Energiebericht 2024

Bilanzierungszeitraum 2000-2023

Stadt Weilheim, Energiemanagement, 04.06.2024

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung ... 3

2. Ist-Zustand der städtischen Liegenschaften ... 5
   2.1. Wärme ... 5
   2.2. Strom ... 8
   2.3. Wasser ... 11
   2.4. Zusammenfassung der Wärme-, Strom- und Wasserverbräuche sowie deren Kosten ... 13
   2.5. Spezifische Verbräuche ... 16
   2.6. Eingesetzte Energieträger ... 18

3. Straßenbeleuchtung ... 22

4. PV-Anlagen ... 23
   4.1. PV-Anlagen auf städtischen Liegenschaften ... 23
   4.2. PV-Anlage Stadthalle ... 25
   4.3. PV-Anlage Rathaus ... 25
   4.4. PV-Anlage Ammerschule ... 26
   4.5. PV-Potential auf städtischen Dächern ... 26
   4.6. Mögliche PV-Anlagen auf städtischen Dächern ... 33

5. Gesetzliche Vorgaben und Ziele ... 35

6. Maßnahmenkatalog der städtischen Liegenschaften ... 37
   6.1. Allgemeine Maßnahmen ... 37
   6.2. Spezifisch durchgeführte Maßnahmen ... 39
   6.3. Geplante Maßnahmen 2024-2027 ... 41
   6.4. Weitere mögliche und zukünftige Maßnahmen ... 44

Abbildungsverzeichnis ... 46

Tabellenverzeichnis ... 46

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 2023 und der Ableitung entsprechender Maßnahmen. Eine detailliierte Verbrauchsauswertung ist im Folgenden für das Jahr 2023 dargestellt.

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.

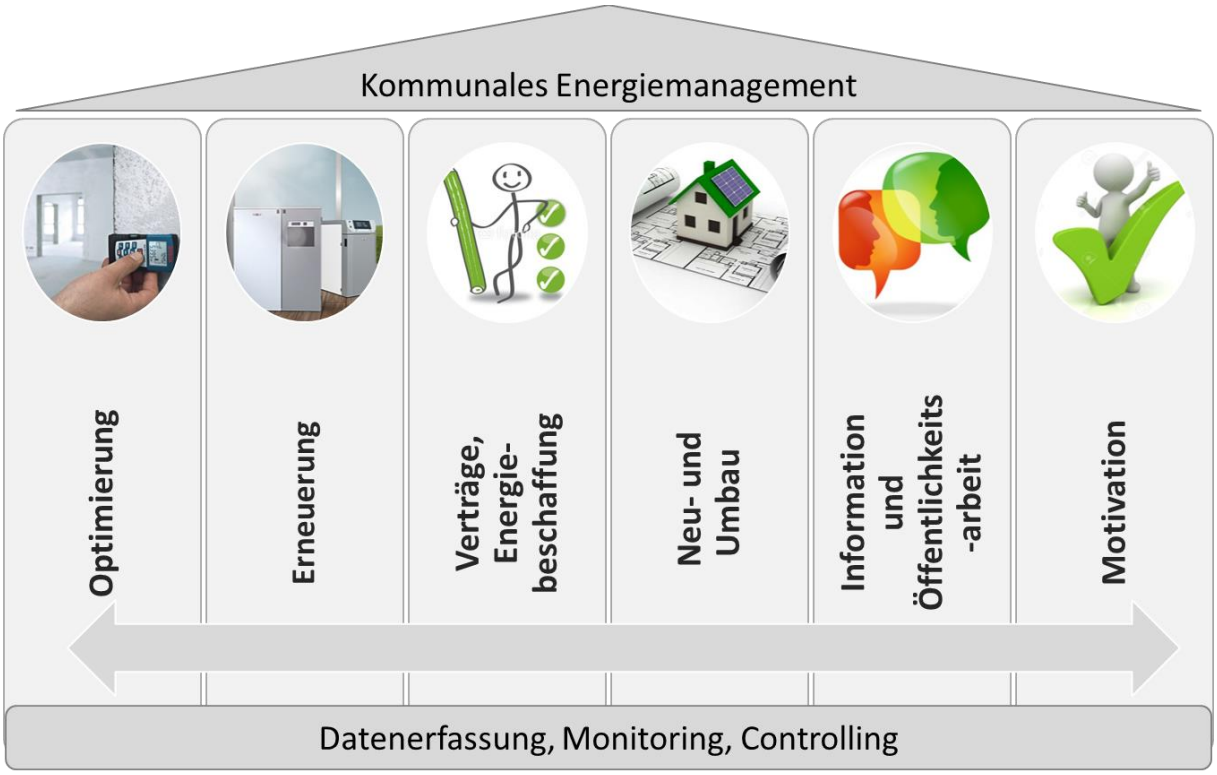


Abbildung 1: Kommunales Energiemanagement der Stadt Weilheim

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. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass der Endverbraucher immer dem Markt unterworfen ist; besonders politische Ereignisse haben massive Auswirkungen auf die Kosten der Energieträger.

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, die entsprechenden Energiekosten und den CO_2-Emissionen der städtischen Liegenschaften zeigen.

Ebenso werden bereits umgesetzte Maßnahmen dargestellt, sowie aktuelle und zukünftige Einsparmöglichkeiten aufgezeigt.

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; in der jüngeren Vergangenheit hat sich der Trend jedoch abgeflacht. Energetische Sanierungen an den drei Schulen 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 Wärmekosten (siehe **Abbildung 3**)seit einigen Jahren aufgrund der energetischen Sanierungen leicht fallend, allerdings seit 2020 und besonders durch weltpolitische Ereignisse seit 2022 massiv gestiegen. Die gemittelten spezifischen Wärmekosten belaufen sich inzwischen auf 12,2 ct/kWh; die spezifischen Wärmekosten haben sich somit in letzten 23 Jahren verdreifacht.

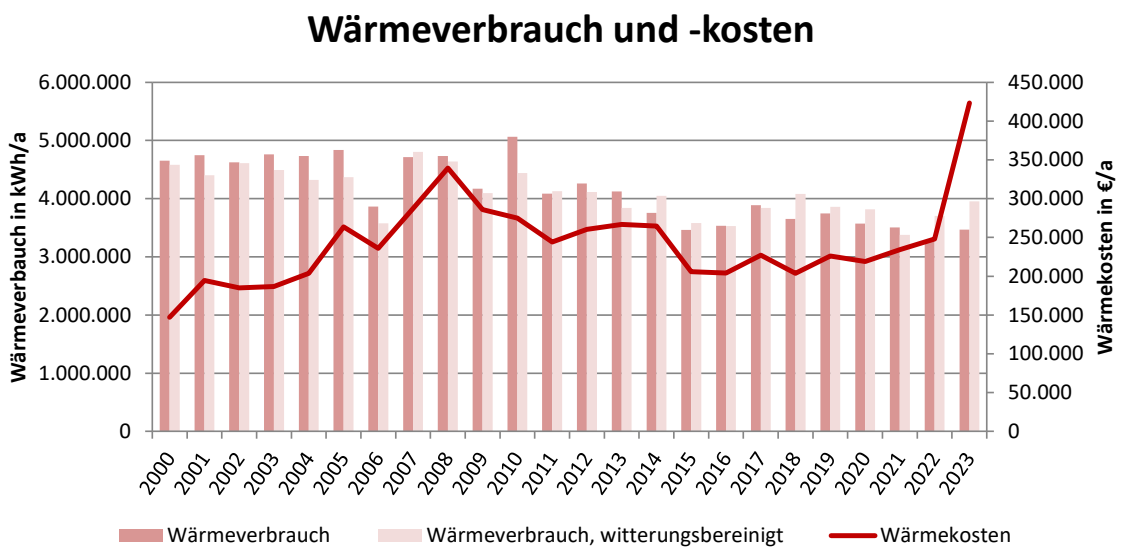


Abbildung 2: Wärmeverbrauch und -kosten der städtischen Liegenschaften (2000-2023)

Der witterungsbereinigte Wärmeverbrauch der städtischen Liegenschaften beträgt im Jahr 2023 etwa 3.955.000 kWh/a und hat damit einen Anteil von ca. 82,7 % am Gesamtenergieverbrauch (Wärme- und Stromverbrauch 2023: 4.782.000 kWh/a). Die Straßenbeleuchtung wird gesondert betrachtet und fließt hier nicht in den Stromverbrauch mit ein.

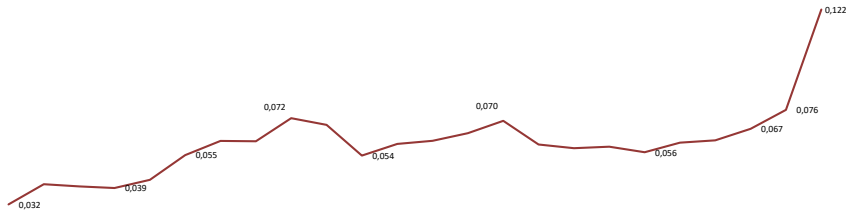


Abbildung 3: Spezifische Wärmekosten €/kWh

In **Abbildung 4** und sind die Wärmeverbräuche der einzelnen Liegenschaften der Stadt Weilheim dargestellt. Deutlich zu erkennen sind die Großverbraucher, was allein auf die Fläche zurückzuführen ist. Die drei Schulen, das Rathaus und die Feuerwehr Weilheim haben einen Anteil von ca. 56 % am Gesamtverbrauch.

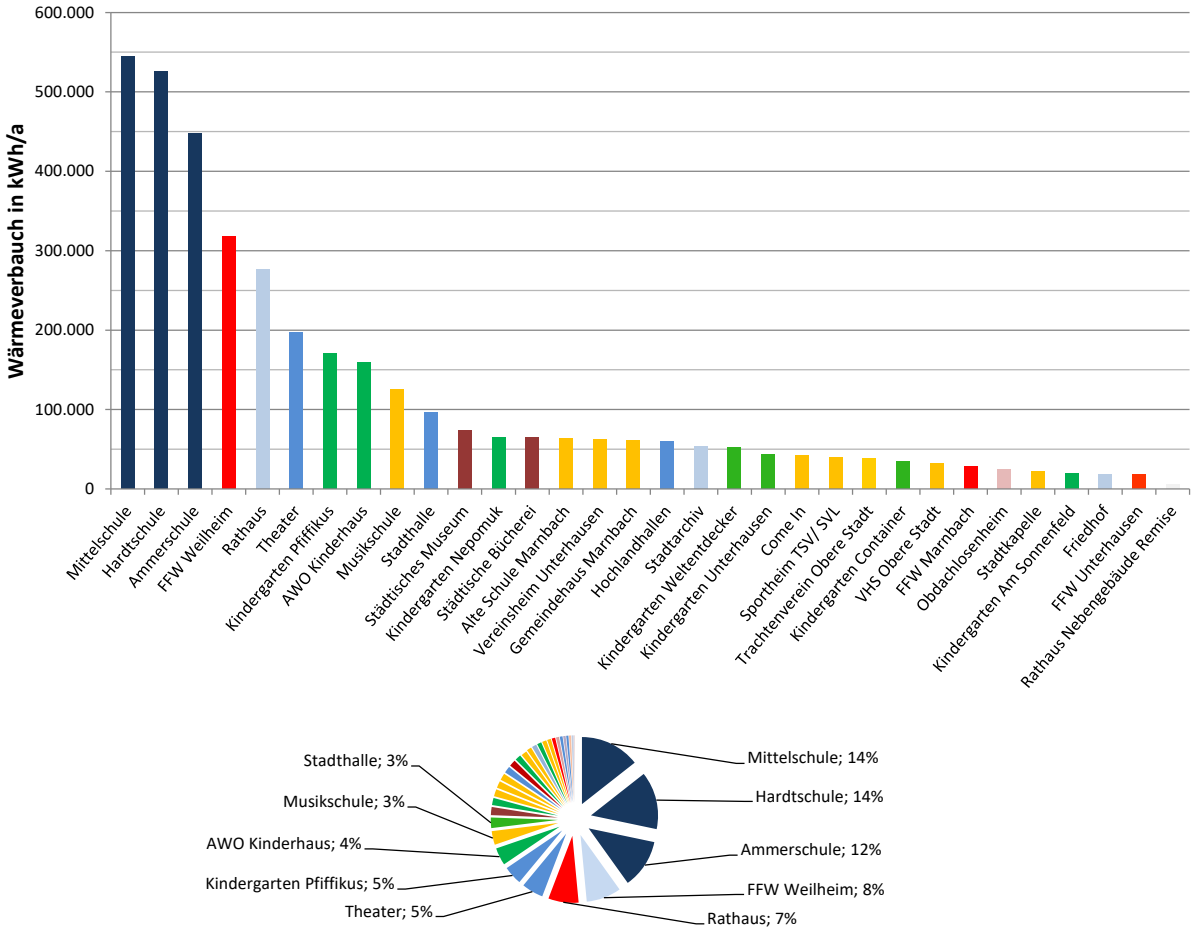


Abbildung 4: Wärmeverbrauch der städtischen Liegenschaften (2023)

In **Abbildung 5** erfolgt eine nutzungsabhängige Kategorisierung in unterschiedliche Gebäudetypen. Der Großteil der Wärme wird in den Schulgebäuden verbraucht und beläuft sich aktuell auf ca. 40,1 % (1,52 MWh/a), gefolgt von den Kinderbetreuungseinrichtungen mit 14,4 % (0,55 MWh/a), den Vereinsheimen/ Erwachseneneinrichtungen mit 12,8 % (0,49 MWh/a), den Feuerwehrgebäuden mit 9,6 % (0,36 MWh/a; davon 0,32 MWh/a in FFW WM), den Veranstaltungsgebäuden mit 9,3 % (0,35 MWh/a) und den Verwaltungsgebäuden mit 9,2 % (0,35 MWh/a; davon 0,28 MWh/a im Rathaus). Die restlichen Kategorisierungstypen Kultureinrichtungen mit 3,7 % (0,14 MWh/a), die Gemeinschaftsunterbringungen und die Sonstigen Gebäude haben nur einen geringen Anteil mit 0,03 MWh/a am Gesamtwärmeverbrauch.

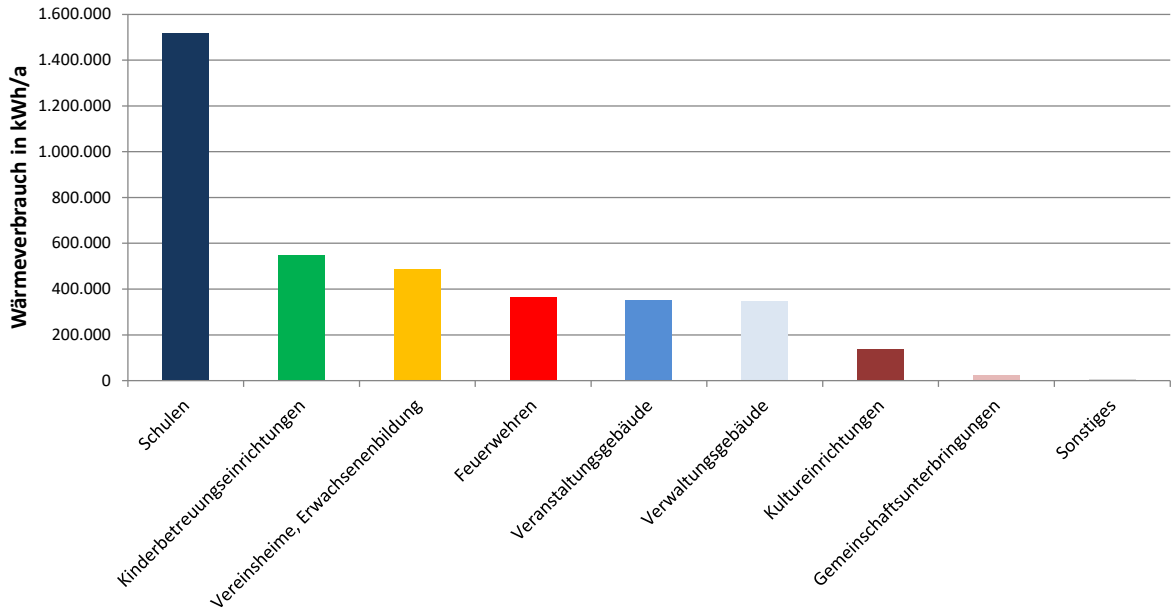


Abbildung 5: Wärmeverbrauch der Liegenschaften aufgeteilt nach Nutzung (2023)

2.2. Strom

Der Stromverbrauch der städtischen Liegenschaften (ohne Straßenbeleuchtung; diese wird gesondert betrachtet) nimmt von 2000 bis 2012 aufgrund der Mehrung bzw. Vergrößerung von Gebäuden, 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 6**). Seit 2013 ist ein leichter Rückgang zu erkennen. Maßnahmen zur Reduzierung des gestiegenen Niveaus wie etwa die Umrüstung der Beleuchtung auf eine hocheffiziente LED-Technologie oder die Erneuerung von technischen Anlagen durch Hocheffiziente schwächen den Stromanstieg in den letzten Jahren ab. Auch können die stetig steigenden spezifischen Stromkosten (siehe **Abbildung 7**) abgemildert werden. Aktuell liegen die spezifischen Stromkosten bei 24,7 ct/kWh; im Vergleich zum Jahr 2001 haben sich die Kosten etwa verdoppelt. Durch Analyse der Stromlastgänge wird versucht mögliche Stromverbraucher und Lasten in den städtischen Liegenschaften ohne Nutzereinschränkung zu reduzieren. Der zunehmende Einsatz von Stromheizungen wie Wärmepumpen oder auch die Versorgung von Provisoriumsbauten wie Containeranlagen, welche notdürftig mit Strom geheizt werden, werden nicht im Stromverbrauch dargestellt, sondern im Wärmeverbrauch.

