



LANDRATSAMT  
BODENSEEKREIS

Bau- und Liegenschaftsamt

# ENERGIEBERICHT 2023



## **Energiebericht 2023**

### **Impressum**

Herausgegeben vom Landratsamt Bodenseekreis

#### **Bearbeitet von den Energiemanagern des Bodenseekreises**

Peter Everding und Sebastian Knop  
(Konzeption, Berechnungen, Text)

#### **Bau- und Liegenschaftsamt**

#### **Energie- und Klimaschutzmanagement**

Glärnischstr. 1 - 3  
88045 Friedrichshafen

Erstellt: 28.05.2024

**Rev1: 22.08.2024**

Datenlage: bis 31.12.2023

## Inhalt

1	Vorwort .....	3
2	Zusammenfassung .....	4
3	Auswertungsgrundlagen .....	6
3.1	Das Wetter 2023 im Bodenseekreis .....	6
3.2	Umfang des Berichts .....	7
3.3	Berechnungsgrundlagen.....	8
3.4	Energiemanagement kreiseigene Liegenschaften .....	8
3.5	Energieeinsparmaßnahmen zur Senkung des Gas- und Stromverbrauchs .....	9
4	Gesamtauswertung Energie- und Wasserverbräuche .....	10
4.1	Gesamtverbrauchsentwicklung der Liegenschaften.....	10
4.2	Energiekostenentwicklung der Liegenschaften.....	13
4.3	Verwendete Energieträger .....	15
4.4	Entstandene Emissionen .....	17
5	Auswertung der einzelnen Liegenschaften.....	18
5.1	Auswertung Verwaltungsgebäude.....	18
5.1.1	Verwaltungsgebäude Albrechtstr. 77 (LRA AL 77).....	22
5.1.2	Verwaltungsgebäude Albrechtstr. 75 (LRA AL 75).....	25
5.1.3	Verwaltungsgebäude Glärnischstr. 1-3 (LRA GL).....	28
5.2	Auswertung Schulgebäude und Schulsporthallen.....	31
5.2.1	Berufsschulzentrum Friedrichshafen (BSZ FN) .....	39
5.2.2	Berufsschulzentrum Überlingen (BSZ ÜB) .....	46
5.2.3	Bildungszentrum Markdorf (BZM) .....	51
5.2.4	Elektronikschule Tettnang (EST).....	57
5.2.5	Hotel- und Gaststättenschule Tettnang (HoGa).....	60
5.2.6	Pestalozzischule Markdorf .....	63
6	E-Mobilität .....	67
7	Resümee.....	68
8	Ausblick .....	70
9	Abbildungsverzeichnis .....	71

## 1 Vorwort

Das Jahr 2023 brachte in Deutschland eine Reihe von zentralen klimapolitischen Fortschritten, insbesondere in den Sektoren Gebäude und Strom, aber auch zusätzliche Herausforderungen. Die Debatte um das Gebäudeenergiegesetz (GEG) hinterließ Spuren in der Bevölkerung, was das Vertrauen in die praktische Umsetzung und soziale Ausgewogenheit klimapolitischer Maßnahmen angeht. Spätestens mit dem Haushaltsurteil des Bundesverfassungsgerichts wird die Frage nach der Finanzierung von Klimaschutzinvestitionen zum zentralen Thema für 2024. Dies gilt umso mehr, als weiterhin eine erhebliche Lücke zwischen aktuellen Maßnahmen und dem Klimaziel für 2030 klafft.

Auch im Bodenseekreis (BSK) sind die Folgen der Klimakrise von Jahr zu Jahr deutlicher zu spüren, späte Fröste, große Hitze, Sturm- und Hagelschäden, Trockenheit, Schädlinge wie der Borkenkäfer sowie Schäden an Infrastruktur haben in den letzten Jahren zu finanziellen Verlusten geführt. Der BSK ist selbst ein nennenswerter Energieverbraucher und hat daher eine Vorbildfunktion für seine Kommunen und deren Bürgerinnen und Bürger. Die effiziente und sehr bewusst sparsame Verwendung von Energie in den kreiseigenen Liegenschaften wird bereits seit Jahren mit einer Dienstanweisung Energie organisatorisch vorgegeben und jährlich neu, insbesondere zur Heizperiode, sensibilisiert. Die sich hieraus ergebenden Energie-Einsparungen sowie der zunehmende Einsatz erneuerbarer Energien tragen mit zum Klimaschutz und somit zur Erreichung der kreiseigenen Klimaschutzziele bei. Wegen der langen Modernisierungs- und Erneuerungszyklen ist schnelles Handeln dringend erforderlich. Vor dem Hintergrund der unterschiedlichen Interessen der involvierten Akteure ist die konsequente und zügige Umsetzung von wirksamen Maßnahmen zur Treibhausgasminderung im Gebäudebereich weiterhin eine große Herausforderung.

Bis 2040 müssen die Heizungsanlagen, nach dem Klimaschutzpakt Baden-Württemberg (KlimaG BW, §12) in öffentlichen Gebäuden bilanziell CO<sub>2</sub>-neutral sein. Die energetischen Verbesserungen der Gebäudehülle sowie die Verbesserungen in der Anlagentechnik tragen zur langfristigen Werterhaltung der eigenen Gebäude bei.

Laut dem aktuellen Jahresbericht 2023 (Agora Energiewende) sind die erreichten Emissionsminderungen im Gebäudesektor zum vierten Mal in Folge hinter den gesteckten Sektor Zielen (Deutschland) geblieben. Darüber hinaus sind die heizungsseitigen Gebäudeemissionen (Wärme) bestimmt von der Dominanz fossiler Energieträger. Hier besteht also ein nicht länger zu ignorierender Handlungsbedarf.

Dieser Energiebericht 2023 soll den Entscheidungsträgern eine Übersicht über den Energieverbrauch der sechs großen Schulen (u.a. Berufsschulzentren, Bildungszentren) und der drei Verwaltungsgebäude in Friedrichshafen geben. Neben dem Verbrauch (kWh/a, MWh/a) sind auch Kosten (€/a) und Emissionen (to CO<sub>2</sub> pro Jahr) der einzelnen Energieträger dargestellt.

Durch eine gezielte Projektentwicklung zu Sanierungs- und Effizienzmaßnahmen sollen die Möglichkeiten weiterer Energie- und Emissionsreduzierungen fokussiert werden und sowohl verwaltungsintern als auch in den politischen Gremien als objektive Entscheidungsgrundlage für die anstehenden Modernisierungs- und Sanierungsmaßnahmen dienen.

## 2 Zusammenfassung

In diesem Energiebericht 2023 werden die großen kommunalen Liegenschaften in der detaillierten Jahresbilanz gezeigt. Die Auswertung umfasst die Verwaltungsgebäude in Friedrichshafen als auch die Schulzentren im Bodenseekreis. An dieser Stelle wird der Hinweis gegen, dass u.a. die über 40 Asyl Standorte (u.a. angemietete Objekte) als auch die Straßenmeistereien nicht analysiert worden sind. Insbesondere gilt es daher, die ermittelten Energiekosten, (nur) zu den vorgenannten kreiseigenen Liegenschaften zu bewerten.

### Wärme

Das Jahr 2023 war erneut auffallend warm. Dies hat sich auch in der eigentlichen Heizperiode 2022/2023 in den absoluten Energiedaten (Wärme) gezeigt. Im Verlauf der Heizperiode 2023 lagen die Temperaturen über dem Durchschnitt der letzten 20 Jahre.

Die Temperatur des internationalen Referenzzeitraums von 1961-1990 (8,2 °C) wurde um 2,4 °C überschritten. Laut dem Deutschen Wetterdienst (DWD) war der September 2023 mit einer Durchschnittstemperatur von 17,2 °C der wärmste gemessene Monat, in der 142-jährigen Geschichte der Wetteraufzeichnungen.

Absolut lag der der Wärmeverbrauch im Jahr 2023 für die bilanzierten Liegenschaften bei **8.138 MWh/a**. Im direkten Vergleich zum Vorjahr 2022 ist dieser um -11 MWh leicht reduziert.

### Strom

Der Stromverbrauch der kreiseigenen Liegenschaften ist im Jahr 2023 ebenfalls wieder leicht angestiegen und lag bei **3.794 MWh/a**, ein Mehrverbrauch von +139 MWh.

Der PV Stromertrag (kreiseigener Anlagen) lag bei **143 MWh/a**, insgesamt von den kommunalen Gebäuden (u.a. mit BSZ FN) **670 MWh/a** und hat sich im Vergleich zum Vorjahr damit erhöht. Auf dem Dach der Marie-Curie-Schule (Überlingen) wurde im Jahr 2022 eine Photovoltaikanlage errichtet. Diese konnte erst 2023 den Betrieb aufnehmen, weil die Frequenzumrichter nicht lieferbar waren. In der zweiten Jahreshälfte lag der Stromertrag dann noch bei 55MWh.

### Wasser

Der Wasserverbrauch hat sich in allen Liegenschaften um 1.603 m<sup>3</sup> auf **21.949 m<sup>3</sup> (+8%)** erhöht. Größtenteils ist die Erhöhung u.a. auf den Normalbetrieb der Schulen und Sporthallen zurückzuführen. Des Weiteren wurden regelmäßige Spülungen an Warmwasser-Systemen aufgrund einer Legionellen Problematik vorgenommen.

Zusätzlich wurden an einigen Liegenschaften während der Sommermonate Trinkwasserverbräuche zum Bewässern der Außenanlagen benötigt.

### Emissionen

Die Emissionen haben sich auf **1.803 to/a (+9,5 %)** leicht erhöht. Dies ist maßgeblich durch den Betrieb weiterer BHKW's im KWK Betrieb verursacht worden. Die Eigenstromerzeugung erfolgt dabei aus Erdgas und ist demnach nicht klimaneutral.

## Kosten

Die Gesamtkosten für die Bereitstellung von Wärme, Kälte, Licht-/Kraftstrom und Wasser zu den bilanzierten Liegenschaften lagen in 2023 bei rund **1,71 Mio.€** und sind im Vergleich zum Vorjahr um 26.757 Euro angestiegen (+1,6%).

Diese Kostenstabilität ist auf das sehr warme / sonnenreiche Jahr 2023, der milden Heizperiode 2022/2023 und den damit geringeren absoluten Wärmebedarfen, sowie der Erhöhung der Eigenstrom-Erzeugungsquote (PV, BHKW) zurückzuführen, wodurch die Kosten für Licht-/ Kraftstrom um 25.303 Euro (-3,5%) reduziert werden konnten.

## Prioritäten im Bereich Energiemanagement

- für das Jahr 2024 ist die Einführung einer Energie-Management-Software (EMS) geplant. Des Weiteren wird die Fortführung der Einsparmaßnahmen (Schulungen / Sensibilisierung) in jeden Fall fortgesetzt
- Maßnahmen zur Reduzierung des Stromeinkaufs (Erweiterung der Eigenstromerzeugung mit Photovoltaikanlagen und vermehrtem BHKW-Einsatz mit Einsatz von Biogas)
- Energieverbrauchsreduktion durch Dämmmaßnahmen (Wärme- **und** Hitzeschutz)
- Maßnahmen zur Reduktion des Wärmeeintrags zur langfristigen Vermeidung des Einsatzes elektrisch erzeugter Kühlung
- starke Reduzierung des Einsatzes fossiler Energieträger (vorrangig Erdgas) zur Wärmeversorgung.

## Empfehlungen

1. Ein kontinuierliches Energiemanagement mit ausreichend ausgestatteten Ressourcen ist dauerhaft unentbehrlich, um die bisherigen Einsparungen zu sichern und die dringend notwendigen Einsparpotenziale zu erschließen, besonders unter dem Aspekt des zu erwartendem starken Anstiegs der Energiekosten ab 2024.
2. Die Errichtung von Photovoltaikanlagen auf kreiseigenen Dächern wird - bei technischer Voraussetzung - zur kostengünstigen Versorgung (Eigenstromverbrauch) der Liegenschaften beitragen. Für die kreiseigenen Liegenschaften sollten deshalb weitere Photovoltaikanlagen installiert werden. Der tagsüber erzeugte Strom kann direkt in den Liegenschaften genutzt werden, die Energiekosten und die CO<sub>2</sub>-Emissionen lassen sich hierdurch langfristig reduzieren.

### **Klimaschutzziele**

Der Bodenseekreis hat 2020 sein Klima- und energiepolitisches Leitbild weiterentwickelt, verabschiedet und im Oktober 2020 veröffentlicht. Mit Unterzeichnung des Klimaschutzpakt Baden-Württemberg hat sich der Kreis außerdem zur klimaneutralen Verwaltung bis 2040 verpflichtet. Fast alle kreiseigenen Liegenschaften haben hohe bis sehr hohe Endenergieverbräuche pro Quadratmeter. Nur durch eine deutliche Verringerung der gesamten Energieverbräuche und eines vermehrten Einsatzes erneuerbarer Energien sind die kreiseigenen Klimaschutzziele im Gebäudebereich zu erreichen. Deshalb müssen sowohl die energetische Qualität der Gebäude als auch die Qualität der technischen Gebäudeausrüstung weiterhin kontinuierlich verbessert werden.

Die sehr langen Investitionszyklen im Gebäudebereich bergen das Risiko, einen hohen Energieverbrauch langfristig festzusetzen. Um die dadurch dauerhaft hohen Energiekosten zu vermeiden, ist es unabdingbar, nicht die gesetzlichen Mindestziele, sondern den heutigen höchsten Stand der Technik flächendeckend bei Sanierung und Neubau anzuwenden.

### **Klimawandel und die bauliche Anpassung in den kreiseigenen Liegenschaften**

Starkregenbedingte Sturzfluten, Stürme, Hitze und Flusshochwasser werden in Deutschland in Zukunft voraussichtlich zu vermehrten Schäden an Gebäuden führen.

Als Vorsorge gegen die Folgen von Extremwetterereignissen besteht im Gebäudebereich die Möglichkeit, verschiedene Anpassungsmaßnahmen an Neubauten sowie Bestandsgebäuden durchzuführen. Bei den kreiseigenen Liegenschaften sind besonders die Gebäude mit den nicht sanierten Außenhüllen sowie die mit vielen Glasflächen von der Zunahme der Hitzetage und der Sonnenstunden betroffen. Die klimaangepasste Sanierung ist - um die Liegenschaften weiterhin uneingeschränkt nutzen zu können - notwendig. Oftmals ist die klimaangepasste Sanierung mit höheren Sanierungskosten verbunden als bei Nichtberücksichtigung der Anpassung. Langfristig können jedoch Schadensfolgekosten und Nutzungseinschränkungen vermindert bzw. verhindert werden. Außerdem dienen die erforderlichen baulichen Maßnahmen oftmals nicht ausschließlich der Klimaanpassung, sondern auch dem Klimaschutz.

## **3 Auswertungsgrundlagen**

Die Schwerpunkte des vorliegenden Energieberichts liegen auf der Dokumentation, der Verbrauchskontrolle (Monitoring) und der Gebäudeanalyse. Die bisherigen Ergebnisse dieser Bereiche sowie die Wettersituation wie auch die Berechnungsgrundlagen werden nachfolgend vorgestellt.

### **3.1 Das Wetter 2023 im Bodenseekreis**

Die Temperatur des internationalen Referenzzeitraums von 1961-1990 wurde um  $> 2,5$  °C überschritten. Ungewöhnlich hoch waren mit 25 Tagen die Anzahl der Tage mit Temperaturen über 30 Grad in Deutschland, doppelt so viele wie im jüngsten Vergleichszeitraum 1993 - 2021.

An insgesamt 85 Tagen lagen die Temperaturen über 25 Grad mit ausgesprochenen Hitzeperioden im Juni, Juli und ab Mitte August.

Trockenheit und Regen wechselten sich im südlichen Baden-Württemberg ab. Vor den ausgiebigen Niederschlägen ab Mitte Oktober war es jedoch viel zu trocken gewesen. Deutliche Zeichen für einen fortschreitenden und spürbaren Klimawandel.

Der Wasserstand des Bodensees lag in der zweiten Jahreshälfte zweitweise knapp einen Meter unter dem mittleren jahreszeitlichen Wert des Seespiegels. Die Sonnenverhältnisse mit 1.920 Sonnenscheinstunden führten in 2023 zu guten Eigenstrom PV Erträgen. Wobei dies auch ein Zeichen des Klimawandels darstellt, nämlich einer zunehmenden Anomalie der Sonnenscheindauer.

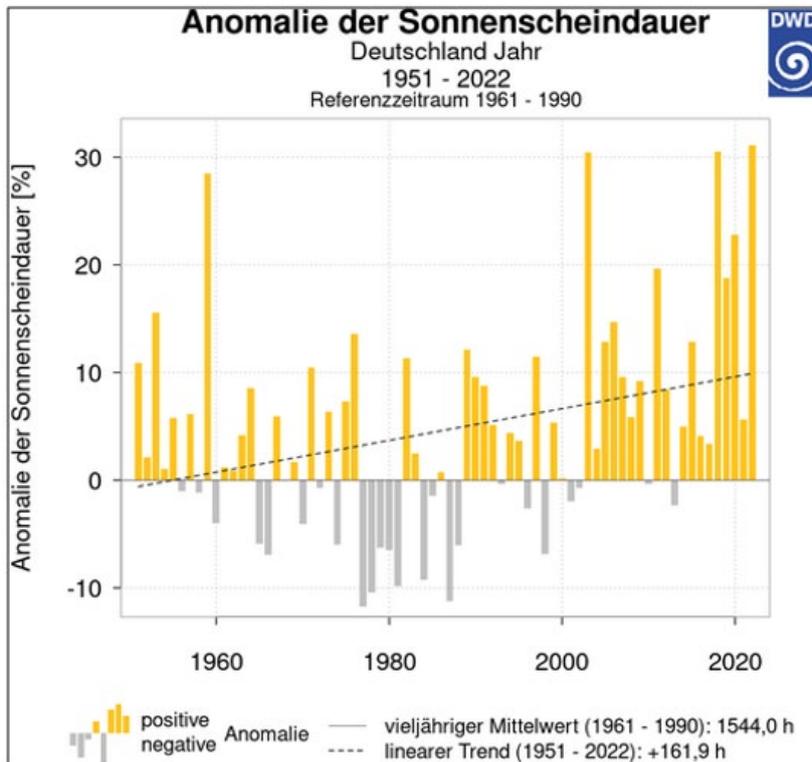


Abbildung 1 Anomalie der Sonnenscheindauer in Deutschland von 1951 bis 2022<sup>1</sup>

### 3.2 Umfang des Berichts

Der Energiebericht 2023 umfasst folgende Liegenschaften, die drei Verwaltungsgebäude des Landratsamt Bodenseekreis:

- Albrechtstraße 75
- Albrechtstraße 77
- Glärnischstraße 1-3 (mit Leitstelle)

sowie die großen Schulen in Trägerschaft des Bodenseekreises:

- Berufsschulzentrum Friedrichshafen (BSZ FN)
- Berufsschulzentrum Überlingen (BSZ ÜB)
- Bildungszentrum Markdorf (BZM)
- Elektronikschule Tettnang (EST)
- Hotel- und Gaststättenschule (HoGa)
- Elektronikschule Tettnang (EST)
- Pestalozzischule Markdorf

Kreiseigene Asylunterkünfte sowie weitere angemietete Liegenschaften und ihre Energie Verbräuche sind in diesem Bericht nicht berücksichtigt.

<sup>1</sup> DWD, Wetter und Klima aus einer Hand ([www.dwd.de](http://www.dwd.de)) letzter Zugriff 20.02.2024

### 3.3 Berechnungsgrundlagen

Die nachfolgenden Zahlen, Diagramme und Tabellen wurden von den Energiemanagern des Bau- und Liegenschaftsamtes (Dezernat 3) zusammengestellt. Sie werden auch im Sanierungsfahrplan, in den Berichten zum European Energy Award, dem Leitstern Energieeffizienz und zur Erfüllung des Klimaschutzgesetzes Baden-Württemberg (KSG BW) verwendet.

Neben der Energieeinsparung ist insbesondere die Verringerung der CO<sub>2eq</sub>-Emissionen im Gebäudebereich zur Erreichung der Klimaneutralen Verwaltung notwendig. Die Emissionsberechnungen wurden auf Grundlage der veröffentlichten Werte des Umweltbundesamtes und der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg<sup>2</sup> durchgeführt. Alle kreiseigenen Liegenschaften werden über die abgeschlossenen Stromlieferverträge mit 100% ÖkoStrom versorgt. Die Berechnung der Emissionen im Wärmebereich beruhen auf den von der KEA-BW veröffentlichten Werten. Unterschiede in diesem Bericht zu früheren Veröffentlichungen beruhen auf einer besseren Datenlage, auf der Einbeziehung der Sanierungsmaßnahmen, der überarbeiteten Flächenberechnung und auf jährlichen Neuberechnungen der Emissionen.

#### **Erläuterung zur Witterungsbereinigung:**

Der Einfluss der Witterung und des Klimas auf den Energieverbrauch wird mittels eines so genannten Klimafaktors erfasst, der sowohl die Temperaturverhältnisse während eines Berechnungszeitraumes, als auch die klimatischen Verhältnisse in Deutschland berücksichtigt. Der Deutsche Wetterdienst (DWD) berechnet Klimafaktoren flächendeckend für ganz Deutschland und stellt standortbezogene Klimafaktoren für jede Zustell-Postleitzahl zur Verfügung, das ergibt über 8.200 Klimafaktoren.

### 3.4 Energiemanagement kreiseigene Liegenschaften

Ziele des Energiemanagements (EM) sind die Minimierung des Energieverbrauchs und der dadurch bedingten Umweltbelastungen, die Priorisierung der Sanierungsmaßnahmen und der Werterhalt der Gebäude.

Das EM liegt im Aufgabenbereich des Bau- und Liegenschaftsamtes zu dem sowohl die investiven als auch die nichtinvestiven Maßnahmen (laufende Instandhaltungsmaßnahmen) in allen energierelevanten Bereichen gehören. Hierzu zählen folgende Aufgaben:

- Energieverbrauchskontrolle / Monitoring: monatliche Verbrauchsdatenerfassung und Verbrauchsauswertung der kreiseigenen Liegenschaften,
- optimierte Betriebsführung von Heiz- und Kälteanlagen,
- die Unterstützung der Objektbetreuer bei der Planung von Sanierungskonzepten,
- Schulung des Technischen Betriebsführungspersonals,
- die Akquise von Fördergeldern für Energieeffizienzmaßnahmen.

Derzeit werden für die kreiseigenen Liegenschaften monatlich – in den Verwaltungsgebäuden wöchentlich – über 500 Zählpunkte aufgenommen und ausgewertet.

<sup>2</sup> CO<sub>2</sub>-Bilanzierung ([www.kea-bw.de](http://www.kea-bw.de)), letzter Zugriff 22.02.2024

### 3.5 Energieeinsparmaßnahmen zur Senkung des Gas- und Stromverbrauchs

Auf die Einsparung von Gas hatten sich die EU-Mitgliedstaaten verständigt. Ziel war es, den Gasverbrauch um 15 Prozent zu senken. Vom Bau- und Liegenschaftsamt wurden über die gesetzlichen Anforderungen hinaus verschiedene Energieeinsparmaßnahmen vorgenommen bzw. sind in der Planung.

Es werden weiterhin folgende Energiesparmaßnahmen fokussiert.

- die am 01.08.2022 in Kraft getretene Dienstanweisung Energie ist für alle Nutzerinnen und Nutzer der kreiseigenen und der durch den Kreis angemieteten Gebäude verbindlich
- eine Pflichtschulung zum Energiemanagement wurde im August 2022 für alle Mitarbeitenden der Kreisverwaltung eingeführt
- Flure und Treppenhäuser werden in den kreiseigenen Liegenschaften weitgehend nicht mehr beheizt
- die 19 Grad-Regelung an Arbeitsstätten in den öffentlichen Liegenschaften konnte – in weiten Teilen - umgesetzt werden
- in den Verwaltungsgebäuden wurde an den Waschbecken die Warmwasserbereitung abgestellt und ist nur noch an hygienisch notwendigen Zapfstellen wie z. B. im Veterinäramt vorhanden
- Austausch ineffizienter Heizungspumpen
- die Lüftungszeiten der Lüftungsgeräte wurden reduziert und außerhalb der Arbeitszeiten stark heruntergefahren
- die Klimageräte der Verwaltungsgebäude gehen erst ab einer Temperatur von 26 °C in Betrieb
- die Vorlauftemperaturen in den Heizungsanlagen wurden teilweise abgesenkt

## 4 Gesamtauswertung Energie- und Wasserverbräuche

### 4.1 Gesamtverbrauchsentwicklung der Liegenschaften

Der absolute Energieverbrauch zur Bereitstellung von Wärme, Kälte und der Stromversorgung betrug **13.473 MWh**, der Wasserverbrauch im Jahr 2023 lag bei **21.949 m<sup>3</sup>**.

#### Energieverbräuche:

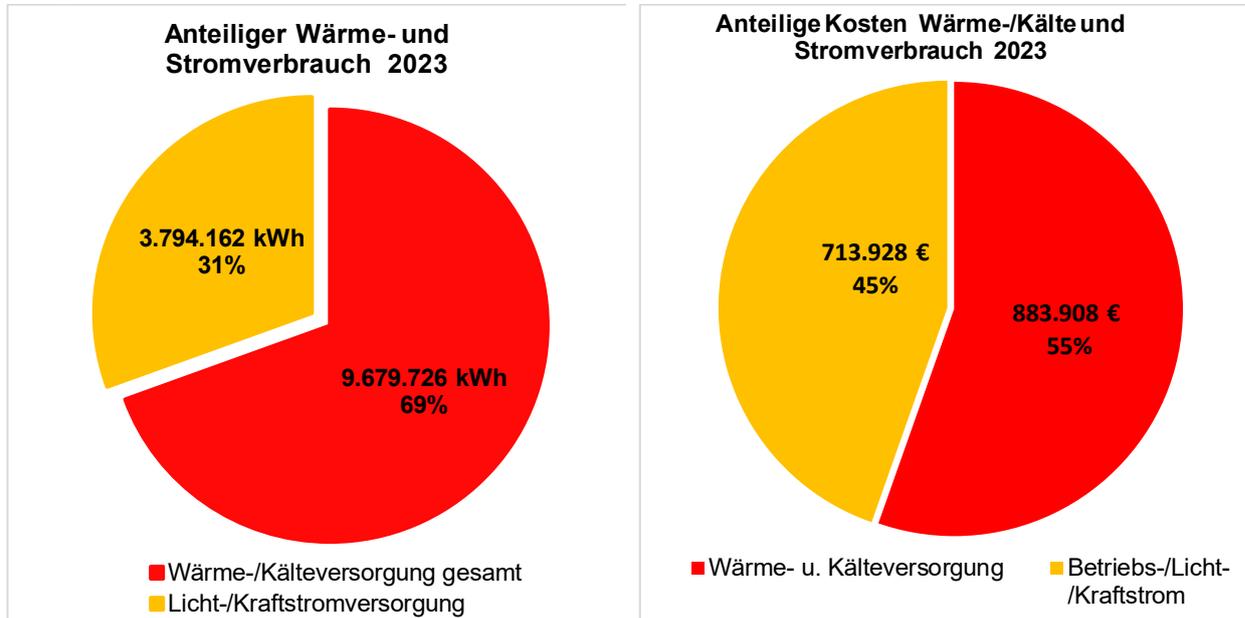


Abbildung 2 Anteilige Gesamtenergieverbräuche(links) und –kosten(rechts)

Die Entwicklung der letzten 4 Jahre zu den kumulierten Wärme-/Kälte- und der Stromverbräuche aller neun Liegenschaften zeigt die folgende Grafik:

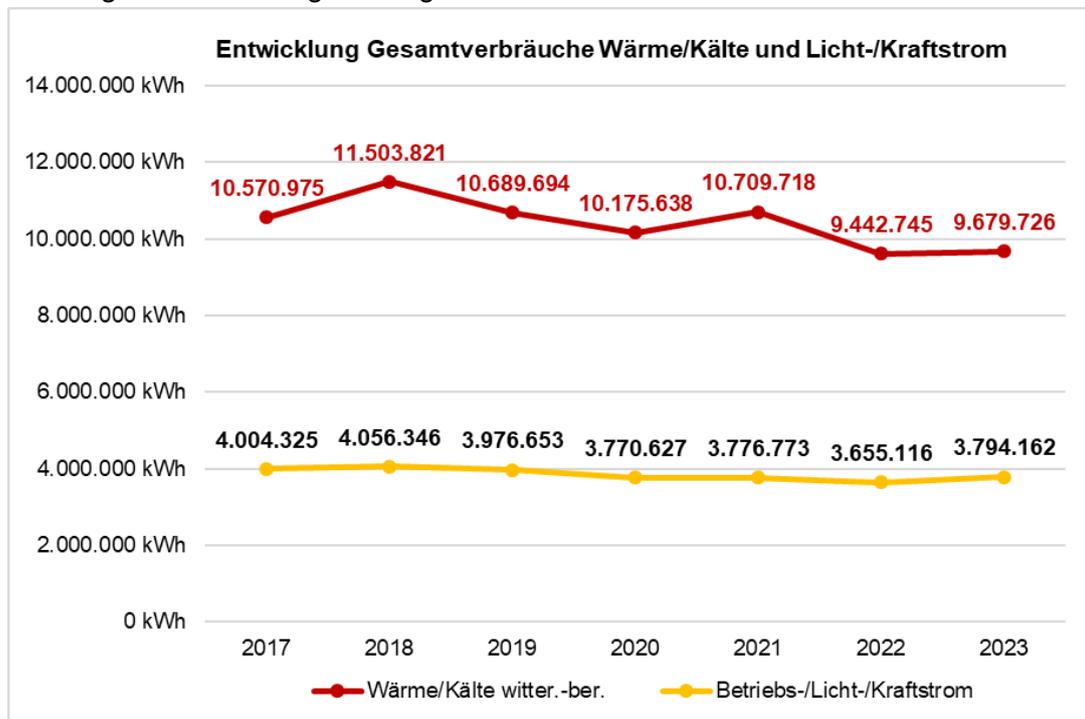


Abbildung 3 Entwicklung Gesamtverbräuche Liegenschaften (Wärme witterungsbereinigt)

Im Vergleich zu 2022 ist der Energieverbrauch 2023 in drei Liegenschaften leicht angestiegen. Die absoluten Wärmeverbräuche haben sich in allen Liegenschaften wie folgt prozentual verändert.

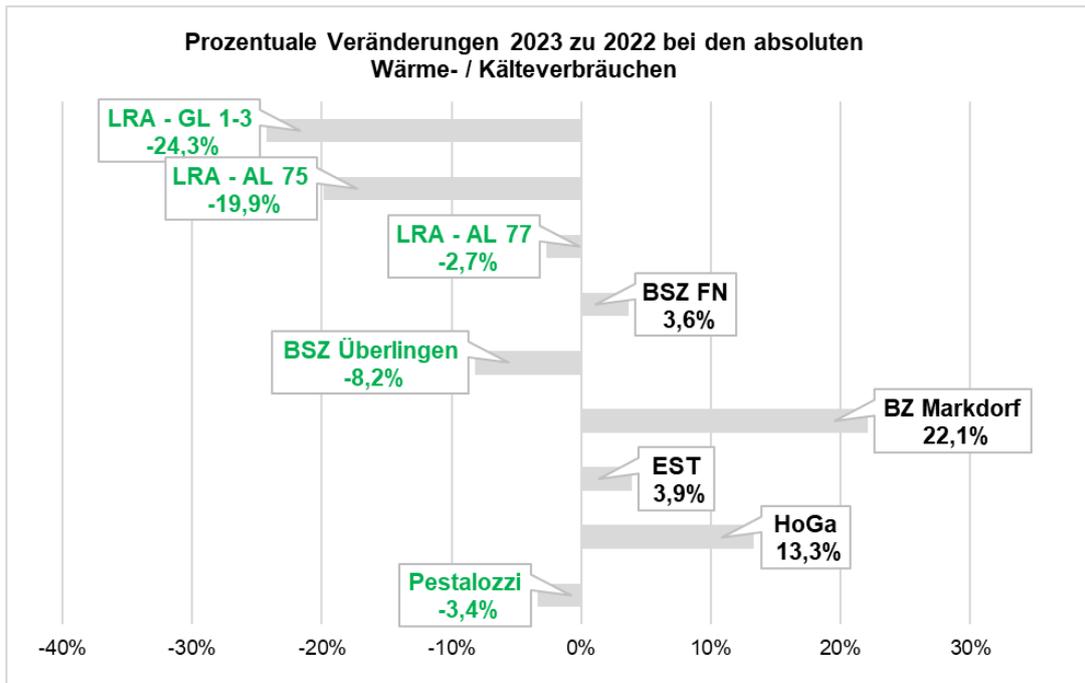


Abbildung 4 Prozentuale Veränderungen Wärme-/Kälteverbrauch

Positiv ist die Reduktion im Bereich der Verwaltungsgebäude zu sehen, was mit der konsequenten Umsetzung der Einsparungsmaßnahmen sowie dem Energie Contracting begründet werden kann. Die starke Steigerung am Berufsschulzentrum Friedrichshafen resultiert aus der Nutzung der Sporthalle als Notunterkunft für geflüchtete Personen, aufgrund der Beheizung des Küchenzettes sowie des Cateringbetriebs. Die Steigerung am Bildungszentrum Markdorf kann mit der sehr starken Nutzung der Sporthallen sowie dem ganzjährigen Küchenbetrieb plausibilisiert werden.

