LEONBERG
GROSSE KREISSTADT

Energiebericht 2021

Bereitstellung von Wärme, Licht, Strom, Luft und Wasser in der erforderlichen Qualität, zur richtigen Zeit, unter möglichst geringem Einsatz von Energie und Kosten.

1 Inhalt

2 Aufgabenstellung und Zielsetzung 5

3 Einleitung 5

4 Grundlagen 6

4.1 Aufbau Energiecontrolling und Energieerfassung 6

4.2 Witterungsbereinigung 7

4.3 Flächenentwicklung der Liegenschaften 7

5 Allgemein 8

5.1 Auswirkungen durch CO_2- Steuer 8

5.2 Strom- und Gaslieferverträge 9

5.3 Kommunalrabatt 9

6 Gesamtkosten und Gesamtverbräuche 10

6.1 Gesamtkosten Wärme, Strom, Wasser 10

6.2 Wärmeverbrauch, Wärmekosten 11

6.3 Stromverbrauch, Stromkosten 13

6.4 Wasserverbrauch, Wasserkosten 17

7 Bewertung Energieverbrauch der städtischen Gebäude 19

7.1 Energiekennzahlen und Energiebezugsflächen 19

7.2 Bewertung Wärmeverbrauch Schulen 2021 21

7.3 Bewertung Wärmeverbrauch Sporthallen 2021 28

7.4 Bewertung Wärmeverbrauch Kindergärten 2021 29

7.5 Energieportfolie aller Nichtwohngebäude, Wärmeverbrauch 2021 31

7.6 Bewertung Stromverbrauch Schulen 2021 32

7.7 Bewertung Stromverbrauch Sporthallen 2021 33

7.8 Bewertung Stromverbrauch Kindergärten 2021 33

8 andere städtische Energieverbraucher 34

8.1 Bäderbetriebe 34

8.2 Stadthalle 35

8.3 Straßenbeleuchtung 35

8.4 Signalanlagen 36

9 Beispiele städtischer Wärmeerzeuger 38

9.1 Städtische BHKWs 38

9.2 Städtische Wärmepumpen 38

9.3 Übersicht der Stromdirektheizungen 40

10 energetische Maßnahmenvorschläge 41

10.1 LED- Beleuchtung 41

10.2 Maßnahmenpaket Modernisierung Umwälzpumpen 41

10.3 Umrüstung Stromheizung 41

10.4 Ausbau der städtischen PV-Anlagen 41

10.5 Maßnahmenvorschläge aus den Sanierungsfahrplänen Baubetriebshof und Mörikeschule & Mörike-Sporthalle 41

10.6 Maßnahmenvorschläge aus den Begehungen der Energieagentur 44

11 Stromverbrauchsoptimierung Mensa Triangel durch neue Trafostation 44

12 Photovoltaikanlagen 45

13 intelligente Thermostatköpfe 47

14 Zusammenarbeit mit Energieagentur Böblingen 49

15 Teilnahme am European Energy Award 49

16 technische Entwicklung im Energiemanagement 50

16.1 bessere Fernüberwachung von technischen Anlagen 50

16.2 Fernablesung von Zählerständen 50

16.3 LoRaWAN Funknetz und Raumklimakontrolle 51

16.4 Dienstanweisung, Energieeinsparung im Betrieb 52

17 Fazit 53

18 Abbildungen 54

19 Tabellen 55

2 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Der Energiebericht ist das Kernelement des kommunalen Energiemanagements. Er erfasst systematisch, wie viel Energie die öffentlichen Gebäude verbrauchen und welche Kosten dabei entstehen. Ein kosten- und umweltbewusstes Gebäudemanagement erfordert einen kontinuierlichen Blick auf die Bewirtschaftungskosten und den technischen Zustand der eigenen Liegenschaften. Dabei sind insbesondere die Energieverbräuche von Bedeutung, da sie sich einerseits durch nicht und geringinvestive Maßnahmen deutlich reduzieren lassen und andererseits Auskunft geben über den technischen Zustand der Gebäude. Der kommunale Energiebericht ist für die Leitungs- und Arbeitsebene in der Kommune ein unverzichtbares Instrument und Voraussetzung für Entscheidungen und Prioritätensetzungen.

3 Einleitung

Die Verwaltung hat zuletzt im Jahr 2020 den Energiebericht, Fortschreibung bis zum Jahr 2019 vorgelegt (vgl. Vorlage 2020/239, behandelt am 13.10.2020). Der vorliegende Energiebericht umfasst als Fortschreibung die Daten von 2020 – 2021.

Ziel des Energieberichtes ist es, den aktuellen energetischen Zustand der städtischen Liegenschaften zu dokumentieren, zu veranschaulichen und auszuwerten. Es sollen Handlungsvorschläge dargestellt und konkrete Maßnahmen hieraus im nächsten Haushalt mit eingeplant werden. Darüber hinaus dient der Bericht zum Teil als Grundlage für den European Energy Award sowie für die Meldung der Daten nach §7b des Landes-Klimaschutzgesetzes (KSG BW). Das KSG BW verpflichtet Kommunen seit 2021 dazu, ihren Energieverbrauch in einer zentralen Datenbank online zu erfassen.

Schwerpunktmäßig befasst sich der Bericht mit den Nichtwohngebäuden, die vom Gebäudemanagement der Stadt Leonberg betreut werden. Die Verbräuche der Straßenbeleuchtung, Signalanlagen und der Bäderbetriebe sind in einzelnen Kapiteln separat aufgeführt.

Mit der Sitzungsvorlage „2021/020 Klimavorbehalt – Stadt Leonberg“ vom 16.03.2021 wurde bereits ein Grundstein des Klimaschutzes in Leonberg gelegt und der Teilnahme am European Energy Award zugestimmt. Zudem wurde die Stelle eines Klimaschutzmanagers geschaffen. Darüber hinaus erkannte die Stadt Leonberg, mit der Sitzungsvorlage zur Ausrufung des Klimanotstands in Leonberg, die weltweite Klimanotlage an.

Erstellt: Winter 2022

Alexander Berner, Energiemanager, Stadt Leonberg
in Zusammenarbeit mit der Energieagentur Kreis Böblingen

4 Grundlagen

4.1 Aufbau Energiecontrolling und Energieerfassung

Zum Stand 31.12.2020 werden vom Gebäudemanagement 178 Gebäude mit einer Fläche von rund 169.296 m² betreut. Bei dieser Flächenangabe sind sowohl die Gebäude im Eigentum der Stadt Leonberg als auch angemietete Wohnungen und Häuser enthalten.

Mit Einführung der Meldepflicht der Energieverbräuche nach §7b Klimaschutzgesetz (KSG BW) zum 30.06.2020 wurde auch die Energieerfassung angepasst.

Abweichend zum Energiebericht für das Jahr 2019, in welchem alle städtischen Gebäude erfasst wurden, werden im vorliegenden Energiebericht 2021 nur die Energiedaten der Nichtwohngebäude erfasst und bilanziert. Diese Vorgehensweise ist ohnehin sinnvoll, da die Verbrauchsdaten der Wohngebäude lückenhaft und verzögert vorliegen. Seit 2010 werden die Energieverbräuche gebäudescharf erfasst. Daher werden im vorliegenden Bericht die Verbrauchsentwicklungen ab 2010 dargestellt.

Grundlage für die Ermittlung der in diesem Bericht verwendeten Daten sind zum einen die Abrechnungen der Energieversorger, als auch manuelle Zählerablesungen. Insgesamt werden momentan ca. 600 Energiezähler für alle städtischen Gebäude betreut.

Die Energiezähler werden für die meisten Nichtwohngebäude monatlich von den Hausmeistern abgelesen und dem Gebäudemanagement zur Verfügung gestellt. Die Daten werden zunächst in ein Excelformular eingetragen und danach in eine übergeordnete Energiemanagementsoftware (EMS) eingelesen. Diese Software wurde im Jahr 2016 eingeführt und sukzessive aufgebaut.

Bei Großverbrauchern für Gas über 1.000.000 kWh und Strom über 100.000 kWh Jahresverbrauch ist ein sogenannter Lastgangzähler verbaut. Mithilfe des Lastgangzählers wird die aktuelle Leistung im 15 - Minuten - Takt erfasst und an den Netzbetreiber verschickt. Die Daten können von der Stadt entweder jeweils angefragt oder über eine Plattform online abgerufen werden.

Auf dieser Grundlage basieren die Verbräuche der vom Gebäudemanagement betreuten Gebäude für den vorliegenden Bericht.

Neben den Energiedaten der vom Gebäudemanagement bewirtschafteten Nichtwohngebäude, wurden die Daten von anderen Bereichen eingeholt:

- Tiefbauamt: Straßenbeleuchtung
- Stabstelle innovative Mobilität: Signalanlagen
- Eigenbetrieb Stadthalle
- Stadtwerke Leonberg: Hallenbad, Leobad

Die Daten der anderen Bereiche sind jedoch nicht in den hier dargestellten Gesamtverbräuchen und Gesamtkosten enthalten, sondern im Kapitel 8 separat aufgeführt.

4.2 Witterungsbereinigung

Um den Heizenergieverbrauch verschiedener Jahre objektiv miteinander vergleichen zu können, erfolgt eine Witterungsbereinigung über die sogenannte Gradtagzahl. Alle im Energiebericht dargestellten Wärmeverbräuche sind witterungsbereinigt.

Die Gradtagzahl ist wie folgt definiert:

In der Heizperiode werden die täglichen Mittelwerte aus der Differenz der Raumtemperatur (20°C) und der Außentemperatur aufsummiert. Diese sogenannte Gradtagzahl (GTZ) betrug in 2021 insgesamt 3.608 Kd (Kelvin Temperaturdifferenz * Tage). Je höher die GTZ, desto kälter der Winter und desto größer in der Regel der Wärmeverbrauch.

Im Juni 2021 wurde die Witterungsbereinigung der Jahre 2010-2020 im Energiemanagement der Stadt Leonberg geändert. Bisher wurde auf Basis des Bezugsjahres 2004, dem Gründungsjahr des Gebäudemanagements bereinigt. Ab Juni 2021 wird als Grundlage das langjährige Mittel der Letzen 20 Jahre hinterlegt. Dadurch ändern sich auch die witterungsbereinigten Wärmeverbräuche der Jahre 2010-2019. Dies ist bei der Darstellung der Verbräuche zu beachten.

Die maßgebliche Wetterstation für Leonberg ist die Wetterstation am Flughafen Echterdingen. Die Witterungsbereinigung über die GTZ kann jedoch nur näherungsweise die Jahre mit unterschiedlichen Außentemperaturen vergleichen. Weitere Faktoren wirken, wie z.B. Bausubstanz, Speichervermögen des Baukörpers, Heizbeginn, Heizgrenze, Nutzungszeiten. Diese können jedoch nicht berücksichtigt werden, weil die Berechnungen dazu zu aufwändig wären. Für die Bäder kann eine Bereinigung des Verbrauchs über die GTZ nicht erfolgen, weil der Außentemperatureinfluss viel geringer als bei den anderen Gebäuden ist. Für den Stromverbrauch ist eine Witterungsbereinigung ebenfalls nicht möglich, weil dieser überwiegend nicht von der Außentemperatur abhängig ist. Eine Ausnahme bildet hierbei der Heizstrom.

4.3 Flächenentwicklung der Liegenschaften

Die eigenen und angemieteten Flächen der Liegenschaften werden vom Gebäudemanagement seit dem Jahr 2005 vollständig erfasst und aktualisiert. Seitdem hat sich die Fläche um ca. 26.000 m² bzw. 18 % vergrößert.

Die Flächen der Bäder, Kläranlagen, der Sozialstation sowie der Stadthalle sind hierbei nicht berücksichtigt.

Im aktuell vorliegenden GM-Bericht für die Jahre 2018 – 2020 wird im Detail auf die Flächenentwicklung eingegangen.

5 Allgemein

5.1 Auswirkungen durch CO_2- Steuer

Die CO_2-Steuer ist eine Umsatzsteuer, auf die Emission von Kohlenstoffdioxid (CO_2). Ziel ist es, die durch die Emissionen entstehenden Auswirkungen, wie die globale Erwärmung, zu verringern. Die Basis ist der Kohlenstoffgehalt der einzelnen Energieträger und die damit verbundene Treibhauswirkung. Preisgrundlage ist die Bemessungseinheit CO_2 –Äquivalent.

In einem Steuertarif wird der zu zahlende Beitrag je Einheit festgelegt. Somit erhöht sich der Preis der kohlenstoffhaltigen Energieträger und beeinflusst somit auch die Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Maßnahmen.

Im Jahr 2021 lag die CO_2-Steuer bei 25 €/t CO_2.

Geplante Steuertarife der nächsten Jahre:
- ab 2022: 30 €/t CO_2
- ab 2025: 55 €/t CO_2

Beispielberechnung: Bei einer Schule mit einem Verbrauch von ca. 30.000 Liter Öl, entspricht dies ca. 300 MWh erzeugter Wärme. Bei einem CO_2-Faktor von 0,266 t CO_2/MWh werden hierbei pro Jahr 79,8 t CO_2 ausgestoßen. Durch die CO_2-Steuer sind im Jahr 2021 Mehrkosten von etwa 2.000 € entstanden, ab 2025 sollen Mehrkosten von 4.400 €/a entstehen.

Zur Berechnung der CO_2-Emissionen der Energieverbräuche wurden die CO_2-Faktoren der einzelnen Energieträger aus Tabelle 1 herangezogen.

Energieträger	Einheit	CO_2-Faktor
Strom Inland	t CO_2/MWh	0,537
Nah-/Fernwärme	t CO_2/MWh	0,280*
Heizöl leicht	t CO_2/MWh	0,266
Heizöl schwer	t CO_2/MWh	0,294
Flüssiggas	t CO_2/MWh	0,239
Erdgas	t CO_2/MWh	0,202
Steinkohle	t CO_2/MWh	0,337
Braunkohle	t CO_2/MWh	0,381
Rohbenzin	t CO_2/MWh	0,264
Diesel	t CO_2/MWh	0,266
Biomasse Holz	t CO_2/MWh	0,029
Pellets	t CO_2/MWh	0,023
Biodiesel	t CO_2/MWh	0,096
Biogas	t CO_2/MWh	0,148

Tabelle 1: CO_2-Faktoren der Energieträger; Quelle: BAFA

Hochgerechnet auf den gesamten Strom- und Wärmebedarf der in diesem Bericht bilanzierten Liegenschaften wurden im Jahr 2021 ca. 5.000 Tonnen CO_2 ausgestoßen. Ab dem Jahr 2025 würden Kosten durch die CO_2 Steuer von ca. 275.000 € entstehen.

Die Bäderbetriebe sowie die weiteren abteilungsübergreifenden Gebäude und Anlagen sind in dieser Berechnung noch nicht berücksichtigt.

5.2 Strom- und Gaslieferverträge

Die Neuausschreibung der neuen Stromlieferverträge wurde durchgeführt. Seit dem Jahr 2021 wird wie geplant Ökostrom bezogen. Die neuen Verträge laufen bis zum 31.12.2023.

Derzeit sind Gaslieferverträge für den Zeitraum 2022 - 2024 abgeschlossen.

5.3 Kommunalrabatt

allgemeine Beschreibung:
Der Netznutzungsnachlass oder auch Kommunalrabatt genannt, ist eine Leistung, die in der Konzessionsabgabeverordnung und in dem zwischen Netze BW und der Stadt Leonberg abgeschlossenen Konzessionsvertrag geregelt ist. Die Stadt erhält einen Nachlass von 10% auf den Rechnungsbetrag für die Netznutzungsentgelte im Niederspannungsnetz oder Niederdrucknetz, die sie für den Netzzugang von vollständig eigengenutzten Anlagen hinsichtlich des Strombezugs/Gasbezugs für den gemeindlichen Eigenverbrauch zu bezahlen hat.

Bis zum Jahr 2020 erhielt die Stadt Leonberg für alle Strom- und Gasabnahmestellen einen Kommunalrabatt in Höhe von ca. 37.000 €. Hiervon betrug der Anteil für Stromabnahmestellen ca. 20.500 € und für die Gasabnahmestellen ca. 16.500 €.

Durch sukzessive Überarbeitung und Meldung weiterer rabattfähigen Anlagen an den zuständigen Netzbetreiber Netze BW, konnte der Kommunalrabatt im Jahr 2021 auf insgesamt ca. 65.000 € erhöht werden. Von den jährlichen Mehreinnahmen in Höhe von ca. 28.000 € profitiert die Stadt Leonberg auch in den Folgejahren.

Beim Netzbetreiber Netze BW sind zum 27.10.2022 insgesamt 532 Strom- und Gasabnahmestellen für alle städtischen Liegenschaften und Einrichtungen registriert. Hiervon sind 467 Stromabnahmestellen und 65 Gasabnahmestellen registriert.

6 Gesamtkosten und Gesamtverbräuche

6.1 Gesamtkosten Wärme, Strom, Wasser

Die Gesamtkosten in 2021 für Wärme, Strom, Wasser und Abwasser der städtischen Nichtwohngebäude betrugen ca. 1,4 Mio. Euro und verteilen sich auf die Bereiche gemäß nachfolgender Abbildung. Die Gebäude und Anlagen der Kläranlagen, Stadtwerke, Straßenbeleuchtung und Signalanlagen sind hier nicht mit einberechnet. Gegenüber dem letzten Bericht sind die Bäderbetriebe nicht mehr enthalten, da die Bäderbetriebe ab 2021 den Stadtwerken zugeordnet sind.

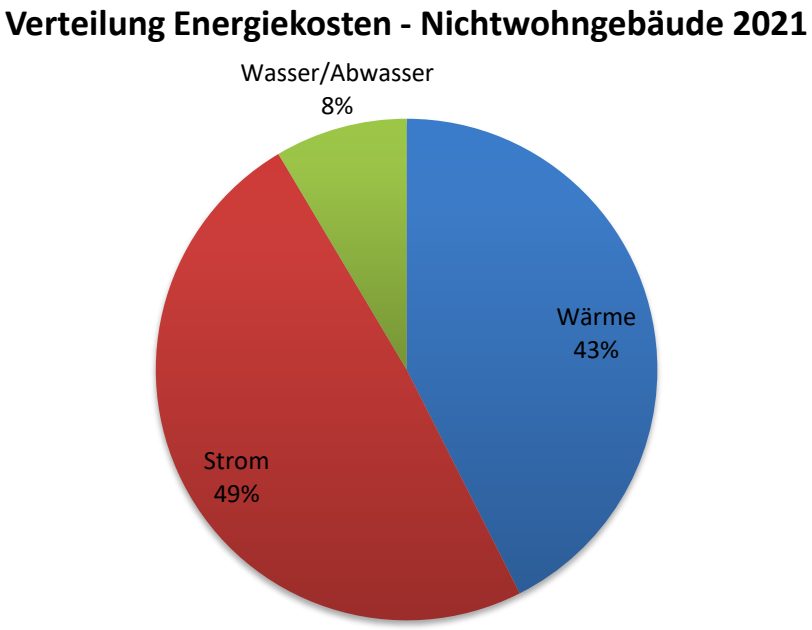

Abbildung 1: Verteilung der Gesamtkosten 2021

6.2 Wärmeverbrauch, Wärmekosten

Der witterungsbereinigte Wärmeverbrauch der städtischen Nichtwohngebäude in 2021 betrug 10.600 MWh, die Wärmekosten ca. 595.000 €. Die prozentuale Aufteilung des Wärmeverbrauchs auf die Gebäudetypen ist der Abbildung 2 zu entnehmen.

Ein Großteil des Wärmeverbrauchs wird durch die Schulen, Sporthallen, Kindergärten verursacht.