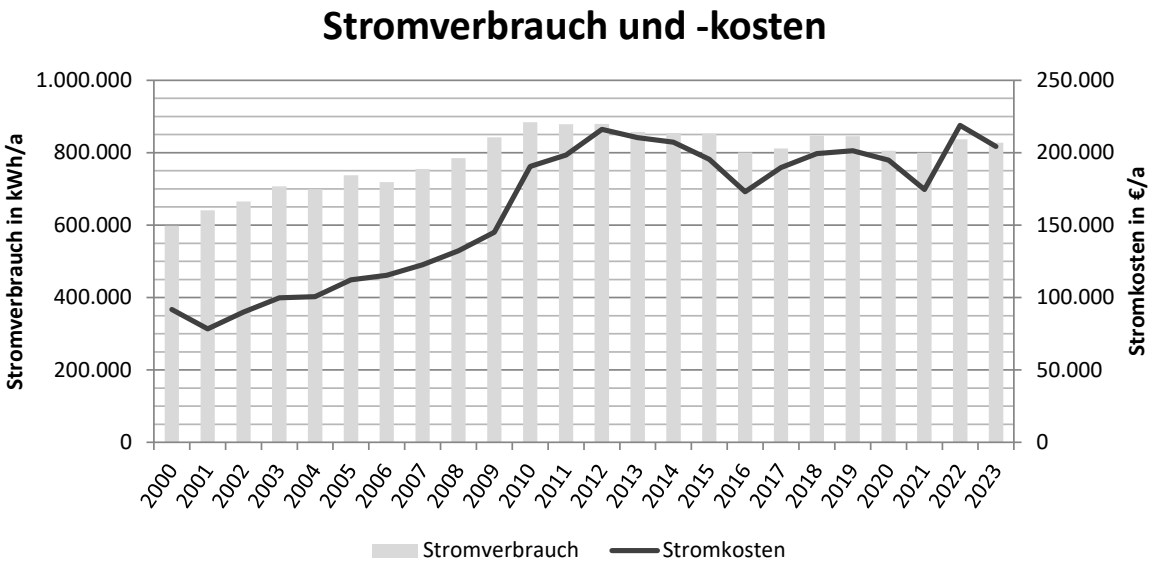


Abbildung 6: Stromverbrauch und -kosten der städtischen Liegenschaften (2000-2023)

Der Stromverbrauch der städtischen Liegenschaften beträgt im Jahr 2023 etwa 827.000 kWh/a und hat damit einen Anteil von ca. 17,3 % am Gesamtenergieverbrauch (Wärme- und Stromverbrauch 2023: 4.782.000 kWh/a). Der Großteil des Stroms wird in den Schulgebäuden verbraucht und beläuft sich aktuell auf ca. 42,5 %.

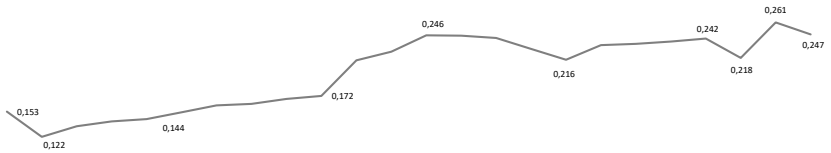


Abbildung 7: Spezifische Stromkosten in €/kWh

In **Abbildung 8** und **Abbildung 9** sind die Stromverbräuche der einzelnen Liegenschaften der Stadt Weilheim dargestellt. Etwa 42,5 % (0,35 MWh/a) des Stroms wird in den Schulgebäuden verbraucht, gefolgt von den Verwaltungsgebäuden mit 16,7 % (0,14 MWh/a; davon 0,11 MWh/a im Rathaus), den Kinderbetreuungseinrichtungen mit 13,7 % (0,11 MWh/a), den Vereinsheimen/ Erwachseneneinrichtungen mit 7,7 % (0,063 MWh/a), Feuerwehren mit 7,4 % (0,061 MWh/a; davon 0,055 MWh/a in FFW WM), den Veranstaltungsgebäuden mit 5,6 % (0,046 MWh/a). Die restlichen Kategorisierungstypen wie die Kultureinrichtungen mit 4,2 % (0,035 MWh/a), die Gemeinschaftsunterbringungen und die sonstigen Gebäude haben nur einen geringen Anteil mit 0,018 MWh/a am Gesamtstromverbrauch.

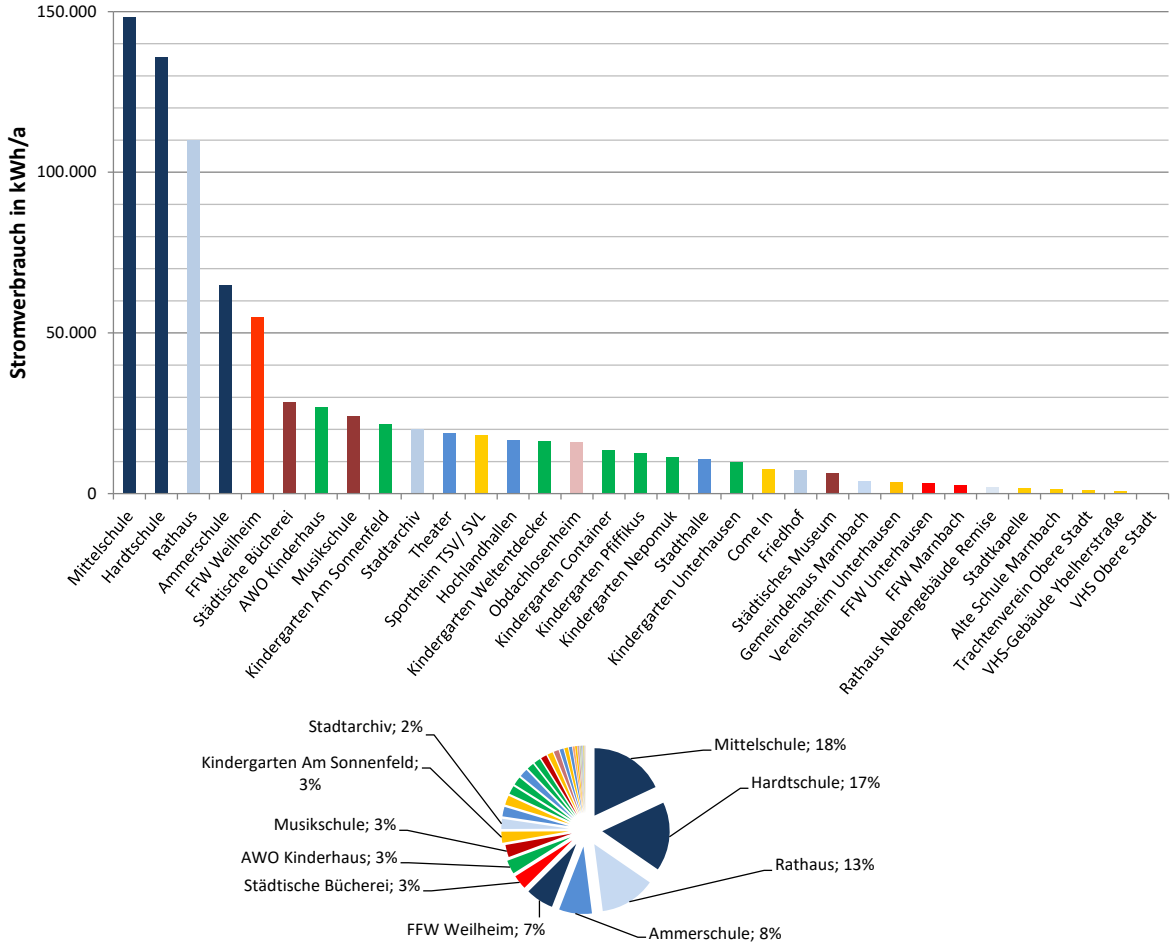


Abbildung 8: Stromverbrauch der städtischen Liegenschaften (2023)

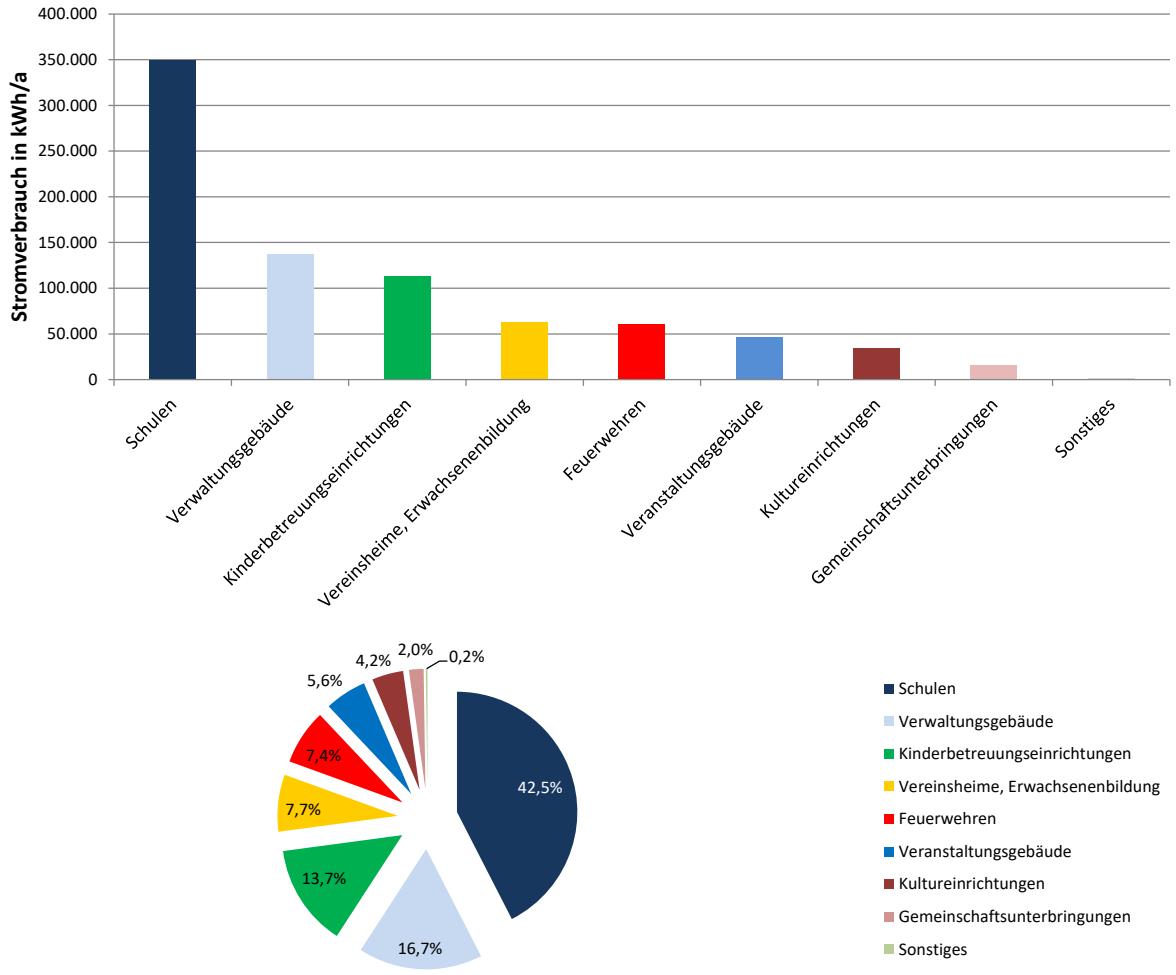


Abbildung 9: Stromverbrauch der städtischen Liegenschaften aufgeteilt nach Nutzung (2023)

2.3. Wasser

Der Gesamtwasserverbrauch ist nach einem Rückgang von 2006 bis 2009 wieder angestiegen. Ebenso sind die aufsummierten Wasserkosten konstant gestiegen. (siehe **Abbildung 10**)

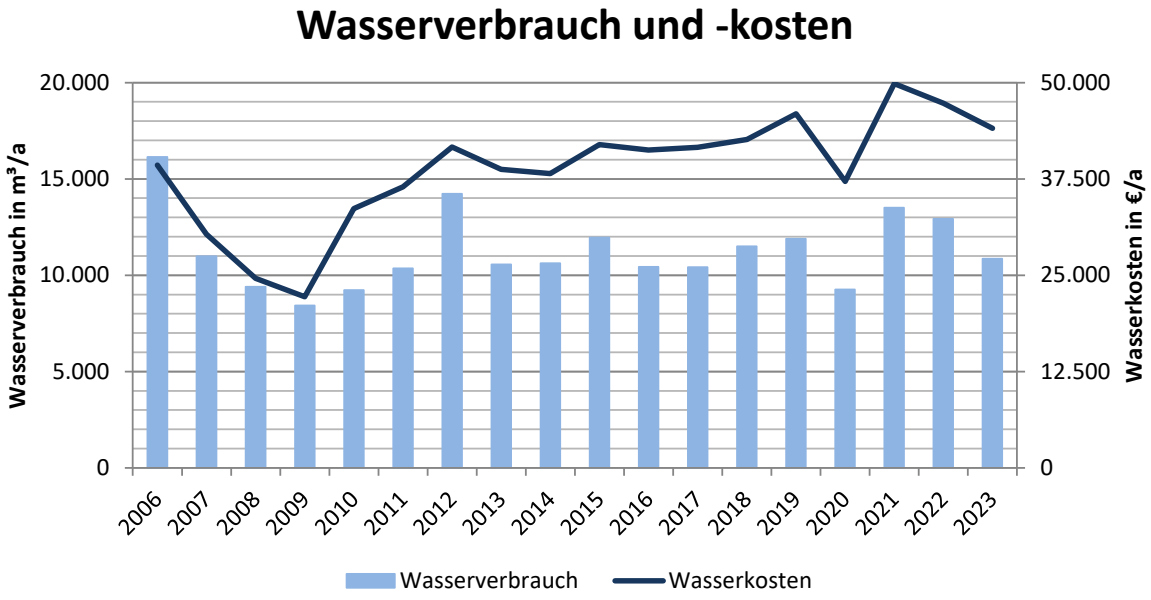


Abbildung 10: Wasserverbrauch und –kosten der städtischen Liegenschaften (2006-2023)

Die spezifischen Wasserkosten sind in **Abbildung 11** abgebildet. Hier ist ähnlich wie bei der Wärme oder beim Strom deutlich ein stetiger spezifischer Kostenanstieg zu erkennen. Die spezifischen Wasserkosten (Wasser und Abwasser) belaufen sich im Jahr 2023 auf 4,06 €/m³; die vorhergenannten Kosten haben sich seit 2006 fast verdoppelt.

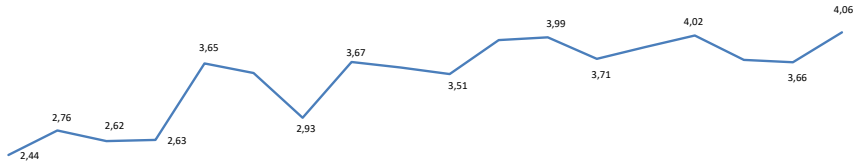


Abbildung 11: spezifische Wasserkosten in €/m³

In **Abbildung 12** 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, da hierfür keine gesonderten Unterzähler eingebaut sind. Hierdurch ergeben sich erhöhte Verbräuche einzelner Liegenschaften wie u.a. beim Verwaltungsgebäude Friedhof oder auch beim Sportheim am Zotzenmühlweg. 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 anteilig über einem Viertel den meisten Verbrauch. Hintergrund ist die hohe Nutzung sanitärer Anlagen durch die Vielzahl der Personen oder die Sondernutzung der Turnhallen. Auch haben die Kindergärten mit fast einem Viertel einen relativ hohen Anteil am Gesamtverbrauch.

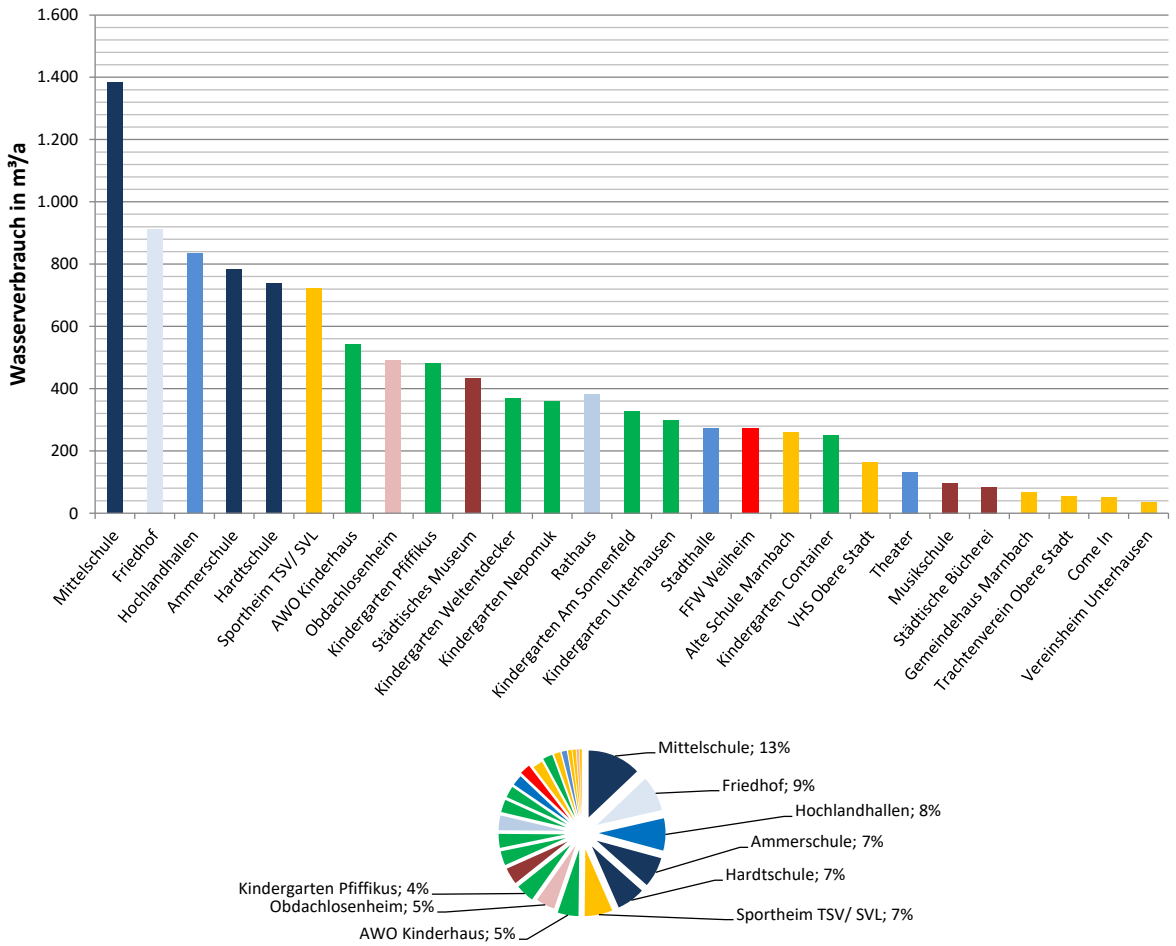


Abbildung 12: Wasserverbrauch der städtischen Liegenschaften (2023)

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

In **Abbildung 13** sind die einzelnen Gesamtverbräuche des Jahres 2000-2023 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 Wasserverbräuche liegen erst seit 2006 vor.

Der Wärmeverbrauch wird in dieser Abbildung witterungsbereinigt dargestellt. Die letzten Jahre waren durchaus überdurchschnittlich warm, wodurch der konstant gebliebene absolute Wärmeverbrauch durch die Witterungsbereinigung erhöht wird.

Beim Wasserverbrauch zeigt eine Spitze in den Jahren 2021 und 2022. Dieser Mehrverbrauch ist auf einen Wasserschaden in der Mittelschule zurückzuführen. Hintergrund war eine defekte Heizungsleitung. In der Folge wurde Wasser automatisch in das Wärmesystem nachgefüllt. Der Schaden ist inzwischen durch Neuverlegung der Heizungsleitungen im Langbau behoben. Der Minderverbrauch im Jahr 2020 ist auf die Corona-bedingten Schließungen der Schulen, Kindereinrichtungen und Turnhallen zurückzuführen.