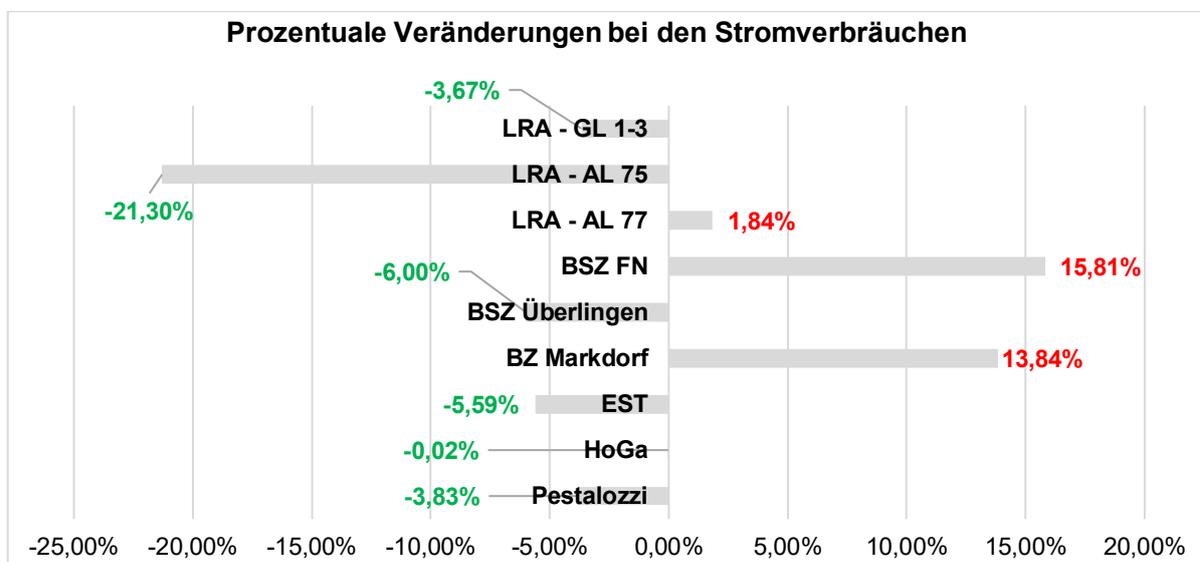


Abbildung 5 Prozentuale Veränderungen Stromverbrauch

Der Energieverbrauch (Wärme/Kälte und Stromversorgung) fällt zu 22 % auf die drei Verwaltungsgebäude (GL 1-3, AL75, AL77) und zu 78 % auf die Schulen. Mit 34 % benötigt das BSZ Friedrichshafen knapp ein Drittel der gesamten Energie. Energie- und CO<sub>2</sub>-reduzierende Maßnahmen sind in allen Schul-Liegenschaften unter dem Aspekt der Kosten und der kreiseigenen Klimaziele daher zukünftig am wirkungsvollsten.

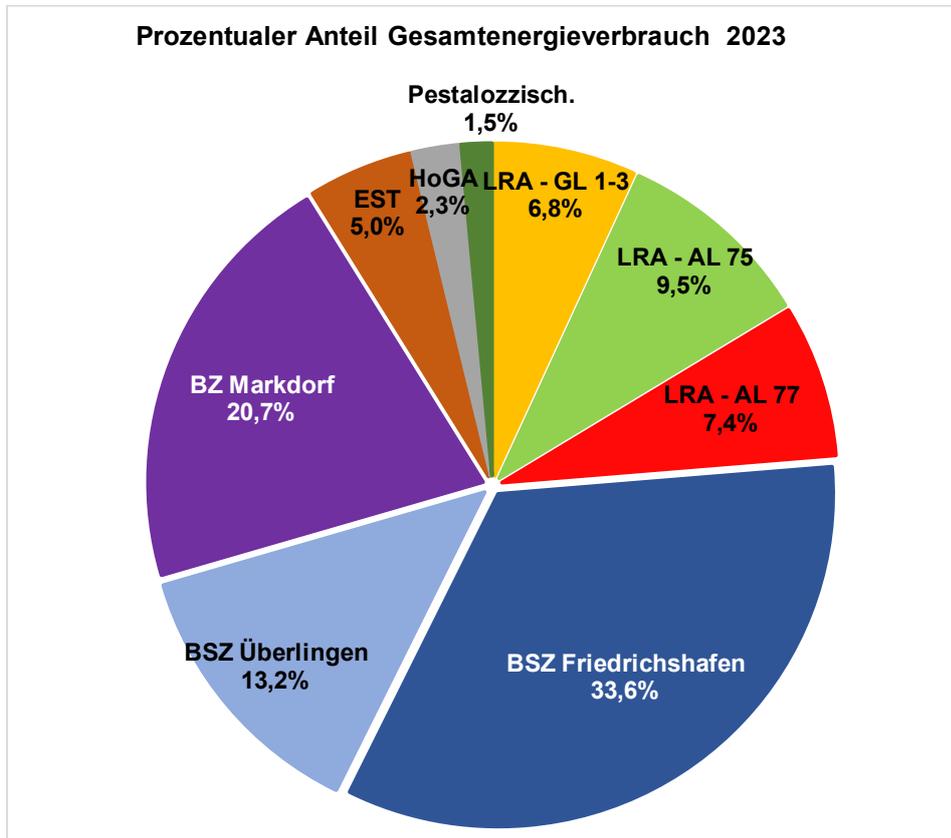


Abbildung 6 Prozentualer Anteil der Liegenschaften am Gesamtenergieverbrauch

### Wasserverbräuche:

Der Gesamtwasserverbrauch ist wieder angestiegen, liegt jedoch unter dem Verbrauch vor der Pandemie.

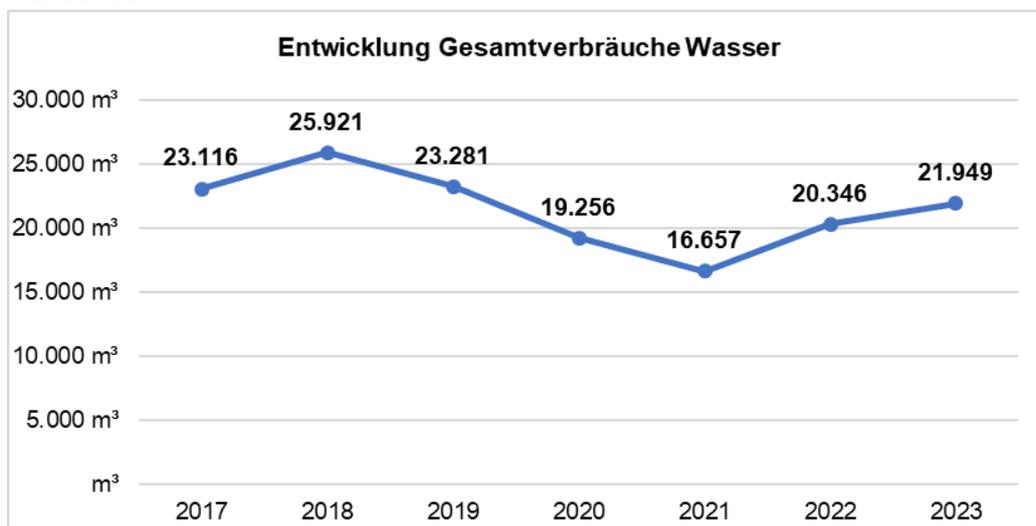


Abbildung 7 Entwicklung Gesamtwasserverbrauch

## 4.2 Energiekostenentwicklung der Liegenschaften

Die Energiekosten für die Versorgung der Liegenschaften lagen im Jahr 2023 bei **1.708.958 €** und sind im Vergleich zum Vorjahr um 25.013 Euro angestiegen (+1,4%). Davon fallen 6 % auf die Wasserversorgung, 52 % auf die Wärme- und Kälteversorgung und 42% auf die Licht-/Kraftstromversorgung. Die folgende Grafik zeigt die Kostenaufteilung der Energie- Wärme- und Wasserversorgung.

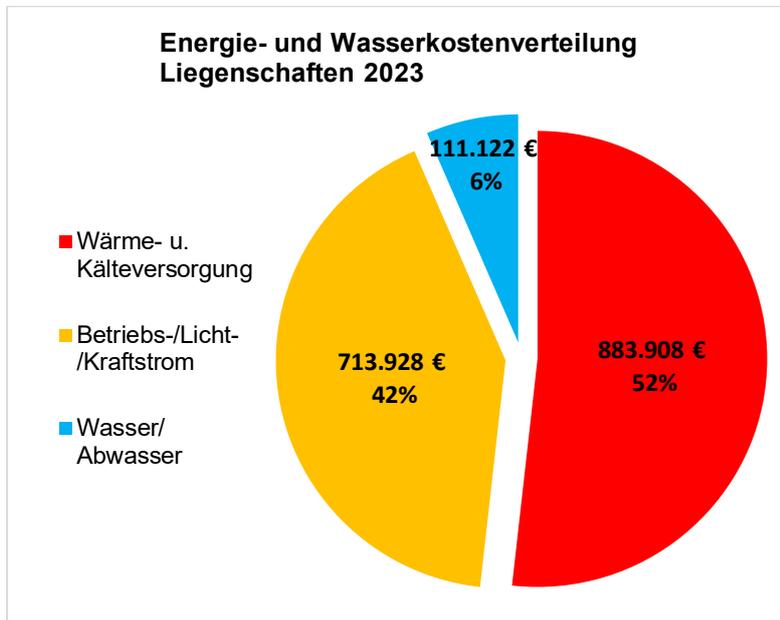


Abbildung 8 Kostenverteilung Energie und Wasser

Die Entwicklung der jährlichen Gesamtkosten stellt sich wie folgt dar. Bis Ende 2023 haben langfristig abgeschlossene Energieverträge für eine Kostenstabilität gesorgt. Ab 2024 wird sich dieses Bild deutlich ändern.

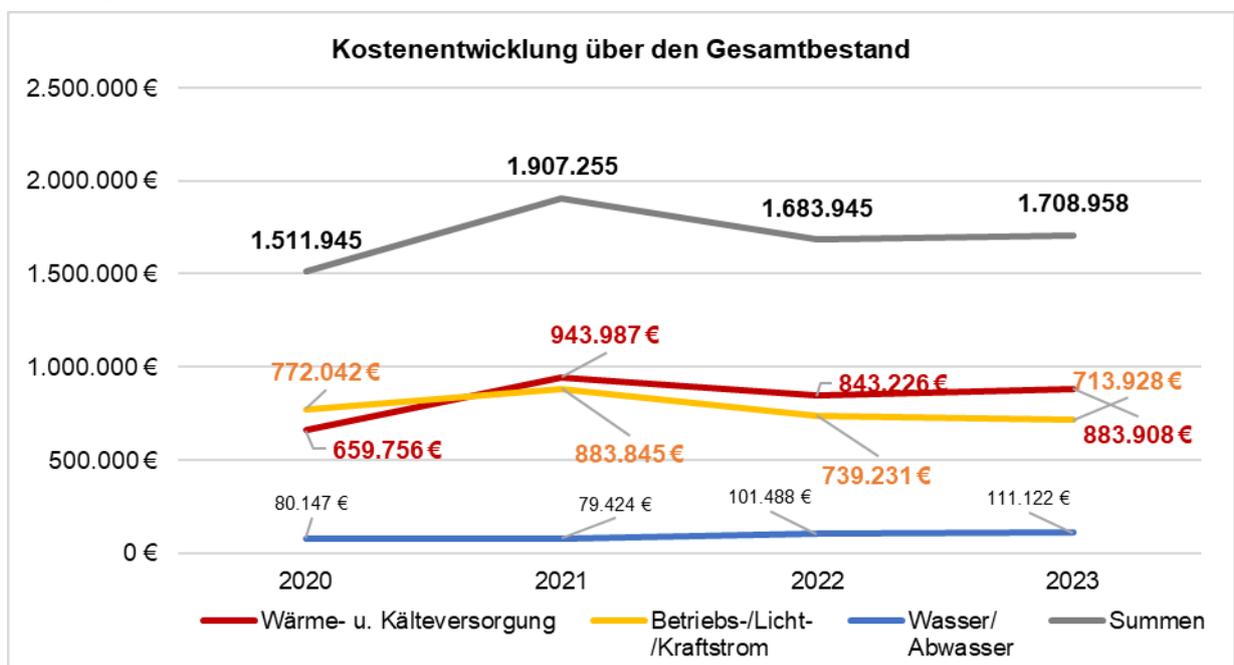


Abbildung 9 Entwicklung Kosten für Energie und Wasser

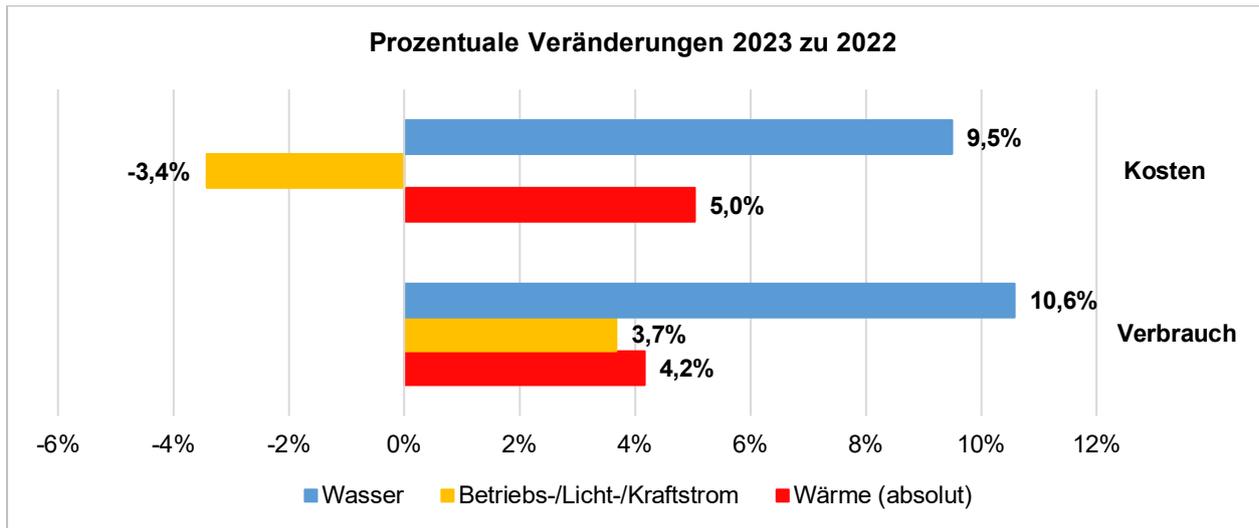


Abbildung 10 Prozentuale Veränderungen bei Verbrauch und Kosten

Die prozentualen Veränderungen bei Verbräuchen und Kosten sind unterschiedlich. Die Mehrverbräuche führen im Vergleich zum Vorjahr beim Wasser und der Wärme zu Mehrkosten. Insbesondere bei der Wärme ist dies durch höhere Grundpreise begründet, dies sich durch das 2023 bei den Verwaltungsgebäuden eingeführte Contracting ergeben (vgl. Kapitel 5.1).

Die Eigenstromerzeugung durch BHKW´s und PV-Anlagen, war kostenmäßig vorteilhafter, als der Zukauf aus dem öffentlichen Stromnetz, somit wurde trotz steigendem Verbrauch eine Minderung der Kosten erzielt.

Die Preisbindungen der Strom- und Gaslieferverträge sind Ende 2023 ausgelaufen. Die Verlängerungsoptionen für Strom- und Gaslieferverträge mussten zu erhöhten Preisen abgeschlossen werden, weshalb sich die Kosten für die Jahre 2024 und 2025 circa um den Faktor 2,5 erhöhen werden. Unter der Annahme von gleichbleibenden Verbräuchen werden die Gesamtkosten ab 2024 voraussichtlich im Bereich von 4,3 Millionen Euro liegen.

### 4.3 Verwendete Energieträger

Für die Energiebereitstellung kamen fossile und regenerative Energieträger zum Einsatz. Die folgenden Grafiken zeigen die Entwicklung der eingesetzten Energieträger in Summe sowie die fossilen und regenerativen Anteile.

#### Wärme:

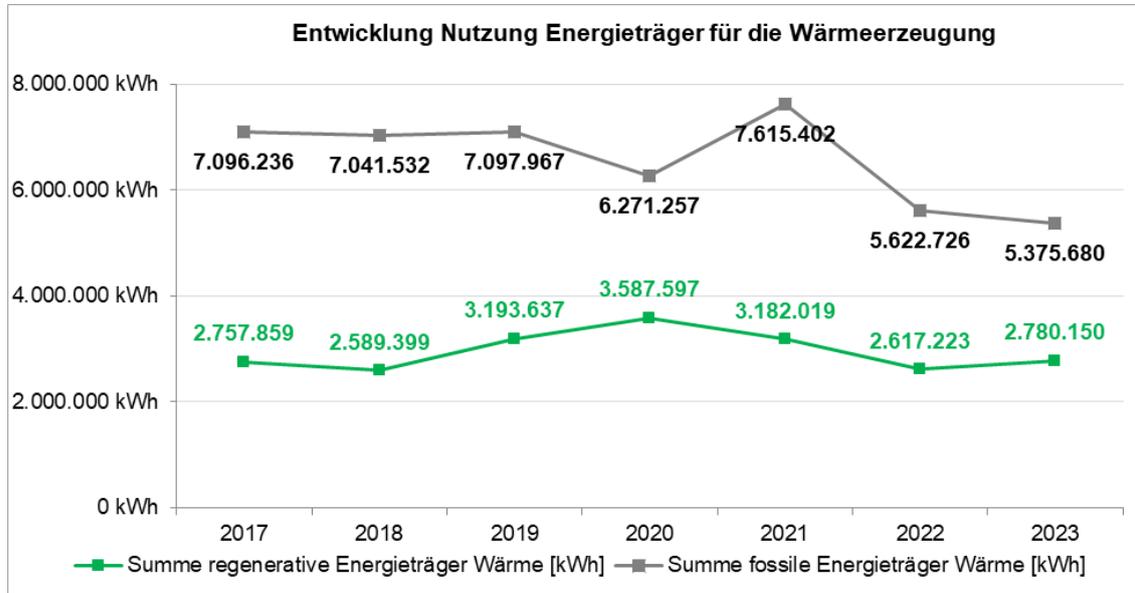


Abbildung 11 Entwicklung regenerativer Energieträger zur Wärmeerzeugung

Als fossile Energieträger wurden Gas und zu einem sehr geringen Anteil Öl genutzt. Das Gas kam sowohl in den Gaskesseln als auch in der Kraft-Wärme-Kopplung beim Betrieb der BHKW's zum Einsatz. Die regenerativen Energien sind Biogas (10 % des Gasbezugs in jeder Liegenschaft ohne Contracting), Holz (BSZ FN, BZM und der HoGa) und im speziellen ein Anteil Geothermie am BSZ FN.

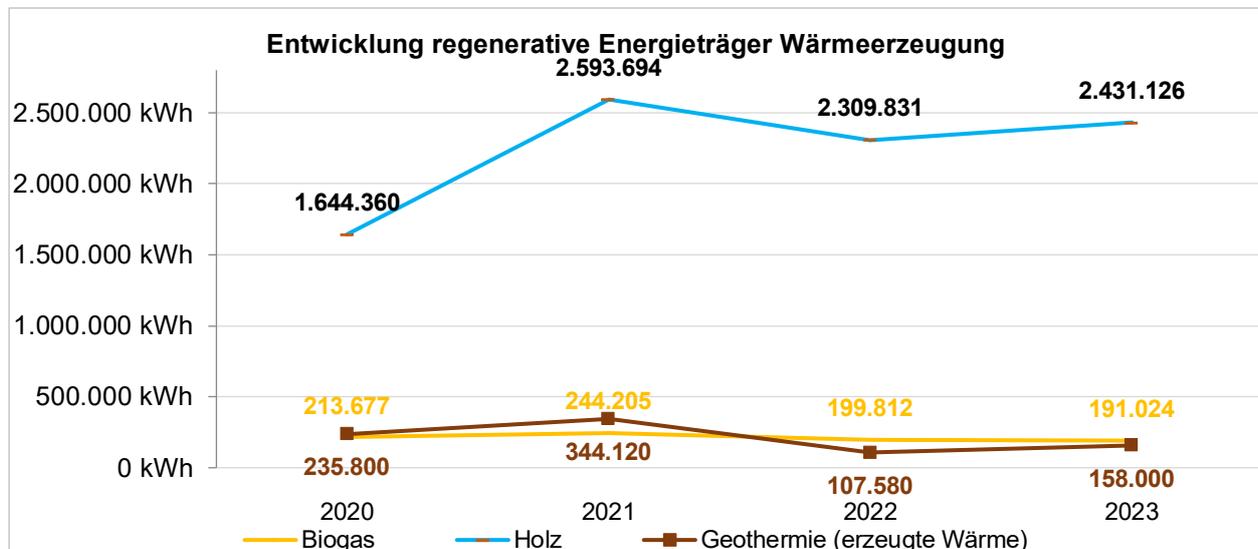


Abbildung 12 Entwicklung Energieträger Wärmeversorgung von 2020 – 2023

Der gesamte Anteil der regenerativen Energien für die Liegenschaften lag 2023 bei **2.780 MWh** und hat sich im Vergleich zum Vorjahr um 6 % erhöht.

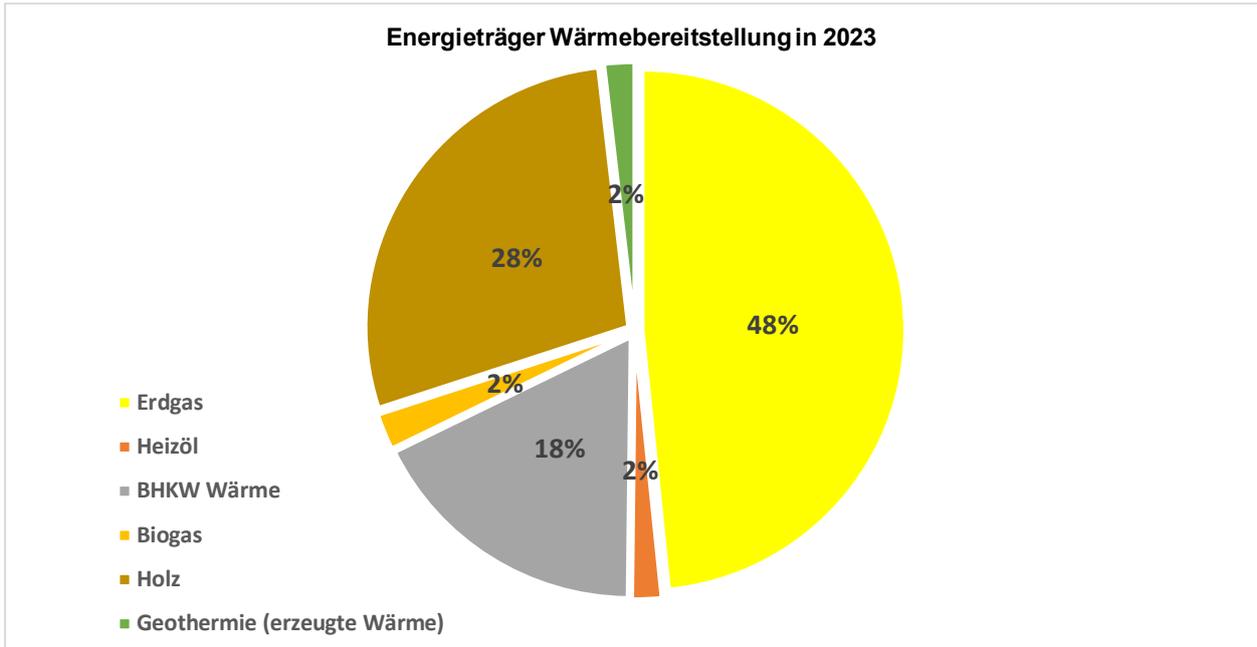


Abbildung 13 Prozentualer Anteil der Energieträger Wärmebereitstellung

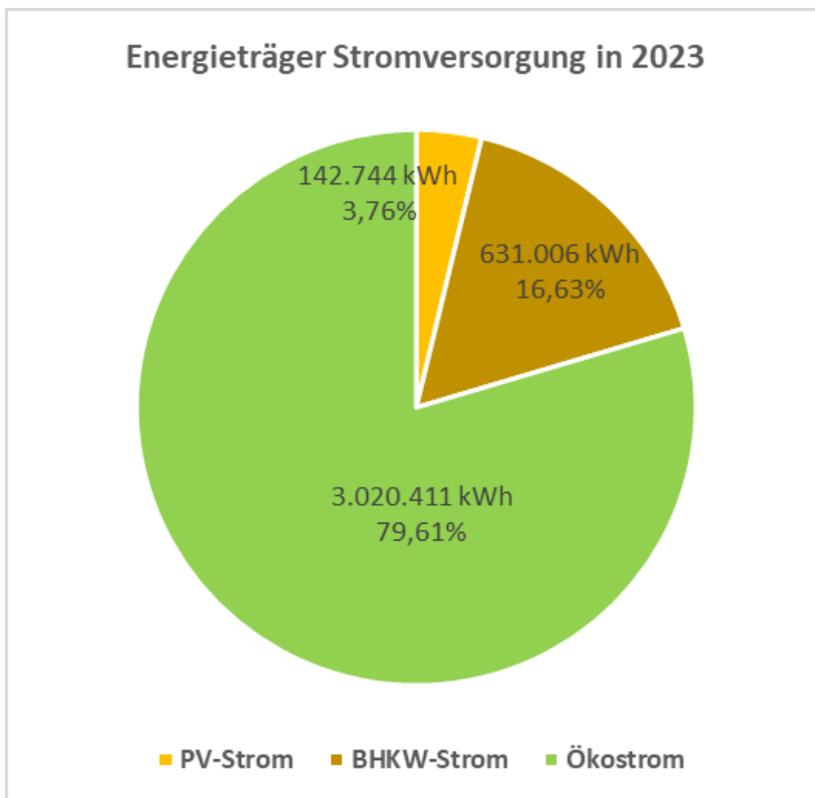


Abbildung 14: Anteiliger Energiebezug zur Stromversorgung

### Strom

Im Jahr 2023 wurden 79,6% des benötigten Stroms als zertifizierter Ökostrom eingekauft. Dies entspricht einer Minderung von 5,7% im Vergleich zum Vorjahr. Durch den Ausbau der Photovoltaik auf den kreiseigenen Dächern konnte der Eigenanteil von 2,7% auf 3,8% gesteigert werden. Zudem wurde die Kapazität der Stromerzeugung durch Blockheizkraftwerke um 4,6% gesteigert.

## Photovoltaikanlagen auf den Dächern der kreiseigenen Gebäude

Jahr	Objekt	Größe [kWp]	Ertrag [kWh]	Eigenverbrauch [kWh]	Einspeisung [kWh]
2023	BZM Sporthalle 1	99,8	79.700	76.253	5.555
	HoGa Tettnang	4,0	4.060	-	4.060
	Verwaltungsgeb. AL 75	24,0	19.773	19.773	-
	Pestalozzischule Markdorf	29,4	30.062	-	30.062
	Tannenhagschule Fischbach	38,1	51.732	-	51.732
	BSZ Überlingen (CVS)	99,8	54.458	46.718	7.740
	<b>Summen</b>		<b>239.785</b>	<b>142.744</b>	<b>97.041</b>

In der HoGa, der Pestalozzischule, sowie der Tannenhagschule werden die PV-Anlagen aktuell als Volleinspeiser betrieben. Das bedeutet es werden 100% der Erträge ins öffentliche Netz eingespeist. Dies ist auf einen finanziellen Aspekt zurückzuführen, da diese Anlagen aktuell noch von einer Einspeisevergütung durch das EEG profitieren.

### 4.4 Entstandene Emissionen

Im Folgenden werden die durch den Energieverbrauch entstandenen CO<sub>2</sub> Emissionen (to/a) und ihre Entwicklung im Zeitraum 2020 – 2023 dargestellt. Getrennt wird hierbei in Emissionen, welche durch die Wärmeerzeugung entstehen und in Emissionen, welche im Bereich der Stromerzeugung entstehen.

Der Anstieg bei den Emissionen im Strombereich ist auf die höhere Anzahl der BHKW Anlagen mit Erdgasbetrieb (KWK-Kopplung) u.a. an den Verwaltungsgebäuden und am BZM zurückzuführen. Ansonsten wird 100% Ökostrom vom Energieversorger bezogen.

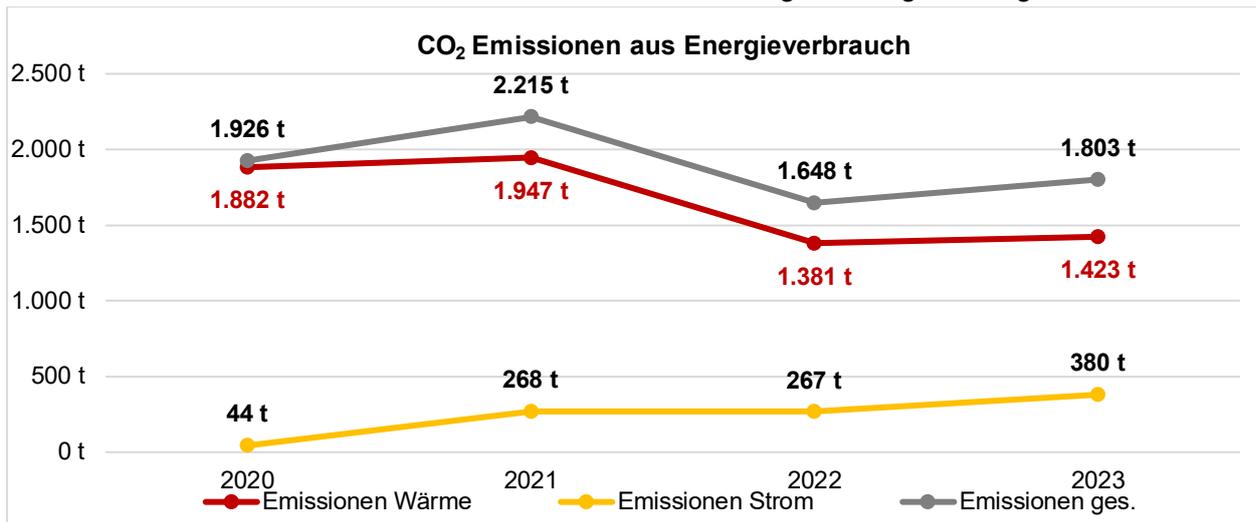


Abbildung 15 Entwicklung Emissionen aus Energiebedarf von 2020 – 2023

Bei der Energieversorgung der kreiseigenen Liegenschaften haben sich die Emissionen im Zeitraum ab 2020 um insgesamt **123 to** bzw. 6,8% verringert. Im Wärmebereich wurden die veröffentlichten spezifischen Emissionswerte der KEA-BW sowie die veröffentlichten Werte der EnBW und des STADTWERK AM SEE zugrunde gelegt.

Zur Erreichung einer klimaneutralen Verwaltung bis zum Jahr 2040 sind dementsprechend in den kommenden Jahren deutliche Anstrengungen im Bereich der Reduzierung der Emissionen im Bereich Wärme notwendig (Substitution Primärenergieträger Erdgas Ziel > 80%).

## 5 Auswertung der einzelnen Liegenschaften

Im den folgenden Unterkapitel werden die einzelnen Liegenschaften für den Zeitraum 2020 – 2023 dargestellt. Seit 2017 wurden in den zurückliegenden Energieberichten auch die Verbräuche von vorhandenen Unterzählern berücksichtigt. Die spezifischen Verbräuche werden seitdem einheitlich auf die beheizte Bruttofläche bezogen. Dies schließt auch Räume, die von beheizten Räumen umschlossen sind, mit ein.

In den vergangenen Jahren sind in einigen Liegenschaften energetische bzw. technische Maßnahmen durchgeführt worden.

Die angegebenen Verbrauchswerte sind witterungsbereinigt dargestellt. Dies ermöglicht die Vergleichbarkeit der Objekte untereinander sowie den Vergleich der Verbräuche in den einzelnen Jahren.

### 5.1 Auswertung Verwaltungsgebäude

Die Wärme- und Kälteverbräuche in den Verwaltungsgebäuden haben sich im Vergleich zum Vorjahr mit 2.110 MWh absolut um 5,3 % (105.401 kWh) erhöht. Um eine Vergleichbarkeit mit den Vorjahren zu schaffen, wird die Entwicklung der witterungsbereinigten Wärme- und Kälteverbräuche ist in der untenstehenden Grafik dargestellt.

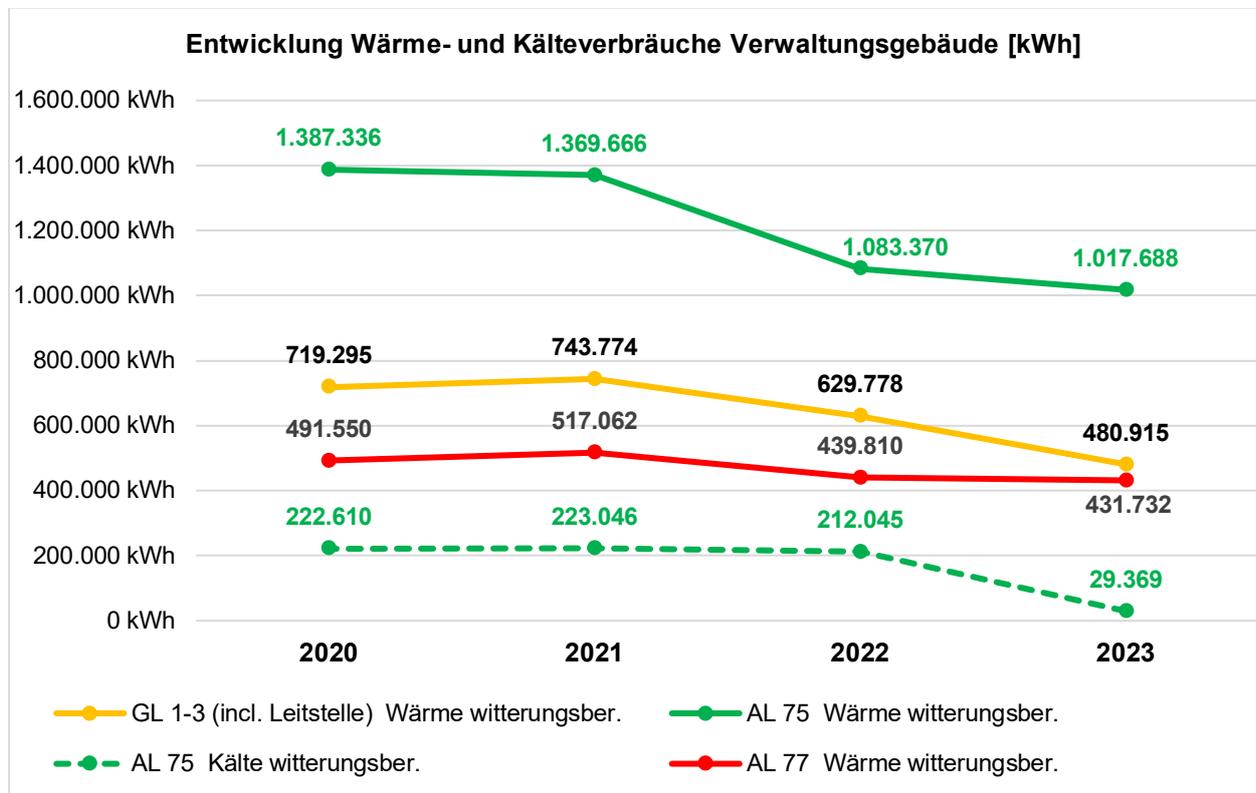


Abbildung 16 Entwicklung witterungsbereinigte Wärme- und Kälteverbräuche Verwaltungsgebäude

Der hohe Anteil für die Wärmeversorgung in der AL 75 ist weiterhin auf die energetisch sehr schlechte Fassade des Gebäudes zurückzuführen!

