

Energiebericht

Kommunale Liegenschaften

Berichtsjahr **2024**



Auftraggeber:
Landkreis Heilbronn

Verfasser:
Arne Peitsch
Institut für Sozial- und Umweltforschung GmbH (isuf)

Oktober 2025

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| 1. Einführung..... | 4 |
| 2. Zusammenfassende Bewertung | 8 |
| 2.1 Verbräuche..... | 9 |
| 2.2 Entwicklung der Verbräuche zu Flächen | 12 |
| 2.3 Endenergieverbrauch nach Energieverwendung | 13 |
| 2.4 Kosten | 20 |
| 2.5 Emissionen..... | 22 |
| 2.6 Verbrauchskennwerte | 23 |
| 3.1 Übersicht der Wärmeerzeuger..... | 26 |
| 3.2 Übersicht der Stromerzeugungsanlagen | 29 |
| 3.3 Maßnahmenempfehlungen | 32 |
| 4. Darstellung der ausgewählten Objekte | 35 |
| 4.1 01 Landratsamt | 35 |
| 4.2 02 SM Bonfeld..... | 38 |
| 4.3 03 Kreisberufsschulzentrum..... | 41 |
| 4.4 04 Kaywaldschule | 44 |
| 4.5 05 Christian-Schmidt-Schule, Goethestraße | 47 |
| 4.6 06 Christian-Schmidt-Schule, Odenwaldstraße..... | 50 |
| 4.7 07 Astrid-Lindgren-Schule..... | 53 |
| 4.8 08 Fachschule für Landwirtschaft..... | 56 |
| 4.9 09 Hermann-Herzog-Schule..... | 59 |
| 4.10 10 Peter-Bruckmann-Schule | 62 |
| 5. Anhang: | 65 |
| 5.1 Allgemeines..... | 65 |

| | | |
|-----|---|----|
| 5.2 | Grundlagen und Definitionen..... | 66 |
| 5.2 | Übersicht Heizungstausch nach GEG | 75 |
| 5.3 | Wärmekennwerte nach GEG (KEA-Studie)..... | 76 |
| 5.4 | Stromkennwerte nach GEG (KEA-Studie)..... | 80 |

1. Einführung

Rahmenbedingungen:

Klimaschutz ist eine globale Herausforderung. Seit Beginn der Industrialisierung ist die Konzentration von Kohlendioxid (CO₂) innerhalb der Erdatmosphäre konstant angestiegen. CO₂ gehört zu den Treibhausgasen, die für den sogenannten Klimawandel verantwortlich sind. Um dem damit verbundenen Anstieg der durchschnittlichen Erdtemperatur entgegenzuwirken, müssen Maßnahmen zur Reduktion des CO₂-Ausstoßes ergriffen werden.

Deshalb haben sich auf der Weltklimakonferenz 2015 in Paris 197 Staaten (auch die Bundesrepublik Deutschland) dazu verpflichtet, die Erderwärmung auf deutlich unter 2 °C und möglichst auf 1,5 °C zu begrenzen. Des Weiteren soll bis 2050 **weltweit eine Treibhausgasneutralität** erreicht werden.

Deutschland hat sich gemeinsam mit anderen europäischen Partnern geeinigt, den Ausstoß von Treibhausgasen in Europa bis 2030, um mindestens 65 Prozent gegenüber dem Ausstoß des Referenzjahres 1990 zu verringern. In diesem Zusammenhang wurden verbindliche europäische Ziele vereinbart, die bis zum Jahre 2030 erreicht werden müssen.

Auf dem Weg zu diesem Ziel wurde unter anderem das Klimaschutzprogramm 2030 verabschiedet. Primäres Ziel ist die Reduktion von Treibhausgasen um 65 % verglichen mit dem Jahr 1990. Das im Dezember 2019 verabschiedete **Klimaschutzgesetz (KSG)** legt verbindliche Treibhausgasminderungsziele für die Jahre 2020 bis 2030 in den verschiedenen Sektoren fest. Außerdem wurde im Oktober 2020 das Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg verabschiedet. **Darin sind Maßnahmen wie eine verbindliche Wärmebedarfsplanung und die Verpflichtung eines kommunalen Energiemonitorings vorgeschrieben. Des Weiteren müssen ab 2021 zum 30.6. eines jeden Jahres die Energieverbräuche der Liegenschaften in eine Datenbank des Landes eingepflegt werden.**

Auf dem Weg zur **Klimaneutralität** müssen die fossilen Energieträger zunehmend durch erneuerbare Energieträger substituiert werden. Nach KSG sollen neue Ölheizungen ab 2026 nur noch unter bestimmten Bedingungen betrieben werden und Gasheizungen 2050 Geschichte sein. Auch für den **Landkreis Heilbronn** wird das eine Herausforderung für die nächsten Jahre werden. **Es müssen Konzepte für den Umstieg auf klimaneutrale Versorgung erstellt werden und in die Planung von Neubauten und bei Sanierungsvorhaben einfließen.**

Seit dem 01.01.2023 ist das GEG (Gebäudeenergiegesetz) in Kraft getreten. Dieses Gesetz fordert beim Einbau einer neuen Heizungsanlage mindestens 65 % erneuerbare Energien zu nutzen.

Der vorliegende **Energiebericht 2024** ist ein Ergebnis der im Jahr 2001 begonnenen Zusammenarbeit des **Landkreises Heilbronn** und der isuf GmbH (Institut für Sozial- und Umweltforschung GmbH) beim Aufbau des Kommunalen Energiemanagements für den Landkreis Heilbronn. In den Bericht sind die Erfahrungen der Bestandsaufnahme und der seit 2001 stattfindenden Gebäudebegehungen eingeflossen.

Ziele im Rahmen des kommunalen Energiemanagements

- Die **Nutzungsoptimierung** der vorhandenen technischen Einrichtungen und dadurch Energie-, Emissions- und Kostenersparnis;
- Das rechtzeitige Erkennen und Umsetzen von **Wartungs- und Instandsetzungserfordernissen**;
- Das Erkennen und Vorbereiten notwendiger **Sanierungsmaßnahmen** einschließlich **Entwicklung von Prioritäten**;
- Die **Transparenz** nach außen und innen durch kontinuierliche Energiedatenverwaltung, -auswertung und Berichterstellung.

Schwerpunkte der Arbeit bisher

- Die Aufnahme und laufende Pflege der relevanten **Stammdaten** zu den Objekten (Gebäude, Technik, Versorgungsstruktur, Nutzung etc.);
- der Aufbau und die laufende Pflege der **Datenbank (EKOMM)**, die eine zählerorientierte Erfassung der Verbräuche, die Verwaltung relevanter Stammdaten sowie eine komfortable Auswertung des bereits umfangreichen Datenmaterials erlaubt. Die Datenbank enthält neben den aktuell erhobenen monatlichen Werten ab Januar auch die Verbräuche und Kosten der Jahre ab 2009;
- Die Rückmeldung der Ergebnisse der laufenden Begehungen an die Verwaltung in Form von **Begehungsprotokollen** und die **Umsetzung** dort erfolgter Vorschläge durch die Gebäudeverantwortlichen bzw. die Verwaltung - hierbei handelt es sich überwiegend um „kleinere“ Maßnahmen, die mit geringen oder gar keinen Investitionen verbunden sind;
- Stellungnahmen zu Empfehlungen und Maßnahmenvorschlägen auf Wunsch der Verwaltung;
- Die Erarbeitung von Entscheidungsgrundlagen, z.B. für Sanierungsmaßnahmen an Heizanlagen, Warmwasserbereitern etc.;
- Kontrolle ausgeführter Baumaßnahmen mit Rückmeldung an die Verwaltung;
- Die Überprüfung der Möglichkeiten der **Differenzierung bzw. Optimierung der Verbrauchserfassungsmöglichkeiten** für Wasser, Wärme und Strom;
- Gespräche mit Nutzern und Multiplikatoren zu Auffälligkeiten, Hinweisen zum energiesparenden Verhalten oder möglichen Projekten.

Bewertung der Datengrundlage

Für die Straßenmeisterei Bonfeld wurde für dieses Jahr der Wasserverbrauch laut Rechnung berücksichtigt, da die Ablesewerte im Vergleich zu den Rechnungswerten eine zu hohe Differenz aufgewiesen haben. Zudem wurde die Energiebezugsfläche für diese Liegenschaft angepasst.

Verbrauchskennwerte

Durch die im Energiebericht dargestellten Vergleichsdiagramme kann die aktuelle Verbrauchssituation der Liegenschaft im Vergleich, zu dem von Liegenschaften mit gleicher Nutzung auf einfache Weise erfasst werden. Datengrundlage für die Vergleichskennwerte bis einschließlich 2020 war die Kennwertbildung nach EnEV für Nichtwohngebäude, welche im Jahre 2015 im Bundesanzeiger veröffentlicht wurde. Dies bedeutet auch einen Wechsel zur Nettogrundfläche als Energiebezugsfläche. Für den Energiebericht 2024 wird erstmalig die Änderung dieser Kennwerte vorgenommen. Durch das am 1. November 2021 in Kraft getretene Gebäudeenergiegesetz wird die Energieeinsparverordnung (EnEV) abgelöst. Damit erfolgt die Beurteilung der Verbrauchskennwerte für Wärme und Strom gemäß dem im Bundesanzeiger (BAnz AT 03.05.2021 B1) erschienenen Vergleichsverfahren. Hierbei wird für jede Liegenschaft ein individueller Referenzkennwert (REK) für den Strom- und Wärmekennwert gebildet. In dem vorliegenden Energiebericht wurde auf die von der KEA veröffentlichten Energieverbrauchs-kennwerte von Nichtwohngebäuden in Baden-Württemberg basierend auf KlimaG-§-18-Daten 2022 zurückgegriffen. Hier hat die KEA eine eigene Studie durchgeführt, bei der die standardisierten Teilenergiekennwerte (TEK) zur Bildung der sogenannten Referenzkennwerte von kommunalen Referenzbauwerkstypen eingesetzt wurden. Bei diesem Verfahren wurde von einer Standardnutzung der Gebäude ausgegangen.

Auf den letzten Seiten des Energieberichtes sind die Tabellen für die Energiekennwerte der KEA aus 2022 aufgelistet.

Ergebnisse im Berichtsjahr 2024

Die aggregierten Wärmeverbräuche der im vorliegenden Bericht berücksichtigten Objekte im Verantwortungsbereich des Landkreises haben sich gegenüber 2023 um **1 Prozent** erhöht. Unter Bezug auf das langjährige Mittel (witterungsbereinigte Werte) ergibt sich keine Änderungen zum Vorjahr. Der Stromverbrauch hat sich im Berichtsjahr um **2 Prozent** verringert und der Wasserverbrauch ist um **25 Prozent** gesunken.

Im Jahr 2024 war der gesamte Stromverbrauch bei 3.416.493 kWh. KWK-Anlagen haben in diesem Jahr 455.127 kWh erzeugt. Davon wurden 412.346 kWh eigengenutzt und 42.781 kWh eingespeist. 2024 haben PV-Anlagen 276.566 kWh erzeugt, 101.452 kWh eigengenutzt und 175.114 kWh eingespeist. Somit ergibt sich eine Eigennutzung für KWK- und PV-Strom von 513.798 kWh, also prozentual **15 Prozent** zum gesamten Stromverbrauch des Jahres. Außerdem wurden insgesamt in den KWK- und PV-Anlagen 731.693 kWh erzeugt und 217.895 kWh eingespeist.

Im Jahr 2024 haben 4 von 10 Objekten einen höheren **Stromverbrauch** als im Vorjahr und beim **Wasserverbrauch** im Jahr 2024 ebenfalls 4 von 10 Objekten. Der **Wärmeverbrauch** ist bei 7 von 10 Objekten erhöht.

Die **Stromkennwerte** sind beim Landratsamt, SM Bonfeld, Kreisberufsschulzentrum, Christian-Schmidt-Schule (Odenwaldstraße) und Peter-Bruckmann-Schule erhöht. Bei der SM Bonfeld werden viele Maschinen genutzt, die einen zusätzlichen Stromverbrauch für die Liegenschaft bedeuten. Bei der Peter-Bruckmann-Schule haben mehrere Faktoren dazu geführt, dass der Stromverbrauch gestiegen ist (siehe auch Seite 17). Bei den Objekten Kreisberufsschulzentrum und Peter-Bruckmann-Schule sind die **Wasserkennwerte** erhöht. Der Wasserverbrauch der SM Bonfeld wurde dieses Jahr über die Rechnungswerte bestimmt, da die Ablesewerte nicht nachvollziehbar waren. Davon werden Verbräuche abgezogen wie bspw. Reinigung des Fuhrparks oder das Salzlager, da diese nichts mit der Gebäudenutzung im Vergleich zu anderen vergleichbaren Objekten zu tun haben. Zudem wurde die Bezugsfläche angepasst. Die **Wärme-kennwerte** sind beim Kreisberufsschulzentrum, Christian-Schmidt-Schule (Goethestraße) und Christian-Schmidt-Schule (Odenwaldstraße) erhöht.

Erstmals wurden für diesen Energiebericht die Emissionen in 2024 von Ökostrom klimaneutral ausgewiesen und für die Jahre 2010 bis 2023 der bundesdeutsche Strommix für Deutschland berücksichtigt.

Im Jahr 2024 wurde in den betrachteten Objekten insgesamt **1.307 Tonnen weniger Kohlenstoffdioxid (CO₂)** in die Atmosphäre abgegeben als im Vorjahr 2023. Dies entspricht einer **Abnahme der CO₂-Emissionen um 54 Prozent**. Würde man den Schätzwert für den bundesdeutschen Strommix von 2024 annehmen, hätte man nur eine Reduzierung von **51 Tonnen** erreicht bzw. **4 Prozent**.

2. Zusammenfassende Bewertung

Folgende kommunale Liegenschaften werden derzeit erfasst und ausgewertet:

| Objekt | Adresse | Fläche [m²] |
|---|----------------------------|----------------|
| 01 Landratsamt | Lerchenstraße 40 | 25.382 |
| 02 SM Bonfeld | Kieselhalde 1 | 3.036 |
| 03 Kreisberufsschulzentrum | Längelterstraße 106 | 28.987 |
| 04 Kaywaldschule | Charlottenstr.91 | 5.656 |
| 05 Christian-Schmidt-Schule, Goethestraße | Goethestr.38 | 8.322 |
| 06 Christian-Schmidt-Schule, Odenwaldstraße | Odenwaldstraße 5 | 13.171 |
| 07 Astrid-Lindgren-Schule | Danziger Straße 40 | 7.094 |
| 08 Fachschule für Landwirtschaft | Frankfurter Str. 67 | 1.491 |
| 09 Hermann-Herzog-Schule | Alfred-Finkbeiner-Straße 1 | 3.964 |
| 10 Peter-Bruckmann-Schule | Alfred-Finkbeiner-Straße 2 | 13.868 |
| Summe | | 110.971 |

Tabelle 2.0: Übersicht der Objekte

In den nachfolgenden Kapiteln erfolgt für diese Liegenschaften eine verdichtete Darstellung der Energie- und Wasserverbräuche sowie der dazugehörigen Kosten und Emissionen. Darauf aufbauend wird eine qualitative Bewertung auf der Basis von Verbrauchskennwerten durchgeführt.

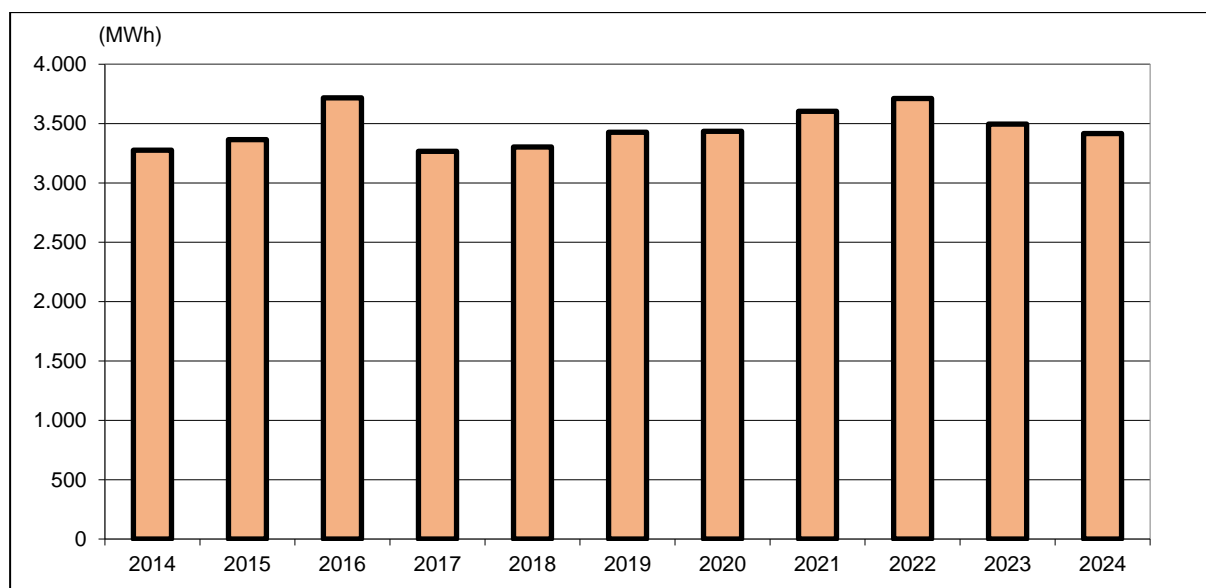
2.1 Verbräuche

Die Energie- und Wasserverbräuche für die **10** untersuchten Objekte schlüsseln sich wie folgt auf:

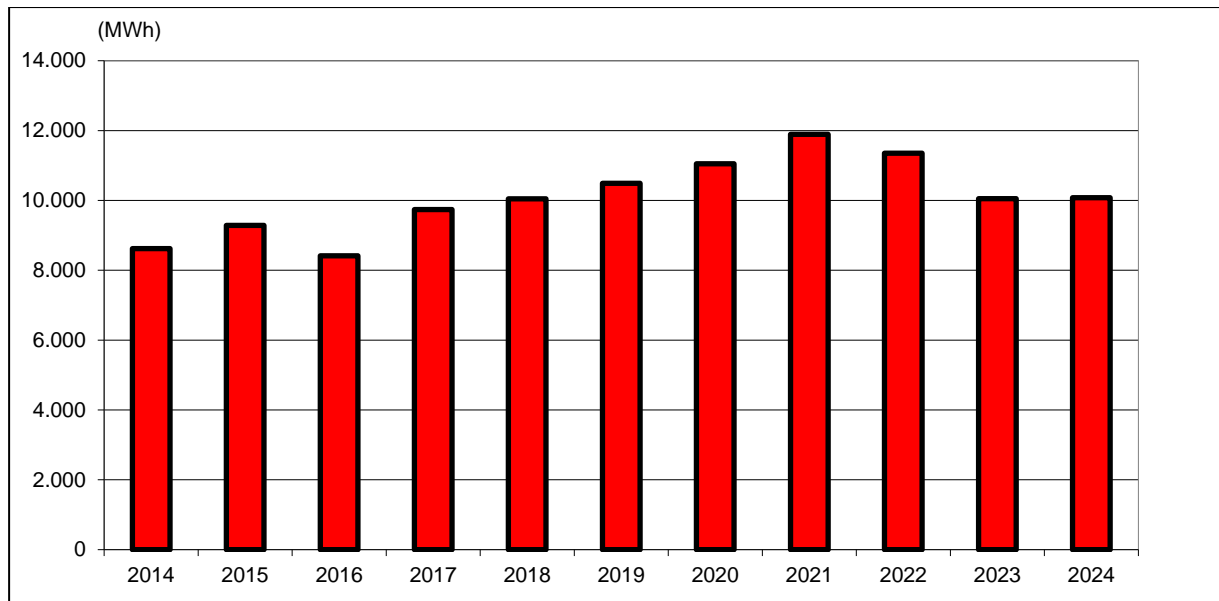
| Strom | Energieverbrauch | | Wasserverbrauch Wasser |
|-----------------------------------|------------------|------------------------------|---------------------------|
| | gemessen | Wärme witterungsbereinigt | |
| [kWh] | [kWh] | | [m³] |
| 3.416.493 | 8.461.604 | 10.075.737 | 17.981 |
| Veränderung gegenüber dem Vorjahr | | | |
| -2% | 1% | 0% | -25% |

Tabelle 2.1.1: Verbräuche 2024

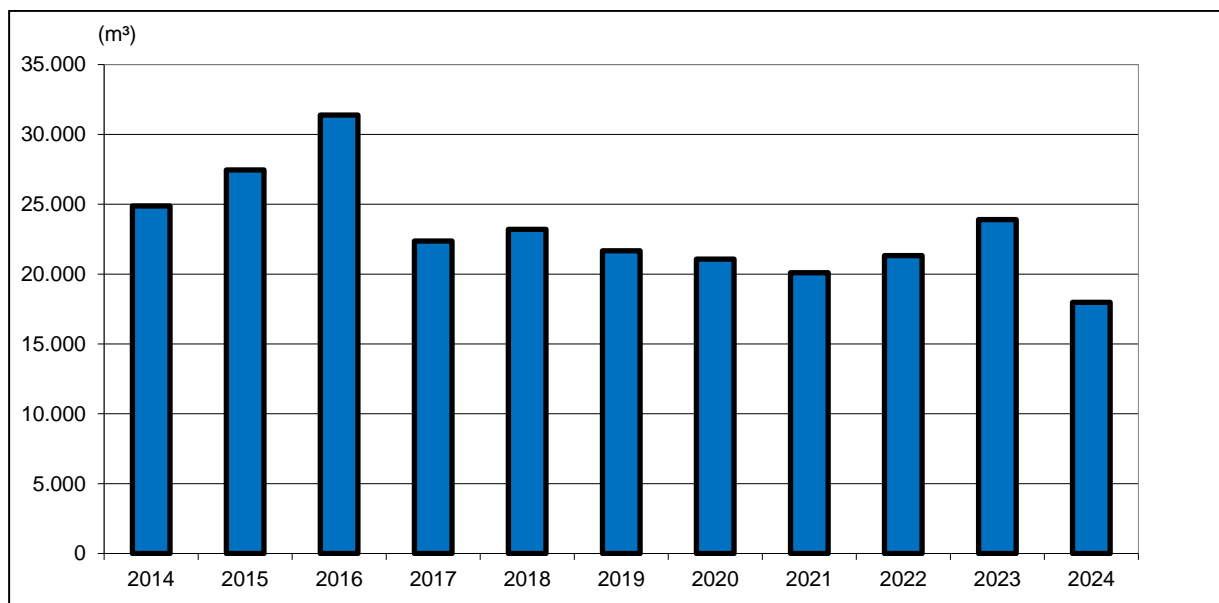
Die Entwicklung von Strom- (MWh) und Wasserverbrauch (m³) sowie des witterungsbereinigten Wärmeverbrauchs (MWh) in den vergangenen Jahren stellt sich wie folgt dar:



Grafik 2.1.1: Entwicklung des Stromverbrauchs



Grafik 2.1.2: Entwicklung des Wärmeverbrauchs (witterungsbereinigt)

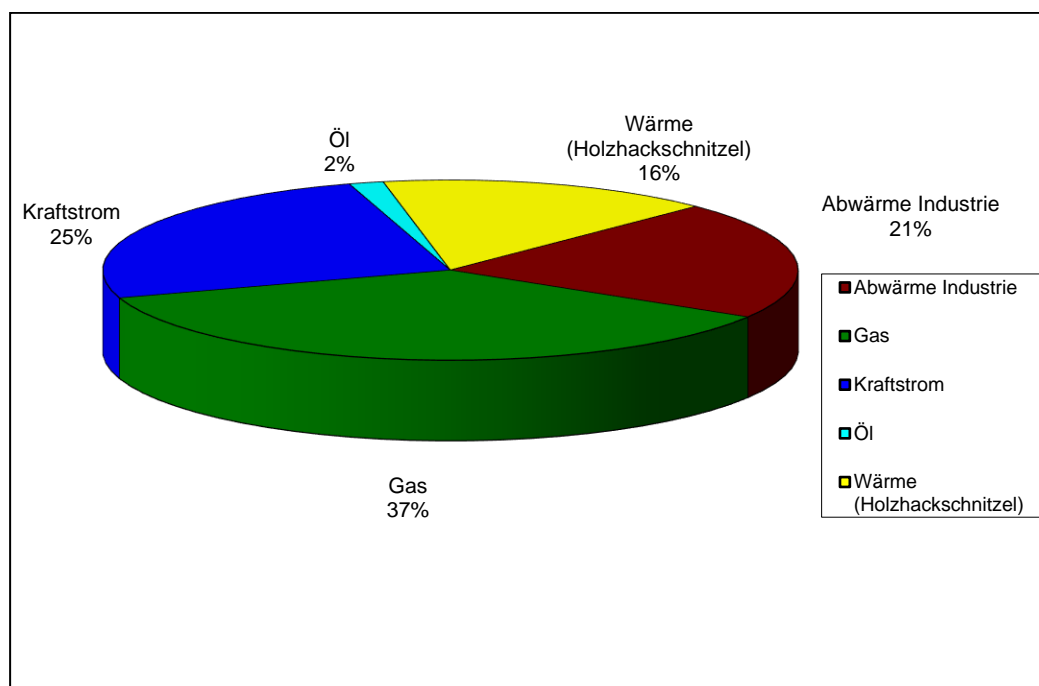


Grafik 2.1.3: Entwicklung des Wasserverbrauchs

Endenergieverbrauch nach Energieträgern

| | Anteil (%) am gesamten Endenergiebedarf |
|---------------------------|---|
| Abwärme Industrie | 21,2 |
| Gas | 36,3 |
| Kraftstrom | 25,3 |
| Öl | 1,6 |
| Wärme (Holzhackschnitzel) | 15,6 |

Tabelle 2.1.2: Prozentuale Aufteilung des Endenergieeinsatzes (Wärme witterungsbereinigt) der Liegenschaften 2024



Grafik 2.1.2: Prozentuale Aufteilung des Endenergieeinsatzes (Wärme witterungsbereinigt) der Liegenschaften 2024

2.2 Entwicklung der Verbräuche zu Flächen

| Jahr | Flächen | Wärme ber. | | | Strom | | | Wasser | | |
|------|---------|---------------------|-------------|-------|---------------------|-------------|-------|--------------------|---------|-------|
| | | Verbrauch in MWh | MWh / m² | Index | Verbrauch in MWh | MWh / m² | Index | Verbrauch in m³ | m³ / m² | Index |
| 2014 | 106.678 | 8.619 | 0,08 | 100 | 3.276 | 0,03 | 100 | 24.875 | 0,23 | 100 |
| 2015 | 106.678 | 9.286 | 0,09 | 108 | 3.365 | 0,03 | 103 | 27.453 | 0,26 | 110 |
| 2016 | 106.678 | 8.415 | 0,08 | 98 | 3.717 | 0,03 | 113 | 31.384 | 0,29 | 126 |
| 2017 | 106.678 | 9.740 | 0,09 | 113 | 3.267 | 0,03 | 100 | 22.366 | 0,21 | 90 |
| 2018 | 106.678 | 10.047 | 0,09 | 117 | 3.303 | 0,03 | 101 | 23.205 | 0,22 | 93 |
| 2019 | 110.725 | 10.492 | 0,09 | 117 | 3.427 | 0,03 | 101 | 21.669 | 0,20 | 84 |
| 2020 | 110.725 | 11.051 | 0,10 | 124 | 3.435 | 0,03 | 101 | 21.033 | 0,19 | 81 |
| 2021 | 110.725 | 11.891 | 0,11 | 133 | 3.604 | 0,03 | 106 | 18.500 | 0,17 | 72 |
| 2022 | 110.725 | 11.409 | 0,10 | 128 | 3.712 | 0,03 | 109 | 20.930 | 0,19 | 81 |
| 2023 | 110.971 | 10.051 | 0,09 | 112 | 3.496 | 0,03 | 103 | 23.842 | 0,21 | 92 |
| 2024 | 110.971 | 10.076 | 0,09 | 112 | 3.416 | 0,03 | 100 | 17.981 | 0,16 | 69 |

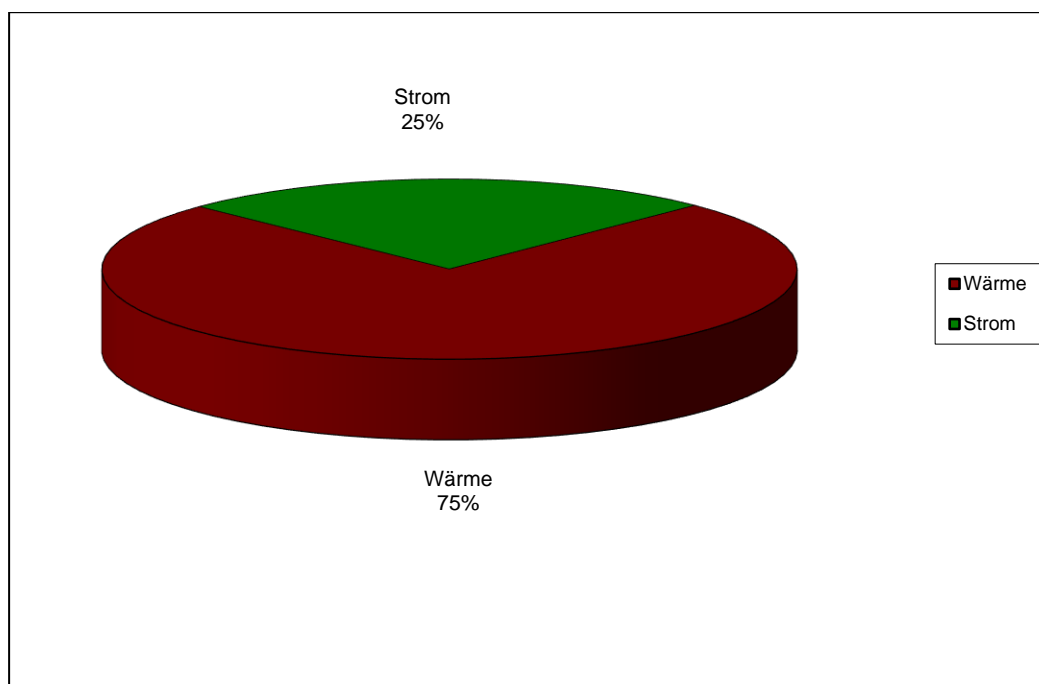
Tabelle 2.2.1: Entwicklung der Verbräuche unter Berücksichtigung der Veränderung der Flächen seit dem Basisjahr 2010

Historisch höchste Indexwerte sind **rot** markiert, historisch niedrigste Werte **grün**.