Der Stromverbrauch ist in den letzten Jahren relativ konstant geblieben. Der Zuwachs an Gebäuden und Gebäudeflächen, kann durch Energieeffizienzmaßnahmen wie den Austausch alter Beleuchtungen durch LED-Technologie oder die Installation von PV-Anlagen noch ausgeglichen werden.

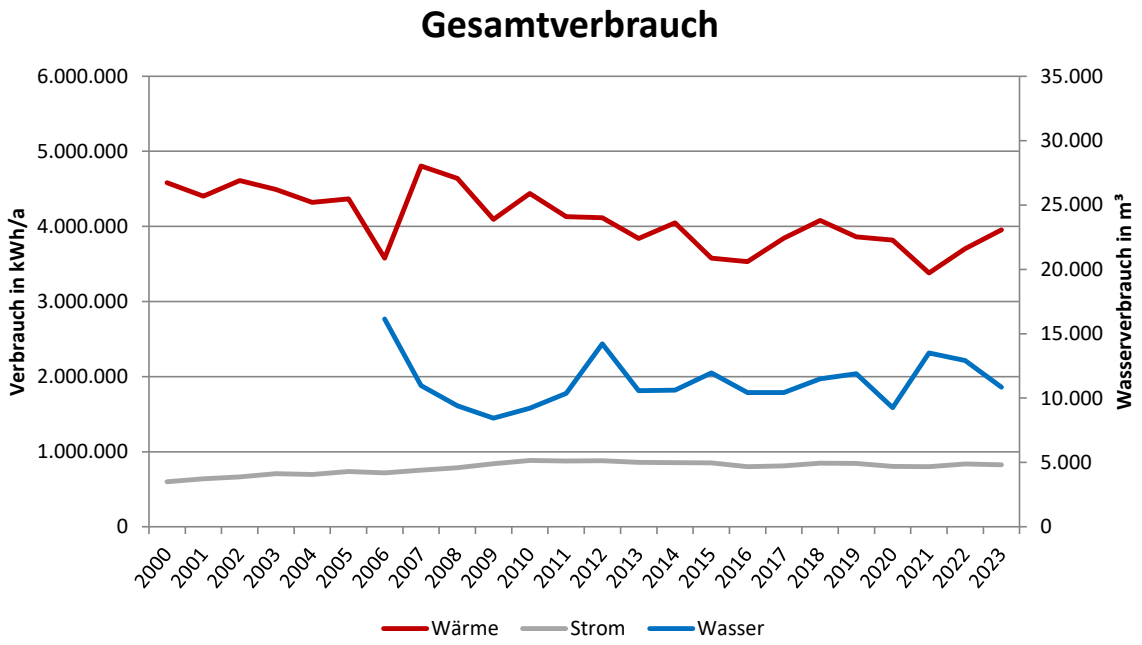


Abbildung 13: Gesamtenergieverbrauch der städtischen Liegenschaften (2000-2023)

Die massiv gestiegenen spezifischen Energiekosten für Wärme dämpfen die Ergebnisse der durchgeführten Maßnahmen für einen verringerten Wärmeverbrauch in der Gesamtkostenbilanz (siehe **Abbildung 14**) stark ab. Die Gesamtkosten für Strom, Wasser und Wärme belaufen sich aktuell auf etwa 675.000 €/a. Verglichen mit dem Jahr 2006 (381.000 €) ergibt das eine Mehrung von ca. 294.000 €.

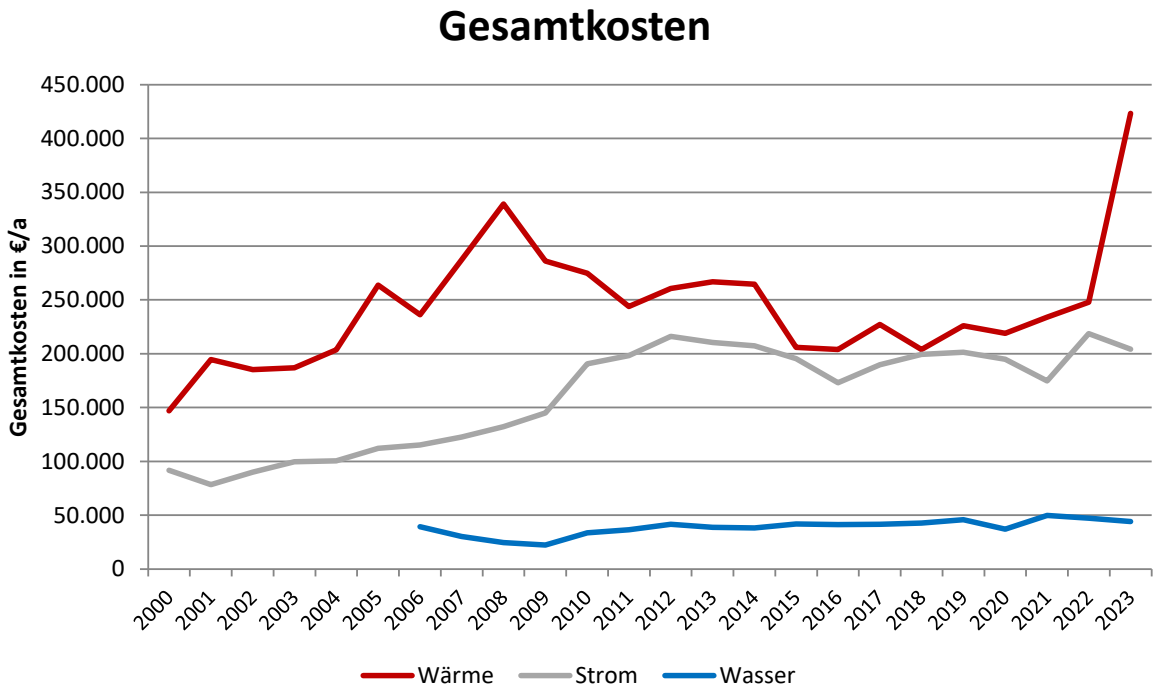


Abbildung 14: Gesamtenergiekosten der städtischen Liegenschaften (2000-2023)

Die **Abbildung 15** und **Abbildung 16** zeigen den Strom- und den Wärmeverbrauch der städtischen 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. Deutlich zu erkennen sind jedoch die großen Spitzenverbraucher wie die drei Schulen, das Rathaus und das Feuerwehrgebäude. Die aufgezählten Gebäude besitzen anteilig die größten Flächen.

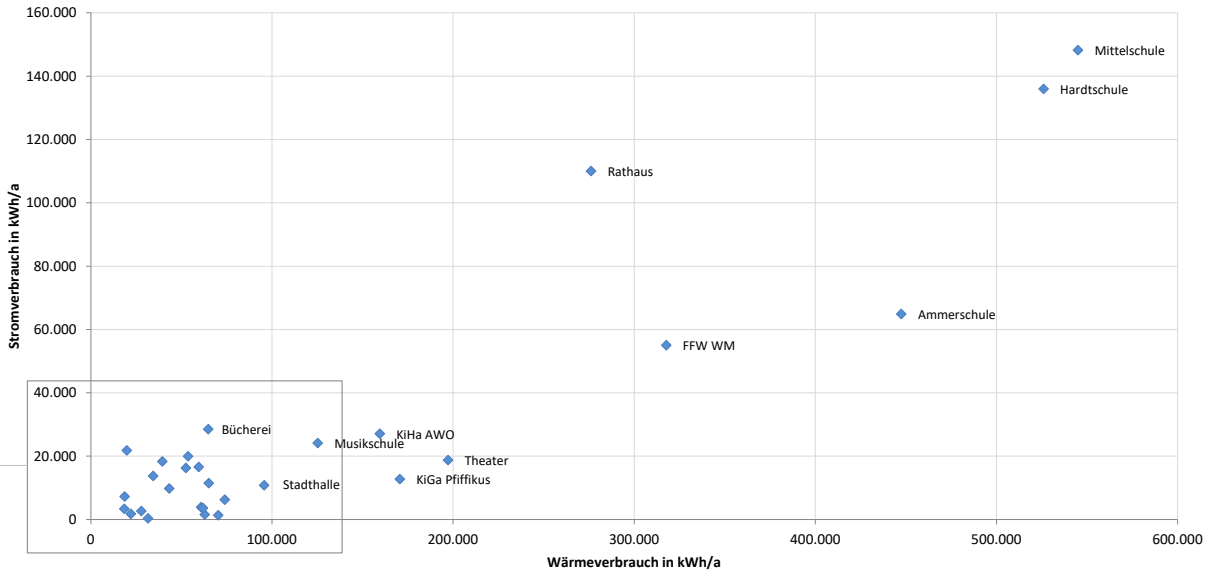


Abbildung 15: Strom- und Wärmeverbrauch der städtischen Liegenschaften (2023)

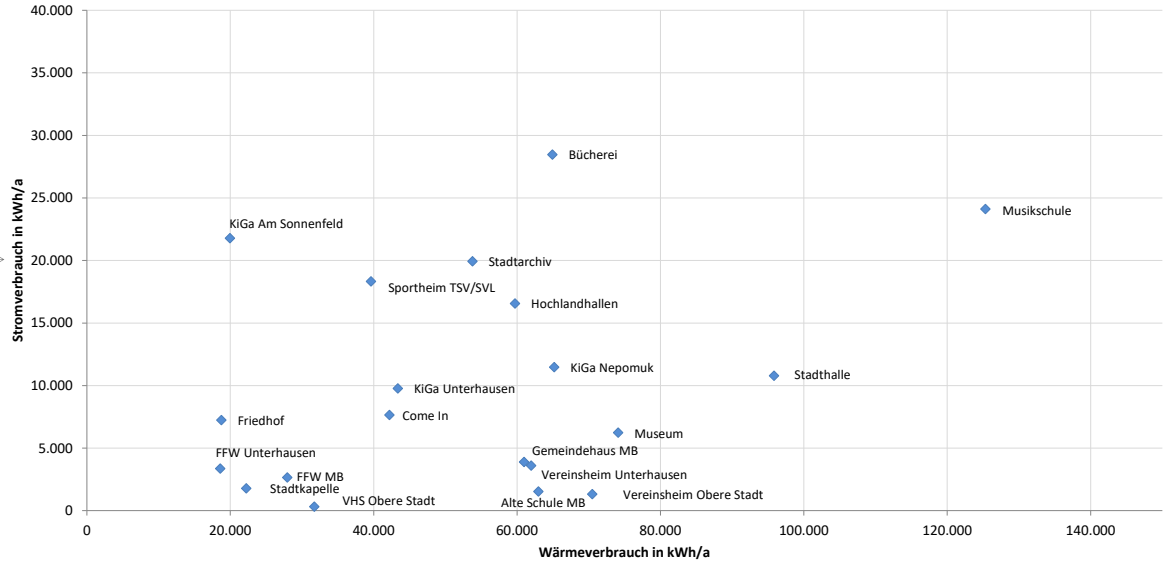


Abbildung 16: Strom- und Wärmeverbrauch der städtischen Liegenschaften, hohe Auflösung (2023)

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 17** sind die spezifischen Strom- und Wärmeverbräuche dargestellt. Die Höhe des spezifischen Verbrauchs einer städtischen Liegenschaften hängt von unterschiedlichen Paramatern ab; wie zum Beispiel vom energetischen Zustand, Alter, von der Gebäudenutzung, Nutzungshäufigkeit, den installierten Anlagen und sonstigen Parametern. Somit können z.B. Schulen oder Kindergärten aufgrund ihrer gleichen Gebäudenutzung miteinander sehr gut verglichen werden.

Die hohen spezifischen Wärmeverbräuche des Stadttheaters, des Kindergartens Pfiffikus und des alten Schulhauses in Marnbach legen deutlich die Schwachstellen der Gebäude bestehend aus schlechter Gebäudehülle, alten Fenstern und ineffizienter Anlagentechnik dar. 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 bedingt. Im Stadtarchiv wurde ein Raum für zentrale Server der städtischen EDV-Infrastruktur zweckentfremdet. Der Raum besitzt zur Serverkühlung ein strombetriebenes Kühlgerät. Das Rathaus Weilheim hat sehr viele elektrische Verbraucher, wie Lüftungsanlagen, Computer, Beleuchtung, Brandmeldeeinrichtungen, etc. und ist zudem ganztägig und auch teilwiese auch an Abendstunden belegt.

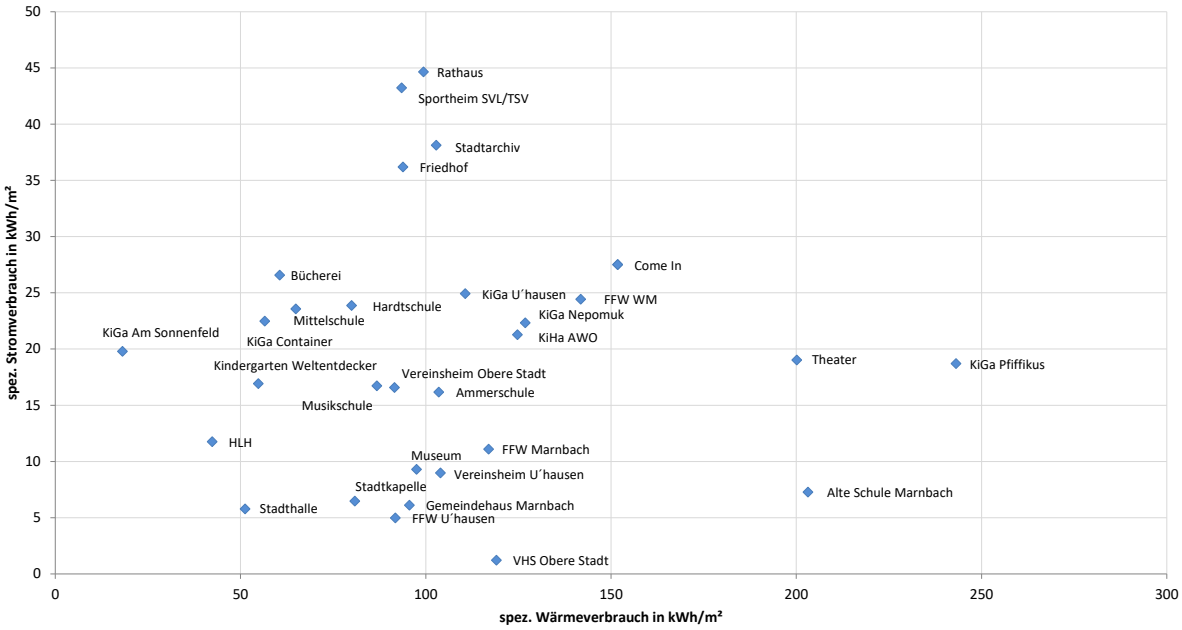


Abbildung 17: Darstellung des spezifischen Stromverbrauchs und des spezifischen Wärmeverbrauchs städtischer Liegenschaften (2023)

Die prozentuale Entwicklung des Strom- und Wärmeverbrauchs ist in **Abbildung 18** dargestellt. Hierbei werden die Verbräuche auf ein Basisjahr normiert. Das Diagramm zeigt, dass der Wärmeverbrauch im Vergleich zum Ausgangsjahr 2000 prozentual rückläufig ist. Der Stromverbrauchindex ist zwischenzeitlich um ca. 45% gestiegen und sinkt seit ca. 2010 stetig. Energieeffizienzmaßnahmen technischer Anlagen und Gebäudesanierungen wirken sich somit positiv aus.

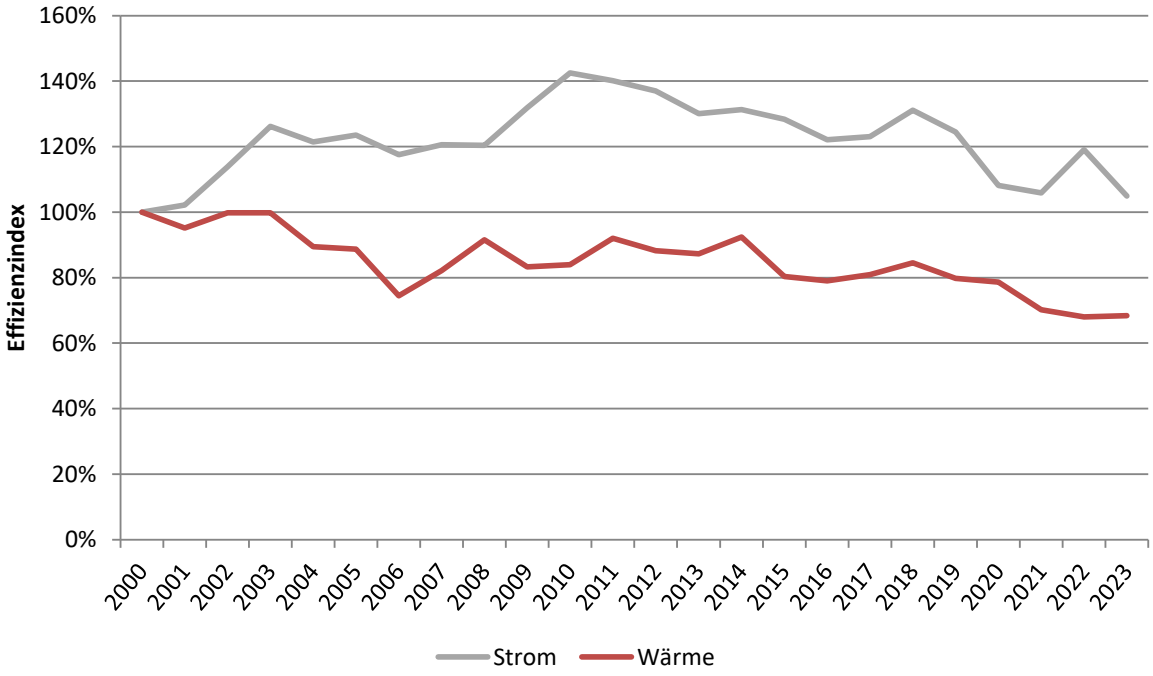


Abbildung 18: Prozentuale Entwicklung des Wärme- und Stromverbrauchs der städtischen Liegenschaften (2000 bis 2023)

2.6. Eingesetzte Energieträger

Der Anteil an regenerativen Energieträgern ist seit dem Jahr 2006 mit der Umrüstung bzw. Erneuerung einzelner Anlagen stetig angestiegen (siehe **Abbildung 19**). 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.

Aktuell liegt der Anteil regenerativer Energieträger am Gesamtverbrauch bei ca. 45 %; 55 % entstammen noch fossilen Energieträgern.