Die drei Verwaltungsgebäude haben in 2023 für die Stromversorgung 1.180 MWh benötigt, im Vergleich zum Vorjahr entspricht das einem Minderverbrauch von 6 %.

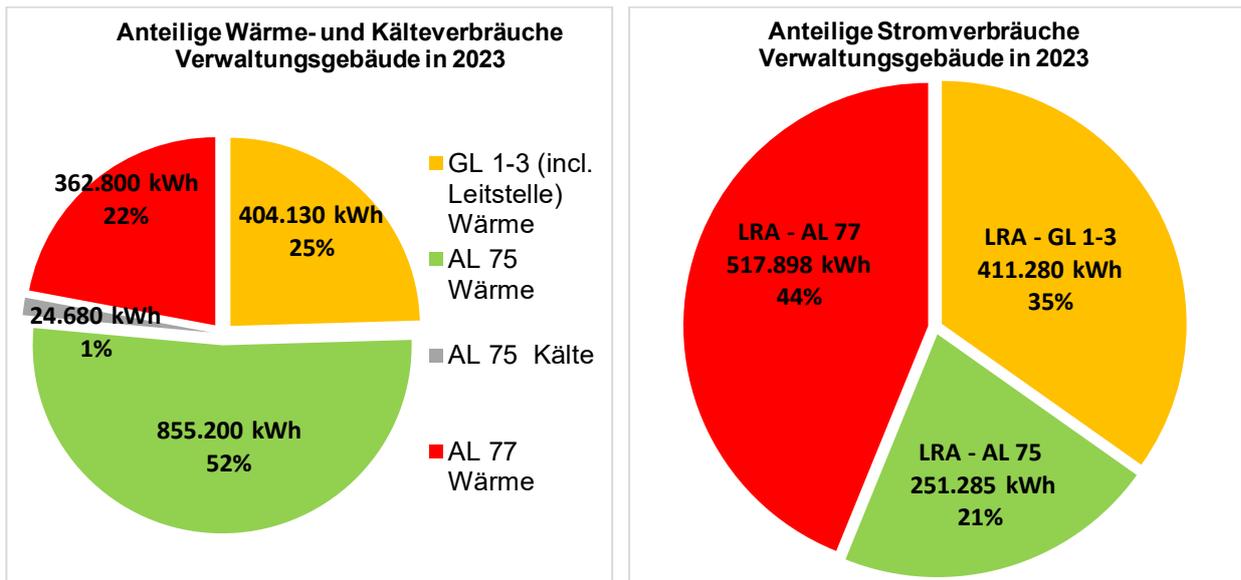


Abbildung 17 Verteilung Energieverbräuche Wärme/Kälte (absolut) Verwaltungsgebäude in 2023  
Abbildung 18 Verteilung Stromverbräuche Verwaltungsgebäude in 2023

### Stromverbrauchsentwicklung

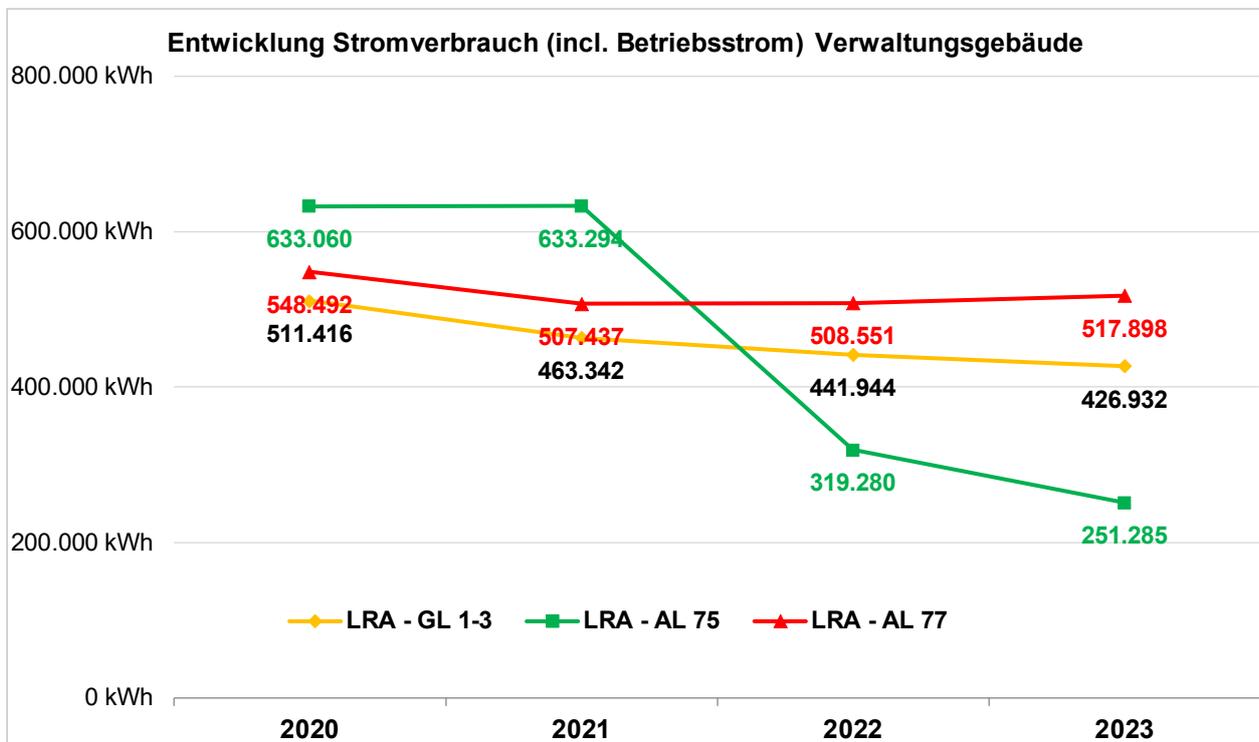


Abbildung 19 Entwicklung Allgemein- u. Betriebsstromverbräuche Verwaltungsgebäude

Mit Einführung des Contractings und Modernisierung der Lüftungsanlage im Jahr 2022 im Verwaltungsgebäude in der Albrechtstraße 75 konnte der Stromverbrauch signifikant reduziert werden.

## Spezifische Verbräuche

Die spezifischen Wärme- und Stromverbräuche sind sehr unterschiedlich. Sie sind im Wärme/Kältebereich von der energetischen Qualität der Gebäudehülle und der Nutzung abhängig.

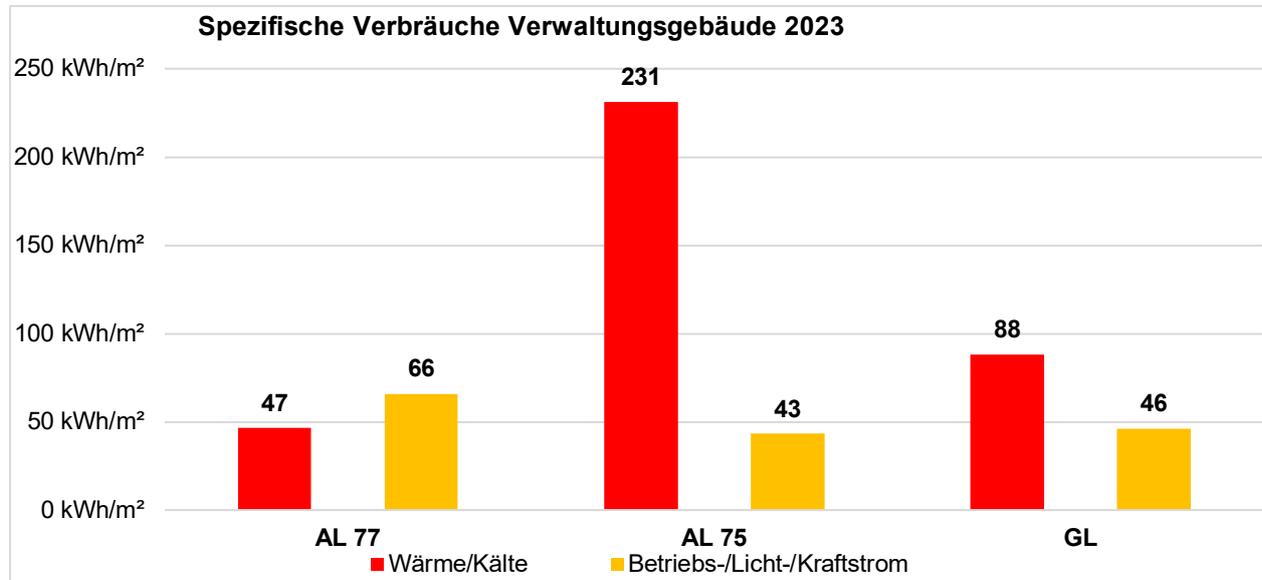


Abbildung 20 Spezifische Verbräuche Verwaltungsgebäude in 2023 (absolute Verbräuche)

## Kosten Verwaltungsgebäude

Für die Verwaltungsgebäude sind 2023 Versorgungskosten in Höhe von 453.038 Euro angefallen. Bei den Wärme-/Kältekosten fällt der größte Anteil auf das Gebäude AL 75.

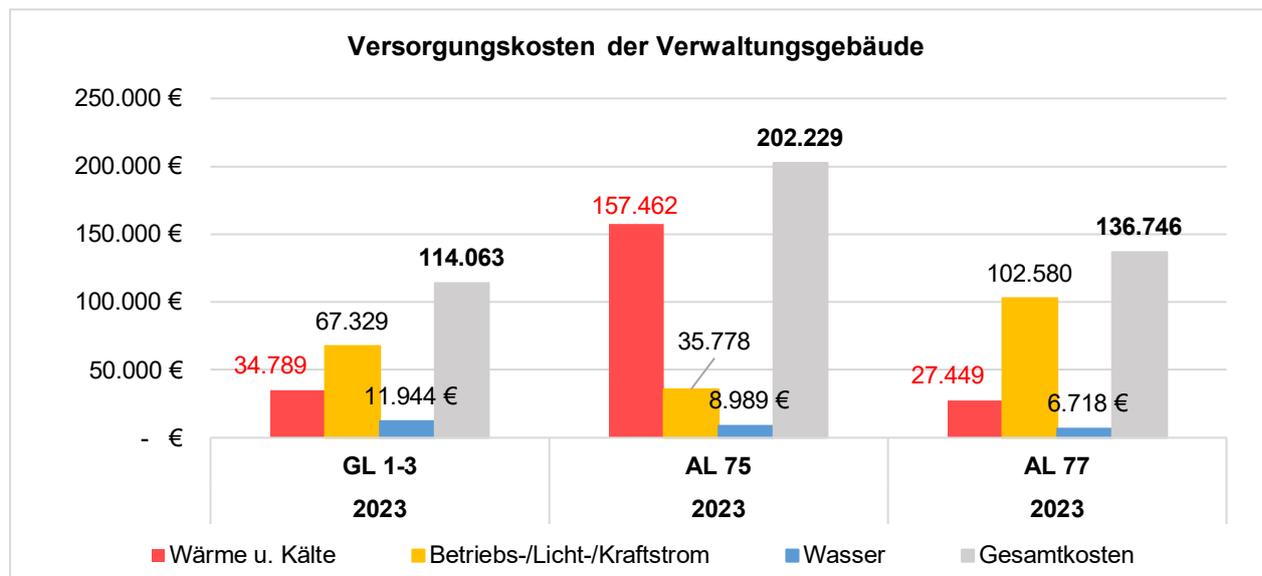


Abbildung 21 Angefallene Versorgungskosten Verwaltungsgebäude in 2023

## Entwicklung Gesamtkosten

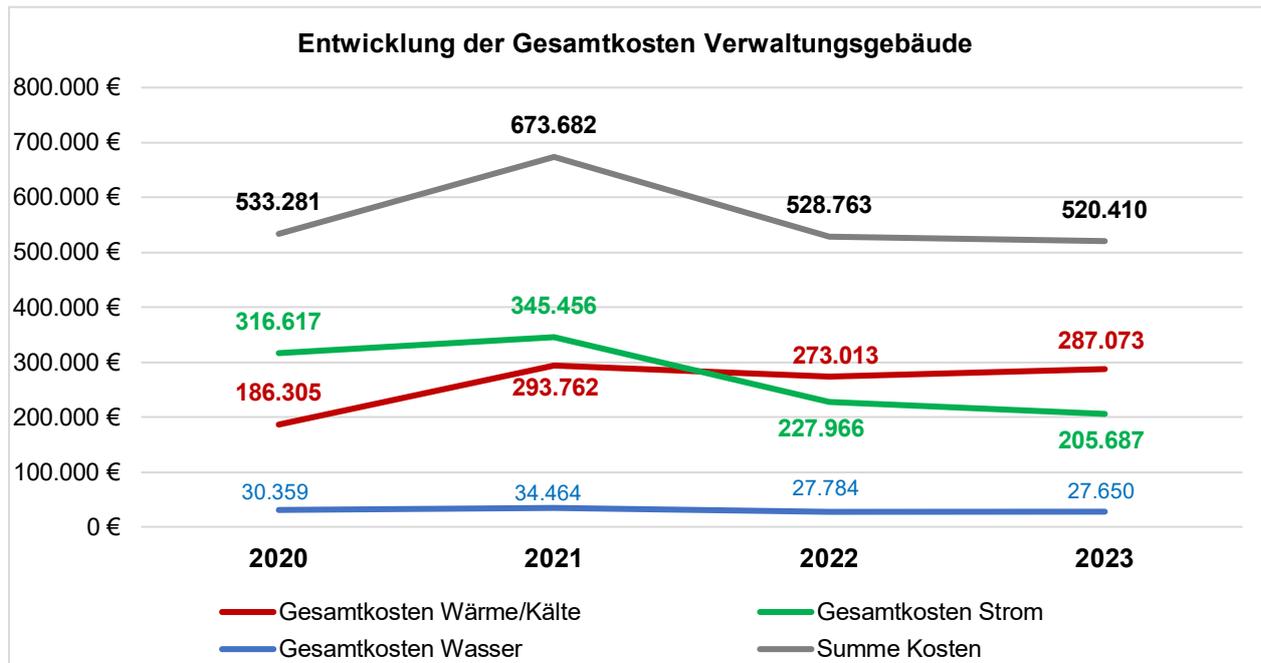


Abbildung 22 Entwicklung Gesamtversorgungskosten Verwaltungsgebäude

### Gering- und nichtinvestive Energieeinsparmöglichkeiten Verwaltungsgebäude

Infolge der Energiekrise wurden die Einstellungen der Anlagen „korrigiert“. Diese Einstellungen werden weitestgehend beibehalten. Trotzdem sind die Mindestanforderungen der Arbeitsstättenrichtlinie für teil- und vollklimatisierte Büroräume zu beachten, die eine Temperatur von mindestens 20 °Celsius während der Heizperiode und von höchstens 26 °Celsius außerhalb der Heizperiode vorschreibt (im Jahr 2022 wurden 20 °Celsius und 26 °Celsius eingestellt).

Die detaillierten Verbrauchs- und Kostenentwicklungen werden in den Kapiteln 5.1.1 bis 5.1.3 dargestellt.

### 5.1.1 Verwaltungsgebäude Albrechtstr. 77 (LRA AL 77)

<b>Baujahr</b>	<b>2006</b>
Beheizte Brutto-Fläche [m <sup>2</sup> ]	7.780
Qualität Wärmedämmung	gut
Warmwasserversorgung	dezentral
Wärmeversorgung	Heizzentrale AL 75

Das Verwaltungsgebäude in der Albrechtstraße 77 ist ein Leasingobjekt. Die Wärmeversorgung des Gebäudes erfolgt aus der Heizzentrale in der Albrechtstraße 75. Das Gebäude ist teilklimatisiert (Säntissaal und zwei weitere Räume), d.h. die zugeführte Frischluft wird im Winter vorgewärmt und im Sommer vorgekühlt. Die Vorwärmung erfolgt mit Hilfe der Wärmezufuhr aus der Heizzentrale, die Kühlung über Strom direkt im Gebäude.



### Verbrauchsentwicklung

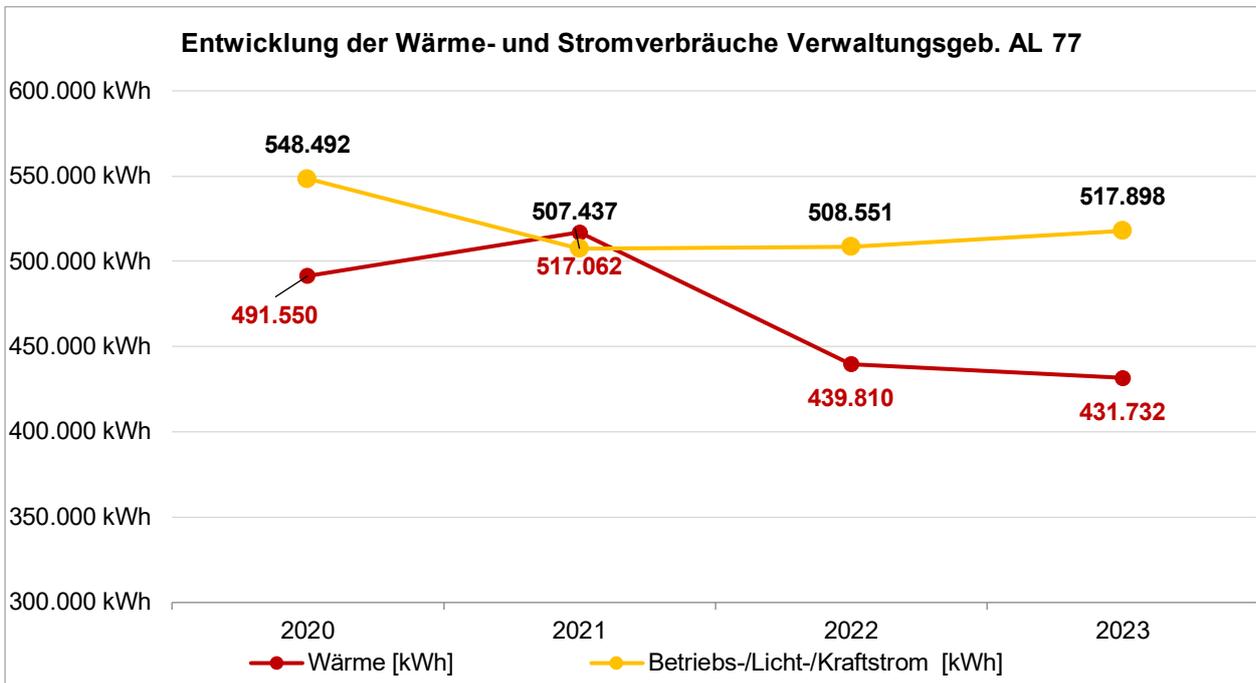


Abbildung 23 Entwicklung Wärme- u. Stromverbräuche AL 77 (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Der Stromverbrauch ist um 9.347 kWh mit +1,8 % nahezu konstant geblieben.

Der Wärmeverbrauch für das Verwaltungsgebäude AL 77 hat sich in 2023 witterungsbereinigt um 8.078 kWh reduziert.

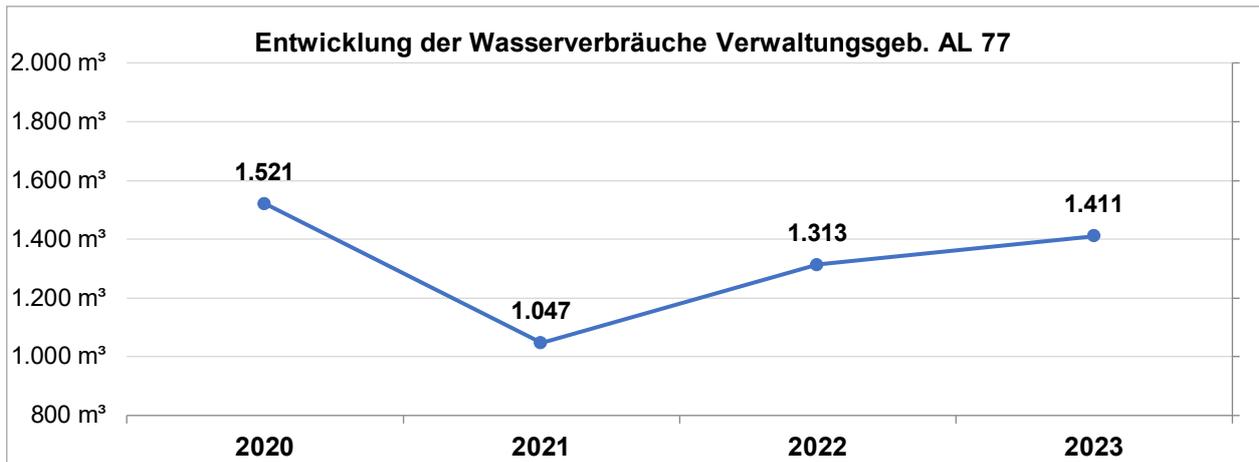


Abbildung 24 Entwicklung Wasserverbräuche AL 77

Der Wasserverbrauch ist mit einem Plus von 98 m³ um 7,5 % angestiegen.

### Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen seit 2022

Für die Sommermonate wurde die Ausgangstemperatur der Klimaanlage auf 26° C statt bis dato 21° C heraufgesetzt.

Im Rahmen der Energieeinsparmaßnahmen wurde die Warmwasserbereitstellung in den Sanitärräumen eingestellt.

Die Beleuchtung der Kunstwerke im Gebäude wurde abgeschaltet und die Anzahl der Beleuchtungskörper in den Fluren reduziert. Anfang 2023 wurden die vorhandenen Arbeitsplatzbeleuchtungen durch Stehleuchten mit LED und Präsenzmeldern ersetzt.

### Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2023

Bezeichnung	Wärme [MWh]	Kosten [€]	Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m³]	Kosten [€]	Summe Kosten [€]
LRA, AL 77	363	27.449	517.898	102.580	1.411	6.718	<b>136.746</b>

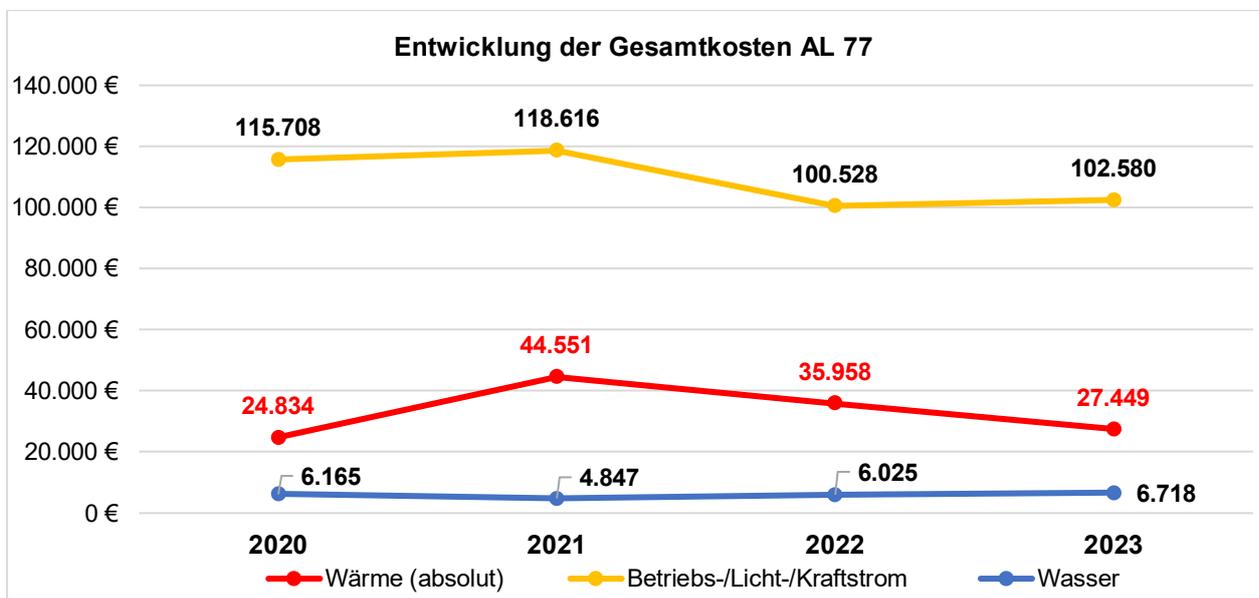


Abbildung 25 Gesamtkostenentwicklung AL 77

**Mögliche Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung**

Bei den, auch in Zukunft zu erwartenden, sehr warmen Sommertagen und erhöhten Sonnenstunden pro Tag wird sich der Energieverbrauch für Kälte und somit auch die Energiekosten für die Kälteversorgung - bei gleichbleibendem Nutzerkomfort (höchstens 26° Celsius Innenraumtemperatur) - nicht reduzieren lassen.

Mit einer Erneuerung der Gebäudeleittechnik, ließen sich die Möglichkeiten zur Optimierung der Einstellungen verbessern. Eine detaillierte Auswertung und Steuerung der Wärme-, Kälte- und Luftzufuhr in diesem Gebäude würde den Energieverbrauch langfristig reduzieren.

### 5.1.2 Verwaltungsgebäude Albrechtstr. 75 (LRA AL 75)

<b>Baujahr</b>	<b>1973</b>
Beheizte Brutto-Fläche [m <sup>2</sup> ]	5.810
Qualität Wärmedämmung	sehr schlecht
Warmwasserversorgung	zentral
Wärmeversorgung	Heizzentrale AL 75



Das Verwaltungsgebäude Albrechtstraße 75 ist vollklimatisiert, es hat keine zu öffnenden Fenster und eine energetisch sehr schlechte Fassade.

Im Rahmen des Effizienzcontracting wurden die Anlagen der Wärme- und Kälteerzeugung umfassend saniert. Zur Versorgung der E-Autos stehen 25 Ladepunkte zur Verfügung.

#### Verbrauchsentwicklung

Der Energieaufwand zur Klimatisierung und der sehr schlechte energetische Zustand des Gebäudes führten in der Vergangenheit zu hohen Energieverbräuchen. Durch die Sanierung u.a. der Klimageräte konnte der Kälteverbrauch in 2023 im Vergleich zu den Vorjahren (2020 -2022) reduziert werden. Im Rahmen des Contractings (EnBW) sind mittlerweile auch zwei BHKW Anlagen (KWK) in Betrieb. Diese tragen zur Deckung eines Teils des Strom- und des Wärmebedarfs bei.

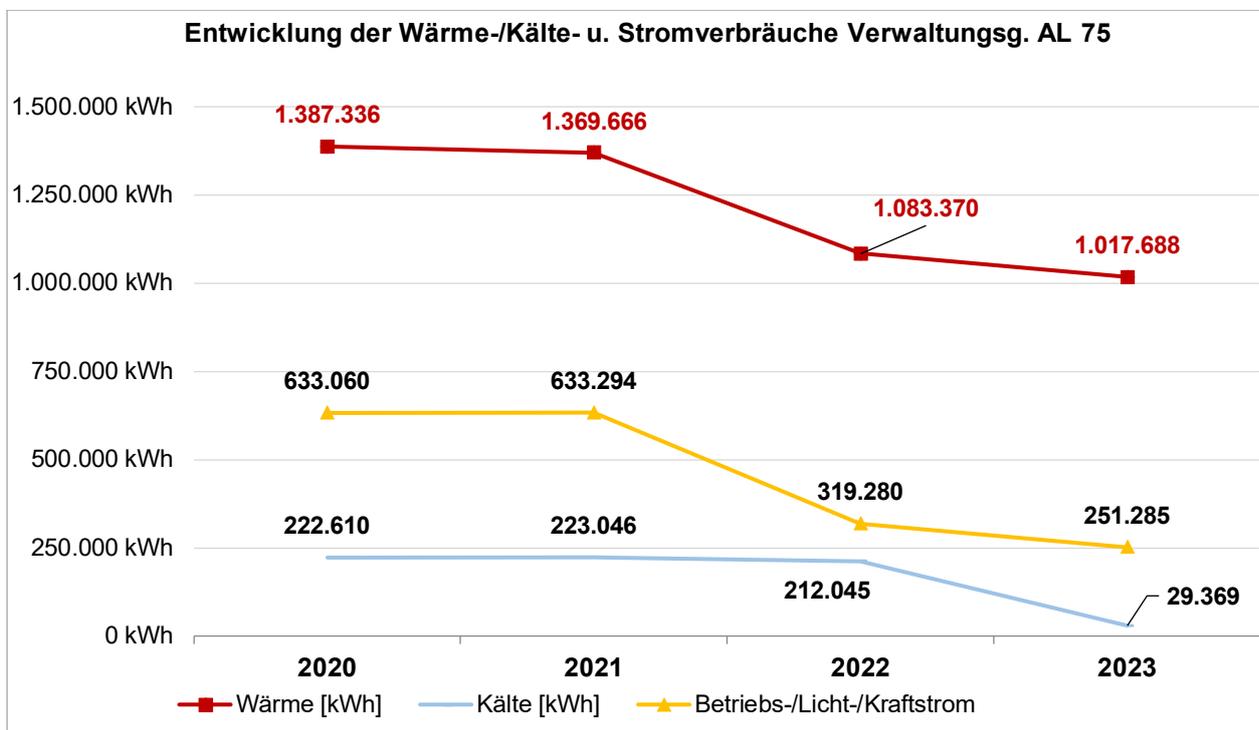


Abbildung 26 Entwicklung Wärme- u. Kälteverbräuche AL 75 (witterungsbereinigt)

Der Wasserverbrauch hat sich mit einem Minus von  $-188 \text{ m}^3$  (-11,7 %) erneut verringert.

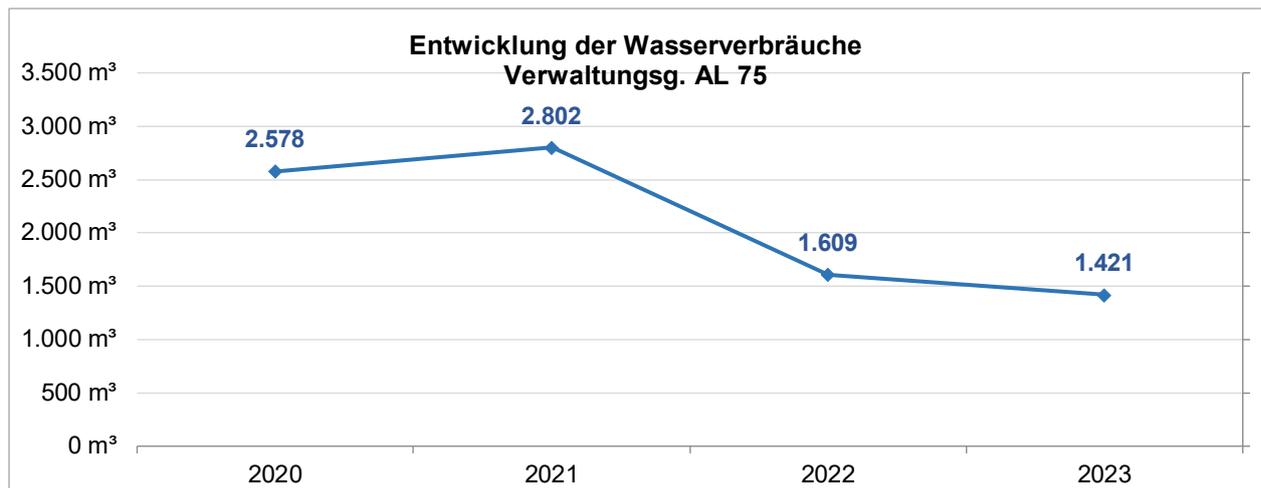


Abbildung 27 Entwicklung Wasserverbrauch AL 75

### Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2023

Die Verteilung der Energieverbräuche für Wärme-, Kälte- und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für das Verwaltungsgebäude AL 75 stellen sich in 2023 wie folgt dar:

Bezeichnung	Wärme u. Kälte [MWh]	Kosten [€]	Betriebs-/Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m³]	Kosten [€]	Summe [€]
<b>LRA AL 75</b>	1.318	224.834	251.285	35.778	1.421	8.989	<b>269.601</b>

Abbildung 28 stellt die Kostenentwicklung für die entstandenen Verbräuche dar

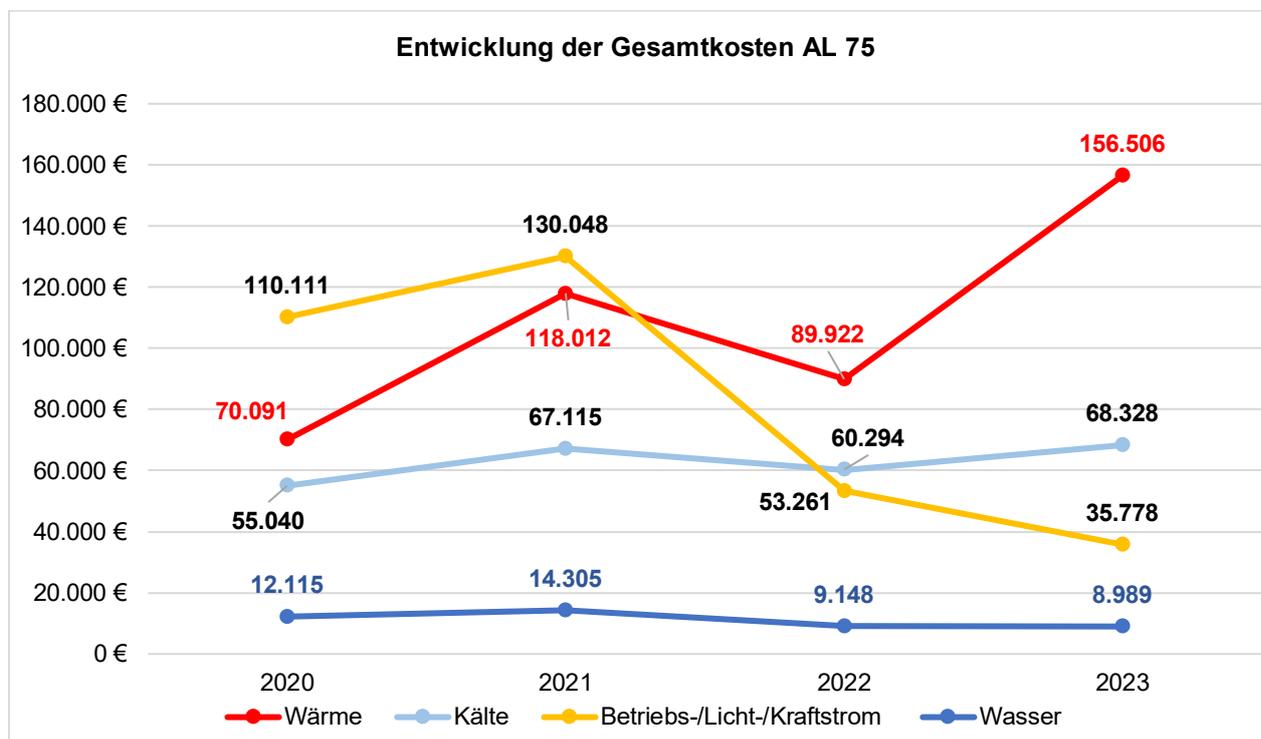


Abbildung 28 Kostenentwicklung Verbräuche AL 75

Der Anstieg in den Wärmekosten gegenüber 2022 ist durch die in 2023 erstmals vollständig in Rechnung gestellte Umlage der Investitionskosten des Contractors im Grundpreis Lüftung begründet. Betrachtet man die rückläufige Kostenentwicklung beim Strom, so liegt bei den Energiekosten eine Kostenstabilität auf gleichem Vorjahresniveau vor.