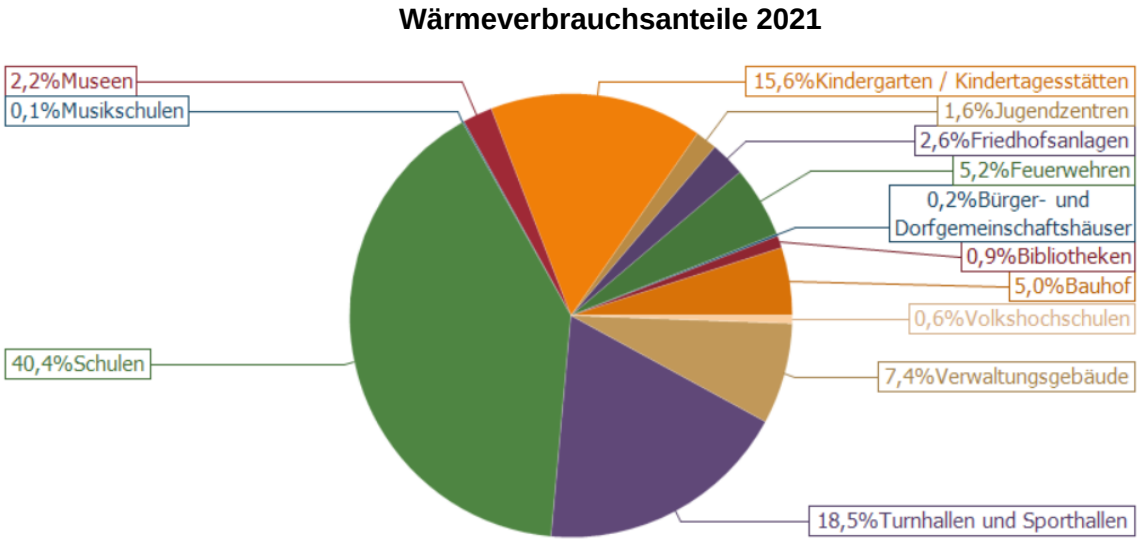

Abbildung 2: Wärmeverbrauchsanteile der Gebäudetypen 2021

Der witterungsbereinigte Wärmeverbrauch ist gegenüber dem Jahr 2010 von ca. 11.500 MWh auf ca. 10.600 MWh im Jahr 2021 gesunken. Dies entspricht einer Verbrauchssenkung von ca. 8 %. Hier ist jedoch zu beachten, dass weitere Gebäude hinzugekommen sind und sich die Nutzungszeiten einiger Gebäude deutlich verlängert haben (z.B. Ganztagesbetreuung).

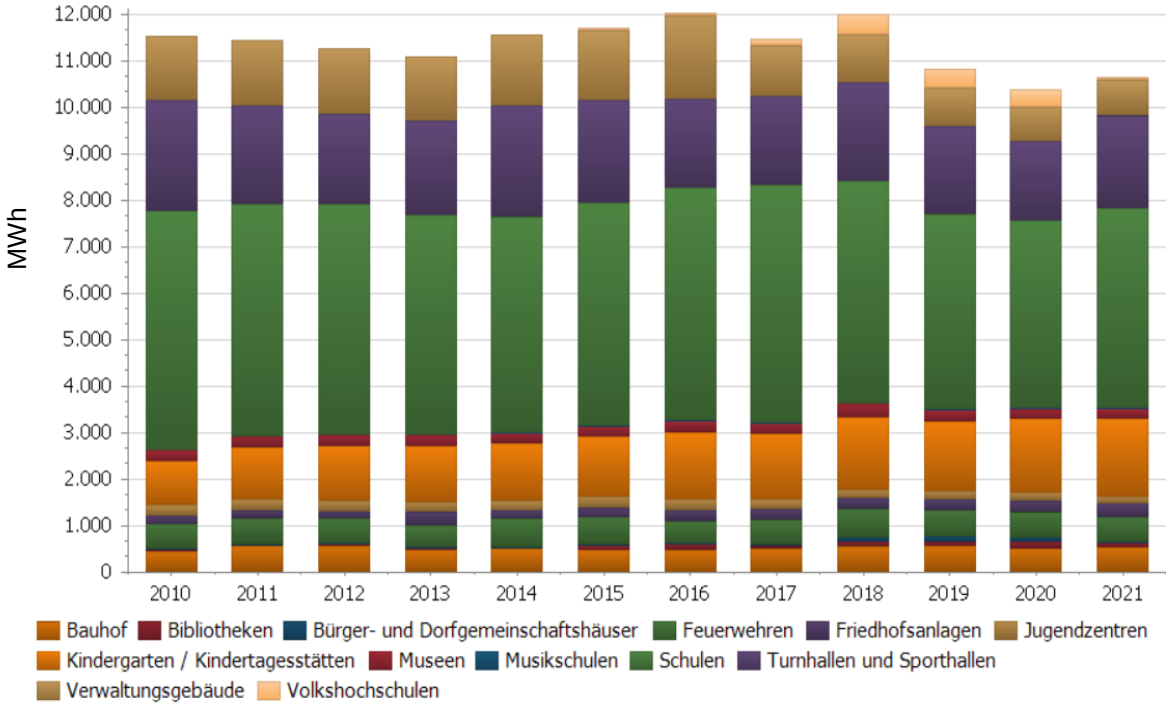

Abbildung 3: Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021

Wenn lediglich der Wärmeverbrauch in den Jahren 2010 bis 2021, wie in Abbildung 3 dargestellt betrachtet wird, so würde die Verbrauchsänderung durch Flächenänderungen nicht berücksichtigt werden. Daher wurden die jährlichen, mittleren Verbrauchskennwerte ermittelt um die Flächenbereinigung des Wärmeverbrauchs durchzuführen. Hier ist eine, aus energetischer Sicht, positive Entwicklung erkennbar. Basierend auf einem Wärmeverbrauch aller städtischen Nichtwohngebäude im Jahr 2021 von 10.600 MWh und einer Fläche von ca. 124.500 m² ergibt sich für das Jahr 2021 ein Wärmeverbrauchskennwert von ca. 85 kWh/m². Der Wärmeverbrauchskennwert ist von ca. 112 kWh/m² im Jahr 2010 um ca. 24 % auf ca. 85 kWh/m² im Jahr 2021 gesunken.

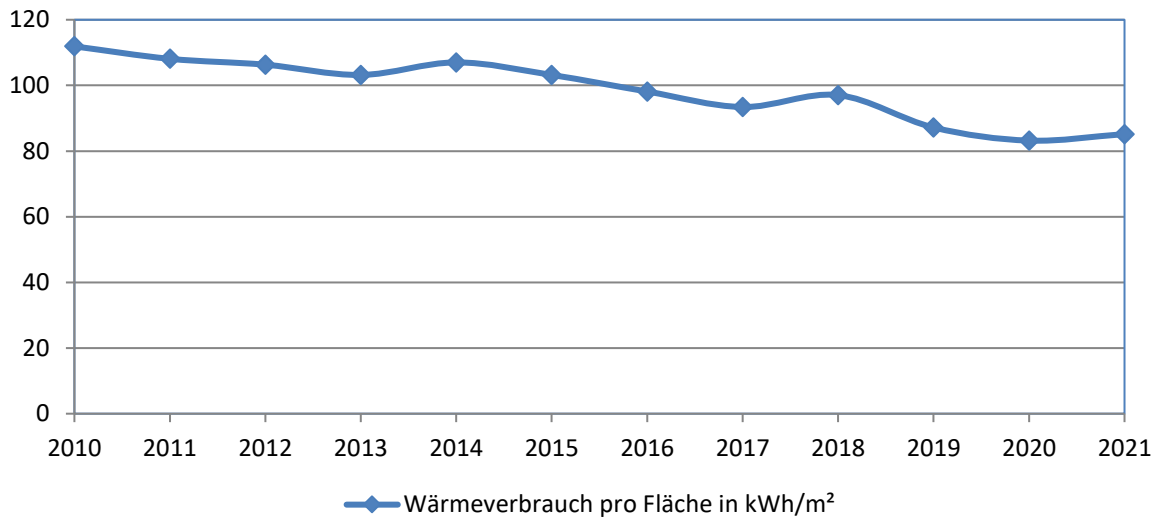

Abbildung 4: Wärmeverbrauchsentwicklung, Kennwerte 2010-2021

Wesentliche Gründe für die Verbrauchssenkung sind:

- in einigen Gebäuden wurden Energieeinsparmaßnahmen umgesetzt
- das Energiecontrolling wurde intensiviert
- Überwachung der technischen Anlagen
- die Neubauten werden entsprechend den aktuellen energetischen Anforderungen errichtet, was dazu führt, dass der mittlere Wärmeverbrauch pro Fläche sinkt.
- Energetische Sanierungen der Bestandsgebäude insbesondere der Schulgebäude wurden in den letzten Jahren umgesetzt

6.3 Stromverbrauch, Stromkosten

Der Stromverbrauch der städtischen Nichtwohngebäude lag in 2021 bei ca. 2.880 MWh und verteilt sich auf die Nutzungstypen gemäß Abbildung 5 wie folgt.

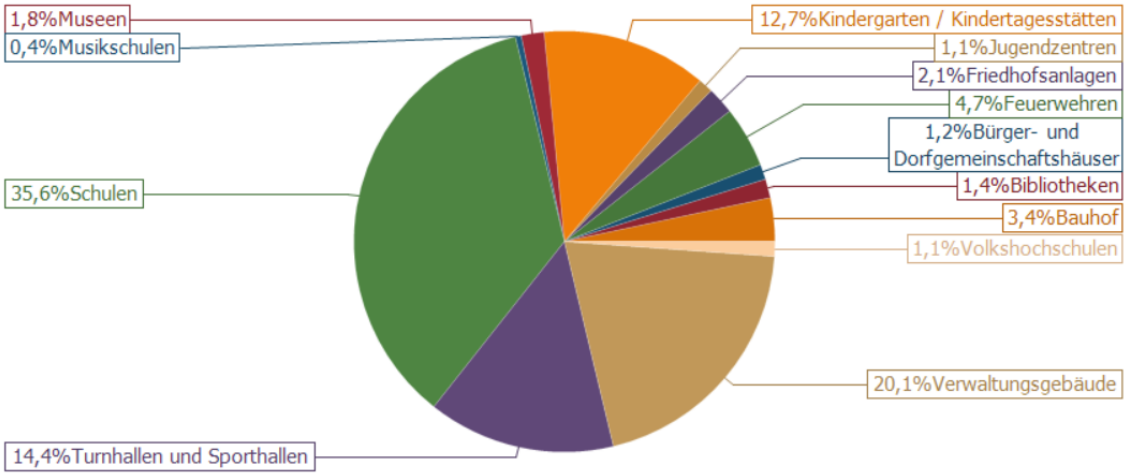

Abbildung 5: Stromverbrauchsanteile der Gebäudetypen 2021

Die Stromkosten in 2021 betrugen insgesamt ca. 686.000 €.

Die Entwicklung des Stromverbrauchs der städtischen Gebäude ist in Abbildung 6 von 2010-2021 dargestellt.

Von 2010 mit ca. 2.830 MWh Stromverbrauch ist der Stromverbrauch der bilanzierten Gebäude auf ca. 2.740 MWh im Jahr 2021 leicht gesunken. In den Jahren vor Corona lag der Stromverbrauch nutzungsbedingt noch etwas darüber.

Wie auch bei der Verbrauchsentwicklung des Wärmeverbrauchs ist beim Strom zu beachten, dass weitere Gebäude hinzugekommen sind und sich die Nutzungszeiten einiger Gebäude deutlich verlängert haben (z.B. Ganztagesbetreuung).

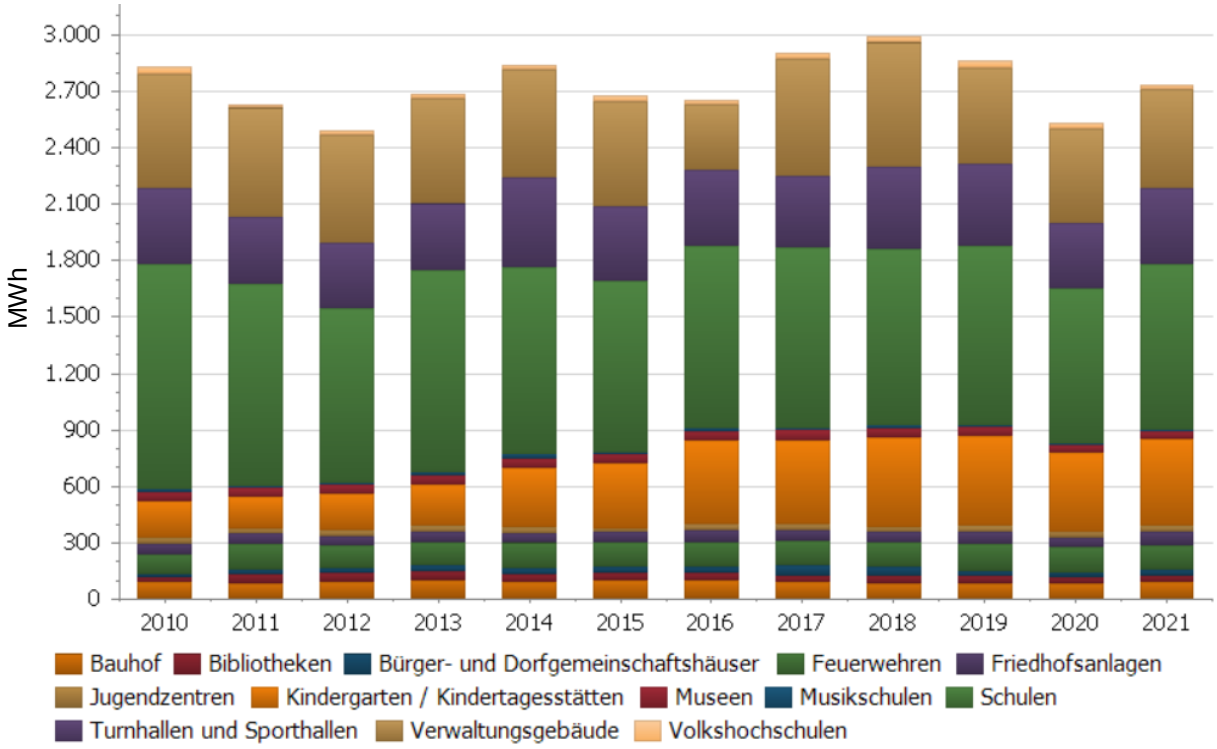

Abbildung 6: Entwicklung Stromverbrauch 2010-2021

Die Entwicklung der flächenbezogenen Stromverbrauchskennwerte von 2010 bis 2021 sind in der nachfolgenden Grafik dargestellt. Der Stromverbrauchskennwert ist von ca. 26 kWh/m² im Jahr 2010 um ca. 17 % auf ca. 22 kWh/m² im Jahr 2021 gesunken. Flächenbereinigt sinken die Stromverbräuche, jedoch nicht so stark wie die Wärmeverbräuche. Dieser langsamere Rückgang des Stromverbrauchs liegt an folgenden Punkten:

- immer mehr Elektro- und EDV-Geräte zählen zur Grundausstattung der Gebäude
- die Multimediaanforderungen in Kitas und Schulen sind gestiegen
- Nutzungszeiten einiger Gebäude haben sich teils deutlich verlängert
- der Fokus der Energieeinsparmaßnahmen lag bislang auf baulichen Maßnahmen, wie z.B. der Gebäudehülle

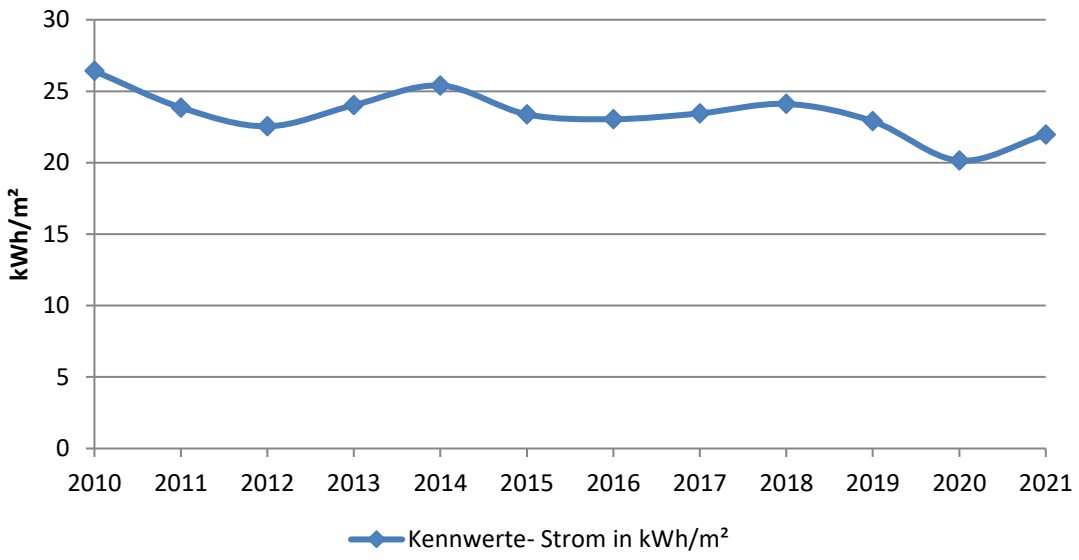

Abbildung 7: Stromverbrauchsentwicklung, Kennwerte 2010-2021

Die Entwicklung verdeutlicht, dass in Zukunft mehr auf stromsparende Technik, wie z.B. LED-Beleuchtung gesetzt werden muss.

6.4 Wasserverbrauch, Wasserkosten

Der Wasserverbrauch der bilanzierten städtischen Nichtwohngebäude betrug im Jahr 2021 ca. 24.800 m³ und verteilt sich auf die Gebäudetypen gemäß Abbildung 8 wie folgt.

Wasserverbrauch 2021

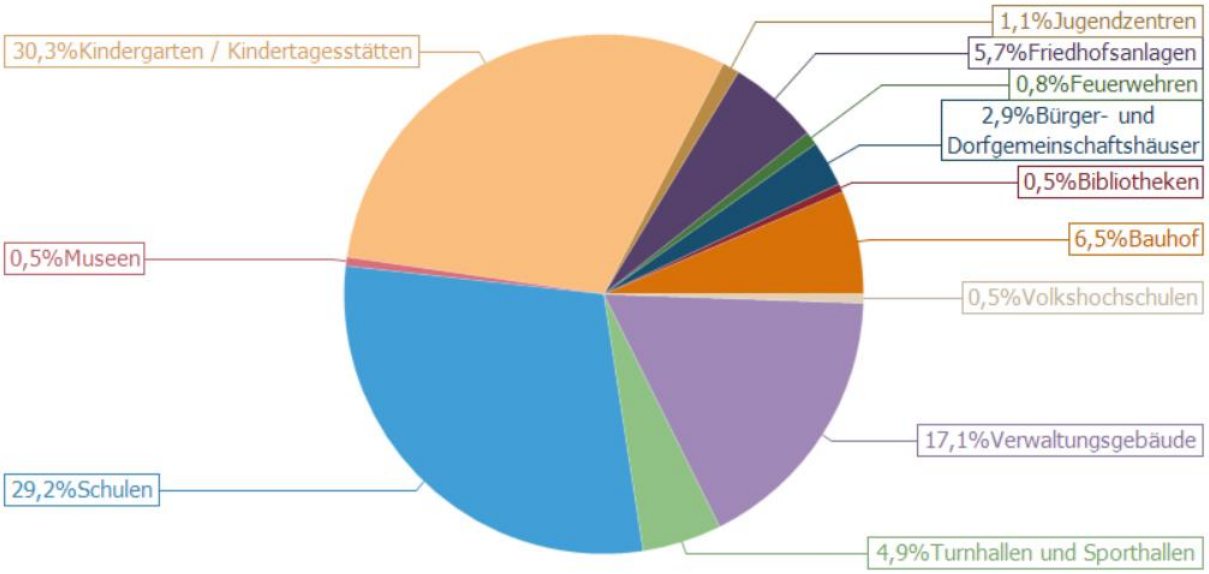

Abbildung 8: Wasserverbrauchsanteile der Gebäudetypen 2021

Die Kosten für Wasser und Abwasser (ohne Niederschlagswasser) betrugen im Jahr 2021 ca. 120.000 €. Die Entwicklung des Wasserverbrauchs von 2010 bis 2021 ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

Entwicklung Wasserverbrauch

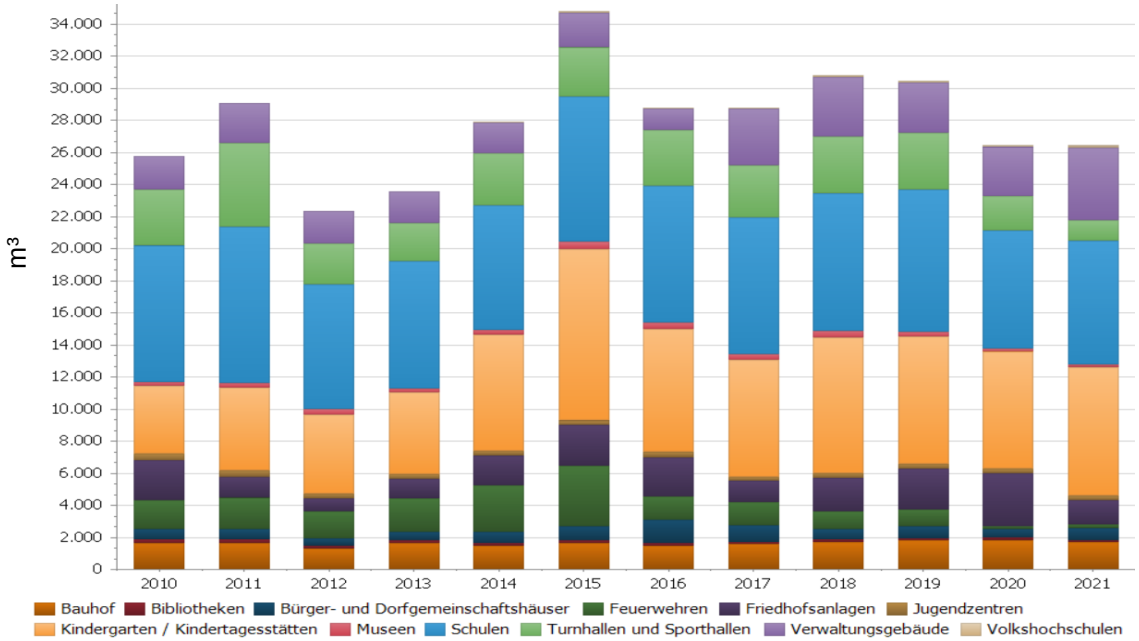

Abbildung 9: Entwicklung Wasserverbrauch 2010-2021

Auffallend ist, dass sich der Wasserverbrauch der bilanzierten städtischen Gebäude von 2010 bis 2021 kaum verändert hat. Die größte Änderung ist bei den Kindergärten und Verwaltungsgebäuden feststellbar. Der Wasserverbrauch aller Kindergärten lag im Jahr 2010 bei ca. 4.200 m³ sowie der Verwaltungsgebäude bei ca. 2.050 m³. Im Jahr 2021 haben sich diese Verbräuche in den Kindergärten auf ca. 8.000 m³ bzw. ca. 4.500 m³ aller Verwaltungsgebäude erhöht. Die Friedhofsanlagen haben jedoch mit ca. 1.500 m³ im Jahr 2021 etwa 1.000 m³ weniger Wasser als im Jahr 2010 benötigt.