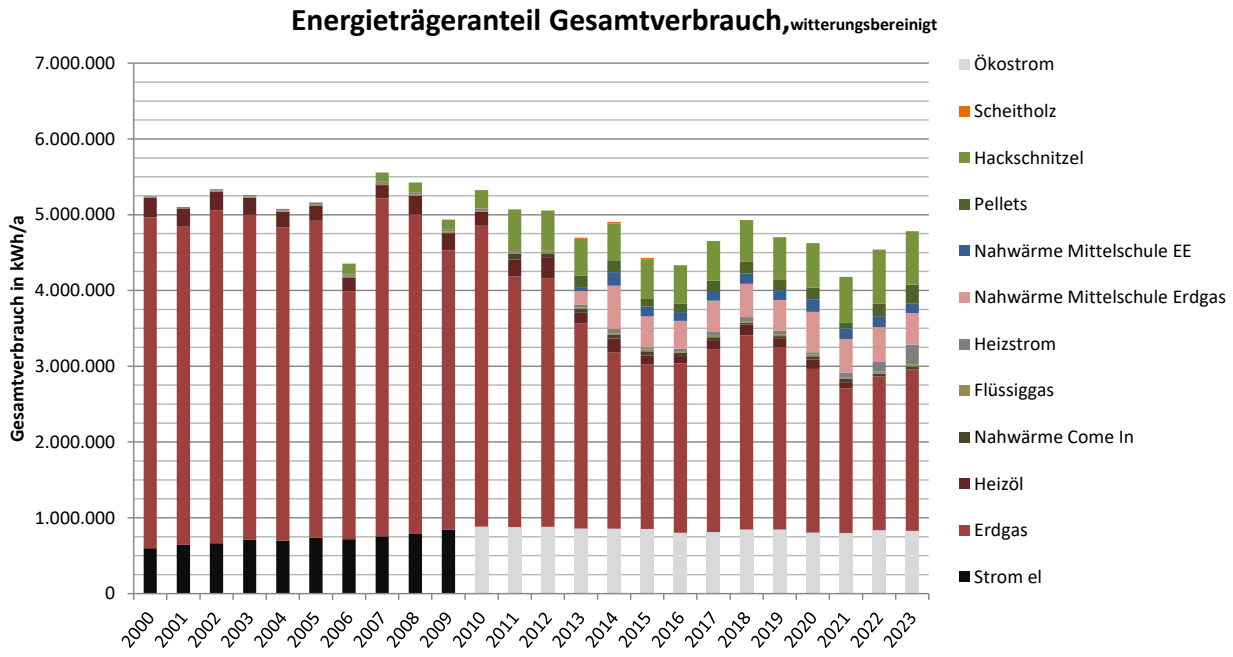


Abbildung 19: Energieträgeranteile am Gesamtverbrauch (2000-2023)

Etwa 66 % des Wärmeverbrauchs wird durch herkömmliche Energieträger gedeckt (siehe **Abbildung** 20). 54 % davon sind Erdgas, 10 % Erdgas des BHKWs der Mittelschule und jeweils ca. 1 % aus Flüssiggas und Heizöl. Knapp ein Viertel werden durch den Bezug von Hackschnitzeln (Hardtschule und AWO Kinderhaus) und Pellets im Vereinsheim Unterhausen und Gemeindehaus Marnbach aus erneuerbaren Energien generiert. Zudem wird in einzelnen Gebäuden auch mit Strom geheizt bzw. Warmwasser erzeugt. Dies ist in den Liegenschaften Rathaus (Wärmepumpe), Ammerschule (Wärmepumpe), Obdachlosenheim Töllern und dem provisorischen Containerkindergarten (zusammen ca. 7 %) der Fall. 3 % entfallen auf den EE-Anteil aus der Fernwärme des Krankenhauses; hier wird die Nutzung der Abwärme des BHKWs positiv bilanziert. (siehe **Abbildung 21**)

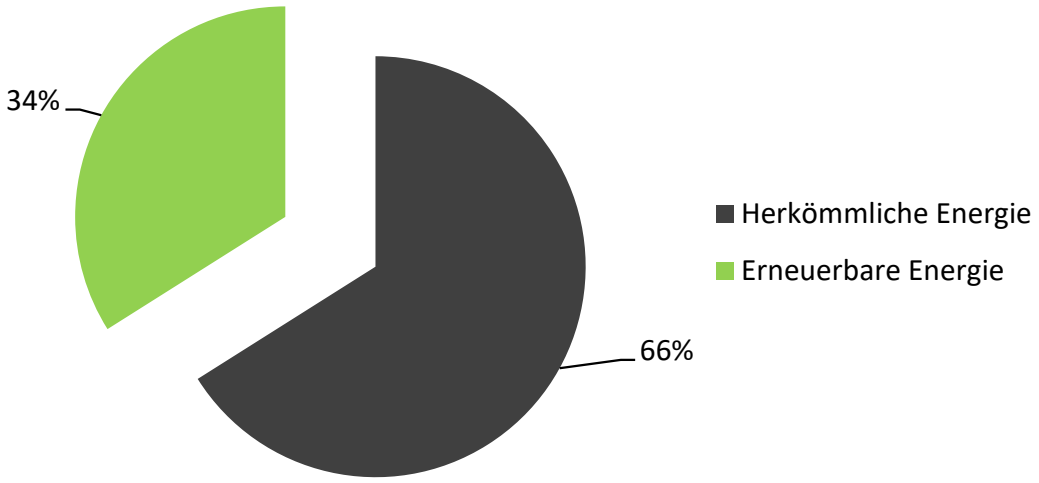


Abbildung 20: Darstellung von erneuerbaren Energieträgern am Gesamtwärmeverbrauch 2023

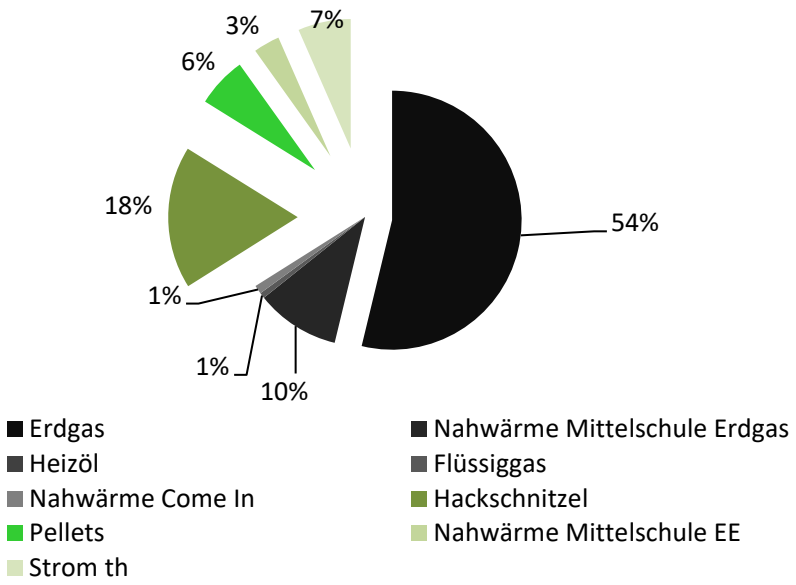


Abbildung 21: Detaillierte Darstellung von erneuerbaren Energieträgern am Gesamtwärmeverbrauch 2023

Die CO_2-Emissionen sind seit dem Bezug von zertifizierten Ökostrom und u.a. den energetischen Sanierungen der Schulen und den Umstellungen von fossil betriebenen Heizungen auf Wärmepumpensysteme, Pellets und Hackschnitzeln deutlich gesunken. Verglichen mit dem Jahr 2009 haben sich die CO_2-Emissionen von 1.327 t/a um 871 t/a (65,6 %) auf 456 t/a reduziert. (siehe **Abbildung 22**)

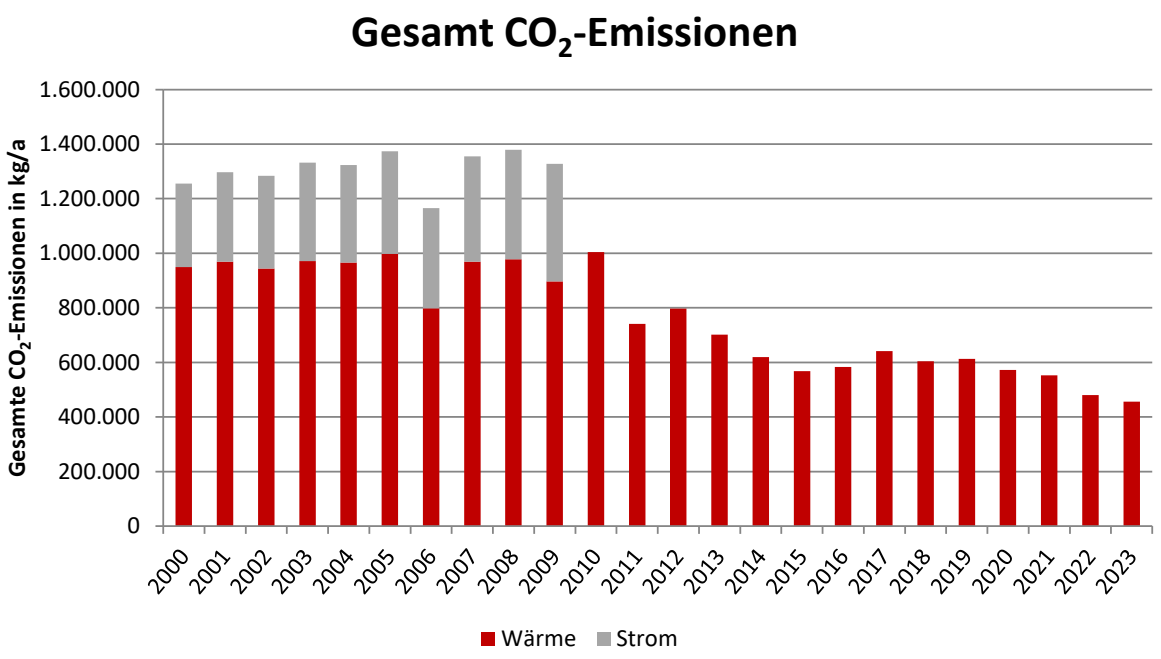


Abbildung 22: CO_2-Emissionen der städtischen Liegenschaften (2000-2023)

In **Abbildung 23** sind die CO_2-Emissionen pro verbrauchter kWh für den Wärmeverbrauch und für den gesamten Strom- und Wärmeverbrauch dargestellt. Es werden damit die spezifischen CO_2-Emissionen verdeutlicht. Der Rückgang zeigt den stetig zunehmenden Einsatz von Biomasse und in der jüngeren Vergangenheit den Einbau von Wärmepumpen in den Heizungsanlagen sowie den Umstieg auf Ökostrom-Bezug der städtischen Liegenschaften.

Das höhere Niveau der Gesamtkurve bis zum Jahr 2009 zeigt einerseits die schlechteren spezifischen CO_2-Emissionen von Strom gegenüber den CO_2-Emissionen von Wärmeenergieträgern. Zudem wird deutlich, dass der Anteil des Wärmeverbrauchs am Gesamtverbrauch deutlich höher ist als der von Strom; dadurch liegen die Kurven relativ nahe beieinander, obwohl die spezifischen CO_2-Emissionen von Strom über die Hälfte größer waren, als die der Wärme. Die spezifischen CO_2-Emissionen von Strom werden durch die damals noch etwa halb so hohen spezifischen CO_2-Emissionen von Wärme aus fast ausschließlich Erdgas und Heizöl in dieser Darstellung abgemildert.

Durch den Umstieg auf Ökostrom im Jahr 2010 wurden die CO_2-Emissionen deutlich reduziert, wodurch die Gesamtkurve unterhalb des Niveaus der Wärme abfällt. Durch die kontinuierliche Reduzierung der fossilen Brennstoffe wie Erdgas und Heizöl sowie den Einsatz von Wärmepumpen und Biomasse sind die spezifischen Emissionen der Wärme fallend.

Im gesamten Betrachtungszeitraum sind die CO_2-Emissionen des Gesamtverbrauchs von 239 kg CO_2/kWh auf inzwischen 106 kg CO_2/kWh reduziert worden. Das entspricht einem Rückgang um 133 kg CO_2/kWh bzw. ca. 56 %.

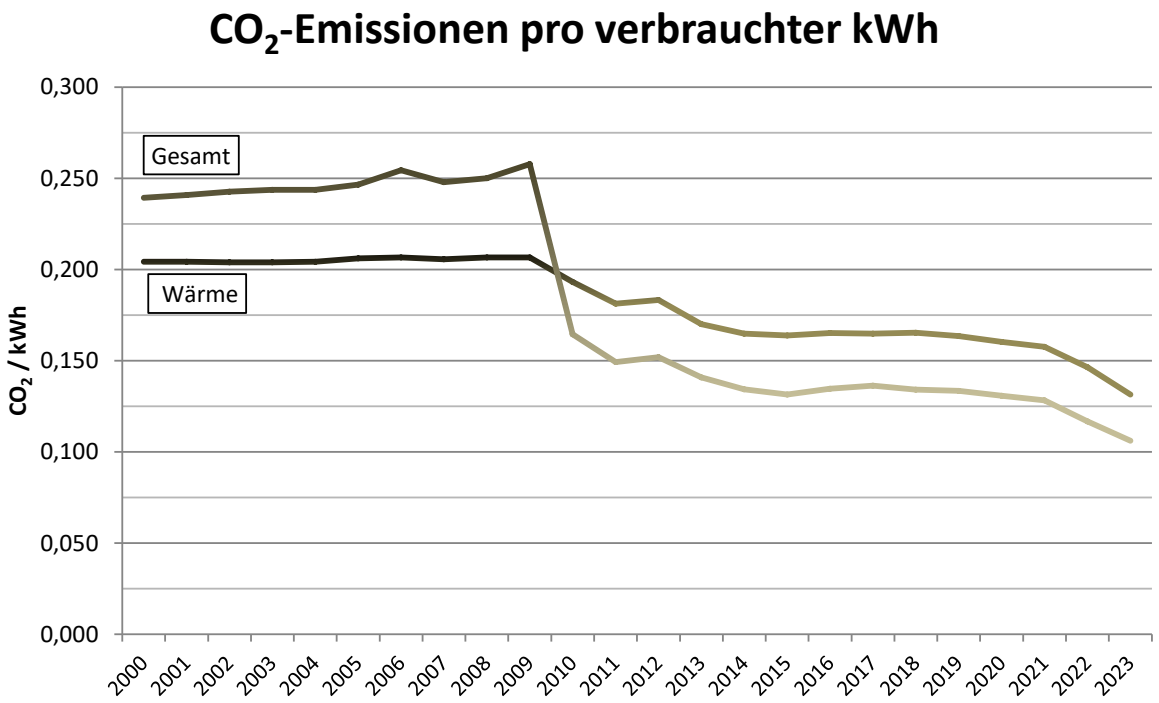


Abbildung 23: CO_2-Emissionen pro verbrauchter kWh

3. Straßenbeleuchtung

Die städtische Straßenbeleuchtung wird seit 2019 von den Stadtwerken Weilheim als Dienstleister betreut und gewartet. Seit 2021 sind fast alle Leuchtpunkte durch LED-Technologie ersetzt worden. In **Abbildung 24** ist die zuvor genannte Technologieumstellung deutlich zu erkennen. Der Stromverbrauch im Jahr 2008 betrug 977 MWh/a. Inzwischen ist der Stromverbrauch um 736 MWh (ca. 75%) auf 241 MWh/a zurückgegangen. Bereits in den letzten Jahrzehnten wurde die Umrüstung auf LED sukzessive umgesetzt. So konnte trotz der steigenden Flächenversiegelung aufgrund der Schaffung von Neubau- und Gewerbegebieten und den damit notwendigen Neuinstallationen durch Straßenbeleuchtungen der Stromverbrauch konstant reduziert werden.

Bezogen auf das Jahr 2008 reduzierten sich die Kosten von 160.500 €/a um über 100.000 € auf inzwischen 55.500 €/a. Das entspricht einem Rückgang von ca. 66 %. Im Vergleich zum Jahr 2013 ergeben sich Einsparungen i. H. v. ca. 125.000 € (69 %).

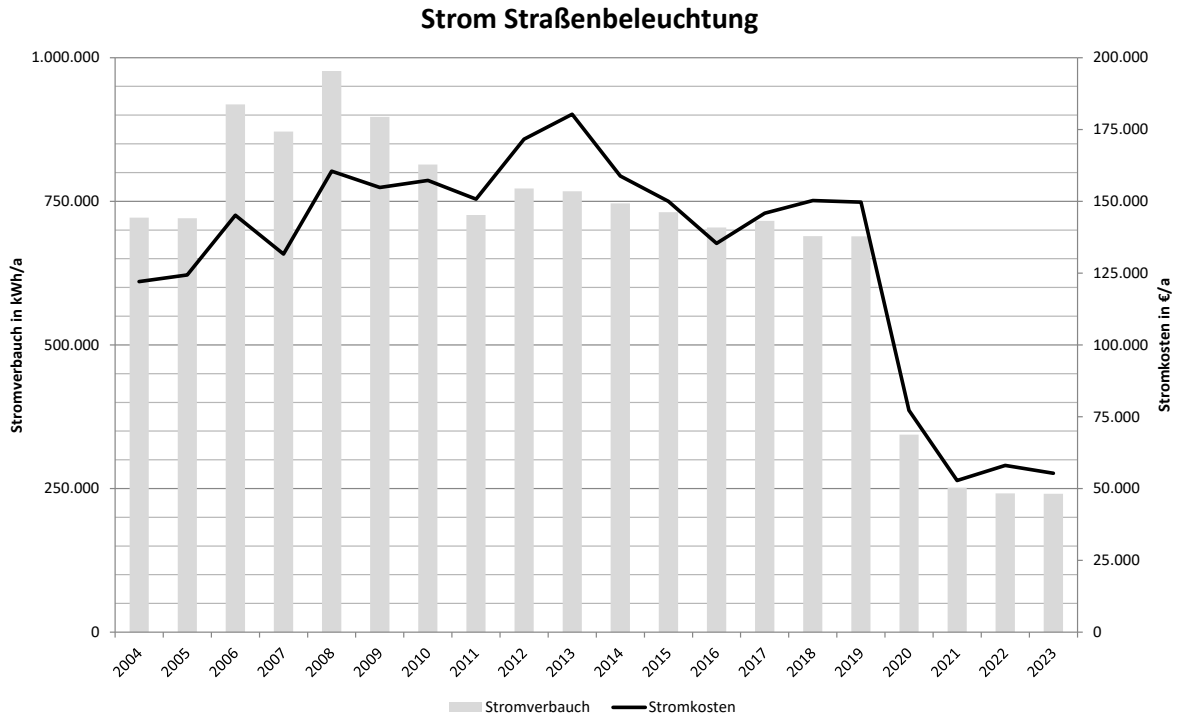


Abbildung 24: Stromverbrauch und -kosten der Straßenbeleuchtung (2004-2023)

4. PV-Anlagen

4.1. PV-Anlagen auf städtischen Liegenschaften

Seit der Jahrtausendwende wurden einzelne Dachflächen unterschiedlicher Liegenschaften an Investoren für die Erzeugung von Solarstrom verpachtet, um somit einen Beitrag zum Klimaschutz und zur Energiewende zu leisten. Es handelt sich dabei um Dachflächen auf der Stadthalle (bereits aufgrund Sanierung stillgelegt; Vertrag ausgelaufen), Mittelschule, Hochlandhalle, FFW Weilheim, FFW Marnbach, der Ammerschule sowie auf dem Trifthofstadl. Diese Verträge laufen teilweise noch bis zum Jahr 2030. Die Stadt erhält hier eine relativ geringe Vergütung abhängig von der jährlichen Einspeisemenge. Nach Ablauf der Verträge gehen diese Anlagen in den Besitz der Stadt Weilheim über. Nach der Vertragslaufzeit sind die staatlichen Subventionen für diese Anlagen ausgelaufen; man erhält dann lediglich noch die staatliche Vergütung. Es kann jedoch eine Eigennutzung des Stroms getätigt werden, um somit den Zukauf von Strom zu reduzieren.

