenster, etc.) | Reduzierung der Wärmeverluste; Ertüchtigung der Bausubstanz; Reduzierung der Anschlussleistung | hoch | hoch | hoch | k.A. |
| **18** | **Stadt-bücherei** | | | | | | | |
| | | L | Erneuerung Lüftungsanlage (25a) | Verringerung des Stromverbrauchs durch effiziente Anlage | mittel | hoch | hoch | mittel |
| | | E; RW | Austausch und Einbau hocheffizienter Pumpen | Reduzierung Energieverbrauch | hoch | hoch | gering | gering |
| **19** | **Stadthalle** | | | | | | | |
| | | B | Umrüstung auf LED | Austausch alte Leuchtmittel, nicht mehr erhältlich; Red. Stromverbrauch | hoch | hoch | hoch | hoch |
| | | E; RW | Austausch und Einbau hocheffizienter Pumpen | Reduzierung Energieverbrauch | hoch | hoch | gering | gering |
| | | L | Überprüfung Lüftungsanlage (Alter: 30a), ggf. Erneuerung | Reduzierung von Stromverbrauch | mittel | mittel | hoch | mittel |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | RW; S | Sanierung Dach | Teilweise Feuchteschäden unter Ziegeldeckung; Erhöhung Dämmstandard | hoch | mittel | hoch | hoch |
| **Nr.** | **Liegenschaft** | **Bereich** | **Maßnahme** | **Ziel** | **Priorität** | **Einsparung** | **Investition** | **AMZ** |
| **20** | **Hochland-hallen** | | | | | | | |
| | | RW, L | Überprüfung der Heizung und Lüftung im Rahmen der Dachsanierung, ggf. Erneuerung (Alter teilweise >35a) | Bedarfsgerechte Technik; Reduzierung der Wärmeverluste; Steigerung der Effizienz | hoch | hoch | hoch | mittel |
| **21** | **KiGa Nepomuk** | | | | | | | |
| | | B | Umrüstung auf LED-Beleuchtung | Reduzierung Anschlussleistung und Verbrauch; gezielte Beleuchtung; Alter | hoch | hoch | hoch | mittel |
| **22** | **Sportheim Zotzenmühl-weg** | | | | | | | |
| | | E; RW | Austausch und Einbau hocheffizienter Pumpen | Reduzierung Energieverbrauch | hoch | hoch | gering | gering |