2.3 Endenergieverbrauch nach Energieverwendung

| | Anteil (%) an gesamter Energieverwendung |
|--------------|--|
| Wärme | 74,7 |
| Strom | 25,3 |

Tabelle 2.3.1: Prozentuale Aufteilung der Energieverwendung (Wärme witterungsbereinigt) der Liegenschaften 2024



Grafik 2.3.1: Prozentuale Aufteilung der Energieverwendung (Wärme witterungsbereinigt) der Liegenschaften 2024

Die nachfolgenden Tabellen 2.3.2 bis 2.3.4 zeigen die Entwicklung der Verbräuche der **10** Objekte in den Jahren 2010 bis 2024.

| Objekt | Stromverbrauch in kWh | | | | | | | | |
|---|-----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | Jahr 2014 | Jahr 2017 | Jahr 2018 | Jahr 2019 | Jahr 2020 | Jahr 2021 | Jahr 2022 | Jahr 2023 | Jahr 2024 |
| 01 Landratsamt | 1.231.680 | 1.136.760 | 1.188.960 | 1.273.534 | 1.199.207 | 1.279.027 | 1.269.630 | 1.245.503 | 1.205.484 |
| 02 SM Bonfeld | | | | | 50.390 | 55.624 | 49.728 | 47.235 | 47.985 |
| 03 Kreisberufsschulzentrum | 736.346 | 775.983 | 772.747 | 781.151 | 834.500 | 888.990 | 956.053 | 763.790 | 781.011 |
| 04 Kaywaldschule | 149.986 | 138.957 | 105.827 | 136.405 | 122.599 | 188.215 | 166.320 | 161.130 | 146.551 |
| 05 Christian-Schmidt-Schule, Goethestraße | 99.600 | 85.650 | 87.862 | 87.049 | 77.600 | 76.942 | 84.056 | 80.996 | 78.701 |
| 06 Christian-Schmidt-Schule, Odenwaldstraße | 315.424 | 417.740 | 377.738 | 397.933 | 445.974 | 476.340 | 481.058 | 523.435 | 416.638 |
| 07 Astrid-Lindgren-Schule | 159.553 | 127.575 | 148.076 | 151.774 | 130.281 | 132.867 | 157.036 | 148.595 | 143.340 |
| 08 Fachschule für Landwirtschaft | 12.300 | 15.380 | 13.860 | 12.379 | 11.093 | 8.969 | 10.165 | 9.288 | 14.560 |
| 09 Hermann-Herzog-Schule | 62.200 | 60.720 | 52.380 | 54.392 | 48.009 | 52.282 | 52.428 | 49.335 | 46.891 |
| 10 Peter-Bruckmann-Schule | 509.000 | 508.000 | 556.000 | 532.504 | 515.843 | 444.961 | 485.419 | 466.462 | 535.332 |
| Summe | 3.276.089 | 3.266.765 | 3.303.450 | 3.427.121 | 3.435.496 | 3.604.217 | 3.711.893 | 3.495.769 | 3.416.493 |

Tabelle 2.3.2: Entwicklung des Stromverbrauchs der Objekte in kWh

Historisch höchste Indexwerte sind **rot** markiert, historisch niedrigste Werte **grün**.

| Objekt | Wasserverbrauch in Liter | | | | | | | | |
|---|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Jahr 2014 | Jahr 2017 | Jahr 2018 | Jahr 2019 | Jahr 2020 | Jahr 2021 | Jahr 2022 | Jahr 2023 | Jahr 2024 |
| 01 Landratsamt | 5.653.000 | 6.182.000 | 6.622.000 | 5.788.000 | 4.813.000 | 2.612.000 | 2.197.000 | 2.345.000 | 2.347.000 |
| 02 SM Bonfeld | | | | | 2.858.000 | 3.526.000 | 3.289.000 | 3.489.000 | 202.000 |
| 03 Kreisberufsschulzentrum | 7.065.000 | 4.957.000 | 5.013.000 | 5.292.000 | 4.327.000 | 3.951.000 | 4.913.000 | 5.316.000 | 4.950.000 |
| 04 Kaywaldschule | 2.321.000 | 2.525.000 | 2.046.000 | 2.553.000 | 2.328.000 | 2.387.000 | 2.306.000 | 2.423.000 | 2.703.000 |
| 05 Christian-Schmidt-Schule, Goethestraße | 746.000 | 653.000 | 692.000 | 756.000 | 879.000 | 498.000 | 1.025.000 | 557.000 | 439.000 |
| 06 Christian-Schmidt-Schule, Odenwaldstraße | 2.504.000 | 2.171.000 | 1.496.000 | 1.485.000 | 1.681.000 | 1.223.000 | 1.385.000 | 3.684.000 | 1.654.000 |
| 07 Astrid-Lindgren-Schule | 2.569.000 | 2.152.000 | 3.076.000 | 2.473.000 | 1.834.000 | 1.568.000 | 2.083.000 | 2.032.000 | 2.359.000 |
| 08 Fachschule für Landwirtschaft | 49.000 | 121.000 | 230.000 | 293.000 | 147.000 | 82.000 | 103.000 | 90.000 | 134.000 |
| 09 Hermann-Herzog-Schule | 853.000 | 839.000 | 1.045.000 | 569.000 | 394.000 | 432.000 | 458.000 | 613.000 | 402.000 |
| 10 Peter-Bruckmann-Schule | 3.115.000 | 2.766.000 | 2.985.000 | 2.460.000 | 1.772.000 | 2.221.000 | 3.171.000 | 3.293.000 | 2.791.000 |
| Summe | 24.875.000 | 22.366.000 | 23.205.000 | 21.669.000 | 21.033.000 | 18.500.000 | 20.930.000 | 23.842.000 | 17.981.000 |

Tabelle 2.3.3: Entwicklung des Wasserverbrauchs der Objekte in Litern

Historisch höchste Indexwerte sind **rot** markiert, historisch niedrigste Werte **grün**.

| Objekt | Wärmeverbrauch in kWh | | | | | | | | |
|---|-----------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Jahr 2014 | Jahr 2017 | Jahr 2018 | Jahr 2019 | Jahr 2020 | Jahr 2021 | Jahr 2022 | Jahr 2023 | Jahr 2024 |
| 01 Landratsamt | 1.871.586 | 1.921.602 | 2.048.437 | 2.163.009 | 2.152.522 | 2.336.992 | 2.008.017 | 1.807.811 | 1.843.341 |
| 02 SM Bonfeld | | | | | 162.179 | 127.020 | 131.775 | 132.268 | 134.450 |
| 03 Kreisberufsschulzentrum | 2.349.944 | 2.732.097 | 2.852.343 | 3.040.596 | 3.258.465 | 3.587.391 | 3.587.283 | 3.153.846 | 3.149.689 |
| 04 Kaywaldschule | 513.321 | 531.343 | 544.373 | 614.715 | 612.681 | 728.635 | 656.425 | 570.342 | 598.651 |
| 05 Christian-Schmidt-Schule, Goethestraße | 715.806 | 849.623 | 892.814 | 825.432 | 927.410 | 1.042.816 | 721.892 | 721.634 | 728.298 |
| 06 Christian-Schmidt-Schule, Odenwaldstraße | 1.453.466 | 1.810.337 | 1.704.841 | 1.715.971 | 1.818.053 | 1.936.681 | 2.083.918 | 1.640.506 | 1.435.885 |
| 07 Astrid-Lindgren-Schule | 519.546 | 507.920 | 631.545 | 649.443 | 622.615 | 685.344 | 745.039 | 729.291 | 764.599 |
| 08 Fachschule für Landwirtschaft | 96.285 | 123.576 | 105.257 | 114.155 | 108.562 | 108.710 | 108.414 | 87.685 | 73.729 |
| 09 Hermann-Herzog-Schule | 209.164 | 235.721 | 227.605 | 230.389 | 227.233 | 240.629 | 229.526 | 180.784 | 189.390 |
| 10 Peter-Bruckmann-Schule | 889.801 | 1.027.477 | 1.040.018 | 1.138.486 | 1.161.227 | 1.096.485 | 1.136.337 | 1.026.498 | 1.157.704 |
| Summe | 8.618.919 | 9.739.696 | 10.047.233 | 10.492.196 | 11.050.947 | 11.890.703 | 11.408.626 | 10.050.665 | 10.075.736 |

Tabelle 2.3.4: Entwicklung des Wärmeverbrauchs der Objekte in kWh

Historisch höchste Indexwerte sind **rot** markiert, historisch niedrigste Werte **grün**.

Die nun folgenden Tabellen geben eine Übersicht über die Objekte, in denen gegenüber dem Vorjahr ein Mehrverbrauch bzw. ein Minderverbrauch zu verzeichnen ist. Auffällig hohe Verbräuche sind **rot** markiert, auffällig niedrige Werte **grün**.

a) Stromverbrauchssteigerung

| Objekt | MWh | Änd. (MWh) | Änd. (%) |
|----------------------------------|--|------------|----------|
| 10 Peter-Bruckmann-Schule | 535,33 | 68,87 | 15 |
| 03 Kreisberufsschulzentrum | 781,01 | 17,22 | 2 |
| 08 Fachschule für Landwirtschaft | 14,56 | 5,27 | 57 |
| 02 SM Bonfeld | 47,99 | 0,75 | 2 |
| Objekt | Kommentare | | |
| 10 Peter-Bruckmann-Schule | Ausfall der Steuerung und dauerhafte Beleuchtung in der Liegenschaft. Einbau und Einrichtung des neuen S1 Labors mit zusätzlichen Stromverbräuchen wegen Lüftung und Kühlung. Ab Herbst Nutzung von digitalen Tafeln in jedem Klassenzimmer. | | |
| 08 Fachschule für Landwirtschaft | Zusätzliche Nutzung als Verwaltungsschule und längerer Betrieb eines Bautrockners wegen eines Wasserschadens. | | |

Tabelle 2.3.5: Die Objekte mit Stromverbrauchssteigerungen gegenüber 2023

b) Stromverbrauchsreduzierung

| Objekt | MWh | Änd. (MWh) | Änd. (%) |
|---|----------|------------|----------|
| 06 Christian-Schmidt-Schule, Odenwaldstraße | 416,64 | -106,80 | -20 |
| 01 Landratsamt | 1.205,48 | -40,02 | -3 |
| 04 Kaywaldschule | 146,55 | -14,58 | -9 |
| 07 Astrid-Lindgren-Schule | 143,34 | -5,26 | -4 |
| 09 Hermann-Herzog-Schule | 46,89 | -2,44 | -5 |
| 05 Christian-Schmidt-Schule, Goethestraße | 78,70 | -2,30 | -3 |

Tabelle 2.3.6: Die Objekte mit Stromverbrauchsreduzierung gegenüber 2023

c) Wasserverbrauchssteigerung

| Objekt | m ³ | Änd. (m ³) | Änd. (%) |
|----------------------------------|---|------------------------|----------|
| 07 Astrid-Lindgren-Schule | 2.359,00 | 327,00 | 16 |
| 04 Kaywaldschule | 2.703,00 | 280,00 | 12 |
| 08 Fachschule für Landwirtschaft | 134,00 | 44,00 | 49 |
| 01 Landratsamt | 2.347,00 | 2,00 | 0 |
| Objekt | Kommentare | | |
| 07 Astrid-Lindgren-Schule | Ablassen und Wiederauffüllen des Schwimmbeckens | | |
| 08 Fachschule für Landwirtschaft | Zusätzliche Nutzung als Verwaltungsschule | | |

Tabelle 2.3.7: Die Objekte mit Wasserverbrauchssteigerung gegenüber 2023**d) Wasserverbrauchsreduzierung**

| Objekt | m ³ | Änd. (m ³) | Änd. (%) |
|---|----------------|------------------------|----------|
| 02 SM Bonfeld | 202,00 | -3.287,00 | -94 |
| 06 Christian-Schmidt-Schule, Odenwaldstraße | 1.654,00 | -2.030,00 | -55 |
| 10 Peter-Bruckmann-Schule | 2.791,00 | -502,00 | -15 |
| 03 Kreisberufsschulzentrum | 4.950,00 | -366,00 | -7 |
| 09 Hermann-Herzog-Schule | 402,00 | -211,00 | -34 |
| 05 Christian-Schmidt-Schule, Goethestraße | 439,00 | -118,00 | -21 |

Tabelle 2.3.8: Die Objekte mit Wasserverbrauchsreduzierung gegenüber 2023

e) Wärmeverbrauchssteigerung

| Objekt | MWh | Änd. (MWh) | Änd. (%) |
|---|--|------------|----------|
| 10 Peter-Bruckmann-Schule | 1.157,70 | 131,21 | 13 |
| 01 Landratsamt | 1.843,34 | 35,53 | 2 |
| 07 Astrid-Lindgren-Schule | 764,60 | 35,31 | 5 |
| 04 Kaywaldschule | 598,65 | 28,31 | 5 |
| 09 Hermann-Herzog-Schule | 189,39 | 8,61 | 5 |
| 05 Christian-Schmidt-Schule, Goethestraße | 728,30 | 6,66 | 1 |
| 02 SM Bonfeld | 134,45 | 2,18 | 2 |
| Objekt | Kommentare | | |
| Alle | Alle Objekte sind noch im Normalbereich. | | |

Tabelle 2.3.9: Die Objekte mit Wärmeverbrauchssteigerung gegenüber 2023**f) Wärmeverbrauchsreduzierung**

| Objekt | MWh | Änd. (MWh) | Änd. (%) |
|---|----------|------------|----------|
| 06 Christian-Schmidt-Schule, Odenwaldstraße | 1.435,89 | -204,62 | -12 |
| 08 Fachschule für Landwirtschaft | 73,73 | -13,96 | -16 |
| 03 Kreisberufsschulzentrum | 3.149,69 | -4,16 | 0 |

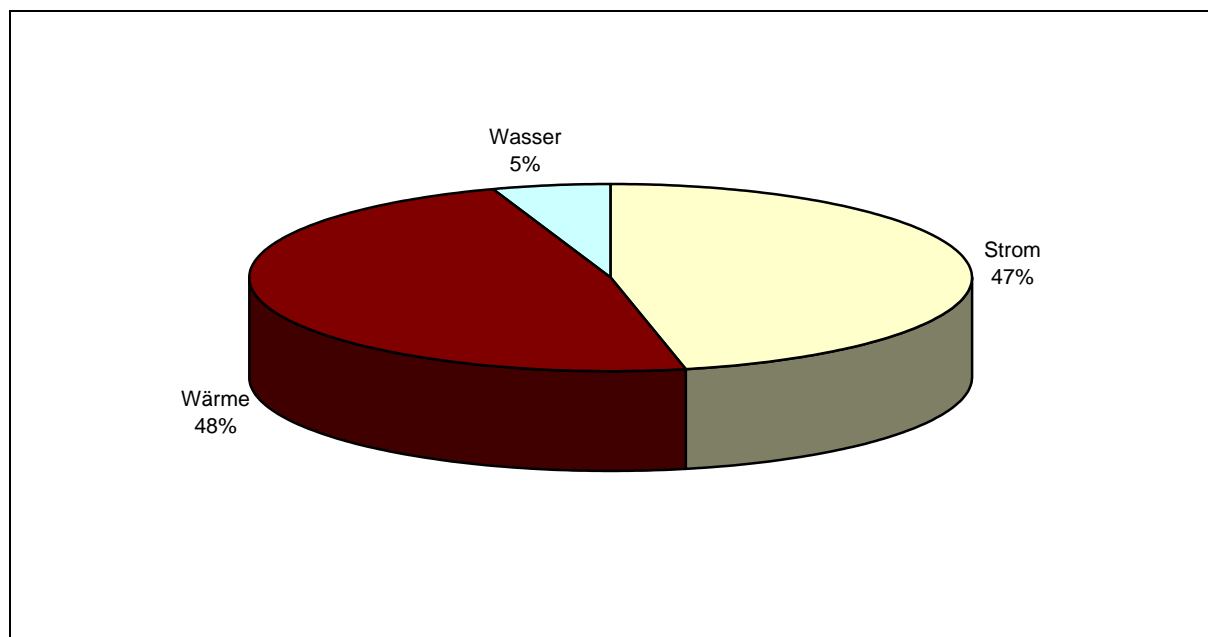
Tabelle 2.3.10: Die Objekte mit Wärmeverbrauchsreduzierung gegenüber 2023

2.4 Kosten

Die verbrauchsgebundenen Kosten für Energie und Wasser für die **10** untersuchten Objekte schlüsseln sich wie folgt auf:

| Energiekosten | | Wasserkosten |
|-----------------------------------|-------------|--------------|
| Strom | Wärme | Wasser |
| [EUR] | [EUR] | [EUR] |
| 1.129.189,- | 1.156.240,- | 129.305,- |
| Veränderung gegenüber dem Vorjahr | | |
| -2% | 26% | -17% |

Tabelle 2.4.1: Verbrauchskosten 2024

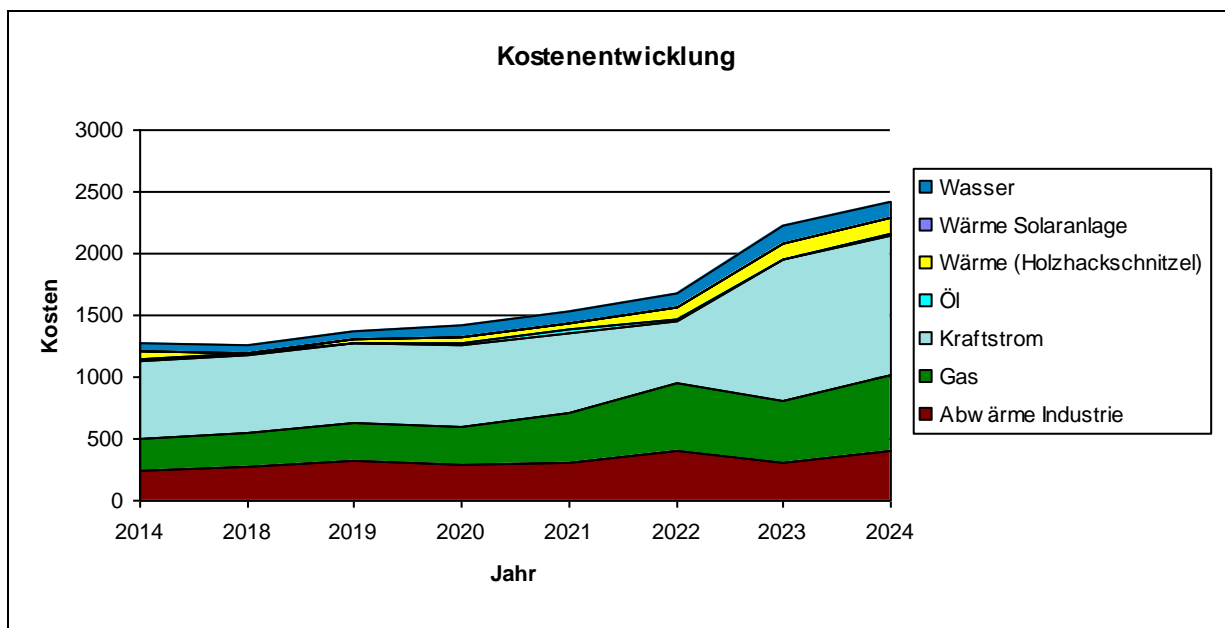


Grafik 2.4.1: Kostenstruktur 2024

Die verbrauchsgebundenen **Gesamtkosten** (Energie und Wasser) der **10** Objekte, für die Vergleiche mit den Vorjahren angestellt werden können, belaufen sich im Berichtsjahr 2024 auf **2.414.734,- EUR**.

| | 2014 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----------|
| Abwärme Industrie | 244,42 | 274,89 | 319,67 | 285,00 | 305,49 | 409,43 | 312,17 | 411,29 |
| Gas | 253,13 | 273,55 | 308,48 | 308,31 | 403,11 | 540,78 | 487,75 | 609,85 |
| Kraftstrom | 630,46 | 635,41 | 641,13 | 668,89 | 652,65 | 494,52 | 1.151,98 | 1.129,19 |
| Öl | 23,89 | 5,84 | 7,18 | 6,29 | 25,59 | 25,70 | 5,66 | 19,00 |
| Wärme (Holzhackschnitzel) | 59,07 | 11,88 | 22,69 | 46,31 | 53,47 | 101,08 | 115,07 | 116,10 |
| Wasser | 65,06 | 57,36 | 67,86 | 104,47 | 99,79 | 113,86 | 154,90 | 129,31 |

Tabelle 2.4.2: Gesamtkosten (in 1.000 EUR) zur Bereitstellung von Energie für die Liegenschaften seit 2010



Grafik 2.4.2. Gesamtkosten (in 1.000 EUR) zur Bereitstellung von Energie für die Liegenschaften seit 2010

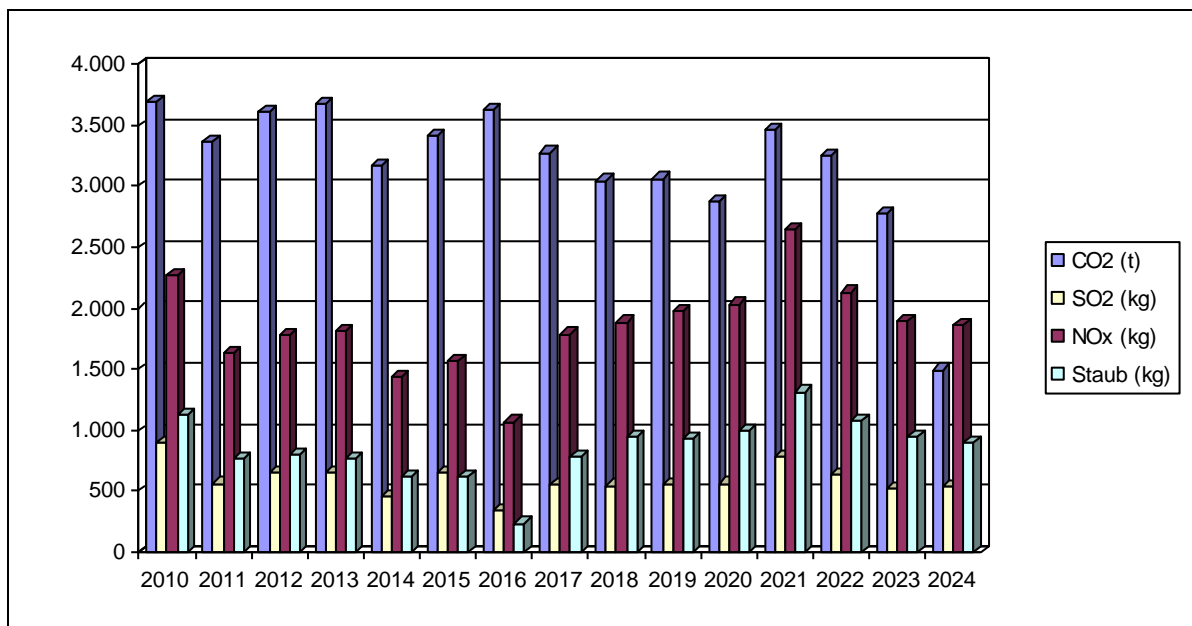
2.5 Emissionen

Auf Basis der Energieverbräuche und der spezifischen Umrechnungsgrößen lassen sich die umweltrelevanten Emissionen ermitteln. Die Emissionen für die **10** untersuchten Objekte schlüsseln sich, aufgeteilt nach der Energieart, wie folgt auf:

| | Kohlendioxid CO ₂ [kg] | Schwefeldioxid SO ₂ [kg] | Stickoxid NO _x [kg] | Staub [kg] |
|--------------|---|---|--------------------------------------|---------------|
| Strom | 78.416 | 1 | 59 | 0 |
| Wärme | 1.413.624 | 537 | 1.803 | 901 |
| Summe | 1.492.040 | 538 | 1.862 | 901 |

Tabelle 2.5.1: Emissionen 2024

Die zeitliche Entwicklung der Emissionen stellt sich über die vergangenen Jahre für die einzelnen Emittenten wie folgt dar:



Grafik 2.5.1: Entwicklung der Emissionen

2.6 Verbrauchskennwerte

Verbrauchskennwert: Durch die im Energiebericht dargestellten Vergleichsdiagramme kann die aktuelle Verbrauchssituation der Liegenschaft im Vergleich, zu dem von Liegenschaften mit gleicher Nutzung auf einfache Weise erfasst werden. Datengrundlage für die Vergleichskennwerte bis einschließlich 2020 war die Kennwertbildung nach EnEV für Nichtwohngebäude, welche im Jahre 2015 im Bundesanzeiger veröffentlicht wurde. Dies bedeutet auch einen Wechsel zur Nettogrundfläche als Energiebezugsfläche. Für den Energiebericht 2024 wird erstmalig die Änderung dieser Kennwerte vorgenommen. Durch das am 1. November 2021 in Kraft getretene Gebäudeenergiegesetz wird die Energieeinsparverordnung (EnEV) abgelöst. Damit erfolgt die Beurteilung der Verbrauchskennwerte für Wärme und Strom gemäß dem im Bundesanzeiger (BA nz AT 03.05.2021 B1) erschienenen Vergleichsverfahren. Hierbei wird für jede Liegenschaft ein individueller Referenzkennwert (REK) für den Strom- und Wärmekennwert gebildet. In dem vorliegenden Energiebericht wurde auf die von der KEA veröffentlichten Energieverbrauchskennwerte von Nichtwohngebäuden in Baden-Württemberg basierend auf KlimaG-§-18-Daten 2022 zurückgegriffen. Hier hat die KEA eine eigene Studie durchgeführt, bei der die standardisierten Teilenergiekennwerte (TEK) zur Bildung der sogenannten Referenzkennwerte von kommunalen Referenzbauwerkstypen eingesetzt wurden. Bei diesem Verfahren wurde von einer Standardnutzung der Gebäude ausgegangen.

Auf den letzten Seiten des Energieberichtes sind die Tabellen für die Energiekennwerte der KEA aus 2022 aufgelistet.

Die nachfolgenden Tabellen geben eine Übersicht über die Verbrauchskennwerte für Strom, Wärme und Wasser der untersuchten Objekte, für die eine Kennwertbildung bzw. ein Kennwertvergleich sinnvoll ist. Objekte mit Kennwerten über dem jeweiligen Mittelwert sind **rot** markiert, Kennwerte darunter oder gleich in **grün**.

| Objekt | Stromverbrauch | | Vergleichswerte | |
|--|--------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
| | Absolut [kWh/a] | Kennwert [kWh/m²a] | Mittelwert [kWh/m²a] | Zielwert [kWh/m²a] |
| 01 Landratsamt | 1.205.484 | 47 | 32 | 10 |
| 02 SM Bonfeld | 47.985 | 16 | 16 | 10 |
| 03 Kreisberufsschulzentrum | 781.011 | 27 | 20 | 10 |
| 04 Kaywaldschule | 146.551 | 26 | 32 | 10 |
| 05 Christian-Schmidt-Schule, Goethestraße | 78.701 | 9 | 20 | 10 |
| 06 Christian-Schmidt-Schule, Odenwald- straße | 416.638 | 32 | 20 | 10 |
| 07 Astrid-Lindgren-Schule | 143.340 | 20 | 32 | 10 |
| 08 Fachschule für Landwirtschaft | 14.560 | 10 | 20 | 10 |
| 09 Hermann-Herzog-Schule | 46.891 | 12 | 16 | 10 |
| 10 Peter-Bruckmann-Schule | 535.332 | 39 | 20 | 10 |

Tabelle 2.6.1: **Stromverbrauchskennwerte 2024**

| Objekt | Wärmeverbrauch | | Vergleichswerte | |
|--|--------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
| | Absolut [kWh/a] | Kennwert [kWh/m²a] | Mittelwert [kWh/m²a] | Zielwert [kWh/m²a] |
| 01 Landratsamt | 1.843.341 | 73 | 100 | 50 |
| 02 SM Bonfeld | 134.450 | 44 | 114 | 50 |
| 03 Kreisberufsschulzentrum | 3.149.689 | 109 | 84 | 50 |
| 04 Kaywaldschule | 598.651 | 106 | 158 | 50 |
| 05 Christian-Schmidt-Schule, Goethestraße | 728.298 | 88 | 84 | 50 |
| 06 Christian-Schmidt-Schule, Odenwald- straße | 1.435.885 | 109 | 84 | 50 |
| 07 Astrid-Lindgren-Schule | 764.599 | 108 | 158 | 50 |
| 08 Fachschule für Landwirtschaft | 73.729 | 49 | 84 | 50 |
| 09 Hermann-Herzog-Schule | 189.390 | 48 | 110 | 55 |
| 10 Peter-Bruckmann-Schule | 1.157.704 | 83 | 86 | 50 |

Tabelle 2.6.2: **Wärmeverbrauchskennwerte 2024**

| Objekt | Wasserverbrauch | | Vergleichswerte | |
|--|-------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| | Absolut [m³/a] | Kennwert [m³/m²a] | Mittelwert [m³/m²a] | Zielwert [m³/m²a] |
| 01 Landratsamt | 2.347 | 0,09 | 0,26 | 0,10 |
| 02 SM Bonfeld | 202 | 0,07 | 0,35 | 0,19 |
| 03 Kreisberufsschulzentrum | 4.950 | 0,17 | 0,16 | 0,07 |
| 04 Kaywaldschule | 2.703 | 0,48 | 0,91 | 0,37 |
| 05 Christian-Schmidt-Schule, Goethestraße | 439 | 0,05 | 0,17 | 0,06 |
| 06 Christian-Schmidt-Schule, Odenwald- straße | 1.654 | 0,13 | 0,17 | 0,06 |
| 07 Astrid-Lindgren-Schule | 2.359 | 0,33 | 0,91 | 0,37 |
| 08 Fachschule für Landwirtschaft | 134 | 0,09 | 0,17 | 0,06 |
| 09 Hermann-Herzog-Schule | 402 | 0,10 | 0,18 | 0,07 |
| 10 Peter-Bruckmann-Schule | 2.791 | 0,20 | 0,17 | 0,07 |

Tabelle 2.6.3: **Wasserverbrauchskennwerte 2024**

3.1 Übersicht der Wärmeerzeuger

Die folgende Tabelle beinhaltet eine Übersicht der Wärmeerzeuger mit Prioritäten zum Austausch. Die einzelnen Wärmeerzeuger sind nach Einschätzung des Berichterstellers priorisiert (1 = Priorität hoch, 2 = Priorität mittel und 3 = Priorität niedrig).

Die Prioritäten ergeben sich aus dem Baujahr der Heizungsanlage bzw. Wärmetauscher und dem verbrannten Medium.

Priorität 1 ist demnach der Kessel in der Christian-Schmidt-Schule (Goethestraße) mit dem Baujahr von 1986. Für die Christian-Schmidt-Schule sollte unbedingt ein Konzept für eine neue Wärmeerzeugung angedacht werden, da bei Ausfall des einzigen Kessels das Gebäude nicht beheizt wird. Für Gebäude dieser Größe wären mehrere Wärmeerzeuger im Hybridsystem wahrscheinlich sinnvoll oder ggf. auch ein Anschluss an die Fernwärme der Firma EnBW. Allerdings wurde eine erste Anfrage aufgrund der aktuellen Anschlusssituation abgelehnt. Das BHKW in der Astrid-Lindgren-Schule hat das Baujahr 1993 und sollte ggf. gegen ein neues BHKW ausgetauscht werden. Dabei ist laut GEG zu beachten, dass das neue BHKW mit Biogas betrieben wird und am besten die Möglichkeit besitzt auf Wasserstoff umgerüstet zu werden (H2 ready).

Bei **Priorität 2** sind alle Wärmeerzeuger enthalten, die ein Baujahr von 2002 bis 2015 enthalten. Dazu kommen noch die Wärmetauscher bei der Christian-Schmidt-Schule (Odenwaldstraße) aus den Jahren 1976 und 2005, die über Fernwärme der Firma EnBW Gebäude des Landkreises versorgen. Bei der Fachschule für Landwirtschaft, Hermann-Herzog-Schule und Peter-Bruckmann-Schule sind drei Wärmetauscher von 2005 verbaut, die Fernwärme der Stadt Heilbronn nutzen. Alle diese Wärmeerzeuger und Wärmetauscher sollten allein wegen dem Baujahr einen Austausch im nächsten Schritt erfahren.