Derzeit sind PV-Anlagen mit einer Leistung von etwa 315 kW_{peak} installiert (siehe **Abbildung 25**); ca. 2/3 sind verpachtet; die größte Anlage mit knapp 70 kW_{peak} befindet sich auf dem Dach der Ammerschule.

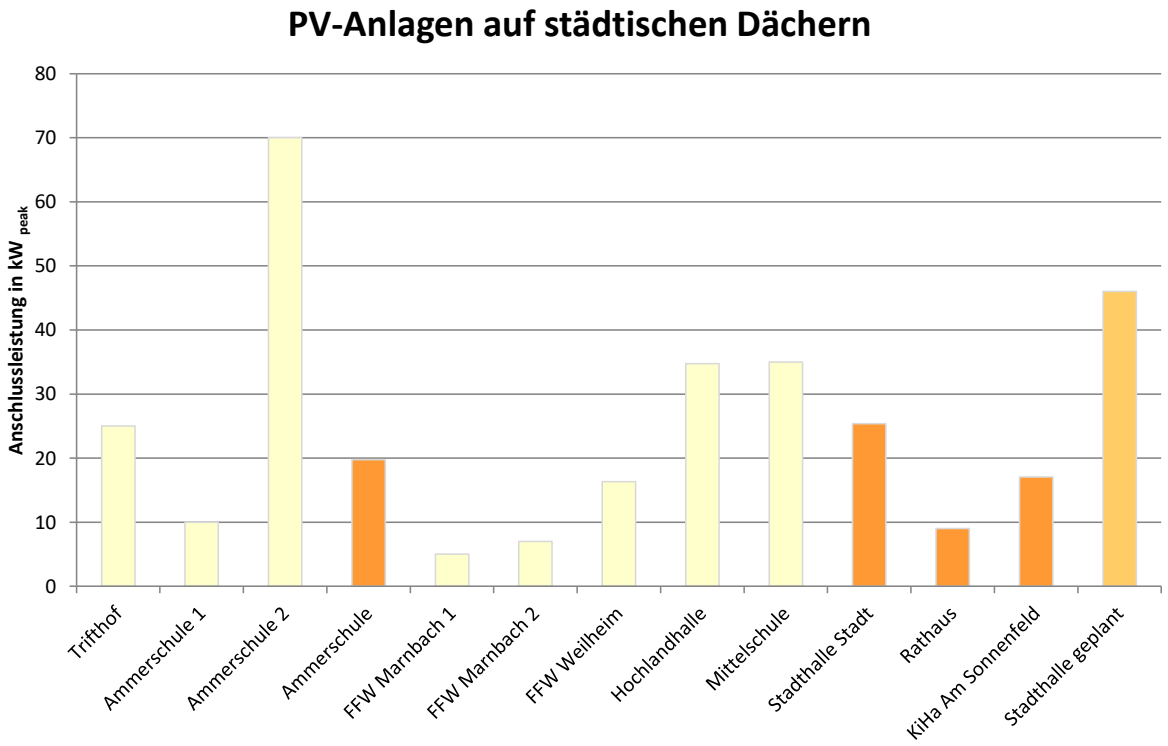


Abbildung 25: Installierte PV-Anlagen auf städtischen Liegenschaften

Diese verpachteten Anlagen haben eine Gesamtleistung von über 200 kW_{peak}, hierdurch werden ca. 200.000 kWh/a ins Netz eingespeist (siehe **Abbildung 26**). Der Pachtertrag beträgt etwa 2 - 3,5 % von der Einspeisevergütung und beläuft sich durchschnittlich auf etwa 2.700 €/a für alle Dachflächen.

Etwa 1/3 sind eigennutzte Anlagen (inkl. neuer zukünftiger Anlage auf dem Dach der Stadthalle), welche den Strom selbst im Gebäude verbrauchen und somit den Strombezug reduzieren.

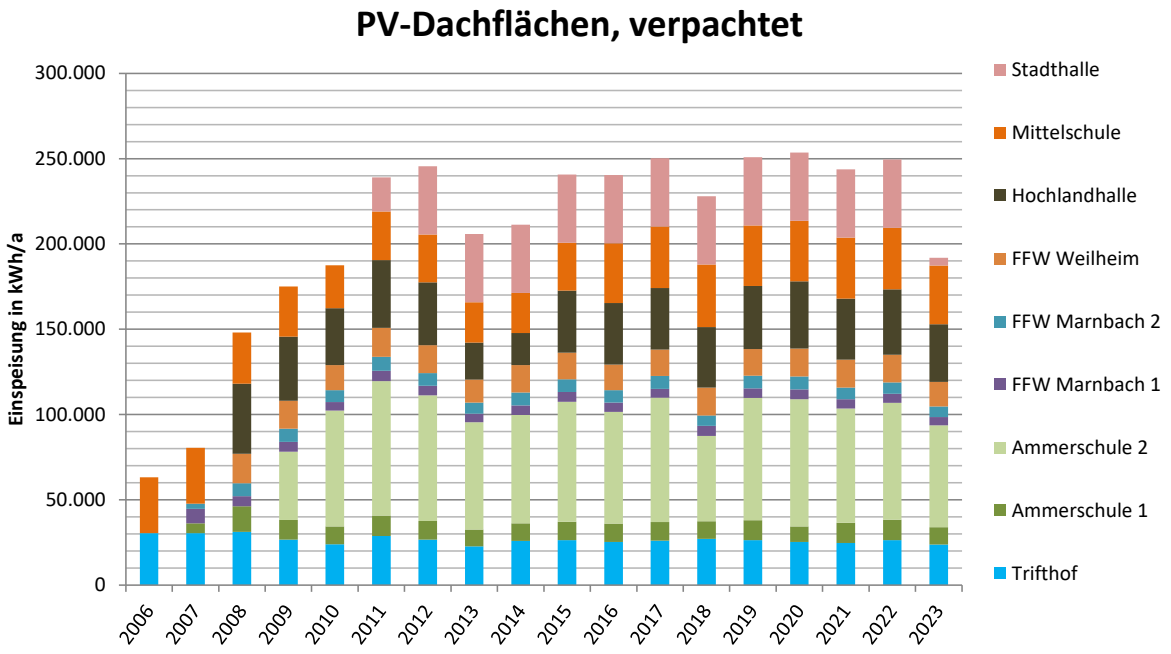


Abbildung 26: Einspeisung der PV-Anlagen auf städtischen Dächern (2006-2023)

4.2. PV-Anlage Stadthalle

Die Stadt Weilheim besitzt seit dem Jahr 2010 eine PV-Anlage auf dem westlichen Teil 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 27**). Die östliche angrenzende Fläche des Hauptdaches wurde im Jahr 2001 an eine externe Firma verpachtet, um dort Solarstrom zu erzeugen. Aufgrund des Auslaufs des Nutzungsvertrages, der notwendigen Sanierung des Tragwerksystems der Stadthalle und der folgenden Dachsanierung wird zukünftig eine neue PV-Anlage mit Speichersystem installiert.

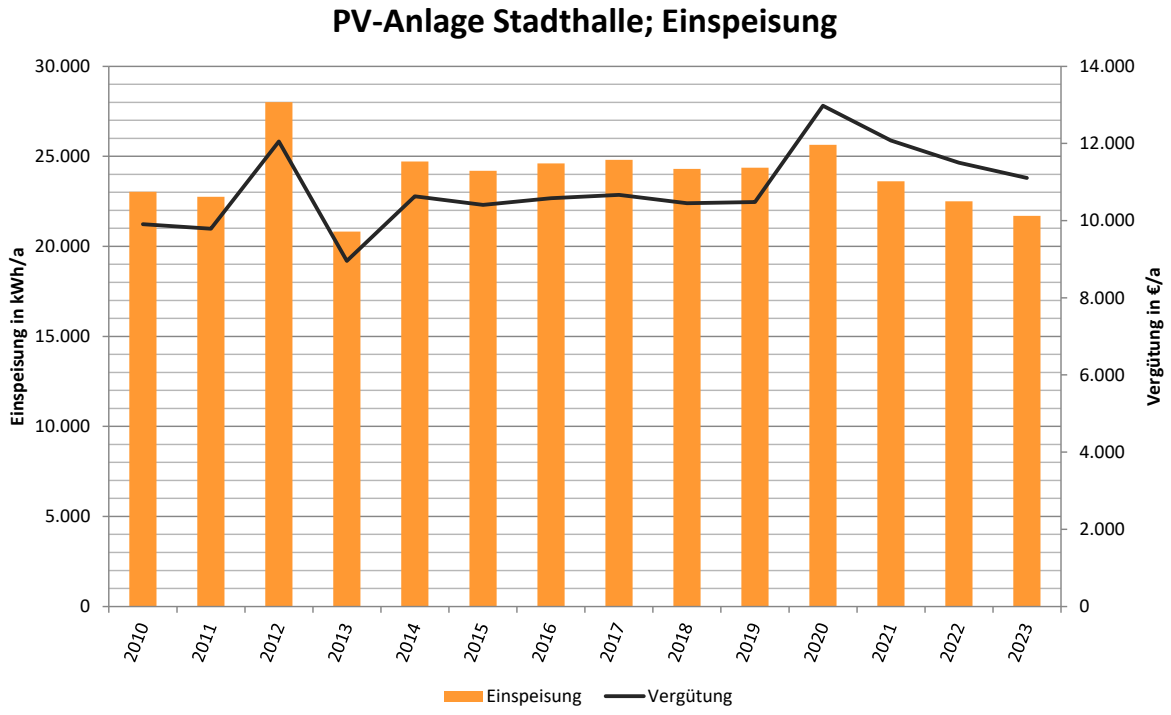


Abbildung 27: Einspeisevergütung der städtischen PV-Anlage "Stadthalle" (2010-2023)

4.3. 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 im Gebäude verbraucht.

4.4. PV-Anlage Ammerschule

Auf der Ammerschule wurde im Jahr Dezember 2020 eine PV-Anlage als Überschusseinspeiseanlage installiert und ans Netz angeschlossen. Die erzeugte Solarenergie wird direkt im Gebäude verbraucht; der geringe und vernachlässigbare Überschuss wird ins Netz eingespeist. Hierdurch kann der externe Strombezug reduziert und der erzeugte Strom für die Wärmepumpenanlage, die Beleuchtung oder die Lüftungsanlagen im Gebäude verwendet werden. Die Anlage hat eine Leistung von 19,77 kW_{peak} und ist mit 59 PV-Modulen bestückt.

4.5. PV-Potential auf städtischen Dächern

Im Folgenden ist das PV-Potential auf den Dächern der städtischen Liegenschaften dargestellt. Etwa 28.400 m² Dachfläche könnten rein theoretisch mit PV-Anlagen überbaut werden. Es handelt sich hierbei allein um Dachflächen, welche im Alleineigentum der Stadt Weilheim und nicht vermietet sind. Hierbei wird aus Betreibersicht gehandelt; d.h. eine Installation einer PV-Anlage soll dazu dienen, den Stromverbrauch des jeweiligen Gebäudes zu reduzieren und somit Endenergie und Kosten einzusparen. Das Modell aus der Vergangenheit bei dem Flächen auf Dächern vermietet wurden, birgt starke Risiken und Abhängigkeiten. Risiken können bei Montage und Betrieb entstehen; des Weiteren sind Pachtverträge oft länger ausgelegt, als die Resthaltbarkeit des jeweiligen Daches. Bei einer Verpachtung müssen zwingend vorher die Dächer saniert werden. Eine Möglichkeit der Verpachtung von Dachflächen wird im Weiteren damit nicht in Betracht gezogen. Aufbauten auf Dächern wie etwa Dachgauben, Durchführungen, eine Verschattung oder die optimale Ausrichtung sind hier noch nicht berücksichtigt. Die nutzbare Dachfläche für PV-Anlagen auf städtischen Liegenschaften nach Berücksichtigung der vorher genannten Einschränkungen beläuft sich auf etwa 6.250 m². Statische Ausschlusskriterien sowie notwendige, zuvor durchzuführende Dachsanierung finden noch keine Berücksichtigung. Zusätzlich sind bereits ca. 1.925 m² Dachfläche mit PV-Anlagen belegt.

Es ergibt sich damit eine rein theoretisch zu installierte Leistung von ca. 1.177 kW_{peak} mit einer hochgerechneten Erzeugungsmenge von ca. 1.236 MWh/a.

Anschaulich sind in den folgenden Tabellen die einzelnen städtischen Liegenschaften gelistet mit Angabe der Adresse und Nutzung sowie deren Dachausrichtung. Durch Einbezug des Solarkatasters für die Stadt Weilheim können einfach und anschaulich eine grobe Eignung dargestellt werden. Nach Berücksichtigung von notwendigen bautechnischen Details wurden in der Folge die Dachflächen eingeschränkt.

Tabelle 1: PV-Potential (Admiral-Hipper-Straße – Dietlhofer See)

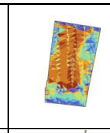
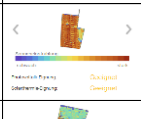
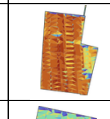
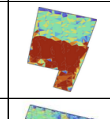
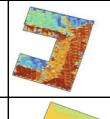
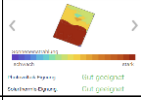
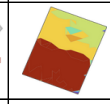
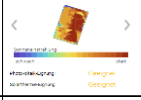
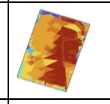
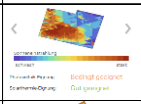
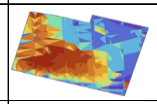
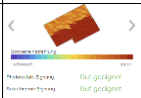
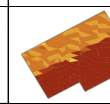
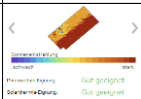
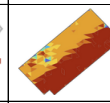
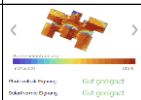
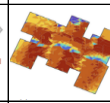
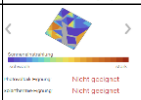
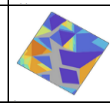
Straße	Bezeichnung u. Nutzung	Dachausrichtung	Nutzbare PV-Fläche (lt. Solarkataster)		Dachaufsicht	Fläche; davon nutzbar	Eignung für PV (Solarkataster)	PV vorhanden	PV-Errichtung möglich/sinnvoll (ohne Statik-beurteilung)	Bemerkung
Admiral-Hipper-Straße 16	Bürogebäude	Ost/West				145 m²;	bedingt geeignet	nein	nein	Vorherige Dachsanierung notwendig
	Garagengebäude	Ost/West				220m²; 110 m² Ost und West	geeignet	nein	nein	Vorherige Dachsanierung notwendig
Admiral-Hipper-Straße 18	Rathaus+Torito	Nord/Süd				230m²; 45m² Süd	gut geeignet	ja	vorhanden	Dachfäche bereits belegt
Admiral-Hipper-Straße 20	Rathaus	Ost/West				550m²; 214m² Ost und West	gut geeignet	nein	ja, eingeschränkt	Vorherige Dachsanierung notwendig
Akazienstraße 1	Doppelhaushälfte	Nord/Süd				100 m²; 40m² Süd	gut geeignet	nein	nein	Vorherige Dachsanierung notwendig; Mietverhältnis
Alpenstraße 1	Stadtarchiv	Ost/West				130m²; 25m² Ost und West	geeignet	nein	ja, eingeschränkt	Vorherige Statiküberprüfung notwendig
Alpenstraße 2	Stadtkapelle	Nord/Süd, Ost/West				180m²; 155 m²Süd, Ost, West	bedingt geeignet	nein	ja, eingeschränkt	Vorherige Statiküberprüfung notwendig; Nutzung für Rathaus
Am Hecherried 5, Marnbach	Feuerwehrgerätehaus Marnbach	Nord/Süd				300m², 90 m² Süd/Ost	gut geeignet	ja	vorhanden	bestehendes Pachtverhältnis
Am Hecherried 5, Marnbach	Sportplatz Marnbach	Nord/Süd				240m², 95 m² Süd/Ost; 50 m² Süd/West	gut geeignet	ja	vorhanden	bestehendes Pachtverhältnis
Andreas-Schmidtner-Str. 21	Kindergarten Pfiffikus	Nord/Süd, Ost/West				600m²; 80 m² Ost; 80 m² Süd	gut geeignet	nein	nein	Vorherige Dachsanierung notwendig; Langfristigkeit nicht gegeben
Am Dietlhofer See	WC-Anlage	kein nutzbares Dach				20m²	nicht geeignet	nein	nein	aufgrund Verschattung nicht möglich

Tabelle 2: PV-Potential (Eichtweide – Kanalstraße 2B)

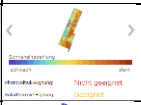
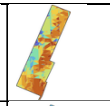
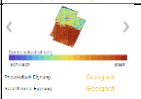
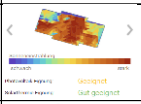
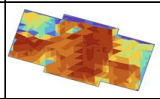
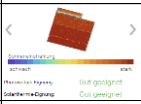
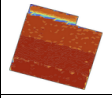
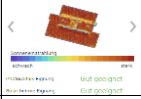
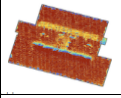
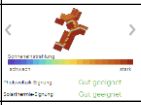
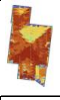
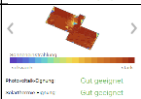
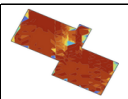
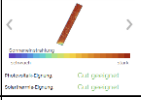
Straße	Bezeichnung u. Nutzung	Dachausrichtung	Nutzbare PV-Fläche (lt. Solarkataster)		Dachaufsicht	Fläche; davon nutzbar	Eignung für PV (Solarkataster)	PV vorhanden	PV-Errichtung möglich/sinnvoll (ohne Statik-beurteilung)	Bemerkung
Eichtweide 32 + 32 a	Wohnhaus und Behelfsbau	Nord/Süd, Ost/West				180m²	nicht geeignet	nein	nein	Vorherige Dachsanierung notwendig; Dachverschattung; Mietverhältnis
						122m²; 40 m²	Geeignet	nein	nein	
Friedhofweg 2	Leichenhaus, Friedhofsgebäude	Nord/Süd, Ost/West				175m²; 30m² Ost; 30m² Süd	Geeignet	nein	nein, derzeit nicht	Vorherige Sanierung notwendig; Denkmalschutz
Hardtkapellenstraße 6	Hardtschule Turnhalle	Nord/süd				1800m²; 800m² Süd	gut geeignet	nein	nein	Statik nicht ausreichend
	Hardtschule Schulgebäude					1950m²; 368m² Süd	gut geeignet	nein	ja, eingeschränkt	Vorherige Statiküberprüfung notwendig
Hardtkapellenstraße 8	Kindergarten Am Sonnenfeld					530m²; 135m²	gut geeignet	ja	vorhanden	
Hardtkapellenstraße 16	Kindergarten AWO	Nord/Süd, Ost/West				1800m²; 150m² West; 150m² Ost; 100 m² Süd	gut geeignet	nein	ja, eingeschränkt	Vorherige Funktion von Blechdach und Statik überprüfen
Johann-Bauer-Platz 1	Musikschule	Nord/Süd, Ost/West				330 m²;	gut geeignet	nein	nein	große Höhe; geringe kleinteilige Flächen
Kanalstraße 3	Wohnungen					850 m²; 650 m² Süd	gut geeignet	nein	nein	Sanierungsbedürftiges Gebäude, Wohneigentum;
						1250 m²; 1000 m² Süd oder West	gut geeignet	nein	nein	Sanierungsbedürftiges Gebäude, Wohneigentum;
Kanalstraße 2b	Kindergarten Weltentdecker					480m²; 92m²	gut geeignet	nein	ja	Statik wurde überprüft