Darüber hinaus fällt der hohe Wasserverbrauch der Kindergärten und Feuerwachen im Jahr 2015 auf. Der Deutsche Wetterdienst schreibt vom Jahr 2015 wie folgt*: „Das Weinjahr 2015 – Trockenheit, Hitzewellen und ein Wolkenbruch"*

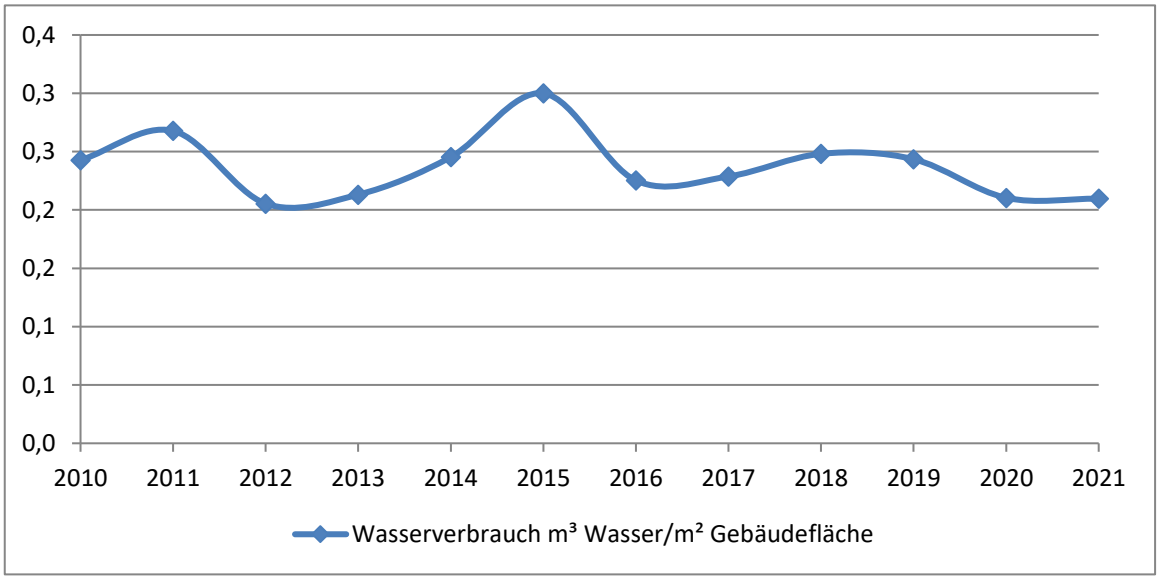

Abbildung 10: Wasserverbrauchsentwicklung, Kennwerte 2010-2021

Der Wasserverbrauchskennwert ist von ca. 24 m³ je m² im Jahr 2010 um ca. 14 % auf ca. 0,21 m³ je m² im Jahr 2021 gesunken.

7 Bewertung Energieverbrauch der städtischen Gebäude

Der Energieverbrauch eines Gebäudes ist von zahlreichen Faktoren abhängig, insbesondere von:

- Nutzung, Betriebszeit
- Nutzfläche (je größer, desto spezifisch geringerer Verbrauch)
- Bauweise
- Dämmstandard
- Wärmeerzeugung

Die Bewertung der Energieverbräuche erfolgt über die jeweilige Energiekennzahl wie in nachfolgendem Kapitel 7.1 „Energiekennzahlen und Energiebezugsflächen“ beschrieben.

Ein weiterer Einfluss hierbei stellte vor allem in den Jahren 2020 und 2021 die Corona Pandemie dar. Zum einen wurden einige Gebäudetypen, wie Schulen oder Kindergärten, zeitweise geschlossen wodurch verringerte Verbräuche anzunehmen sind. Zum anderen wurde, durch deutlich stärkeres Lüftungsverhalten, in manchen Gebäuden ein merkbarer Mehrverbrauch verursacht, v.a. in den Kindergärten.

➔ Siehe Wärmeverbrauchskennwerte Kindergärten 2019-2021 Kapitel 7.4

7.1 Energiekennzahlen und Energiebezugsflächen

Eine bewährte Methode zur Evaluierung der einzelnen Verbräuche der Liegenschaften ist die Ermittlung von Energiekennzahlen für den Wärme-, Strom- und Wasserverbrauch. Zur Berechnung der Kennzahlen wird der jeweilige Verbrauch eines Gebäudes in das Verhältnis zur beheizten/gekühlten Bruttogrundfläche eines Gebäudes gesetzt. Diese Fläche wird auch als Energiebezugsfläche bezeichnet.

Diese Zielwerte wurden durch ein Forschungsprojekt der ages GmbH, Münster auf Grundlage empirischer Daten gemäß der VDI-Richtlinie 3807 ermittelt. Der Zielwert ist das untere Quartilsmittel aller untersuchten Gebäude der entsprechenden Gebäudeart. Anders ausgedrückt ist der Zielwert der Durchschnitt der besten 25% der erhobenen Daten. Entspricht der Kennwert eines Gebäudes dem Zielwert oder liegt der Kennwert unter dem Zielwert, so würden sich 100% Zielerreichung pro Gebäude gemäß dem european energy award (eea®) ergeben. Die Stadt Leonberg nimmt seit Ende 2022 am eea teil.

Bei einem beispielhaften Jahreswärmeverbrauch eines Gebäudes von ca. 100.000 kWh und einer Energiebezugsfläche von ca. 1.000 m² ergibt sich die Kennzahl für den Wärmeverbrauch zu 100 kWh/m². Sinnvollerweise werden die Kennwerte einer Gebäudeart wie Schulgebäude oder Kindergärten miteinander verglichen.

Nutzungstyp	Zielwert [kWh/m² x Jahr]	Zielwert [kWh/m² x Jahr]	Zielwert [m³/m² x Jahr]
	Heizung	Strom	Wasser
Bauhöfe	57,00	6,00	0,11
Bibliotheken	50,00	9,00	0,05
Feuerwehren	68,00	6,00	0,04
Friedhofsanlagen	29,00	3,00	0,18
Gemeinschaftsunterkünfte	95,00	17,00	0,41
Jugendzentren	46,00	8,00	0,06
Kindergarten / Kindertagesstätten	73,00	10,00	0,24
Museen	50,00	4,00	0,03
Musikschulen	57,00	3,00	0,05
Obdachlosenunterkünfte/Flüchtlingsunterkünfte	82,00	15,00	0,80
Schule	63,00	6,00	0,07
Bürger- und Dorfgemeinschaftshäuser	74,00	8,00	0,11
Stadthallen/Saalbauten	69,00	11,00	0,07
Turnhallen und Sporthallen	70,00	8,00	0,09
Verwaltungsgebäude	55,00	10,00	0,08
Volkshochschulen	25,00	3,00	0,09
Wohngebäude	82,00	4,00	0,21

Tabelle 2: ages Kennzahlen für Energie- und Wasserverbräuche

Der Wasserverbrauch einzelner Gebäude wird in diesem Bericht nicht explizit dargestellt, da der Wärme- und Stromverbrauch die relevanteren Größen darstellen. In den nachfolgenden Grafiken sind die Energiekennzahlen für Wärme und Strom der Hallen, der Schulen sowie der Kindergärten dargestellt. Um die Kennwerte bewerten zu können, ist im Vergleich zu den einzelnen Energiekennwerten der Gebäude ein sogenannter Zielwert dargestellt.

7.2 Bewertung Wärmeverbrauch Schulen 2021

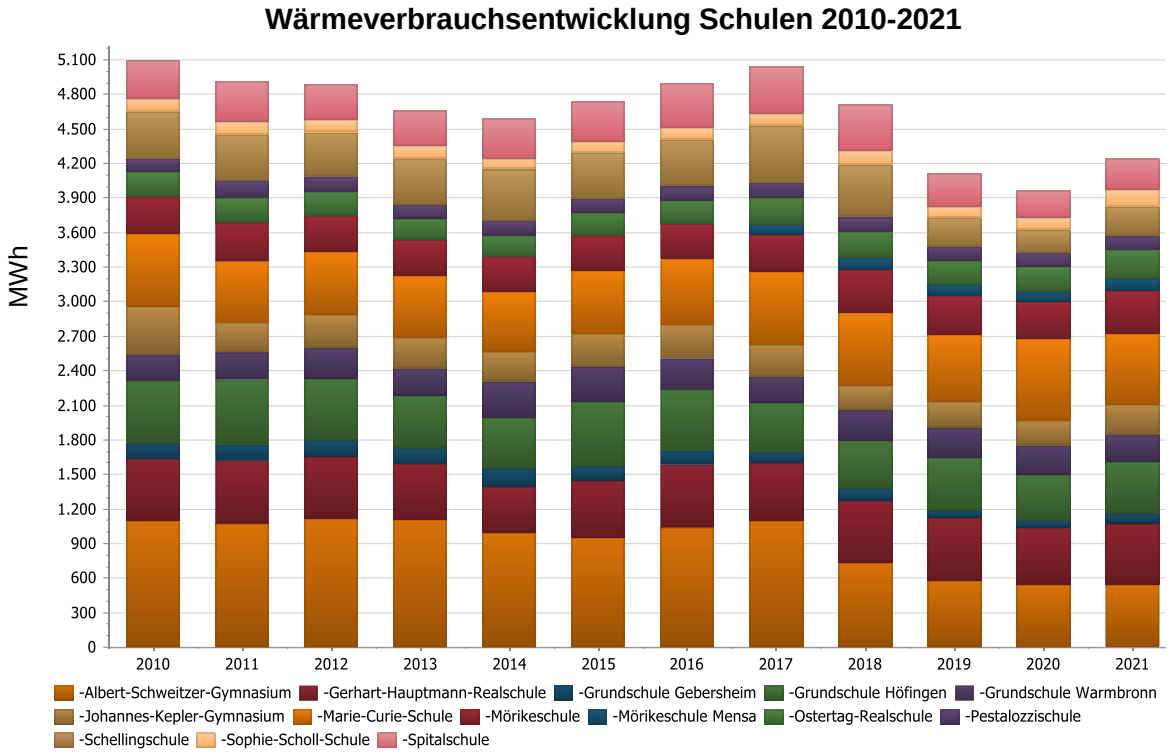

Abbildung 11: Entwicklung Wärmeverbrauch Schulen, 2010-2021

Die Schulen mit den größten Flächen sind das Johannes-Kepler-Gymnasium und das Albert-Schweitzer-Gymnasium. Das Johannes-Kepler-Gymnasium weist einen auffällig geringen Wärmeverbrauch auf, die Ursachen liegen an der sehr guten Gebäudehülle, der Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, der Wärmeversorgung über Fernwärme und einem sehr guten Verhältnis der Nutzfläche zur Hüllfläche.

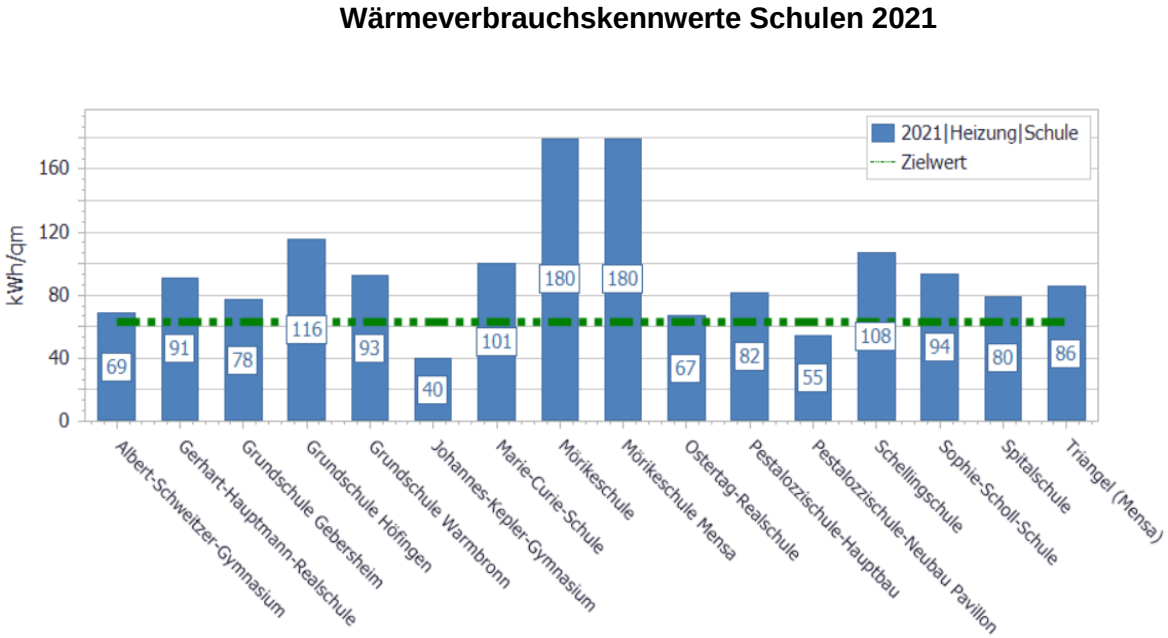

Abbildung 12: Wärmeverbrauch Schulen 2021

Am energieintensivsten sind die Mörikeschule sowie die Grundschule Warmbronn. Da die Mensa der Mörikeschule nicht separat gezählt wird, ist der Verbrauch der Mensa Mörikeschule anteilig auf Basis der Fläche ermittelt und somit mit dem Wärmeverbrauch der Mörikeschule vermeintlich identisch. In Wirklichkeit muss der Verbrauch der Mensa deutlich geringer ausfallen. Da der Wärmezähler für die Mensa der Marie-Curie-Schule zum April 2022 in Betrieb ging, sind in den Wärmeverbräuchen der Marie-Curie-Schule anteilig auch die Verbräuche der Mensa in den Jahren 2020 und 2021 enthalten.

Aus energetischer Sicht lassen sich anhand des flächenbezogenen Wärmeverbrauchs schnell die Prioritäten für zukünftige Sanierungen oder Optimierungen festlegen.

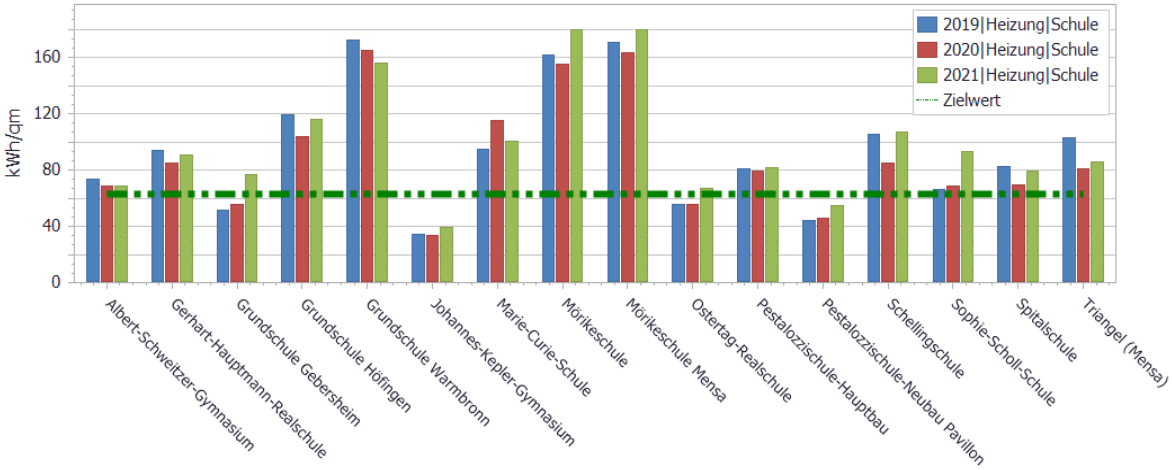

Abbildung 13: Wärmeverbrauch Schulen vgl. 2019-2021

Im direkten Vergleich der jeweiligen Schulen in den letzten 3 Jahren lässt sich erkennen, dass speziell im Jahr 2021 mehr Wärme verbraucht wurde. Dies betrifft insbesondere folgende Gebäude:

- Sophie-Scholl-Schule
- Pestalozzischule
- Ostertag-Realschule
- Mörikeschule & Mensa
- Schellingschule
- Grundschule Gebersheim

Dieser Mehrverbrauch ist überwiegend dem erhöhten Corona bedingten Lüftungsverhalten geschuldet.

Mit einem Wärmeverbrauchsanteil von über 40 % weisen die Schulen den höchsten Wärmeverbrauch aller städtischen Nichtwohngebäude auf.

Um die Schulen im Detail betrachten zu können ist im folgenden für jedes Schulgebäude die Entwicklung für die Jahre 2010 bis 2021 dargestellt.

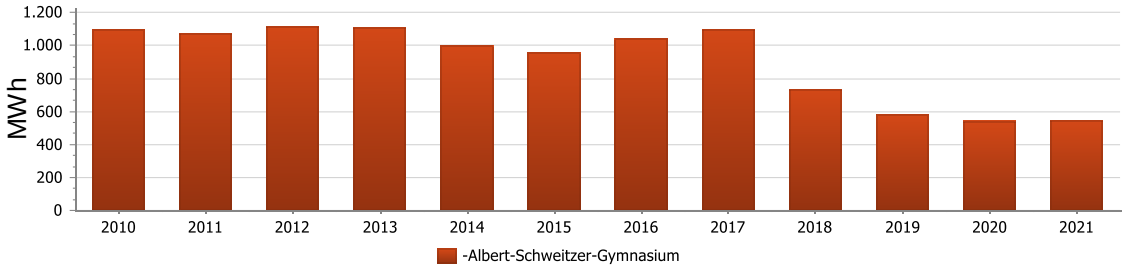

Abbildung 14: Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021, Albert-Schweitzer-Gymnasium

Im Albert-Schweizer-Gymnasium ist eine deutliche Verringerung des Wärmeverbrauchs ausmachbar. Im Vergleich zum Basisjahr 2010 konnte fast die Hälfte an Energie eingespart werden. Im Zeitraum 2018 –2021 wurde die Dach- und Fassadensanierung durchgeführt. Dies ist eines der Gebäude an dem man sehen kann, welchen Effekt eine energetische Sanierung bringen kann.