Zusammenfassende Darstellung der prozentualen Veränderungen bei den Kosten und Verbräuchen im Vergleich zum Vorjahr:

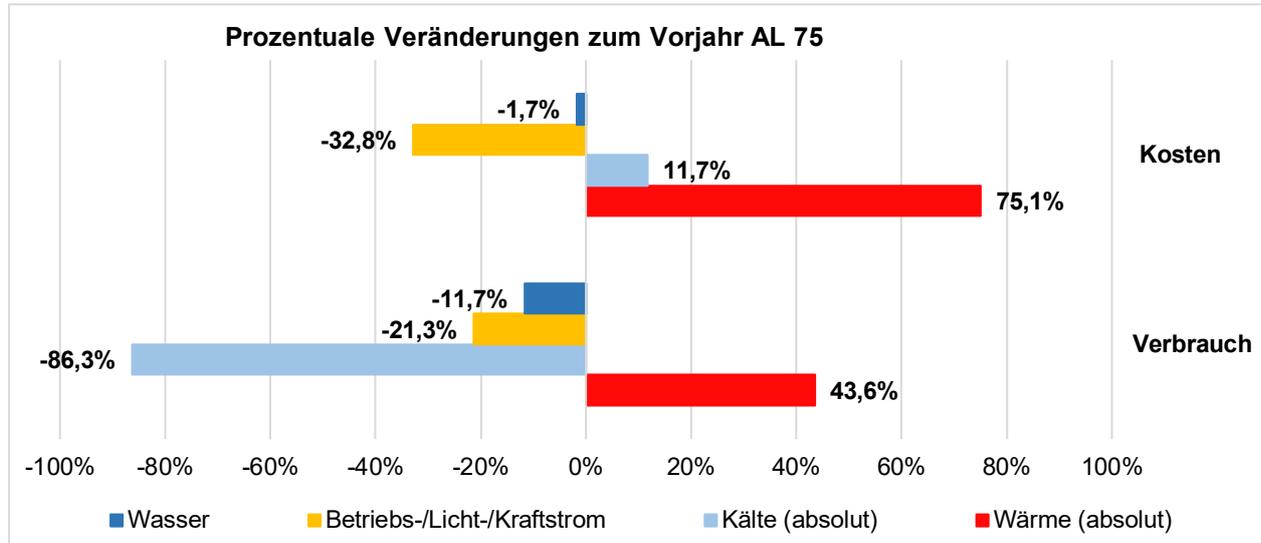


Abbildung 29 Prozentuale Veränderungen bei den Kosten und Verbräuchen im Vergleich zum Vorjahr

Der enorme Rückgang des Energieverbrauchs zur Kühlung des Gebäudes ist auf eine veränderte Raumbetriebstemperatur (26°C) sowie die hocheffiziente Kühlanlage sowie der neuen Lüftungsgeräte in den Büroräumen zurückzuführen. Der Kostenanstieg begründet sich ebenso wie der, der Wärme (siehe oben) durch Umlage der Contractingkosten.

### **Geplante und mögliche Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung**

Die Energieverbräuche des Gebäudes AL75 können nur durch umfassende Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle weiter gesenkt werden. In diesem Zusammenhang muss auch die Frage nach einer ggf. vollständigen Gebäudeerneuerung eingehend erörtert werden.

### 5.1.3 Verwaltungsgebäude Glärnischstr. 1-3 (LRA GL)

<b>Baujahr</b>	<b>1978</b>
Beheizte Brutto-Fläche [m <sup>2</sup> ]	8.610
Qualität Wärmedämmung	sehr schlecht
Warmwasserversorgung	zentral
<b>Heizung</b>	<b>2006</b>
Kessel Leistung in kW	900 (Reserve)
Wärmeversorgung	Heizzentrale AL 75



Im Verwaltungsgebäude in der Glärnischstraße 1-3 befindet sich auch die Leitstelle für den Landkreis. Zur Versorgung der E-Autos stehen drei Ladepunkte zur Verfügung.

#### Verbrauchsentwicklung

Der Wärmeverbrauch lag im Jahr 2023 bei absolut 404.130 kWh und 480.915 kWh witterungsbereinigt. Damit hat sich der Wärmeenergiebedarf, unter Berücksichtigung der Witterung, um -23,6 % reduziert. Der Stromverbrauch im Verwaltungsbereich (402.348 kWh) hat sich um -3,8 % reduziert und auch der Wasserverbrauch (2.294 m<sup>3</sup>) ist in 2023 um -11,4 % zurückgegangen.

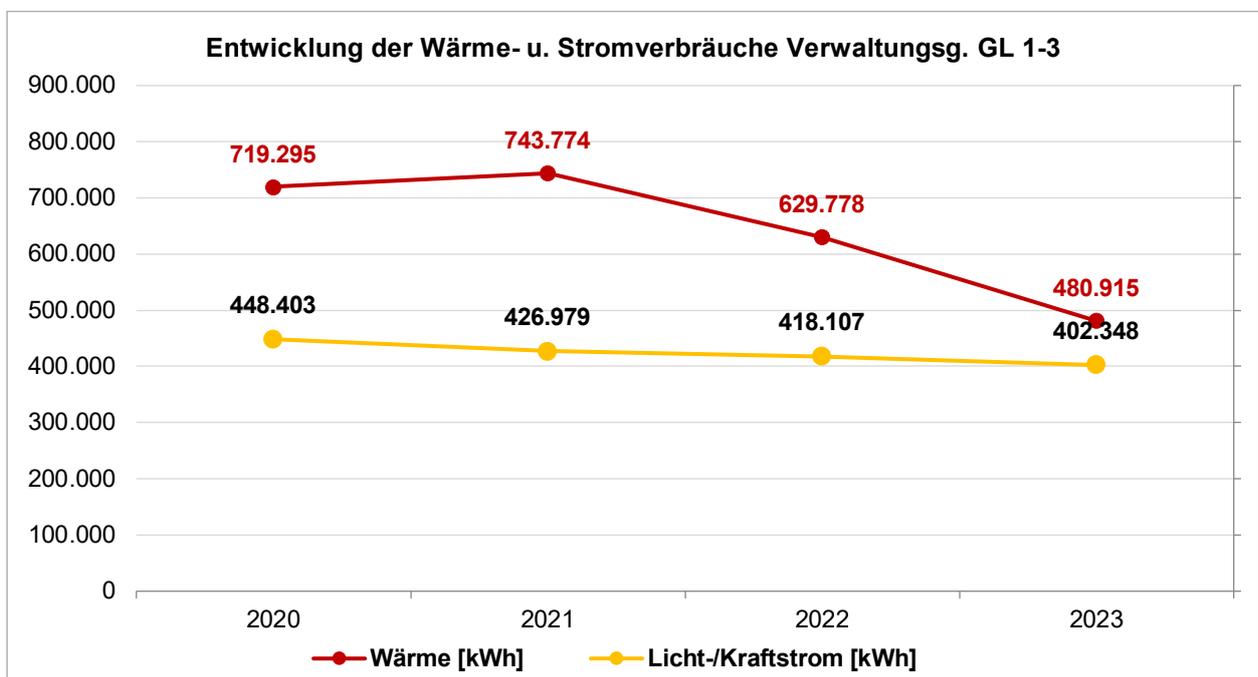


Abbildung 30 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche GL 1-3 (Wärmeverbräuche witterungsber.)

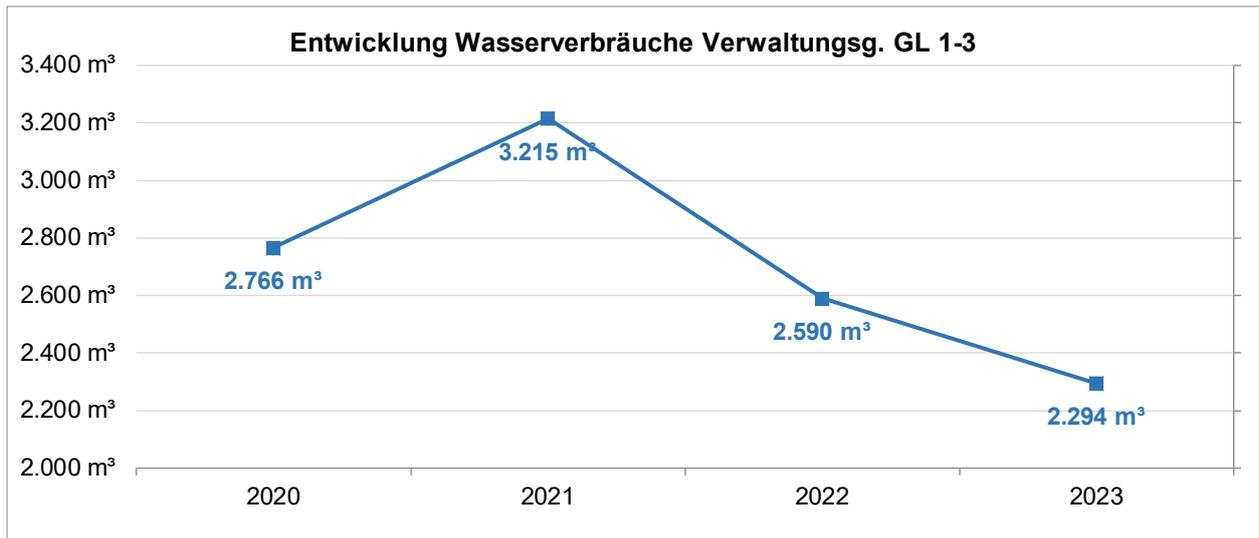


Abbildung 31 Entwicklung der Wasserverbräuche GL 1-3

### Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen 2023

Im Jahr 2023 wurden keine weiteren Sanierungsmaßnahmen durchgeführt.

### Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2023

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Betriebs-/Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m³]	Kosten [€]	Summe [€]
<b>LRA, GL 1-3</b>	404.130	34.789	411.280	67.329	2.294	11.944	<b>114.063</b>

### Kostenentwicklung:

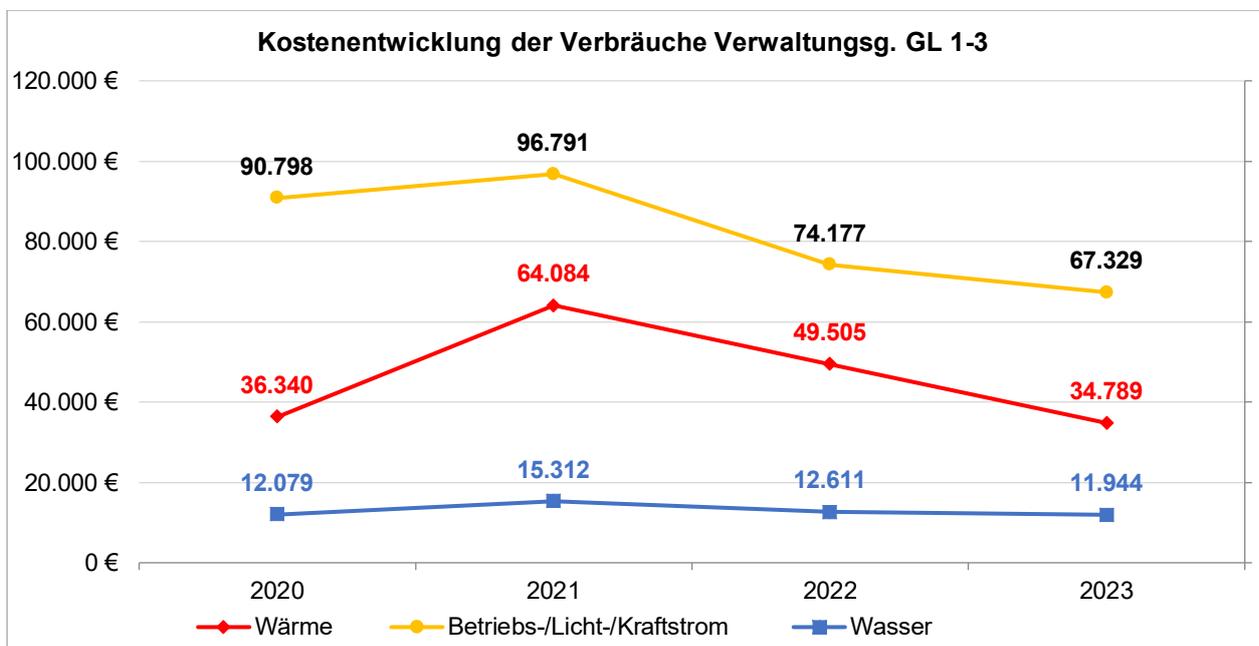


Abbildung 32 Kostenentwicklung Verbräuche LRA GL 1-3

Im Vergleich zum Vorjahr haben sich folgende prozentualen Veränderungen bei den Verbräuchen und Verbrauchskosten ergeben:

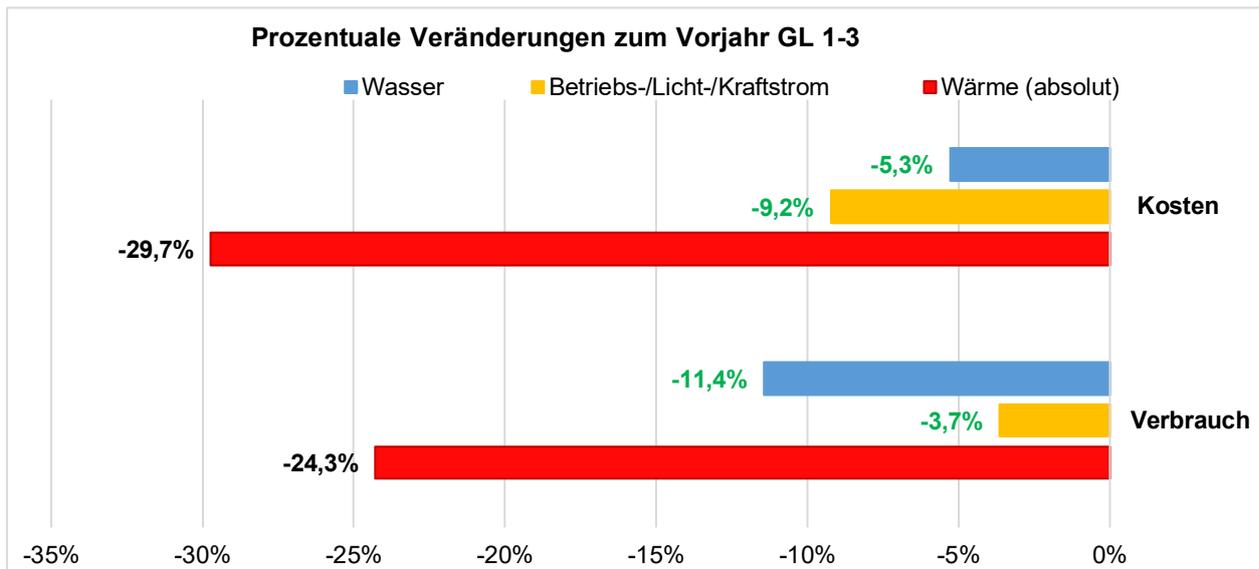


Abbildung 33 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Kosten, Vergleich zum Vorjahr

### Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung

Aktuell sind keine weiteren Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle vorgesehen.

## 5.2 Auswertung Schulgebäude und Schulsporthallen

Folgende Schulen werden im vorliegenden Energiebericht näher betrachtet:

- Berufsschulzentrum Friedrichshafen
- Berufsschulzentrum Überlingen
- Bildungszentrum Markdorf
- Elektronikschule Tettnang
- Hotel- und Gaststättenschule Tettnang
- Pestalozzischule Markdorf

Es gilt hierbei zu beachten, dass das Betrachtungsjahr 2023 nach den Corona Einschränkungen wieder den vollständigen normalen Schulbetrieb widerspiegelt, jedoch aufgrund der aktuellen globalen Krisen die Kreissporthalle in Friedrichshafen in eine Notunterkunft für geflüchtete Personen um genutzt wurde.

### Verbrauchsentwicklung Schulgebäude

Der Wärme- als auch der Stromverbrauch hat sich in 2023 leicht erhöht.

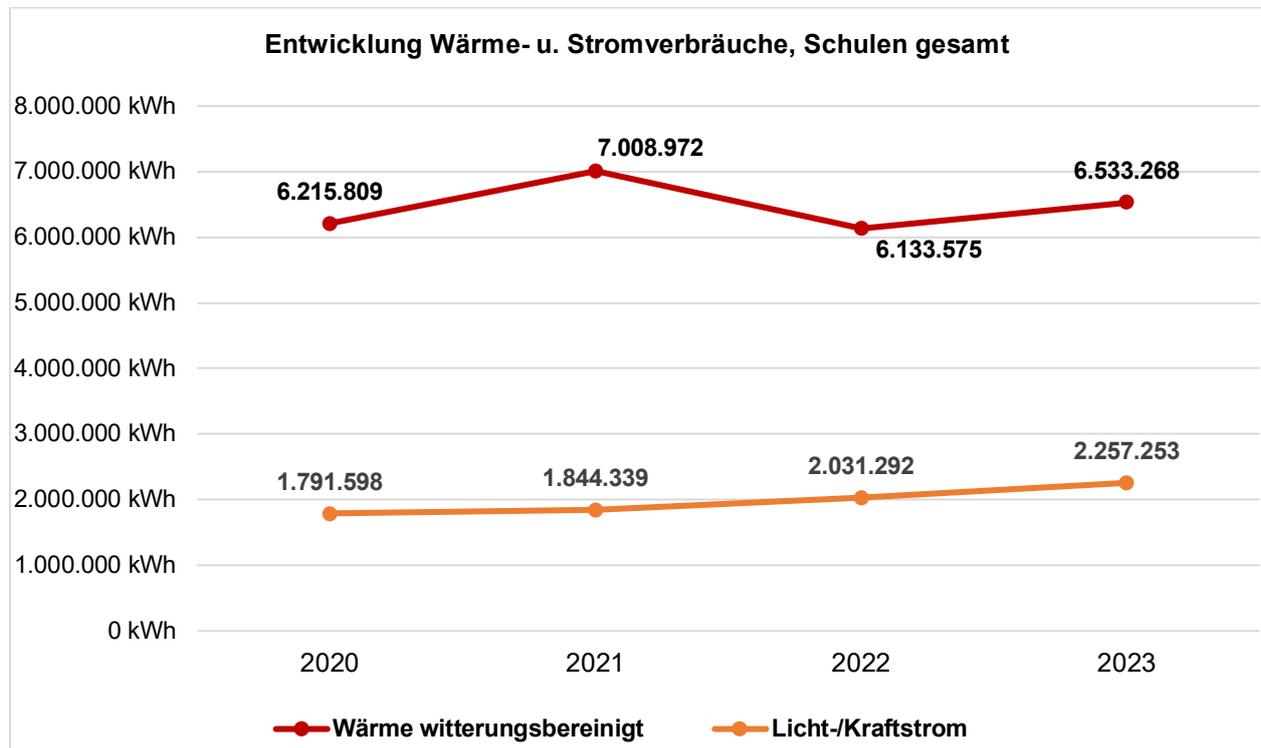


Abbildung 34 Entwicklung der Gesamtverbräuche Schulen (Wärme witterungsbereinigt)

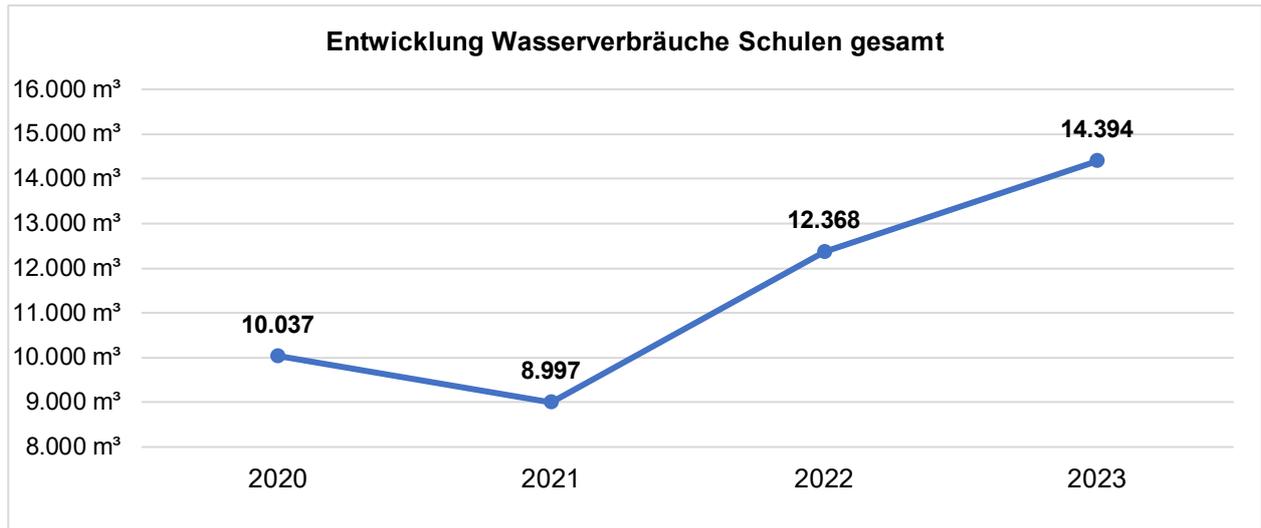


Abbildung 35 Entwicklung des Wasserverbrauchs gesamt (alle Schulen)

Die Wasserverbräuche sind in den Schulen angestiegen, was zum einen mit der guten Auslastung der Sporthallen in Markdorf und zum anderen mit der Nutzung der Sporthalle im Berufsschulzentrum Friedrichshafen als Gemeinschaftsunterkunft für Geflüchtete zu begründen ist. Darüber hinaus wirkt sich auch der ganztägige Schulbetrieb nach der Pandemie sowie die Bewässerung der Grünanlagen (BSZ ÜB und BZM) aus.

### Wärmeverbräuche

Für die Wärmeversorgung der sechs Schulen sind in 2023 absolut 5.753 MWh angefallen, im Vergleich zum Vorjahr ist das ein Mehrverbrauch von 6,6 %. Die prozentualen Veränderungen bei den absoluten Verbräuchen sind in der folgenden Grafik dargestellt und lassen sich auf die Wiederaufnahme des Schulbetriebes nach den Corona bedingten Schulschließungen zurückführen. Durch eine durchgeführte Wärmeeffizienzmaßnahme (Erneuerung Heizungsverteiler) im Werkstattgebäude des BSZ ÜB, ergab sich hier dennoch eine Reduktion im Wärmeverbrauch.

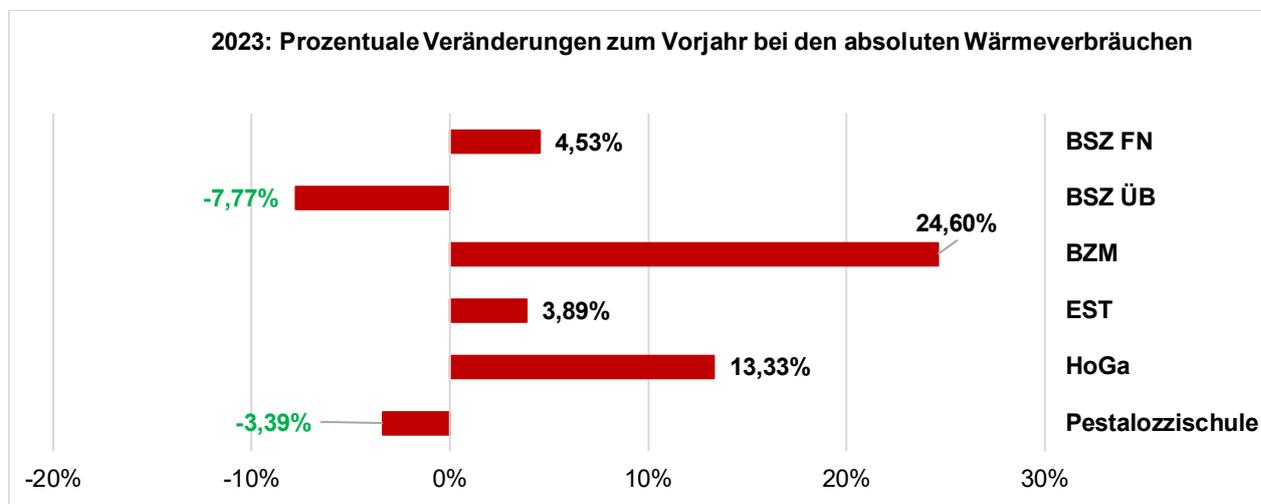


Abbildung 36 Prozentualer Mehrverbrauch absolute Wärmeverbräuche, alle Schulen

Abbildung 37 zeigt die Entwicklung der witterungsbereinigten Wärmeverbräuche der einzelnen Schulen (ohne Sporthallenverbräuche):

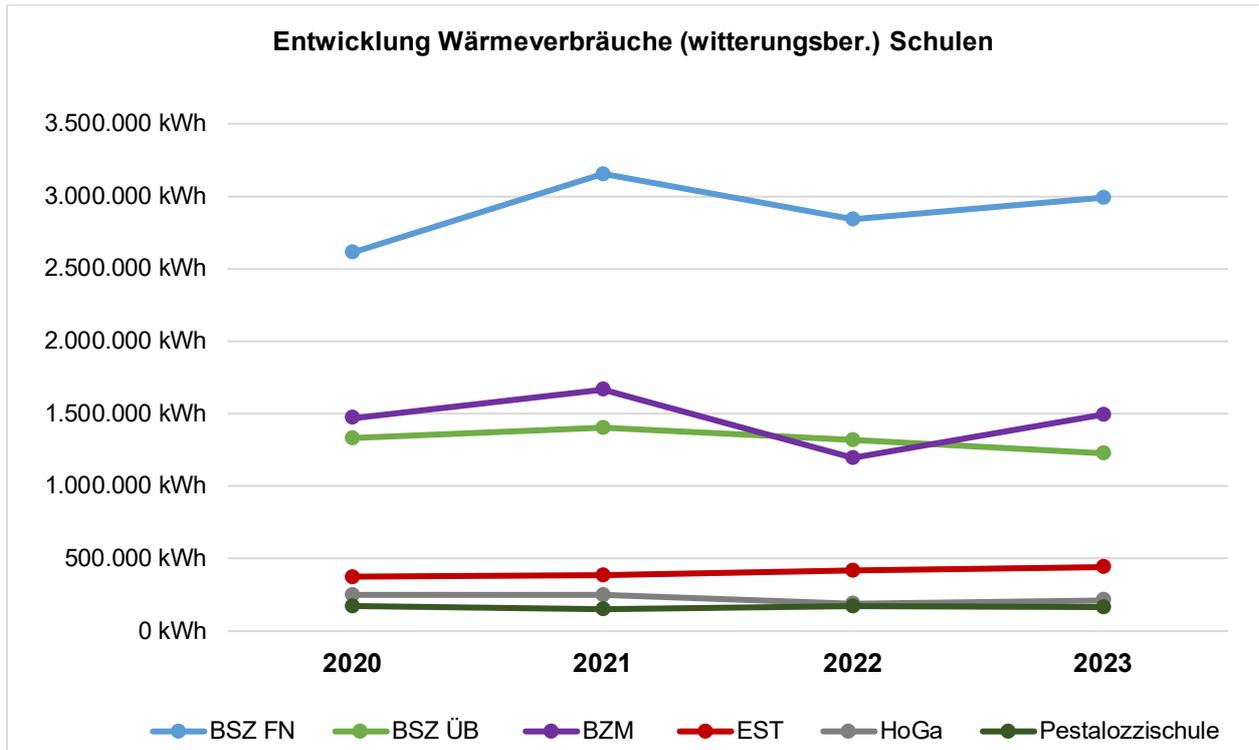


Abbildung 37 Entwicklung Wärmeverbräuche, alle Schulen witterungsbereinigt)

### Stromverbräuche

Die Stromverbräuche (2.237 MWh) sind in Summe um 10,1 % bzw. 205.160 kWh angestiegen. Vorrangig ursächlich am BSZ FN und dem BZM. Der Mehrverbrauch, verursacht durch die ganzjährige Nutzung, begründet sich zusätzlich durch die Zunahme der Elektronikgeräte, die im Zuge des Digitalpakts angeschafft worden sind.

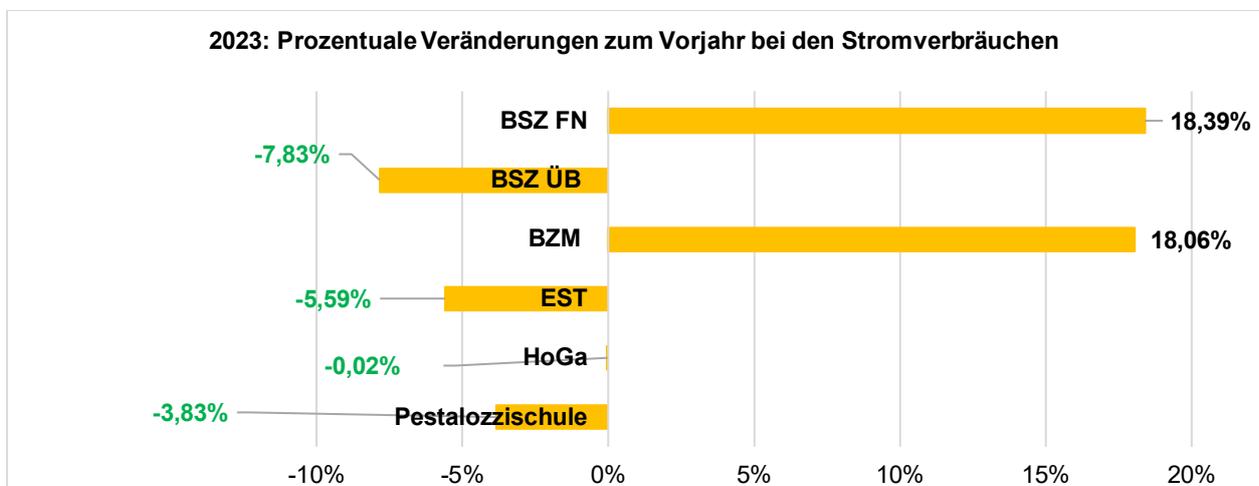


Abbildung 38 Prozentuale Veränderungen Stromverbräuche im Vergleich zum Vorjahr

Nachfolgend wird die Entwicklung der Stromverbräuche der einzelnen Schulen ohne Sporthallenverbräuche aufgezeigt.