Tabelle 3: PV-Potential (Krumpperstraße 27 – Paradeis Straße 28)

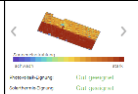
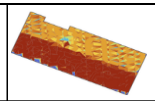
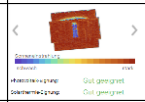
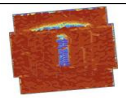
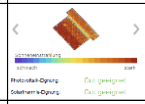
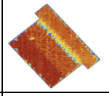
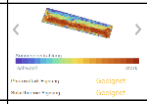
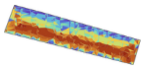
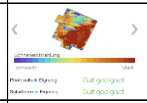
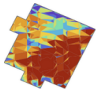
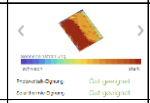
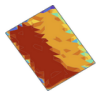
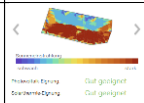
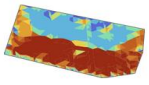
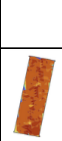
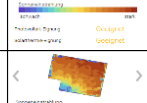
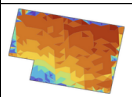
Straße	Bezeichnung u. Nutzung	Dachausrichtung	Nutzbare PV-Fläche (lt. Solarkataster)		Dachaufsicht	Fläche; davon nutzbar	Eignung für PV (Solarkataster)	PV vorhanden	PV-Errichtung möglich/sinnvoll (ohne Statik-beurteilung)	Bemerkung
Krumpperstraße 27	Feuerwehrgerätehaus; Verwaltung	Nord/Süd				500 m²; 140 m² Süd	gut geeignet	ja	vorhanden	bestehendes Pachtverhältnis
	Garagen	Ost/West				1250 m²; 346 m² Ost/West	gut geeignet	nein	ja, eingeschränkt	Vorherige Statiküberprüfung notwendig
Lohgasse 17	Ammerschule Schulgebäude					1600 m²; 63m² Mittagsbetreuung; 89,9 m² Süd	gut geeignet	ja, in Teil- bereichen	ja, eingeschränkt	Vorherige Statiküberprüfung notwendig
	Ammerschule Turnhalle	Südwest/ Nordost				800 m²; 600 m²	gut geeignet	nein	ja, eingeschränkt	Funktion Blechdach und Statik überprüfen
Marienplatz 1	Museum, Altes Rathaus	Nord/Süd				250 m²; 70 m² Süd	Geeignet	nein	nein, derzeit nicht	Sanierungsbedürftiges Gebäude, Denkmalschutz, Verschattung
Mittlerer Graben 14	Wohn- und Geschäftshaus	Nord/Süd, Ost/West				110 m²; 20 m² West	gut geeignet	nein	nein	Vorherige Dachsanierung notwendig; kleinteilige Flächen; Verschattung; Mietverhältnis
Murnauer Straße 3	Ärztehaus	Nord/Süd, Ost/West				220 m²; 60 m² je Süd/Ost und Nord/West	gut geeignet	nein	nein	Vorherige Dachsanierung notwendig; Denkmalschutz; Mietverhältnis
Obere Stadt 66	Vereinsheim Trachten, VHS	Nord/Süd				280 m²; 18,4 m² Süd	gut geeignet	nein	ja, sehr eingeschränkt	Vorherige Dachsanierung notwendig; keine sinnvolle nutzbare Fläche, Denkmalschutz, geringer Eigenverbrauch
Pänzinger Weg 2	Wohnungen	Ost/West				300 m²; 100 m² Ost und West	Geeignet	nein	nein	Wohnungeigentümer-gemeinschaft; Mietverhältnis, Wohngebäude sanierungsbedürftig
	Garage	Nord/Süd				100 m²; 260 m² Süd	gut geeignet	nein	nein	
Paradeis 28	Wohnungen					670 m²; 160 m² West	Geeignet	ja	nein	Wohnungseigentümer-gemeinschaft; Erbbaurecht

Tabelle 4: PV-Potential (Paradeis Straße 30 – Raistinger Straße 4)

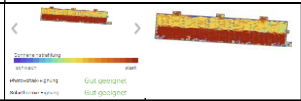
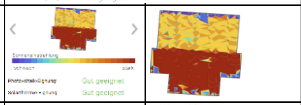
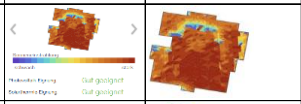
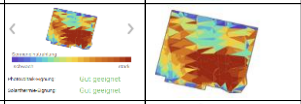
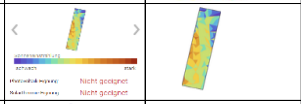
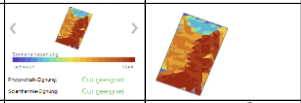
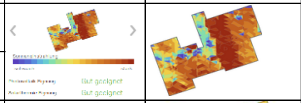
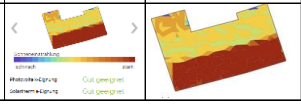
Straße	Bezeichnung u. Nutzung	Dachausrichtung	Nutzbare PV-Fläche (lt. Solarkataster)	Dachaufsicht	Fläche; davon nutzbar	Eignung für PV (Solarkataster)	PV vorhanden	PV-Errichtung möglich/sinnvoll (ohne Statik-beurteilung)	Bemerkung
Paradeis 30	Wohnungen	Nord/Süd			620 m²; 250 m² Süd	gut geeignet	nein	nein	Wohnungseigentümer-verhältnis; Mietverhältnis, Sanierungsbedürftiges Gebäude
Paradeis 32	Wohnungen				325 m²; 80 m² Süd	gut geeignet	nein	nein	Wohnungseigentümer-verhältnis, sanierungsbedürftiges Gebäude
Prälatenweg 5 a	Kindergarten St. Anna	Nord/Süd, Ost/West			680 m²; 50 m² Süd, Ost und West	gut geeignet	nein	ja, eingeschränkt	Sanierungsbedürftiges Blechdach; Erbbaurecht und Kosten von Strom über Nutzer
Pütrichstraße 5	Wohnhaus Kreisjugendring	Nord/Süd, Ost/West			128 m²; 10 m² West und Ost; 10 m² Süd	gut geeignet	nein	nein	keine sinnvollen Flächen; Mietverhältnis; Sanierungsbedürftiges Dach
	Garage				41 m²; 35 m² Ost	nicht geeignet	nein	nein	Mietverhältnis; sanierungsbedürftiges Dach
Pütrichstraße 14	Come In - Jugendzentrum	Nord/Süd, Ost/West			190 m²; 55,3m² Ost/ West	gut geeignet	nein	ja, eingeschränkt	Sanierungsbedürftiges Dach;
Raistinger Straße 2, Unterhausen	Feuerwehrgerätehaus	Ost/West			180 m²; 120 m² Ost/West	gut geeignet	nein	ja, eingeschränkt	Vorherige Statiküberprüfung notwendig
	KiGa Dorfspatzen Unterhausen	Nord/Süd, Ost/West			420 m²; 100 m² Ost/West/Süd				
Raistinger Straße 4, Unterhausen	Vereinsheim Deininger U'hausen	Nord/Süd			300 m²; 110 m² Süd	gut geeignet	nein	ja, eingeschränkt	Sanierungsbedürftiges Dach; Denkmalschutz

Tabelle 5: PV-Potential (Röntgenstraße 3 – Weinhartstraße)

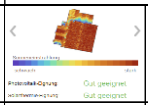
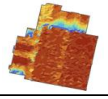
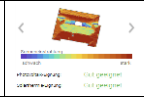
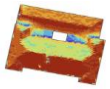
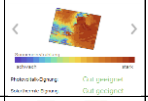
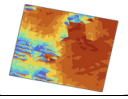
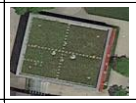
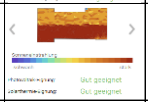
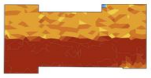
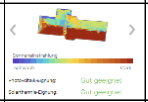
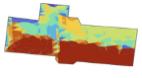
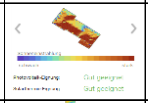
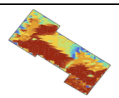
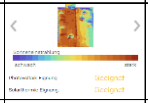
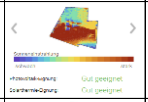
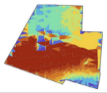
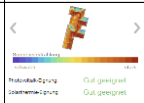
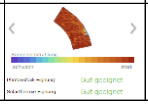
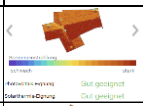
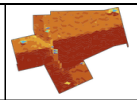
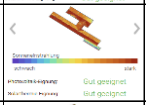
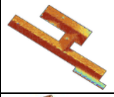
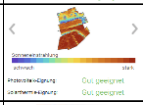
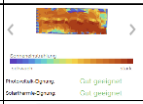
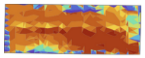
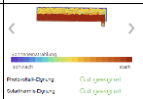
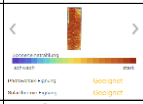
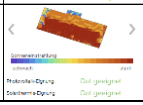
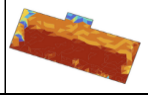
Straße	Bezeichnung u. Nutzung	Dachausrichtung	Nutzbare PV-Fläche (lt. Solarkataster)		Dachaufsicht	Fläche; davon nutzbar	Eignung für PV (Solarkataster)	PV vorhanden	PV-Errichtung möglich/sinnvoll (ohne Statik-beurteilung)	Bemerkung
Röntgenstraße 3	Mittelschule Turnhalle	Ost/West				1500 m²; 150 m² Ost und West	gut geeignet	ja	vorhanden	bestehendes Pachtverhältnis; vorherige Dachsanierung notwendig;
	Schulgebäude Hauptgebäude	Nord/Süd, Ost/West				1600 m²; 351,6 m² Süd/Ost/West	gut geeignet	nein	ja, eingeschränkt	Vorherige Statiküberprüfung notwendig
	Schulgebäude Langbau	Ost/West				850 m²; 404,7 m² Ost und West	gut geeignet	nein	ja, eingeschränkt	Vorherige Statiküberprüfung notwendig
	Schulgebäude Werkstattgebäude					480 m²; 220,8 m² Süd	gut geeignet	nein	ja, eingeschränkt	Vorherige Statiküberprüfung notwendig
Seeshaupter Straße 10, Marnbach	Gemeindehaus Marnbach	Nord/Süd				490m²; 175,8 m² Süd	gut geeignet	nein	ja, eingeschränkt	Vorherige Dachsanierung notwendig; geringer Eigenverbauch
Seeshaupter Straße 12, Marnbach	Altes Schulgebäude	Nord/Süd				180m² Ostteil; 79,9 m² Süd	gut geeignet	nein	ja, eingeschränkt	Vorherige Statiküberprüfung notwendig; geringer Eigenverbrauch
Theaterplatz 1	Stadttheater	Nord/Süd/West				620 m²; 61,3 m² Süd	gut geeignet	nein	ja, eingeschränkt	Vorherige Dachsanierung notwendig;
Töllern 3	Obdachlosenunterbringung	Ost/West				250 m²;	Geeignet	nein	nein, derzeit nicht	Vorherige Sanierung notwendig; Denkmalschutz
Unterer Graben 3	Stadtbücherei	Nord/ Süd				410 m²; 106,3 m² Süd	gut geeignet	nein	ja, eingeschränkt	Vorherige Dachsanierung notwendig; Denkmalschutz
Waisenhausstraße 1 a	Kinderhort Franziskus					560 m²; 30 m² Süd; 50 m² West; 50 m² Ost	gut geeignet	nein	ja, eingeschränkt	Vorherige Statiküberprüfung notwendig; Erbbaurechtsverhältnis; Stromkosten durch Nutzer
Weinhartstraße, Fl.Nr. 1615	Gebäude	Südwest				290 m²; 100 m² Süd;	gut geeignet	nein	ja, eingeschränkt	Sanierungsbedürftiges Dach; sehr geringer Eigenverbrauch

Tabelle 6: PV-Potential (Wessobrunner Straße 8 –Zotzenmühlweg)

Straße	Bezeichnung u. Nutzung	Dachausrichtung	Nutzbare PV-Fläche (lt. Solarkataster)		Dachaufsicht	Fläche; davon nutzbar	Eignung für PV (Solarkataster)	PV vorhanden	PV-Errichtung möglich/sinnvoll (ohne Statik-	Bemerkung
Wessobrunner Straße 8	Stadthalle	Süd/Ost/West				1600m²; 320m² Süd Saal; 160 m² Süd Foyer; 90 m² West Foyer	gut geeignet	ja	vorhanden	Anlage ist geplant
Wessobrunner Straße 10	Große Hochlandhalle, Stallungen	Nord/Süd				2500 m²; 202m² Süd	gut geeignet	ja	vorhanden im Teilbereich	Vorherige Dachsanierung notwendig;
Westendstraße 32	Kindergarten Nepomuk	Süd/Ost/West				825 m²; 128,8 m² Süd/Ost/West	gut geeignet	nein	ja, eingeschränkt	Vorherige Dachsanierung notwendig; Gelder bereits eingestellt im VmH 2024
Ybelherstraße 2	VHS-Schulungsgebäude					220 m²; 65 m² Süd	gut geeignet	nein	nein	Vorherige Dachsanierung notwendig; Verschattung; Mietverhältnis
Ybelherstraße	Wohnungen	Nord/Süd, Ost/West					gut geeignet	nein	nein	Wohneigentümer-verhältnis; sanierungsbedürftiges Dach
							Geeignet		nein	
Zotzenmühlweg 22	Sportheim TSV und SVL	Nord/Süd				320m²; 116,5m²	gut geeignet	nein	ja, eingeschränkt	Erbbaurecht; nur nach Erneuerung Flutlicht; vorherige Überprüfung Statik

4.6. Mögliche PV-Anlagen auf städtischen Dächern

Im **Tabelle 7** wurden die ausgewählten Dachflächen aus der Potentialanalyse näher betrachtet

Dachflächen wie beispielsweise das Dach der Hardtschul-Turnhalle, des Kindergartens Pfiffikus, Stadttheater oder auch der Friedhofsverwaltung etc. sind aufgrund der massiven Kostenaufwände für eine notwendige Dach- bzw. Generalsanierung aus der näheren Betrachtung gefallen. Prinzipiell eignen sich diese Flächen jedoch sehr gut; allerdings nicht in nächster Zeit.

Es bleibt eine Dachfläche von etwa 4.500 m² übrig, welche mit PV-Anlagen belegt werden kann. Manche Dachflächen müssen jedoch wissentlich vor einer möglichen Solarnutzung bzw. aus bauphysikalischer Betrachtung ohnehin saniert werden. Auch wurden große Dachflächen, wie etwa das Turnhallendach der Ammerschule oder die Dachflächen des Schulgebäudes der Mittelschule nicht mit einbezogen. Zunächst könnten noch weitere Dachflächen auf dem Schulgebäude bzw. der Mittagsbetreuung leicht erschlossen werden. Ebenso zeigt sich dies bei der Mittelschule Weilheim; der Aufwand für die Installation auf dem relativ jungen Werkstattgebäude ist wesentlich einfacher zu realisieren, als die Belegung der hohen Dächer des alten Schulgebäudes.

Etwa 2.170 m² Dachflächen können kurz bzw. mittelfristig ohne eine Dachsanierung mit einer PV-Anlage ausgestattet werden können; vorausgesetzt eine statische Prüfung lässt dies zu.

Ebenso gibt es Gebäude mit großen Dachflächen allerdings im Verhältnis zur Größe relativ geringe Stromverbräuche, wie etwa das Gemeindehaus Marnbach, Alte Schule Marnbach oder das Vereinsheim Marnbach. Diese Kriterien können erst in einer Detailbetrachtung näher analysiert werden. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit mit Solarstrom Wärme zu erzeugen und damit die Heizung bzw. die Warmwasserbereitung zu entlasten. Des Weiteren besteht die Möglichkeit mit Batterien die Solarenergie zwischen zu speichern und zu einem späteren Zeitpunkt ohne Solareinstrahlung zu nutzen. Hierdurch ergeben sich kosten- und einsparungstechnisch durchaus massive Verschiebungen. Es können jedoch trotzdem noch ca. 440 MWh/a Strom erzeugt werden und direkt in den städtischen Liegenschaften verbraucht werden. Die Installationskosten für die PV-Anlagen mit einer Leistung von 456 kW_{peak} belaufen sich auf etwa 580.000 € (mit Speichersysteme auf etwa 904.000 €). Beide Varianten amortisieren sich innerhalb einer einstelligen Jahreszahl.

Die Dachflächen des Kindergartens Nepomuk sollen nach den notwendigen Abdichtungsarbeiten und einer möglich notwendigen Dachsanierung (genauere Details werden derzeit erarbeitet) mit PV-Paneelen belegt werden. Ebenso ist es statisch möglich den Kindergarten Weltentdecker an der Kanalstraße mit einer PV-Anlage auszustatten.

Bei kürzlich bzw. in jüngerer Vergangenheit sanierten Gebäuden wie etwa Stadtarchiv, Stadtkapelle, Ammerschule Schulgebäude und Mittagsbetreuung, Kindergarten Unterhausen, FFW Unterhausen, Mittelschule Werkstattgebäude, Altes Schulhaus Marnbach wäre vorab eine statische Prüfung vorzunehmen. Das Dach des Sportheims am Zotzenmühlweg ist ebenso nutzbar; hier müsste jedoch sicher eine Speicherlösung in Betracht gezogen werden. Der Hauptverbrauch passiert in den Abendstunden; vor allem durch die Flutlichtanlage. Zunächst sollte jedoch hier die Anschlussleistung durch Erneuerung der Beleuchtungsanlage reduziert werden, um im Weiteren den Bedarf näher bestimmen zu können. Die Erneuerung wurde in jüngerer Vergangenheit aufgrund einer möglichen Ostumfahrung sowie aus monetären Gründen noch nicht umgesetzt.