Zuletzt sind bei **Priorität 3** alle Wärmeerzeuger genannt ab einem Baujahr von 2014. Das Gebäude der Straßenmeisterei Bonfeld ist nicht sehr alt und demnach auch die Wärmeerzeuger. Die Holzhackschnitzelkessel im Kreisberufsschulzentrum sind eine gute erneuerbare Lösung (abgesehen vom Feinstaub), dazu ist ein Ölkessel vorhanden der aber nur für den Notfall gedacht ist und demnach selten im Betrieb ist. Das BHKW wurde im Jahr 2014 generalsaniert. Nichtsdestotrotz können alle diese Wärmeerzeuger (vor allem die mit Erdgas betrieben sind) im letzten Schritt ausgetauscht werden.

| Objekt | Heizungsanlage | Energieträger | Leistung [kW] | Baujahr | Priorität |
|--|--|-------------------|---------------|---------|-----------|
| Landratsamt | Viessmann Vitoplex 300 | Erdgas/Heizöl | 895 (1790) | 2004 | 2 |
| | Viessmann Vitoplex 300 | Erdgas/Heizöl | 895 (1790) | 2008 | 2 |
| SM Bonfeld | Wärmepumpe Remeha GAS HP 35A HAT | Erdgas | 41 | 2019 | 3 |
| | Brennwertkessel Remeha Quinta Pro 65 | Erdgas | 13,3 - 65,0 | 2019 | 3 |
| Kreisberufsschulzentrum | BHKW Comuna-metall | Erdgas | 100 | 2014 | 3 |
| | Holzhackschnitzelkessel Schmid | Holzhackschnitzel | 900 | 2015 | 3 |
| | Holzhackschnitzelkessel Schmid | Holzhackschnitzel | 360 | 2015 | 3 |
| | Viessmann Vitoplex 300 | Heizöl | 1250 | 2015 | 3 |
| Kaywaldschule | BHKW EC Power XRG1 20G-TO | Erdgas | 25 - 40 | 2013 | 2 |
| | 3x Brennwertkessel Remeha Quinta Pro 115 | Erdgas | 110,2 (330,6) | 2013 | 2 |
| Christin-Schmidt-Schule, Goethestraße | Strebel RRU 2-9 | Erdgas | 480 | 1986 | 1 |

Tabelle 3.1.1: Übersicht der Wärmeerzeuger (Objekte 01 – 05)

Priorität 1 ist in rot dargestellt, Priorität 2 in gelb dargestellt und Priorität 3 in grün dargestellt

| Objekt | Heizungsanlage | Energieträger | Leistung [kW] | Baujahr | Priorität |
|---|---|---------------|--|---------|-----------|
| Christian-Schmidt-Schule, Odenwaldstraße | Fernwärme über Stadt Heilbronn mit Vahterus Plattenwärmetauscher PSHE 3HH-32/1/1 (WT2, Schule) | Fernwärme | 227 (Über Anschluss- leistung EnBW) | 2005 | 2 |
| | Fernwärme über Stadt Heilbronn mit Vahterus Plattenwärmetauscher PSHE 3HH-60/1/1 (WT1, Schule) | Fernwärme | 405 (Über Anschluss- leistung EnBW) | 2005 | 2 |
| | Fernwärme über Stadt Heilbronn mit W. Bälz & Sohn K.G. Wärmetauscher WBS 106 – 27 - 60 (Sporthalle) | Fernwärme | 232 | 1976 | 2 |
| Astrid-Lindgren-Schule | Viessmann Vitocrossal 300 CM3C | Erdgas | 58 - 232 | 2024 | 3 |
| | Viessmann Vitocrossal 300 CM3C | Erdgas | 58 - 232 | 2023 | 3 |
| | Viessmann Vertomat | Erdgas | 50 - 895 (100 - 1890) | 1993 | 1 |
| Fachschule für Landwirt- schaft | Fernwärme über Stadt Heilbronn mit GEA Plattenwärmetauscher M 2550G2 | Fernwärme | 190 | 2005 | 2 |
| Hermann-Herzog-Schule | Fernwärme über Stadt Heilbronn mit GEA Plattenwärmetauscher L57-40 G2-G2 | Fernwärme | 290 | 2005 | 2 |
| Peter-Bruckmann-Schule | Fernwärme über Stadt Heilbronn mit GEA Plattenwärmetauscher (Heizung) | Fernwärme | 870 | 2005 | 2 |
| | Fernwärme über Stadt Heilbronn mit GEA Plattenwärmetauscher (Warmwasser) | Fernwärme | 105 | 2005 | 2 |
| | Solaranlage PWT | Solarwärme | | 2005 | 2 |

Tabelle 3.1.2: Übersicht der Wärmeerzeuger (Objekte 06 – 10)

Priorität 1 ist in **rot** dargestellt, Priorität 2 in **gelb** dargestellt und Priorität 3 in **grün** dargestellt

3.2 Übersicht der Stromerzeugungsanlagen

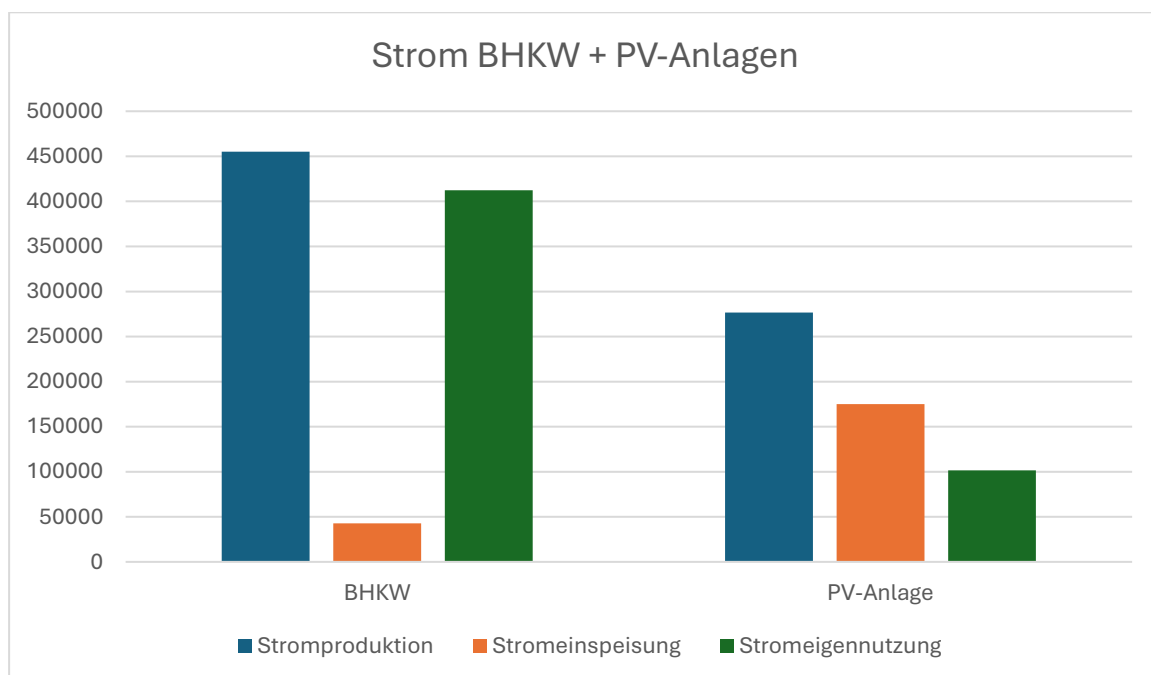
Die folgende Tabelle beinhaltet eine Übersicht der Stromerzeugungsanlagen mit Prioritäten zum Einbau. Die einzelnen Stromerzeugungsanlagen sind nach Einschätzung des Berichterstellers priorisiert (1 = Priorität hoch, 2 = Priorität mittel und 3 = Priorität niedrig).

Eine Analyse des PV-Potentials für die kreiseigenen Liegenschaften liegt vor. Die Prioritäten ergeben sich aus dem Strombedarf des Gebäudes, dem vorher sinnvollen Einbau von LED-Technik und den schon vorhandenen Stromerzeugungsanlagen. Anzu merken ist, dass bei den Liegenschaften Kaywaldschule, Christian-Schmidt-Schule (Goethestraße), Astrid-Lindgren-Schule und Hermann-Herzog-Schule schon PV-Anlagen eingebaut sind. Diese sind aber vernachlässigbar, da deren Stromproduktion bei unter 1.000 kWh pro Jahr liegt. Außerdem gibt es beim Landratsamt zwei PV-Anlagen mit Volleinspeisung aus dem Jahr 2009 (momentan wegen einer Dachsanierung noch außer Betrieb).

Priorität 1 sind demnach Gebäude, bei denen sich der Einbau einer PV-Anlage definitiv lohnen würde. An erster Stelle wäre hier das Landratsamt zu nennen. Obwohl der Stromverbrauch sich bei einem Austausch auf LED-Technik stark reduzieren würde, wäre der Einbau einer PV-Anlage dennoch erstrebenswert. Sollte die Dachfläche komplett ausgenutzt werden für PV-Anlagen, ändert sich lediglich etwas an der Wirtschaftlichkeit dieser Maßnahme. In der Peter-Bruckmann-Schule werden erst 8 % und in der Christian-Schmidt-Schule (Odenwaldstraße) 9 % des Stromverbrauchs über eine PV-Anlage gedeckt. Bei beiden Gebäuden wird nur ein kleiner Anteil des produzierten Stroms der PV-Anlage ins Netz eingespeist, da viel Strom eigengenutzt wird. Bei der Peter-Bruckmann-Schule gibt es eine Volleinspeiseanlage und eine PV-Anlage mit Eigennutzung. Beide Schulen haben Stromverbräuche in diesem Jahr von ca. 400.000 kWh bis 530.000 kWh, somit sind hier weitere Potentiale für den Einbau einer PV-Anlage möglich.

Bei **Priorität 2** deckt das BHKW des Kreisberufsschulzentrum den Strombedarf nur mit 43 %. Demnach würde sich eine Erweiterung der Stromerzeugungsanlagen lohnen bzw. auch der komplette Umstieg auf eine PV-Anlage statt eines BHKWs. Die Christian-Schmidt-Schule (Goethestraße) und die Hermann-Herzog-Schule haben mit einem Bedarf von ca. 80.000 kWh und 50.000 kWh Potential den Stromverbrauch weitestgehend über eine PV-Anlage zu kompensieren. Allerdings lassen sich diese Maßnahmen aufgrund der aktuellen Analyse des PV-Potenzials – beispielsweise aufgrund eingeschränkter Traglastkapazitäten der Dächer – derzeit nicht umsetzen.

Zuletzt sind bei **Priorität 3** alle Gebäude genannt, bei denen der Einbau einer Stromerzeugungsanlage zwar Sinn macht, aber sich diese erst sehr spät amortisieren würden. Die Straßenmeisterei Bonfeld deckt den Strombedarf gut ab über die vorhandene PV-Anlage und hat die gesamte Dachfläche zum großen Teil genutzt. Das BHKW in der Kaywaldschule deckt den Stromverbrauch bereits zu 43 % ab. Dennoch könnte eine Erweiterung der bestehenden PV-Anlage sinnvoll sein. Ein vergleichbares Potenzial besteht auch bei der Astrid-Lindgren-Schule. Zum Schluss noch zu erwähnen ist die Fachschule für Landwirtschaft, die bei einem Bedarf von nur ca. 15.000 kWh wenig Effekt erzielen würde (höher Stromverbrauch in diesem Jahr wegen mehr Nutzung des Gebäudes).



Viele PV-Anlagen haben noch alte Verträge zur Volleinspeisung, ansonsten wäre die Stromeigennutzung höher.

| Objekt | Stromerzeugungs-anlage | Leistung [kW _{el} /kW _p] | Baujahr | Strombedarf [kWh] | Stromproduktion [kWh] | Stromeigennut-zung [kWh] | Priorität |
|--|---------------------------|---|---------|-------------------|---|--------------------------|-----------|
| Landratsamt | PV-Anlage* | 50,4 | 2009 | 1.205.484 | 0 (Ein gemeinsamer Zähler; beide PV-Anlagen im 4. Quartal 2023 aufgrund von Dacharbeiten abge-stellt) | 0 | 1 |
| | PV-Anlage* | 25,2 | 2009 | | | 0 | 1 |
| SM Bonfeld | PV-Anlage | 192,2 | 2019 | 47.985 | 172.539** | 19.668 /11 % | 3 |
| Kreisberufsschulzentrum | BHKW Comuna-metall | 50 | 2014 | 781.011 | 353.780 | 335.539 /95 % | 2 |
| Kaywaldschule | BHKW EC Power XRGi 20G-TO | 10 - 20 | 2013 | 146.551 | 83.923 | 63.103 /75 % | 3 |
| | PV-Anlage* | 1 | 2002 | | 839 | 0 | |
| Christian-Schmidt-Schule, Goethestraße | PV-Anlage* | 1 | 2002 | 78.701 | 827 | 0 | 2 |
| Christian-Schmidt-Schule, Odenwaldstraße | PV-Anlage | 39,12 | 2013 | 416.638 | 39.854 | 38.099 /96 % | 1 |
| Astrid-Lindgren-Schule | BHKW EC Power XRGi 20G-TO | 10 - 20 | 2014 | 143.340 | 17.424 (BHKW war lange Zeit außer Be-trieb wegen mehreren Defekten) | 13.704 /79 % | 3 |
| | PV-Anlage* | 1 | 2001 | | 783 | 0 | |
| Fachschule für Landwirtschaft | | | | 14.560 | - | - | 3 |
| Hermann-Herzog-Schule | PV-Anlage* | 1 | 2002 | 46.891 | 0 (Defekt seit ca. März 2021) | 0 | 2 |
| Peter-Bruckmann-Schule | PV-Anlage | 51,3 | 2019 | 535.332 | 43.700 | 43.685 /99 % | 1 |
| | PV-Anlage* | 29,63 | 2005 | | 18.024 | 0 | |

Tabelle 3.2.1: Übersicht der Stromerzeugungsanlagen

Priorität 1 ist in **rot** dargestellt, Priorität 2 in **gelb** dargestellt und Priorität 3 in **grün** dargestellt * **Volleinspeisung** ** **Stromdirektvermarktung**

3.3 Maßnahmenempfehlungen

Die folgende Liste beinhaltet Vorschläge zu Maßnahmenempfehlungen, die die weitere Vorgehensweise aufzeigen sollen auf Grundlage der Tabellen 3.1.1 und 3.2.1. Die einzelnen Maßnahmen sind nach Einschätzung des Berichterstellers priorisiert (1 = Priorität hoch, 2 = Priorität mittel und 3 = Priorität niedrig).

| Objekt | Maßnahme | Priorität |
|---|--|-----------|
| 00 Allgemein | Alte Umwälzpumpen gegen neue Hocheffizienzpumpen austauschen. | 2 |
| | Alte Thermostatventile und -köpfe an Heizkörpern austauschen. | 2 |
| 01 Landratsamt | Austausch alter Leuchten gegen LED-Technik | 1 |
| | Einbau von einer PV-Anlage auf dem Dach | 1 |
| | Erweiterung der bestehenden Wärmeerzeuger um ein Hybridsystem mit z.B. einer Wärmepumpe für die Grundlast. | 2 |
| 02 SM Bonfeld | Überprüfung und ggf. Austausch des digitalen Zählers für den Wasserverbrauch der Liegenschaft. Dies betrifft Groß- und Kleinmenge der Liegenschaft und den Verbrauch des Salzlagers. | 2 |
| 03 Kreisberufsschulzentrum | Austausch alter Leuchten gegen LED-Technik | 1 |
| | Einbau von einer PV-Anlage auf dem Dach* | 2 |
| 04 Kaywaldschule | Austausch alter Leuchten gegen LED-Technik | 2 |
| | Einbau von einer PV-Anlage auf dem Dach | 3 |
| | Schaltschränke in verschiedenen Bereichen der Liegenschaft sind veraltet und frei zugänglich (bspw. in WC-Bereich). Diese sollten ersetzt werden. | 1 |
| 05 Christian-Schmidt-Schule, Goethestraße | Austausch der Heizungsanlage (Baujahr 1986) gegen z.B. einen Pelletkessel oder eine Wärmepumpe für die Grundlast. | 1 |
| | Austausch alter Leuchten gegen LED-Technik | 2 |
| | Einbau von einer PV-Anlage auf dem Dach* | 2 |

* Diese Maßnahme kann laut aktueller Analyse des PV-Potenzials, etwa wegen begrenzter Traglastkapazität der Dächer, momentan nicht realisiert werden.

| Objekt | Maßnahme | Priorität |
|---|---|-----------|
| 06 Christian-Schmidt-Schule, Odenwaldstraße | Austausch alter Leuchten gegen LED-Technik | 1 |
| | Einbau von einer PV-Anlage auf dem Dach* | 1 |
| 07 Astrid-Lindgren-Schule | Austausch alter Leuchten gegen LED-Technik | 2 |
| | Einbau von einer PV-Anlage auf dem Dach | 3 |
| 08 Fachschule für Landwirtschaft | Austausch alter Leuchten gegen LED-Technik | 2 |
| | Einbau von einer PV-Anlage auf dem Dach* | 3 |
| | Austausch der Gasherde in der Küche durch eine elektrische Lösung (jährliche Rechenungskosten von 200 €, obwohl kein Verbrauch gezählt wird) | 3 |
| 09 Hermann-Herzog-Schule | Einbau von einer PV-Anlage auf dem Dach* | 2 |
| | Umstellung des zentralen Warmwasser-Speichers auf dezentrale Lösungen, da dieser nur noch wenige Sanitärobjekte mit Warmwasser versorgt. Bspw. werden die Duschen und Waschbecken der Sporthalle über dezentrale Systeme erwärmt. | 2 |
| | Alte Thermostatventile inkl. Thermostatköpfe austauschen, da diese schon sehr alt sind und oft nicht mehr funktionstüchtig sind. | 2 |

* Diese Maßnahme kann laut aktueller Analyse des PV-Potenzials, etwa wegen begrenzter Traglastkapazität der Dächer, momentan nicht realisiert werden.

| Objekt | Maßnahme | Priorität |
|---------------------------|--|-----------|
| 10 Peter-Bruckmann-Schule | Austausch alter Leuchten gegen LED-Technik | 2 |
| | Einbau von einer PV-Anlage auf dem Dach | 1 |
| | Rückbau der Solarthermieanlage und ggf. Einbau einer neuen Solarthermieanlage | 1 |
| | Die Fenster der Sporthalle schließen sich nicht automatisch, die Steuerung damit diese automatisch geschlossen werden sollte nachgerüstet werden. | 2 |
| | Notbeleuchtung im Trakt WCs/Bibliothek Bereich A-D über 3 Stockwerke richtig einstellen lassen, da diese dauerhaft an ist. Dadurch würde die Stromeigennutzung ggf. sinken, da wegen der Notbeleuchtung viel Strom benötigt wird. | 1 |
| | Die Gebäudeleittechnik auf dem PC im Hausmeisterraum hat keine Verbindung mehr zu den anderen Gebäuden Hermann-Herzog-Schule und Fachschule für Landwirtschaft. Demnach können keine Einstellungen an den 3 Gebäuden zentral angepasst werden. | 1 |

Tabelle 3.3.1: **Maßnahmenempfehlungen**

Priorität 1 in **rot** dargestellt, Priorität 2 in **gelb** dargestellt und Priorität 3 in **grün** dargestellt

4. Darstellung der ausgewählten Objekte

4.1 01 Landratsamt

• Verbräuche 2024

| | Verbrauch | Veränderung* | Kennwert | Veränderung* |
|---------------------|---------------|--------------|-------------|--------------|
| Strom | 1.205.484 kWh | -3% | 47 kWh/m²a | -3% |
| Wärme unber. | 1.548.038 kWh | +3% | | |
| davon Gas | 1.546.832 kWh | +3% | | |
| davon Öl | 1.206 kWh | +585% | | |
| Wärme ber. | 1.843.341 kWh | +2% | 73 kWh/m²a | +2% |
| Wasser | 2.347 m³ | 0% | 0,09 m³/m²a | 0% |

* gegenüber dem Vorjahr

• Kosten 2024

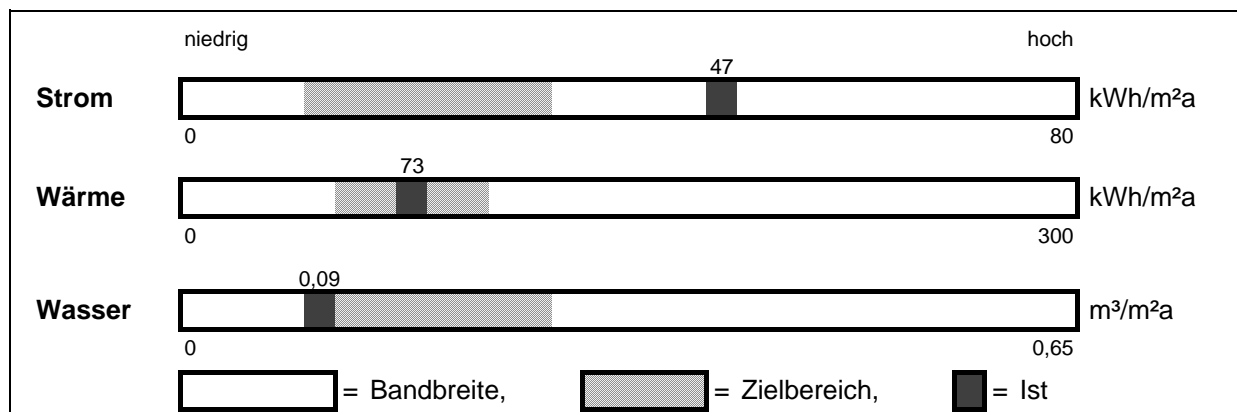
| | Absolut | Veränderung* |
|---------------|-------------|--------------|
| Strom | 449.911 EUR | -7% |
| Wärme | 196.527 EUR | +5% |
| davon Gas | 196.527 EUR | +5% |
| davon Öl | 0 EUR | 0% |
| Wasser | 29.243 EUR | -32% |

* gegenüber dem Vorjahr

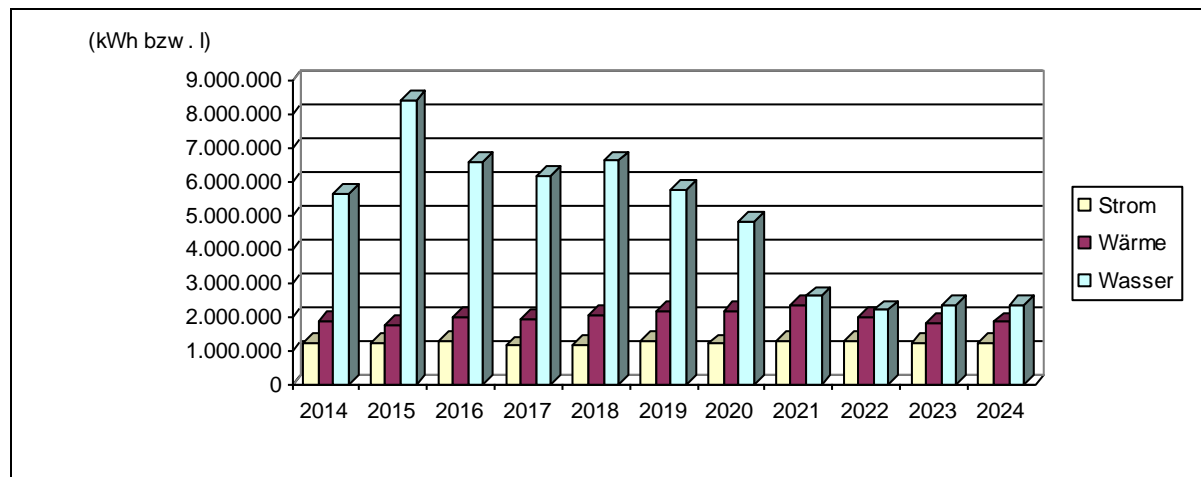
• Emissionen 2024

| | Kohlendioxid CO ₂ [kg] | Schwefeldioxid SO ₂ [kg] | Stickoxid NO _x [kg] | Staub [kg] |
|--------------|---|---|--------------------------------------|---------------|
| Strom | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Wärme | 294.247,8 | 3,4 | 221,4 | 0,5 |
| davon Gas | 293.898,1 | 3,1 | 221,2 | 0,5 |
| davon Öl | 349,7 | 0,3 | 0,2 | 0,0 |

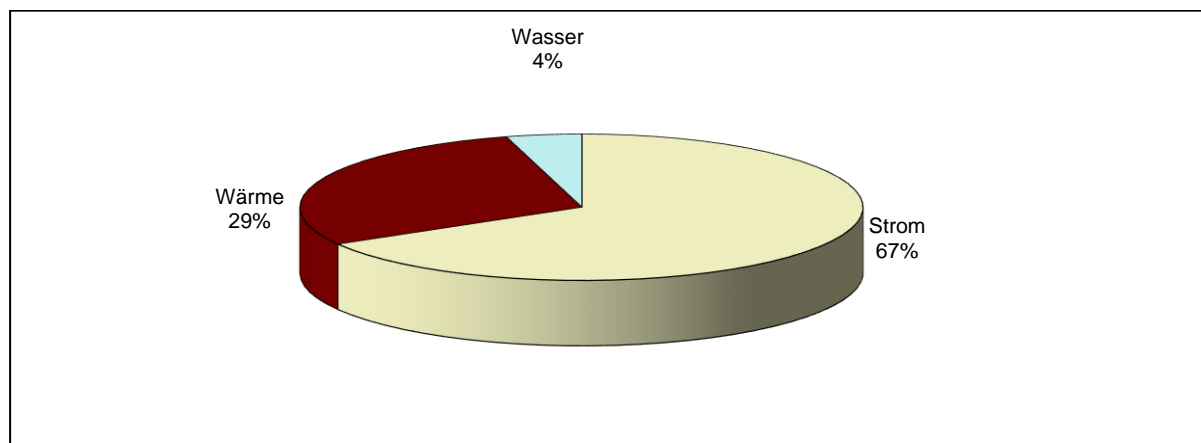
• Verbrauchskennwerte 2024



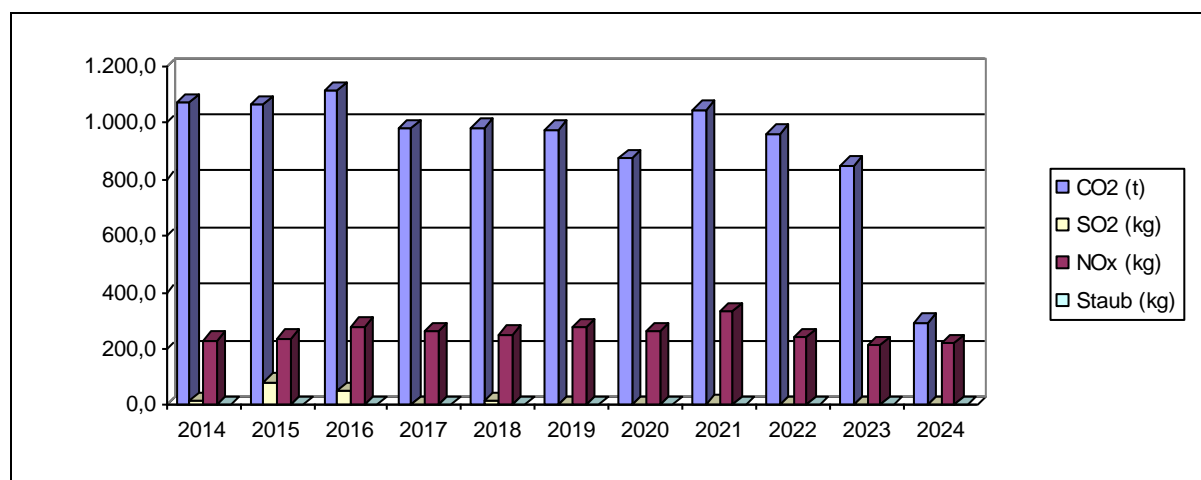
- **Entwicklung der Energieverbräuche (Wärme witterungsbereinigt)**
Objekt: 01 Landratsamt



- **Kostenstruktur 2024**

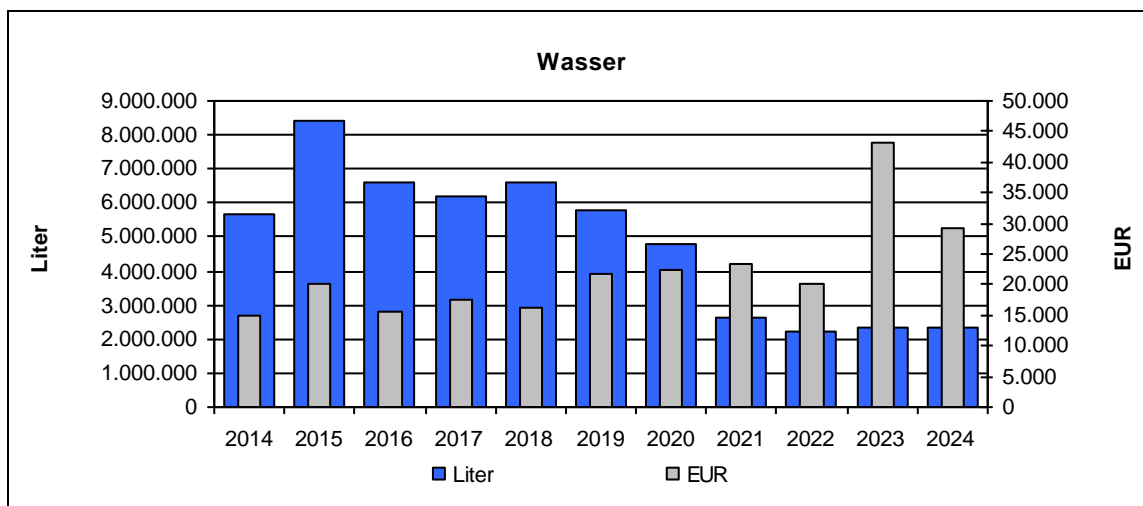
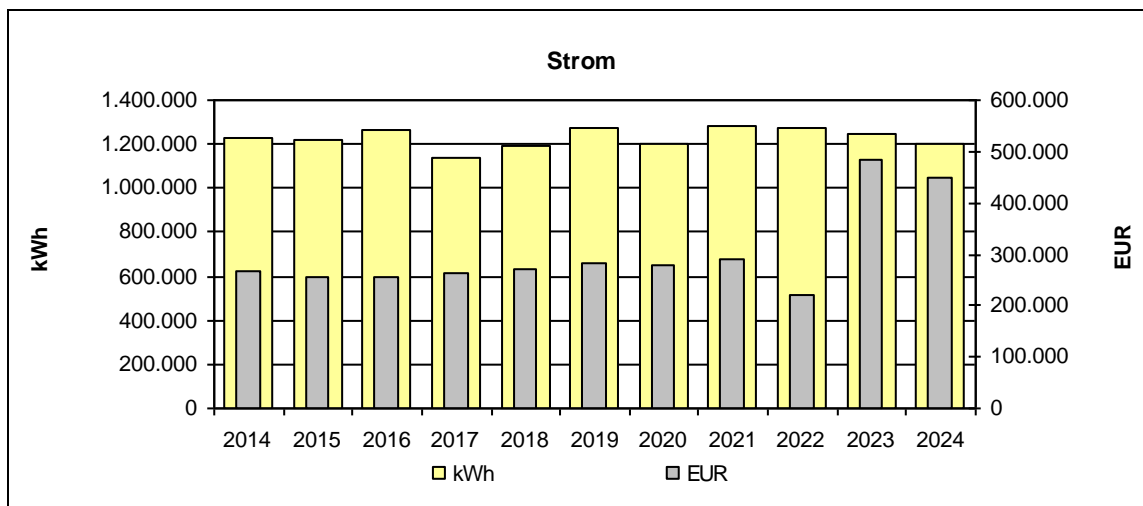
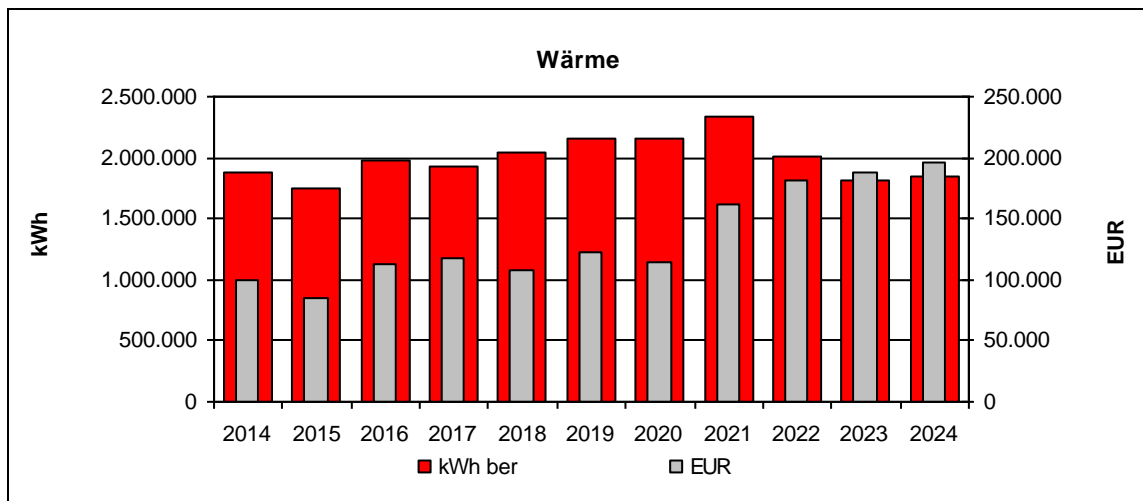


- **Entwicklung der Emissionen**



- **Jahreswerte 2014 – 2024**

Objekt: 01 Landratsamt



4.2 02 SM Bonfeld

• Verbräuche 2024

| | Verbrauch | Veränderung* | Kennwert | Veränderung* |
|---------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| Strom | 47.985 kWh | +2% | 16 kWh/m²a | +2% |
| Wärme unber. | 112.911 kWh | +3% | | |
| davon Gas | 112.911 kWh | +3% | | |
| Wärme ber. | 134.450 kWh | +2% | 44 kWh/m²a | +2% |
| Wasser | 202 m³ | -94% | 0,07 m³/m²a | -94% |

* gegenüber dem Vorjahr

• Kosten 2024

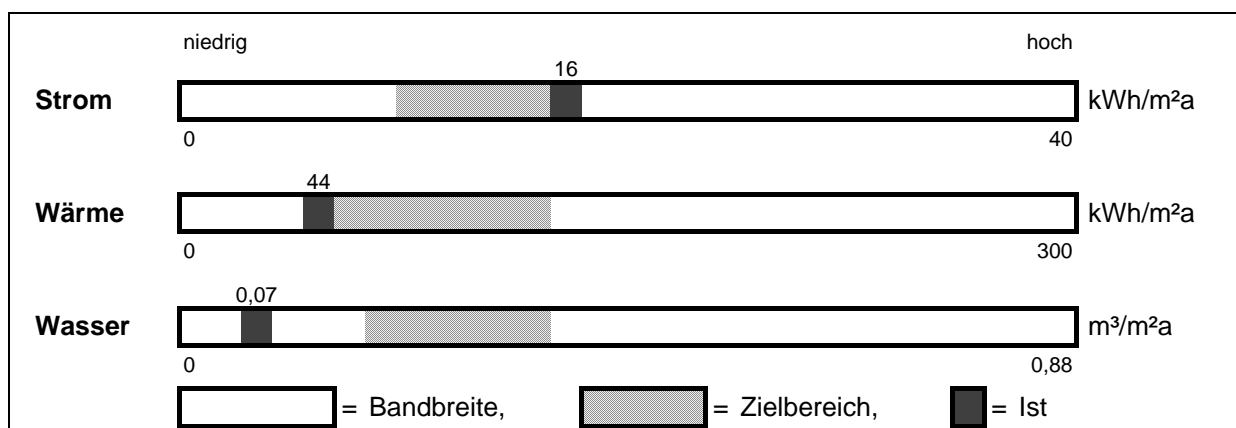
| | Absolut | Veränderung* |
|---------------|------------|--------------|
| Strom | 565 EUR | -95% |
| Wärme | 17.966 EUR | +2% |
| davon Gas | 17.966 EUR | +2% |
| Wasser | 4.714 EUR | -61% |