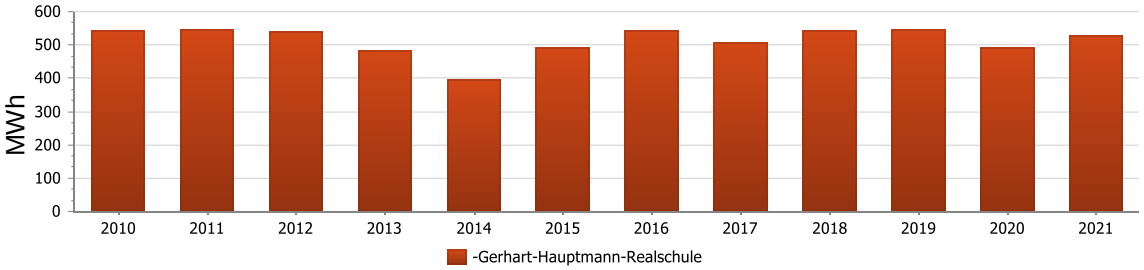

Abbildung 15: Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021, Gerhart-Hauptmann-Realschule

Auffällig ist, dass für die GHR trotz Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle in den Jahren 2019-2022 keine Verbrauchsreduzierungen erkennbar sind. Die Fertigstellung der Maßnahme ist für 2023 vorgesehen. Zu beachten ist, dass Flächenanteile der Schellingschule übernommen wurden. (siehe nachfolgende Bemerkung zum Wärmeverbrauch der Schellingschule)

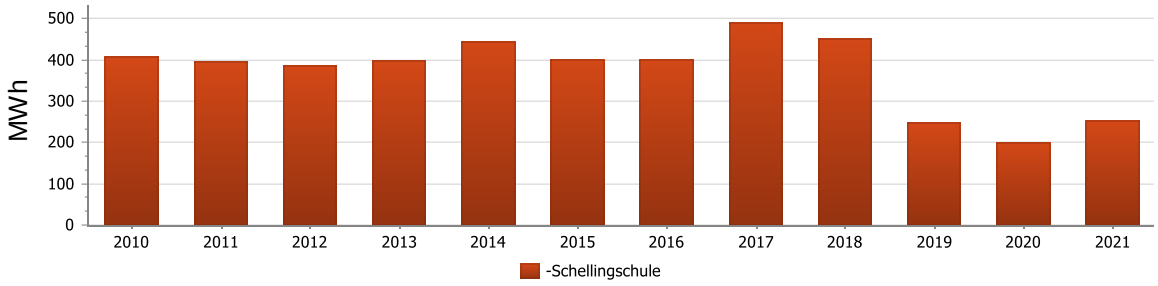

Abbildung 16: Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021, Schellingschule

Die Schellingschule weist ohne Sanierungsmaßnahmen ab 2019 einen erheblich geringeren Wärmeverbrauch auf. Der Grund hierfür liegt an einer Verschiebung von Flächenanteilen der Schellingschule hin zur GHR. In Wirklichkeit wurden jedoch Einsparungen im Wärmeverbrauch der GHR erzielt.

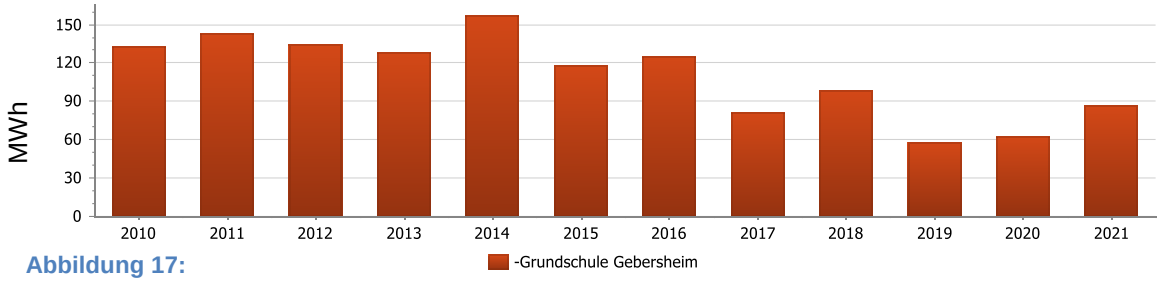

Abbildung 17:
Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021, Grundschule Gebersheim

In der Grundschule Gebersheim wurde im Jahr 2020 ein Wärmemengenzähler für den Anbau der Schule installiert. Korrekte Wärmeverbräuche sind daher erst ab 2021 darstellbar. Die Verbrauchsreduzierung durch die Altbausanierung von 2016-2018 ist jedoch deutlich erkennbar.

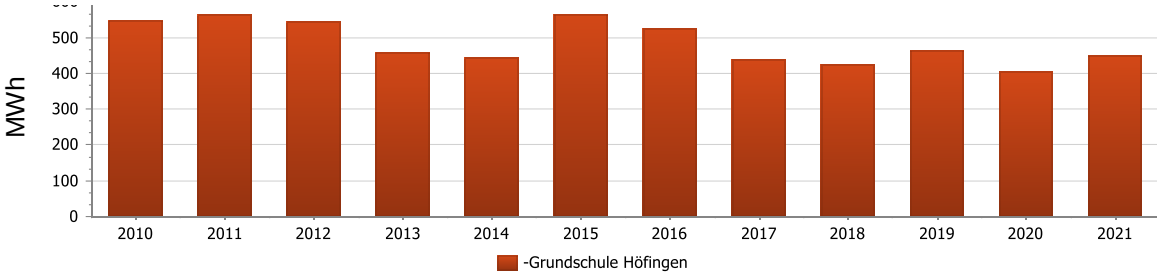

Abbildung 18: Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021, Grundschule Höfingen

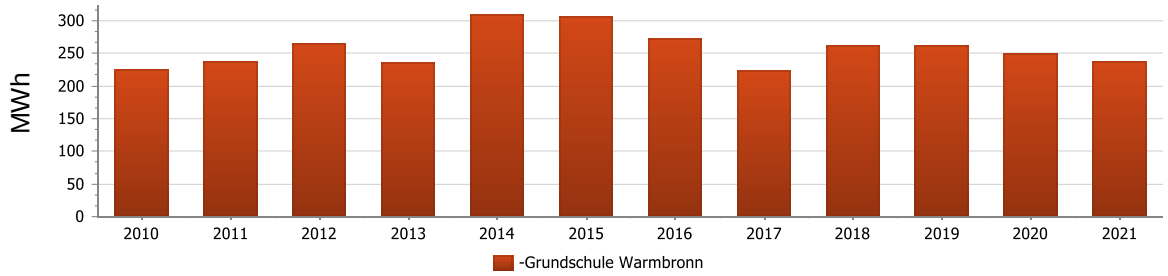

Abbildung 19: Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021, Grundschule Warmbronn

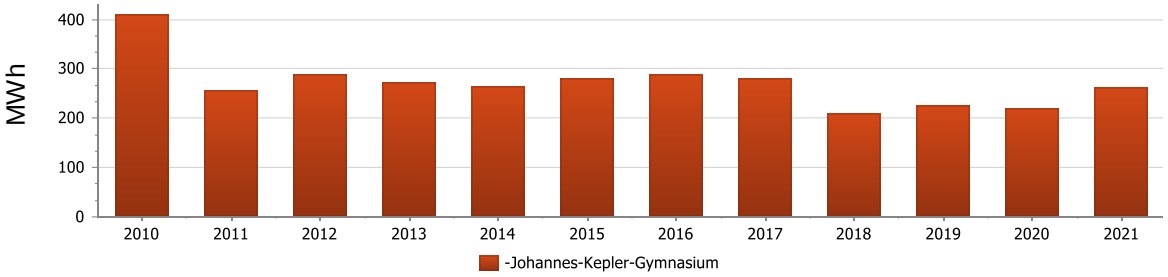

Abbildung 20: Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021, Johannes-Kepler-Gymnasium

Die Fassadensanierung am JKG fand von 2009 bis 2010 statt. Daher ist der Wärmeverbrauch im Jahr 2010 noch erhöht. Darüber hinaus wurden in 2017 und 2018 die Thermostatköpfe durch Behördenköpfe getauscht sowie weitere Verbrauchsoptimierungen in der Regelung umgesetzt. Der Wärmeverbrauch des JKGs ist bereits auf einem sehr guten Niveau.

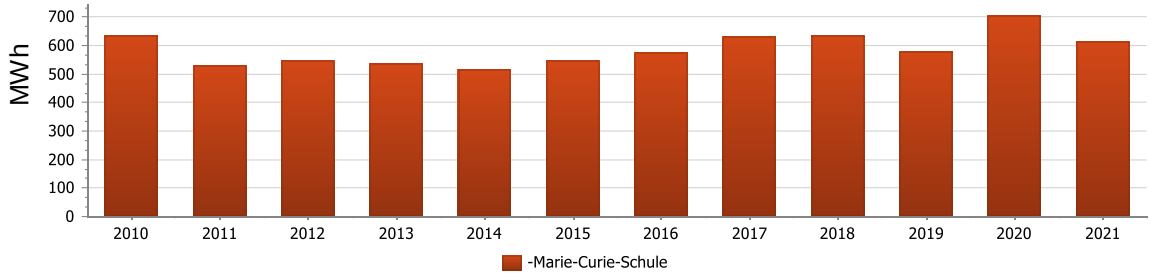

Abbildung 21: Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021, Marie-Curie-Schule

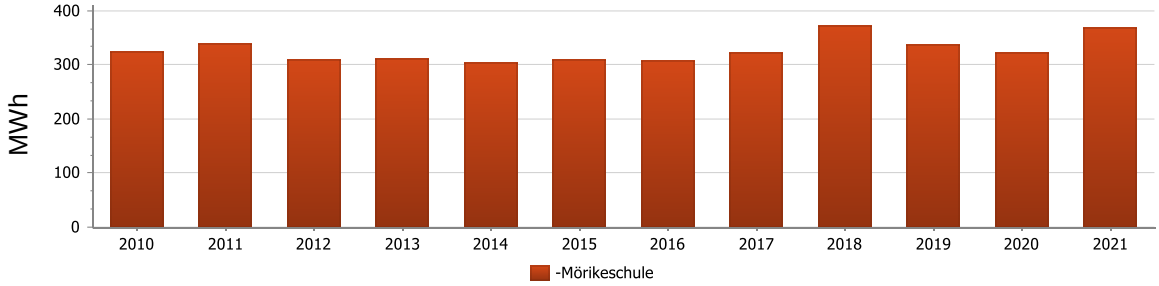

Abbildung 22: Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021, Mörikeschule

Der Wärmeverbrauch der Mörikeschule ist über die letzten Jahre tendenziell relativ gleichbleibend. Der Mehrverbrauch in 2021 durch das pandemiebedingte Lüftungsverhalten ist erkennbar.

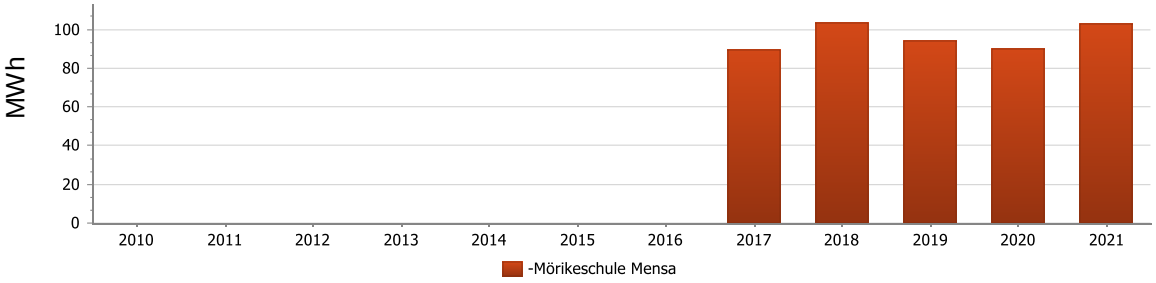

Abbildung 23: Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021, Mörikeschule Mensa

Der Wärmeverbrauch der Mörikeschule- Mensa ist nicht separat erfasst und wird flächenanteilig erfasst. Daher ist die relative Verbrauchsentwicklung identisch zur Mörikeschule und Sporthalle. In Wirklichkeit müsste der Wärmeverbrauch der Mensa geringer sein. Dies lässt sich aber nur mit einem separaten Wärmemengenzähler erfassen.

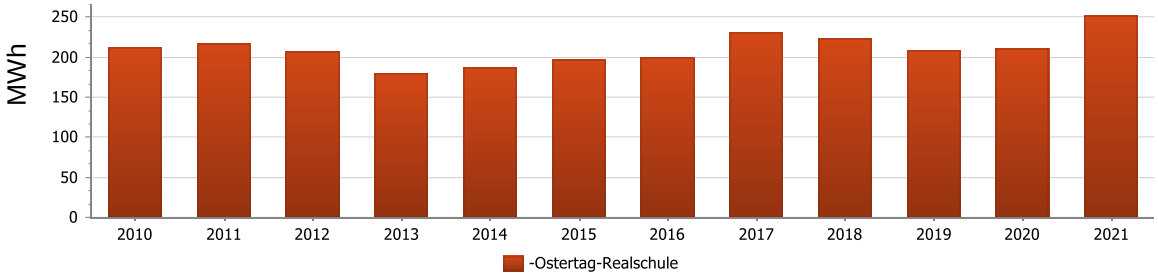

Abbildung 24: Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021, Ostertagrealschule

Der Mehrverbrauch in 2021 durch das pandemiebedingte Lüftungsverhalten ist in der Ostertagrealschule deutlich erkennbar.

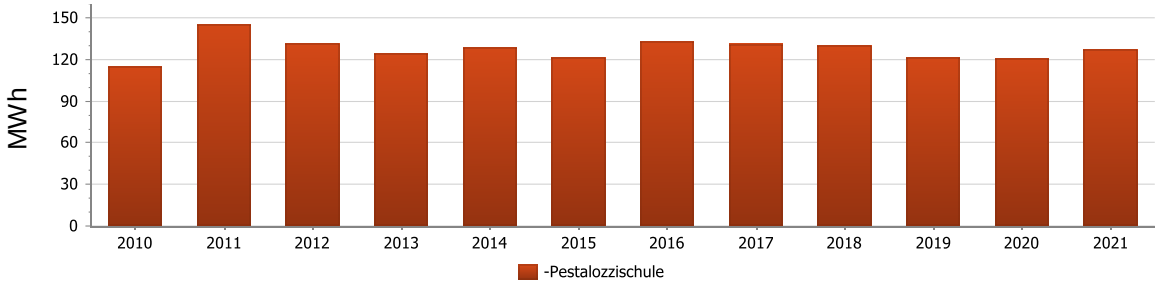

Abbildung 25: Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021, Pestalozzischule

Der Wärmeverbrauch der Pestalozzischule ist in den letzten Jahren relativ gleichbleibend. Was im Jahr 2010 und 2011 war, lässt sich leider nicht nachvollziehen. Im Jahr 2022 wird ein um etwa 20 - 25% reduzierter Wärmeverbrauch durch den Einbau von intelligenten Thermostatköpfen erwartet.

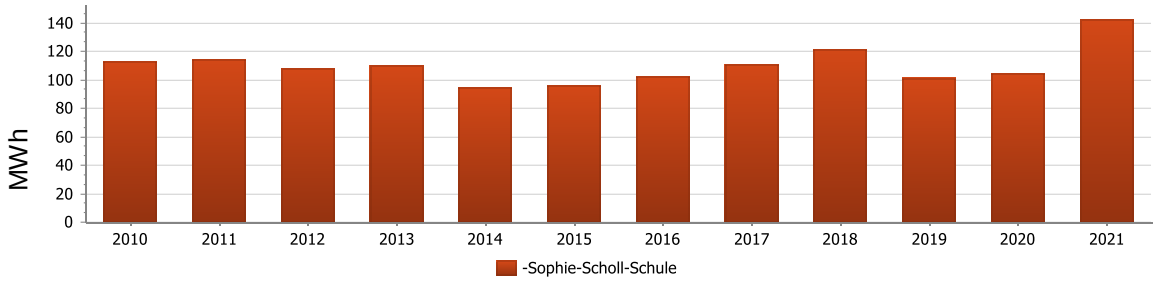

Abbildung 26: Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021, Sophie-Scholl-Schule

Die Steigerung des Wärmeverbrauchs um ca. 40 % im Jahr 2021 ist mit hoher Wahrscheinlichkeit auf das pandemiebedingte Lüftungsverhalten zurückzuführen.

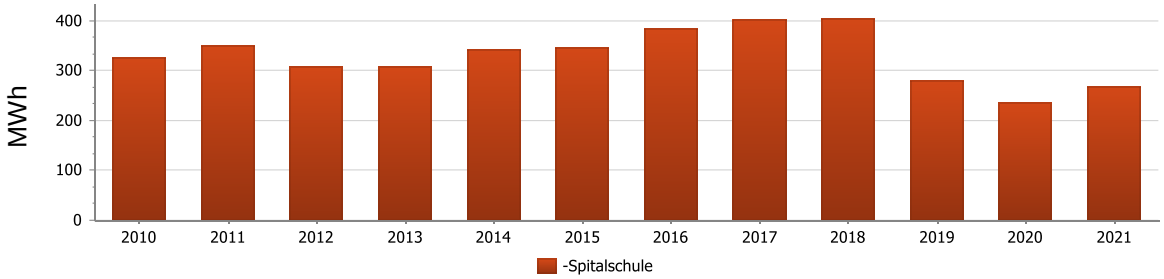

Abbildung 27: Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021, Spitalschule

Die Fassade der Spitalschule wurde in den Jahren 2019-2020 energetisch saniert. Aufgrund der Sanierung sind bereits im Jahr 2019 erhebliche Wärmeeinsparungen zu verzeichnen. Die Verbrauchsreduktion nach der Sanierung liegt im Bereich von ca. 30-35 %.

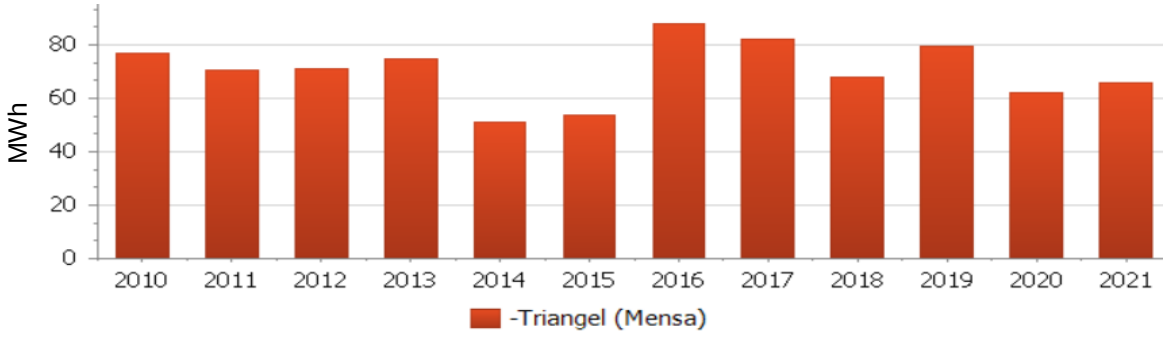

Abbildung 28: Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021, Mensa Triangel

Auffällig sind die deutlich reduzierten Wärmeverbräuche in den Jahren 2014 und 2015 sowie in den Jahren 2020 und 2021. Die reduzierten Wärmeverbräuche in den Jahren 2020 und 2021 sind der reduzierten Nutzung während Corona sowie Optimierungsmaßnamen an der Heizkurve geschuldet. Wieso die Verbräuche in den Jahren 2014 und 2015 so gering sind, lies sich nicht nachvollziehen.

7.3 Bewertung Wärmeverbrauch Sporthallen 2021

Wärmeverbrauchskennwerte Sporthallen 2021

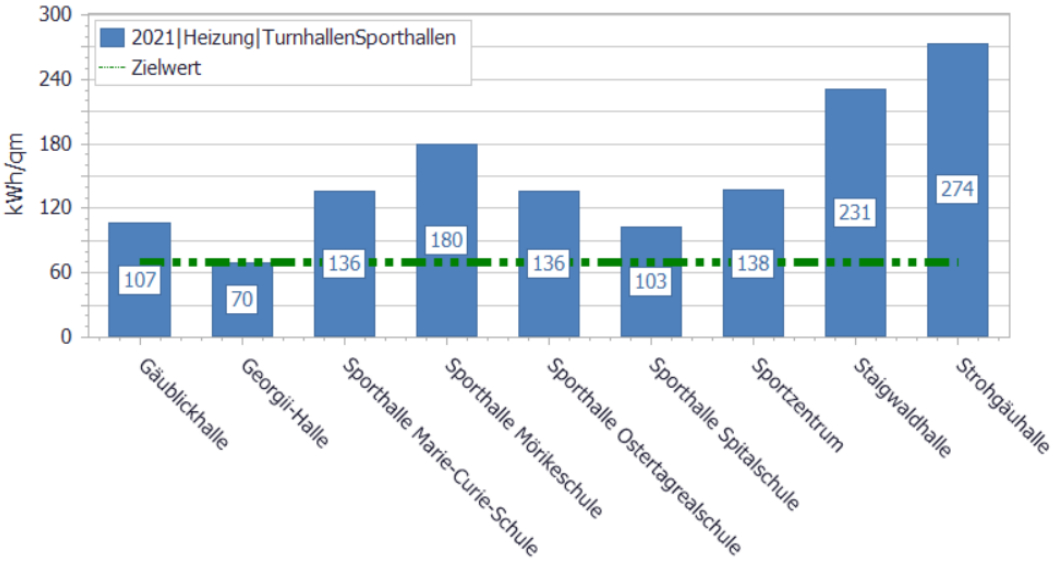

Abbildung 29. Heizkennzahlen Sporthallen 2021

Bei den Sporthallen ist besonders auffällig, dass die meisten deutlich über den festgelegten Zielwerten liegen.

Den höchsten spezifischen Wärmeverbrauch pro Fläche haben die Staigwald- und Strohgäuhalle. Aufgrund des hohen Einsparpotentials werden diese beiden Hallen in den kommenden Jahren generalsaniert. Auch die Sporthalle der Mörikeschule liegt deutlich über dem Zielwert. Für die Sporthalle der Mörikeschule wurde in 2022 bereits ein Sanierungskonzept erstellt.