Tabelle 7: PV-Betrachtung für ausgewählte Liegenschaften

Straße/Hausnummer	Bezeichnung u. Nutzung	Dachausrichtung	Hauptdach (nutzbar für PV)	PV-Errichtung möglich/sinnvoll	Bemerkung	Dachfläche [m²]	nutzbare Dachfläche für PV [m²]	Stromverbrauch [kWh/a]	Stromkosten [€/a]	Leistung PV [KWp]	Stromer-zeugung PV [kWh]	Kosten PV [€]	Kosten PV + Speicher [€]
Admiral-Hipper-Straße 20	Rathaus	Ost/West	Ost/West	ja, eingeschränkt	Vorherige Dachsanierung notwendig	550	214,70	110.002,00	26.517,00 €	45,20	36.694	58.575	95.774
Alpenstraße 1	Stadtarchiv	Ost/West	Ost/West	ja, eingeschränkt	Vorherige Statiküberprüfung notwendig	130	49,00	19.926,00	4.850,00 €	10,30	8.468	15.284	30.397
Alpenstraße 2	Stadtkapelle	Nord/Süd, Ost/West	Süd/ Ost/ West	ja, eingeschränkt	Vorherige Statiküberprüfung notwendig; Nutzung für Rathaus	150	155,00	110.002,00	26.517,00 €	32,70	30.582	42.726	66.597
Hardtkapellenstraße 6	Hardtschule Schulgebäude			ja, eingeschränkt	Vorherige Statiküberprüfung notwendig	1.950	367,90	135.930	32.313	77,40	77.705	98.185	169.656
Hardtkapellenstraße 16	Kindergarten AWO	Nord/Süd, Ost/West	Süd/ Ost/ West	ja, eingeschränkt	Vorherige Funktion von Blechdach und Statik überprüfen	1.800	288,20	27.057	7.546	60,60	60.335	65.327	90.187
Kanalstraße 2b	Kindergarten Weltentdecker			ja	Statik wurde überprüft	480	92,00	16.229	3.972	19,40	19.268	27.034	44.432
Krumpperstraße 27	FFW WM Garagen	Ost/West	Ost/West	ja, eingeschränkt	altes Dach, Statik	1.250	386,30	55.000	13.000	81,30	72.781	102.842	143.702
Lohgasse 17	Ammerschule Schulgebäude			ja, eingeschränkt	Vorherige Statiküberprüfung notwendig	1.600	153,30	134.887	27.481	32,30	32.181	42.204	64.171
	Ammerschule Turnhalle	Südwest/ Nordost	Südwest/ Nordost	ja, eingeschränkt	Funktion Blechdach und Statik überprüfen	800	504,90			106,20	96.054	132.444	207.723
Obere Stadt 66	Vereinsheim Trachten, VHS	Nord/Süd		ja, sehr eingeschränkt	Vorherige Dachsanierung notwendig; keine sinnvolle nutzbare Fläche, Denkmalschutz, geringer Eigenverbrauch	280	18,40	2.300	760	3,90	4.199	8.145	12.643
Pütrichstraße 14	Come In - Jugendzentrum	Nord/Süd, Ost/West	Ost/West	ja, eingeschränkt	Sanierungsbedürftiges Dach	190	55,30	7.641	1.900	11,60	10.777	17.034	25.984
Raistinger Straße 2, Unterhausen	Feuerwehrgeräte-haus	Ost/West	Ost/West	ja, eingeschränkt	Vorherige Statiküberprüfung notwendig	180	220,80	3.361	874	46,40	42.520	60.075	73.415
	KiGa Dorfspatzen Unterhausen	Nord/Süd, Ost/West	Süd/Ost/West			420		9.763	2.487				
Raistinger Straße 4, Unterhausen	Vereinsheim Deininger Unterhausen	Nord/Süd	Süd	ja, eingeschränkt	Sanierungsbedürftiges Dach; Denkmalschutz	300	110,40	3.600	1.008	23,20	25.033	31.611	38.370
Röntgenstraße 3	Mittelschule Hauptgebäude	Nord/Süd, Ost/West	Süd/Ost/West	ja, eingeschränkt	Vorherige Statiküberprüfung notwendig	1.600	351,60	148.155	32.723	74,00	70.457	94.136	161.799
	Mittelschule Langbau	Ost/West	Ost/West	ja, eingeschränkt		850	404,70			85,10	76.391	107.446	178.917
	Mittelschule Werkstattgebäude			ja, eingeschränkt		480	220,80			46,40	46.724	60.075	104.890
Seeshaupter Straße 10, Marnbach	Gemeindehaus Marnbach	Nord/Süd	Süd	ja, eingeschränkt	Vorherige Dachsanierung notwendig; geringer Eigenverbauch	490	175,80	3.884	1.819	37,00	40.260	48.213	54.972
Seeshaupter Straße 12, Marnbach	Altes Schulgebäude	Nord/Süd	Süd	ja, eingeschränkt	Vorherige Statiküberprüfung notwendig; geringer Eigenverbauch	180	79,70	1.524	433	16,80	18.215	23.750	27.796
Theaterplatz 1	Stadttheater	Nord/Süd/West	Süd, West	ja, eingeschränkt	Vorherige Dachsanierung notwendig	620	61,30	18.731	4.593	12,90	13.484	18.744	36.142
Unterer Graben 3	Stadtbücherei	Nord/ Süd	Süd	ja, eingeschränkt	Vorherige Dachsanierung notwendig; Denkmalschutz	410	106,30	28.465	6.929	22,40	24.064	30.681	56.456
Wessobrunner Straße 10	Große Hochlandhalle, Stallungen	Nord/Süd	Süd	ja, eingeschränkt	Vorherige Dachsanierung notwendig;	2.500	202,40	16.550	4.126	42,60	44.748	55.307	72.705
Westendstraße 32	Kindergarten Nepomuk	Süd/Ost/West	Süd/Ost/West	ja, eingeschränkt	Vorherige Dachsanierung notwendig; Gelder bereits eingestellt im VmH 2024	825	128,80	11.470	2.821	27,10	26.305	36.087	48.147
Zotzenmühlweg 22	Sportheim TSV und SVL	Nord/Süd	Süd	ja, eingeschränkt	Erbbaurecht; nur nach Erneuerung Flutlicht; vorherige Überprüfung Statik	320	116,50	18.319	4.494	24,50	26.332	33.149	53.212

5. Gesetzliche Vorgaben und Ziele

Der Deutsche Bundestag hat im Jahr 2021 das Bundes-Klimaschutzgesetz beschlossen. Mit der Novellierung wird das Treibhausgasminderungsziel für das Jahr 2030 auf minus 65 % gegenüber dem Basisjahr 1990 festgelegt. Der Landkreis Weilheim-Schongau und auch die Stadt Weilheim hat sich das Ziel der Klima-Neutralität bis 2025 gesetzt.

Die städtischen Liegenschaften befinden sich im Sektor „Gebäude“. Im November 2020 trat das GEG (Gebäudeenergiegesetz) in Kraft. Hier wurden die Regularien der EnEV (Energieeinsparverordnung), des EnEG (Energieeinspargesetz) und des EEWärmeG (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz) zusammengefasst. Seit 01.01.2024 regelt das novellierte GEG verbindlich den Umstieg auf Erneuerbare Energien beim Einbau neuer Heizungsanlagen. Jedoch ist zu berücksichtigen, dass es Übergangsfristen für kleinere Kommunen wie die Stadt Weilheim (<100.000 Einwohner) gibt. Ab dem 01.07.2028 muss die bereitgestellte Wärme aus 65 % Erneuerbaren Energien stammen. Weiterhin dürfen bis zum 01.07.2028 Öl- und Gasheizungen eingebaut werden; jedoch muss sichergestellt werden, dass ab dem 01.01.2029 mindestens 15 %, ab dem Jahr 2035 mindestens 30 % und ab dem Jahr 2040 mindestens 60 % der bereitgestellten Wärme aus Biomasse oder Wasserstoff stammen. Bestehende Heizungsanlagen sind nicht betroffen und können weiterhin genutzt werden; Reparaturen sind weiterhin möglich. Spätestens zum 31.12.2044 dürfen keine fossilen Brennstoffe mehr in Heizungen benutzt werden.

Zukünftig gelten somit strenge Regelungen beim Austausch von Heizungsanlagen in Bestandsgebäuden; die Wärmequelle muss klimafreundlich sein wie z.B.:

- Anschluss an ein Wärmenetz
- Biomasseheizung
- Wärmepumpensystem
- Stromdirektheizung (nur bei sehr energieeffizienten Gebäuden)
- Solarthermie-Heizungsanlagen (nur bei 100 %iger Wärmedeckung)
- Weiterhin Gas- oder Ölheizungen (Betrieb nur mit erneuerbaren Brennstoffen)
- Hybridheizungen (hoher Anteil Erneuerbare Energien)
- Kombinationen aus unterschiedlichen Technologien (mit mind. 65 % EE-Anteil)

Zusätzlich zu den Vorgaben an die Wärmeversorgung regelt das GEG auch Energiestandards für neue Dächer, Fenster oder gedämmte Wände.

Durch die gesetzlichen Anforderungen werden klare Parameter gesetzt, welche zwingend einzuhalten sind. In der Vergangenheit wurden bereits fossile Energieträger durch Erneuerbare Energien in einzelnen Gebäuden ausgetauscht. Jedoch wird ein Großteil der Heizungsanlagen durch Gas betrieben.

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 sowie der Vielzahl und der hohen Anzahl an veralteten Heizungsanlagen 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.

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.

Energetische Maßnahmen haben unterschiedliche Gründe. Einerseits verstecken sich Einzelmaßnahmen oft in größeren Sanierungen; hier gelten diese als Sowieso-Maßnahmen und sind bautechnisch zwingend notwendig. Als Beispiel ist eine Dachsanierung aufgrund eines undichten Daches zu erwähnen. Hier erfolgt ohnehin eine Ertüchtigung der Dachhaut mit der Verbesserung der energetischen Situation. Des Weiteren ist die Ertüchtigung von Fenstern zu nennen, welche bautechnisch in einem desolaten Zustand sind. Ein möglicher Defekt und Totalausfall von Heizungsanlagen erfolgt nicht aus energetischen Gründen sondern aufgrund der Funktion.

Andererseits sind die spezifischen Energiekosten in den letzten Jahren massiv gestiegen; ein Ende ist derzeit nicht in Sicht, obwohl sich der Anstieg wieder abgeflacht hat. Oftmals sind Effizienzmaßnahmen innerhalb einiger Jahre amortisiert.

Zudem haben sich in der jüngsten Vergangenheit die gesetzlichen Vorgaben stark geändert. Hierdurch sind Gebäudebesitzer verpflichtet Maßnahmen umzusetzen, um den Energieverbrauch zu senken und damit den CO_2-Ausstoß zu reduzieren. Zukünftig wird sich die Wärmeerzeugungsstruktur massiv umstellen (müssen). Durch den Aufbau eines zentralen Fernwärmenetzes und den Anschluss einzelner städtischen Liegenschaften wird sich der CO_2-Ausstoß reduzieren. Die städtischen Liegenschaften werden sich, wenn technisch machbar und wirtschaftlich vertretbar anschließen. Die Autarkie der Energieversorgung wird sich in Zukunft auch weiter durchsetzen. Die Nutzung von Solarenergie zur Produktion von Strom oder aber auch Wärme ist notwendig und sinnvoll, um den erhöhten Stromverbrauch durch den Einsatz von Wärmepumpen zu kompensieren. Die Produktion von Energie soll und muss direkt vor Ort stattfinden.

Die öffentliche Hand hat hier einen besonderen Multiplikatoreffekt und eine Vorbildfunktion.

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. Heizungs- und Lüftungsanlagen, 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 (GLT) für die größeren Liegenschaften (Schulen, Rathaus, Feuerwehr Weilheim, 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. Eine GLT wurde im Jahr 2021 aufgebaut. Hier sind bereits die Liegenschaften Rathaus, Stadthalle und FFW WM aufgeschaltet. Weitere Liegenschaften wie etwa die Hardtschule, Mittelschule, Ammerschule und Weitere sollten sukzessive hinzukommen. Hierdurch kann einfach und übersichtlich Einfluss auf die Gebäudetechnik genommen und Missstände schnell und unkompliziert aufgedeckt werden.

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.

6.2. Spezifisch durchgeführte 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. Im Folgenden sind einzelne Maßnahmen kurz beschrieben (siehe **Tabelle 8**). Eine Quantifizierung der Einsparmaßnahmen findet im Einzelnen (noch) nicht statt. Die Maßnahmen zeigen jedoch Wirkung im jeweiligen Strom- bzw. Wärmeverbrauch.

- Des Weiteren wurden in den letzten Jahren alte 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, allerdings Gasthermen ausgetauscht. Zudem werden seit 2022 in Marnbach die Gebäude Gemeindehaus und Alte Schule durch eine zentrale Biomasse-Anlage mit Wärme versorgt. Zukünftig können zudem einzelne Liegenschaften an das Fernwärmenetz der Stadtwerke Weilheim angeschlossen werden. Im Jahr 2024 soll die FFW WM mit Fernwärme versorgt werden. In diesem Zuge wird die 2018 installierte Gasheizung demontiert und zur Wärmeversorgung im Stadttheater eingebaut. Die dort bestehende Heizung aus dem Jahr 1997 wird somit durch eine noch moderne Heizung ersetzt. Durch die energetische Sanierung in der Ammerschule wurde auch das Heizsystem neu aufgestellt. Hier leisten zwei Wärmepumpen und ein Erdgasspitzenlastkessel die Bereitstellung der Wärme. Im Rathaus wurde in der Vergangenheit auch eine Wärmepumpe eingebaut und zudem die Einzelthermen des östlichen Gebäudeteils an die zentrale Wärmeversorgung angeschlossen.

- Im Zuge der Deckensanierung des Rathauses wurden im Sanierungsbereich alle Fenster getauscht und die Beleuchtung auf LED-Technologie umgestellt. Im Weiteren sind E-Ladesäulen für die Betriebswägen installiert worden. Der Strom entstammt der neu installierten PV-Anlage auf dem ausgebauten Dachgeschoss.

- In der Musikschule (Dachgeschoss), der Stadtbücherei, dem Kindergarten Franziskus und der Ammerschul-Turnhalle, Stadtkapelle, dem Saal des Gemeindehaus Marnbach und dem Saal der Stadthalle sowie Stadttheater wurde die Beleuchtung auf LED-Technologie umgebaut.

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

- Im Alten Schulhaus Marnbach wurden im Westteil die alten Kastenfenster durch herkömmliche Holzrahmenfenster ersetzt und das Dach erneuert sowie die oberste Geschossdecke gedämmt.

- Die Frischwasserstation zur effizienteren Warmwasserbereitung im Kindergarten AWO wurde im Jahr 2020 erneuert.

- Der Rasen des Stadions an der Pollinger Straße wird seit 2018 über eine Grundwasserpumpe mit Wasser besprenkelt und nicht mehr das Trinkwasser aus dem zentralen Leitungsnetz verwendet. Das Wasser versickert vor Ort wieder und kann wieder verwendet werden. Der Wasserbedarf aus dem öffentlichen Netz konnte damit komplett eingestellt werden.

- Im Jahr 2019 wurde die Stadtkapelle energetisch saniert. Es wurden ein Vollwärmeschutz an der Außenfassade angebracht, die oberste Geschossdecke gedämmt, die alten Verbundglasfenster ausgetauscht und das Dach komplett erneuert. Zudem wurde eine LED-Beleuchtung eingebaut.

- In einzelnen städtischen Liegenschaften wie etwa der Musikschule, dem Sportheim am Zotzenmühlweg, Stadthalle, dem Kinderhaus St. Anna oder der FFW WM wurden die Heizungspumpen erneuert. Beim Austausch von Heizungsanlagen ist diese Maßnahme ohnehin unumgänglich und technisch notwendig.

Tabelle 8: Spezifisch durchgeführte Maßnahmen

Adresse	Lage	Bezeichnung u. Nutzung	Abgeschlosse Maßnahmen
Admiral-Hipper-Straße 16	WM	Büros 1. - 3.OG	Umstellung auf LED; Ausbau Einzelthermen und Anschluss an Wärmeversorgung Rathaus
Admiral-Hipper-Straße 20	WM	Rathaus	Erneuerung Heizung; Umstellung auf LED; Fenstertausch; Einbindung in GLT
Alpenstraße 2	WM	Stadtkapelle	Energetische Sanierung; Einbau LED-Beleuchtung; Erneuerung Heizung
Am Hecherried 5	MA	Feuerwehrgerätehaus Marnbach	Erneuerung Heizung
Hardtkapellenstraße 6	WM	Grundschule an der Hardtstraße	Energetische Sanierung; Einbau Hackschnitzelkessel
Hardtkapellenstraße 16	WM	AWO Kinderhaus -Villa Kunterbunt	Erneuerung Frischwasserstation
Johann-Bauer-Platz 1	WM	Musikschule	Umstellung auf LED im DG; Austausch Heizungspumpen
Krumpperstraße 27	WM	Feuerwehrgerätehaus	Erneuerung Heizung; Einbindung in GLT
Lohgasse 17	WM	Grundschule an der Ammer	Energetische Sanierung; Aufbau PV-Anlage
Marienplatz 1	WM	Museum, Altes Rathaus	Erneuerung Heizung
Mittlerer Graben 14	WM	Zahnarztpraxis/ Wohnnung	Erneueurng Heizung
Murnauer Straße 3	WM	Ärztehaus	Erneuerung Heizung
Prälatenweg 5 a	WM	Kindergarten St. Anna	Heizungspumpentausch
Pütrichstraße 14	WM	Come In - Jugendzentrum	Vollwärmeschutz
Röntgenstraße 3	WM	Conrad-Wilhelm-Röntgen-Mittelschule	Energetische Sanierung
Seeshaupter Straße 10	MA	Gemeindehaus Marnbach	Einbau Pelletsheizung zur Bereitsstellung von Nahwärme u.a. für alte Schule; Erneuerung Fenster; Umstellung auf LED im Saal
Seeshaupter Straße 12	MA	Altes Schulhaus	Fenstertausch im Westteil; Anschluss an Nahwärme Gemeindehaus; Dämmung obere Geschossdecke Ostteil; Erneuerung Dach
Theaterplatz 1	WM	Stadttheater	Umstellung auf LED im Saal
Unterer Graben 3	WM	Stadtbücherei	Umstellung auf LED; Erneuerung Heizung
Waisenhausstraße 1 a	WM	Kinderhort Franziskus	Umstellung auf LED; Teilerneuerung Fenster
Wessobrunner Straße 8	WM	Stadthalle	Umstellung auf LED im Saal; Erneuerung MSR und Einbindung in GLT
Zotzenmühlweg Flst.Nr. 2146	WM	Sportheim TSV und SVL	Erneuerung Heizung und Solarthermieanlage mit Austausch Pumpen

6.3. Geplante Maßnahmen 2024-2027

Folgend sind Maßnahmen aufgelistet, welche in den nächsten vier Jahren umgesetzt werden sollen (siehe **Tabelle 9**). Durch die derzeitige Haushaltslage kann es natürlich noch zu Verschiebungen kommen.