* gegenüber dem Vorjahr

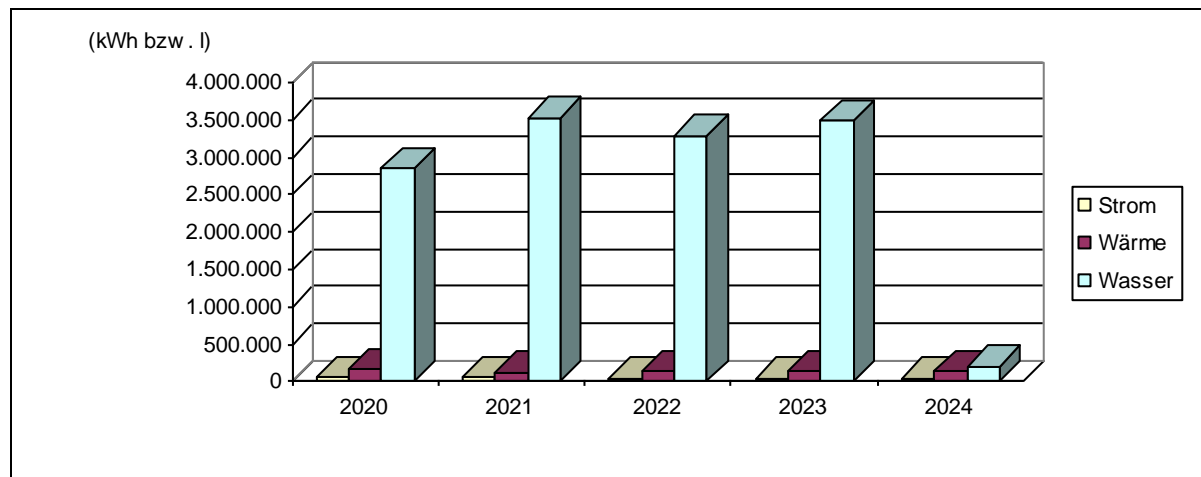
• Emissionen 2024

| | Kohlendioxid CO ₂ [kg] | Schwefeldioxid SO ₂ [kg] | Stickoxid NO _x [kg] | Staub [kg] |
|--------------|---|---|--------------------------------------|---------------|
| Strom | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Wärme | 21.453,1 | 0,2 | 16,1 | 0,0 |
| davon Gas | 21.453,1 | 0,2 | 16,1 | 0,0 |

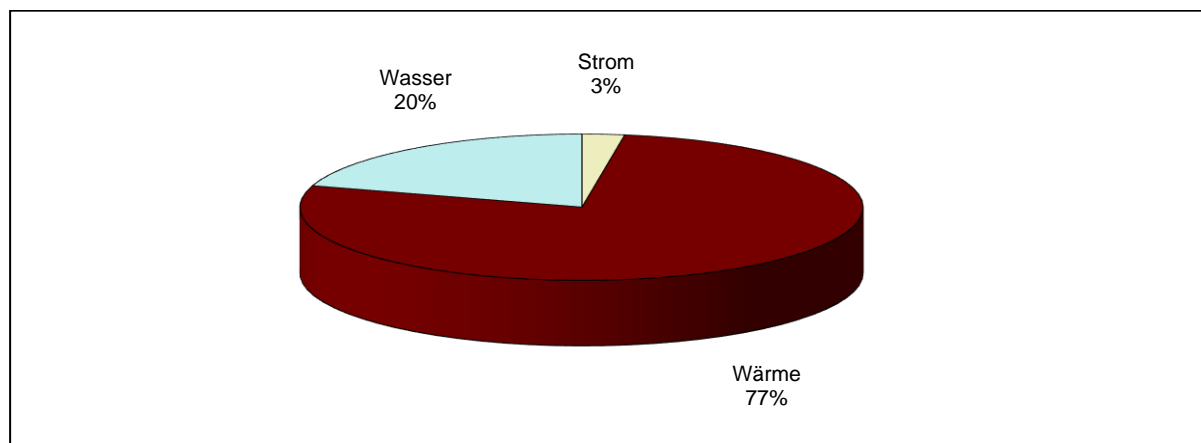
• Verbrauchskennwerte 2024



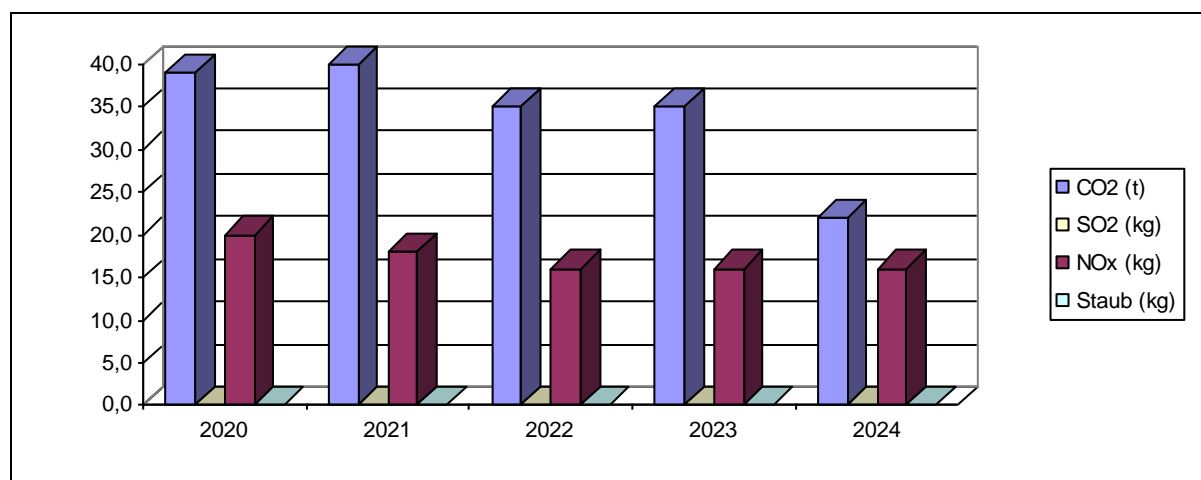
- **Entwicklung der Energieverbräuche (Wärme witterungsbereinigt)**
Objekt: 02 SM Bonfeld



- **Kostenstruktur 2024**

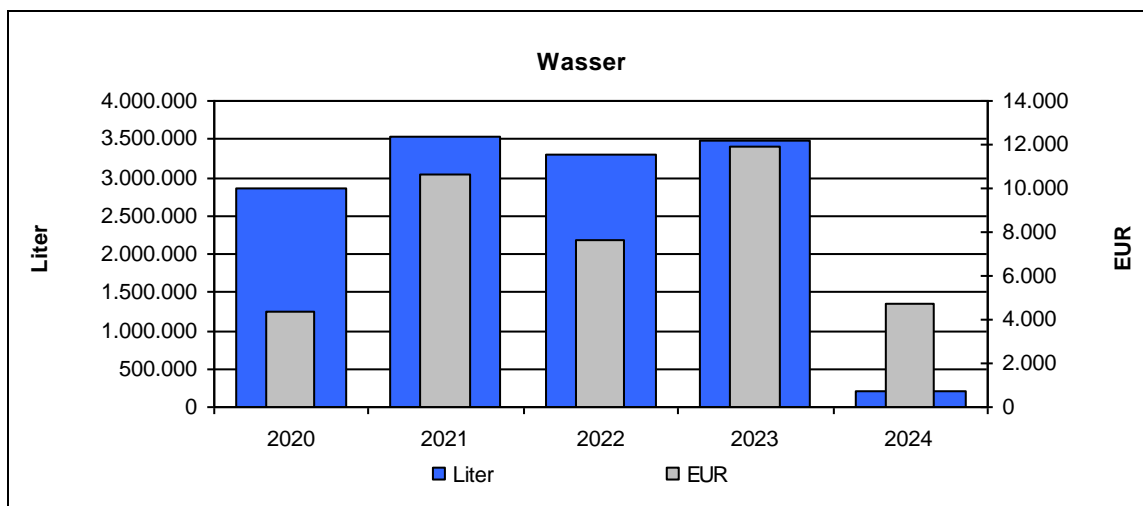
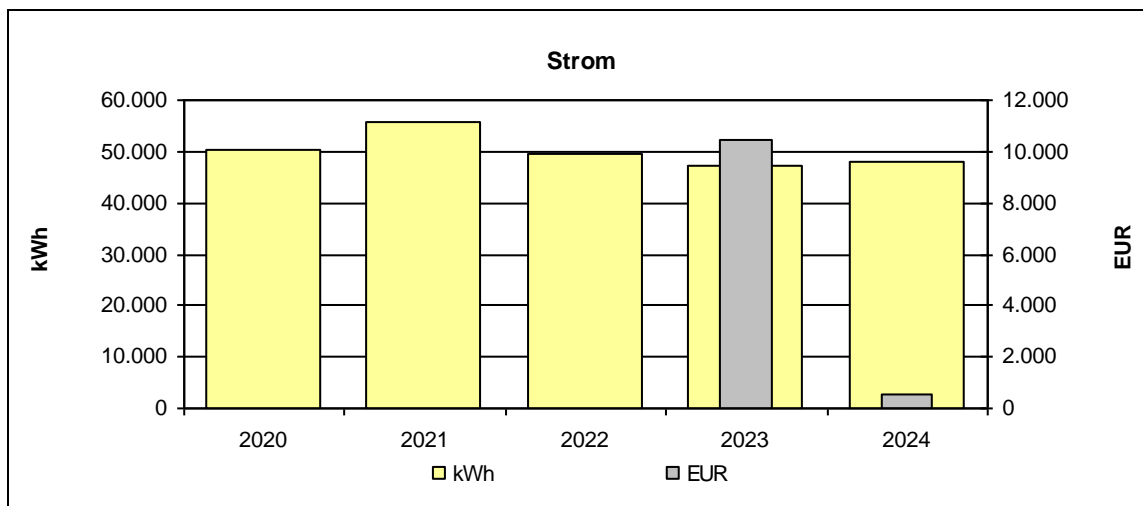
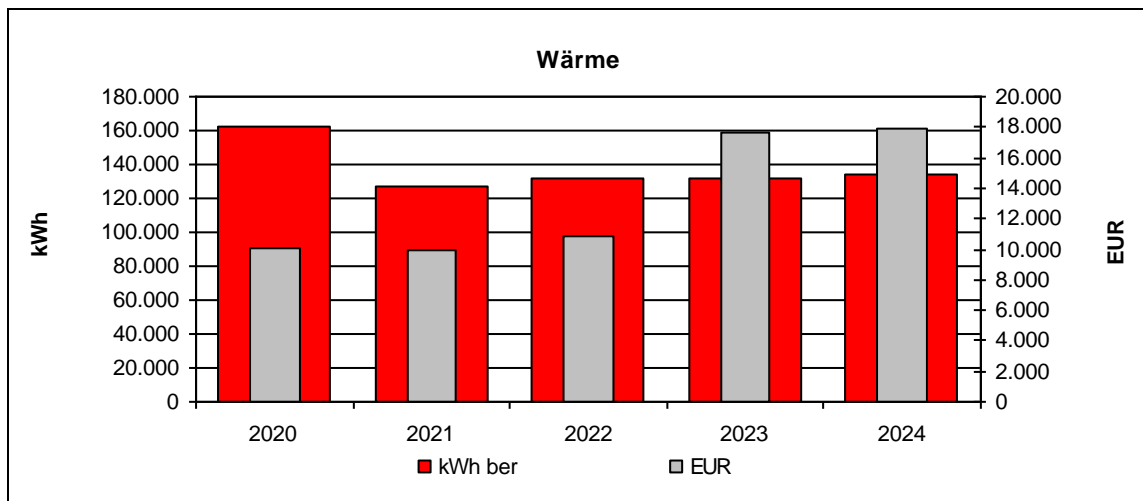


- **Entwicklung der Emissionen**



- Jahreswerte 2014 – 2024

Objekt: 02 SM Bonfeld



4.3 03 Kreisberufsschulzentrum

• Verbräuche 2024

| | Verbrauch | Veränderung* | Kennwert | Veränderung* |
|----------------------------------|---------------|--------------|-------------|--------------|
| Strom | 781.011 kWh | +2% | 27 kWh/m²a | +2% |
| Wärme unber. | 2.645.109 kWh | +1% | | |
| davon Gas | 700.660 kWh | -1% | | |
| davon Öl | 180.967 kWh | +269% | | |
| davon Wärme (Holz-hackschnitzel) | 1.763.482 kWh | -5% | | |
| Wärme ber. | 3.149.689 kWh | 0% | 109 kWh/m²a | 0% |
| Wasser | 4.950 m³ | -7% | 0,17 m³/m²a | -7% |

* gegenüber dem Vorjahr

• Kosten 2024

| | Absolut | Veränderung* |
|----------------------------------|-------------|--------------|
| Strom | 183.066 EUR | +12% |
| Wärme | 279.781 EUR | +22% |
| davon Gas | 144.679 EUR | +34% |
| davon Öl | 18.998 EUR | +236% |
| davon Wärme (Holz-hackschnitzel) | 116.104 EUR | +1% |
| Wasser | 38.777 EUR | -1% |

* gegenüber dem Vorjahr

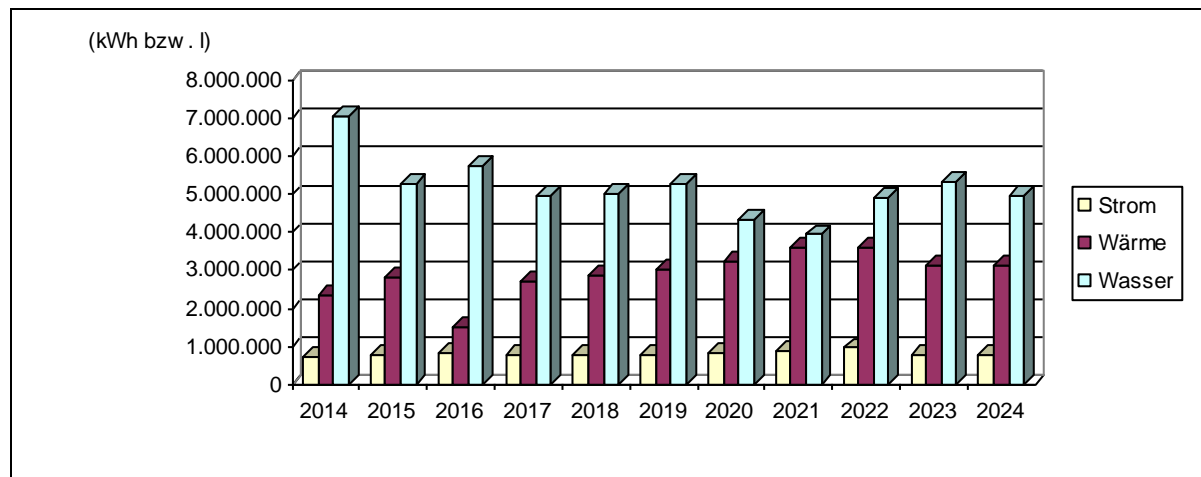
• Emissionen 2024

| | Kohlendioxid CO ₂ [kg] | Schwefeldioxid SO ₂ [kg] | Stickoxid NO _x [kg] | Staub [kg] |
|----------------------------------|---|---|--------------------------------------|---------------|
| Strom | 63.752,4 | 0,7 | 48,0 | 0,1 |
| Wärme | 224.402,4 | 529,8 | 1.314,3 | 900,4 |
| davon Gas | 133.125,4 | 1,4 | 100,2 | 0,2 |
| davon Öl | 52.480,4 | 52,3 | 32,6 | 0,8 |
| davon Wärme (Holz-hackschnitzel) | 38.796,6 | 476,1 | 1.181,5 | 899,4 |

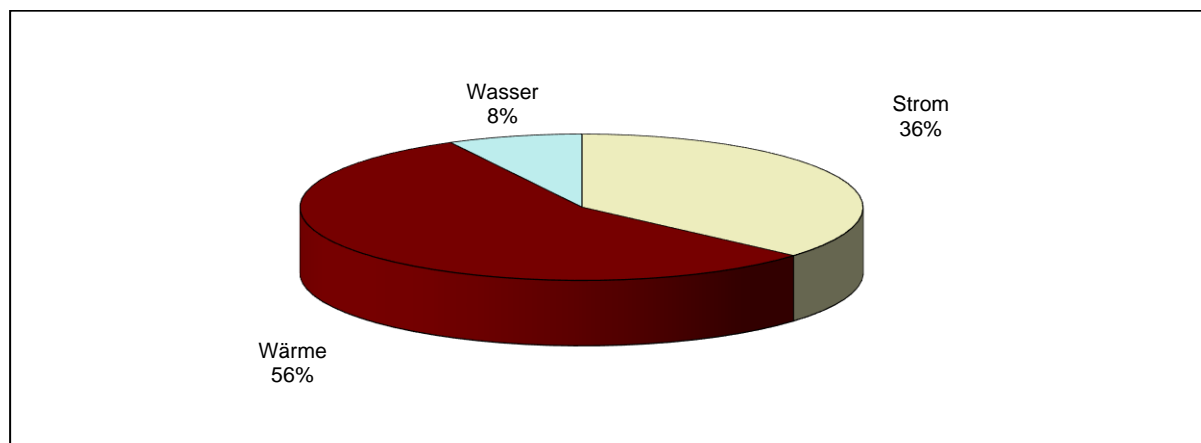
• Verbrauchskennwerte 2024



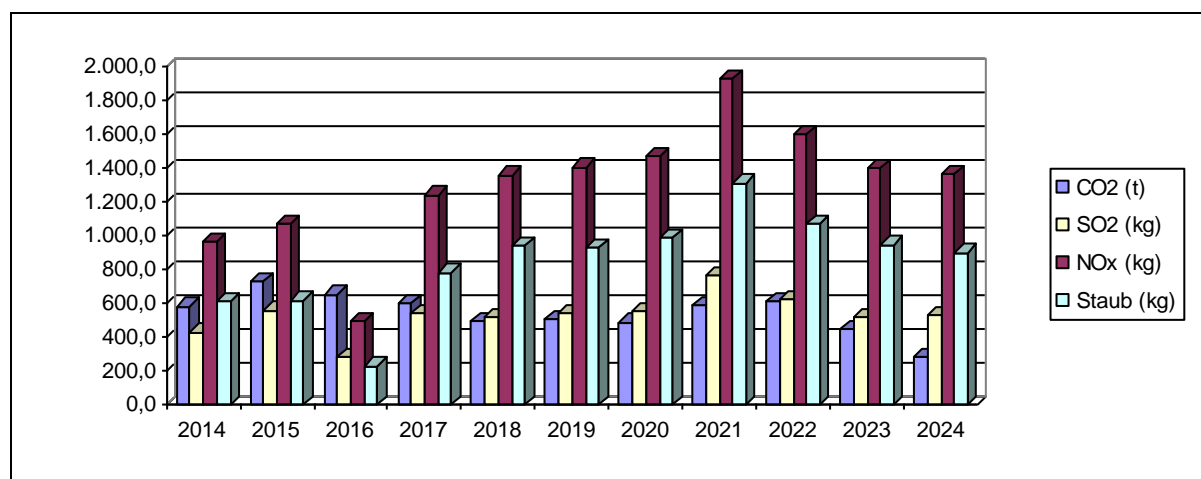
- **Entwicklung der Energieverbräuche (Wärme witterungsbereinigt)**
Objekt: 03 Kreisberufsschulzentrum



- **Kostenstruktur 2024**

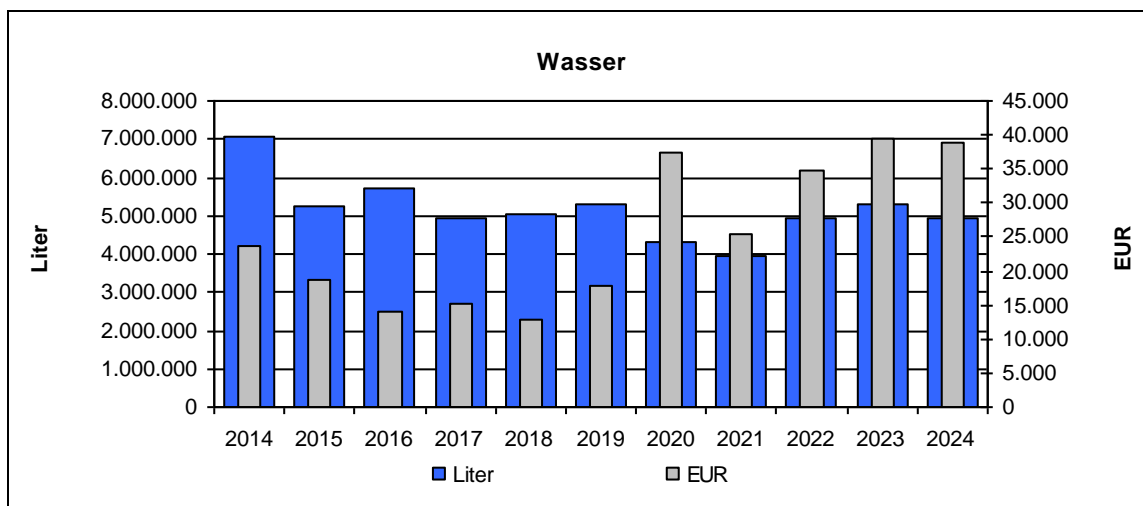
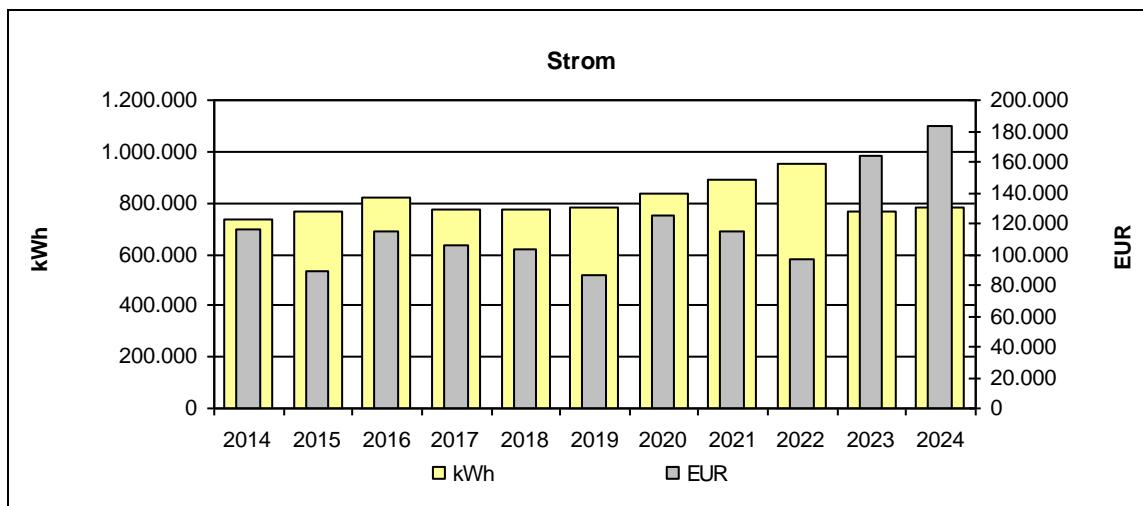
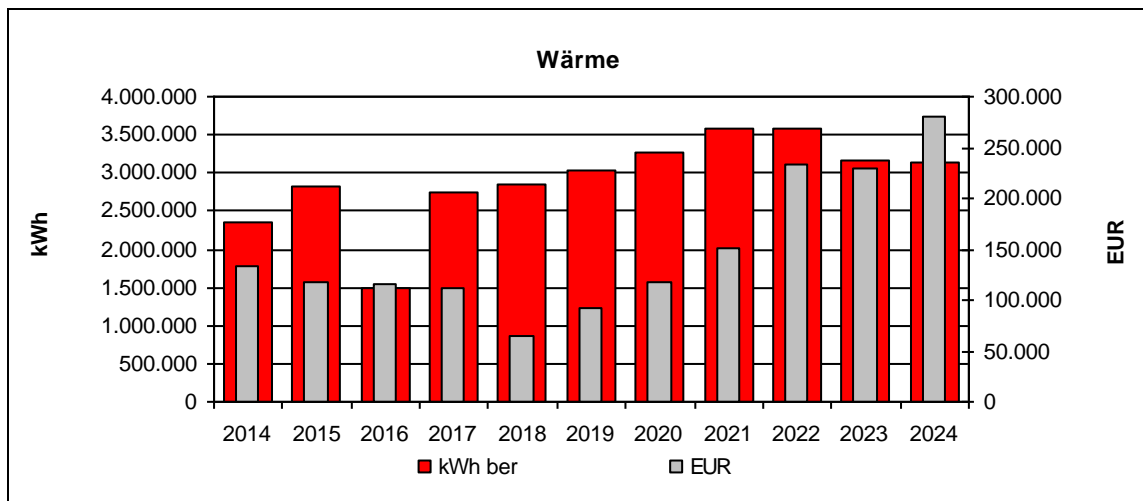


- **Entwicklung der Emissionen**



- Jahreswerte 2014 – 2024**

Objekt: 03 Kreisberufsschulzentrum



4.4 04 Kaywaldschule

• Verbräuche 2024

| | Verbrauch | Veränderung* | Kennwert | Veränderung* |
|---------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| Strom | 146.551 kWh | -9% | 26 kWh/m²a | -9% |
| Wärme unber. | 502.747 kWh | +6% | | |
| davon Gas | 502.747 kWh | +6% | | |
| Wärme ber. | 598.651 kWh | +5% | 106 kWh/m²a | +5% |
| Wasser | 2.703 m³ | +12% | 0,48 m³/m²a | +12% |

* gegenüber dem Vorjahr

• Kosten 2024

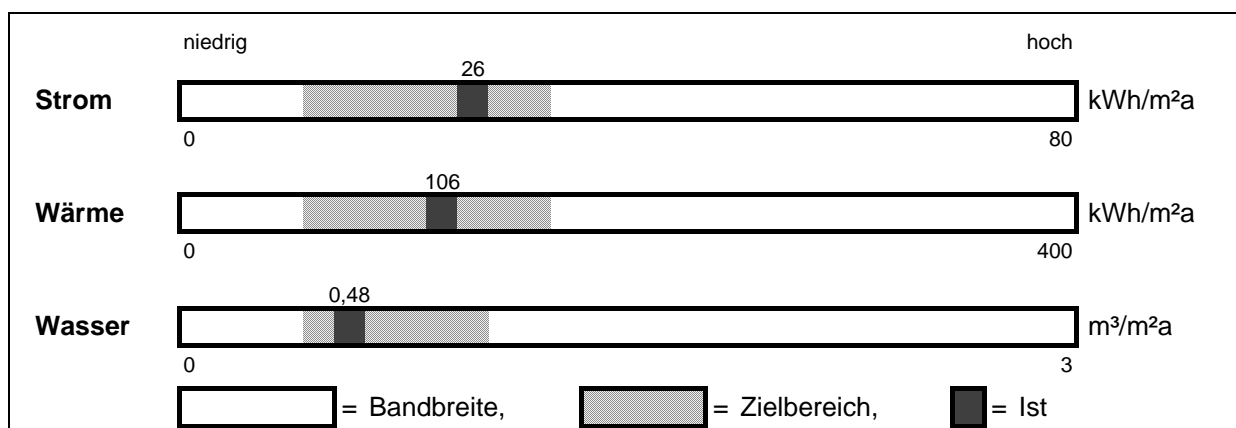
| | Absolut | Veränderung* |
|---------------|------------|--------------|
| Strom | 33.335 EUR | -15% |
| Wärme | 97.783 EUR | +125% |
| davon Gas | 97.783 EUR | +125% |
| Wasser | 13.328 EUR | +13% |

* gegenüber dem Vorjahr

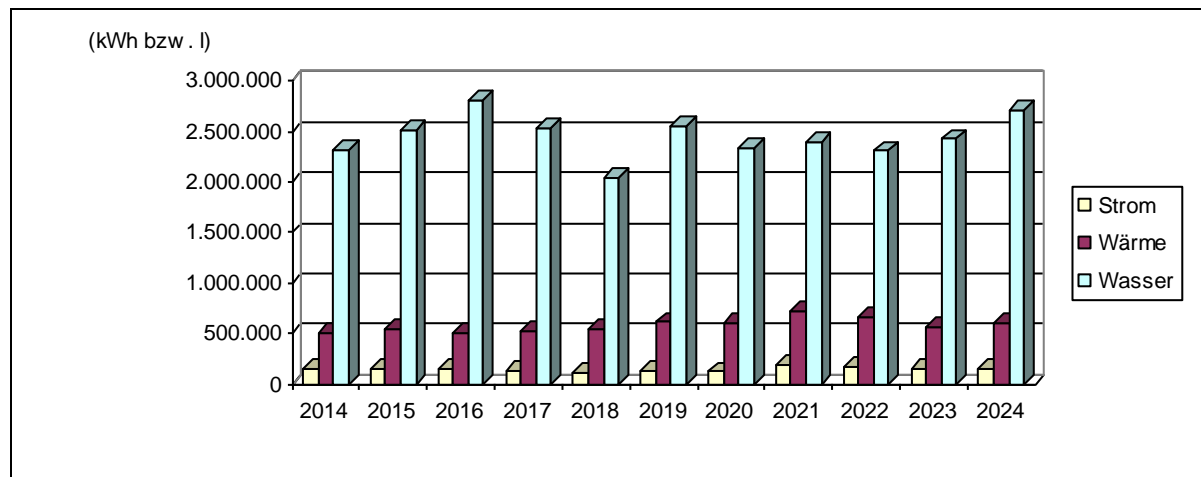
• Emissionen 2024

| | Kohlendioxid CO ₂ [kg] | Schwefeldioxid SO ₂ [kg] | Stickoxid NO _x [kg] | Staub [kg] |
|--------------|---|---|--------------------------------------|---------------|
| Strom | 11.989,6 | 0,1 | 9,0 | 0,0 |
| Wärme | 95.521,9 | 1,0 | 71,9 | 0,2 |
| davon Gas | 95.521,9 | 1,0 | 71,9 | 0,2 |

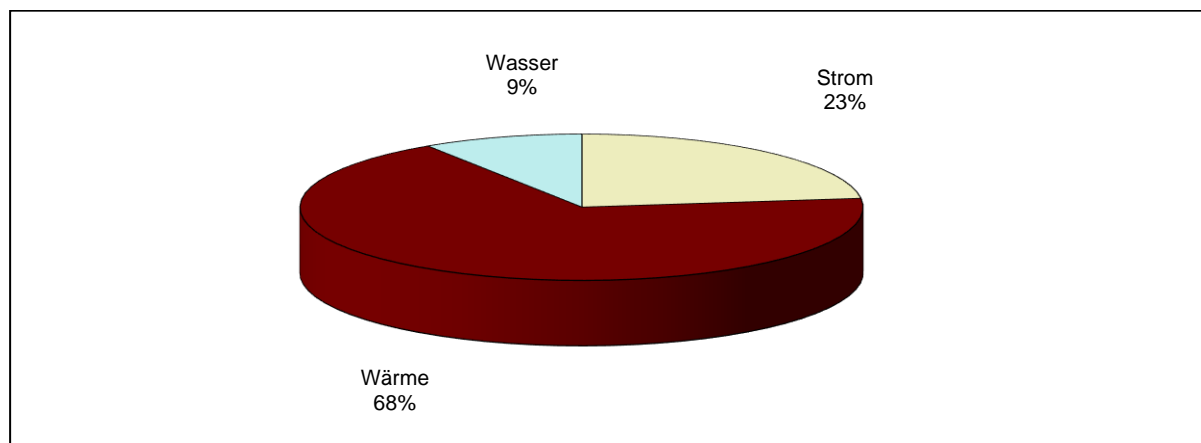
• Verbrauchskennwerte 2024



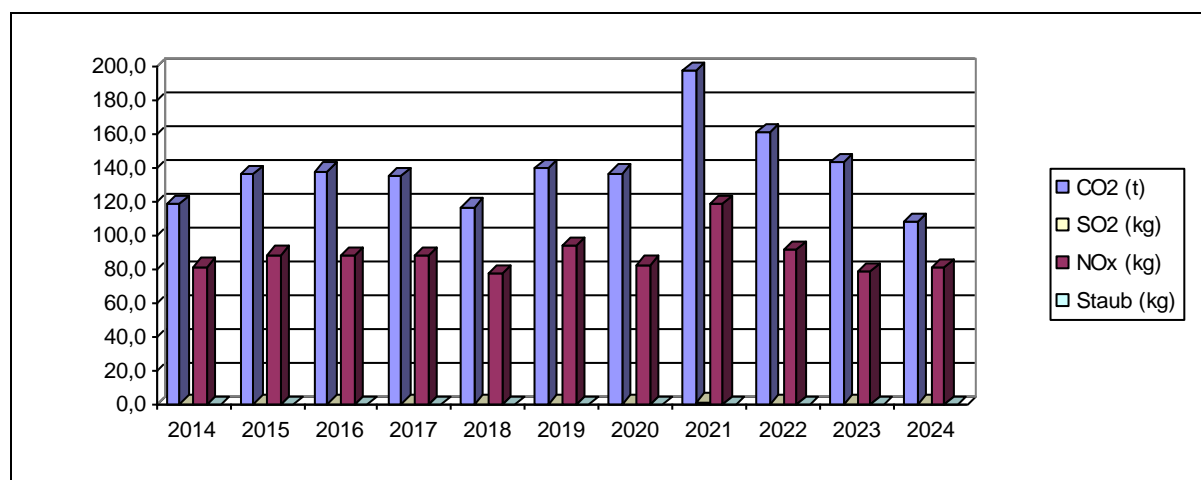
- **Entwicklung der Energieverbräuche (Wärme witterungsbereinigt)**
Objekt: 04 Kaywaldschule