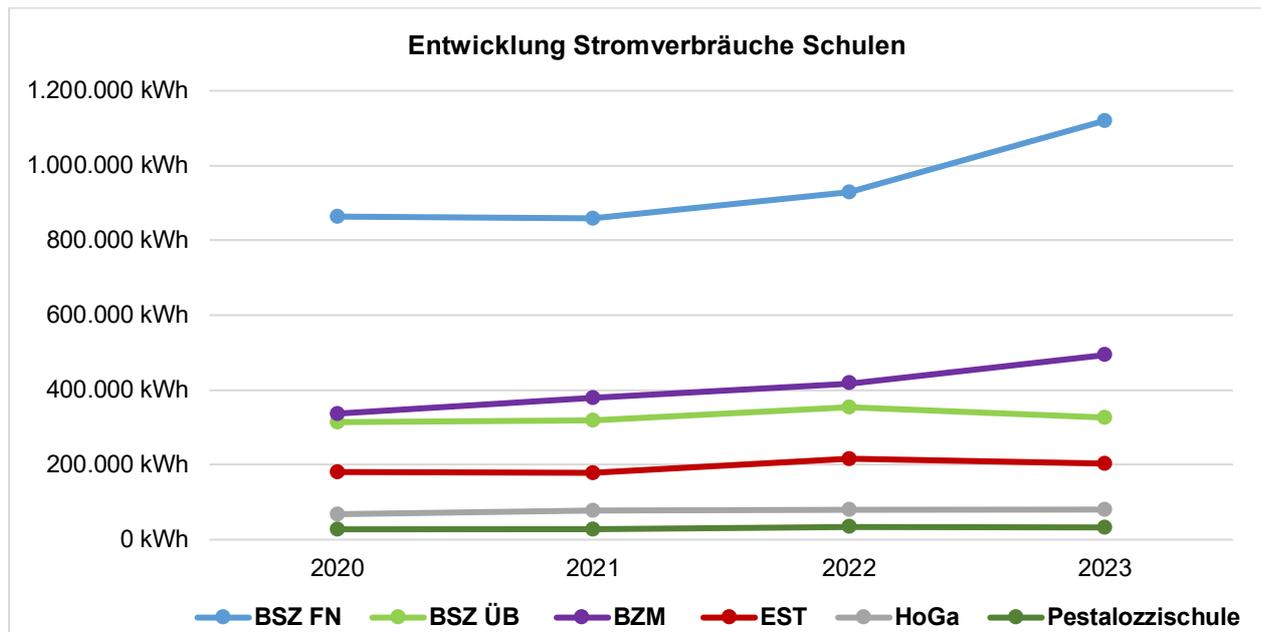


Abbildung 39 Entwicklung Licht-/Kraftstromverbräuche Schulen

Nähere Informationen zu den Mehr- oder Minderverbräuchen sind den nachfolgenden Kapiteln zu den einzelnen Liegenschaften zu entnehmen.

### Spezifische Verbräuche

Die spezifischen Wärme- und Stromverbräuche sind sehr unterschiedlich. Sie sind sowohl von der energetischen Qualität der Gebäudehülle als auch der Qualität der Anlagentechnik, der Nutzung und der personellen Betreuung abhängig und zeigen, wo verstärkt Sanierungs- und Optimierungsbedarf besteht.

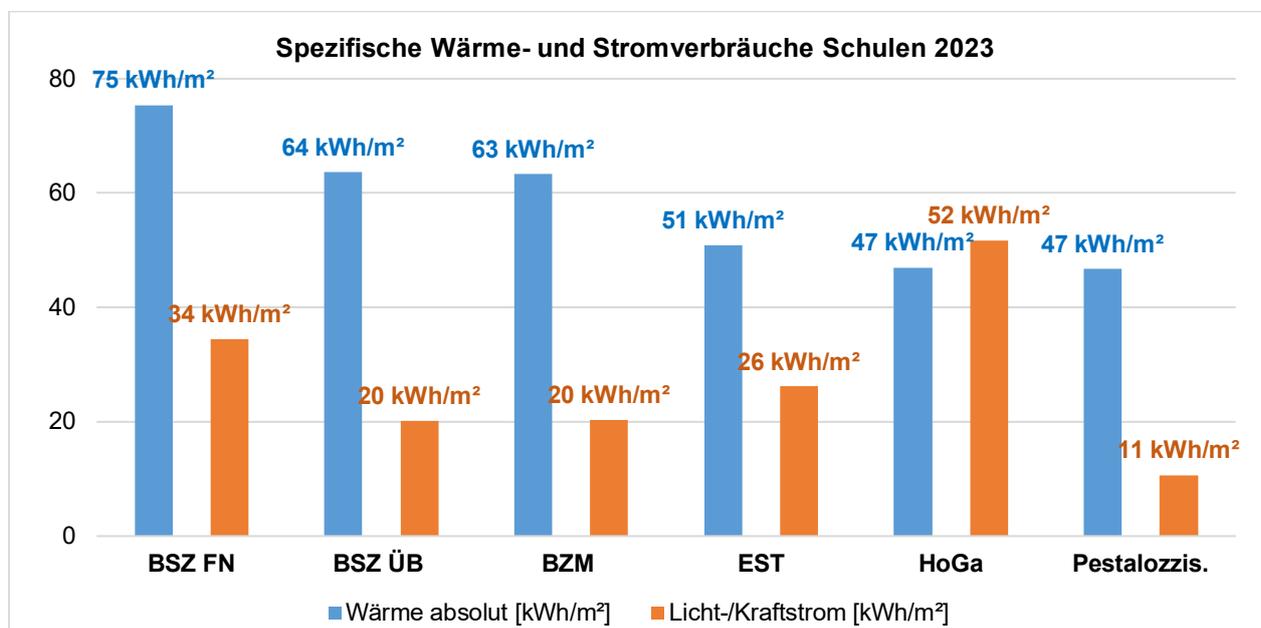


Abbildung 40 Spezifische Wärme- und Stromverbräuche Schulen in 2023

## Wasserverbräuche

Die Wasserverbräuche sind in Summe um 16,4 % angestiegen. Dabei ist der Mehrverbrauch vorrangig am BSZ FN (Nutzung der Sporthalle im Berufsschulzentrum Friedrichshafen als Gemeinschaftsunterkunft für Geflüchtete) und der EST entstanden.

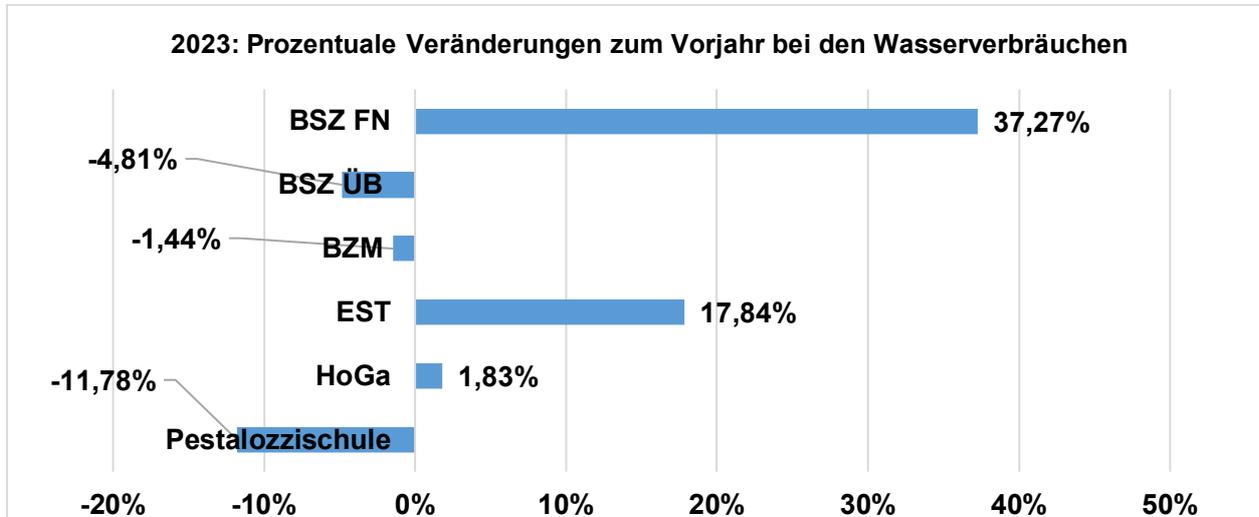


Abbildung 41 Prozentuale Veränderungen der Wasserverbräuche in den Schulen

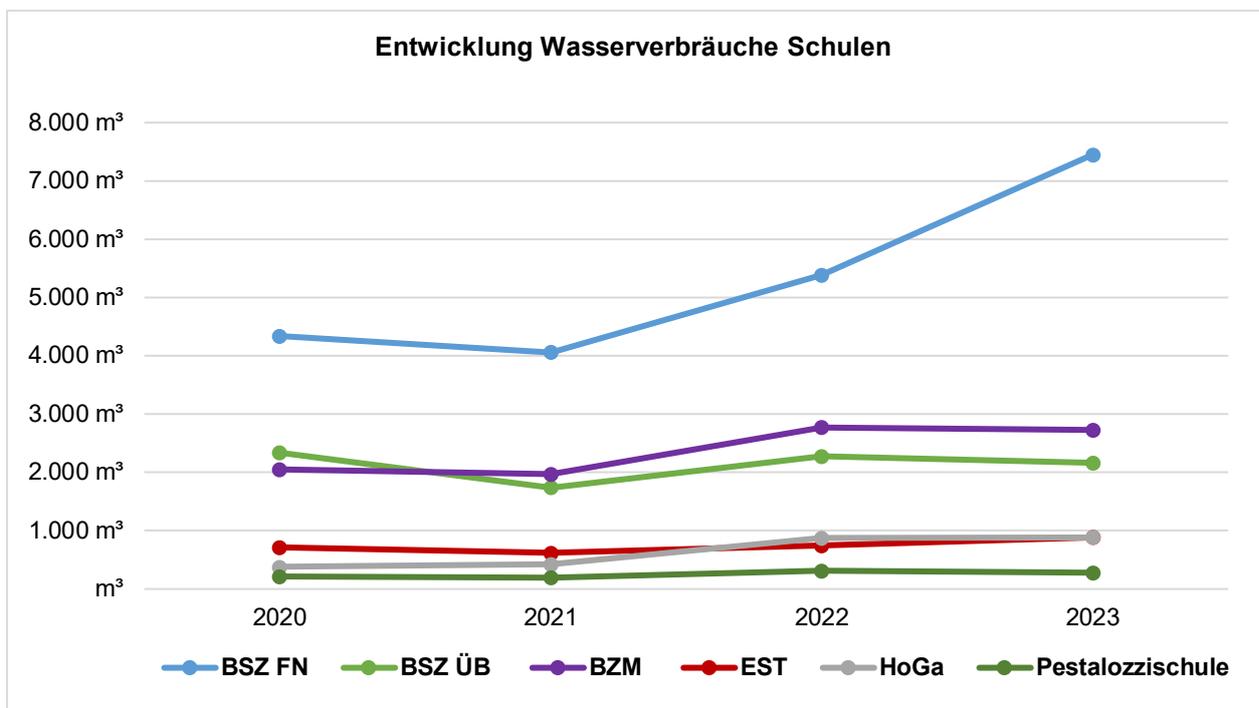


Abbildung 42 Entwicklung Wasserverbräuche Schulen

Zusammenfassende Darstellung der prozentualen Veränderungen bei den Verbrauchskosten und Verbräuchen im Vergleich zum Vorjahr:

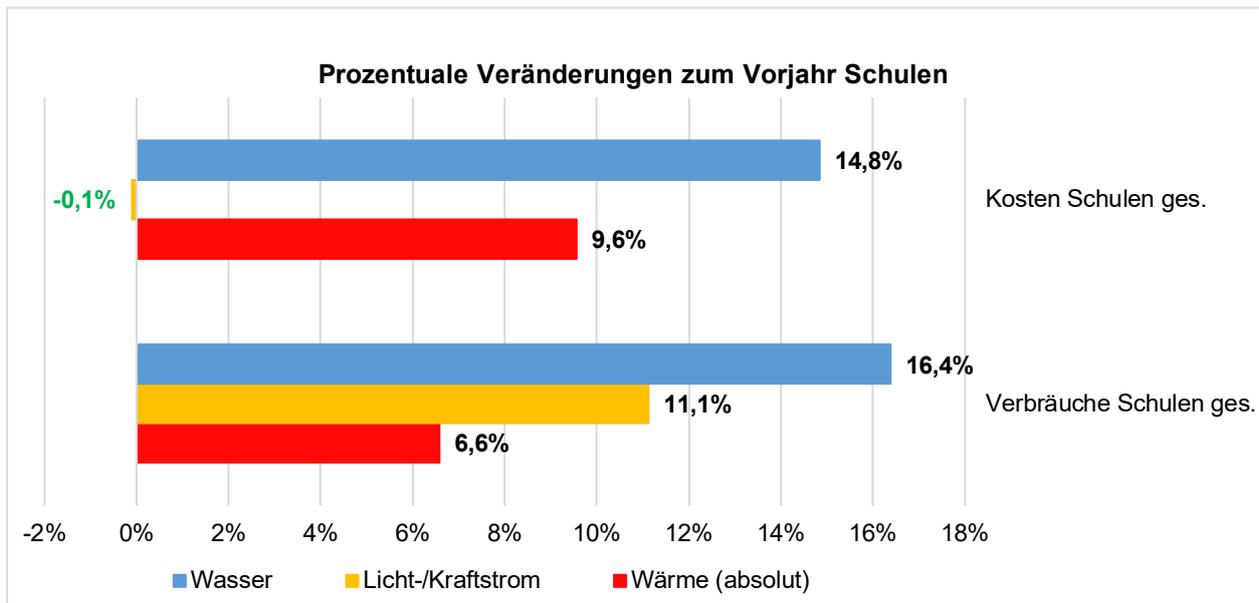


Abbildung 43 Prozentuale Veränderungen Kosten und Verbräuche Schulen gesamt, Vergleich Vorjahr

Ein Mehrverbrauch an Strom und ein Rückgang der Kosten ist auf den ganzjährigen Ertrag einer neuen 99kWp PV-Anlage auf dem Dach der Constantin Vanotti Schule BSZ Überlingen zurückzuführen.

## Verbrauchsentwicklung Sporthallen

Insgesamt gehören vier große Sporthallen, die sowohl zum Schul- als auch zum Vereinssport genutzt werden, zu den kreiseigenen Liegenschaften. Aufgrund der Sondernutzung werden die Verbräuche der Sporthallen hier gesondert und vergleichend dargestellt.

### Wärmeverbräuche

Für die Wärmeversorgung der Sporthallen wurden absolut 738 MWh benötigt, im Vergleich zum Vorjahr -1,2 % weniger.

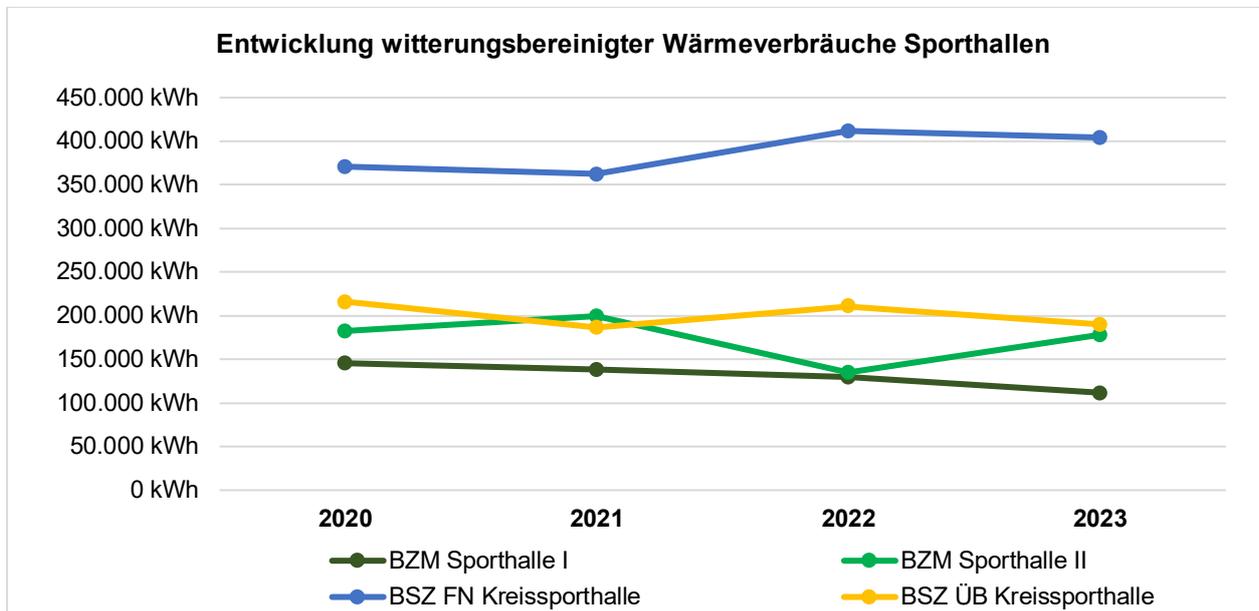


Abbildung 44 Entwicklung Wärmeverbräuche Sporthallen

### Stromverbrauchsentwicklung:

Aufgrund der ganzjährigen Nutzung, u.a. auch für den Vereinssport, hat der Stromverbrauch wieder das Vor-Corona-Niveau erreicht.

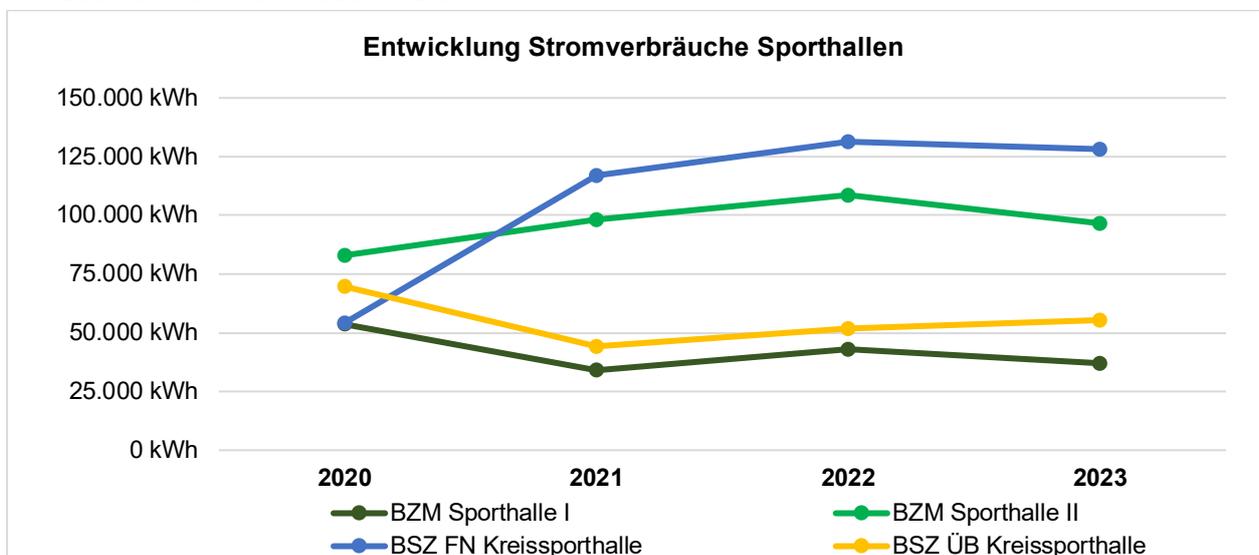


Abbildung 45 Entwicklung Stromverbräuche Sporthallen

### Wasserverbrauchsentwicklung:

Der Wasserverbrauch in den Sporthallen ist wieder angestiegen, vorrangig am BZM durch eine Zunahme des Vereinssports. Zusätzlich wurde im Rahmen des Biodiversitätsprojektes die neu gepflanzten Bäume am BZM in den Sommermonaten bewässert.

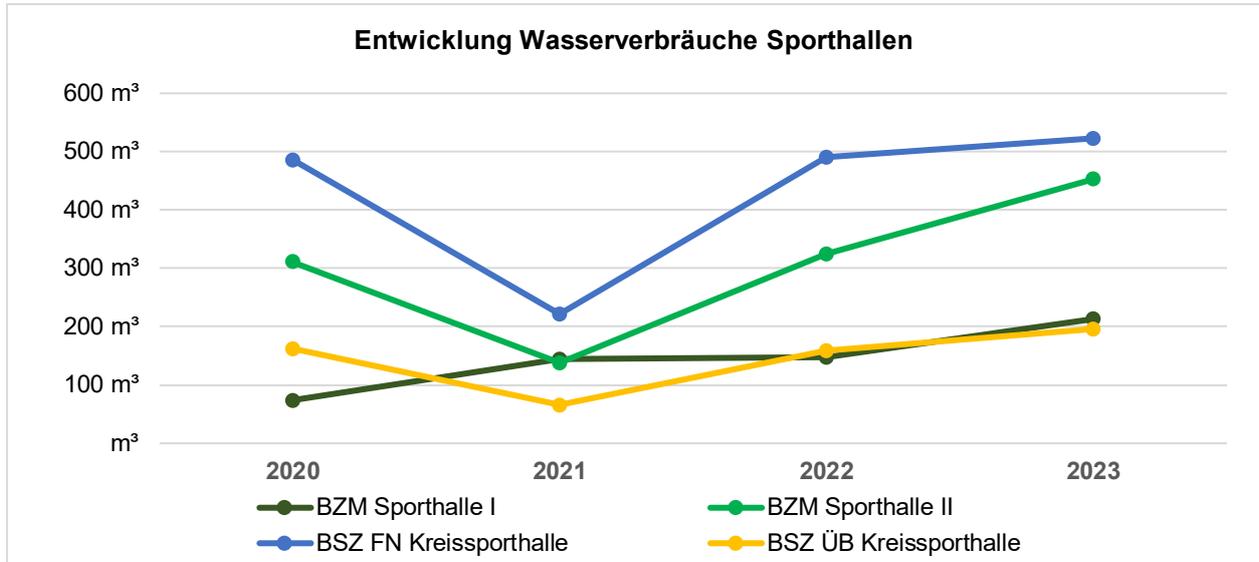


Abbildung 46 Entwicklung Wasserverbräuche Sporthallen

Die prozentualen Veränderungen bei den Verbrauchskosten und den Verbräuchen im Vergleich stellen sich wie folgt dar:

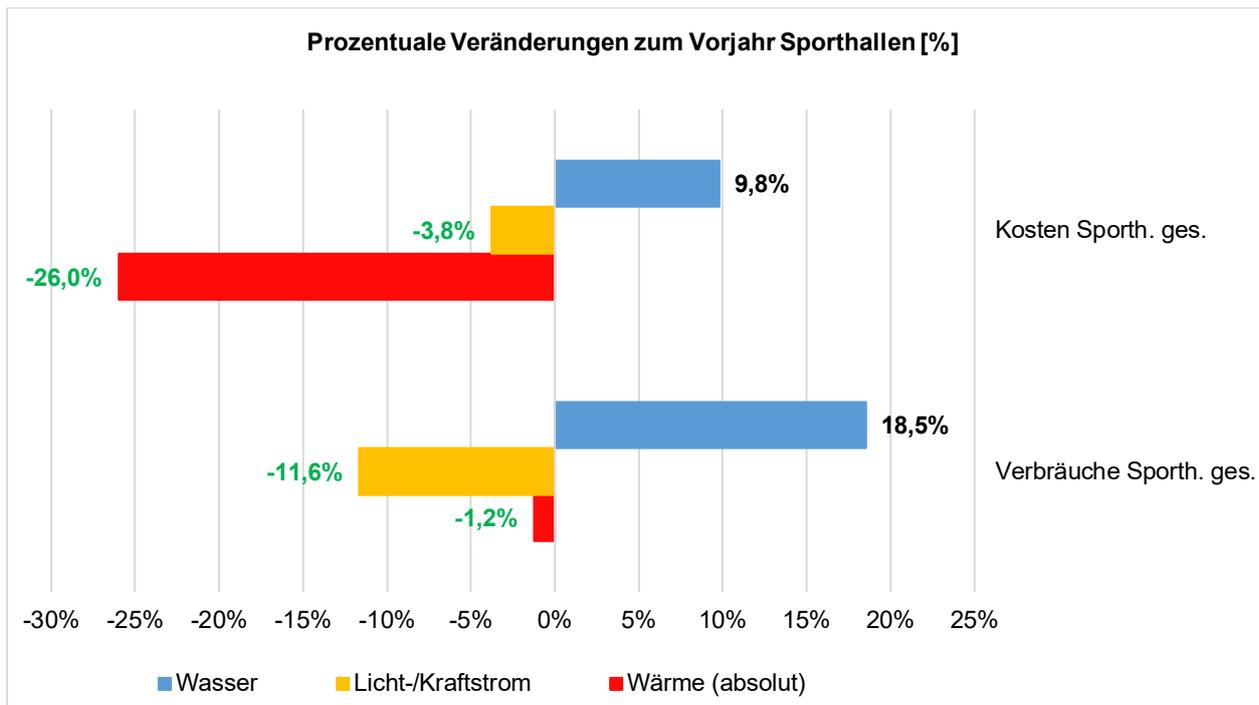


Abbildung 47 Prozentuale Veränderungen Kosten und Verbräuche Sporthallen gesamt, Vergleich Vorjahr

Auf den folgenden Seiten (Kapitel 5.2.1 bis 5.2.6) werden die einzelnen Schulen mit den Verbräuchen der jeweils zugehörigen Gebäude ausführlich dargestellt.

### 5.2.1 Berufsschulzentrum Friedrichshafen (BSZ FN)

<b>Baujahr Zentralgebäude</b>	<b>1984</b>
Beheizte Brutto-Fläche [m <sup>2</sup> ]	20.140
Qualität Wärmedämmung	schlecht
Warmwasserversorgung	dezentral
Flachdachsanierung	2007
<b>Baujahr Werkstatt</b>	<b>1984</b>
Beheizte Brutto-Fläche [m <sup>2</sup> ]	6.000
Qualität Wärmedämmung	schlecht
Warmwasserversorgung	zentral
Flachdachsanierung	2016
<b>Baujahr Sporthalle</b>	<b>1984</b>
Beheizte Brutto-Fläche [m <sup>2</sup> ]	3.440
Qualität Wärmedämmung	schlecht
Warmwasserversorgung	zentral
Flachdachsanierung	2007
<b>Baujahr Erweiterungsbau</b>	<b>2009</b>
Beheizte Brutto-Fläche [m <sup>2</sup> ]	6.390
Qualität Wärmedämmung	gut
Warmwasserversorgung	dezentral
<b>Heizzentrale Stadtwerk am See</b>	<b>Contractor</b>
Heizkessel Holz	950 kW
Heizkessel Gas (fossil)	800
Heizkessel Öl (fossil)	1950 kW
BHKW 1 (Gas fossil)	31 kW
BHKW 2 (Gas fossil)	88 kW



Das BSZ FN umfasst neben dem Zentralgebäude mit Werkstatt, dem Erweiterungsbau mit KFZ-Pavillon, der Sporthalle, den zwei Hausmeisterwohngebäuden noch weitere, untergeordnete Nebengebäude. Die Sporthalle stand sowohl dem Schulsport, als auch dem Vereinssport der Stadt Friedrichshafen und dem Betriebssport des Landratsamtes bis Ende September 2022 zur Verfügung.

Ab Oktober 2022 wurde die Sporthalle zur Notunterkunft für Flüchtlinge umgebaut, die ab Januar 2023 hierfür in die Nutzung übergegangen ist.

Die gesamte Liegenschaft wird von der kreiseigenen Wärmeherzeugungsanlage, betrieben von STADTWERK AM SEE, versorgt. An der Heizzentrale sind weitere Nutzungen, wie der Campingplatz, die Jugendherberge und über ein Fernheizwerk diverse private Wohngebäude angeschlossen. Die benötigte Energie für die Heizung und die Warmwasserbereitung wird über einen Heizkessel (Holzhackschnitzel), einen Gaskessel und einen Heizölkessel erzeugt. Zwei BHKWs (eines vom SWaS, eines vom Landkreis) ergänzen den Energiemix. Zusätzlich wird der Erweiterungsbau mittels einer Geothermieanlage mit Wärme versorgt.

### Energiemix aus der Heizzentrale in 2023

Insgesamt wurden für das BSZ FN **2.564 MWh** Wärme aus der Heizzentrale abgenommen. Davon wurden 59 % der Energiemenge aus dem Holzkessel, 23% aus dem Erdgas/Heizöl Kessel, 18 % aus dem BHKW gewonnen.

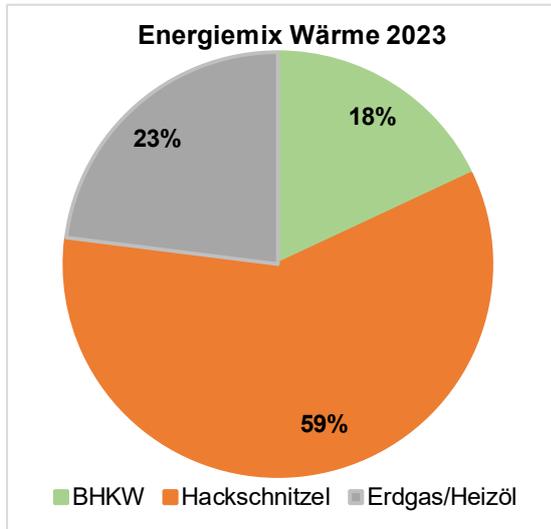


Abbildung 48 Anteilige Energieträger Wärmeerzeugung Heizzentrale Stadtwerk am See

Zusätzlich wurden für den Erweiterungsbau 219 MWh Wärmemenge aus der Geothermie mittels Wärmepumpe generiert. Der gesamte Wärmeverbrauch (incl. Versorgung der Hausmeisterwohnungen) der Liegenschaft liegt absolut bei 2.784 MWh, witterungsbereinigt bei 3.396 MWh und hat sich im Vergleich zum Vorjahr absolut um 3,6 % und witterungsbereinigt um 4,5 % erhöht.

Der Stromverbrauch am BSZ FN ist um 15,8 % angestiegen. Dies ist auf ein seit Januar 2023 eingerichtetes Küchenzelt zur Essensbereitung der Gemeinschaftsunterkunft zurückzuführen (Sporthalle).

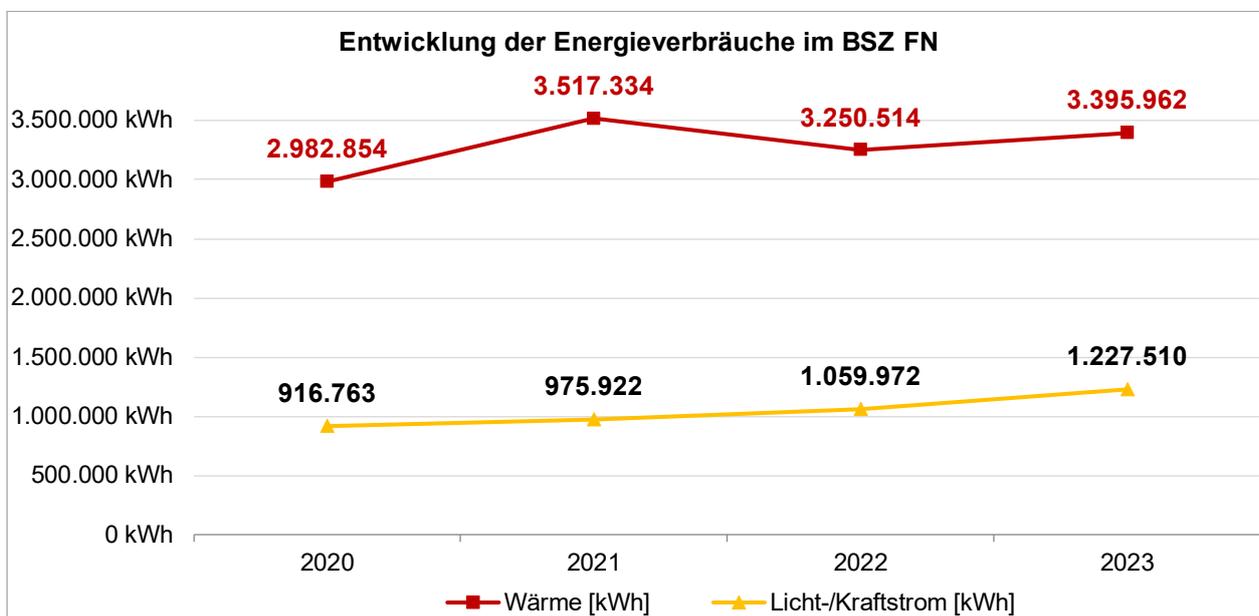


Abbildung 49 Entwicklung Energieverbräuche BSZ FN gesamt (Wärmeverbräuche witterungsber.)

Die Wasserverbräuche, einschließlich des Sportplatzes, sind im Vergleich zum Vorjahr um 27,7% angestiegen. Dies ist auf den ganzjährigen Schulbetrieb und vorrangig der geänderten Nutzung der Sporthalle als Notunterkunft für 120 Personen zurückzuführen. Der Bau einer Grundwasser Zisterne für die Sportplatzbewässerung hat zu einer Senkung des (Trink)Wasserverbrauchs beigetragen, der nun im Bereich von 2019 liegt.