- Generell wird derzeit ein Fernwärmenetz durch die Stadtwerke im Stadtgebiet aufgebaut und soll sukzessive ausgebaut und durch weitere Heizzentralen erweitert werden. Nach derzeitigem Stand können im Jahr 2024 u.a. die FFW WM, die Friedhofsverwaltung und das Jugendzentrum Come In angeschlossen werden. Weitere Liegenschaften wie der Kindergarten in der Kanalstraße, Stadthalle, Hochlandhallen oder das VHS-Gebäude in der Ybelherstraße sollen in den darauffolgenden Jahren mit Fernwärme versorgt werden.

- Im Stadtarchiv ist der Umbau der ungedämmten Rohre (aufgrund der damaligen Planung) zu Heizkörpern im Dachgeschoss geplant.

- Nach Nichtumsetzung der Generalsanierung des Kindergartens Pfiffikus sind Einzelmaßnahmen angesetzt. Hier sollen Fenster getauscht, die Heizungsregelung erneuert und auch der Umbau der Beleuchtung erfolgen.

- Mit Erweiterung der Hardtschule soll das Areal an die Fernwärme angeschlossen werden und die neue Technik in die bestehende GLT eingebunden werden.

- Das Kinderhaus Villa Kunterbunt der AWO soll eine neue Beleuchtungstechnologie erhalten, sowie je nach Ausbauzustand an das Fernwärmenetz angeschlossen werden.

- Durch die Erneuerung der alten und ausgelasteten Schaltschränke, Lüftungsantriebe und Ventilatoren und dem Umstieg auf eine LED-Beleuchtung in der Musikschule wird sich der Stromverbrauch dieser Liegenschaft reduzieren lassen. Die Aufschaltung der Technik auf die GLT ist nach Erneuerung der Schaltschränke möglich.

- Das Feuerwehrhaus Weilheim wurde im Rahmen einer größer angelegten Sanierungsmaßnahme in ein Förderprogramm aufgenommen. Hier sollen die Gebäudehülle mit Fenster, Türen und Tore energetisch verbessert werden. Auch der Umstieg auf LED-Beleuchtung ist geplant.

- Die Ammerschule wird in die zentrale GLT eingebunden. Die südlichen Oberlichten in der Turnhalle werden erneuert und die Antriebe ausgetauscht.

- Weiterhin ist die Generalsanierung des Museums geplant.

- Nach längerer Abstimmung mit dem Denkmalschutz können die alten Kasten- und Verbundfenster im Ärztehaus in der Murnauer Straße durch herkömmliche Holzrahmenfenster getauscht werden.

- Im Kinderhaus St.Anna im Prälatenweg muss die Glaskuppel aufgrund bautechnischer Mängel getauscht werden. Ebenso ist der Austausch der Beleuchtung durch den Einsatz von LED-Technologie geplant.

- Durch den Austausch der Stahltüre im Jugendzentrum Come In wird der Wärmeverlust reduziert und die Eingangssituation verbessert.

- Die zentrale Pelletheizung im Vereinsheim Unterhausen funktioniert seit einiger Zeit nicht mehr einwandfrei. Hier sind auch die benachbarten Gebäude der FFW und der Kindergarten angeschlossen.

- Ein Austausch der Beleuchtungsanlage in der Mittelschul-Turnhalle wurde in der Vergangenheit aufgrund der Sporthallenthematik verschoben, wird jedoch nun durch LED-Technologie ersetzt. Die Wärmezuleitungen der Heizlüfter in der Mittelschule Weilheim werden mit Magnetventilen ausgestattet, um zirkulierende Wärme zu begrenzen. Auch ist die Reduzierung der Kaltwasserleitungen zur Turnhalle in Planung. Die komplette MSR der Lüftungs- und Heizungstechnik soll auf die zentrale GLT ausgeschalten werden.

- Die Verbundfenster des Wohntraktes der Alten Schule in Marnbach werden in 2024 ausgetauscht.

- Nach Anschluss der FFW WM an das Fernwärmenetz kann der dort 2018 eingebaute Heizkessel im Stadttheater die Heizung aus dem Jahr 1995 ersetzen und somit deutlich effizienter Wärme produzieren und den Endenergieverbrauch wärmeseitig reduzieren.

- In der Stadtbücherei Weilheim sind die alten Schaltschränke zu erneuern und in der Folge auch die Lüftungsantriebe und Ventilatoren. Zudem wird die Eingangssituation energetisch durch Einbau eines neuen Eingangselementes verbessert. Ebenso werden die alten und teilweise mängelbehafteten Dachfenster ertüchtigt.

- Die Stadthalle wird derzeit statisch ertüchtigt. In diesem Zuge wird das Dach energetisch verbessert und eine PV-Anlage mit Speichersystem aufgebaut.

- Das Dach der nördlichsten kleinen Hochlandhallen ist zu erneuern. Die Eternitplatten sind nur bedingt dicht und nicht mehr reparabel. In diesem Zuge wird die Installation einer PV-Anlage geprüft.

- Durch bautechnische Mängel am Dach des Kindergartens Nepomuk muss dieses ertüchtigt werden. Eine PV-Installation auf dem Flachdach um den Strombezug zu reduzieren, ist angedacht.

Tabelle 9: Geplante Maßnahmen 2024-2027

Adresse	Lage	Bezeichnung u. Nutzung	Geplante Maßnahmen 2024-2027
Alpenstraße 1	WM	Stadtarchiv	Umbau Heizleitung gegen Heizkörper im DG
Andreas-Schmidtner-Str. 21	WM	Kindergarten Pfiffikus	Fenstertausch, Umstellung auf LED, Erneuerung Heizungsregelung;
Friedhofweg 2	WM	Leichenhaus, Friedhofsgebäude	Anschluss an Fernwärme und Erneuerung Wärmeversorgung
Hardtkapellenstraße 6	WM	Grundschule an der Hardtstraße	Anschluss an Fernwärme; Einbindung in GLT
Hardtkapellenstraße 8	WM	KiGa Am Sonnenfeld	Anschluss an Fernwärme; Aufschaltung auf GLT
Hardtkapellenstraße 16	WM	AWO Kinderhaus -Villa Kunterbunt	Umstellung auf LED; Anschluss an Fernwärme
Johann-Bauer-Platz 1	WM	Musikschule	Umstellung auf LED in restlichen Etagen; Erneuerung Schaltschränke; Aufschaltung auf GLT; Erneuerung Lüftungsantriebe und Ventilatoren
Kanalstraße 2b	WM	Kindergarten Weltdecker	Anschluss an Fernwärme
Krumpperstraße 27	WM	Feuerwehrgerätehaus	Energetische Sanierung; Anschluss an Fernwärme; Einbau Entkalkungsanlage und Reduzierung Kaltwasserleitungen
Lohgasse 17	WM	Grundschule an der Ammer	Einbindung Mittagsbetreuung und Turnhalle in Regelungsanlag und Aufschaltung auf GLT
		Turnhalle	Ertüchtigung Oberlichte Turnhalle Antriebe und Funktion Fenster
Marienplatz 1	WM	Museum, Altes Rathaus	Energetische Sanierung
Murnauer Straße 3	WM	Ärztehaus	Fenstertausch
Prälatenweg 5 a	WM	Kindergarten St. Anna	Erneuerung Dachkuppel; Umstellung auf LED
Pütrichstraße 14	WM	Come In - Jugendzentrum	Anschuss an Fernwärme; Erneuerung Stahltür Haupteingang
Raistinger Straße 4	UH	Vereinsheim Unterhausen	Erneuerung Heizungsanlage
Röntgenstraße 3	WM	Conrad-Wilhelm-Röntgen-Mittelschule	Umstellung auf LED in Turnhalle; Einbindung in GLT; Magnetstromventil für Deckenstrahler; ; Erneuerung Kaltwasserleitung Turnhalle
Seeshaupter Straße 12	MA	Altes Schulhaus	Fenstertausch im Ostteil
Theaterplatz 1	WM	Stadttheater	Erneuerung Heizung durch Einbau Kessel aus FFW WM
Unterer Graben 3	WM	Stadtbücherei	Erneuerung Schaltschränke; Erneuerung Lüftung; Austausch Dachfenster; Erneuerung Eingangselement
Waisenhausstraße 1 a	WM	Kinderhort Franziskus	
Wessobrunner Straße 8	WM	Stadthalle	Dachsanierung mit Erhöhung Dämmung und Erneuerung PV-Anlage mit Stromspeicher; Anschluss an Fernwärme
Wesssobrunner Straße 10	WM	Große und kleine Hochlandhalle	Notwendige Erneuerung Dach; Anschluss an Fernwärme
Westendstraße 32	WM	Kindergarten Nepomuk	Installation PV-Anlage; Sanierung Flachdach mit ggf. Erhöhung Dämmstandard; Erneuerung Heizungspumpen

6.4. Weitere mögliche und zukünftige Maßnahmen

In **Tabelle 10** sind weitere zukünftige Maßnahmen in den städtischen Gebäuden dargestellt.

Ein Großteil der städtischen Liegenschaften soll sukzessive an das Fernwärmenetz angeschlossen werden. Nicht anzuschließende Liegenschaften werden dezentral anderweitig mit nachhaltiger Energie versorgt werden (müssen).

Aus der Potentialanalyse PV sollen bestimmte Liegenschaften weiter näher betrachtet und die Möglichkeit gesucht werden, örtliche Lösungen für die Stromproduktion zu verwirklichen.

Aufgrund des Alters einzelner Lüftungsanlagen wie z.B. in Hardtschulturnhalle oder auch in der Hochlandhalle müssen diese ersetzt werden.

Die städtischen Liegenschaften sollen alle auf LED-Technologie umgestellt werden. Besonderen Vorrang haben noch vereinzelte Büros im Rathaus, das Stadtarchiv, das Vereinsheim in der Oberen Stadt 66, das KJR in der Pütrichstraße, das Jugendzentrum Come In, die FFW Unterhausen, die FFW Marnbach, der Kindergarten Unterhausen, das Vereinsheim Unterhausen, der Kindergarten Nepomuk sowie die Flutlichtanlage am Sportplatz am Zotzenmühlweg.

Besondere Beachtung gilt dem Stadttheater. Hier gibt es massive Probleme mit der Dachhaut und auch zusätzlich mit dem Brandschutz. Mögliche energetische Einzelmaßnahmen an den Fenstern wurden bereits zurückgestellt. Bei einer Sanierung der Dachhaut und der Aufbereitung der brandschutzrelevanten Punkte ist womöglich der Bestandsschutz betroffen. Ein Eingriff in das Gebäude hat massive Auswirkung auf das gesamte Gebäude und die darin liegende Technik wie Elektroinstallation, Bühnen-, Lüftungstechnik und Wärmeversorgung; der Eingriff ist jedoch zwingend und bald notwendig, um den Bestand zu schützen und die Betriebserlaubnis weiterhin erhalten zu können.

Tabelle 10: Weitere energetische Maßnahmen

Adresse	Lage	Bezeichnung u. Nutzung	Weitere energetische Maßnahmen
Admiral-Hipper-Straße 16	WM	Büros 1. - 3.OG	Fenstertausch
Admiral-Hipper-Straße 18	WM	Rathaus	Umstellung auf LED und Fenstertausch (1.OG Kämmerei)
		Garagen/Schlaraffen	Sanierung Dach und Aufbau PV-Anlage
Admiral-Hipper-Straße 20	WM	Rathaus	Fenstertausch Flur (1. + 2.OG); FW-Anschluss
Alpenstraße 1	WM	Stadtarchiv	Umstellung auf LED; Installation PV-Anlage; FW-Anschluss
Alpenstraße 2	WM	Stadtkapelle	Installation PV-Anlage für Rathausnutzung; FW-Anschluss
Andreas-Schmidtner-Str. 21	WM	Kindergarten Pfiffikus	Erneuerung Heizung bzw. FW-Anschluss
Friedhofweg 2	WM	Leichenhaus, Friedhofsgebäude	Sanierung Gebäude mit mgl. PV-Anlage
Hardtkapellenstraße 6	WM	Grundschule an der Hardtstraße	Installation PV-Anlage auf Schulgebäude
		Turnhalle	Energetische Sanierung Turnhalle; Erneuerung Lüftungsanlage Turnhalle
Hardtkapellenstraße 16	WM	AWO Kinderhaus -Villa Kunterbunt	Installation PV-Anlage
Johann-Bauer-Platz 1	WM	Musikschule	Fenstertausch; Heizungstausch bzw. FW-Anschluss
Kanalstraße 2b	WM	Kindergarten Weltdecker	Installation PV-Anlage
Krumpperstraße 27	WM	Feuerwehrgerätehaus	Aufbau PV-Anlage auf Fahrzeughallendach
Lohgasse 17	WM	Grundschule an der Ammer	Installation PV-Anlage mit Batteriespeicher; FW-Anschluss
Marienplatz 1	WM	Museum, Altes Rathaus	FW-Anschluss
Mittlerer Graben 14	WM	Zahnarztpraxis/ Wohnnung	Anschluss an Fernwärme
Murnauer Straße 3	WM	Ärztehaus	FW-Anschluss
Obere Stadt 66	WM	Vereinsheim Trachtenverein	Installation PV-Anlage; Umstellung auf LED; Heizungserneuerung bzw. FW-Anschluss
Prälatenweg 5 a	WM	Kindergarten St. Anna	Installation PV-Anlage; Heizungserneuerung bzw. FW-Anschluss
Pütrichstraße 5	WM	Kreisjugendring	Umstellung auf LED; Heizungserneuerung bzw. FW-Anschluss
Pütrichstraße 14	WM	Come In - Jugendzentrum	Installation PV-Anlage; Umstellung auf LED; Dachsanierung
Raistinger Straße 2	UH	Feuerwehrgerätehaus	Installation PV-Anlage; Umstellung auf LED
		Kindergarten Unterhausen - Dorfspatzen	Installation PV-Anlage; Umstellung auf LED
Raistinger Straße 4	UH	Vereinsheim Unterhausen	Installation PV-Anlage; Umstellung auf LED;
Röntgenstraße 3	WM	Conrad-Wilhelm-Röntgen-Mittelschule	Installation PV-Anlage auf Schule und Turnhalle; Sanierung Lüftung Turnhalle, Anschluss an Fernwärme
Seeshaupter Straße 10	MA	Gemeindehaus Marnbach	Installation PV-Anlage; Sanierung Dach
Theaterplatz 1	WM	Stadttheater	Notwendige Sanierung Gesamtgebäude; Fenstertausch Foyer, Reduzierung Fensterfront Südseite; Installation PV-Anlage; FW-Anschluss
Unterer Graben 3	WM	Stadtbücherei	Installation PV-Anlage; FW- Anschluss
Waisenhausstraße 1 a	WM	Kinderhort Franziskus	Installation PV-Anlage; Heizungserneuerung bzw. FW-Anschluss
Wesssobrunner Straße 10	WM	Große und kleine Hochlandhalle	Installation PV-Anlage; Erneuerung Lüftungsanlage
Westendstraße 32	WM	Kindergarten Nepomuk	Umstellung auf LED-Beleuchtung;
Zotzenmühlweg Flst.Nr. 2146	WM	Sportheim TSV und SVL	Umstellung Flutlicht auf LED; Installation PV-Anlage; FW-Anschluss

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kommunales Energiemanagement der Stadt Weilheim ... 3
Abbildung 2: Wärmeverbrauch und -kosten der städtischen Liegenschaften (2000-2023) ... 5
Abbildung 3: Spezifische Wärmekosten €/kWh ... 5
Abbildung 4: Wärmeverbrauch der städtischen Liegenschaften (2023) ... 6
Abbildung 5: Wärmeverbrauch der Liegenschaften aufgeteilt nach Nutzung (2023) ... 7
Abbildung 6: Stromverbrauch und -kosten der städtischen Liegenschaften (2000-2023) ... 8
Abbildung 7: Spezifische Stromkosten in €/kWh ... 8
Abbildung 8: Stromverbrauch der städtischen Liegenschaften (2023) ... 9
Abbildung 9: Stromverbrauch der städtischen Liegenschaften aufgeteilt nach Nutzung (2023) ... 10
Abbildung 10: Wasserverbrauch und –kosten der städtischen Liegenschaften (2006-2023) ... 11
Abbildung 11: spezifische Wasserkosten in €/m³ ... 11
Abbildung 12: Wasserverbrauch der städtischen Liegenschaften (2023) ... 12
Abbildung 13: Gesamtenergieverbrauch der städtischen Liegenschaften (2000-2023) ... 13
Abbildung 14: Gesamtenergiekosten der städtischen Liegenschaften (2000-2023) ... 14
Abbildung 15: Strom- und Wärmeverbrauch der städtischen Liegenschaften (2023) ... 15
Abbildung 16: Strom- und Wärmeverbrauch der städtischen Liegenschaften, hohe Auflösung (2023) ... 15
Abbildung 17: Darstellung des spezifischen Stromverbrauchs und des spezifischen Wärmeverbrauchs städtischer Liegenschaften (2023) ... 16
Abbildung 18: Prozentuale Entwicklung des Wärme- und Stromverbrauchs der städtischen Liegenschaften (2000 bis 2023) ... 17
Abbildung 19: Energieträgeranteile am Gesamtverbrauch (2000-2023) ... 18
Abbildung 20: Darstellung von erneuerbaren Energieträgern am Gesamtwärmeverbrauch 2023 ... 19
Abbildung 21: Detaillierte Darstellung von erneuerbaren Energieträgern am Gesamtwärmeverbrauch 2023 ... 19
Abbildung 22: CO_2-Emissionen der städtischen Liegenschaften (2000-2023) ... 20
Abbildung 23: CO_2-Emissionen pro verbrauchter kWh ... 21
Abbildung 24: Stromverbrauch und -kosten der Straßenbeleuchtung (2004-2023) ... 22
Abbildung 25: Installierte PV-Anlagen auf städtischen Liegenschaften ... 23
Abbildung 26: Einspeisung der PV-Anlagen auf städtischen Dächern (2006-2023) ... 24
Abbildung 27: Einspeisevergütung der städtischen PV-Anlage "Stadthalle" (2010-2023) ... 25

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: PV-Potential (Admiral-Hipper-Straße – Dietlhofer See) ... 27
Tabelle 2: PV-Potential (Eichtweide – Kanalstraße 2B) ... 28
Tabelle 3: PV-Potential (Krumpperstraße 27 – Paradeis Straße 28) ... 29
Tabelle 4: PV-Potential (Paradeis Straße 30 – Raistinger Straße 4) ... 30
Tabelle 5: PV-Potential (Röntgenstraße 3 – Weinhartstraße) ... 31
Tabelle 6: PV-Potential (Wessobrunner Straße 8 –Zotzenmühlweg) ... 32
Tabelle 7: PV-Betrachtung für ausgewählte Liegenschaften ... 34
Tabelle 8: Spezifisch durchgeführte Maßnahmen ... 40
Tabelle 9: Geplante Maßnahmen 2024-2027 ... 43
Tabelle 10: Weitere energetische Maßnahmen ... 45