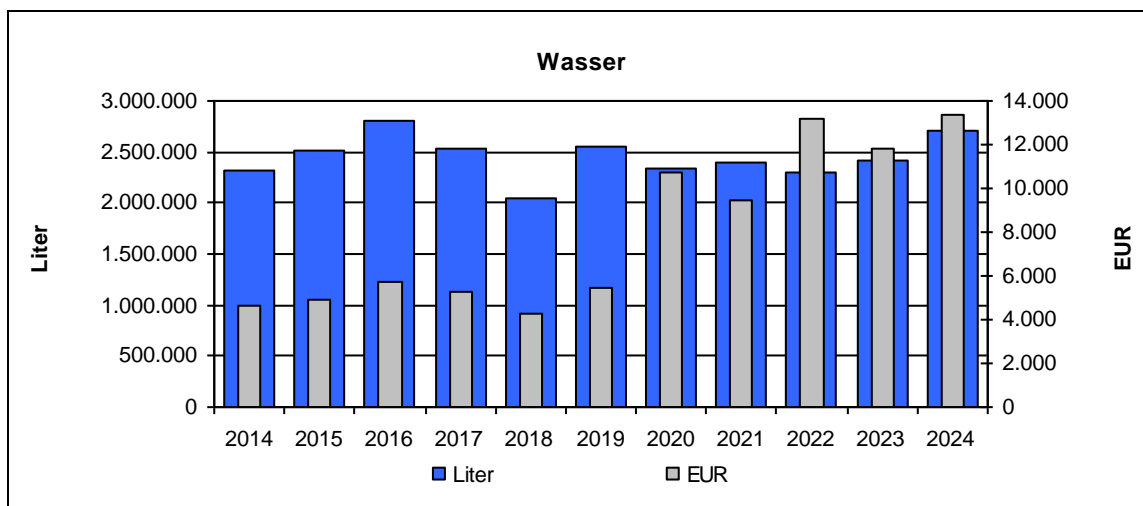
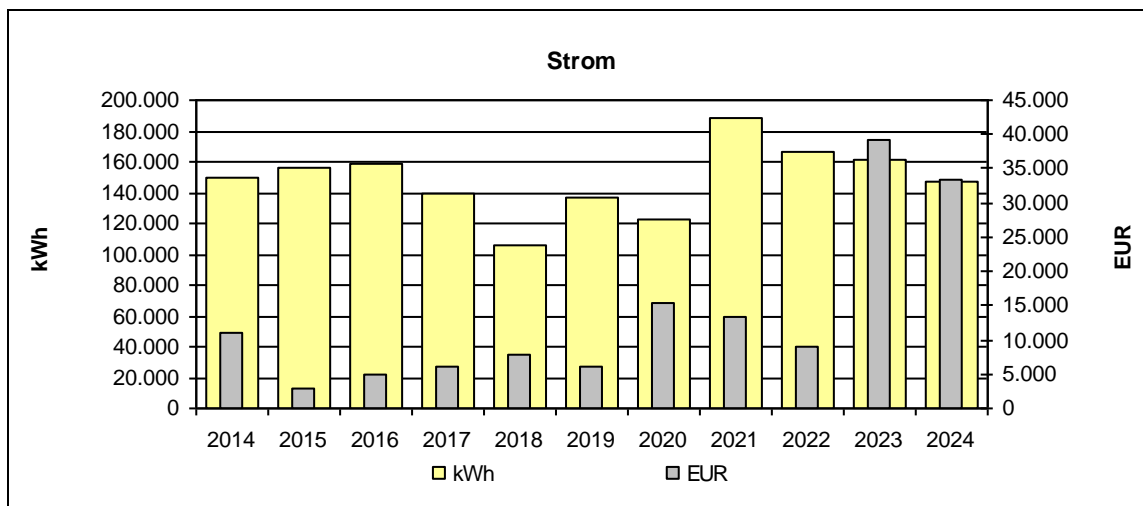
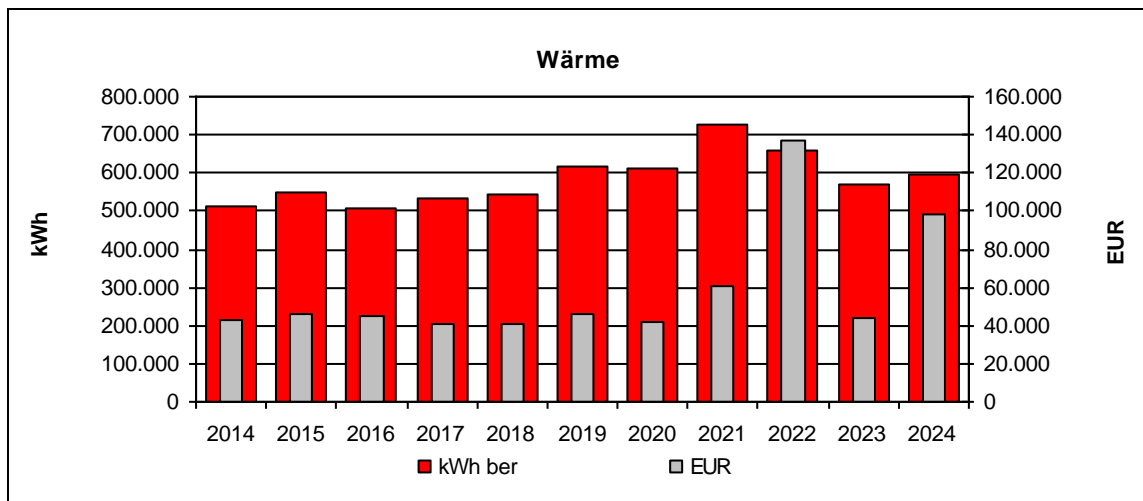
- **Kostenstruktur 2024**



- **Entwicklung der Emissionen**



• **Jahreswerte 2014 – 2024**
Objekt: 04 Kaywaldschule



4.5 05 Christian-Schmidt-Schule, Goethestraße

• Verbräuche 2024

| | Verbrauch | Veränderung* | Kennwert | Veränderung* |
|---------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| Strom | 78.701 kWh | -3% | 9 kWh/m²a | -3% |
| Wärme unber. | 611.625 kWh | +2% | | |
| davon Gas | 611.625 kWh | +2% | | |
| Wärme ber. | 728.298 kWh | +1% | 88 kWh/m²a | +1% |
| Wasser | 439 m³ | -21% | 0,05 m³/m²a | -21% |

* gegenüber dem Vorjahr

• Kosten 2024

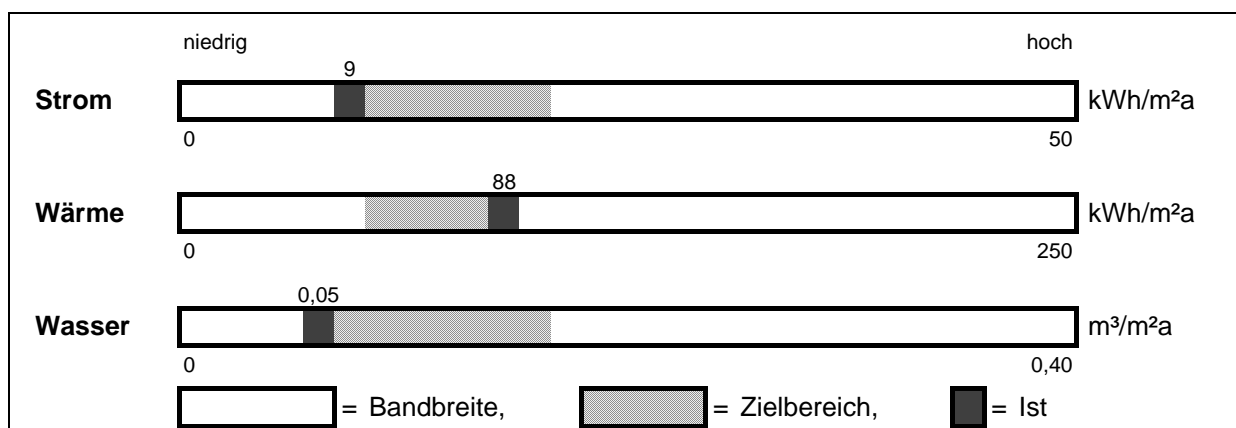
| | Absolut | Veränderung* |
|---------------|------------|--------------|
| Strom | 34.417 EUR | -3% |
| Wärme | 67.500 EUR | +18% |
| davon Gas | 67.500 EUR | +18% |
| Wasser | 2.740 EUR | +4% |

* gegenüber dem Vorjahr

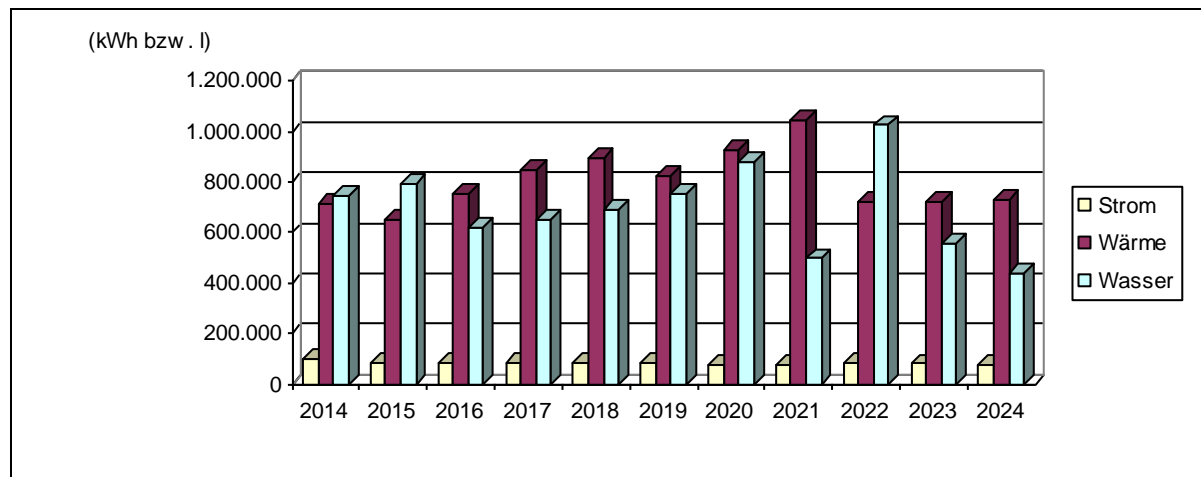
• Emissionen 2024

| | Kohlendioxid CO ₂ [kg] | Schwefeldioxid SO ₂ [kg] | Stickoxid NO _x [kg] | Staub [kg] |
|--------------|---|---|--------------------------------------|---------------|
| Strom | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Wärme | 116.208,8 | 1,2 | 87,5 | 0,2 |
| davon Gas | 116.208,8 | 1,2 | 87,5 | 0,2 |

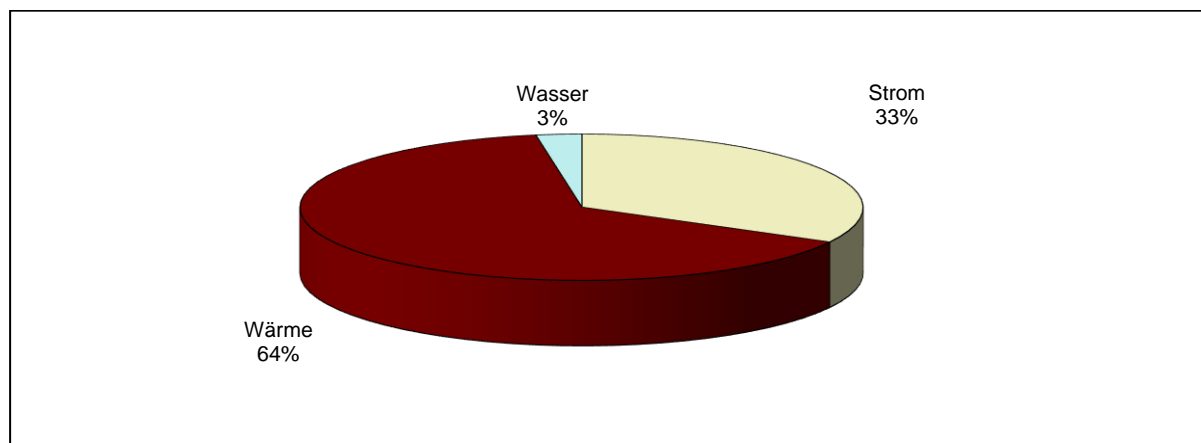
• Verbrauchskennwerte 2024



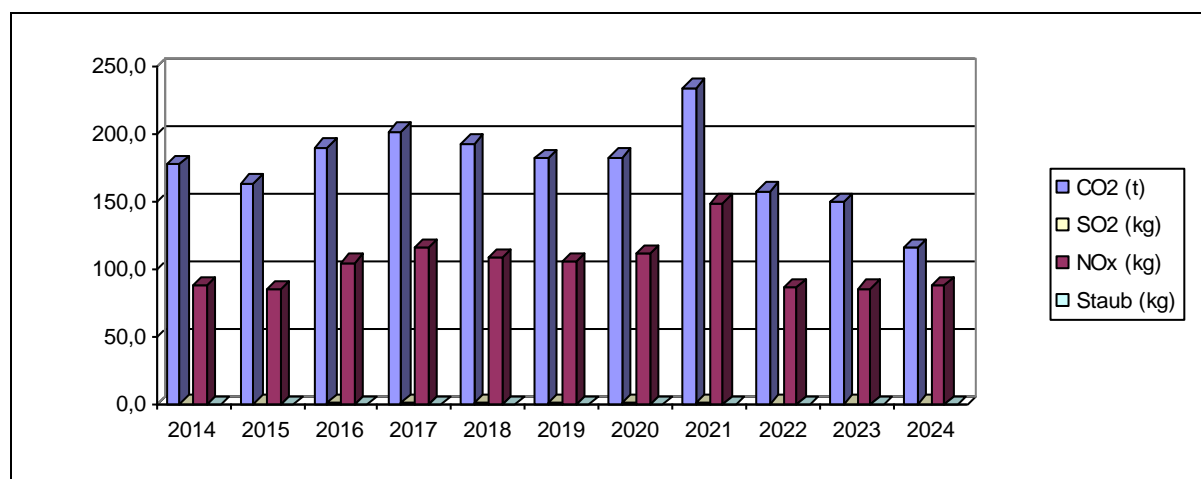
- **Entwicklung der Energieverbräuche (Wärme witterungsbereinigt)**
Objekt: 05 Christian-Schmidt-Schule, Goethestraße



- **Kostenstruktur 2024**

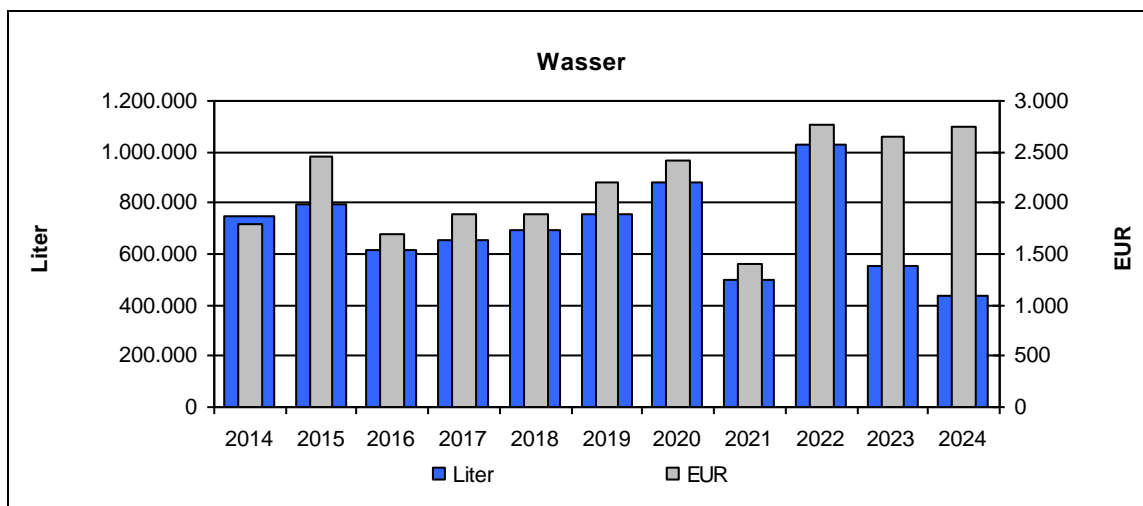
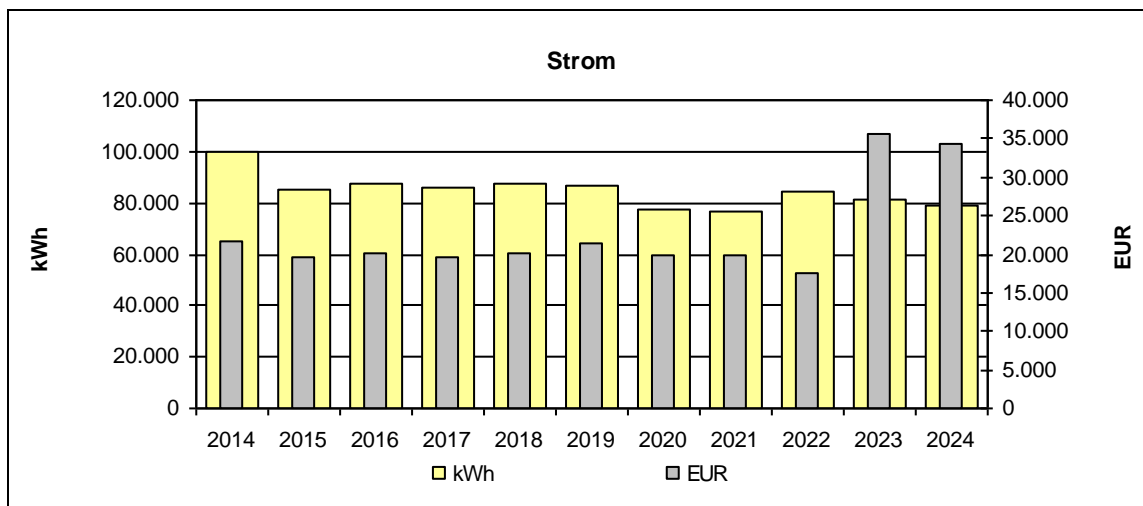
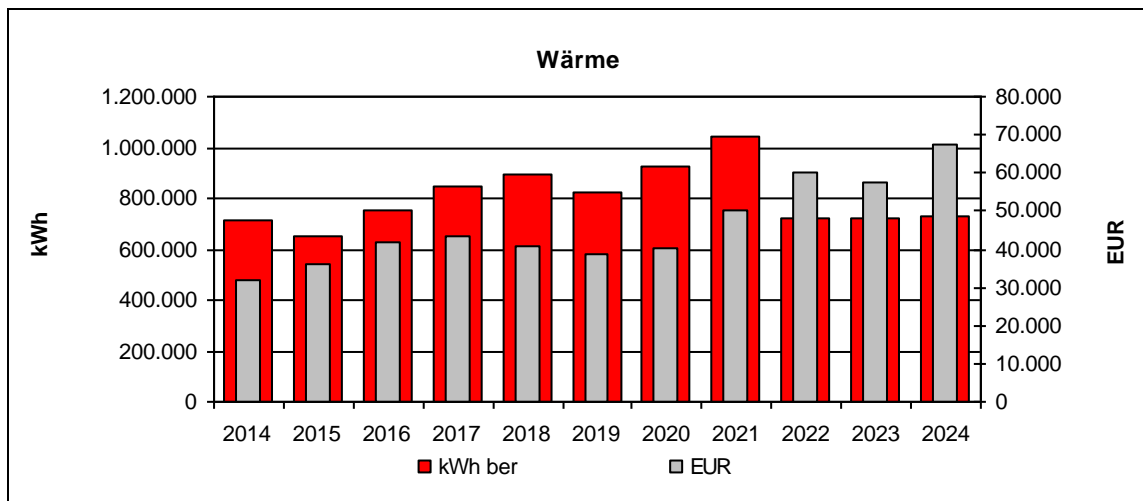


- **Entwicklung der Emissionen**



- Jahreswerte 2014 – 2024**

Objekt: 05 Christian-Schmidt-Schule, Goethestraße



4.6 06 Christian-Schmidt-Schule, Odenwaldstraße

• Verbräuche 2024

| | Verbrauch | Veränderung* | Kennwert | Veränderung* |
|-------------------------|---------------|--------------|-------------|--------------|
| Strom | 416.638 kWh | -20% | 32 kWh/m²a | -20% |
| Wärme unber. | 1.205.856 kWh | -11% | | |
| davon Abwärme Industrie | 1.205.856 kWh | -11% | | |
| Wärme ber. | 1.435.885 kWh | -12% | 109 kWh/m²a | -12% |
| Wasser | 1.654 m³ | -55% | 0,13 m³/m²a | -55% |

* gegenüber dem Vorjahr

• Kosten 2024

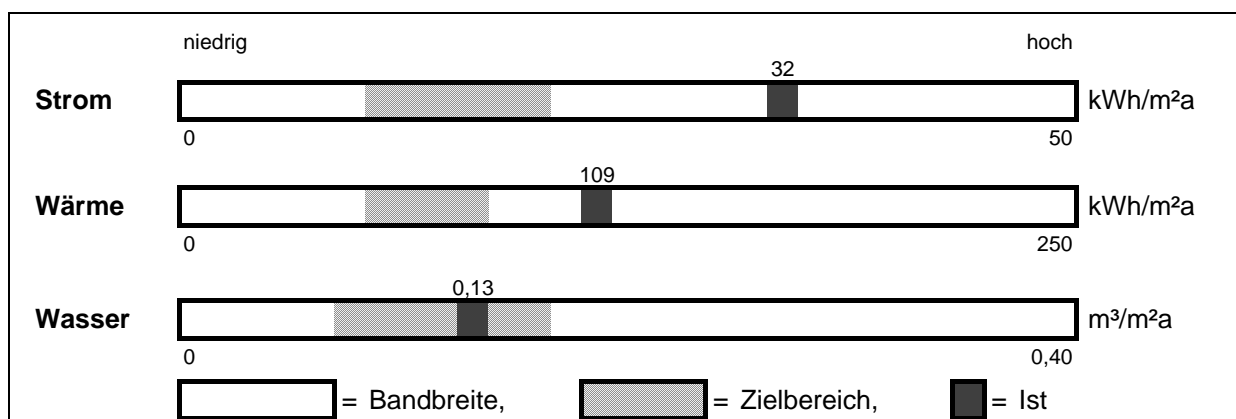
| | Absolut | Veränderung* |
|-------------------------|-------------|--------------|
| Strom | 156.883 EUR | -26% |
| Wärme | 180.416 EUR | +10% |
| davon Abwärme Industrie | 180.416 EUR | +10% |
| Wasser | 6.845 EUR | +3% |

* gegenüber dem Vorjahr

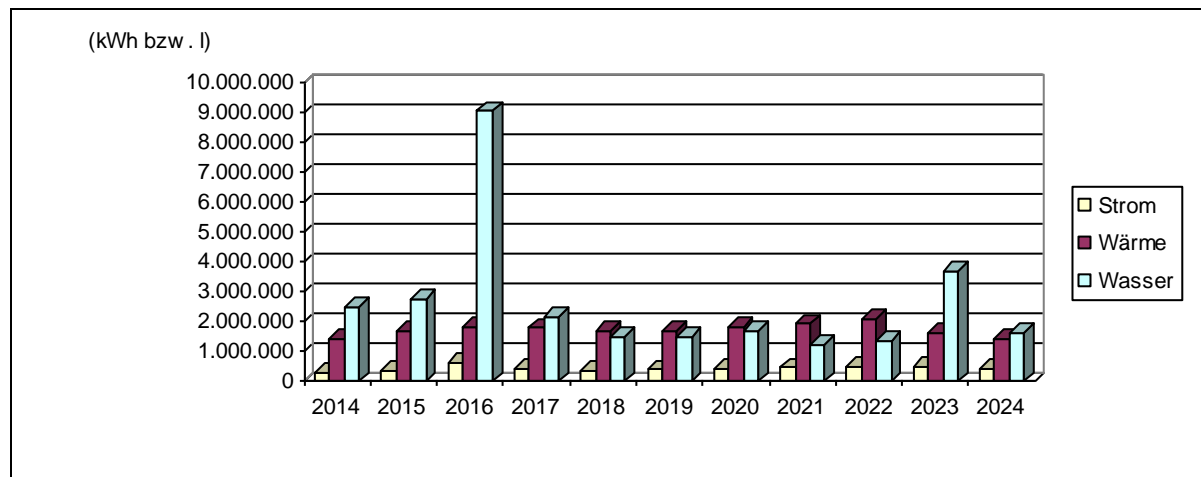
• Emissionen 2024

| | Kohlendioxid CO ₂ [kg] | Schwefeldioxid SO ₂ [kg] | Stickoxid NO _x [kg] | Staub [kg] |
|-------------------------|---|---|--------------------------------------|---------------|
| Strom | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Wärme | 271.317,6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| davon Abwärme Industrie | 271.317,6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

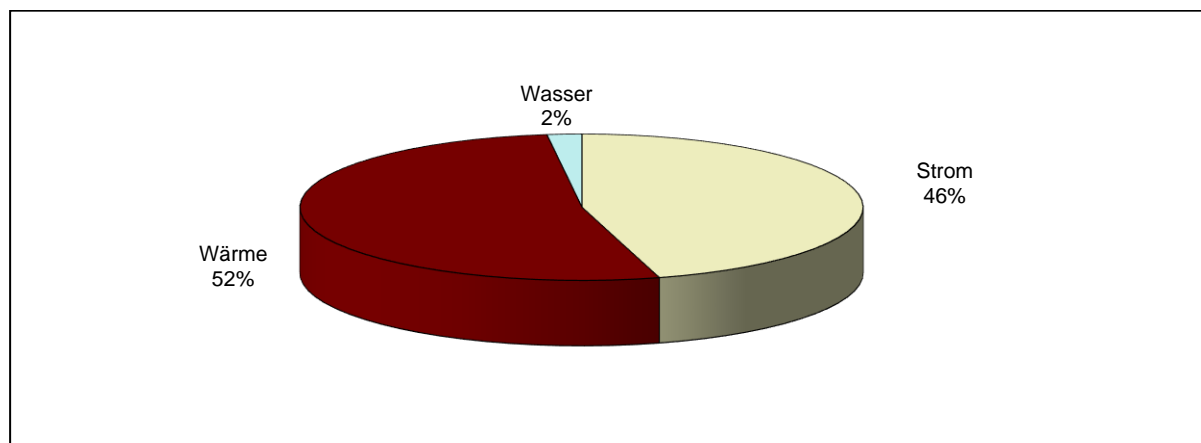
• Verbrauchskennwerte 2024



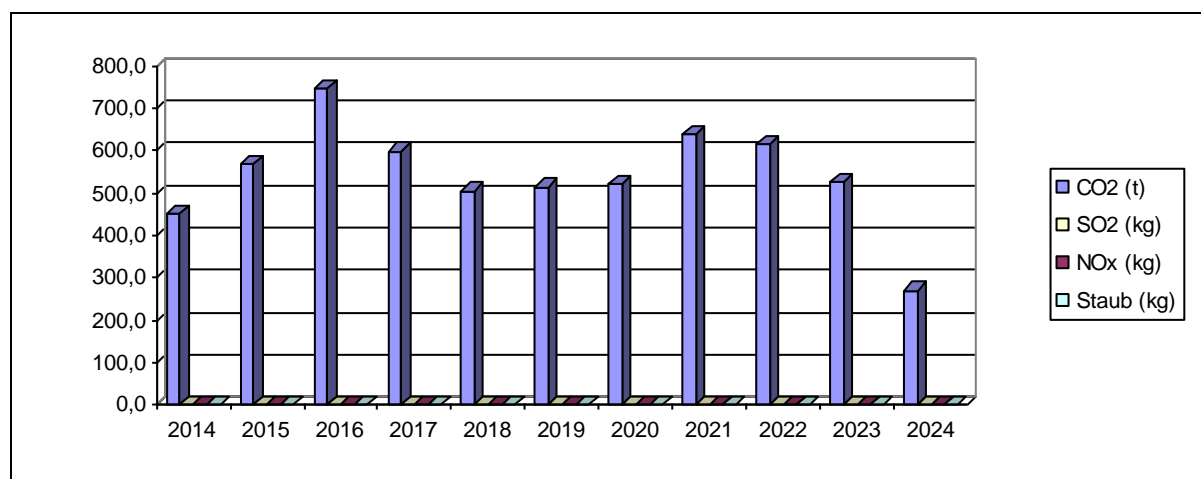
- **Entwicklung der Energieverbräuche (Wärme witterungsbereinigt)**
Objekt: 06 Christian-Schmidt-Schule, Odenwaldstraße



- **Kostenstruktur 2024**

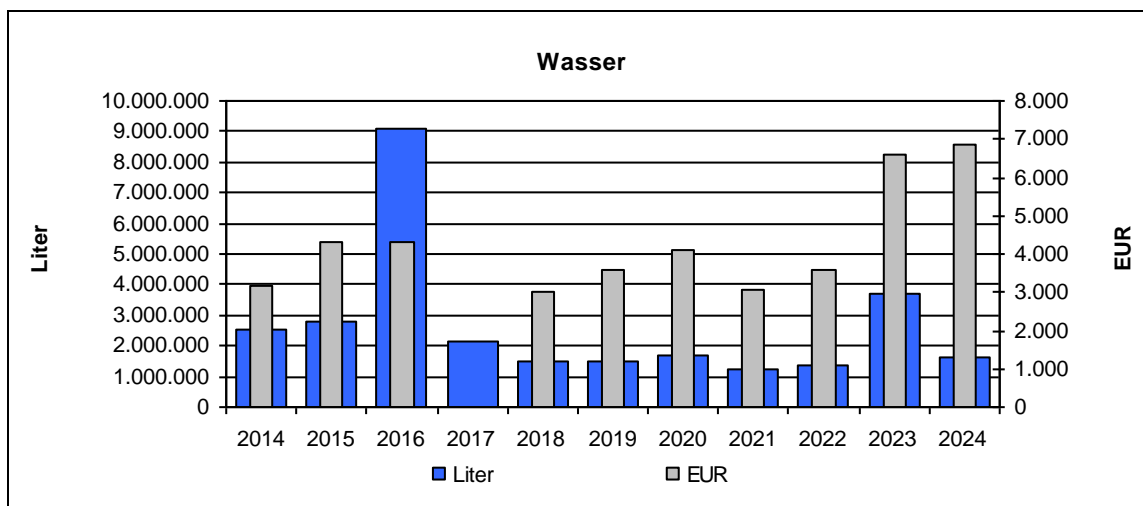
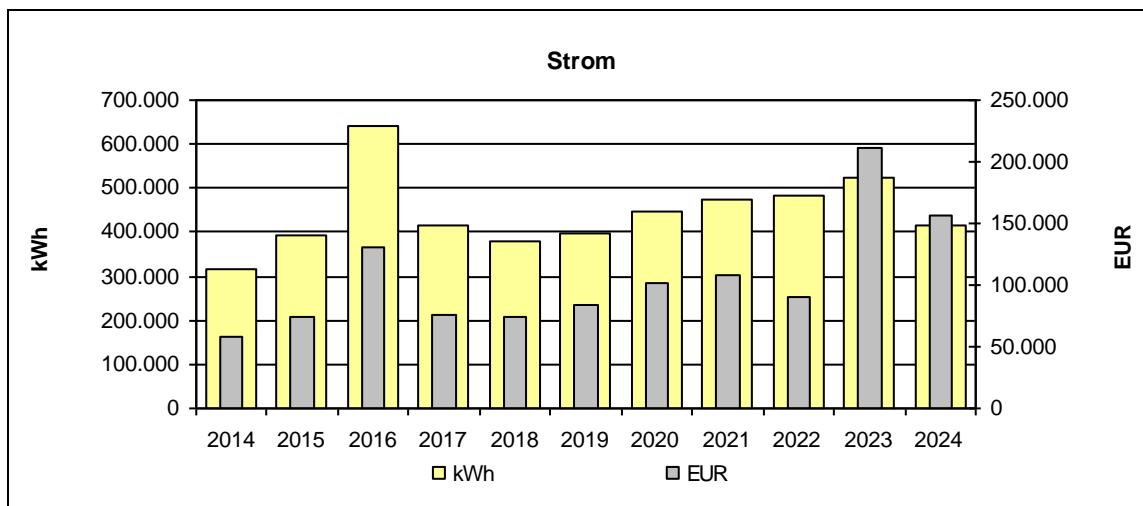
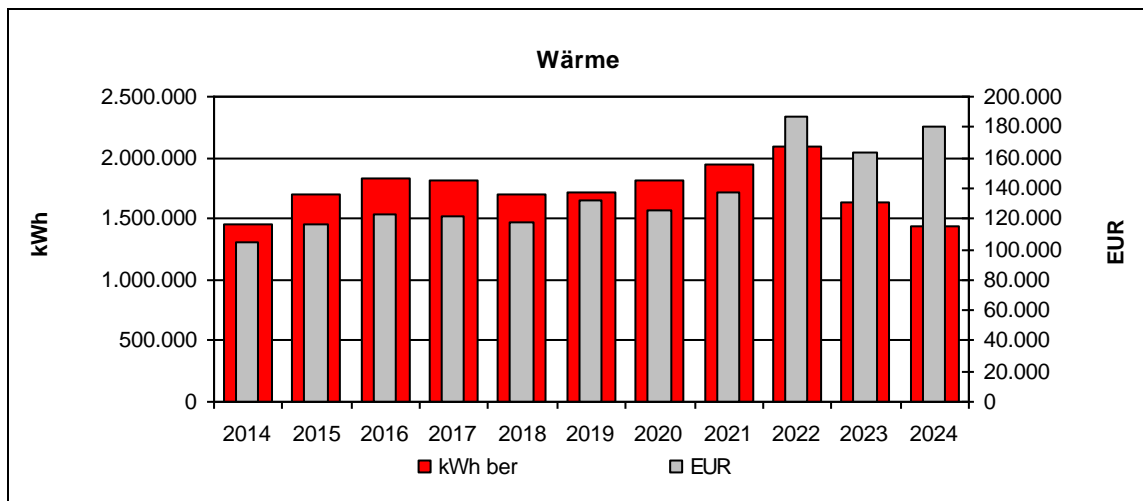