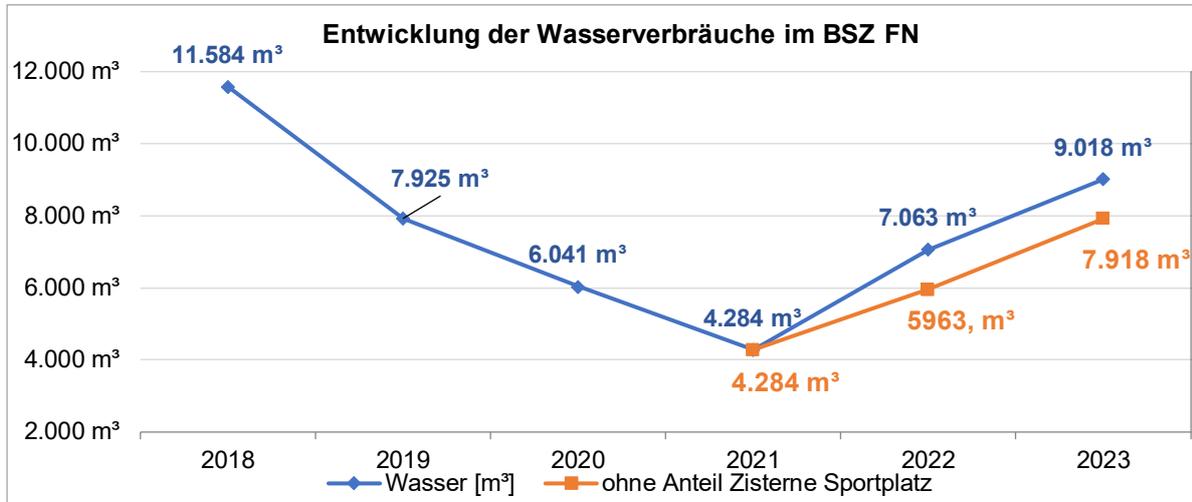


Abbildung 50 Entwicklung Wasserverbrauch BSZ FN

### Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2023:

Die Verteilung der Energieverbräuche für Wärme-, Kälte- und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für die Liegenschaft BSZ FN stellen sich in 2023 wie folgt dar:

Bezeichnung	Wärme [MWh]	Kosten [€]	Betriebs-/Licht-/Kraftstrom [MWh]	Kosten [€]	Wasser [m³]	Kosten [€]	Summe [€]
<b>BSZ FN</b>	2.784	216.295	1.228	245.226	9.018	45.589	<b>507.110</b>

Die Kostenentwicklung der gesamten Liegenschaft ist in der folgenden Grafik dargestellt:

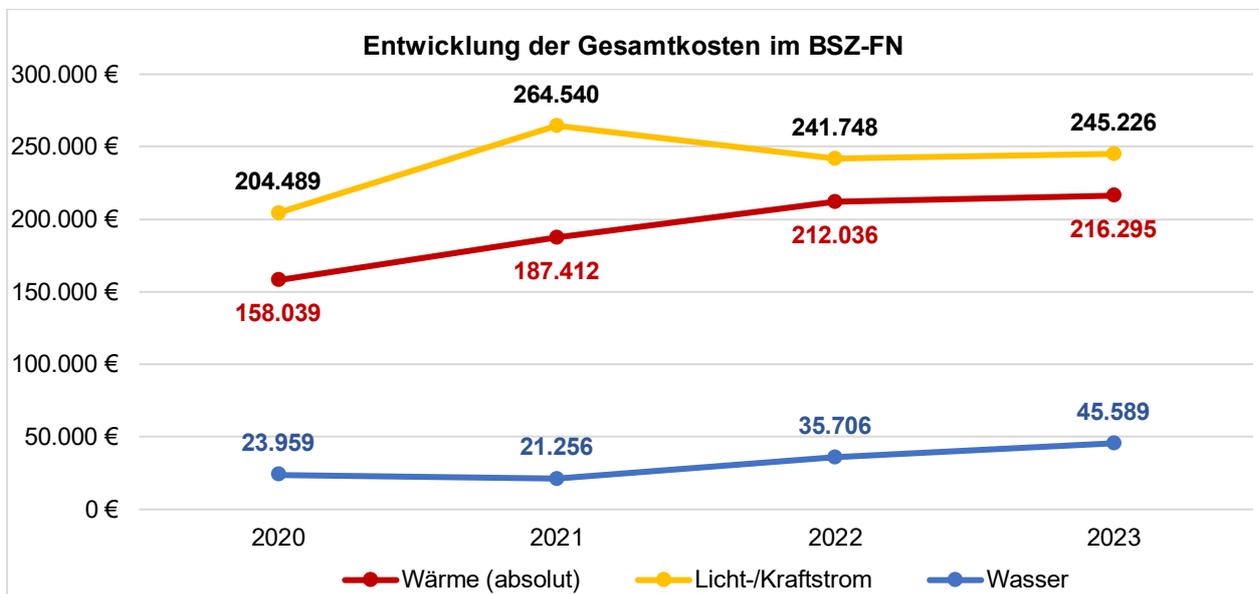


Abbildung 51 Kostenentwicklung der Verbräuche BSZ FN

Die Wärmeverbräuche und deren Kosten haben sich nur leicht erhöht. Die Stromverbräuche sind ebenfalls konstant geblieben. Die Kosten für die Wasserverbräuche haben sich analog zu den Verbräuchen erhöht. Die prozentualen Veränderungen bei den Kosten und Verbräuchen sind im Vergleich zum Vorjahr wie folgt zu beurteilen.

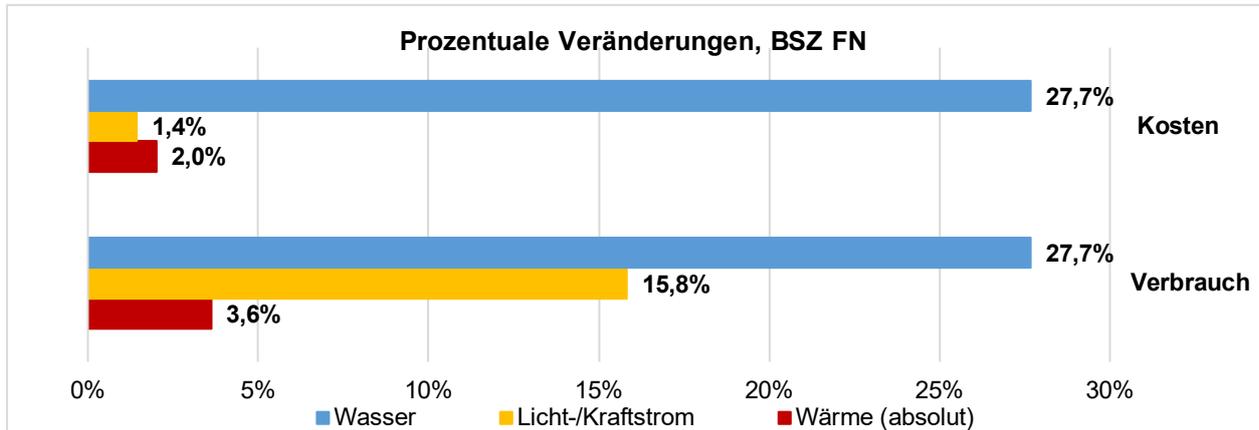


Abbildung 52 Prozentuale Veränderungen bei Kosten und Verbräuchen, Vergleich Vorjahr (Wärmeverbrauch absolut)

#### Vorgesehene und mögliche Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung:

- In den Jahren 2024 bis 2026 soll die Verglasung der Fassaden sowie die Oberlichter im Werkstattgebäude ausgetauscht werden
- Für 2027 ist der Aufbau einer PV Anlage mit 412 kWp auf dem Werkstattgebäude geplant. Diese wird dann vorrangig zur Eigenstromdeckung genutzt
- In der Sporthalle sollen perspektivisch neue Motoren mit Drehzahlregelung in die Lüftungsanlage eingebaut werden. Außerdem ist geplant, die Oberlichter und Fassaden der Sporthalle zu erneuern

#### Verbrauchsentwicklung Einzelgebäude:

Im Folgenden werden die Verbräuche der einzelnen Gebäude der Liegenschaft dargestellt.

#### Hauptgebäude

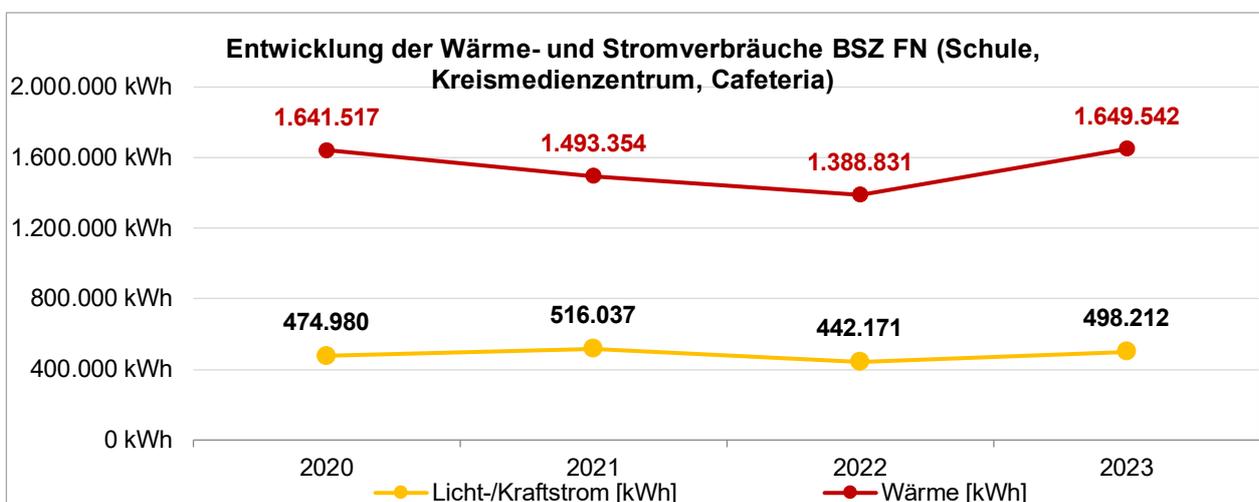


Abbildung 53 Entwicklung Energieverbräuche Hauptgebäude (Wärmeverbräuche witterungsber.)

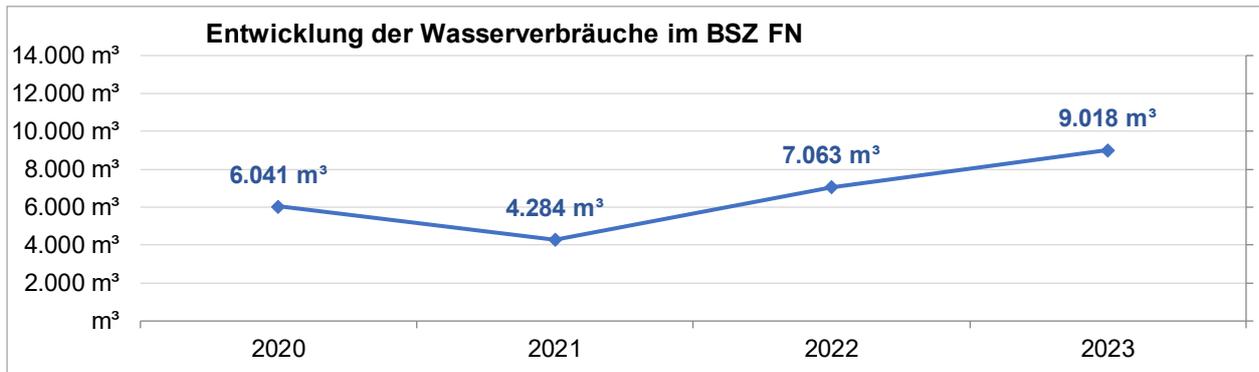


Abbildung 54 Entwicklung der Wasserverbräuche Hauptgebäude BSZ FN

### Werkstattgebäude

Der Strombedarf im Werkstattgebäude ist leicht angestiegen. In der Schweißerei wurde eine Plasmaschneidemaschine installiert, die u.a. zu einer starken Erhöhung des Strombedarfs führt.

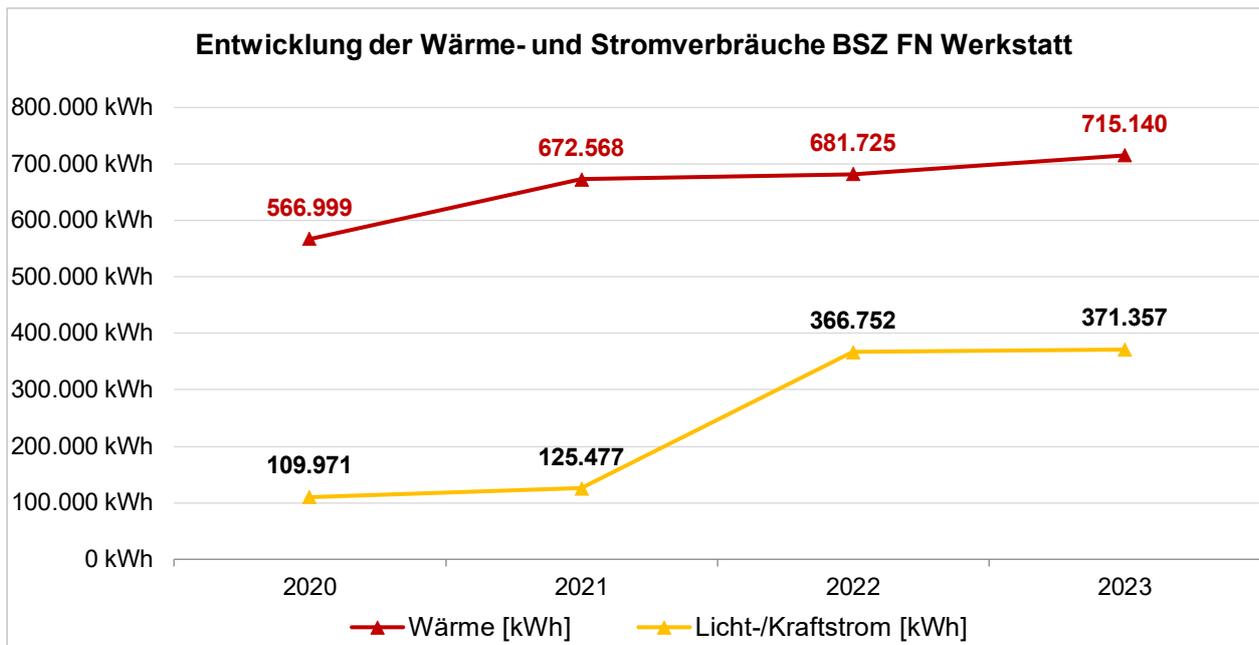


Abbildung 55 Entwicklung Energieverbräuche Werkstattgebäude BSZ FN

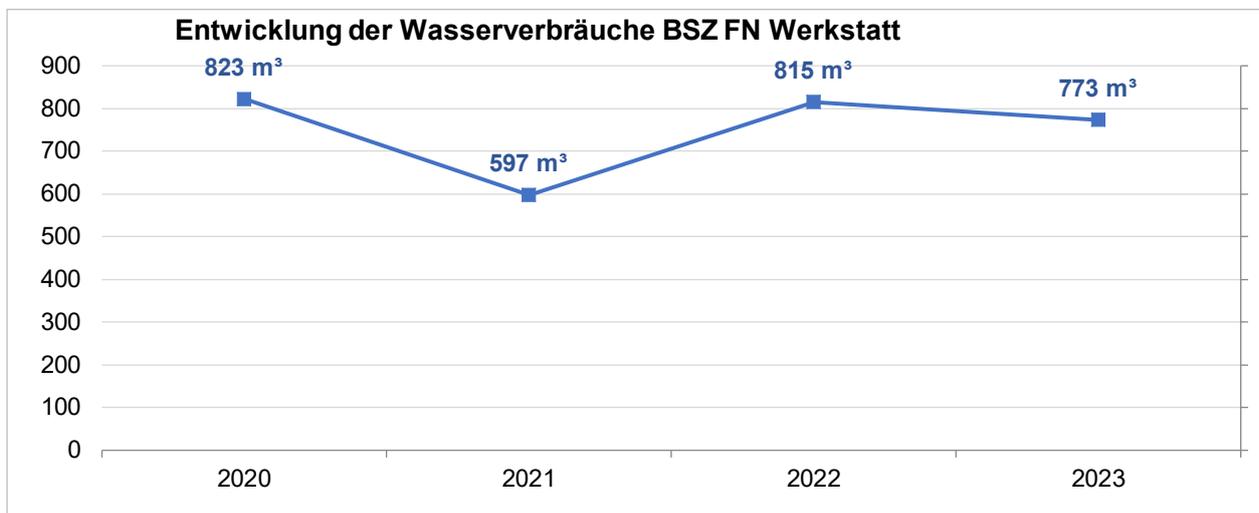


Abbildung 56 Entwicklung Wasserverbräuche Werkstattgebäude BSZ FN

## Erweiterungsgebäude

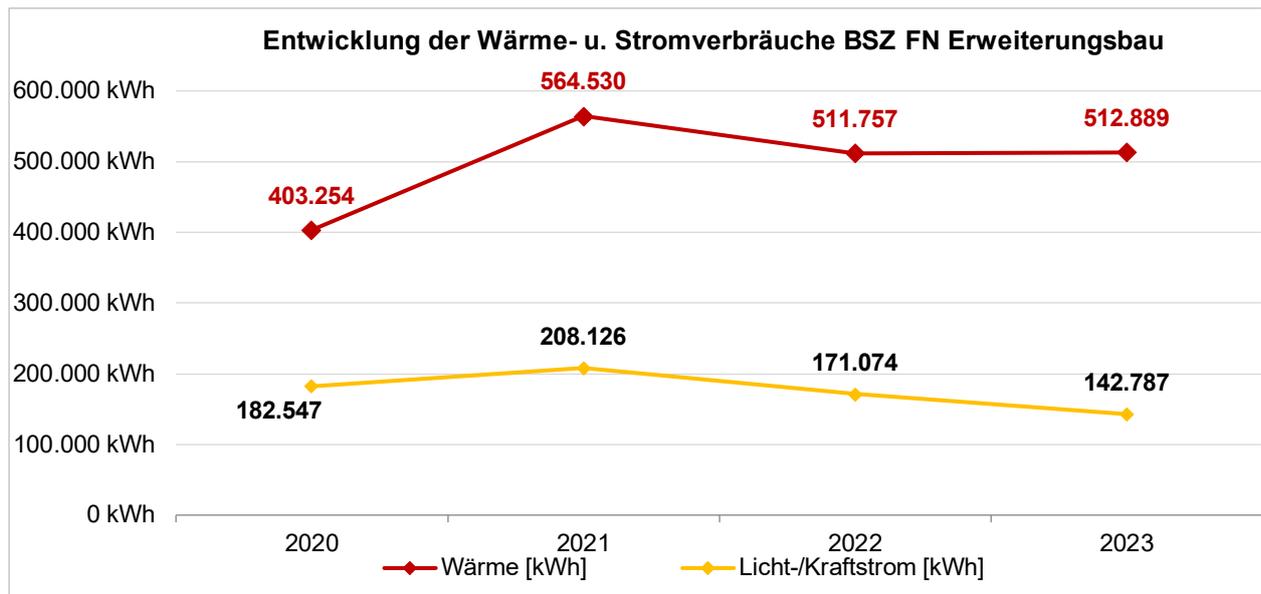


Abbildung 57 Entwicklung Energieverbräuche Erweiterungsgebäude BSZ FN (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

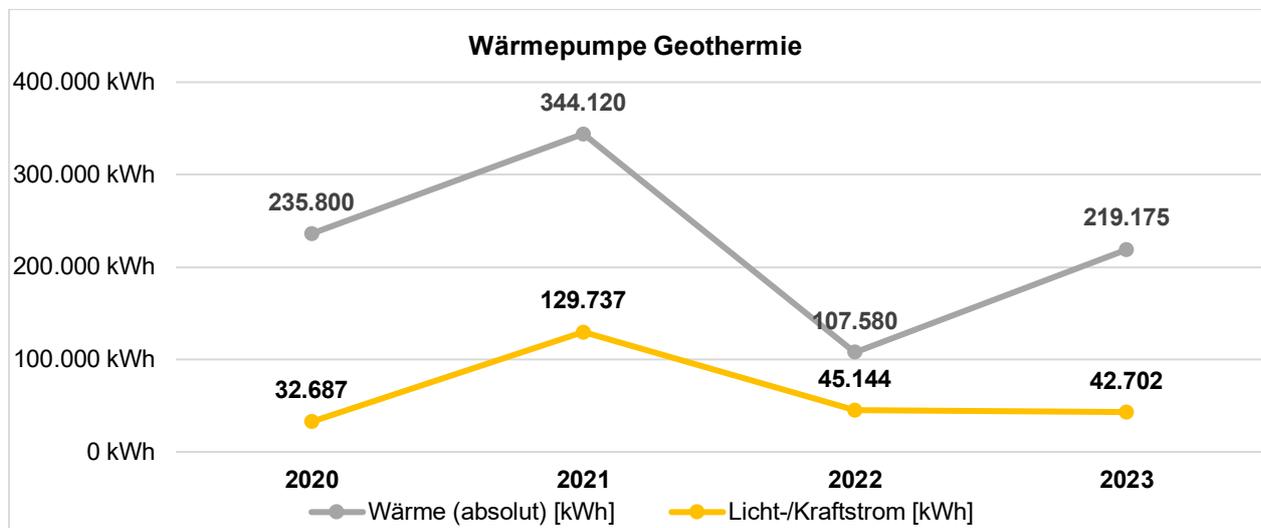


Abbildung 58 Entwicklung Wärmeerzeugung und Stromverbräuche Geothermieanlage

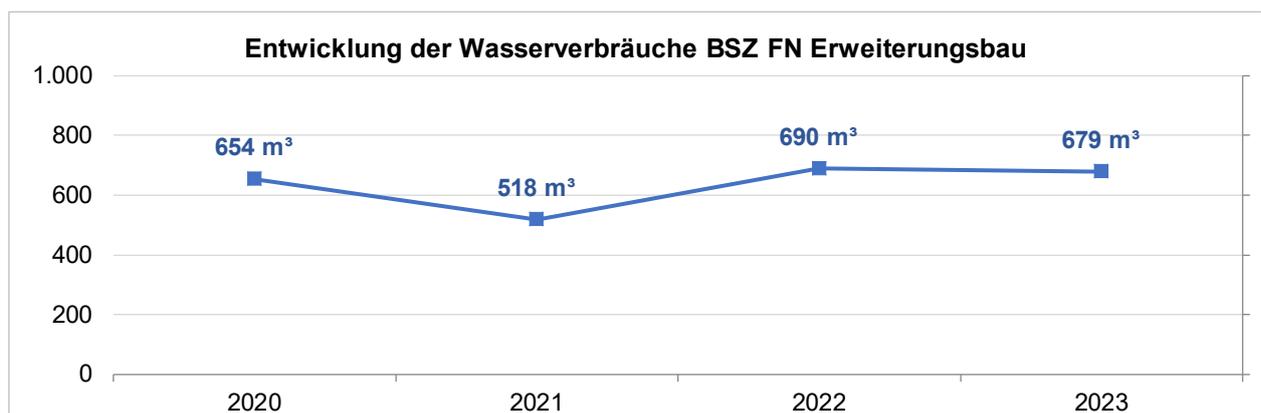


Abbildung 59 Entwicklung Wasserverbräuche Erweiterungsgebäude BSZ FN

## Sporthalle und Sportplatz

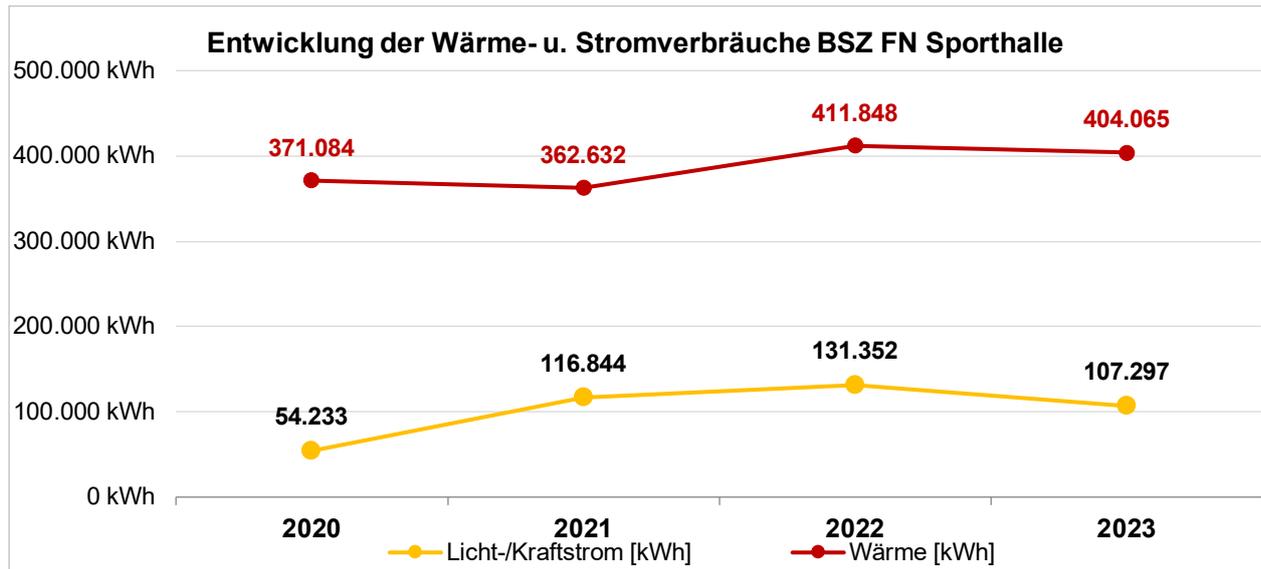


Abbildung 60 Entwicklung Energieverbräuche Sporthalle BSZ FN (Wärmeverbräuche witterungsber.)

Die Verbräuche sind aufgrund der in 2023 gleichen Nutzungsausrichtung nahezu konstant geblieben

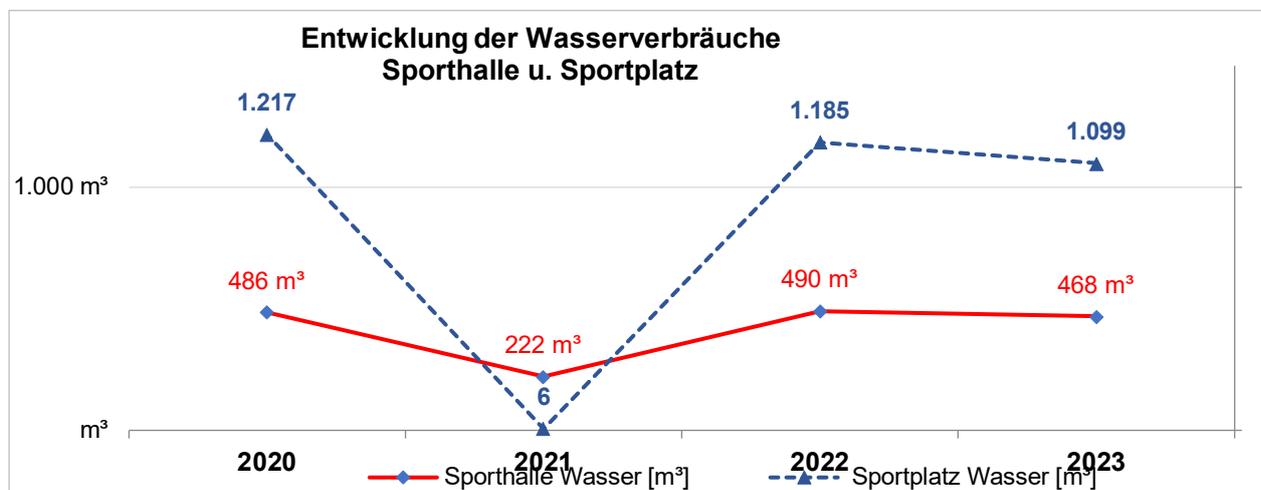


Abbildung 61 Entwicklung Wasserverbräuche Sporthalle und Sportplatz BSZ FN

Im Jahr 2021 wurde der Sportplatz, bedingt durch eine Fehlbedienung, mit Trinkwasser bewässert. Im Anschluss wurde die Bewässerung vollständig auf die neu eingerichtete Zisterne umgelegt. Somit bezieht sich der ab 2022 angezeigte Wasserverbrauch auf Brunnenwasser.

## 5.2.2 Berufsschulzentrum Überlingen (BSZ ÜB)

<b>Constantin-Vanotti-Schule Geb. C</b>	<b>1987</b>
Beheizte Brutto-Fläche [m <sup>2</sup> ]	4.955
Qualität Wärmedämmung	schlecht
Warmwasserversorgung	dezentral
Gebäudesanierung	---
<b>Marie-Curie-Schule Geb. B</b>	<b>1959</b>
Beheizte Brutto-Fläche [m <sup>2</sup> ]	2.662
Qualität Wärmedämmung	mittel
Warmwasserversorgung	dezentral
Gebäudesanierung	1986
<b>Marie-Curie-Schule Geb. A und D</b>	<b>1959</b>
Beheizte Brutto-Fläche [m <sup>2</sup> ]	6.050
Qualität Wärmedämmung	schlecht
Warmwasserversorgung	dezentral
Gebäudesanierung u. Neubau	1997/2000
<b>Marie-Curie-Schule Geb. W</b>	<b>1977</b>
Beheizte Brutto-Fläche [m <sup>2</sup> ]	2.520
Qualität Wärmedämmung	schlecht
Warmwasserversorgung	dezentral
Gebäudesanierung	---
<b>Wärmeversorgung gesamte Liegenschaft (Heizungsanlage in MCS)</b>	
Baujahr	2010
Kessel 1	640 kW
Kessel 2	910 kW

Die Jörg-Zürn-Gewerbeschule und die Justus-von-Liebig-Schule fusionierten (in 2022) zur Marie-Curie-Schule (**MCS**) mit den Gebäudeteilen A, B, D und W.



Zum gesamten BSZ ÜB gehören drei Schulgebäude, ein Werkstattgebäude sowie eine Sporthalle. Die Wärmeversorgung erfolgt über zwei unabhängige dezentrale Heizzentralen die mit Gas und teilweise auch noch mit Heizöl betrieben werden können. Für 2024 ist geplant, für den Schulcampus ein Energie-Effizienz-Contracting (EE-C) in der Zusammenarbeit mit der KEA-BW auszuschreiben.

### Verbrauchsentwicklung

Insgesamt wurden 2023 für die gesamte Liegenschaft absolut **1.190 MWh** Wärme benötigt. Im Vergleich zum Vorjahr hat sich der Verbrauch absolut um -8 % bzw. 106.392 kWh reduziert, witterungsbereinigt ist er um -7,4 % zurückgegangen. Der Stromverbrauch hat sich um -6,3 % bzw. 24.351 kWh verringert.

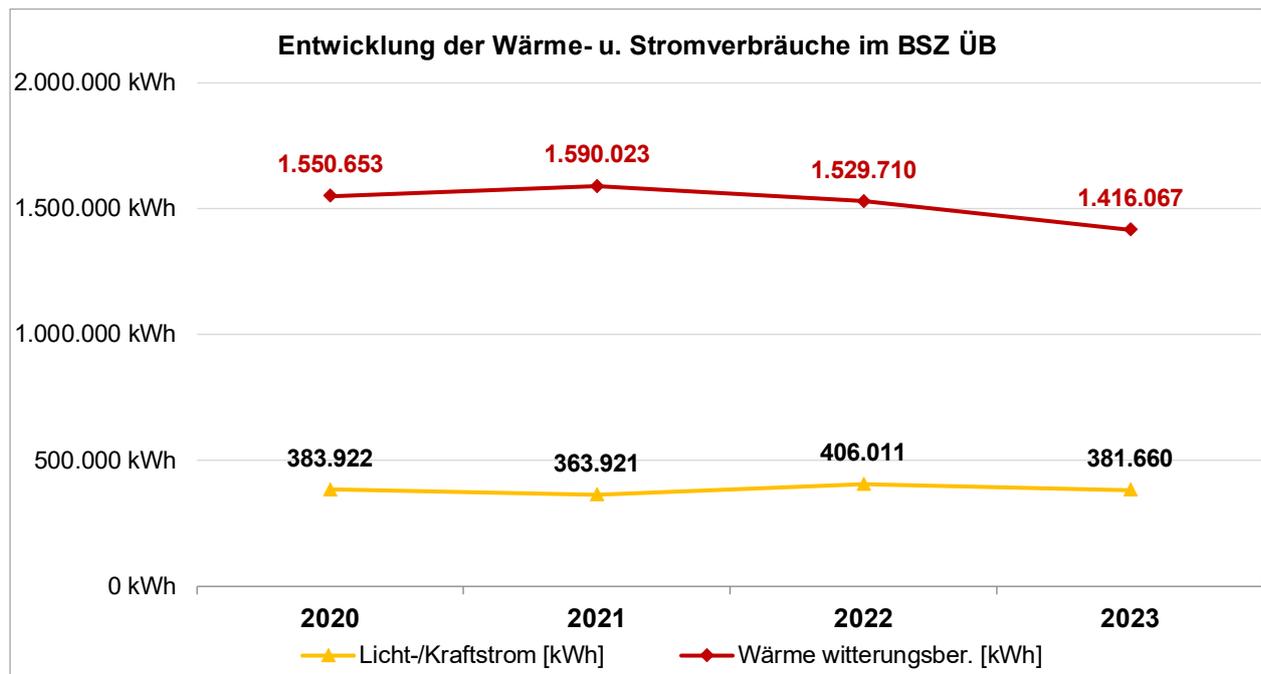


Abbildung 62 Entwicklung der Verbräuche BSZ ÜB, (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Der Wasserverbrauch hat sich infolge des Normalbetriebs gegenüber 2022 leicht rückläufig verändert.

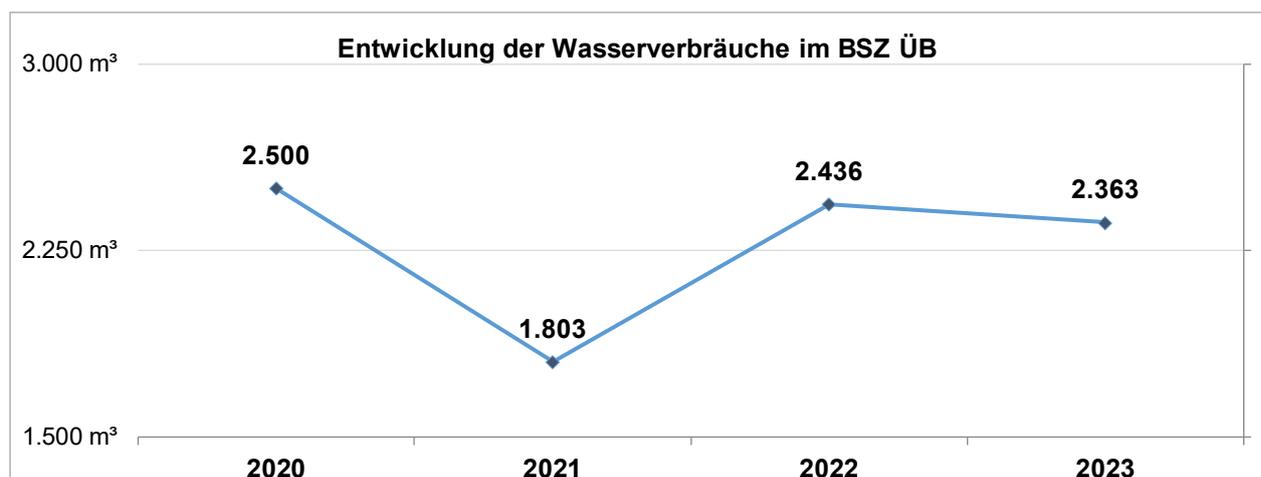


Abbildung 63 Entwicklung der Wasserverbräuche im BSZ ÜB

## Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2023

Die Verteilung der Energieverbräuche für Wärme-, Kälte- und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für die Liegenschaft BSZ ÜB stellen sich in 2023 wie folgt dar:

Bezeichnung	Wärme [MWh]	Kosten [€]	Betriebs-/Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m <sup>3</sup> ]	Kosten [€]	Summe [€]
BSZ ÜB	1.190	67.733	381.660	70.425	2.363	12.505	150.663

Die Kostenentwicklung für die Liegenschaft, BSZ ÜB zeigt sich wie folgt.