Positiv hervorzuheben ist die Georgii-Halle, die den Zielwert erreicht. Die Georgii-Halle wurde bereits saniert und mit einem Wärmeschutz versehen. Hierdurch lässt sich gut

verdeutlichen welcher Erfolg mit der Sanierung der übrigen Gebäude erreicht werden könnte.

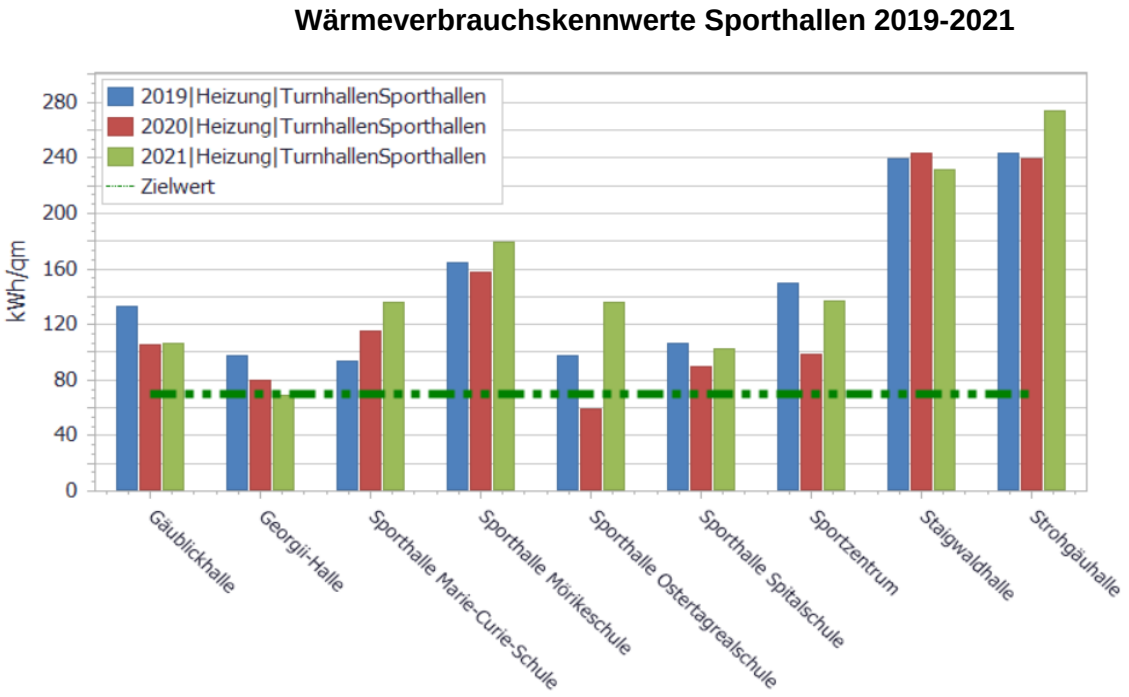

Abbildung 30: Heizkennzahlen Sporthallen 2019-2021

Im Vergleich der letzten drei Jahre ist zudem bemerkbar, dass besonders in der Georgii-Halle eine weitere Effizienzsteigerung ausmachbar ist. Die geringeren Nutzungszeiten durch Corona, bringen hier einen größeren Effekt mit sich. In den sowieso schlechteren Gebäuden, ist der erhöhte Verbrauch vermutlich auf das vermehrte Lüften zurückzuführen.

7.4 Bewertung Wärmeverbrauch Kindergärten 2021

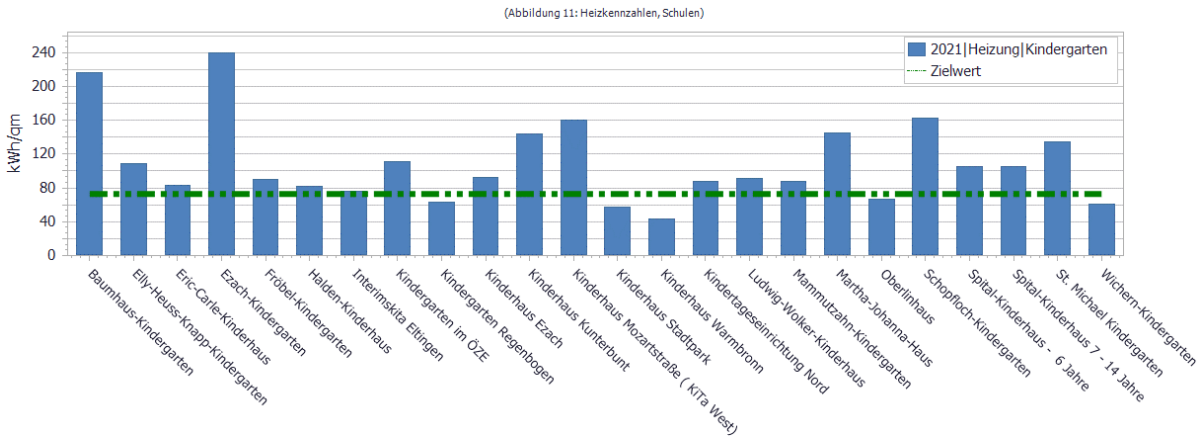

Abbildung 31: Heizkennzahlen, Kindergärten 2021

Im Bereich der Kindergärten fällt der Baumhauskindergarten sowie der Ezach Kindergarten besonders auf, da der Wärmeverbrauchskennwert sehr hoch ist.

Um die Auswirkungen auf den Wärmeverbrauch durch die Pandemie zu veranschaulichen, sind in Abbildung 32 die Wärmeverbrauchskennzahlen der Kindergärten der Jahre 2019 bis 2021 dargestellt.

Pandemiebedingt sind die Wärmeverbräuche teilweise in den Jahren 2019-2021 deutlich gestiegen. Am Beispiel des Ezach Kindergartens ist der Wärmeverbrauchskennwert aus 2019 mit ca. 149 kWh/m² auf ca. 240 kWh/m² gestiegen. Dies entspricht einer Verbrauchssteigerung von über 60%. Im Gegensatz dazu konnte der Wärmeverbrauch des Baumhauskindergartens im gleichen Zeitraum von 278 kWh/m² auf 217 kWh/m² gesenkt werden, was einer Reduzierung um etwa 22 % entspricht. Dies ist auf die Optimierung der Heizzeiten Ende 2019 zurückzuführen. Außerdem deutlich über dem Zielwert liegen der Schopfloch Kindergarten, das Kinderhaus Mozartstraße (Interimskindergarten), sowie der St. Michael Kindergarten, ebenso das Martha-Johanna-Haus und der Kindergarten Kunterbunt. Für dem Interimskindergarten Mozartstraße wurden jedoch Schätzwerte verwendet, da der Wärmeverbrauch nicht separat gezählt wird. Es ist lediglich ein Gesamtstromzähler für Allgemeinstrom und Wärmestrom vorhanden.

Hier würden Sanierungen in den nächsten Jahren, ebenso wie bei den Sporthallen, deutliche Energie- und Kosteneinsparungen mit sich bringen.

Positiv hervorzuheben ist aber auch, dass fünf der Kindergärten bereits heute unter dem Zielwert angesiedelt sind. Hier sind zu nennen das Kinderhaus Warmbronn und Stadtpark, der Kindergarten Regenbogen, das Oberlinhaus und der Wichern-Kindergarten.

Durch einen Heizungsausfall im Ezach Kindergarten wurde die Wärme zeitweise direkt elektrisch bereitgestellt. Im Sommer 2022 wurde eine neue Wärmepumpe im Ezach Kindergarten in Betrieb genommen.

Die Wärmeverbräuche für den Clara-Grunwald-Kindergarten liegen zum Zeitpunkt der Berichterstattung für das Jahr 2021 noch nicht vor, da es sich um ein vom Landkreis Böblingen angemietetes Objekt handelt.

Wärmeverbrauchskennwerte Kindergärten 2019-2021

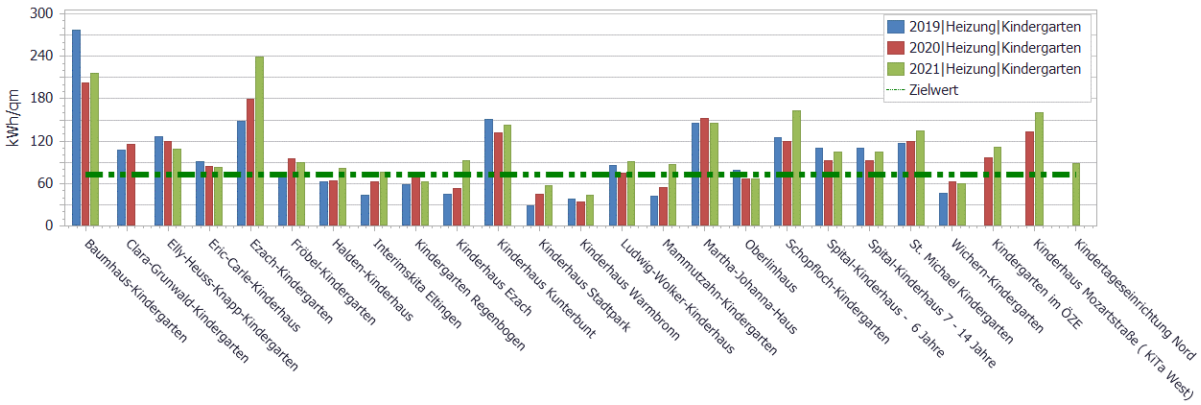

Abbildung 32: Heizkennzahlen, Kindergärten 2019-2021

7.5 Energieportfolie aller Nichtwohngebäude, Wärmeverbrauch 2021

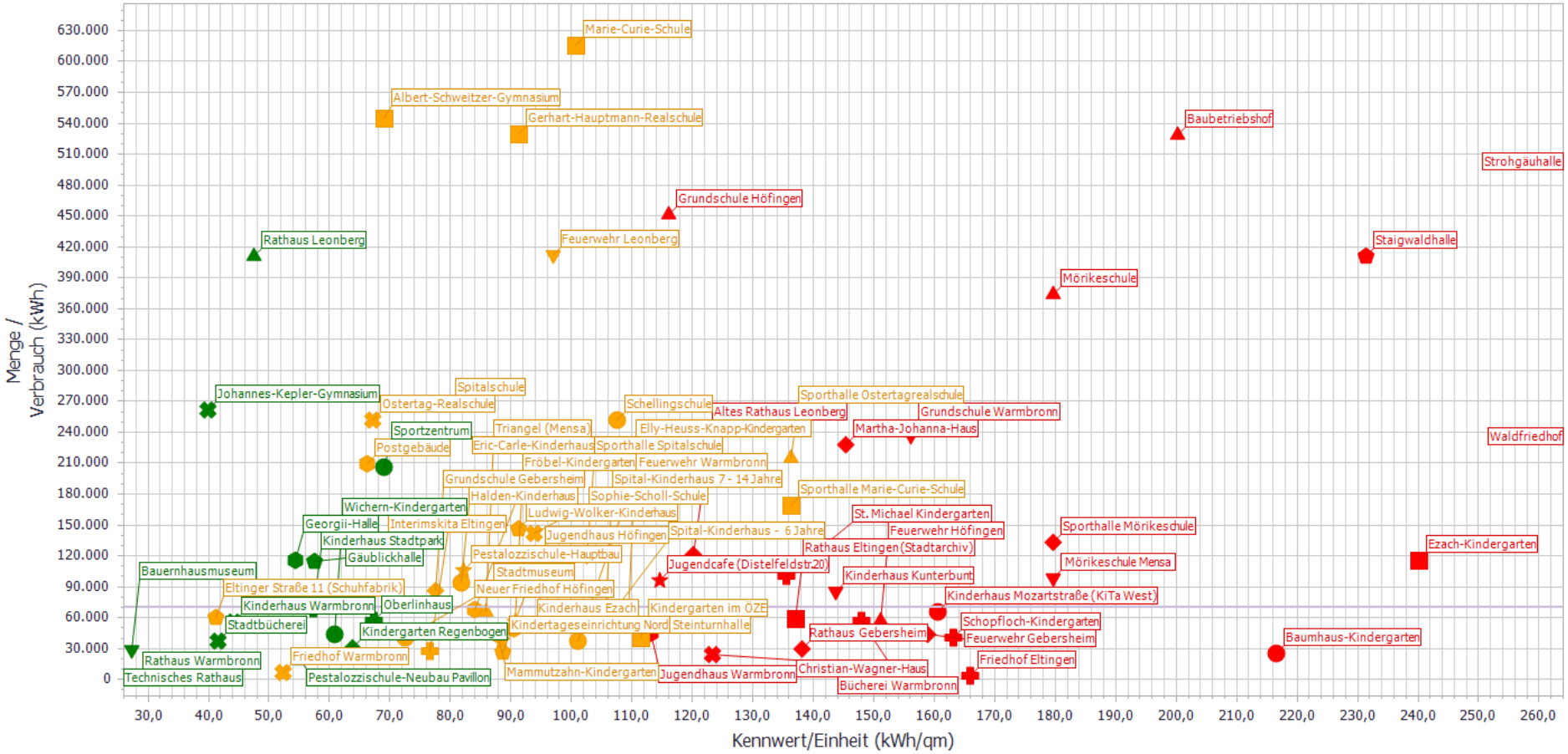

Abbildung 33: Energieportfolio, Wärmeverbrauch, Nichtwohngebäude

Anhand des oben dargestellten Energieportfolios des Wärmeverbrauchs der städtischen Nichtwohngebäude lassen sich die Prioritäten für energetische Sanierungen schnell feststellen. Alle Gebäude, die sich im Diagramm rechts oben befinden, sollten priorisiert saniert werden.

7.6 Bewertung Stromverbrauch Schulen 2021

Zur Einordnung der Stromverbräuche der Schulen sind in nachfolgender Abbildung die Stromverbrauchskennwerte in kWh pro m² dargestellt.

Stromverbrauchskennwerte Schulen 2021

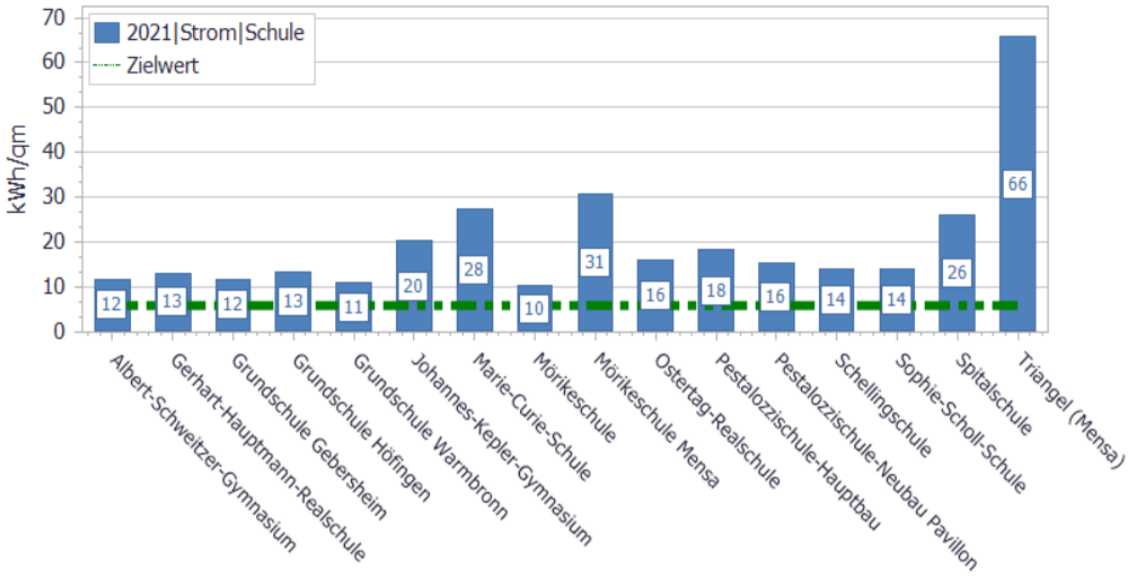

Abbildung 34: Stromkennzahlen, Schulen 2021

Die meisten Schulen liegen etwas über den gewünschten Zielwerten. Die Mensa Triangel fällt aufgrund des sehr hohen Verbrauches auf. Die Mensa Mörikeschule, die Marie-Curie-Schule sowie die Spitalschule sind auch negativ hervorzuheben. Das Johannes-Kepler-Gymnasium und der Hauptbau der Pestalozzischule weisen ebenfalls auffällig hohe Stromverbrauchskennzahlen auf. Durch die Optimierung einer Lüftungsanlage der Spital-Sporthalle, aber auch durch die geringere Nutzung konnte der Stromverbrauch von ca. 35 kWh/m² auf 26 kWh/m² von 2019 bis 2021 gesenkt werden. Die Verbräuche der Gebäude am Spitalareal (Schule, Sporthalle, Theater und Kinderhort) werden zentral über einen Hauptstromzähler erfasst. Daher sind zum einen die Verbräuche nicht direkt zuordenbar und es wirken sich die Optimierungen des Verbrauchs in der Sporthalle auch anteilig auf den Stromverbrauch der Spitalschule aus.

Für die Mensa Triangel wird aktuell geprüft inwieweit Optimierungsmaßnahmen durchgeführt werden können.

Im Johannes-Kepler-Gymnasium werden die innenliegenden Räume mit einer Lüftungsanlage belüftet. In den anderen Schulgebäuden ist keine Lüftungsanlage eingebaut.

Deutlich wird auch, dass alle Schulen noch Verbesserungspotential aufweisen. Hier sind Maßnahmen wie die Umrüstung auf LED-Beleuchtung sinnvoll.

Die neue Mensa der Marie-Curie-Schule hat bisher keinen eigenen Stromzähler, der Zähler wird jedoch schnellstmöglich nachgerüstet. (Stand 24.11.2022) Der hier dargestellte Stromverbrauchskennwert von ca. 28 kWh/m² wäre abzüglich der Mensa voraussichtlich bei ca. 20-22 kWh/m².

7.7 Bewertung Stromverbrauch Sporthallen 2021

Stromverbrauchskennwerte Sporthallen 2021

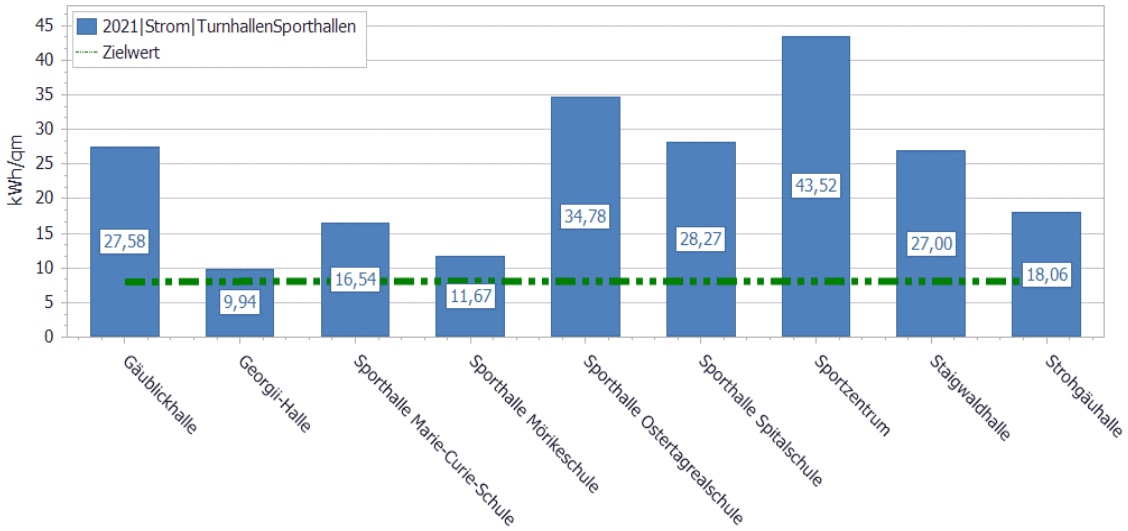

Abbildung 35: Stromkennzahlen, Sporthallen 2021

Die Übersicht der Stromverbrauchskennwerte der Sporthallen zeigt, dass alle Sporthallen weiterhin erhebliches Optimierungspotential aufweisen. Besonders das Sportzentrum, sowie die Sporthalle der Osterstagrealschule sind hierbei auffällig. Energieeffiziente Lüftungsanlagen und LED-Beleuchtung, aber auch neue Regelungsanlagen würden einen Großteil dazu beitragen. Diese hoch wirtschaftlichen Energiesparmaßnahmen sollten möglichst in den nächsten Haushalten mit eingeplant werden. Immerhin zwei Gebäude liegen in nahem Umfeld des Zielwertes.