- **Entwicklung der Emissionen**



- Jahreswerte 2014 – 2024**

Objekt: 06 Christian-Schmidt-Schule, Odenwaldstraße



4.7 07 Astrid-Lindgren-Schule

• Verbräuche 2024

| | Verbrauch | Veränderung* | Kennwert | Veränderung* |
|---------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| Strom | 143.340 kWh | -4% | 20 kWh/m²a | -4% |
| Wärme unber. | 642.110 kWh | +6% | | |
| davon Gas | 642.110 kWh | +6% | | |
| Wärme ber. | 764.599 kWh | +5% | 108 kWh/m²a | +5% |
| Wasser | 2.359 m³ | +16% | 0,33 m³/m²a | +16% |

* gegenüber dem Vorjahr

• Kosten 2024

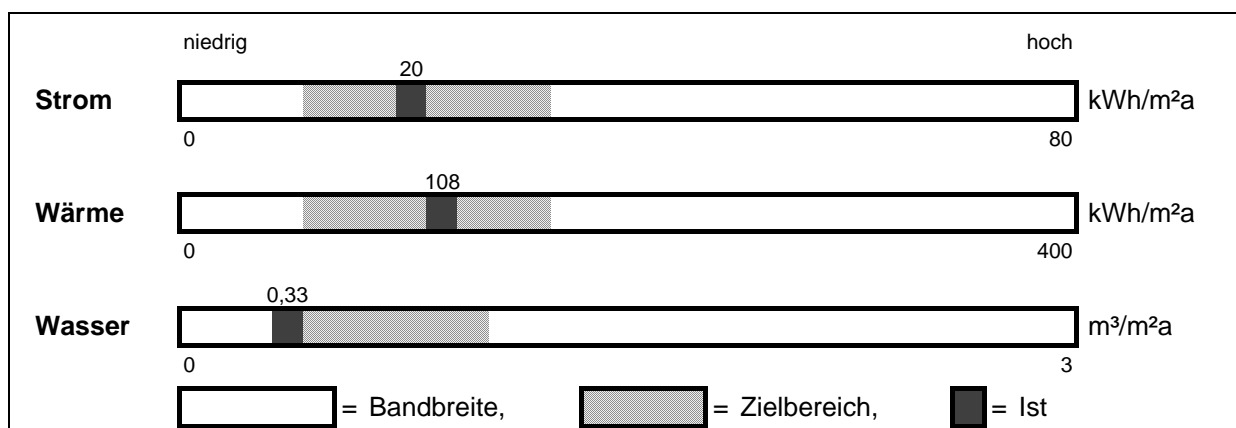
| | Absolut | Veränderung* |
|---------------|------------|--------------|
| Strom | 52.996 EUR | +170% |
| Wärme | 85.194 EUR | +16% |
| davon Gas | 85.194 EUR | +16% |
| Wasser | 10.721 EUR | +3% |

* gegenüber dem Vorjahr

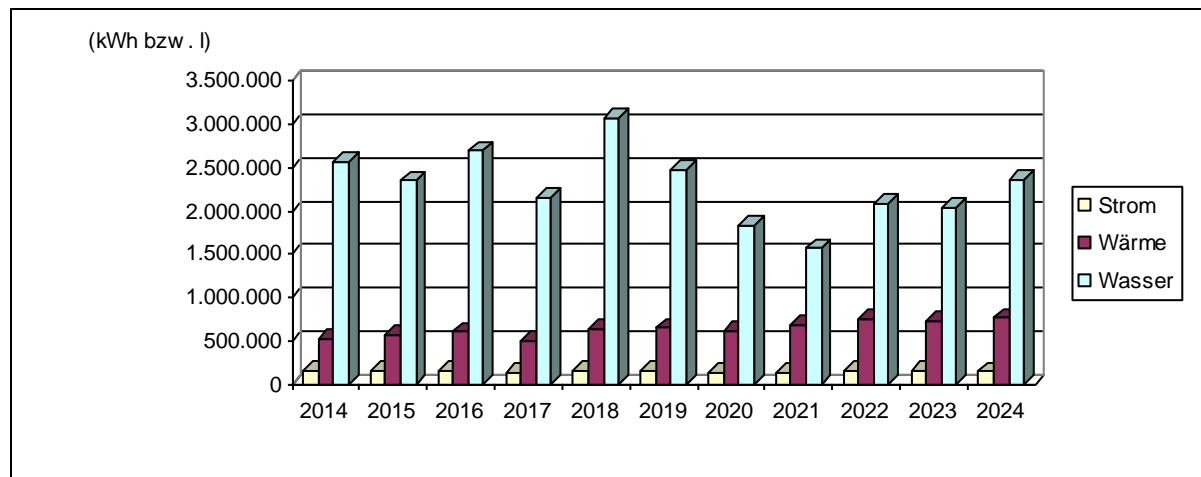
• Emissionen 2024

| | Kohlendioxid CO ₂ [kg] | Schwefeldioxid SO ₂ [kg] | Stickoxid NO _x [kg] | Staub [kg] |
|--------------|---|---|--------------------------------------|---------------|
| Strom | 2.674,1 | 0,0 | 2,0 | 0,0 |
| Wärme | 122.000,9 | 1,3 | 91,8 | 0,2 |
| davon Gas | 122.000,9 | 1,3 | 91,8 | 0,2 |

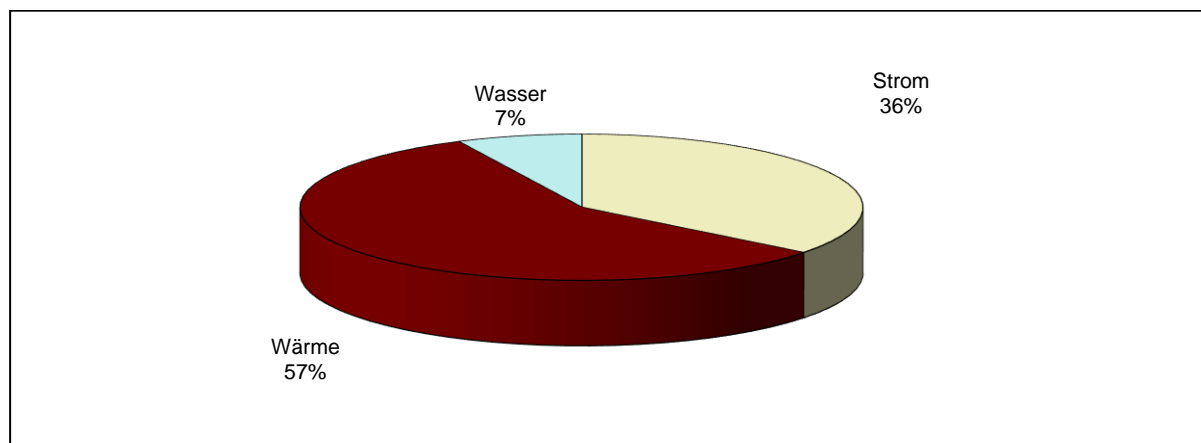
• Verbrauchskennwerte 2024



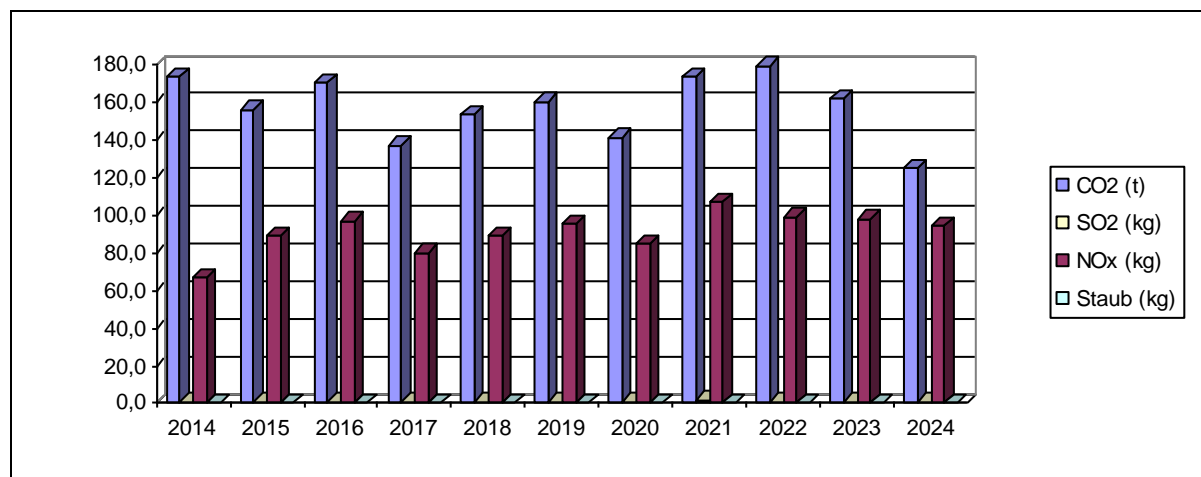
- **Entwicklung der Energieverbräuche (Wärme witterungsbereinigt)**
Objekt: 07 Astrid-Lindgren-Schule



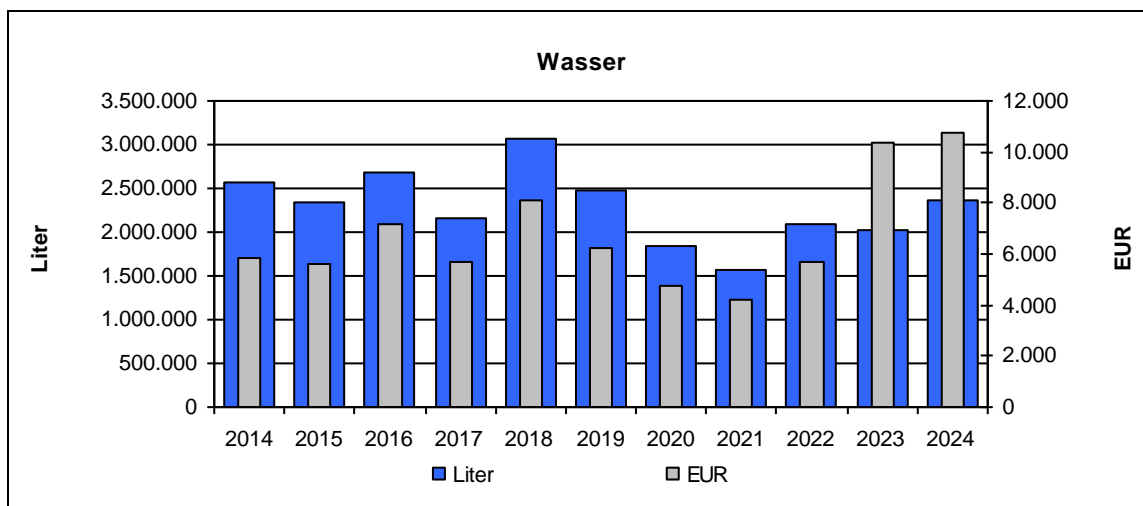
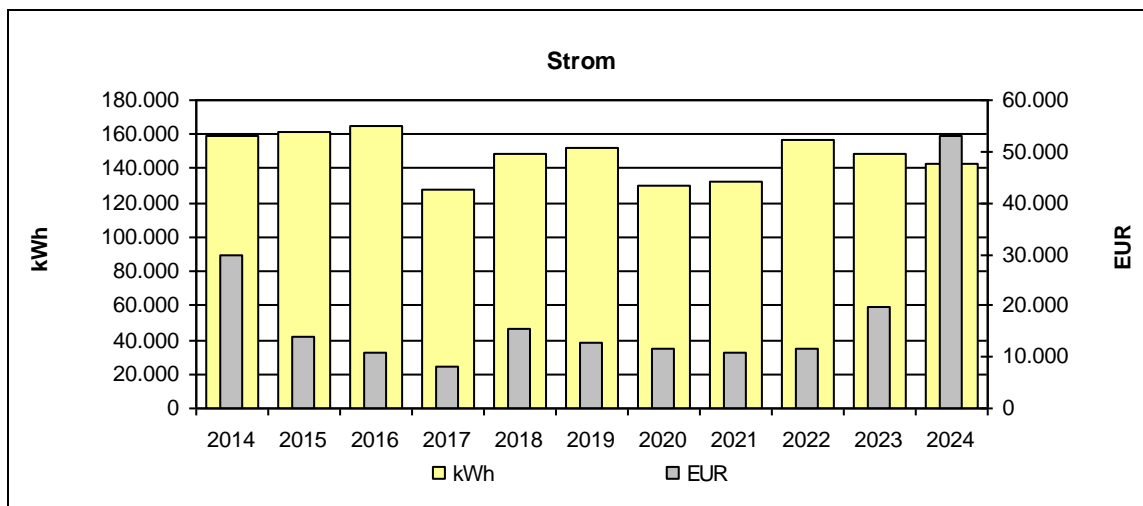
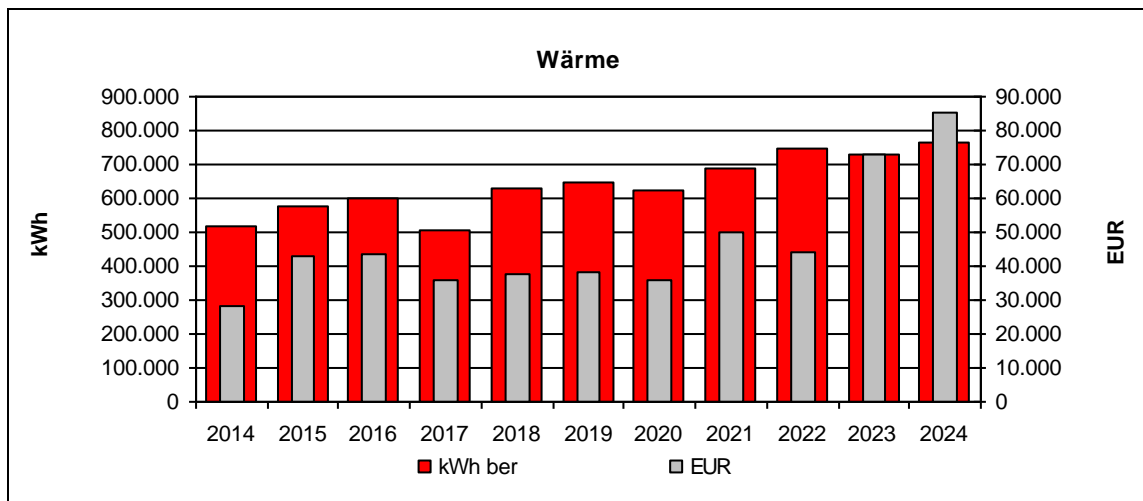
- **Kostenstruktur 2024**



- **Entwicklung der Emissionen**



• **Jahreswerte 2014 – 2024**
Objekt: 07 Astrid-Lindgren-Schule



4.8 08 Fachschule für Landwirtschaft

• Verbräuche 2024

| | Verbrauch | Veränderung* | Kennwert | Veränderung* |
|-------------------------|------------|--------------|-------------|--------------|
| Strom | 14.560 kWh | +57% | 10 kWh/m²a | +57% |
| Wärme unber. | 61.918 kWh | -15% | | |
| davon Gas | 0 kWh | 0% | | |
| davon Abwärme Industrie | 61.918 kWh | -15% | | |
| Wärme ber. | 73.729 kWh | -16% | 49 kWh/m²a | -16% |
| Wasser | 134 m³ | +49% | 0,09 m³/m²a | +49% |

* gegenüber dem Vorjahr

• Kosten 2024

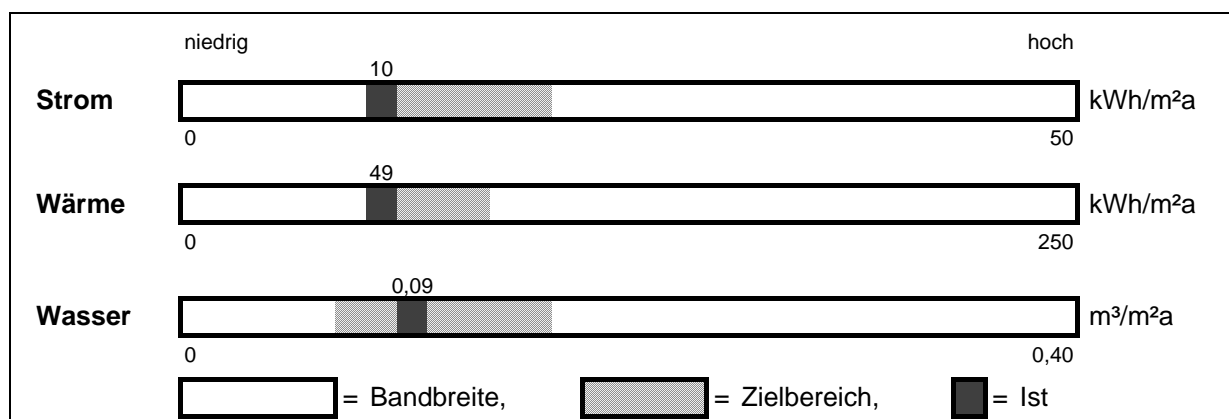
| | Absolut | Veränderung* |
|-------------------------|------------|--------------|
| Strom | 7.353 EUR | +39% |
| Wärme | 15.113 EUR | +24% |
| davon Gas | 201 EUR | +112% |
| davon Abwärme Industrie | 14.911 EUR | +23% |
| Wasser | 869 EUR | -18% |

* gegenüber dem Vorjahr

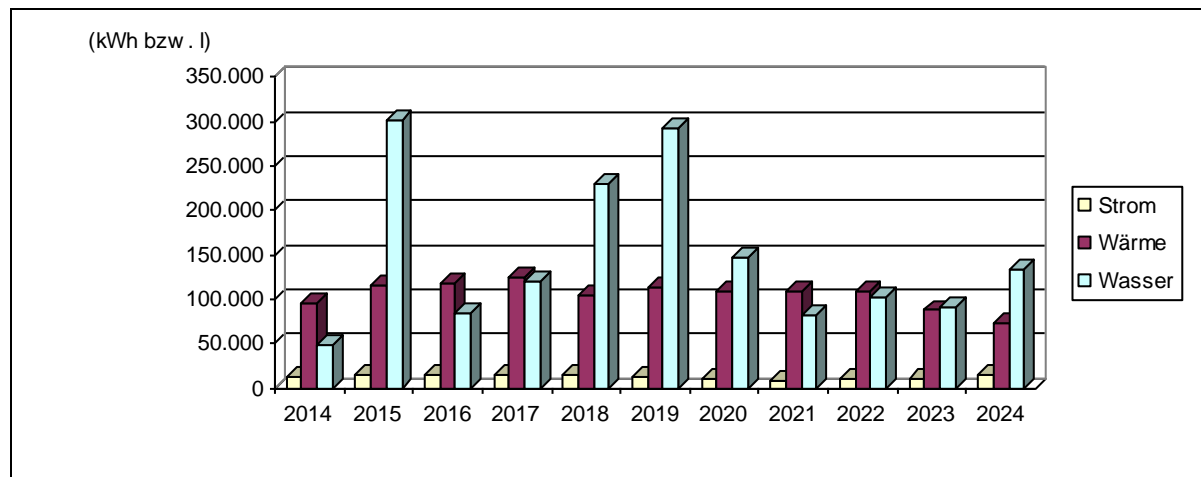
• Emissionen 2024

| | Kohlendioxid CO ₂ [kg] | Schwefeldioxid SO ₂ [kg] | Stickoxid NO _x [kg] | Staub [kg] |
|-------------------------|---|---|--------------------------------------|---------------|
| Strom | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Wärme | 13.931,6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| davon Abwärme Industrie | 13.931,6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| davon Gas | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

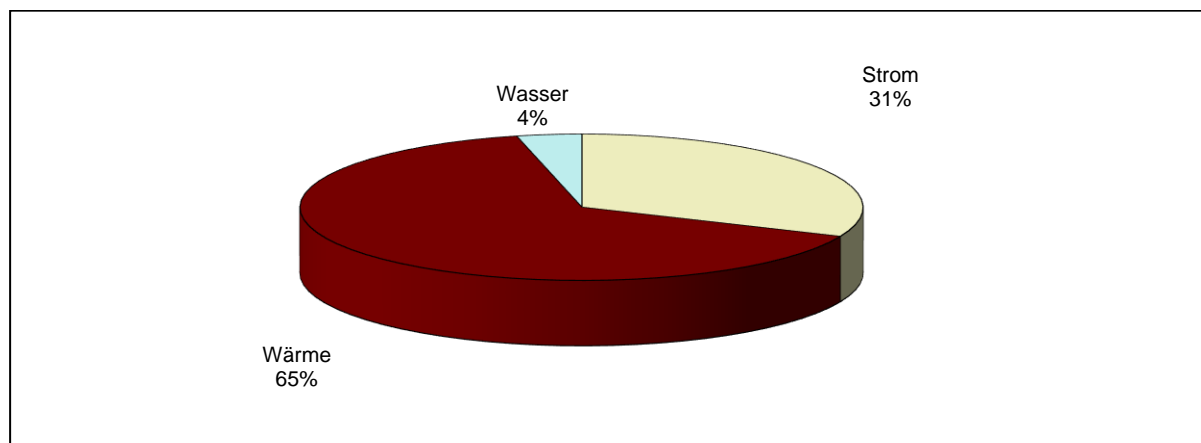
• Verbrauchskennwerte 2024



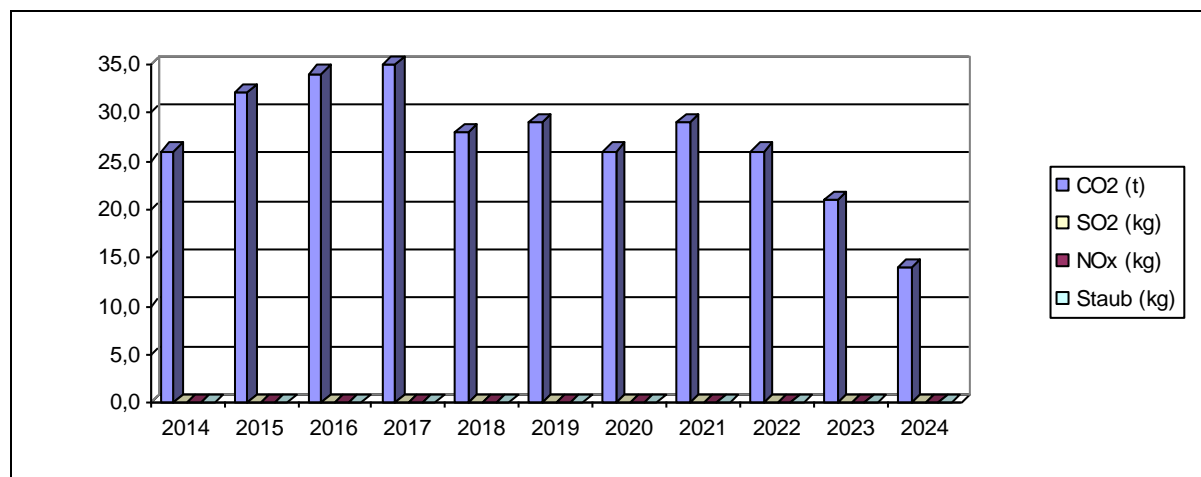
- **Entwicklung der Energieverbräuche (Wärme witterungsbereinigt)**
Objekt: 08 Fachschule für Landwirtschaft



- **Kostenstruktur 2024**

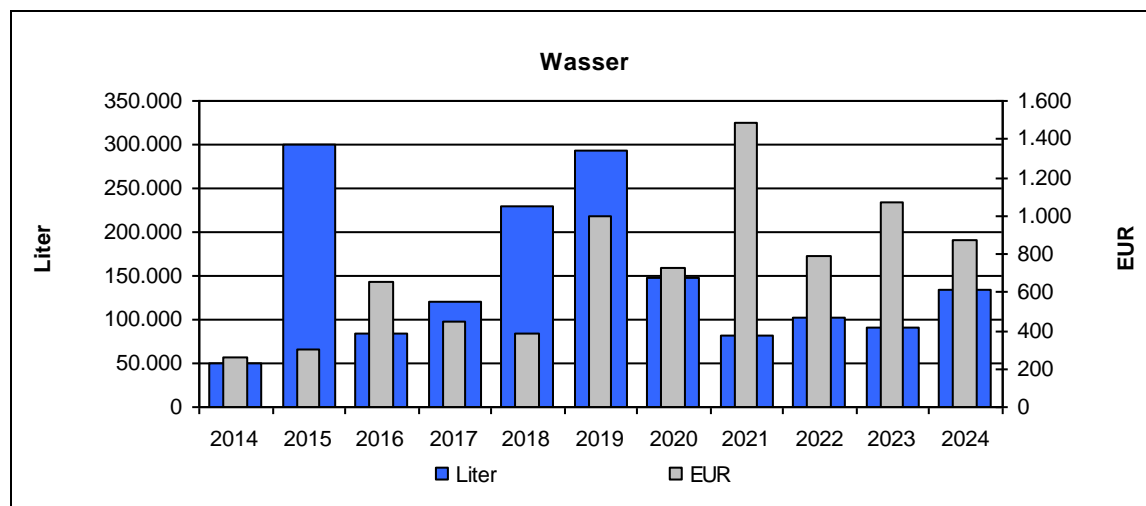
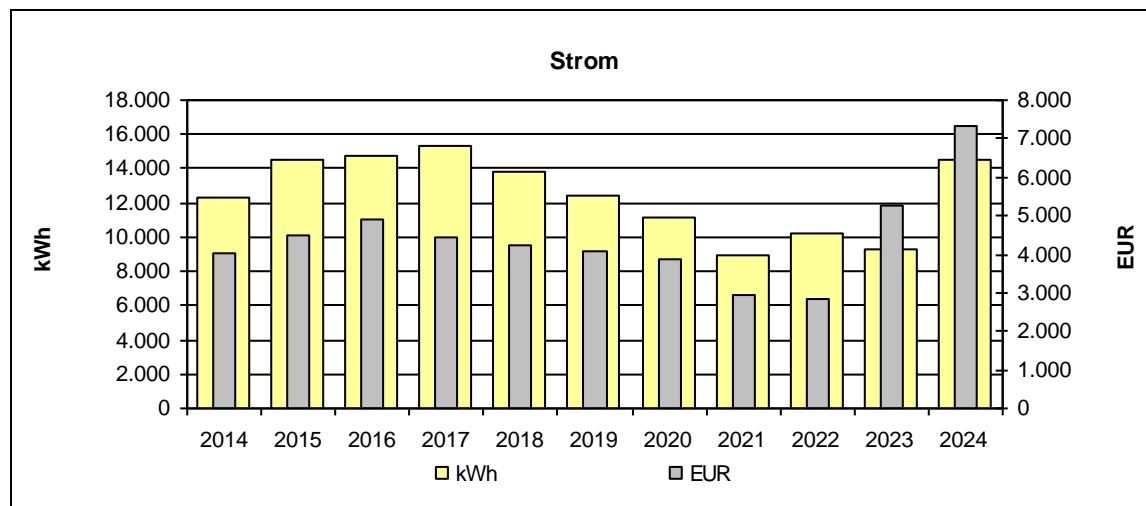
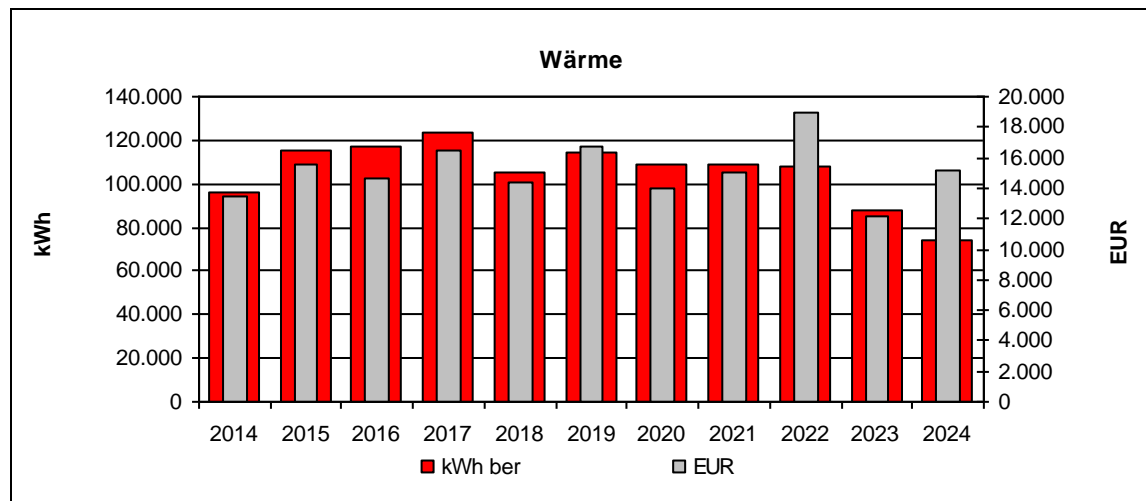


- **Entwicklung der Emissionen**



- Jahreswerte 2014 – 2024**

Objekt: 08 Fachschule für Landwirtschaft



4.9 09 Hermann-Herzog-Schule

• Verbräuche 2024

| | Verbrauch | Veränderung* | Kennwert | Veränderung* |
|-------------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| Strom | 46.891 kWh | -5% | 12 kWh/m²a | -5% |
| Wärme unber. | 159.050 kWh | +6% | | |
| davon Abwärme Industrie | 159.050 kWh | +6% | | |
| Wärme ber. | 189.390 kWh | +5% | 48 kWh/m²a | +5% |
| Wasser | 402 m³ | -34% | 0,10 m³/m²a | -34% |

* gegenüber dem Vorjahr

• Kosten 2024

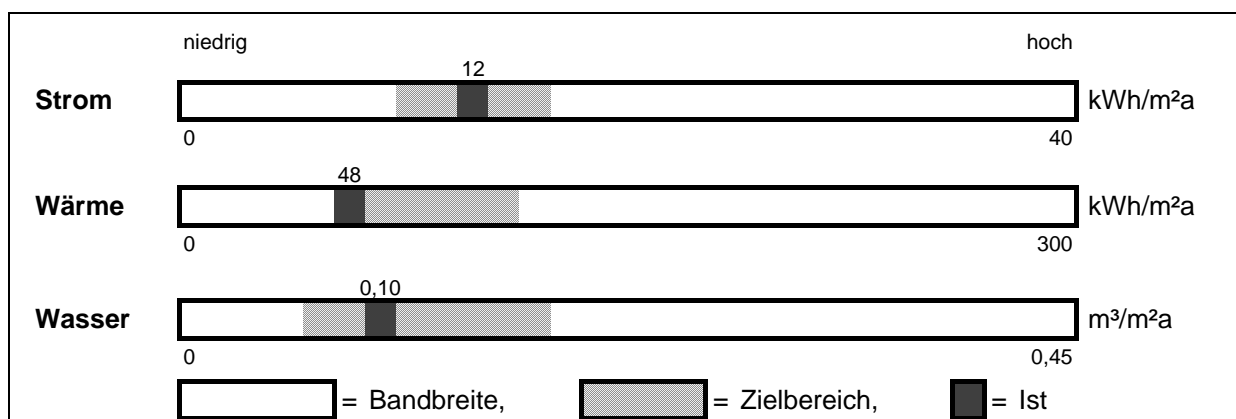
| | Absolut | Veränderung* |
|-------------------------|------------|--------------|
| Strom | 20.804 EUR | -1% |
| Wärme | 33.512 EUR | +58% |
| davon Abwärme Industrie | 33.512 EUR | +58% |
| Wasser | 2.709 EUR | -27% |