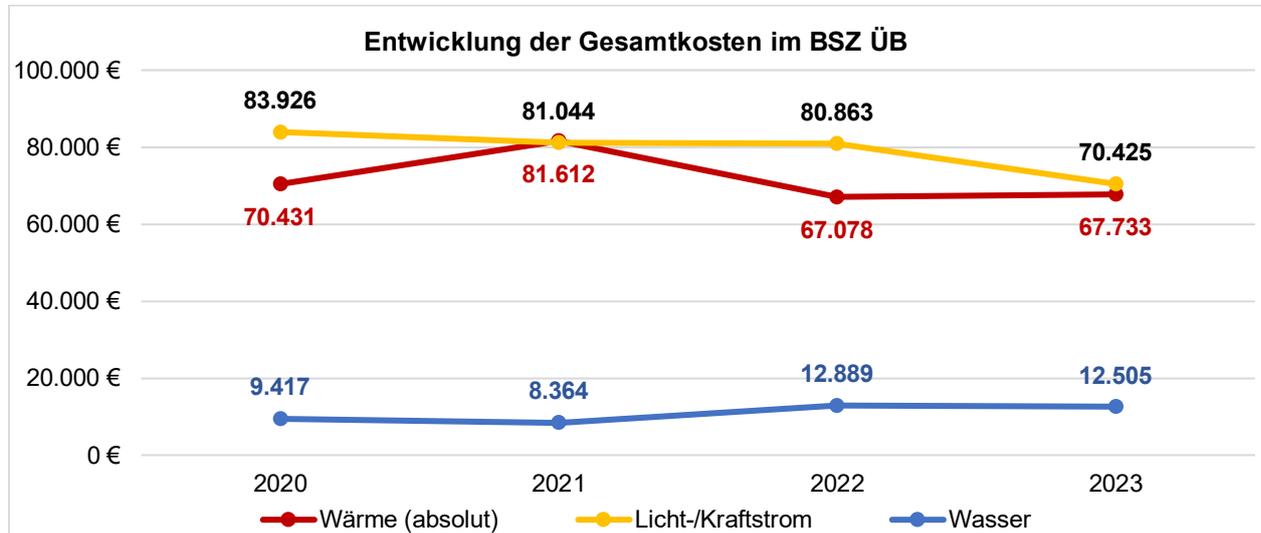


Abbildung 64 Gesamtkostenentwicklung BSZ Überlingen

Im Jahr 2023 wurde die PV Anlage des BSZ ÜB in Betrieb genommen. Die Reduktion des vom Netz bezogenen Stroms führt zu einer Einsparung.

Die prozentualen Veränderungen bei den Kosten und Verbräuchen sind im Vergleich zum Vorjahr rückläufig.

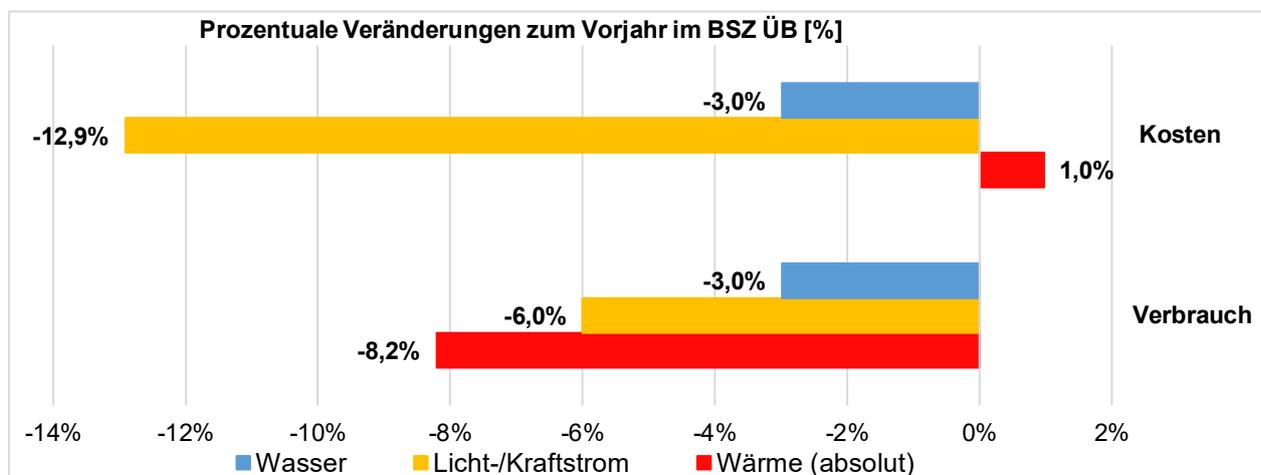


Abbildung 65 Prozentuale Veränderungen, Kosten und Verbräuchen BSZ ÜB, (Wärmeverbrauch absolut)

Insgesamt haben sich die Kosten für die Energieversorgung im Vergleich zu 2022 reduziert.

## Verbrauchsentwicklung Wärme Einzelgebäude

In der Beurteilung der Wärmeverbräuche liegen die einzelnen Gebäude im Jahr 2023 wieder im Normalbereich.

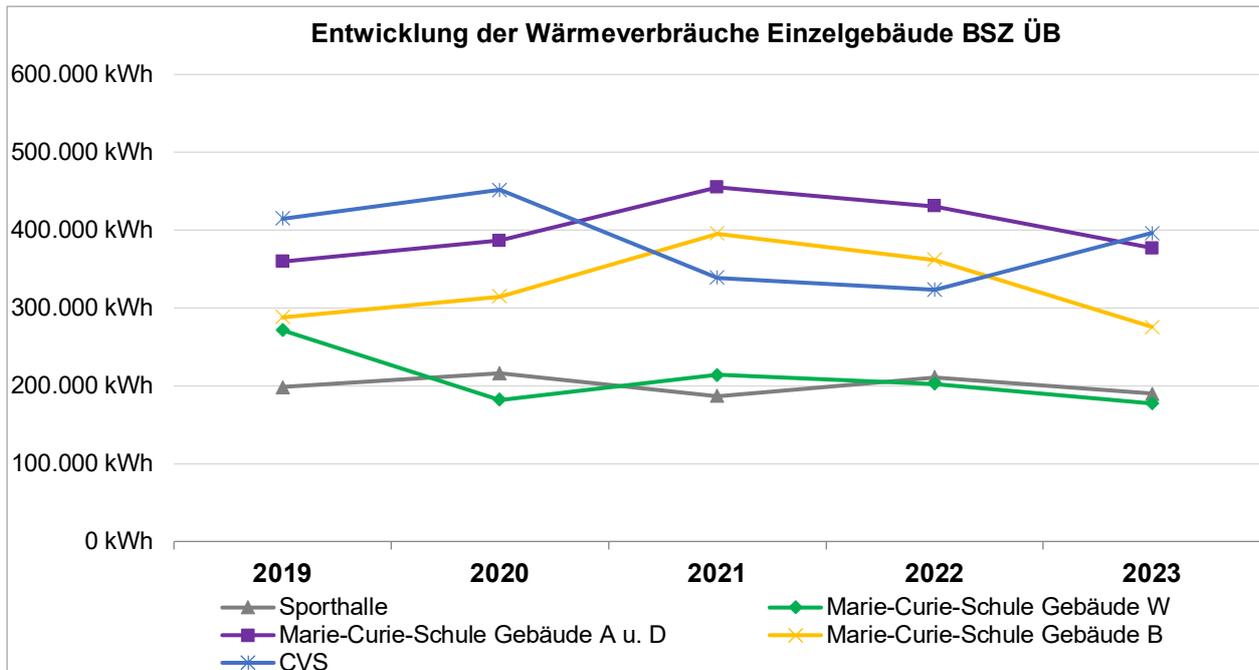


Abbildung 66 Entwicklung Wärmeverbräuche Einzelgebäude BSZ ÜB (Wärmeverbräuche witterungsber.)

## Verbrauchsentwicklung Strom Einzelgebäude:

Der Stromverbrauch ist im Vergleich zum Vorjahr an der Constantin-Vanotti-Schule (CVS) schulnutzungsbedingt angestiegen. Bei der Marie-Curie-Schule (MCS) liegt diesbezüglich eine Reduzierung im Stromverbrauch vor.

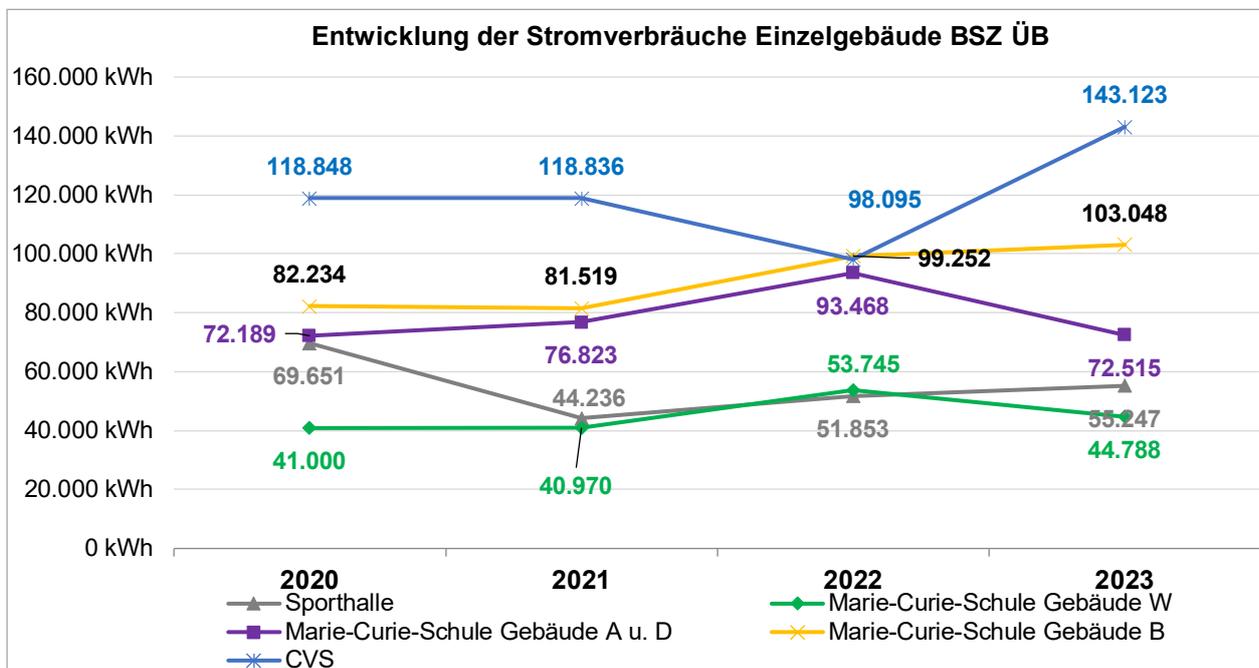


Abbildung 67 Entwicklung Stromverbräuche Einzelgebäude BSZ ÜB

## Verbrauchsentwicklung Wasser Einzelgebäude:

Die Wasserverbräuche haben sich zum Teil leicht unterschiedlich in 2023 verändert. Dies kann auf den ganzjährigen Schulbetrieb und die Bewässerung der Grünanlagen zurückgeführt werden.

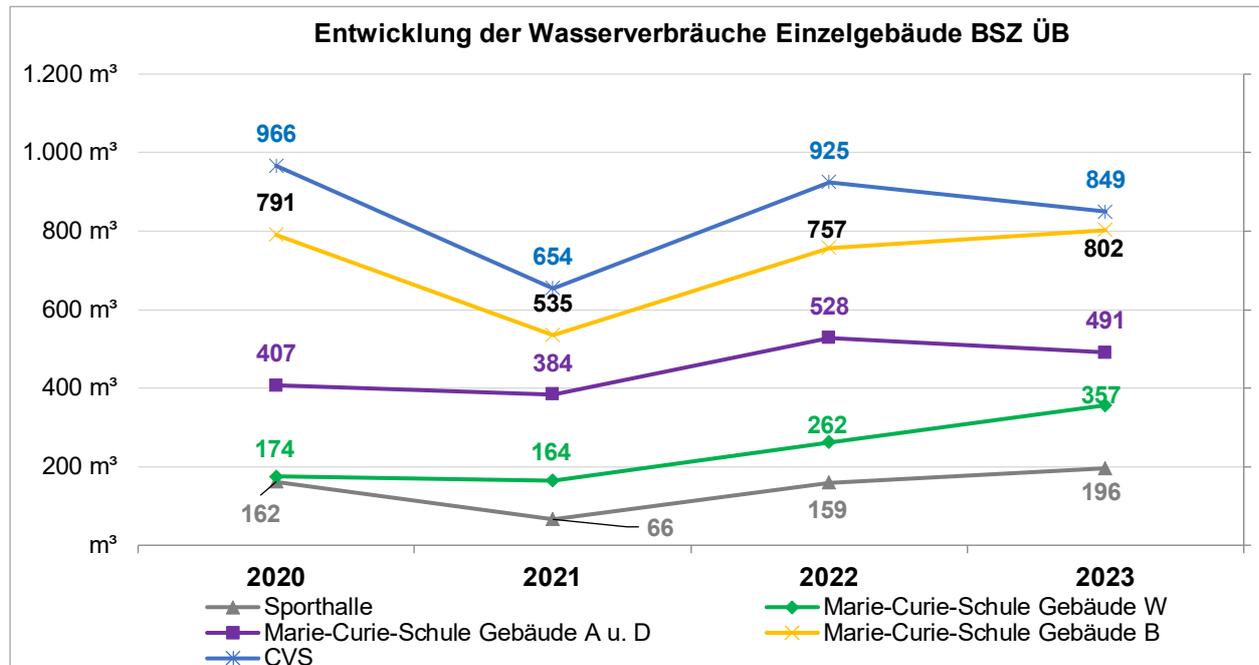


Abbildung 68 Entwicklung Wasserverbräuche Einzelgebäude BSZ ÜB

## Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen am BSZ ÜB, 2023:

- Erneuerung der Heizungsverteilung und-steuerung sowie Austausch der alten Pumpen gegen Hocheffizienzpumpen im Werkstattgebäude
- Umstellung Beleuchtung auf LED und Ergänzung Notfallbeleuchtung in der Werkstatt
- Errichtung einer PV-Anlage mit 99 kWp zur Eigenstromversorgung auf den Gebäuden CVS + Marie-Curie-Schule Geb. D (erst ab 2023 in Betrieb, da Wechselrichter nicht lieferbar)

## Geplante und mögliche Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung:

- Im Gebäude CVS und MCS, Gebäude D werden ab 2025 in allen Klassenzimmern Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung eingebaut, um die Luftqualität zu verbessern. Darüber hinaus werden durch die Elektrosanierung und die Erneuerung der Beleuchtung auf LED weitere Einsparungen erzielt. Außerdem wird der Sonnenschutz witterungs-gesteuert, was die steigenden Temperaturen aufgrund des Klimawandels notwendig machen.
- Erneuerung der gesamten Heizungstechnik incl. Heizungssteuerung, Pumpen, Ventile im Rahmen eines Energieeffizienz Contracting. Die Wärmerzeugung soll zu einem großen Teil durch nicht fossile Energieträger erfolgen. Ebenfalls sollen die Verluste bei der Wärmeverteilung durch eine neue Fernwärmeleitung reduziert werden.
- Constantin-Vanotti-Schule - Installation einer PV Anlage Nennleistung 30 kWp zur Erhöhung der Eigenstromnutzung

### 5.2.3 Bildungszentrum Markdorf (BZM)

<b>Baujahr Schulgebäude</b>	<b>1972</b>
Beheizte Brutto-Fläche [m <sup>2</sup> ]	19.465
Qualität Wärmedämmung	schlecht
Warmwasserversorgung	dezentral
Gebäudesanierung	Nordfassade 2021
<b>Baujahr Bibliotheksgebäude</b>	<b>2007</b>
Beheizte Brutto-Fläche [m <sup>2</sup> ]	<b>2.254</b>
Qualität Wärmedämmung	gut
Warmwasserversorgung	dezentral
<b>Baujahr Sporthalle I</b>	<b>1973</b>
Beheizte Brutto-Fläche [m <sup>2</sup> ]	3.420
Qualität Wärmedämmung	Sehr gut
Warmwasserversorgung	dezentral
Gebäudesanierung	2020
<b>Baujahr Sporthalle II</b>	<b>2005</b>
Beheizte Brutto-Fläche [m <sup>2</sup> ]	2.750
Qualität Wärmedämmung	gut
Warmwasserversorgung	zentral



<b>Wärmeversorgung gesamte Liegenschaft und PV-Anlage</b>	
Baujahr Heizungsanlage	2019 / 2020
Kessel 1 u. 2	je 575 kW
Kessel 3 (Pellet Kessel)	270 kW
BHKW	92 kW th
PV-Anlage Sporthalle I (Eigenstromnutzung)	99 kWp

Zum Gebäudekomplex des Bildungszentrums gehören das Schulgebäude mit Cafeteria und Bibliothek, die auch von der Stadt Markdorf genutzt wird, sowie zwei Sporthallen. Beide Hallen werden neben der Schulnutzung auch für den Vereinssport der Stadt Markdorf genutzt.

Die Verbräuche werden bereits seit 2020 für jedes Gebäude über neue Zählpunkte ermittelt. Die Wärmebereitstellung für die Liegenschaft erfolgt seit 2020 im Contracting (EnBW). Zur Wärmeerzeugung stehen zwei Gaskessel, ein Holz Pelletkessel und ein BHKW zur Verfügung. Mindestens 800 MWh Wärme werden damit jährlich ab 2022 aus erneuerbaren Energien generiert. Die in 2020 installierte Photovoltaikanlage mit 99 kWp-Nennleistung dient in erster Linie zur Eigenstromversorgung.

### Energiemix aus der Heizzentrale in 2023

Insgesamt wurden 2022 für das BZM absolut **1.783 MWh** Wärme benötigt. Die Wärme wurde zu 33 % mit Gas, zu 46 % mit Pellet und des Weiteren lieferte das BHKW noch 21 % im KWK Betrieb zur Wärmeversorgung.



Abbildung 69 Zusammensetzung der Wärmeerzeugung in 2023

### Verbrauchsentwicklung:

Die folgende Grafik zeigt die Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche (seit 2020 incl. PV-Strom) des gesamten Schulcampus:

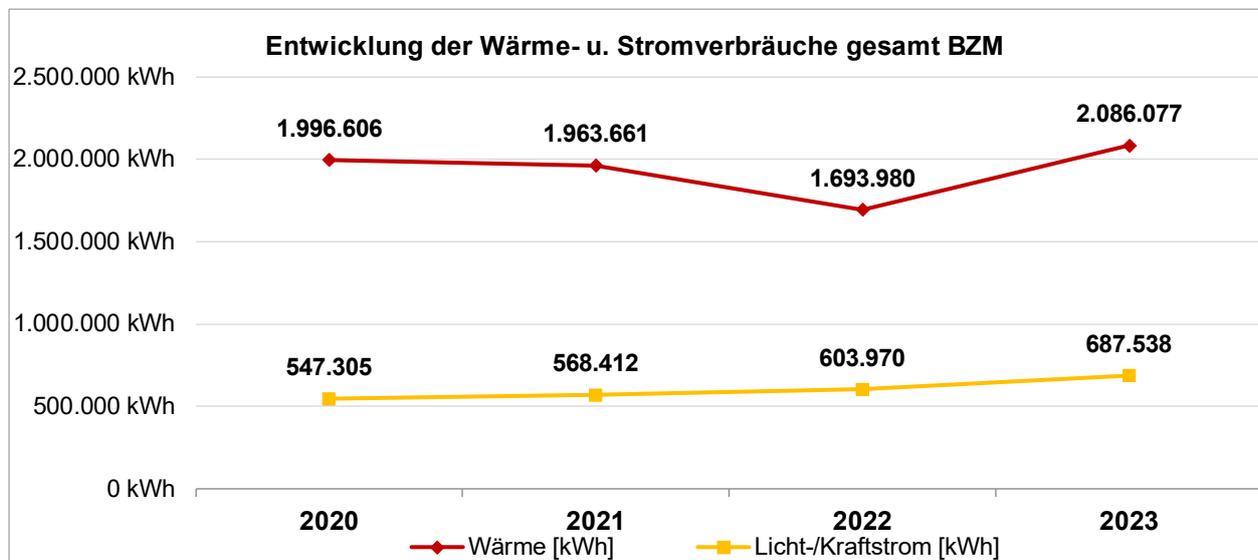


Abbildung 70 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche BZM ges. (Wärme witterungsber.)

In Summe ist der absolute Wärmeverbrauch um 322.644 kWh bzw. 22,1 % in 2023 erhöht. Witterungsbereinigt sind dies ca. 19% wie es aus der obenstehende Grafik abzulesen ist. Eine Ursache ist die nicht mehr sehr ausgeprägte Energie-Einspar-Sensibilität bei den Nutzern.

Der Stromverbrauch betrug 687.538 kWh und ist mit einem Mehrverbrauch von 83.568 kWh um 14,7 % angestiegen. Der höhere Strombedarf kann durch die zunehmende Digitalisierung, die sehr starke Nutzung der Sporthallen sowie den ganzjährigen Küchenbetrieb plausibilisiert werden. Hierbei sind bereits 76.253 kWh Eigenstromnutzung des erzeugten PV-Stroms und aus dem KWK Betrieb (BHKW) 23.989 kWh berücksichtigt.

Infolge der ganzjährigen Nutzung der Schule und Sporthallen - ins besonders durch den Vereinssport - sind die Wasserverbräuche der gesamten Liegenschaft mit 153 m<sup>3</sup> Mehrverbrauch um 4,7 % angestiegen.

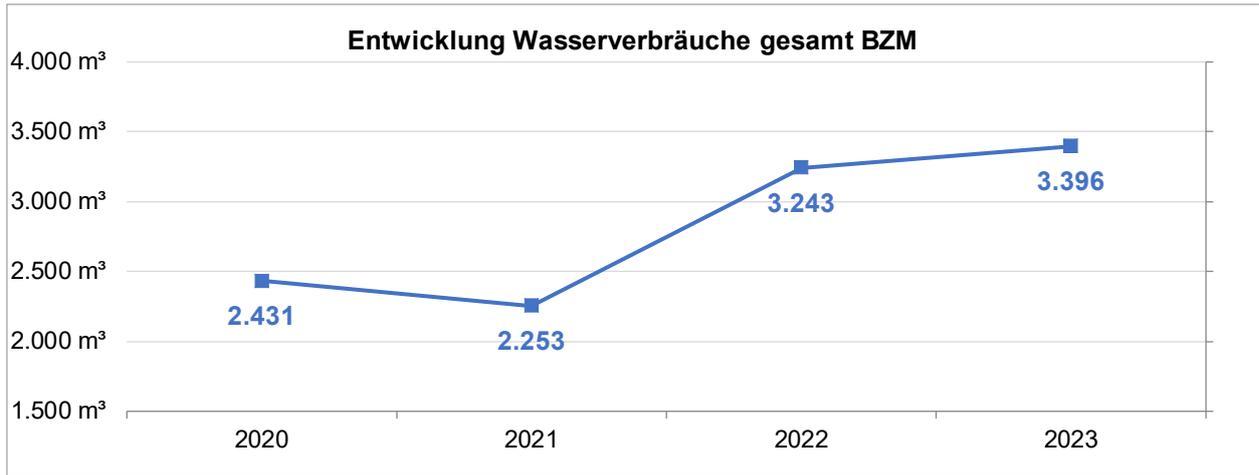


Abbildung 71 Entwicklung der Wasserverbräuche gesamtes BZM

### Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2023

Die Verteilung der Energieverbräuche für Wärme-, Kälte- und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für die Liegenschaft BZM stellen sich in 2023 wie folgt dar:

Bezeichnung	Wärme [MWh]	Kosten [€]	Betriebs-/Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m³]	Kosten [€]	Summe [€]
<b>BZM</b>	1.783	344.526	687.538	129.965	3.396	16.022	<b>474.491</b>

### Verbrauchskosten

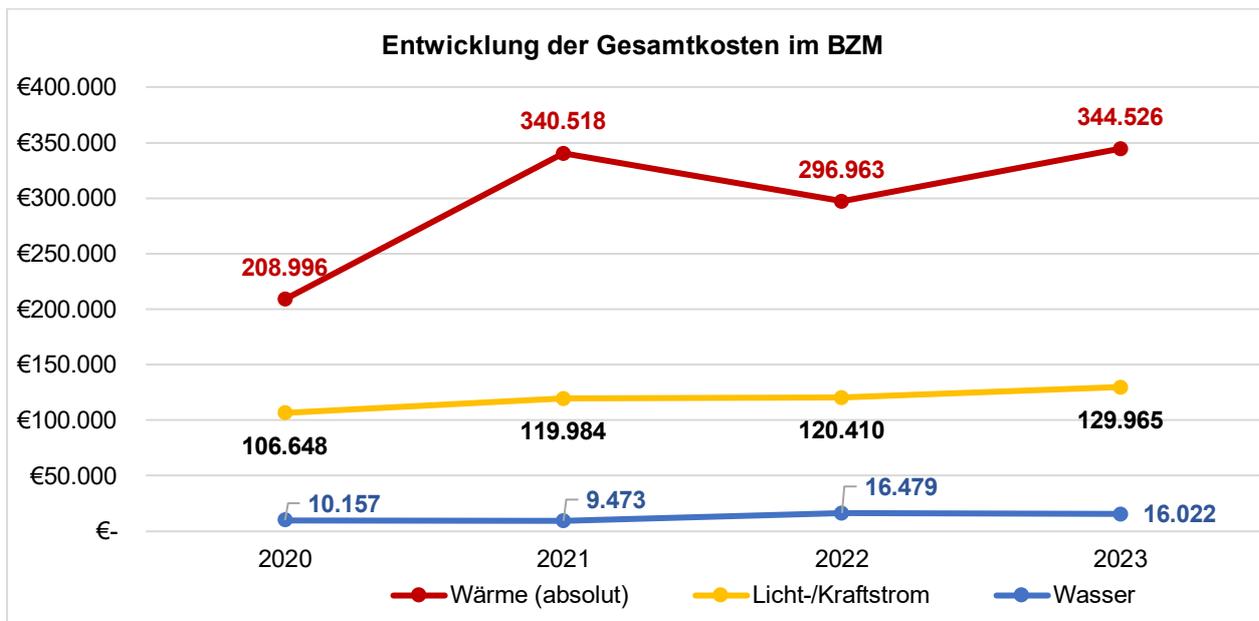


Abbildung 72 Gesamtkostenentwicklung BZM

Die Gesamtkosten haben sich mit 474.491 € im Vergleich zum Vorjahr um 13,7% erhöht. Maßgeblich durch den erhöhten absoluten Wärmebedarf.

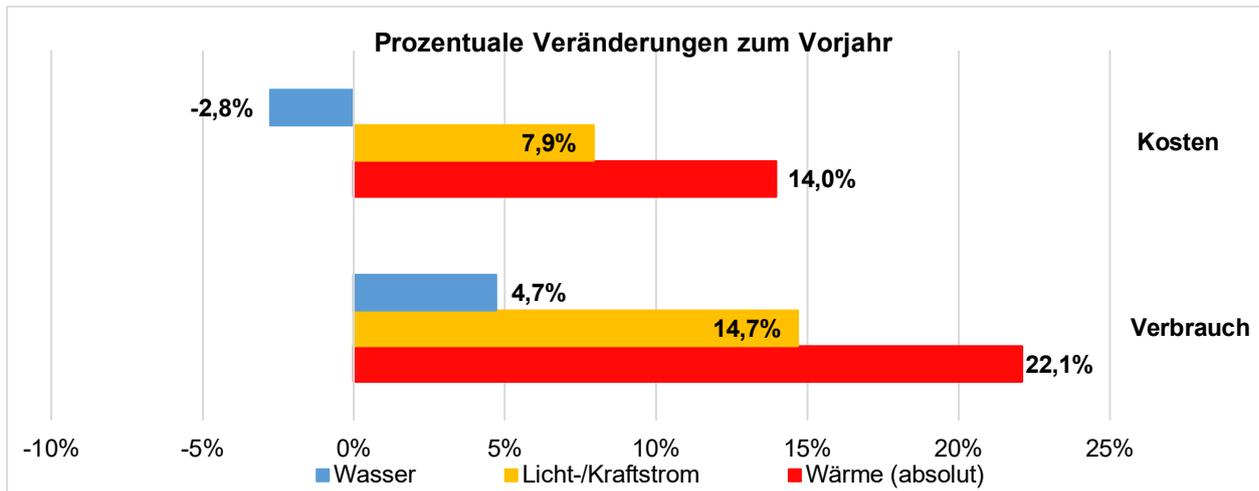


Abbildung 73 Prozentuale Veränderungen bei Kosten und Verbräuchen

### Verbrauchsentwicklung Wärme Einzelgebäude

Mit der Erneuerung der Wärmeversorgung im Contracting der EnBW und den vorgenommenen Energiesparmaßnahmen ab August 2022 haben sich die Verbräuche im Schulgebäude und der Sporthalle 1 + 2 sehr gut stabilisiert.

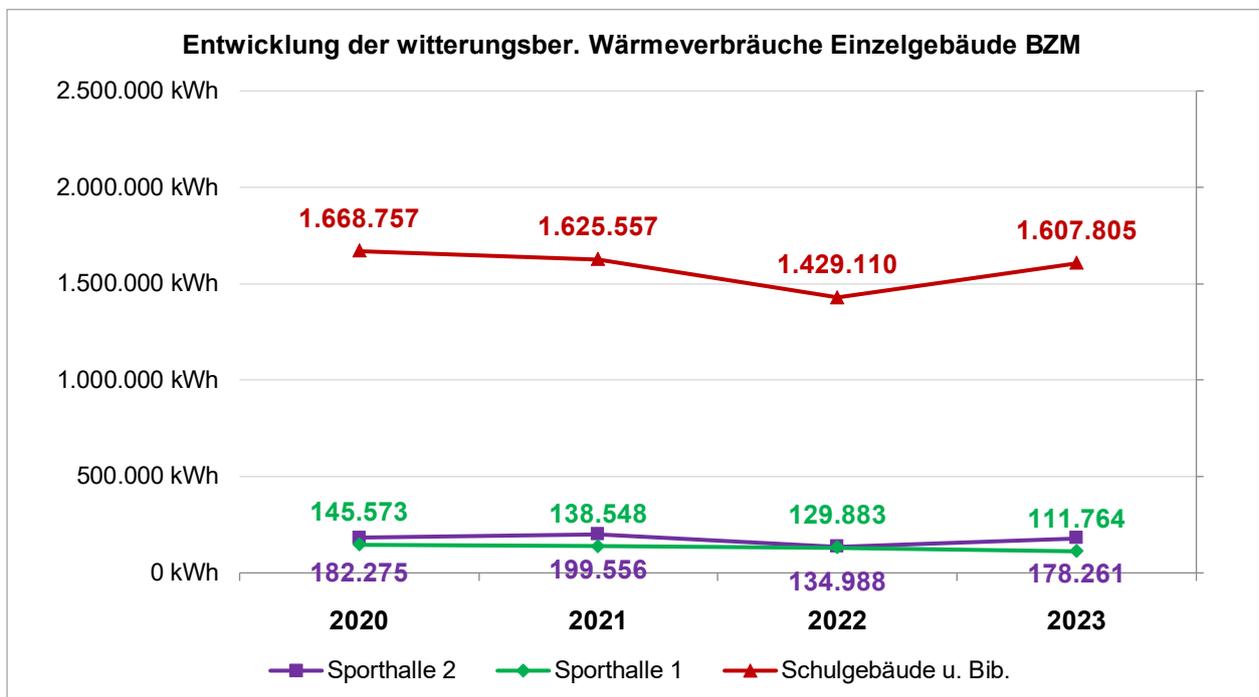


Abbildung 74 Entwicklung der Wärmeverbräuche Einzelgebäude BZM (witterungsbereinigt)

**Verbrauchsentwicklung Strom Einzelgebäude:**

Der Gesamtstrombedarf der Gebäude ist im Vergleich zum Vorjahr um +18,1 % angestiegen. Davon wurden 76.253 kWh mit PV-Strom gedeckt.