7.8 Bewertung Stromverbrauch Kindergärten 2021

Stromverbrauchskennwerte Kindergärten 2021

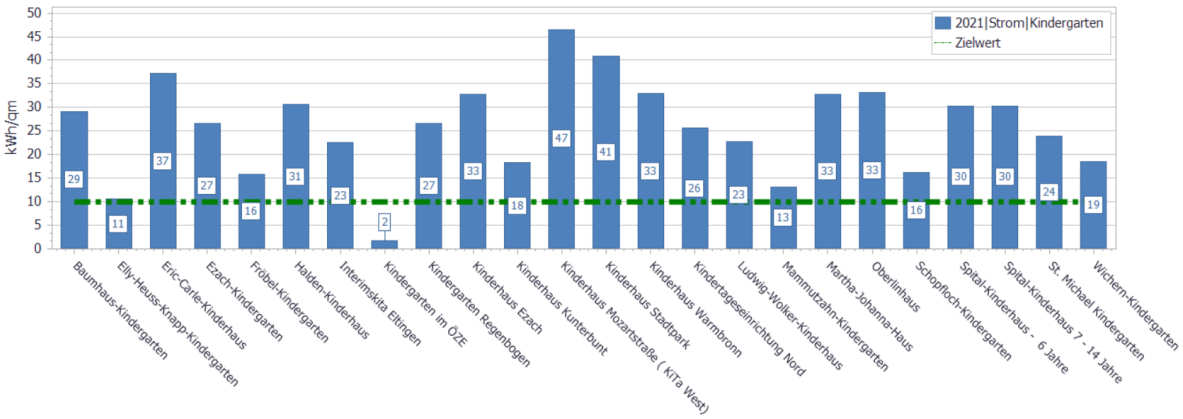

Abbildung 36: Stromkennzahlen, Kindergärten, 2021

Auch die Stromverbräuche der Kindergärten weisen erhebliches Optimierungspotential auf. Die Umrüstung auf LED-Beleuchtung würde auch dort einen Großteil dazu beitra-

gen. Der niedrige Stromverbrauch des Kindergartens im ÖZE ist aufgrund der ausschließlichen Nutzung einer Tapir Gruppe zu begründen. Ansonsten wird der Kindergarten momentan nicht genutzt.

Besonders in Kindergärten bietet das Thema Nutzersensibilisierung ein wichtiger Baustein, um die Energieeffizienz zu erhöhen. Standby Verbräuche beispielsweise sollten vermieden werden, auch Geräte wie Kühlschränke oder Spülmaschinen bieten Optimierungspotenzial.

8 andere städtische Energieverbraucher

8.1 Bäderbetriebe

Die Bäderbetriebe werden seit 2021 nicht mehr vom Gebäudemanagement verwaltet, die Verbräuche basieren auf Grundlage der Daten der Stadtwerke Leonberg und Sindelfingen.

Leobad:

Das Leobad hatte in 2021 einen Wärmebedarf von ca. 1.323 MWh. Der Großteil der Wärme wurde über die BHKWs bereitgestellt, etwa 260 MWh bzw. ca. 20 % wurden über Solarabsorber (Solarwärme) erzeugt.

Der Gesamtstromverbrauch des Leobades lag im Jahr 2021 bei 315.230 kWh. Die beiden BHKWs erzeugten in Summe 472.074 kWh, wovon 236.624 kWh in das öffentliche Stromnetz eingespeist und 235.450 kWh selbst verbraucht wurden. Somit decken die BHKWs etwa 75 % des Stromverbrauchs. Die Installation einer PV-Anlage zur Stromerzeugung könnte den Stromeinkauf weiter reduzieren. Die zur Verfügung stehenden Dachflächen sind am Leobad jedoch begrenzt.

In Summe wurden im Jahr 2021 20.566 m³ Wasser verbraucht.

Hallenbad/Sauna:

Das Hallenbad hatte im Jahr 2021 einen Wärmebedarf von 653 MWh und einen Strombedarf von 269 MWh, davon wurden 169 MWh Strom über die BHKWs selbst erzeugt.

Der Strombezug lag damit bei ca. 100 MWh im Jahr 2021. Für das Hallenbad wurden 8.666 m³ Wasser verbraucht.

Die Saunalandschaft hatte einen Wärmebedarf von 208 MWh und einen Strombedarf von 100 MWh, 56 MWh Strom davon wurden über die BHKWs selbst erzeugt. Etwa 44 MWh wurden für die Saunas über das öffentliche Stromnetz bezogen.

8.2 Stadthalle

Der Wärmeverbrauch der Stadthalle betrug im Jahr 2021 ca. 257 MWh, der Stromverbrauch lag bei ca. 122 MWh und der Wasserverbrauch bei 484 m².

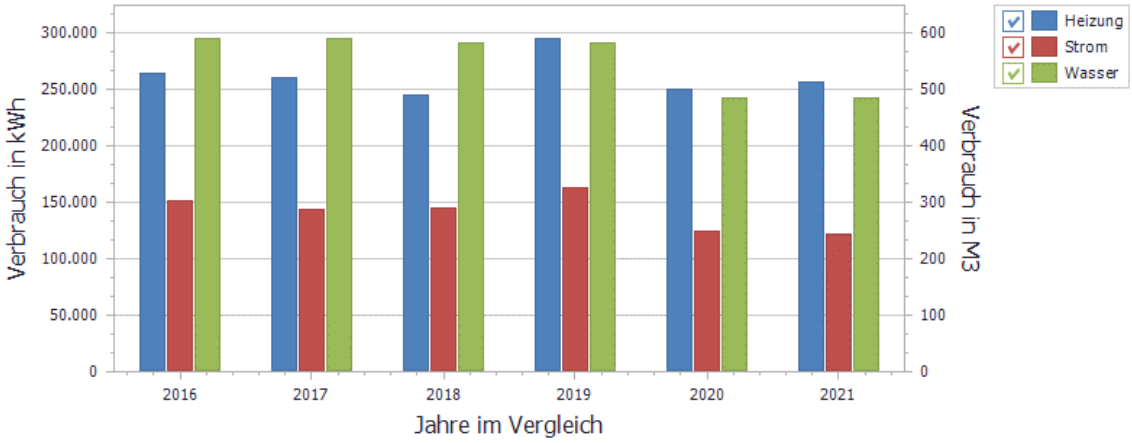

Abbildung 37: Stadthalle Energieverbräuche 2016-2021

8.3 Straßenbeleuchtung

Der Gemeinderat hat im Jahr 2012 beschlossen, die Straßenbeleuchtung zu modernisieren und auf LED-Technik umzurüsten.

Zwischenzeitlich konnten sieben Umrüstungsmaßnahmen durchgeführt werden, davon wurden für sechs Projekte Fördermittel abgerufen.

Von den insgesamt 6.629 Leuchten wurden bislang 4.157 Leuchten auf LED-Technik umgerüstet. Zurückgestellt wurde der Stadtpark (264 Leuchten), da dieser unter Denkmalschutz gestellt wurde und separat zu betrachten ist. Bei den verbliebenen Leuchten handelt es sich um Leuchten, welche mit Natriumdampfleuchtmittel bestückt sind, es wird aktuell geprüft, inwieweit es auch für den Wechsel von Natriumdampfleuchten Förderprogramme gibt.

Der Verbrauch des Betriebsstroms ist in dieser Modernisierungsphase von 2.870 MWh im Jahr 2012 auf 1.443 MWh im Jahr 2019 gesunken.
Das entspricht einer Verbrauchssenkung von 1.434 MWh bzw. ca. 50 %. Seitdem fand keine weitere LED-Umrüstung statt, daher sind die Stromverbräuche in den Jahren 2019-2021 nahezu identisch.

Wenn alle Straßenleuchten auf LED-Technik umgerüstet wären, würde der Stromverbrauch auf ca. 1.000 MWh sinken.

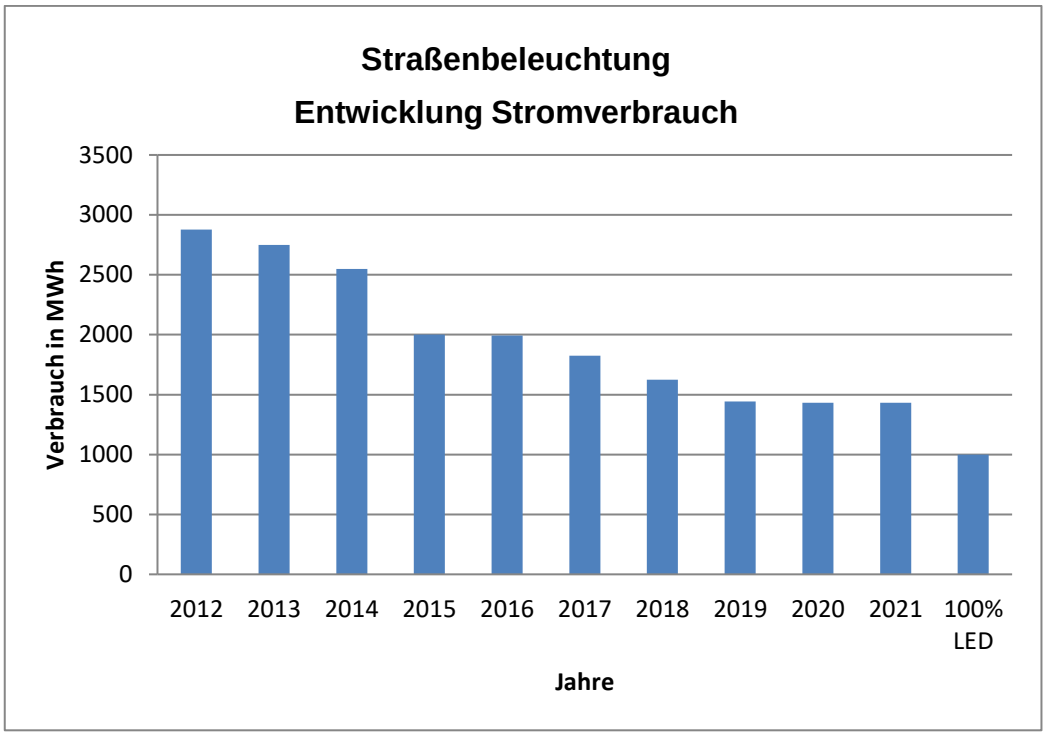

Abbildung 38: Verbrauchsentwicklung Strom Straßenbeleuchtung

8.4 Signalanlagen

Seit 2011 wurden sukzessive alle 49 Signalanlagen im Stadtgebiet und den Stadtteilen auf die energiesparende LED-Technik umgerüstet. Die Umrüstung wurde Ende 2016 abgeschlossen und erfolgte in Zusammenarbeit mit Bund und Landratsamt Böblingen.
2018 hatte man einen Stromverbrauch von 44.500 kWh.
Im Jahr 2018 wurde an der Gebersheimer-/Rutesheimer Straße ein Kreisverkehr gebaut und in diesem Zug wurde die bestehende Ampel auf eine Fußgängerampel in der Gebersheimer Straße reduziert.

Im Jahr 2019 wurden an 3 Signalanlagen in Höfingen Fußgängerampel Hirschlander Str., Höfingen Fußgängerampel Ditzinger Str. sowie Gebersheim Fußgängerampel Höfinger Str. eine Signaltechnik für Sehbehinderte installiert. Damit hat sich der Verbrauch an diesen Anlagen geringfügig erhöht. Die Ampel Römerstr./Neuköllnerstr. wurde aufgrund der Bauarbeiten von BPD Beginn 2021 abgebaut und zeitweise durch eine prov. Baustellenampel an gleicher Stelle ersetzt. Für die prov. Anlage wurde der bestehende Stromanschluss verwendet.

Seit 2020 werden die Stromverbräuche für jede Signalanlage jährlich erfasst. Davor beruhten die Werte an einigen Anlagen auf Schätzungen auf der Basis historischer Daten.

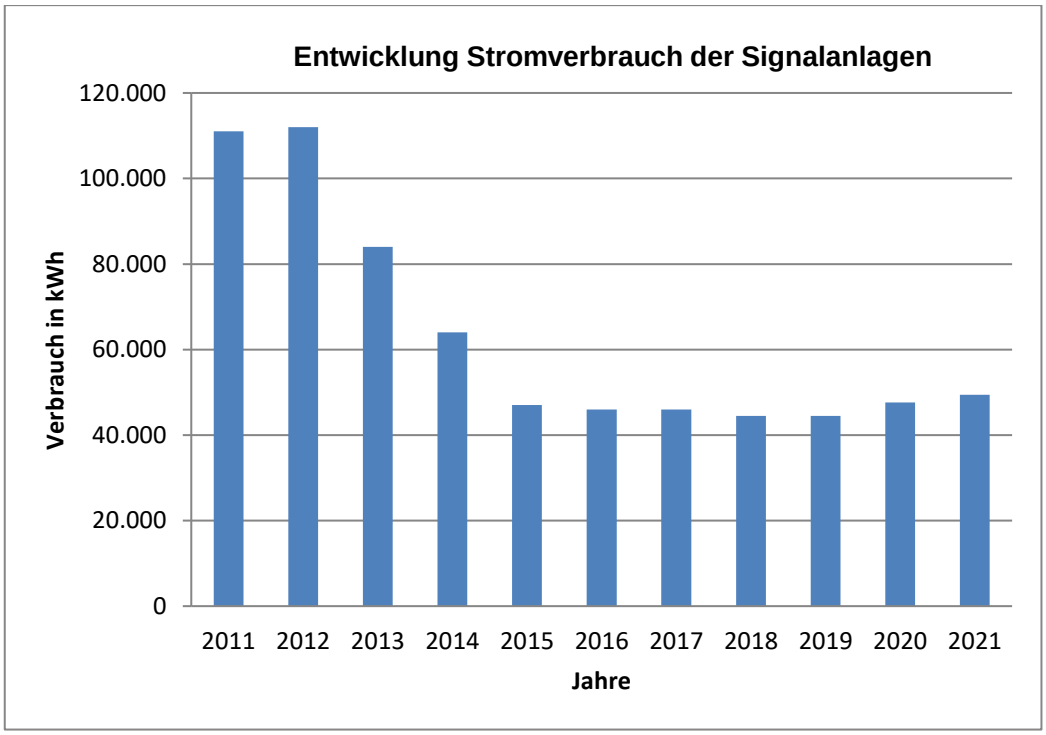

Abbildung 39: Verbrauchsentwicklung Ampelanlagen, 2011-2021

9 Beispiele städtischer Wärmeerzeuger

9.1 Städtische BHKWs

Die Stadt Leonberg betreibt zurzeit an nachfolgenden Standorten Blockheizkraftwerke (BHKWs) zur Erzeugung von Wärme und Strom. Das BHKW der Kläranlage wird vom Tiefbauamt bzw. der Abteilung Abwasserbeseitigung betrieben. Am Schulzentrum wurden im Zeitraum 2017-2019 drei neue BHKWs installiert, die von den Stadtwerken Leonberg betrieben werden. Der Standort der Heizzentrale ist in der Gerhart-Hauptmann-Realschule. Von dort aus wird das gesamte Schulzentrum, das neue Rathaus, das Layher-Areal sowie weitere Gebäude Dritter versorgt.

Standort	Inbetrieb-nahme	Neuanlage	Leistung elektr. [kW]	Leistung Wärme [kW]	Zuständigkeit
Mörike-schule	2016		5,5	14,7	Gebäudemanagement
Marie-Curie-Schule	2021		50	92	Gebäudemanagement
Grundschule Gebersheim	1998	2010	50	97	Gebäudemanagement
Hallenbad	1991	17.12.2013	50	92	Stadtwerke Leonberg
Hallenbad	1991	17.12.2013	50	92	Stadtwerke Leonberg
Schulzent-rum	1994	2017-2019	50	92	Stadtwerke Leonberg/ Sindelfingen
Schulzent-rum	1994	2017-2019	112	196	Stadtwerke Leonberg/ Sindelfingen
Schulzent-rum	1994	2017-2019	112	196	Stadtwerke Leonberg/ Sindelfingen
Leobad	2020		50	92	Stadtwerke Leonberg
Leobad	2021		50	92	Stadtwerke Leonberg
Kläranlage	1995	2013	125	160	Tiefbauamt
Kläranlage	1995	2013	125	160	Tiefbauamt

Tabelle 3: Übersicht städtische BHKWs

9.2 Städtische Wärmepumpen

Eine Wärmepumpe funktioniert im Prinzip wie ein Kühlschrank. Im Gegensatz zum Kühlschrank wird jedoch die Wärme des Verflüssigers den Heizflächen im Gebäude zugeführt.
Auf der „kalten“ Seite der Wärmepumpe wird der Umwelt (z.B. Außenluft) Wärmeenergie entzogen und mittels Kompressor auf ein höheres Temperaturniveau gebracht.

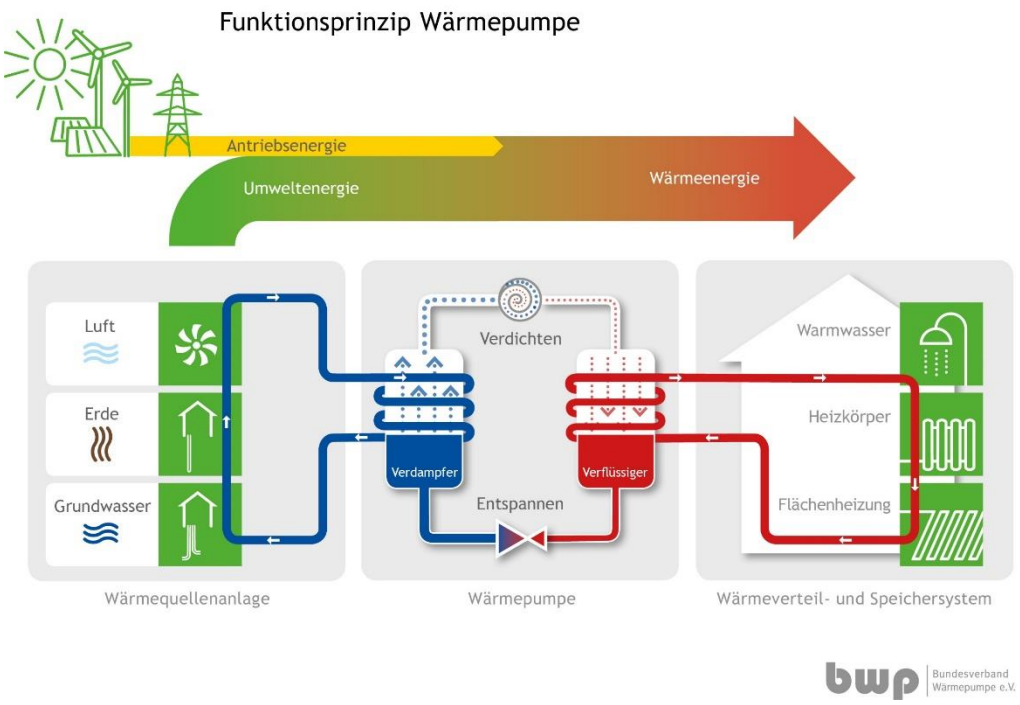

Abbildung 40: Funktionsprinzip Wärmepumpe

Bei allen städtischen Wärmepumpen wird ausschließlich die Außenluft als Wärmequelle genutzt. Diese Art der Wärmepumpen wurde unter anderem ausgewählt, weil diese einfach und preisgünstig nutzbar ist, jedoch weisen Sie eine geringere Effizienz als wassergeführte Wärmepumpen auf. Erdsondenbohrungen zur Nutzung der Erdwärme anstelle der Außenluft wurden bisher nicht durchgeführt.

Derzeit sind Wärmepumpen in den nachfolgenden städtischen Gebäuden installiert.

Standorte	**Stromaufwand 2021**	**Wärmeerzeugung 2021**	**Jahresarbeitszahl 2021**
Elly-Heuss-Knapp-Kindergarten	15.140	32.570	2,2
Halden-Kinderhaus	9.466	27.649	2,9
Kinderhaus Ezach	17.315	54.831	3,2
Pestalozzischule, Neubau/Pavillon	Noch keine Daten, Wärmemengenzähler wurde 2021 nachgerüstet.		
Wichern-Kindergarten	12.890	45.200	3,5
Kinderhaus Warmbronn	21.649	56.632	2,6
Ludwig-Wolker-Kindergarten	28.149	94.292	3,3
Ezach Kindergarten	Noch keine Daten (Einbau 03.06.2022)		

Tabelle 4: Übersicht Wärmepumpen

Wie bereits im Energiebericht 2019 beschrieben, wurden nun fehlende Wärmemengenzähler für die erzeugte Wärmemenge der Wärmepumpen nachgerüstet. Hieraus lässt

sich die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe ermitteln, welche das Verhältnis der produzierten Wärme zur aufgewandten Strommenge entspricht. Auffällig ist die relativ schlechte Effizienz der Wärmepumpe im Elly-Heuss-Knapp-Kindergarten.