* gegenüber dem Vorjahr

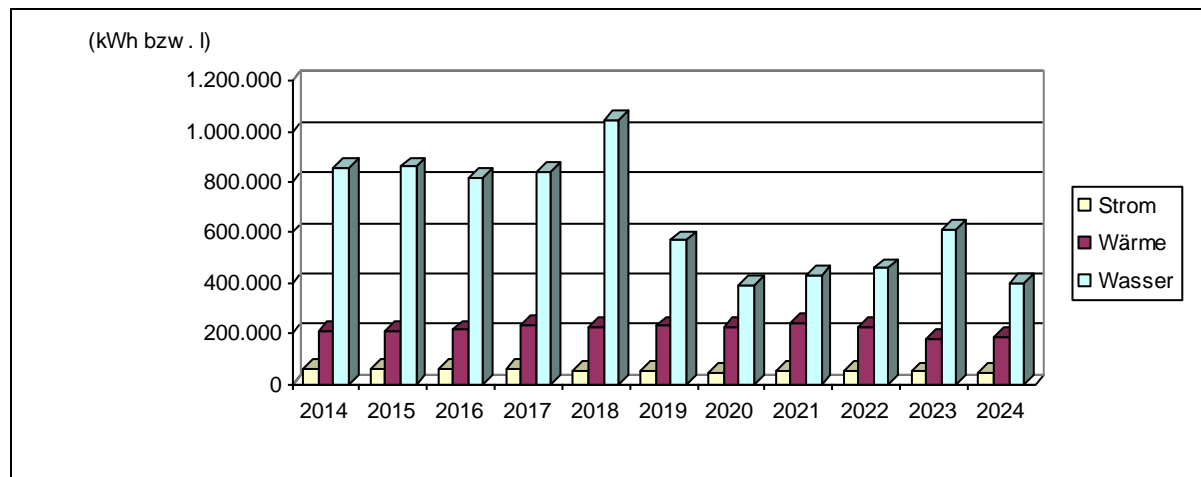
• Emissionen 2024

| | Kohlendioxid CO ₂ [kg] | Schwefeldioxid SO ₂ [kg] | Stickoxid NO _x [kg] | Staub [kg] |
|-------------------------|---|---|--------------------------------------|---------------|
| Strom | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Wärme | 35.786,3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| davon Abwärme Industrie | 35.786,3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

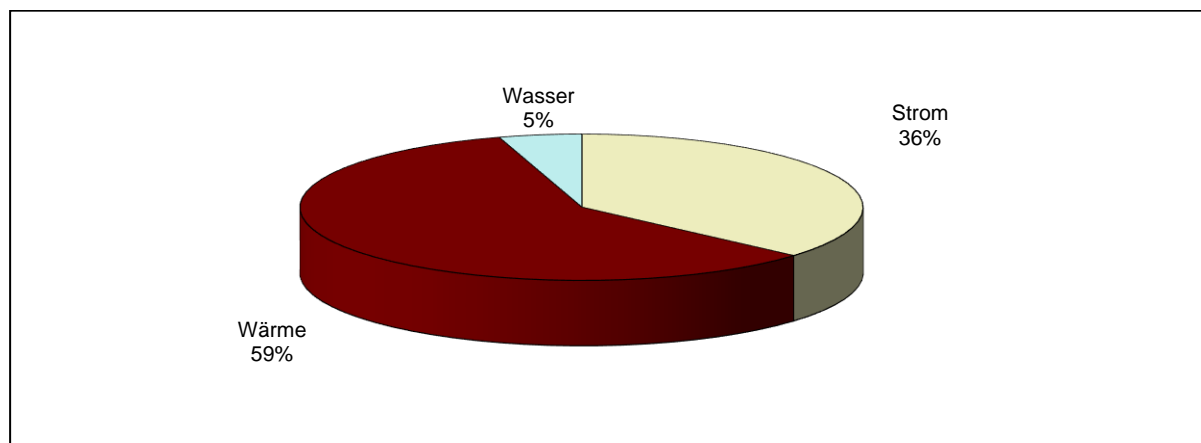
• Verbrauchskennwerte 2024



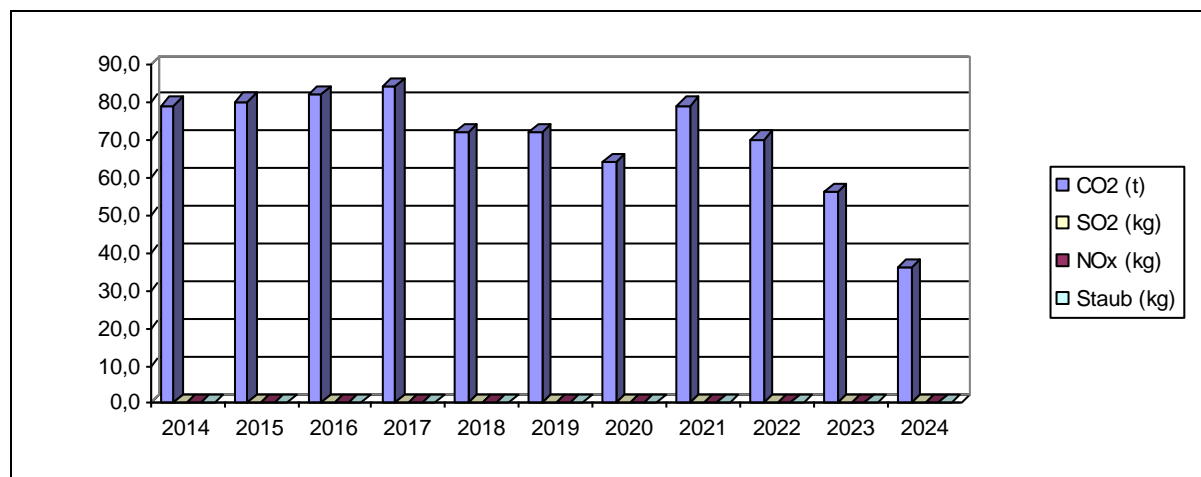
- **Entwicklung der Energieverbräuche (Wärme witterungsbereinigt)**
Objekt: 09 Hermann-Herzog-Schule



- **Kostenstruktur 2024**

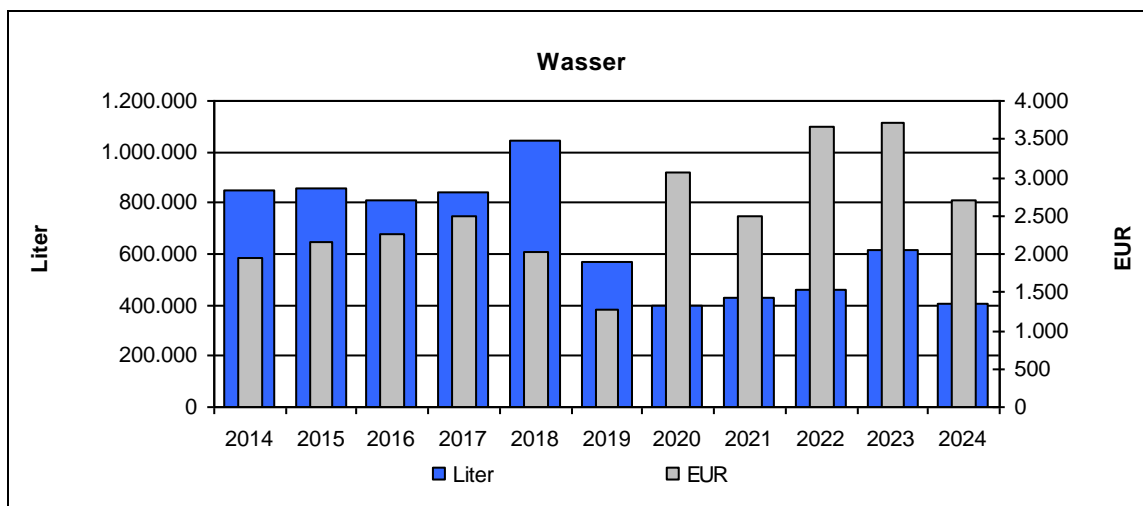
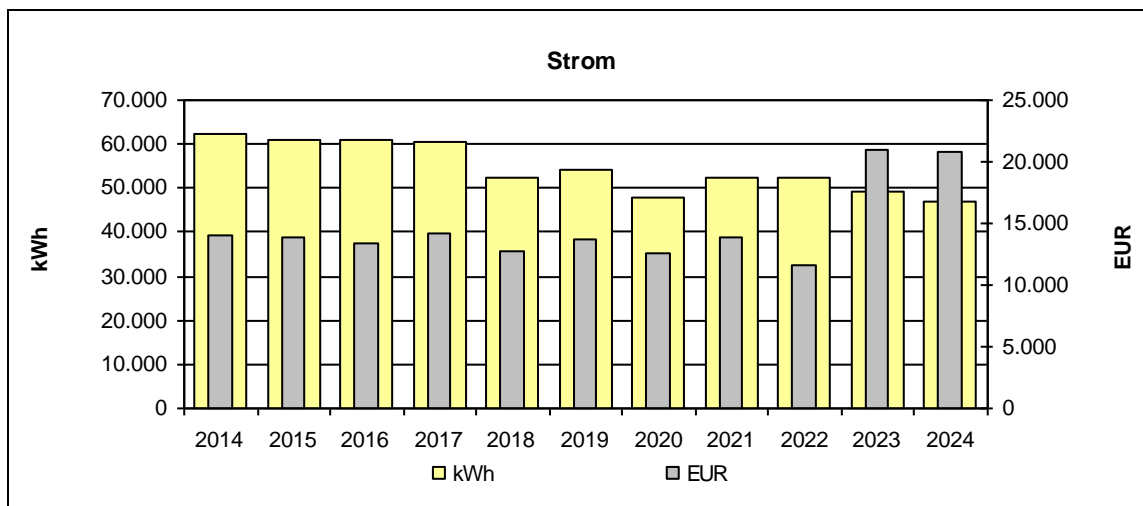
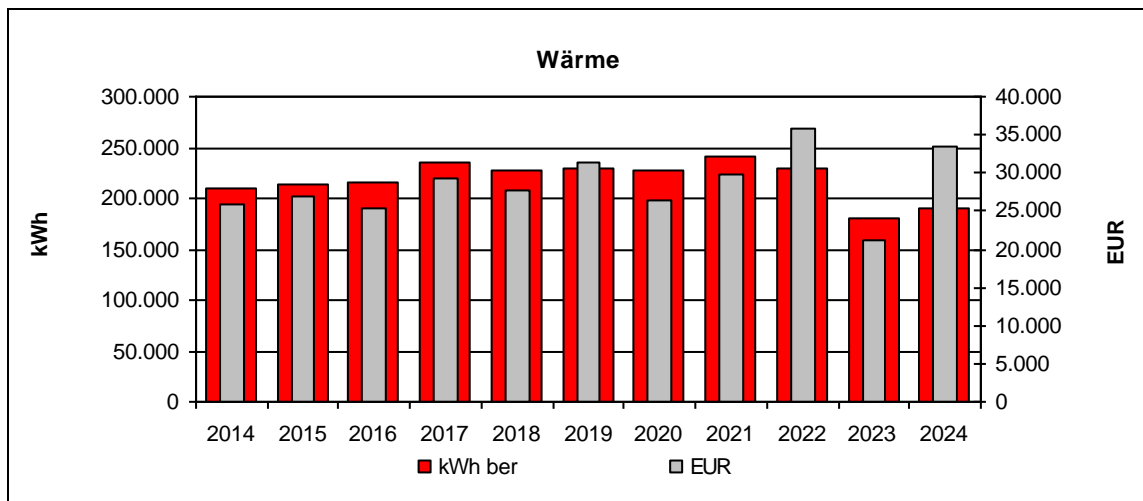


- **Entwicklung der Emissionen**



- Jahreswerte 2014 – 2024**

Objekt: 09 Hermann-Herzog-Schule



4.10 10 Peter-Bruckmann-Schule

• Verbräuche 2024

| | Verbrauch | Veränderung* | Kennwert | Veränderung* |
|-------------------------|---------------|--------------|-------------|--------------|
| Strom | 535.332 kWh | +15% | 39 kWh/m²a | +15% |
| Wärme unber. | 972.240 kWh | +14% | | |
| davon Abwärme Industrie | 972.240 kWh | +14% | | |
| Wärme ber. | 1.157.704 kWh | +13% | 83 kWh/m²a | +13% |
| Wasser | 2.791 m³ | -15% | 0,20 m³/m²a | -15% |

* gegenüber dem Vorjahr

• Kosten 2024

| | Absolut | Veränderung* |
|-------------------------|-------------|--------------|
| Strom | 189.859 EUR | +16% |
| Wärme | 182.449 EUR | +59% |
| davon Abwärme Industrie | 182.449 EUR | +59% |
| Wasser | 19.359 EUR | -20% |

* gegenüber dem Vorjahr

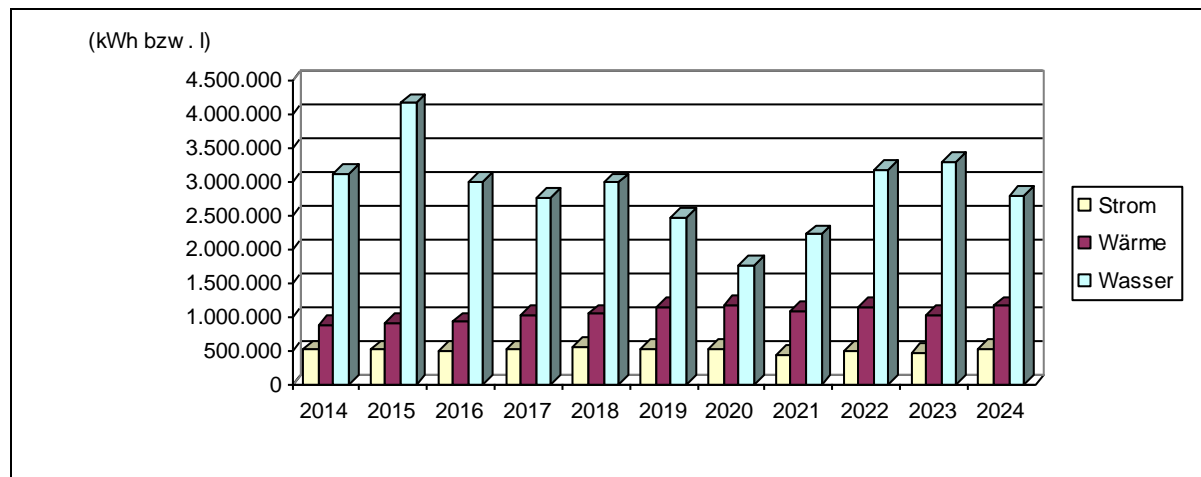
• Emissionen 2024

| | Kohlendioxid CO ₂ [kg] | Schwefeldioxid SO ₂ [kg] | Stickoxid NO _x [kg] | Staub [kg] |
|-------------------------|---|---|--------------------------------------|---------------|
| Strom | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Wärme | 218.754,0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| davon Abwärme Industrie | 218.754,0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

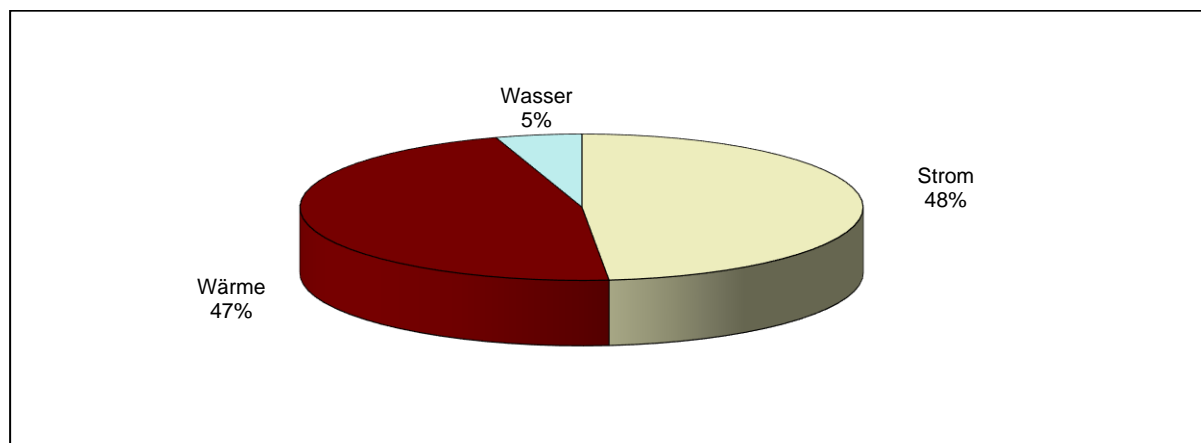
• Verbrauchskennwerte 2024



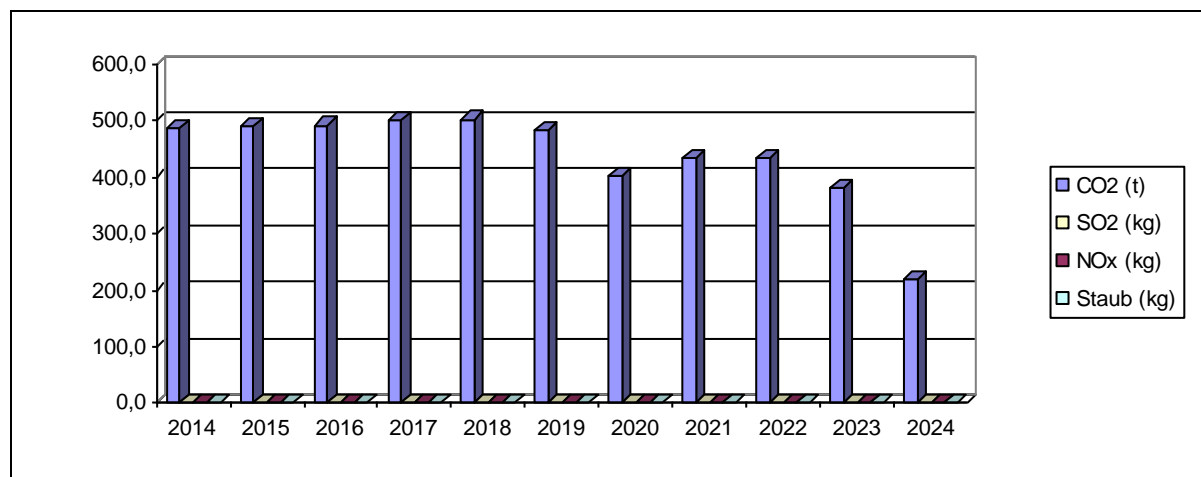
- **Entwicklung der Energieverbräuche (Wärme witterungsbereinigt)**
Objekt: 10 Peter-Bruckmann-Schule



- **Kostenstruktur 2024**

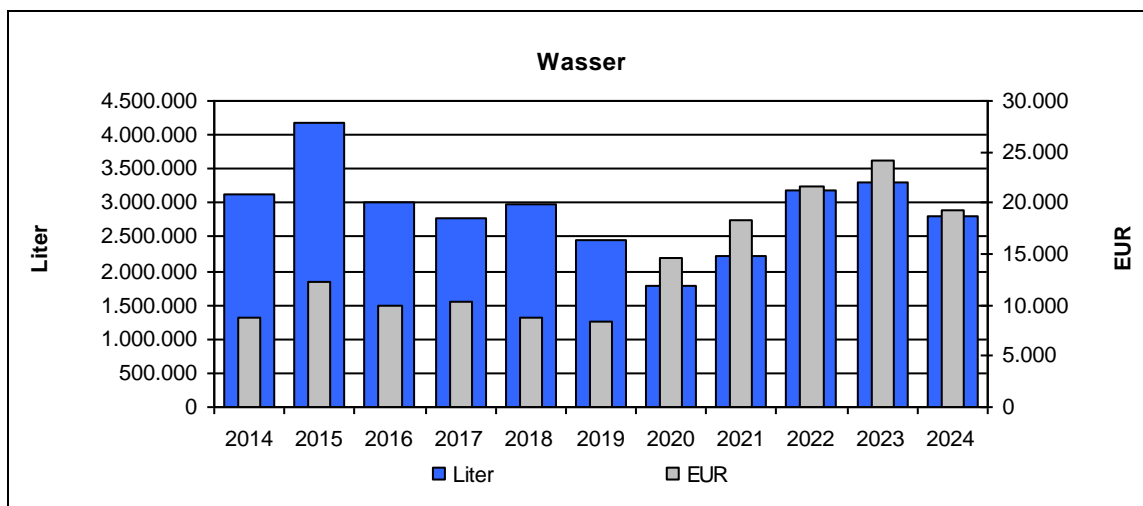
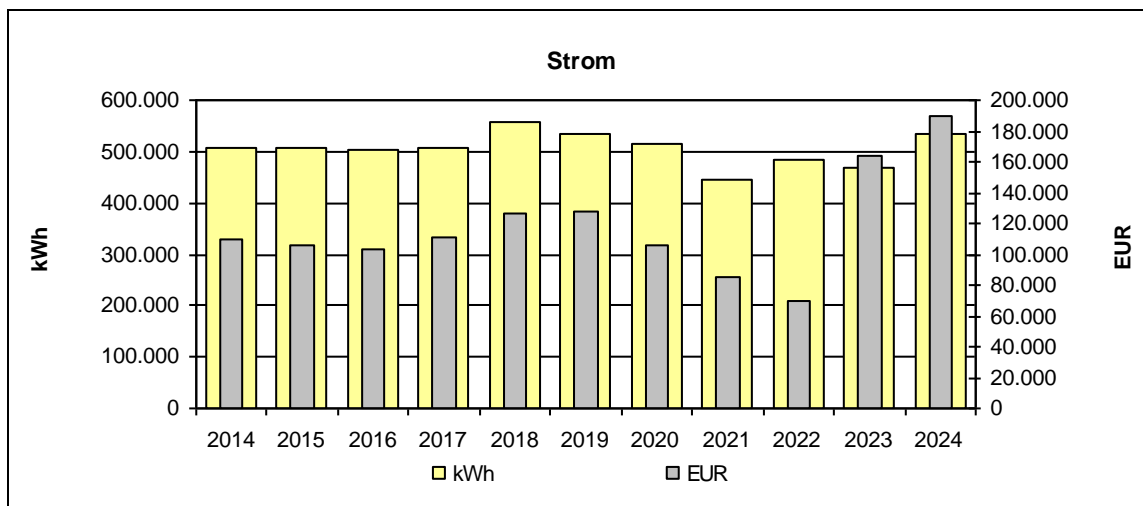
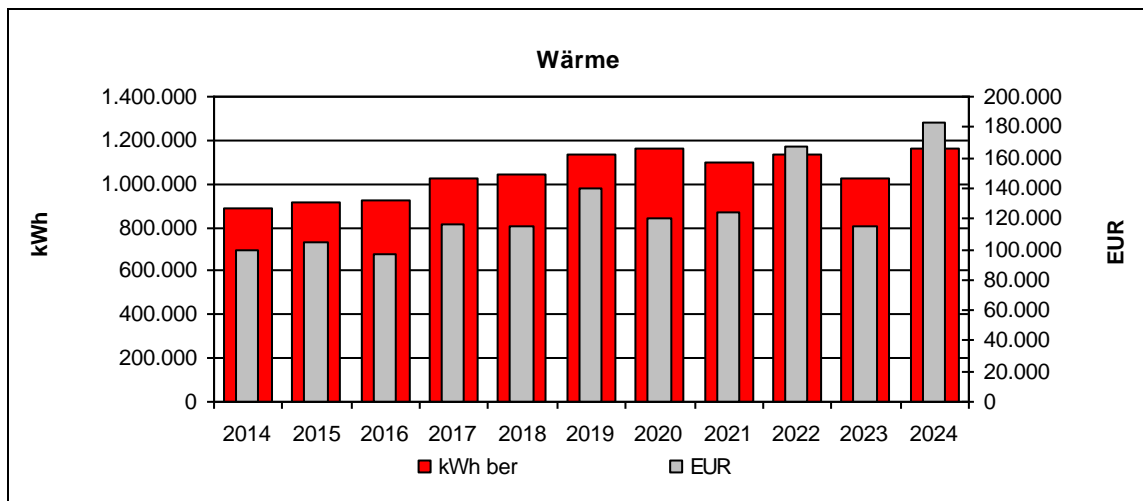


- **Entwicklung der Emissionen**



- Jahreswerte 2014 – 2024**

Objekt: 10 Peter-Bruckmann-Schule



5. Anhang:

5.1 Allgemeines

Der Energiebericht erfasst die Verbräuche aller einbezogenen kommunalen Gebäude und Einrichtungen (Objekte). Er gibt einen Überblick über den Verbrauch der Energieträger (z.B. Strom, Erdgas), unterschieden in die jeweilige Verwendung („Licht + Kraft“ und „Wärme“) und die dadurch entstandenen Energiekosten. Zusätzlich sind der Trinkwasserverbrauch und die damit verbundenen Kosten aufgeführt.

Der Energiebericht ist damit ein Werkzeug um den Energieverbrauch langfristig zu kontrollieren und darüber hinaus Energiesparmaßnahmen vorzubereiten.

Durch den Vergleich des aktuellen Berichtsjahres mit dem Vor- bzw. Basisjahr wird die Entwicklung des Energieverbrauchs dokumentiert. Damit liegt eine gute Datengrundlage vor, um Entscheidungen, über notwendige Einsparmaßnahmen zu treffen bzw. deren Wirksamkeit zu überprüfen.

Ziele des Energieberichts

Mit dem vorliegenden Energiebericht sollen folgende Ziele verfolgt werden:

- Erarbeitung eines einheitlichen Informations- und Kontrollinstrumentes für die Verwaltung,
- Übersichtliche nachvollziehbare Darstellung und Bewertung der Verbräuche, der Verbrauchskosten und der verbrauchsbedingten Umweltauswirkungen (Emissionen),
- Darstellung der Schwachstellen im Gebäudebestand,
- Ableitung von Verbesserungen im organisatorischen und investiven Bereich.

5.2 Grundlagen und Definitionen

Inhaltsübersicht:

- 1 Berechnungsgrundlagen
 - 1.1 Verbrauchsdaten
 - 1.2 Verbrauchskennwerte
 - 1.3 Kosten
 - 1.4 Emissionen
- 2 Datenerfassung und -auswertung
 - 2.1 Methodik der Datenerfassung
 - 2.2 Beurteilung der Verbrauchswerte
- 3 Glossar

1 Berechnungsgrundlagen

1.1 Verbrauchsdaten

Umrechnungsfaktoren für die Bestimmung der Energieverbräuche

Um den Energieverbrauch bei unterschiedlichen Energieträgern vergleichbar zu machen, müssen diese auf eine gemeinsame Mengenbasis bezogen werden. Als gemeinsame Basis eignet sich die Einheit „Kilowattstunde“ [kWh], also die Menge der Energie. In der folgenden Tabelle sind die Energiewerte - Umrechnungsfaktoren - der einzelnen Energieträger aufgeführt.

Umrechnungsfaktoren von Mengeneinheiten verschiedener Energieträger in [kWh]:

| Energieträger | Mengeneinheit | Heizwert* |
|---------------|-------------------|-------------------------------|
| Strom | kWh | 1 kWh/kWh |
| Heizöl | Liter | 10 kWh/Liter |
| Erdgas | kWh _{HS} | ca. 0,9 kWh/kWh _{HS} |

*Umrechnungsfaktoren bezogen auf den unteren Heizwert (H_i)

Berechnungsgrundlagen der Energie- und Wasserverbräuche

Um Energie- und Wasserverbrauch von Gebäuden unterschiedlicher Größe - in verschiedenen Regionen gelegen - vergleichbar zu machen, ist es notwendig, diese standardisiert zu erfassen und auszuwerten.

Energieverbrauchswerte werden nach dem tatsächlich gemessenen Verbrauch berechnet. Die in den folgenden Abschnitten dargestellten Formeln dienen zur Berechnung der Energieverbrauchswerte und entsprechen der in der **VDI-Richtlinie „Energieverbrauchskennwerte für Gebäude“ (VDI 3807)** gegebenen Empfehlung.

Korrektur des Strom- und Wasserverbrauchs auf den Bezugszeitraum

Alle im Bericht angegebenen Energieverbrauchswerte für Licht- und Kraftstrom sowie Wasser werden, um vergleichbar zu sein, auf einen festen Bezugszeitraum - **Kalenderjahr** - umgerechnet. Die Umrechnung erfolgt linear anhand folgender Gleichung:

$$E_v = E_{vg} \cdot \frac{365}{z_v}, \quad \text{wobei gilt:}$$

E_v bereinigter Energieverbrauch in kWh

E_{vg} gemessener Energieverbrauch in kWh

z_v Anzahl der Tage, an denen der Energieverbrauch gemessen wurde

Witterungsbedingte Bereinigung des Heizenergieverbrauchs

Um eine Vergleichbarkeit zu schaffen, muss auch der Wärmeenergieverbrauch normiert werden. Die witterungsbedingte Korrektur erfolgt anhand der Größe „Heizgradtage“, die ein Maß für den Wärmebedarf darstellt. Sie erfolgt nach der Gleichung

$$E_{\text{VH}} = E_{\text{Vg}} \cdot \frac{G_{15\text{m}}}{G_{15}}, \quad \text{wobei gilt:}$$

| | |
|------------------|---|
| E_{VH} | bereinigter Energieverbrauch in kWh |
| E_{Vg} | gemessener Energieverbrauch in kWh |
| $G_{15\text{m}}$ | mittlere Heizgradtage des Ortes in Kelvin * d |
| G_{15} | tatsächliche Heizgradtage im Messzeitraum des Ortes in Kelvin * d |

1.2 Verbrauchskennwerte

Allgemeines

Energieverbrauchskennwerte dienen als Maß für die Höhe des Energieverbrauchs von Gebäuden und Einrichtungen. Im Vergleich mit gleichartig genutzten Objekten lässt sich damit eine energiebezogene Einstufung der Gebäude/Einrichtungen vornehmen.

Voraussetzung für die Ermittlung von Energieverbrauchskennwerten ist:

- Klassifizierung der Gebäude / Einrichtung und Zuordnung einer eindeutigen Nutzung bezogen auf eine dazugehörige Fläche und
- die Verwendung von bereinigten Energieverbräuchen.

Berechnung des Stromverbrauchskennwerts

Der Stromverbrauchskennwert berechnet sich anhand folgender Gleichung:

$$e_{\text{VS}} = \frac{E_{\text{VS}}}{A_{\text{E}}}, \quad \text{wobei gilt:}$$

| | |
|-----------------|--------------------------------------|
| e_{VS} | Stromverbrauchskennwert in kWh/(m²a) |
| E_{VS} | bereinigter Stromverbrauch in kWh/a |
| A_{E} | Energiebezugsfläche in m² |

Berechnung des Heizenergieverbrauchs-kennwerts

Der Heizenergieverbrauchs-kennwert berechnet sich anhand folgender Gleichung:

$$e_{\text{vH}} = \frac{E_{\text{vH}}}{A_{\text{E}}}, \quad \text{wobei gilt:}$$

e_{vH} Heizenergieverbrauchs-kennwert in kWh/(m²a)

E_{vH} bereinigter Wärmeverbrauch in kWh/a

A_{E} Energiebezugsfläche in m²

Berechnung des Wasserverbrauchs-kennwerts

Der Wasserverbrauchs-kennwert berechnet sich anhand folgender Gleichung:

$$v_{\text{vW}} = \frac{V_{\text{vW}}}{A_{\text{E}}}, \quad \text{wobei gilt:}$$

v_{vW} Wasserverbrauchs-kennwert in m³/(m²a)

V_{vW} auf ein Jahr hochgerechneter Wasserverbrauch in m³/(m²a)

A_{E} Bezugsfläche in m²

1.3 Kosten

Bei der Berechnung der Kosten für den Verbrauch der verschiedenen Energieträger müssen die unterschiedlichen Lieferbedingungen berücksichtigt werden.

Strom, Wasser und Erdgas (Ausnahme: Flüssiggastank) werden kontinuierlich geliefert und abgerechnet. Anhand geeigneter Zähler oder anhand der Abrechnungen lässt sich der Verbrauch pro Zeitintervall dieser Energieträger leicht bestimmen.

Bei Heizöl, Pellets und Holzhackschnitzel werden im Gegensatz dazu in regelmäßigen oder auch unregelmäßigen Abständen entsprechende Mengen zu einem bestimmten Preis bestellt und eingelagert. Der Verbrauch lässt sich anhand von Füllstandsmessung ermitteln. In Fällen wo bisher keine Füllstandsmessung erfolgt, sollte eine Messung vorgesehen werden. Wird keine Verbrauchsmessung durchgeführt, so wird er näherungsweise anhand der vorliegenden Datenbasis (z.B. den vorliegenden Rechnungen für die Lieferungen) bestimmt.

Die Verbrauchskosten werden anhand der gemessenen bzw. bestimmten Verbrauchswerte und der im jeweils letzten gültigen Versorgungsvertrag getroffenen Preisvereinbarungen - oder bei Einzellieferungen - anhand des letzten für den Energieträger bezahlten Preises berechnet.

1.4 Emissionen

Allgemeines

Die Bereitstellung von Heizenergie beim Verbraucher erfolgt oft unmittelbar (z.B. bei einer Gastherme) aber auch mittelbar (z.B. bei Fernwärme) durch die Verbrennung fossiler Energieträger. Damit verbunden ist die Freisetzung von Verbrennungsrückständen, wovon hier CO₂ sowie die wichtigsten Vertreter aus dem Bereich der „klassischen“ Luftschadstoffe berücksichtigt werden. Die mit der Verbrennung verbundenen Emissionen sind für die einzelnen Energieträger unterschiedlich, woraus folgt, dass die Wahl des Energieträgers eine zunehmend wichtigere Rolle bei der Minimierung von Emissionen spielt.