9.3 Übersicht der Stromdirektheizungen

Neben den Wärmepumpen sind in städtischen Gebäuden auch direktbetriebene Elektroheizungen als Wärmeerzeuger in Betrieb. Grundsätzlich sind direkt betriebene Stromheizungen, gerade in Bezug auf den Primärenergieeinsatz sowie wirtschaftlich nicht sinnvoll. Hierbei ist immer wieder kritisch zu hinterfragen, ob eine alternative Wärmeerzeugung installiert werden kann.

Bei geringer Auslastung bzw. Nutzung der Objekte ist ein Umbau eher unwirtschaftlich. Anbei sind alle direktbetriebenen Stromheizungen der städtischen Liegenschaften dargestellt. Daher sind die Gebäude mit höheren Jahresverbräuchen wie beispielsweise die Obdachlosenunterkunft Carl-Zeiss-Straße 12 (angemietet), die Bücherei Warmbronn, der neue Friedhof in Höfingen und der Baumhauskindergarten relevant und sollen zunächst priorisiert untersucht werden.

Die Stromheizung in der Bücherei Warmbronn mit VHS und Wohnung sollte aufgrund des relativ hohen Verbrauchs von ca. 58.000 kWh im Jahr zeitnah saniert werden. Die Sanierung der Heizungsanlage sollte im Jahr 2022 durchgeführt werden, wird nun aber je nach Kapazitäten im Gebäudemanagement und den Komponenten in 2023 umgesetzt.

Alle Interimskindergärten werden aktuell auch vollelektrisch beheizt. Da jedoch kein separater Stromzähler für die Heizung vorhanden ist, sind die Interims-Kindergärten in der Tabelle nachfolgend nicht aufgeführt. Zukünftige Interimsgebäude sollen direkt mit Wärmepumpe erstellt oder angemietet werden um den Endenergieverbrauch sowie die Betriebskosten deutlich zu senken.

Standort	Wärmeverbrauch 2021 in kWh
Bücherei Warmbronn	58.000
Neuer Friedhof Höfingen	32.000
Baumhaus-Kindergarten	31.000
Christian-Wagner-Haus	23.000
Altes Rathaus Höfingen	19.000
Friedhof Warmbronn	5.000
Friedhof Eltingen	3.000

Tabelle 5: Übersicht Stromdirektheizungen

10 energetische Maßnahmenvorschläge

10.1 LED- Beleuchtung

Priorität für die Umrüstung auf LED Beleuchtung haben die Sporthallen, da diese Gebäude die längste jährliche Nutzungszeit haben. Danach folgen weitere Objekte, wie die Rathäuser, Kindergärten und Schulgebäude. Vom Gebäudemanagement ist die Umrüstung der Georgii-Halle, Sportzentrum und Sporthalle der Ostertagrealschule auf LED Beleuchtung vorgesehen, weitere Sporthallen sollen sukzessive folgen.

10.2 Maßnahmenpaket Modernisierung Umwälzpumpen

Für die kommenden Jahre ist ein Maßnahmenpaket zur Umrüstung alter ineffizienter Umwälzpumpen für die Wärmeversorgung in den Haushalt vorgesehen. Jedes Jahr sollen somit in ca. 10-20 Liegenschaften neue, stromsparende Umwälzpumpen eingebaut werden. Am Beispiel des Spitalareals wurde eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für den Umwälzpumpentausch ermittelt. Die Amortisationszeit läge hier bei ca. 5 Jahren.

10.3 Umrüstung Stromheizung

Die im Energiebericht 2019 vorgeschlagene Maßnahme zum Austausch der Stromdirektheizung in der Bücherei Warmbronn durch eine Wärmepumpe im Jahr 2022 wird aufgrund von anderen Priorisierungen der Projekte sowie denkmalschutzrechtlichen Vorgaben geschoben und zeitnah umgesetzt. Durch diese Maßnahme wird der Wärmeverbrauch des Gebäudes mehr als halbiert.

10.4 Ausbau der städtischen PV-Anlagen

Im Jahr 2021 wurde auf dem Dach des Stadtparkkinderhauses eine Photovoltaikanlage errichtet, die im Januar 2022 in Betrieb ging. Weitere PV-Anlagen auf städtischen Dächern sollen folgen. Des Weiteren wurde in Zusammenarbeit mit der Energieagentur eine Potenzialanalyse aller relevanten Gebäude durchgeführt. Die Solarpotentialanalyse sowie das Konzept zum Ausbau der städtischen PV-Anlage werden dem Gremium in 2023 vorgestellt.

10.5 Maßnahmenvorschläge aus den Sanierungsfahrplänen Baubetriebshof und Mörikeschule & Mörike-Sporthalle

Ein Sanierungsfahrplan ist ein Instrument, um die energetische Sanierung von Gebäuden Schritt für Schritt planen zu können. Hierbei kommt ein freier Energieberater zu einem Vor – Ort – Gespräch in das jeweilige Gebäude. Dabei wird sowohl eine Bestandsaufnahme des Gebäudes vorgenommen, aber auch auf die individuellen Wünsche der Nutzer eingegangen. Die folgende Analyse vermittelt den aktuellen energetischen Stand des Gebäudes und arbeitet auf Basis dessen aus, welche Baukomponenten sanierungsbedürftig sind. Hieraus werden konkrete Sanierungsvorschläge abgeleitet. Diese Vorschläge werden in Maßnahmenpakete zusammengetragen. Außerdem werden Infos über die zeitliche Reihenfolge, sowie die groben Kosten der einzelnen Maßnahmen ermittelt.

Die Sanierungsfahrpläne wurden in 2021 für den Baubetriebshof und Mörikeschule sowie Sporthalle der Mörikeschule erarbeitet. Weitere Sanierungsfahrpläne sollen für die Staigwaldhalle, Strohgäuhalle und Sporthalle Ostertagrealschule erstellt werden.

Aus den vorliegenden Sanierungsfahrplänen ergeben sich folgende Maßnahmenvorschläge:

- **Baubetriebshof**:
  - Schritt 1: Betriebsoptimierung und baulicher Wärmeschutz
    - Absenkung der Raumtemperaturen in den Hallen
    - Einbau neuer Tore (U-Wert <1,0 W/m²K)
    - Einbau neuer transluzenter Fassadenelemente
    - Umrüstung auf LED Technik

  - Schritt 2: anlagentechnische Maßnahmen
    - Kurzfristig: Umstieg auf Biogas – Verbesserung der ökologischen Performance
    - Mittelfristig – nach Ablauf der derzeit fossilen Energieträger
      - Elektrifizierung der Wärmeversorgung
      - Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe
      - Absenkung des Temperaturniveaus nach der Sanierung auf max. 60/40 °C
      - Somit keine Flächenheizungen zwingend notwendig

  - Parallel im Verwaltungsbau:
    - Schritt 1: Baulicher Wärmeschutz
      - Anbringung einer Innendämmung im UG
      - Einbau neuer 3-fach verglaster Fenster
      - Dämmung der obersten Geschossdecke
      - Wärmedämmung der Fassade und Wandflächen gegen Erdreich
    - Umrüstung auf LED-Beleuchtung

    - Schritt 2: Anlagentechnische Maßnahmen
      - Einbau einer mechanischen Lüftung mit Wärmerückgewinnung (WRG)
      - Kurzfristig: Umstieg auf Biogas – Verbesserung der ökologischen Performance
      - Mittelfristig – nach Ablauf der derzeit fossilen Energieträger
        - Elektrifizierung der Wärmeversorgung
        - Aufbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe
        - Absenkung des Temperaturniveaus nach der Sanierung auf 60/40 °C

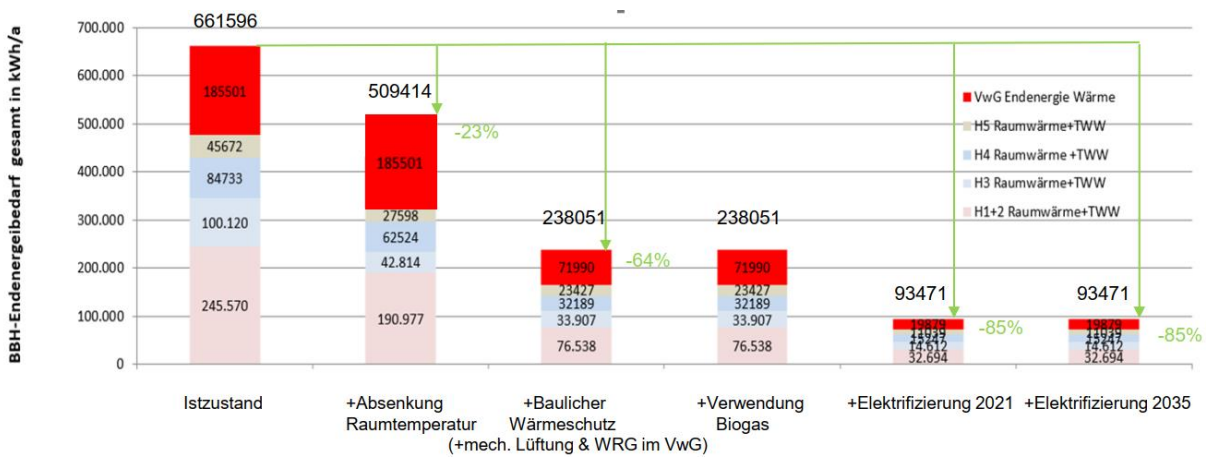

Abbildung 41: Sanierungsfahrplan BBH, Entwicklung Endenergie

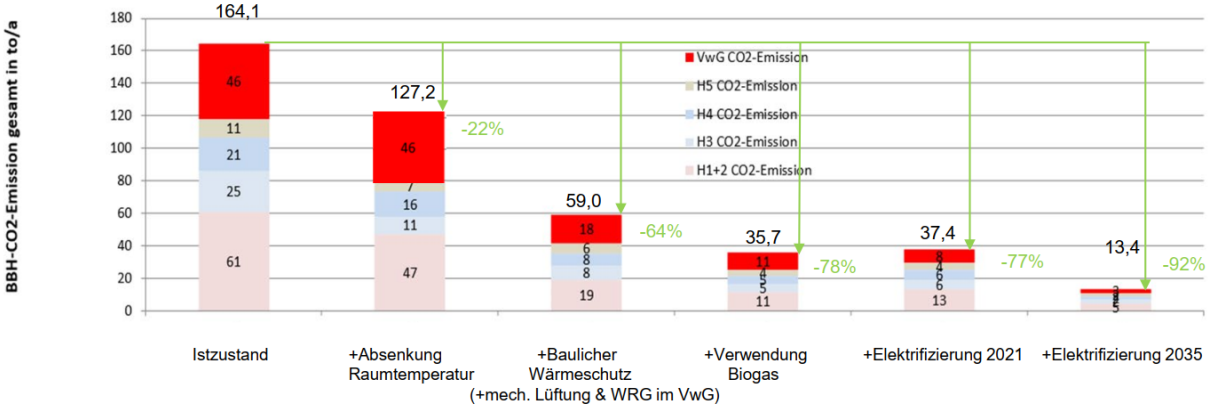

Abbildung 42: Sanierungsfahrplan BBH, Entwicklung CO2-Emissionen

- **Mörikeschule & Sporthalle**
  - Schritt 1: baulicher Wärmeschutz
    - Innendämmung im UG-Bereich
    - Einbau 3-fach verglaster Fenster
    - Dämmung oberste Geschossdecke
    - Fassadendämmung und Wandflächen gegen Erdreich
  - Umrüstung auf LED-Beleuchtung
  - Einbau Lüftung mit WRG – ggf. als dezentrale Lösung
  - Schritt 2: Anlagentechnik
    - Kurzfristig: Umstieg auf Biogas
    - Mittelfristig: Einbau einer Wärmepumpe + Senkung des Temperaturniveaus

Ziel sollte sein, diese Maßnahmenvorschläge, zeitnah umzusetzen und somit den energetischen Standard der Gebäude zu optimieren und langfristig Energie einzusparen.

10.6 Maßnahmenvorschläge aus den Begehungen der Energieagentur

Im Rahmen des gemeinsamen Projektes wurden diverse Begehungen in Liegenschaften der Stadt Leonberg von der Energieagentur Böblingen durchgeführt. Hierbei haben sich Maßnahmenvorschläge ergeben, die sukzessive umgesetzt werden.

- Schulzentrum
- Gäublickhalle und Grundschule Gebersheim
- Grundschule Höfingen
- Strohgäuhalle Höfingen
- Marie-Curie-Schule und Halle

11 Stromverbrauchsoptimierung Mensa Triangel durch neue Trafostation

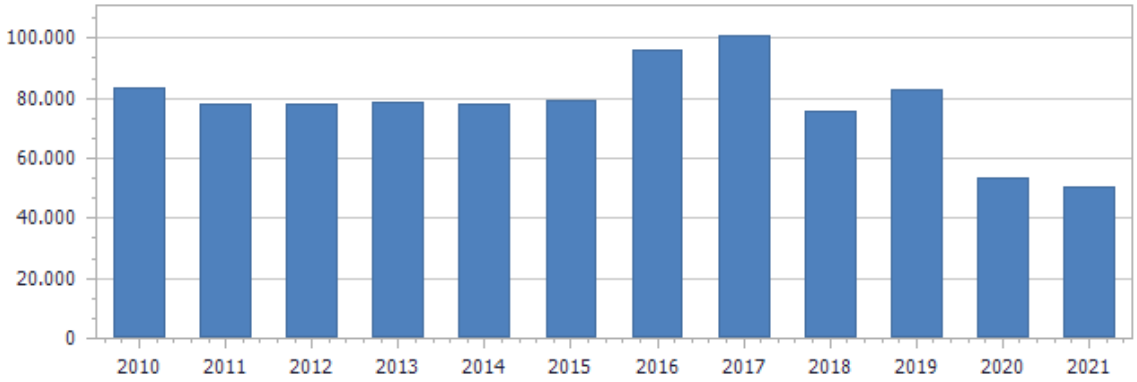

Abbildung 43: Stromverbrauch Mensa Triangel 2010-2021

Mit Inbetriebnahme der neuen Trafostation in der Gerhart-Hauptmann-Realschule wurde die bestehende Trafostation der Mensa Triangel, die erheblich überdimensioniert war, abgebaut. Durch die nun wegfallenden Trafoverluste der Trafostation werden seit dem Jahr 2020 etwa 30.000 kWh Strom pro Jahr eingespart.

12 Photovoltaikanlagen

Auf 17 städtischen Dächern sind Photovoltaik-Anlagen (PV-Anlagen) installiert.
Die erste Pilotanlage mit einer Spitzenleistung von 1 kWp wurde bereits 1998 auf dem Dach der Schule Gebersheim von der Stadt Leonberg installiert.
Bisher wurden 14 Dächer an Bürgeranlagen vergeben. Alle sind Leonberger Gesellschaften. Die Zeichner sind überwiegend Leonberger Bürger. Neben der ersten städtischen PV-Anlage auf der Schule in Gebersheim wurden bisher zwei weitere stadteigene PV-Anlagen in Betrieb genommen. Mit dem Neubau des Rathauses wurde eine etwa 28 kWp Anlage errichtet. Im Januar 2022 wurde die Installation der PV-Anlage auf dem Kinderhaus Stadtpark mit einer maximalen Modulleistung von 39,75 Kilowatt abgeschlossen. Auswertungen der Anlage werden im kommenden Energiebericht für 2022 dargestellt. Für die im Jahr 2022 geplante PV-Anlage auf der Spitalschule wurden die statisch nutzbaren Dachflächen erst im Herbst 2022 freigegeben. Somit verschiebt sich dies Projekt in das Jahr 2023. Die Ausschreibung der Anlage kann jedoch erst nach Freigabe des Haushalts 2023 erfolgen.

Für 2023 sind daher in Summe 4 PV-Anlagen vorgesehen, die auf städtischen Dachflächen errichtet werden:

- Spitalschule (mit Sporthalle, Theater und Hort)
- Fröbel-Kindergarten (mit Dachsanierung)
- Wohngebäude Asternstraße 10 (mit energetischer Sanierung)
- Wohngebäude Bismarckstraße 3/1 (mit energetischer Sanierung)

Die Jahresstromproduktion aller PV-Anlagen liegt in einer Größenordnung von ca. 600.000 kWh. Das entspricht dem Stromverbrauch von rd. 240 Zweipersonenhaushalten (2.500 kWh/Haushalt).

Mit den jeweiligen Gesellschaften bürgerlichen Rechts (GbR) wurden Dachnutzungsverträge über einen Zeitraum von 20 bzw. 25 Jahren abgeschlossen mit Verlängerungsoption. Bis zum Jahr 2009 wurden die Dächer ohne Gebühr vermietet.
Im Juni 2010 hat der Planungsausschuss beschlossen, bei neuen Dächern, die mit PV belegt werden, eine jährliche Dachnutzungsgebühr in Höhe von 15 € je kW installierter Spitzenleistung (kWp) zu erheben (DS 2010 Nr. P 29 ö).
Diese Gebühr wird bei den Anlagen ab dem Inbetriebnahmejahr 2010 erhoben.

Grundsätzlich stellt sich die Frage, ob die Stadt Leonberg PV-Anlagen von den Betreibern wie LeoSolar oder JKGSolar abkauft oder zumindest Verträge für die Strombezüge abschließt. Da die EEG-Vergütung für ältere Anlagen wie beispielsweise am Jugendcafé in Leonberg oder am Baubetriebshof bald endet, wäre die o.g. Option sowohl für die Stadt Leonberg als auch für die jeweiligen Betreiber wirtschaftlich.

Mit Auslaufen der EEG-Vergütung wird die Stadt Leonberg die PV-Anlage am Jugendhaus in Leonberg ab 2023 für den symbolischen Betrag in Höhe von 1 € übernehmen. Die Anlage war bisher für die Volleinspeisung installiert und wird ab 2023 für die Überschusseinspeisung umgebaut. Ein Teil (ca. 30%) der produzierten Strommenge wird im Jugendhaus selbst verbraucht.

Photovoltaikanlagen auf städtischen Dächern				Stand 10.11.2022
Standort	**Betreiber**	**Inbetriebnahme**	**Bemerkung**	**Luftaufnahme**
Schule Gebersheim	Stadt Leonberg	Mai 98		
Jugendcafe Siesta	LeoSolar1 GbR	Aug 02	Ab 2023 im Eigentum der Stadt Leonberg	
Baubetriebshof 1	LeoSolar2 GbR	Dez 03		
Stadtbücherei	JKG Solar1 GbR	Apr 08		
Baubetriebshof 2	LeoSolar3 GbR	Sep 08		
Ostertag-Realschule	LeoSolar4 GbR	Sep 09		
Johannes-Kepler-Gymnasium	JKG-Solar2 GbR	Dez 10		
August-Lämmle-Schule-Hauptgeb.	Leosolar 5 GbR	Dez 10		
Gäublickhalle	Leosolar 5 GbR	Dez 10		
August-Lämmle-Schule-Langbau	LeoSolar6 GbR	Sep 15		
Kita Regenbogen, Höfingen	LeoSolar6 GbR	Okt 15		
Halden-Kita	LeoSolar6 GbR	Okt 15		
Kita Warmbronn	LeoSolar6 GbR	Okt 15		
Kita und Schule Gebersheim	LeoSolar6 GbR	Jan 16		
Riedstr. 9-11	LeoSolar6 GbR	Mrz 17		
Rathaus Leonberg, Belforter Platz 1	Stadt Leonberg	Jul 17		
Kinderhaus Stadtpark	Stadt Leonberg	Jan 22		
Spitalschule	Stadt Leonberg	geplant 2023	statische Freigabe der Dachfläche am 26.10.2022	
Asternstraße 10	Stadt Leonberg	geplant 2023	im HH-Planentwurf 2023 mit energ. Sanierung	
Bismarckstraße 3/1	Stadt Leonberg	geplant 2023	im HH-Planentwurf 2023 mit energ. Sanierung	
Fröbel-Kindergarten	Stadt Leonberg	geplant 2023	im HH-Planentwurf 2023 mit Dachsanierung	

Tabelle 6: Übersicht, PV-Anlagen auf städtischen Gebäuden

Im Jahr 2021 fanden zudem in Zusammenarbeit mit der Energieagentur Böblingen Untersuchungen zu allen relevanten städtischen Gebäuden statt. Hierbei sollte das Potenzial aller Gebäude bzgl. der Photovoltaiktechnik aufgezeigt werden. Diese vorgeschlagenen Anlagen sollten, wenn möglich sukzessive umgesetzt werden.

13 intelligente Thermostatköpfe

Mit der Energiesparmaßnahme „Installation intelligenter Thermostatköpfe“ soll zum einen der Wärmeverbrauch, als auch die CO_2 – Emissionen der städtischen Gebäude signifikant und langfristig gesenkt werden. Als positiver Nebeneffekt wird der städtische Haushalt entlastet, da die Maßnahme sehr geringe Amortisationszeiten, je nach Gebäude, von ca. 1 - 8 Jahren aufweist.