Berechnungsgrundlage der Emissionsangaben

Die in der folgenden Tabelle angegebenen Werte berücksichtigen neben der bei der Verbrennung freigesetzten Mengen der jeweiligen Stoffe auch die Emissionen, die durch Förderung und Transport der Energieträger entstehen (vorgelagerte bzw. indirekte Emissionen).

Emissionswerte in kg pro MWh eingesetzter Energie:

| Energieträger | NO _x | SO ₂ | CO ₂ | Staub |
|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|
| Ökostrom | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Heizöl | 0,180 | 0,289 | 290 | 0,0043 |
| Erdgas | 0,143 | 0,002 | 190 | 0,0003 |
| Holzhackschnitzel | 0,670 | 0,270 | 22 | 0,51 |
| Fernwärme | 0 | 0 | 225 | 0,00 |

Die Emissionen von Ökostrom werden aufgrund der Emissionsfaktoren des Stromlieferers als klimaneutral ausgewiesen und demnach auf 0 gesetzt.

2 Erfassung und Auswertung der Daten

2.1 Methodik der Datenerfassung

Die Erfassung der Verbrauchsdaten (z.B. der Zählerstände) erfolgt mit Hilfe von vorgefertigten Formularen.

Die Erfassung der Objektdaten (z.B. beheizte Nettogrundfläche, Zählerstandort, etc.) erfolgt im Rahmen der ersten Begehungen.

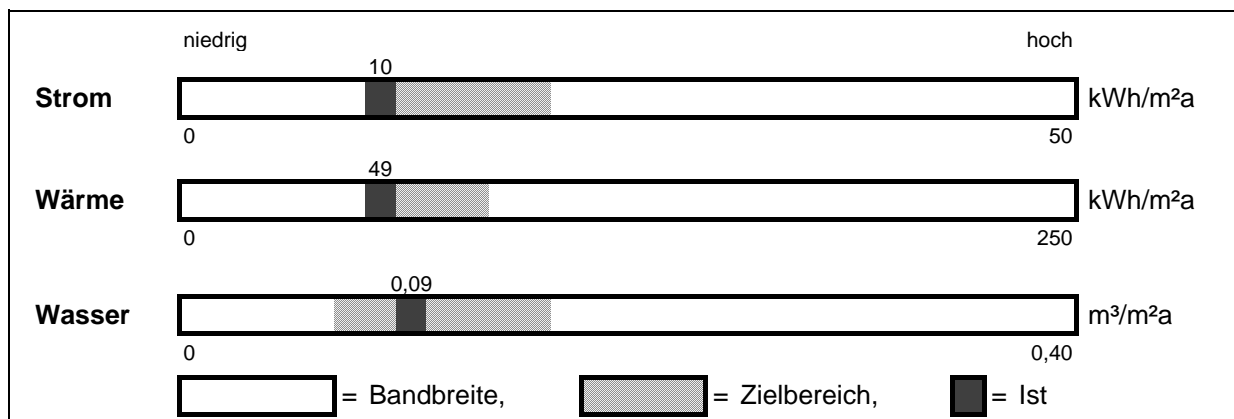
2.2 Beurteilung der Verbrauchswerte

Neben der Darstellung der Verbräuche und den damit verbundenen Kosten werden im vorliegenden Energiebericht auch Verbrauchskennwerte ausgewiesen. Verbrauchskennwerte bieten die Möglichkeit einer ersten Beurteilung der kommunalen Objekte hinsichtlich ihres Energieverbrauchs. Damit lassen sich bei Sanierungsvorhaben Prioritätenlisten erstellen sowie die Energie- und Kostenersparnisse nach erfolgter Sanierung nachweisen.

Durch die im Energiebericht dargestellten Vergleichsdiagramme kann die aktuelle Verbrauchssituation der Liegenschaft im Vergleich, zu dem von Liegenschaften mit gleicher Nutzung auf einfache Weise erfasst werden. Als Datengrundlage für die **Vergleichskennwerte** wurde die Studie der KEA genutzt, bei der die standardisierten Teilenergiekennwerte (TEK) zur Bildung der sogenannten Referenzkennwerte von kommunalen Referenzbauwerkstypen eingesetzt wurden. Bei diesem Verfahren wurde von einer Standardnutzung der Gebäude ausgegangen.

Ein Beispieldiagramm zu den Verbrauchskennwerten ist nachfolgend dargestellt.

Beispieldiagramm zur Einstufung der Verbrauchskennwerte



Die Bandbreite sowie der Zielbereich und Ist-Wert ergeben sich aus der Häufigkeitsverteilung wie folgt:

Die **Bandbreite** orientiert sich an den existierenden Gebäuden gleicher Nutzung. Die Ober- und Untergrenze entspricht insofern dem höchsten bzw. niedrigsten vorkommenden Verbrauchskennwert dieser Gebäudegruppe (z.B. Schulen).

Der **Zielbereich** umfasst den Bereich zwischen unterem Quartilsmittelwert und dem arithmetischen Mittel der Verbrauchskennwerte aller Gebäude einer Gebäudegruppe.

Der **Ist-Wert** stellt den im Berichtsjahr ermittelten Verbrauchswert für die verschiedenen Bereiche (Strom, Wärme und Wasser) dar.

3 Glossar

Basisjahr: Jahr der erstmaligen Erfassung der Verbrauchswerte mit dem derzeitigen Gebäudezustand. Das Basisjahr dient als Vergleichsmöglichkeit für die Folgejahre.

Bezugsgröße: Die Bezugsgrößen (z.B. kWh/m² oder m³/m²) dienen dazu, Einrichtungen gleicher Nutzung aber unterschiedlicher Größe miteinander vergleichen zu können. Sie sind von der Nutzung abhängig. Die zu ihrer Berechnung herangezogene Gebäudefläche - Bezugsfläche - ist die - Beheizte Nettogrundfläche – sie wird aus der Nettogrundfläche des Gebäudes abzüglich der unbeheizbaren Nettogrundfläche ermittelt.

Emission (lateinisch: emittiere, aussenden) bezeichnet den Austritt von Schadstoffen in Luft, Boden und Gewässer, aber auch von Lärm und Erschütterungen, und zwar an der Quelle.

Endenergie: Vom Verbraucher bezogene Energieform, meist Sekundärenergie, z.B. Elektrizität aus dem öffentlichen Stromnetz.

Gebäude/Einrichtung: Bezeichnet ein kommunales Gebäude oder einen Gebäudeteil, dem eine eindeutige Nutzung zugeordnet werden kann. Ein(e) Gebäude/Einrichtung ist beispielsweise eine Sporthalle, ein Schwimmbad oder ein Schulgebäude. Das Gebäude stellt die kleinste erfasste Einheit eines Objektes dar.

Kilowattstunde [kWh]: Einheit bzw. Maß für die geleistete Arbeit (Heizwärme, Licht usw.).

Kohlendioxid (CO₂): Farb- und geruchlose Gas das bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe (z.B. Erdgas, Erdöl oder Kohle) freigesetzt wird. Kohlendioxid gilt als wichtigster Vertreter der Treibhausgase, die zur Verstärkung des natürlichen Treibhauseffektes und der damit verbundenen globalen Erwärmung beitragen.

Kohlenmonoxid (CO): Geruchloses Gas, das bei unvollständiger Verbrennung fossiler Brennstoffen (z.B. Erdgas, Erdöl oder Kohle) in Motoren u. Feuerungsanlagen freigesetzt wird. Eingeatmetes CO blockiert die Sauerstoffaufnahme in der Lunge und führt je nach eingeatmeter Menge zu Kopfschmerz, Schwindel und Übelkeit. Werden größere Mengen eingeatmet, kann dies zum Tode führen.

Nutzung: Bezeichnet das Maß für die Beurteilung und Klassifizierung der Energie- und Wasserverbräuche in kommunalen Objekten. Durch die Nutzung kann kommunalen Objekten eine charakteristische Benutzung zugeordnet werden. Damit lassen sich Energieverbräuche unterschiedlicher Objekte kategorisieren und damit sinnvoll untereinander vergleichen.

Objekt: Ein Objekt fasst ein oder mehrere Gebäude/Einrichtungen zu einer - auf den Energie- und Wasserverbrauch bezogenen - Gesamtheit zusammen. Dafür ist es erforderlich, dass den Einrichtungen separat oder gemeinsam eindeutige Energieverbrauchswerte für Licht + Kraftstrom, Wärme und Wasser zugeordnet werden können (z.B. ein Schulzentrum bestehend aus Grund- und Hauptschule, Turnhalle und Sportplatz).

Schwefeldioxid (SO₂): Schwefeldioxid ist ein farbloses, stechend riechendes Gas, das bei der Verbrennung schwefelhaltiger, fossiler Brennstoffe (z.B. Erdöl oder Kohle) freigesetzt wird. SO₂ wirkt selbst, oder bei Kontakt mit Wasserdampf als schweflige Säure (H₂SO₃) bzw. weiter oxidiert als Schwefelsäure (H₂SO₄). Es ist mitverantwortlich bei der Bildung von Ozon in bodennahen Schichten der Atmosphäre (Sommersmog) und trägt zum sauren Regen bei. SO₂ wirkt in erster Linie auf die Schleimhäute von Augen und den oberen Atemweg und kann so Atemwegserkrankungen auslösen. Bei Pflanzen bewirkt es das Absterben von Gewebepartien durch den Abbau von Chlorophyll.

Stickoxide (NO_x): Sammelbegriff für eine Anzahl chemischer Verbindungen von Stickstoff und Sauerstoff. Umweltrelevant sind vor allem, Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO₂) und Distickstoffmonoxid (N₂O) (Lachgas). Stickoxide entstehen bei Verbrennungsvorgängen mit hohen Temperaturen, bei denen die Luft als Sauerstofflieferant für die Verbrennung dient. Sie tragen wesentlich zur Bildung von Ozon in bodennahen Schichten der Atmosphäre (Sommersmog) bei. In Form des Oxidationsproduktes - Salpetersäure - findet man Stickoxide im sauren Regen wieder. Stickoxide wirken auf die Schleimhäute der Atmungsorgane und begünstigen Atemwegserkrankungen.

Stromverbrauchskennwert [kWh/m²a]: Stromverbrauch bezogen auf die Nutzfläche eines Gebäudes und den Zeitraum eines Jahres. Er dient als Vergleichszahl und ist ein Hilfsmittel für die Beurteilung des Stromverbrauchs.

Verbrauchskennwert [kWh/m²a bzw. m³/m²a]: Der Verbrauchskennwert ist ein Sammelbegriff für die flächenbezogenen Kennwerte eines Gebäudes. Er wird aus dem Energieverbrauch (Brennstoff, Wärme, elektrische Energie) und Wasserverbrauch eines Jahres ermittelt.

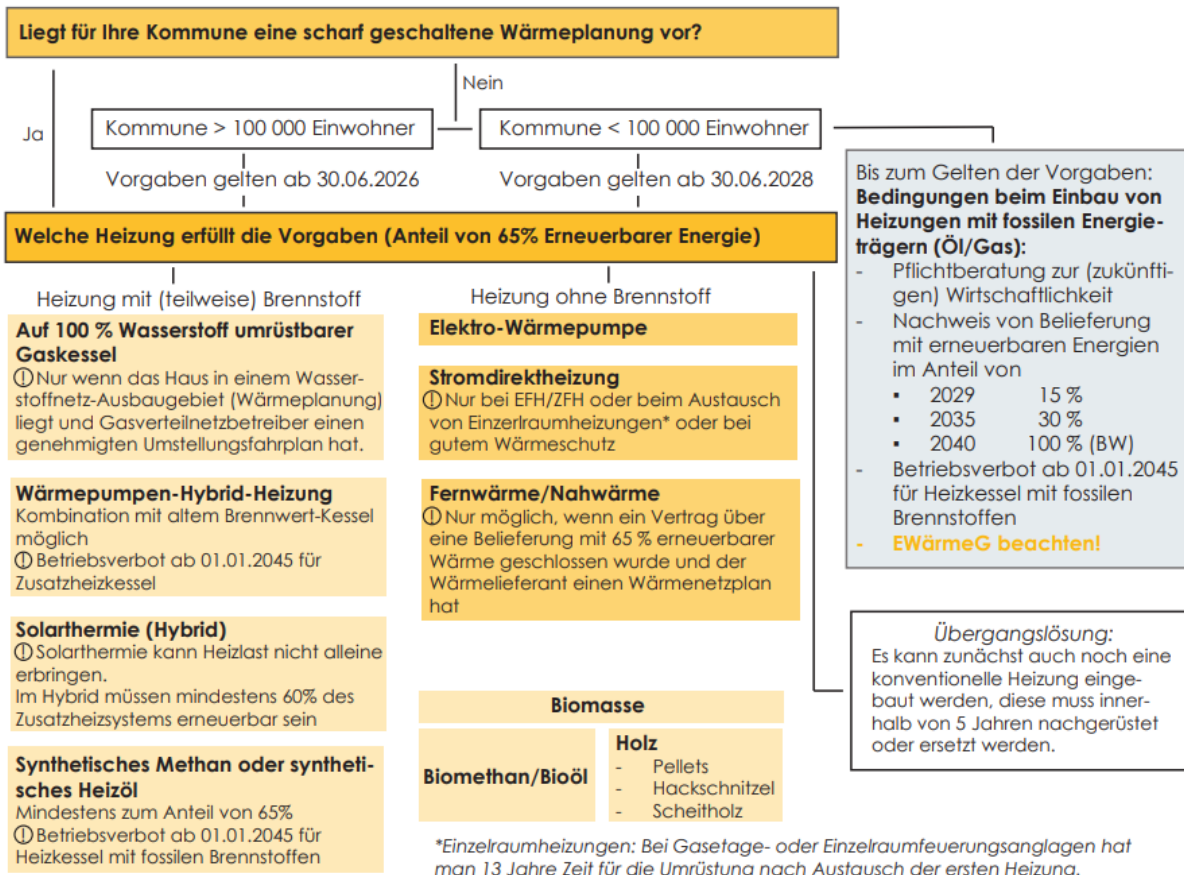
Wärmebedarf: Der aufgrund des Standortes, der Gebäudegegebenheiten, etc. rechnerisch ermittelte Bedarf des Gebäudes an Wärmeenergie.

Wärmeverbrauchskennwert [kWh/m²a]: Witterungsbereinigter Heizenergieverbrauch bezogen auf die Energiebezugsfläche eines Gebäudes und den Zeitraum eines Jahres. Er dient als Vergleichszahl und ist ein Hilfsmittel für die Beurteilung des Heizenergieverbrauchs.

Wasserverbrauchskennwert [m³/m²a]: Wasserverbrauch bezogen auf die Nutzfläche eines Gebäudes und den Zeitraum eines Jahres. Er dient als Vergleichszahl und ist ein Hilfsmittel für die Beurteilung des Wasserverbrauchs.

5.2 Übersicht Heizungstausch nach GEG

Heizungstausch ab 01.01.2024 im Bestandsgebäude §71



5.3 Wärmekennwerte nach GEG (KEA-Studie)

Im Folgenden werden die in Kapitel 5.3 beschriebenen Zielwerte mit den errechneten Kennwerten verglichen. Teil des Vergleichs ist die Ermittlung des prozentualen Anteils der Gebäude, die den Zielwert bereits erreichen. Die Betrachtung erfolgt dabei in Tabelle 8 separiert nach Bauwerkszuordnung.

Für die Anwendungen der Zielwerte der KEA-BW werden die errechneten Kennwerte mit dem Zielwert von 50 kWh/m² verglichen. Bei Bauwerkszuordnungen, die einen geringen Energiebedarf aufweisen und bei denen das untere Quartilsmittel < 50 kWh/m² ist, verweist Kaltenbrunner (2024, S. 16) auf das untere Quartil. Dieses wird auch für den Vergleich mit dem Richtwert nach der VDI-Richtlinie 3807 verwendet (Verein Deutscher Ingenieure e.V., 2013, S. 26). Allerdings findet hier keine Berechnung des prozentualen Anteils statt, da dieser aufgrund der Definitionsgrundlage des 25 %-Quartils im Bereich von 25 % liegen wird. Ergänzt werden die Zielwerte der KEA-BW und VDI-Richtlinie durch das Ziel der Halbierung des Endenergieverbrauchs des ifeu-Instituts (Rechsteiner & Hertle, 2022, S. 15). Dieser Zielwert wird über die Halbierung des mittleren Kennwerts abgeschätzt.

| Bauwerkszuordnung | Zielwert VDI | Zielwert KEA-BW | Anteil unter KEA-BW | Zielwert ifeu | Anteil unter ifeu |
|-------------------|----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|----------------------|
| Einheit | kWh/m ² a | kWh/m ² a | % | kWh/m ² a | % |

| | | | | | |
|--|-----|-----|-------|-----|-------|
| Bad – Freibad < 1.000 m² Beckenfläche | 64 | - | - | 90 | 33,33 |
| Bad – Freibad > 2.000 m² Beckenfläche | 43 | - | - | 100 | 33,33 |
| Bad – Freibad 1.000 – 2.000 m² Beckenfläche | 53 | - | - | 110 | 40,54 |
| Bad – Hallenbad > 500 m² Beckenoberfläche | 362 | 250 | 18,18 | 229 | 18,18 |
| Bad – Hallenbad ≤ 250 m² Beckenoberfläche | 246 | 250 | 26,32 | 253 | 26,32 |
| Bad – Hallenbad 251 – 500 m² Beckenoberfläche | 282 | 250 | 16,98 | 225 | 11,32 |
| Bad – Hallenfreibäder | 307 | - | - | 347 | 33,33 |
| Bad – Spaß-, Freizeitbad | 67 | - | - | 212 | 42,86 |
| Bad – Thermalbad | 657 | - | - | 474 | 21,43 |
| Bildung – Berufsbildende Schule | 60 | 50 | 12,50 | 42 | 10,42 |
| Bildung – Grundschule | 76 | 50 | 8,99 | 57 | 13,88 |
| Bildung – Gymnasium/Gesamtschule | 61 | 50 | 16,67 | 47 | 15,69 |
| Bildung – Haupt-/Realschule | 63 | 50 | 13,54 | 47 | 10,76 |
| Bildung – Internatsschule | 155 | 50 | 0,00 | 78 | 0,00 |
| Bildung – Kindertagesstätte, Kindergarten | 79 | 50 | 11,44 | 64 | 16,63 |
| Bildung – Schule mit Schwimmhalle/Therapiebecken | 115 | 50 | 4,26 | 79 | 8,51 |
| Bildung – Schule mit Sporthalle | 77 | 50 | 6,30 | 55 | 8,14 |
| Bildung – Sonderschule/Förderschule | 79 | 50 | 11,29 | 55 | 13,71 |
| Bildung – Weiterbildungseinrichtung (einschl. Musikschule, VHS...) | 77 | 50 | 12,50 | 54 | 14,47 |
| Kultur – Ausstellungsgebäude, Museum | 59 | 50 | 17,65 | 50 | 17,65 |
| Kultur – Baudenkmal unbeheizt | - | - | - | - | - |
| Kultur – Baudenkmal: Burgen, Schlösser... | 88 | 50 | 15,79 | 68 | 15,79 |
| Kultur – Bibliotheksgebäude | 57 | 50 | 17,24 | 52 | 17,24 |
| Kultur – Gemeinschaftshaus | 54 | 50 | 22,58 | 49 | 22,26 |
| Kultur – Opernhaus, Theater | 55 | 50 | 20,00 | 49 | 20,00 |
| Kultur – Sakralbau/Kapelle/Gedenkstätte | 16 | 16 | 25,81 | 34 | 53,23 |
| Kultur – Stadthalle, Saalbau | 64 | 50 | 17,05 | 61 | 22,16 |
| Kultur – Veranstaltungsgebäude | 65 | 50 | 16,74 | 58 | 20,98 |

| | | | | | |
|---|-----|----|-------|-----|-------|
| Rechenzentrum | 13 | 13 | 40,00 | 25 | 40,00 |
| Sport – Eissporthallen | 176 | 50 | 0,00 | 120 | 25,00 |
| Sport – Gebäude f. Sportplatz + Freibad (Umkleide, Tribüne etc.) | 79 | 50 | 19,57 | 88 | 28,26 |
| Sport – Sporthalle < 1.000 m² | 90 | 50 | 7,18 | 76 | 17,13 |
| Sport – Sporthalle > 1.000 m² | 71 | 50 | 12,99 | 56 | 15,07 |
| Sport – Sportplatz | 3 | 3 | 40,00 | 3 | 40,00 |
| Sport – Stadium/Arena | 116 | 50 | 12,50 | 85 | 18,75 |
| Sport – Tennishallen | 70 | 50 | 0,00 | 41 | 0,00 |
| Versch. – Backhaus | 13 | 13 | 30,77 | 33 | 38,46 |
| Versch. – Bauhof | 57 | 50 | 19,15 | 61 | 27,23 |
| Versch. – Bunker | - | - | - | - | - |
| Versch. – Feuerwache | 57 | 50 | 20,23 | 54 | 22,57 |
| Versch. – Feuerwehrgerätehaus | 58 | 50 | 18,93 | 56 | 23,07 |
| Versch. – Gebäude des Gesundheitswe- sens | 46 | 46 | 26,09 | 50 | 30,43 |
| Versch. – Gebäude für Tierhaltung | 38 | 38 | 33,33 | 156 | 50,00 |
| Versch. – Krankenhäuser und Kliniken | 165 | 50 | 0,00 | 115 | 3,33 |
| Versch. – Krematorium | 162 | 50 | 11,11 | 164 | 33,33 |
| Versch. – Lagerhalle, Lager | 39 | 39 | 26,67 | 46 | 31,11 |
| Versch. – Leichenhaus | 21 | 21 | 24,75 | 33 | 37,97 |
| Versch. – Medizinisches Versorgungs- zentrum | 38 | 38 | 30,00 | 47 | 30,00 |
| Versch. – Öffentliche Plätze | - | - | - | - | - |
| Versch. – Parkhaus, Tiefgarage | 2 | 2 | 33,33 | 6 | 66,67 |
| Versch. – Straßenmeisterei | 79 | 50 | 7,89 | 57 | 10,53 |
| Versch. – WC-Anlage | 61 | 50 | 24,44 | 62 | 28,89 |
| Verwaltungsgebäude, mit Vollklima- anlage | 51 | 50 | 26,47 | 46 | 23,53 |
| Verwaltungsgebäude, nur beheizt | 69 | 50 | 13,20 | 57 | 16,86 |
| Verwaltungsgebäude, temperiert und be- lüftet | 61 | 50 | 18,93 | 50 | 18,93 |
| Wohn/Verpfleg. – Altenheime/Pflege- heime | 72 | 50 | 14,29 | 63 | 20,00 |
| Wohn/Verpfleg. – Flüchtlingsunter- künfte | 109 | 50 | 7,61 | 97 | 20,99 |

| | | | | | |
|--|-----|----|-------|-----|-------|
| Wohn/Verpfleg. – Hotel/Pension | 114 | 50 | 0,00 | 102 | 16,67 |
| Wohn/Verpfleg. – Jugendzentrum | 74 | 50 | 11,34 | 62 | 18,56 |
| Wohn/Verpfleg. – Kantine/Mensa | 59 | 50 | 11,76 | 46 | 9,80 |
| Wohn/Verpfleg. – Obdachlosenunterkünfte | 94 | 50 | 10,30 | 81 | 18,18 |
| Wohn/Verpfleg. – Schullandheim, Jugendherberge | - | - | - | - | - |
| Wohn/Verpfleg. – Seniorenzentren/Tagesstätte | 94 | 50 | 17,39 | 66 | 21,74 |
| Wohn/Verpfleg. – sonst. Betreuungs- oder Verpflegungseinrichtung | 68 | 50 | 10,00 | 58 | 10,00 |
| Wohn/Verpfleg. – sonst. Gemeinschaftsunterkünfte | 113 | 50 | 11,54 | 99 | 23,08 |
| Wohn/Verpfleg. – Wohngebäude (allgemein) | 76 | 50 | 14,92 | 66 | 21,55 |

5.4 Stromkennwerte nach GEG (KEA-Studie)

Im Folgenden werden, wie zuvor, die in Kapitel 5.3 beschriebenen Zielwerte mit den errechneten Kennwerten verglichen, nun für die Stromkennwerte. Teil des Vergleichs ist die Ermittlung des prozentualen Anteils der Gebäude, die den Zielwert bereits erreichen. Die Betrachtung erfolgt dabei separiert nach Bauwerkszuordnung in Tabelle 9.

Für die Anwendungen der Zielwerte der KEA-BW werden die errechneten Kennwerte mit dem Zielwert von 10 kWh/m² verglichen. Bei Bauwerkszuordnungen, die einen geringen Bedarf aufweisen und bei denen das untere Quartilsmittel < 10 kWh/m² ist, verweist Kaltenbrunner (2024, S. 18) auf das untere Quartil als Zielwert.

Das untere Quartil wird auch für den Vergleich mit dem Richtwert nach der VDI-Richtlinie 3807 verwendet (Verein Deutscher Ingenieure e.V., 2013, S. 26). Allerdings findet hier keine Berechnung des prozentualen Anteils statt, da dieser aufgrund der Definitionsgrundlage des 25 %-Quartils auch bei jeder Kategorie im Bereich von 25 % liegen wird. Ergänzt werden die Zielwerte der KEA-BW und VDI-Richtlinie durch das Ziel der Halbierung des Endenergieverbrauchs des ifeu-Instituts (Rechsteiner & Hertle, 2022, S. 15). Der Zielwert wird über die Halbierung des mittleren Kennwerts errechnet.

| Bauwerkszuordnung | Zielwert VDI | Zielwert KEA-BW | Anteil unter KEA-BW | Zielwert ifeu | Anteil un- ter ifeu |
|---|--------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|
| Einheit | kWh/m ² | kWh/m ² | % | kWh/m ² | % |
| Bad – Freibad < 1.000 m ² Beckenfläche | 82 | - | - | 142 | 28,57 |
| Bad – Freibad > 2.000 m ² Beckenfläche | 105 | - | - | 220 | 75 |
| Bad – Freibad 1.000 – 2.000 m ² Beckenfläche | 30 | - | - | 52 | 30 |

| | | | | | |
|--|-----|----|-------|-----|-------|
| Bad – Hallenbad > 500 m² Beckenoberfläche | 122 | 50 | 7,69 | 116 | 23,08 |
| Bad – Hallenbad ≤ 250 m² Beckenoberfläche | 51 | 50 | 25,35 | 57 | 29,58 |
| Bad – Hallenbad 251 – 500 m² Beckenoberfläche | 75 | 50 | 7,84 | 66 | 17,65 |
| Bad – Hallenfreibäder | 79 | - | - | 70 | 15,38 |
| Bad – Spaß-, Freizeitbad | 118 | - | - | 127 | 31,25 |
| Bad – Thermalbad | 176 | - | - | 152 | 25 |
| Bildung – Berufsbildende Schule | 14 | 10 | 7,46 | 10 | 7,46 |
| Bildung – Grundschule | 8 | 8 | 23,45 | 6 | 10,11 |
| Bildung – Gymnasium/Gesamtschule | 13 | 10 | 9,69 | 10 | 9,69 |
| Bildung – Haupt-/Realschule | 10 | 10 | 25,99 | 8 | 15,52 |
| Bildung – Internatsschule | 11 | 10 | 50 | 8 | 50 |
| Bildung – Kindertagesstätte, Kindergarten | 11 | 10 | 19,46 | 8 | 11,1 |
| Bildung – Schule mit Schwimmhalle/Therapiebecken | 20 | 10 | 2,08 | 16 | 16,67 |
| Bildung – Schule mit Sporthalle | 10 | 10 | 23,62 | 8 | 13,65 |
| Bildung – Sonderschule/Förderschule | 10 | 10 | 26,05 | 8 | 15,13 |
| Bildung – Weiterbildungseinrichtung (einschl. Musikschule, VHS...) | 7 | 7 | 25,66 | 7 | 25,66 |
| Kultur – Ausstellungsgebäude, Museum | 5 | 5 | 24,66 | 7 | 36,07 |
| Kultur – Baudenkmal unbeheizt | 6 | 6 | 29,41 | 10 | 41,18 |
| Kultur – Baudenkmal: Burgen, Schlösser... | 8 | 8 | 26,09 | 10 | 34,78 |
| Kultur – Bibliotheksgebäude | 11 | 10 | 22,88 | 10 | 22,88 |
| Kultur – Gemeinschaftshaus | 5 | 5 | 22,42 | 6 | 28,62 |
| Kultur – Opernhaus, Theater | 12 | 10 | 23,53 | 14 | 41,18 |
| Kultur – Sakralbau/Kapelle/Gedenkstätte | 5 | 5 | 27,27 | 7 | 41,56 |
| Kultur – Stadthalle, Saalbau | 11 | 10 | 19,64 | 11 | 22,62 |
| Kultur – Veranstaltungsgebäude | 8 | 8 | 25,67 | 9 | 29,91 |
| Rechenzentrum | 10 | 10 | 20 | 32 | 60 |
| Sport – Eissporthallen | 96 | 10 | 16,67 | 58 | 16,67 |
| Sport – Gebäude f. Sportplatz + Freibad (Umkleide, Tribüne etc.) | 12 | 10 | 20,19 | 18 | 36,54 |
| Sport – Sporthalle < 1.000 m² | 10 | 10 | 27,58 | 10 | 27,58 |
| Sport – Sporthalle > 1.000 m² | 12 | 10 | 16,38 | 10 | 16,38 |

| | | | | | |
|--|----|----|-------|----|-------|
| Sport – Sportplatz | - | - | - | - | - |
| Sport – Stadium/Arena | 33 | 10 | 6,67 | 41 | 46,67 |
| Sport – Tennishallen | 9 | 9 | 33,33 | 6 | 33,33 |
| Versch. – Backhaus | 7 | 7 | 27,27 | 15 | 36,36 |
| Versch. – Bauhof | 8 | 8 | 26,81 | 10 | 36,17 |
| Versch. – Bunker | - | - | - | - | - |
| Versch. – Feuerwache | 10 | 10 | 25,19 | 11 | 28,29 |
| Versch. – Feuerwehrgerätehaus | 9 | 9 | 23,52 | 8 | 18,79 |
| Versch. – Gebäude des Gesundheitswesens | 6 | 6 | 27,27 | 8 | 31,82 |
| Versch. – Gebäude für Tierhaltung | 22 | 10 | 16,67 | 28 | 50 |
| Versch. – Krankenhäuser und Kliniken | 73 | 10 | 0 | 50 | 16,67 |
| Versch. – Krematorium | 12 | 10 | 22,22 | 40 | 44,44 |
| Versch. – Lagerhalle, Lager | 4 | 4 | 20,63 | 6 | 39,68 |
| Versch. – Leichenhaus | 6 | 6 | 24,35 | 9 | 39,72 |
| Versch. – Medizinisches Versorgungszentrum | 5 | 5 | 25 | 7 | 37,5 |
| Versch. – Öffentliche Plätze | 2 | 2 | 66,67 | 1 | 0 |
| Versch. – Parkhaus, Tiefgarage | 5 | 5 | 30,51 | 6 | 42,37 |
| Versch. – Straßenmeisterei | 11 | 10 | 20 | 8 | 15 |
| Versch. – WC-Anlage | 18 | 10 | 14,29 | 42 | 47,62 |
| Verwaltungsgebäude, mit Vollklimaanlage | 23 | 10 | 6,25 | 18 | 21,88 |
| Verwaltungsgebäude, nur beheizt | 9 | 9 | 23,85 | 10 | 26,76 |
| Verwaltungsgebäude, temperiert und belüftet | 20 | 10 | 5,52 | 16 | 15,95 |
| Wohn/Verpfleg. – Altenheime/Pflegeheime | 19 | 10 | 13,16 | 18 | 21,05 |
| Wohn/Verpfleg. – Flüchtlingsunterkünfte | 25 | 10 | 8,27 | 24 | 23,42 |
| Wohn/Verpfleg. – Hotel/Pension | 10 | 10 | 33,33 | 14 | 33,33 |
| Wohn/Verpfleg. – Jugendzentrum | 9 | 9 | 24,86 | 8 | 19,46 |
| Wohn/Verpfleg. – Kantine/Mensa | 17 | 10 | 7,27 | 22 | 38,18 |
| Wohn/Verpfleg. – Obdachlosenunterkünfte | 19 | 10 | 11,54 | 20 | 26,92 |
| Wohn/Verpfleg. – Schullandheim, Jugendherberge | - | - | - | - | - |
| Wohn/Verpfleg. – Seniorenzentren/Tagesstätte | 6 | 6 | 27,27 | 8 | 36,36 |

| | | | | | |
|--|---|---|-------|----|-------|
| Wohn/Verpfleg. – sonst. Betreuungs- oder Verpflegungseinrichtung | 8 | 8 | 26,32 | 12 | 42,11 |
| Wohn/Verpfleg. – sonst. Gemeinschaftsunterkünfte | 7 | 7 | 22,64 | 14 | 33,96 |
| Wohn/Verpfleg. – Wohngebäude (allgemein) | 2 | 2 | 18,79 | 6 | 51,01 |