Wo können die Heizkörperthermostate eingesetzt werden?

Die Heizkörperthermostate können in allen Gebäuden eingesetzt werden, die vorrangig mit konventionellen Heizkörpern beheizt werden. Das Energiemanagement schlägt vor, die neuen Thermostatköpfe in allen geeigneten Gebäuden, wie beispielsweise in Schulgebäuden einzubauen.

Mittel für die Ausstattung aller Schulen mit neuen digitalen Thermostatköpfen sind im Haushaltsplanentwurf 2023 vorgesehen.

Ist-Zustand der Schulen:

- Innerhalb des Schulbetriebs stehen Räume tagsüber oft leer, werden allerdings weiterhin beheizt
- Nachtabsenkungen sind zwar vorhanden, jedoch ohne Digitalisierung nicht optimal an die Nutzungszeiten anpassbar.
- die momentan eingestellte Nachtabsenkung kann nur einen geringen Effekt auf die Energieeinsparung erzielen.

Potential und Funktionen der intelligenten Heizkörperthermostate:

- Es kann erkannt werden, wie lange der Raum benötigt, um sich aufzuheizen. Dadurch werden die Räume rechtzeitig vor einer Nutzung vorgeheizt und bei Nicht-Nutzung abgesenkt.
- Abends / nachts wird sichergestellt, dass die Temperaturen signifikant gesenkt werden. Dabei wird die eingestellte Absenktemperatur nicht unterschritten und rechtzeitig wieder vorgeheizt, so dass die gewünschte Raumtemperatur gewährleistet wird.
- Die Begrenzung der Maximaltemperatur und die Fenster-auf-Erkennung sparen zusätzlich Energie ein.
- An den Ferien- und Feiertagen lassen sich die Schulen dank eines Fernzugriffs einfach und effektiv absenken.
- Über den Fernzugriff kann ein Heizungsausfall bzw. eine Störung der Heizungsversorgung frühzeitig erkannt werden.

→ Realistische Einsparungen von ca. 20-25 % Wärmeenergie, CO2-Emissionen und Heizkosten.

Übersicht der Schulen in Leonberg:

- Albert-Schweitzer-Gymnasium
- Marie-Curie-Schule
- Gerhart-Hauptmann-Realschule
- Grundschule Gebersheim
- Grundschule Höfingen
- Grundschule Warmbronn
- Johannes-Kepler-Gymnasium
- Mörikeschule
- Ostertag-Realschule
- Pestalozzischule
- Schellingschule
- Sophie-Scholl-Schule
- Spitalschule

Gesamtenergieeinsparung

Bei der Ausstattung aller städtischen Schulen in Leonberg sowie den Teilorten mit intelligenten Heizkörperthermostaten werden im Mittel etwa 25% Heizwärme eingespart. In der Sophie-Scholl-Schule und der Marie-Curie-Schule kann das System aus technischen Gründen nicht zum Einsatz kommen. In den übrigen Schulen beträgt die Einsparung insgesamt etwa 850.000 kWh Wärme und ca. 210 Tonnen CO_2-Emissionen jährlich.

Auf eine Laufzeit von 10 Jahren hochgerechnet, entspricht dies einer **Einsparung von ca. 8.500.000 kWh Wärme und etwa 2.100 Tonnen CO_2.**

Bisher ausgestattete Gebäude

Intelligente Thermostatköpfe sind bereits seit Sommer 2021 am Baubetriebshof in den Hallen 1, 2, 4 und 5 sowie seit Januar 2022 in der Pestalozzischule installiert. Da es am Baubetriebshof keine Wärmemengenzähler für die einzelnen Bereiche gibt, lässt sich aktuell leider keine konkrete Aussage zur Energieeinsparung treffen. In der Pestalozzischule konnte in der Zeit von Januar bis Mai 2022 bereits eine Einsparung von ca. 24 % erzielt werden. Aufgrund der Rückmeldungen der Nutzer der Pestalozzischule, wurden jedoch bereits Anpassungen der Temperaturabsenkungen und Aufheizzeiten vorgenommen. Wodurch die realistische Einsparung zukünftig etwas geringer ausfallen wird.

Neben den Schulen würden sich insbesondere auch die Verwaltungsgebäude für eine Umrüstung der Thermostatköpfe anbieten.

Nach der Umsetzung des Projektes an den Schulen wird der weitere Einsatz der intelligenten Heizkörperthermostate bei städtischen Gebäuden weiter geprüft und sukzessive umgesetzt.

14 Zusammenarbeit mit Energieagentur Böblingen

Seit April 2020 unterstützt die Energieagentur Böblingen die Stadt Leonberg im energetischen Bereich.

Das Projekt KEM (Kommunales Energiemanagement) mit der Energieagentur ist ein dreijähriges, zu 50% gefördertes Projekt über das Programm Klimaschutz Plus des Landes. Dieses Projekt wird auch in zwei weiteren Kommunen des Landkreises Böblingen durchgeführt.

Die Energieagentur unterstützt die Kommune hierbei in Form von Begehungen und der damit verbundenen Ausarbeitung von geringinvestiven Maßnahmen aber auch der Unterstützung im Energiecontrolling sowie in der Erstellung des Energieberichtes.

Im Jahr 2021 fanden einige Begehungen statt. Im Fokus lagen hierbei die Schulgebäude inkl. anliegender Sporthallen. Die hierbei entstandenen Maßnahmenvorschläge und Ideen sind auch unter Kapitel 10 zusammengefasst.

Sinnvolle Sanierungsmaßnahmen für unsere Stadt sollen so auch in den nächsten Jahren generiert, umgesetzt und bereits im nächsten Energiebericht vorgestellt werden.

Darüber hinaus ist ein weiterer großer Mehrwert aller Projektbeteiligter, vor allem auch der interkommunale Austausch. Dies erfolgt in Form von Netzwerktreffen aber auch von Hausmeisterschulungen.

Das Projekt läuft noch bis ins Frühjahr 2023. Eine Verlängerung darüber hinaus sollte angestrebt werden.

15 Teilnahme am European Energy Award

Der European Energy Award ist ein Qualitäts- und Zertifizierungsmanagement für Kommunen. Dieses Programm soll die Kommune auf dem Weg zur Energieeffizienz und Klimaneutralität unterstützen und den Ausbau der Erneuerbaren Energie vorantreiben.

Das Programm ist vom Umweltministerium in Baden – Württemberg gefördert.

Hierbei wird in Form von 6 Handlungsfeldern in einem ersten Schritt die Bewertung des aktuellen Standes in der Kommune ausgearbeitet (Ist-Analyse):

- Entwicklungsplanung, Raumordnung
- Kommunale Gebäude und Anlagen
- Versorgung, Entsorgung
- Mobilität
- Interne Organisation
- Kommunikation, Kooperation

Im zweiten Schritt soll diese Bewertung in Form von Maßnahmen optimiert werden. Diese Handlungsempfehlungen fließen im sogenannten Energiepolitischen Arbeitsprogramm (EPAP) zusammen.

Anschließend wird die Zertifizierung angestrebt und durchgeführt. Werden mindestens 50% der Punkte erreicht, erfolgt die Zertifizierung zur EEA-Kommune. Über 70% erfolgt sogar eine Auszeichnung zur Gold-Kommune.

In den darauffolgenden Jahren wird dieser Prozess wiederholt und eine Re-Zertifizierung angestrebt.

In Leonberg wurde bereits der Förderantrag für das Programm gestellt, sowie die Energieagentur Böblingen beauftragt. Die Durchführung erfolgt durch ein vorab in der Stadt gegründetes Energieteam. Auch hier besteht eine Zusammenarbeit mit der Energieagentur Böblingen, die als Berater fungiert sowie die Stadt beim Zertifizierungsprozess unterstützt.

Die Stadt Leonberg nimmt seit Ende 2022 am eea teil.

16 technische Entwicklung im Energiemanagement

16.1 bessere Fernüberwachung von technischen Anlagen

Zur besseren Fernüberwachung und Optimierung der Verbräuche sollten möglichst alle Betriebs- und Störmeldungen der technischen Anlagen wie Heizungs- und Lüftungsanlagen zentral aufgeschaltet werden. Dadurch können zum einen frühzeitig Störungen und Defekte an den Anlagen erkannt werden, zum anderen können so frühzeitig Anomalien, wie der Betrieb der Lüftungsanlagen während der Ferien oder der Heizbetrieb bei sommerlichen Außentemperaturen erkannt werden.

Hierbei ist das erste Ziel alle vorhandenen und zukünftigen Gebäudeleittechniken an das Netzwerk der Stadt Leonberg anzuschließen.

Des Weiteren zeigt unter anderem die Stromverbrauchsoptimierung an der Spitalschule, wie wichtig eine regelmäßige Wartung und Instandhaltung aller Gebäudeleittechniken sowie der gebäudetechnischen Anlagen im Allgemeinen ist.

16.2 Fernablesung von Zählerständen

Wie bereits im Kapitel 4 Grundlagen beschrieben und in den einzelnen Kapiteln des Energieberichts ersichtlich wird, ist eine Veränderung der Zählerstandserfassung für ein gutes und effizientes Energiecontrolling notwendig.

In den kommenden Jahren sollen daher sukzessive alle Verbrauchszähler erneuert oder mit Funkschnittstellen nachgerüstet werden.

Die Vorteile der automatischen Zählerstandserfassung sind:

- Erfassung der Zählerstände in beliebig kleinem Intervall möglich
- Aufdeckung von hohen Grundlastverbräuchen oder anderen Anomalien
- Benachrichtigungsfunktion bei Überschreitung eines Grenzwertes
- Wasserleckagen frühzeitig erkennen und Folgeschäden vermeiden
- Wegfall der Erfassung durch die Hausmeister und der Kontrolle der Zählerwerte durch den Mitarbeiter des Energiemanagements
- Geringe Fehleranfälligkeit

Hierbei sind für die Strom- und Gaszähler Abstimmungen mit dem Netzbetreiber nötig. Seit Juni 2020 ist in der Sophie-Scholl-Schule der erste intelligente Stromzähler in Leonberg verbaut. Momentan sind leider nur die kleineren Abnahmestellen mit direkt messenden Stromzählern von Netze BW umrüstbar. Die größeren Verbraucher mit Wandlerzählern sind aus technischen Gründen momentan noch nicht umrüstbar. Neben der Sophie-Scholl-Schule sind bisher an folgenden Standorten intelligente Stromzähler verbaut:

- Friedhof Leonberg
- St. Michael Kindergarten
- Stadtmuseum
- Mörikeschule Altbau
- Bürgerzentrum

16.3 LoRaWAN Funknetz und Raumklimakontrolle

Was ist LoRaWAN?

Long Range Wide Area Network – kurz LoRaWAN – ist eine Funktechnologie, die in der Lage ist, Daten über eine große Entfernung und auch von abgelegenen und schwer zugänglichen Orten energieeffizient, kostengünstig und sicher zu übertragen. Die Batterien der Sensoren sind aufgrund des geringen Energieverbrauchs extrem langlebig und halten viele Jahre.

LoRaWAN nutzt in Europa das sog. ISM-Frequenzband um 868 MHz, für das keine Lizenzgebühren und Mobilfunkkosten anfallen.

LoRaWAN ist maßgeblich an der Entwicklung sogenannter „Smart Cities“ beteiligt. Beispielsweise bauen vor allem Städte und Kommunen eine nachhaltige und prozessoptimierte Infrastruktur für Gebäudesicherheit, Monitoring der Luftqualität oder der Steuerung von Straßenbeleuchtungen auf.

Das Energiemanagement der Stadt Leonberg hat zusammen mit den Stadtwerken Sindelfingen im Sommer 2019 ein Pilotprojekt mit einem Gateway am neuen Rathaus Leonberg gestartet.

Die Stadtwerke Sindelfingen verbauen beispielweise seit 2019 Wärmemengenzähler mit LoRa Funk, über diese Funkschnittstelle können die Zählerstände direkt in das Energiemanagementsystem übertragen werden. Eine personalaufwändige Ablesung entfällt. Darüber hinaus kann festgestellt werden, ob in der Nacht, am Wochenende oder während den Ferien ein ungewöhnlich hoher Verbrauch vorhanden ist.

Weitere Abstimmungen laufen seit 2019 mit dem Wasserwerk bzw. den Stadtwerken Leonberg. Ziel soll sein, dass zukünftig alle Wasserzähler die an städtischen Gebäuden eingebaut werden über eine sogenannte LoRa-Funkschnittstelle verfügen.

Seit Sommer 2021 wurden sukzessive einzelne Räumen der städtischen Nichtwohngebäude wie Schulen, Kitas und Sporthallen mit Raumfühler mit LoRa-Funk ausgestattet.

Mithilfe der Raumklimakontrolle konnte beispielsweise schneller erkannt werden, dass die Raumtemperatur im Dezember 2021 in der Sporthalle der Ostertagrealschule aufgrund einer defekten Heizungsregelung auf über 25 °C angestiegen ist.

Darüber hinaus helfen die funkvernetzten Raumfühler dabei defekte Heizungen zu erkennen und Überheizungen zu vermeiden. Insbesondere helfen die Fühler dabei, die Nacht- Wochenend- und Ferienabsenkungen der Räume zu optimieren.

Abbildung 44: Dashboard, Raumklimakontrolle, LoRa-Funk

16.4 Dienstanweisung, Energieeinsparung im Betrieb

Die Dienstanweisung DA-1210 ist seit dem 21.09.2007 in Kraft und richtet sich an Hausmeister bzw. die mit dem Betrieb der technischen Anlagen zuständigen Mitarbeiter sowie Nutzer der städt. Gebäude. Aufgrund der bereits damals steigender Energie- und Wasserpreise aber auch wegen der erheblichen Umweltbelastung durch Energieverbrauch ist eine Verbrauchsreduzierung anzustreben.

Diese Dienstanweisung dient unter anderem als Grundlage für die maximalen Raumtemperaturen, die in den einzelnen Gebäuden/Räumen während der Nutzung einzuhalten sind. Hierbei gilt beispielsweise als Raumtemperatur für die Sporthallen während dem Schulsport 17 °C und während der Nutzung durch Vereine 15 °C.

Aufgrund veralteter oder defekter Regelungstechnik lassen sich diese Vorgaben in der Praxis jedoch oft nicht umsetzen. Die Nachrüstung der „intelligenten“ Thermostatköpfe in Schulen würden dabei helfen die Raumtemperaturvorgaben einzuhalten.

17 Fazit

Der vorliegende Energiebericht 2021 zeigt, wie wichtig energetische Sanierungen sowie eine regelmäßige Verbrauchskontrolle sind.

Ein Großteil der Energiedaten wie Verbräuche und Kosten, insbesondere für die Nichtwohngebäude wurden in den letzten Jahren erfasst und sind bereits über die, seit 2016 eingeführte Energiemanagementsoftware, auswertbar. Die jährlichen Gesamtkosten für den Energie- und Wasserverbrauch der vom Gebäudemanagement betreuten, städtischen Nichtwohngebäude betragen im Jahr 2021 über 1,4 Mio. Euro.

Die Wärmeverbräuche einiger städtischen Gebäude sind bereits auf einem guten Niveau. Insbesondere die Verbräuche der Schulen zeigen, dass die energetischen Sanierungen in den letzten Jahren erhebliche Verbrauchssenkungen bewirkt haben.

Im Wärmeverbrauchsvergleich der Sporthallen sind die Strohgäuhalle und die Staigwaldhalle, mit Verbräuchen um ca. 250 kWh/m², sehr hoch. Im Sanierungskonzept der kommenden Jahre sind diese beiden Gebäude erfasst.

Die hohen Stromverbrauchskennwerte der meisten Gebäude zeigen, dass hierauf in Zukunft ein stärkerer Fokus gelegt werden sollte. Stromsparmaßnahmen, wie beispielsweise der Einbau von LED-Beleuchtung, die Erneuerung ineffizienter Lüftungsanlagen der Sporthallen sowie die Erneuerung ineffizienter Umwälzpumpen würden einen großen Beitrag dazu leisten.

Durch die Optimierung der Zählerstandserfassung mit automatischen Fernablesungen soll das Energiecontrolling zukünftig verbessert werden und ineffiziente Betriebsweisen der Anlagentechnik wie die Heizung und die Lüftung schneller erkannt und beseitigt werden. Das Raumklimamonitoring hilft bereits jetzt, bei einem Großteil der Gebäude die Nacht-, Wochenend- und Ferienabsenkungen zu optimieren.

So können durch nicht- und geringinvestive Maßnahmen nennenswerte Einsparungen erzielt werden.

Durch die Ausstattung der Schulgebäude mit neuen Thermostatköpfen soll der Wärmeverbrauch aller Nichtwohngebäude pro Jahr um ca. 10 % sinken.

Anhand der in diesem Energiebericht vorgelegten Ergebnisse soll weiterhin die Priorisierung der energetischen Sanierungen der städtischen Gebäude vorgenommen werden.

18 Abbildungen

Abbildung 1: Verteilung der Gesamtkosten 2021 ..... *10*

Abbildung 2: Wärmeverbrauchsanteile der Gebäudetypen 2021 ..... *11*

Abbildung 3: Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021 ..... *12*

Abbildung 4: Wärmeverbrauchsentwicklung, Kennwerte 2010-2021 ..... *13*

Abbildung 5: Stromverbrauchsanteile der Gebäudetypen 2021 ..... *14*

Abbildung 6: Entwicklung Stromverbrauch 2010-2021 ..... *15*

Abbildung 7: Stromverbrauchsentwicklung, Kennwerte 2010-2021 ..... *16*

Abbildung 8: Wasserverbrauchsanteile der Gebäudetypen 2021 ..... *17*

Abbildung 9: Entwicklung Wasserverbrauch 2010-2021 ..... *17*

Abbildung 10: Wasserverbrauchsentwicklung, Kennwerte 2010-2021 ..... *18*

Abbildung 11: Entwicklung Wärmeverbrauch Schulen, 2010-2021 ..... *21*

Abbildung 12: Wärmeverbrauch Schulen 2021 ..... *21*

Abbildung 13: Wärmeverbrauch Schulen vgl. 2019-2021 ..... *22*

Abbildung 14: Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021, Albert-Schweitzer-Gymnasium *23*

Abbildung 15: Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021, Gerhart-Hauptmann-Realschule *23*

Abbildung 16: Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021, Schellingschule *24*

Abbildung 17: Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021, Grundschule Gebersheim *24*

Abbildung 18: Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021, Grundschule Höfingen *24*

Abbildung 19: Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021, Grundschule Warmbronn *25*

Abbildung 20: Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021, Johannes-Kepler-Gymnasium *25*

Abbildung 21: Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021, Marie-Curie-Schule *25*

Abbildung 22: Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021, Mörikeschule *25*

Abbildung 23: Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021, Mörikeschule Mensa *26*

Abbildung 24: Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021, Ostertagrealschule *26*

Abbildung 25: Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021, Pestalozzischule *26*

Abbildung 26: Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021, Sophie-Scholl-Schule *27*

Abbildung 27: Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021, Spitalschule 27

Abbildung 28: Entwicklung Wärmeverbrauch 2010-2021, Mensa Triangel 27

Abbildung 29. Heizkennzahlen Sporthallen 2021 28

Abbildung 30: Heizkennzahlen Sporthallen 2019-2021 29

Abbildung 31: Heizkennzahlen, Kindergärten 2021 29

Abbildung 32: Heizkennzahlen, Kindergärten 2019-2021 30

Abbildung 33: Energieportfolio, Wärmeverbrauch, Nichtwohngebäude 31

Abbildung 34: Stromkennzahlen, Schulen 2021 32

Abbildung 35: Stromkennzahlen, Sporthallen 2021 33

Abbildung 36: Stromkennzahlen, Kindergärten, 2021 33

Abbildung 37: Stadthalle Energieverbräuche 2016-2021 35

Abbildung 38: Verbrauchsentwicklung Strom Straßenbeleuchtung 36

Abbildung 39: Verbrauchsentwicklung Ampelanlagen, 2011-2021 37

Abbildung 40: Funktionsprinzip Wärmepumpe 39

Abbildung 41: Sanierungsfahrplan BBH, Entwicklung Endenergie 43

Abbildung 42: Sanierungsfahrplan BBH, Entwicklung CO2-Emissionen 43

Abbildung 43: Stromverbrauch Mensa Triangel 2010-2021 44

Abbildung 44: Dashboard, Raumklimakontrolle, LoRa-Funk 52

19 Tabellen

Tabelle 1: CO_2-Faktoren der Energieträger; Quelle: BAFA 8

Tabelle 2: ages Kennzahlen für Energie- und Wasserverbräuche 20

Tabelle 3: Übersicht städtische BHKWs 38

Tabelle 4: Übersicht Wärmepumpen 39

Tabelle 5: Übersicht Stromdirektheizungen 40

Tabelle 6: Übersicht, PV-Anlagen auf städtischen Gebäuden 46