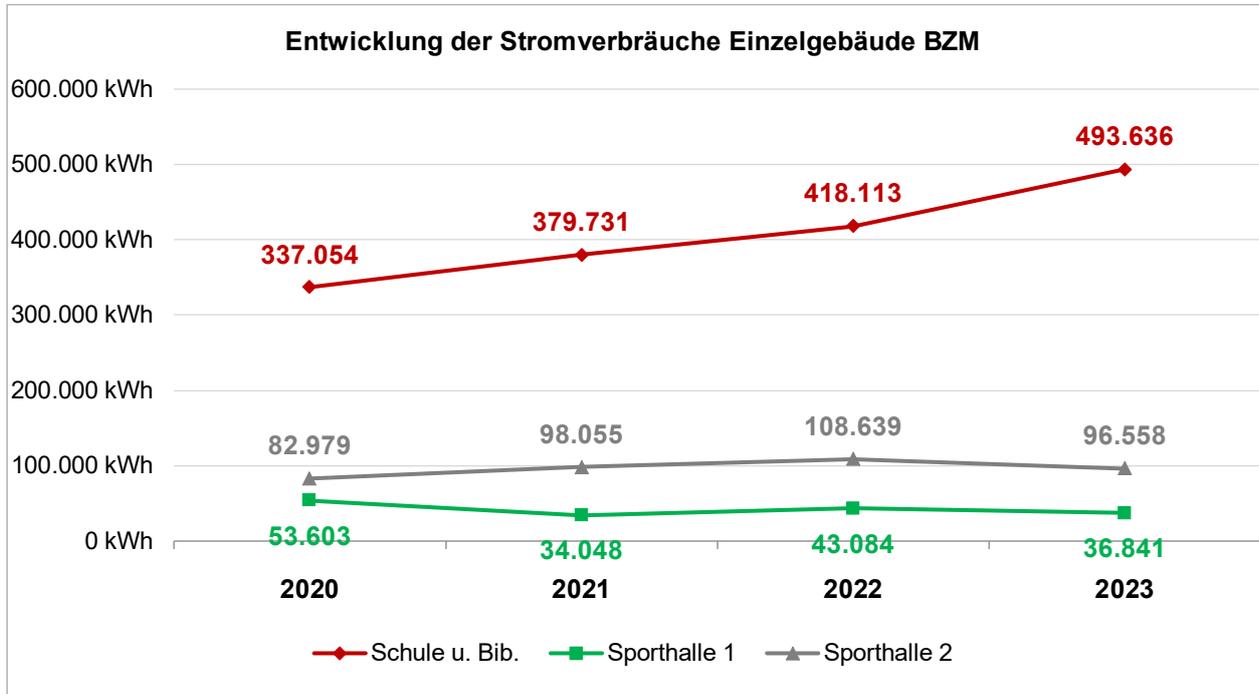


Abbildung 75 Entwicklung der Stromverbräuche Einzelgebäude BZM

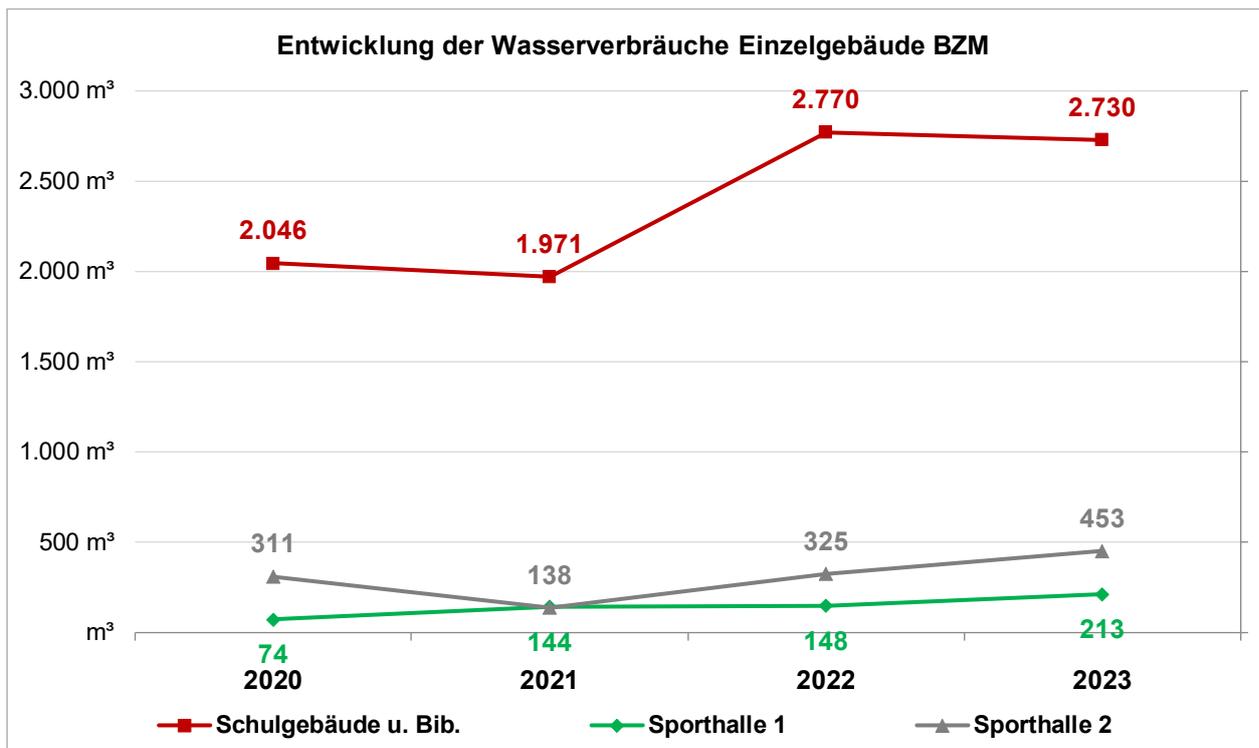


Abbildung 76 Entwicklung der Wasserverbräuche Einzelgebäude BZM

**Laufende Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen am BZM**Sanierungs-Kampagne I (2020-2024)

- Sanierung der Flure, verschiedener WC-Anlagen,
- Sanierung der Oberlichter, Hausmeister- und Klassenzimmer
- Sanierung der kompletten Beleuchtung in der Bibliothek mit Umstellung auf LED-Beleuchtung

## Sporthalle 2 (2024):

- Sanierung der kompletten Beleuchtung in der Sporthalle 2 mit Umstellung auf LED-Beleuchtung

Sanierungs-Kampagne II (2025-2027)

- Sanierung Lüftungsanlage Toiletten und Schulküche Ebene 1
- Sanierung Windfang Ebene 1

**Gepante und mögliche Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung**Perspektivisch ab 2028-2035

- Sanierung Dachflächen (ca. 11.000 m<sup>2</sup>) und Fassaden (ca. 8.000 m<sup>2</sup>)

### 5.2.4 Elektronikschule Tettnang (EST)

<b>Baujahr</b>	<b>1969 / 1990</b>
Beheizte Brutto-Fläche [m <sup>2</sup> ]	7.815
Qualität Wärmedämmung	gut
Warmwasserversorgung	dezentral (elektr.)
Altbausanierung	2015 Teilsanierung
<b>Baujahr Heizungsanlage</b>	<b>2010</b>
Gasbrennwertkessel (fossil)	335 kW



Zum EST Gebäudekomplex gehört zusätzlich ein Bungalow, bewohnt vom Hausmeister der Schule. Die Energie- und Wasserversorgung erfolgt über die alte Heizzentrale der Schule.

#### Verbrauchsentwicklung:

Der witterungsbereinigte Wärmeverbrauch hat sich im Vergleich zum Vorjahr um 20.337 kWh bzw. 4,8 % schulnutzungsbedingt (Unterricht teilweise wieder bis 21:00 Uhr, kleinere Klassen mehr Räume belegt) erhöht. Der Stromverbrauch reduzierte sich im Vergleich um -12.096 kWh, -5,6 %.

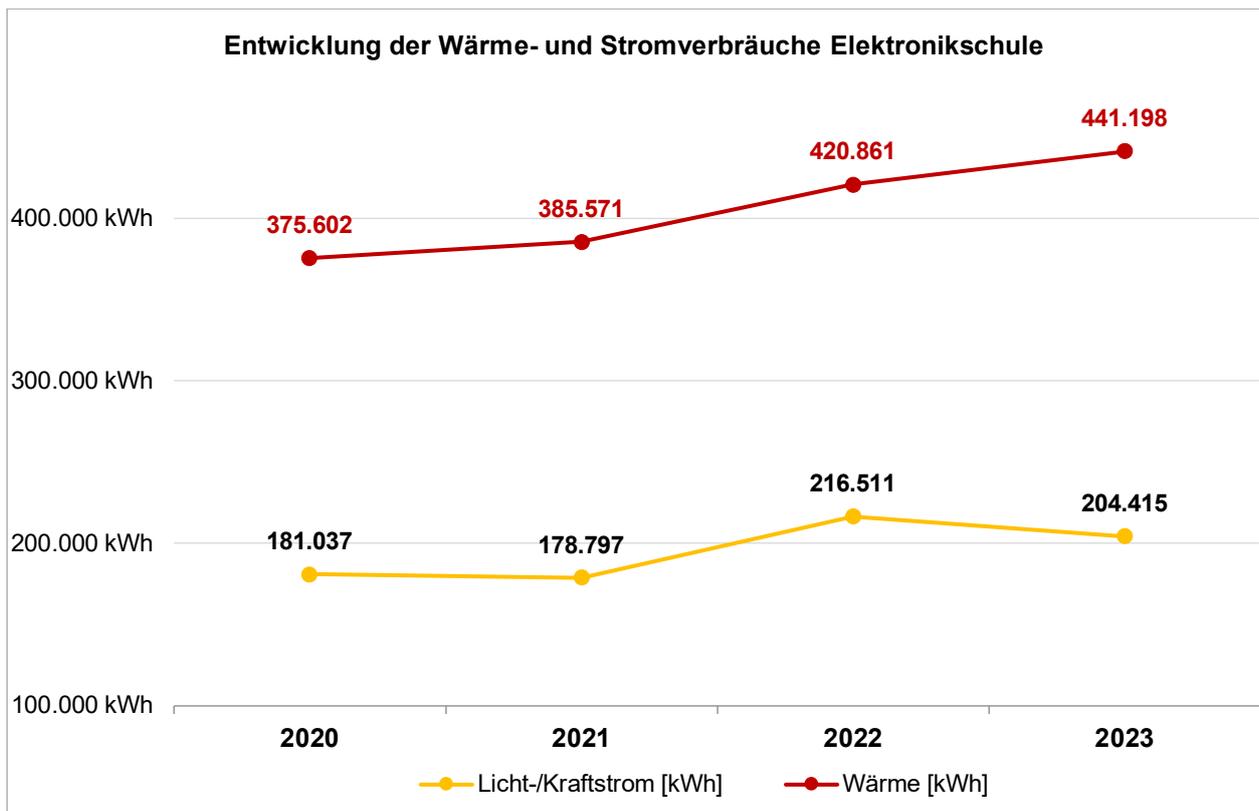


Abbildung 77 Entwicklung Wärme- und Stromverbräuche EST

Der Wasserverbrauch ist mit +134 m<sup>3</sup> erneut angestiegen. Für 2024 wird diesem Sachverhalt mehr Aufmerksamkeit eingeräumt (wöchentliches / monatliches Monitoring).

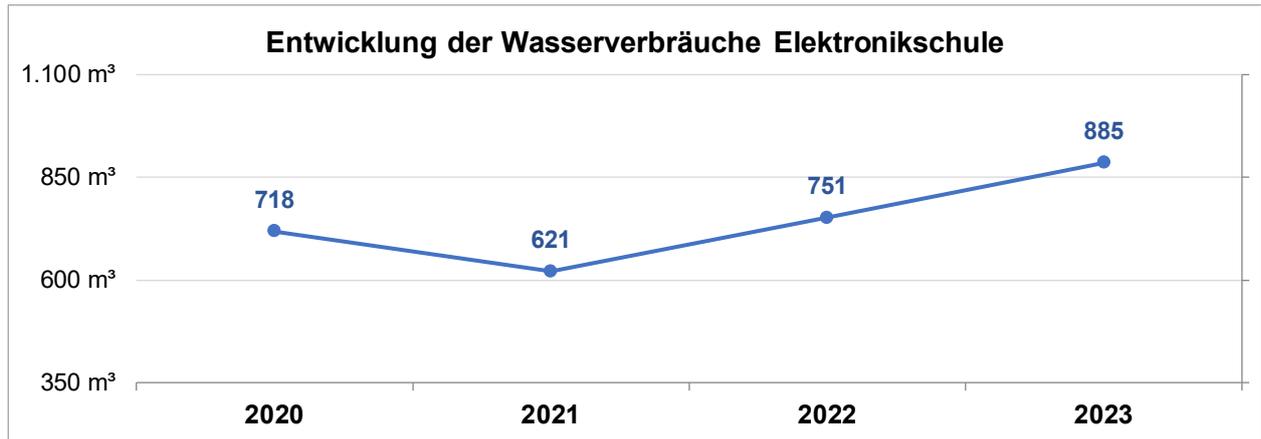


Abbildung 78 Entwicklung Wasserverbräuche

### Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen 2023:

- Vorplanungsstudien zur Erneuerung der Wärmeerzeugungsanlagen durch nicht fossile Energieträger

### Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2023:

Die Verteilung der Energieverbräuche sowie die Entwicklung der Verbrauchskosten für die EST stellen sich in 2023 wie folgt dar:

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Betriebs-/Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m³]	Kosten [€]	Summe [€]
EST	397.476	21.039	204.415	39.838	885	4.479	<b>65.356</b>

### Verbrauchskosten

Für die Wärmebereitstellung haben sich die Kosten erhöht, die Stromkosten haben sich dahingegen reduziert. Insgesamt konnten die Energiekosten damit nahezu konstant gehalten werden

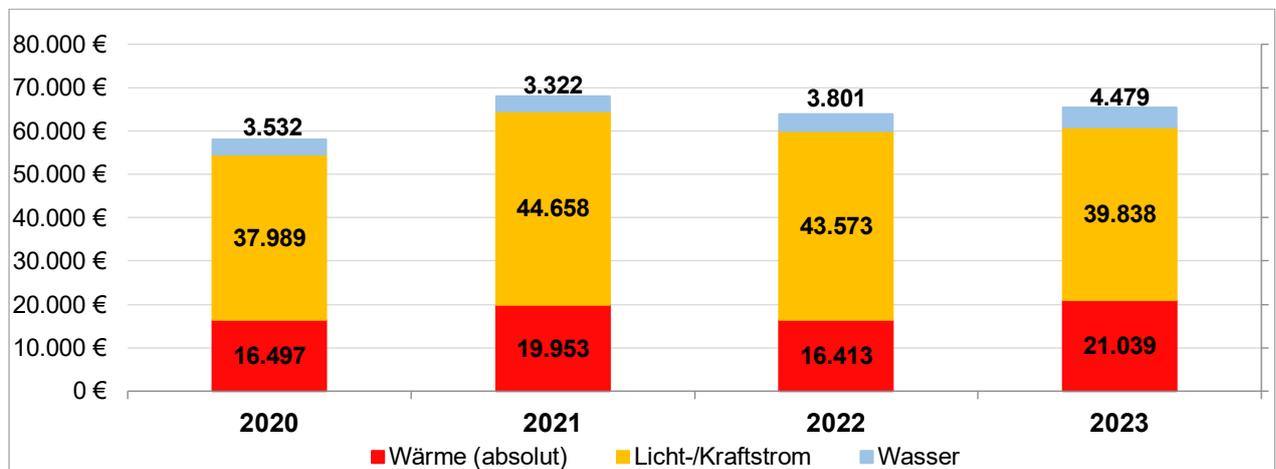


Abbildung 79 Kostenentwicklung Verbräuche EST

Die prozentualen Veränderungen zeigen sich im Vergleich zum Vorjahr wie folgt:

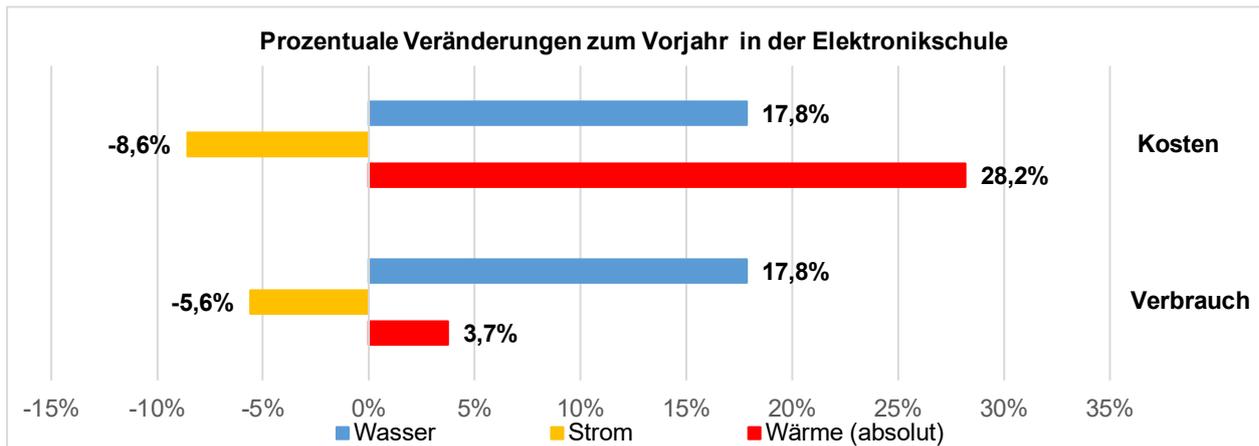


Abbildung 80 Prozentuale Veränderungen bei Kosten und Verbräuchen, Vergleich Vorjahr (Wärmeverbräuche absolut)

### Geplante Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung

- Die vollständige Umstellung der Beleuchtung in allen Klassenzimmern und Laboren des Neubaus erfolgt 2024
- Die Sanierung der Verglasung über dem zentralen Treppenhaus ist in 2026 vorgesehen. Hierbei soll durch die Verwendung von Sonnenschutzglas der Wärmeeintrag reduziert werden. In diesem Zuge werden die Querschnitte der Fenster erhöht, um die freie Nachtkühlung zu ermöglichen.
- Für eine zukünftig energieeffiziente und nachhaltige Wärmeversorgung wird ein nachhaltiges Wärmekonzept für die EST entwickelt, bei dem ein Teil der Wärme über nicht fossile Energieträger erzeugt werden soll.
- Die Flachdachsanierung des Altbaus mit erhöhter Dämmung und Aufbau einer Photovoltaikanlage ist geplant, kann jedoch erst nach Abschluss der Schulentwicklungsplanung umgesetzt werden, da ggf. eine Aufstockung notwendig ist.

### 5.2.5 Hotel- und Gaststättenschule Tettngang (HoGa)

Baujahr	<b>1953/1996/2003</b>
Beheizte Brutto-Fläche [m <sup>2</sup> ]	4.140
Qualität Wärmedämmung	mittel
Warmwasserversorgung	dezentral (elektr.)
Dach- und Fassadendämmung Altbau	2009
Baujahr Heizungsanlage	<b>Dezember 2021</b>
Kessel 1 - Pelletkessel	55 kW
Kessel 2 - Gasbrennwertkessel	162 kW
Solaranlage - Kollektorfläche	10 m <sup>2</sup>



Zu dieser Liegenschaft zählt neben den Schulgebäuden auch eine kleine Gymnastikhalle, die von der Stadt Tettngang und von der VHS gantztägig genutzt wird. In einem weiteren Gebäude befinden sich die Hausmeisterwohnung und seit Sommer 2022 auch Asyl Wohnungen.

#### Verbrauchsentwicklung

Der Wärmeverbrauch hat sich im Vergleich zum Vorjahr um 22.800 kWh bzw. +13,3 % erhöht. Das ist auf die Nutzung eines Teils der Flächen als Unterkünfte für Geflüchtete zurückzuführen. Des Weiteren wurde das regelmäßige Spülprogramm zur Legionellen Thematik intensiviert. Der Stromverbrauch ist im Vergleich zum Vorjahr konstant geblieben.

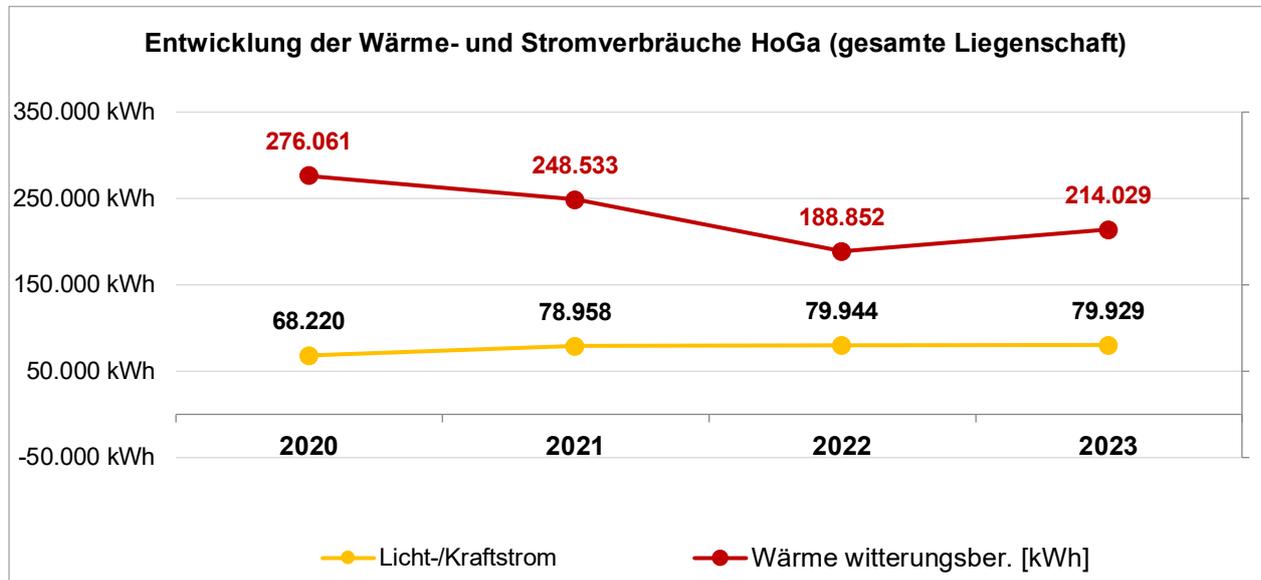


Abbildung 81 Entwicklung Wärme- u. Stromverbräuche HoGa (Wärme witterungsbereinigt)



Abbildung 82 Entwicklung Wasserverbräuche HoGa

### Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen 2023

Um die Wärmeversorgung an der Landesberufsschule für Hotel- und Gaststättenberufe in Tett nang zu gewährleisten, wurde im Jahr 2021 eine Biomasse Heizungsanlage (Pellet) installiert und die Gebäudeleittechnik erneuert. Die Wärmeherzeugung wird noch unterstützt durch eine Solarkollektoranlage. Vervollständigt wurde das neue Energiekonzept durch die Wärme-Rückgewinnung aus den Kühlaggregaten der bestehenden Kühlzellen.

### Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2023

Die Verteilung der Energieverbräuche sowie die Entwicklung der Verbrauchskosten für die HoGa stellen sich in 2023 wie folgt dar:

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Betriebs-/Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m³]	Kosten [€]	Summe [€]
HoGa	194.572	8.448	79.929	16.063	884	3.288	<b>27.799</b>

### Verbrauchskostenentwicklung:

Die Strom- und vor allem die Wärmekosten konnten durch einen guten Pellet Einkauf gegenüber 2022 konstant gehalten werden.

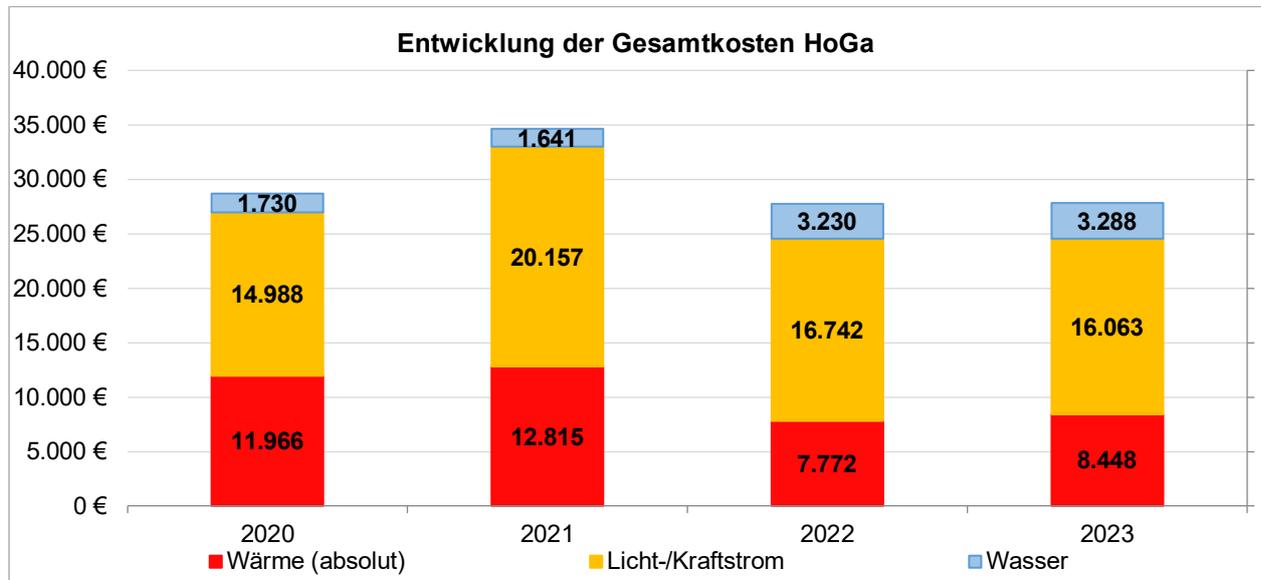


Abbildung 83 Kostenentwicklung Energie und Wasser HoGa

Zusammenfassende Darstellung der prozentualen Veränderungen bei den Kosten und Verbräuchen im Vergleich zum Vorjahr:

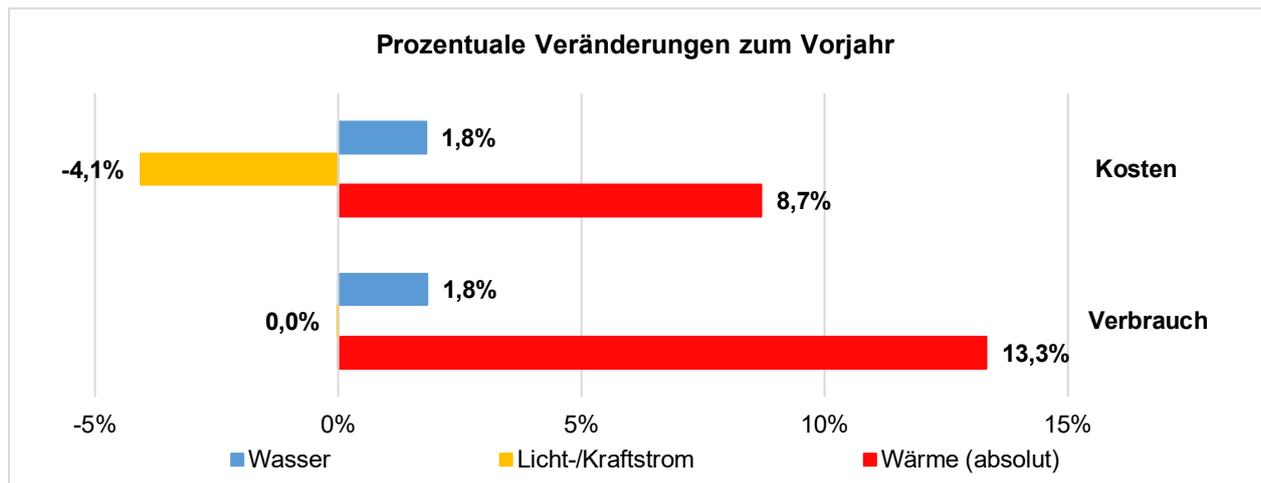


Abbildung 84 Prozentuale Veränderungen bei Kosten u. Verbräuchen, Vergleich Vorjahr (Wärme absolut)

### Mögliche und geplante Maßnahmen zur Energieeinsparung:

- Im Zuge der Lehrküchensanierung 2023 und 2024 werden hocheffiziente Küchengeräte eingebaut und die Beleuchtung auf LED umgestellt.
- In 2024 wird eine weitere Photovoltaikanlage mit 34 kWp zur Eigenstromversorgung errichtet werden. Diese Maßnahme wird langfristig zur Erhöhung der Eigenstromnutzung führen.

## 5.2.6 Pestalozzischule Markdorf

Baujahr	<b>1964</b>
Beheizte Brutto-Fläche [m <sup>2</sup> ]	3.050
Qualität Wärmedämmung	schlecht
Warmwasserversorgung	dezentral (elektr.)
Energetische Gebäudesanierung	vor 1999
Inbetriebnahme Photovoltaikanlage 2005, Einspeisevergütung bis 2024	Nennleistung 29,4 kWp
Baujahr Heizungsanlage	<b>2006</b>
Gaskessel (fossil)	900 kW



In der Pestalozzischule sind sowohl die Förderschule als auch die Außenstelle des Berufsschulzentrums Überlingen untergebracht. Nachmittags und abends werden die Räumlichkeiten der Schule zusätzlich von der Stadt Markdorf, der VHS und vom Landwirtschaftsamt genutzt.

### Verbrauchsentwicklung:

Der Wärmeverbrauch in der Pestalozzischule hat sich im Vergleich zum Vorjahr nur leicht verändert. Er hat sich lediglich um -3,4 % reduziert. Der Stromverbrauch hat sich ebenfalls um -3,8 % reduziert und der Wasserverbrauch konnte um -11,8 % gemindert werden.

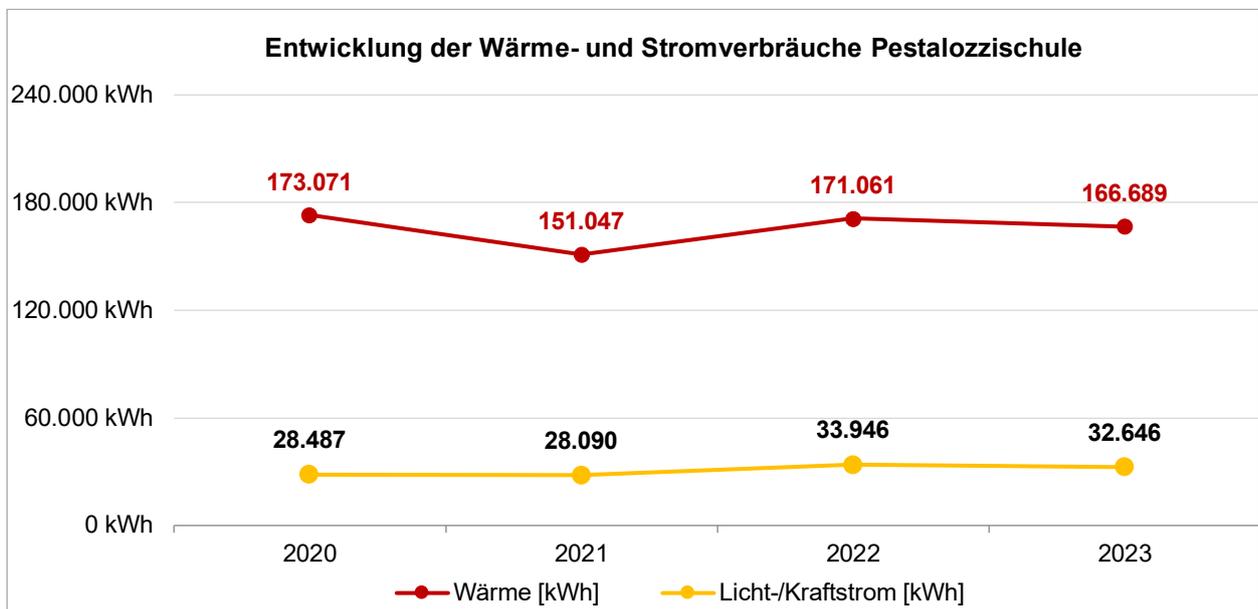


Abbildung 85 Entwicklung Wärme- und Stromverbräuche Pestalozzischule (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

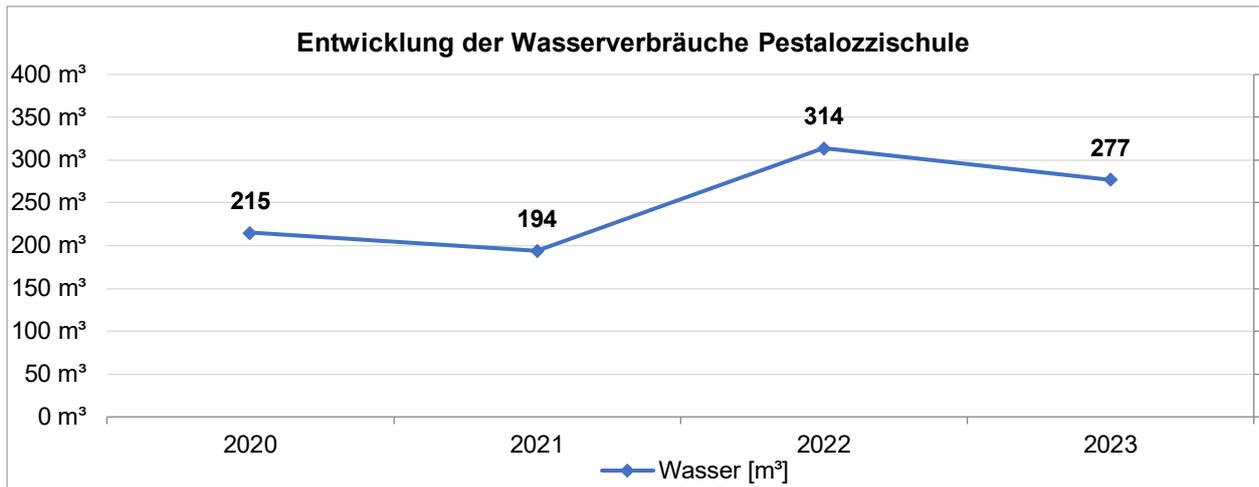


Abbildung 86 Entwicklung Wasserverbräuche Pestalozzischule

**Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen 2023:**

In der Pestalozzischule wurden 2023 keine energetisch relevanten Maßnahmen an der Gebäudehülle und der Gebäudetechnik vorgenommen.

**Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2023:**

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Betriebs-/Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m³]	Kosten [€]	Summe [€]
Pestalozzischule	142.469	7.910	32.646	6.725	277	1.589	<b>16.224 €</b>

**Kosten:**

Die Kosten für Energie und Wasser sind im Vergleich zum Vorjahr konstant geblieben.

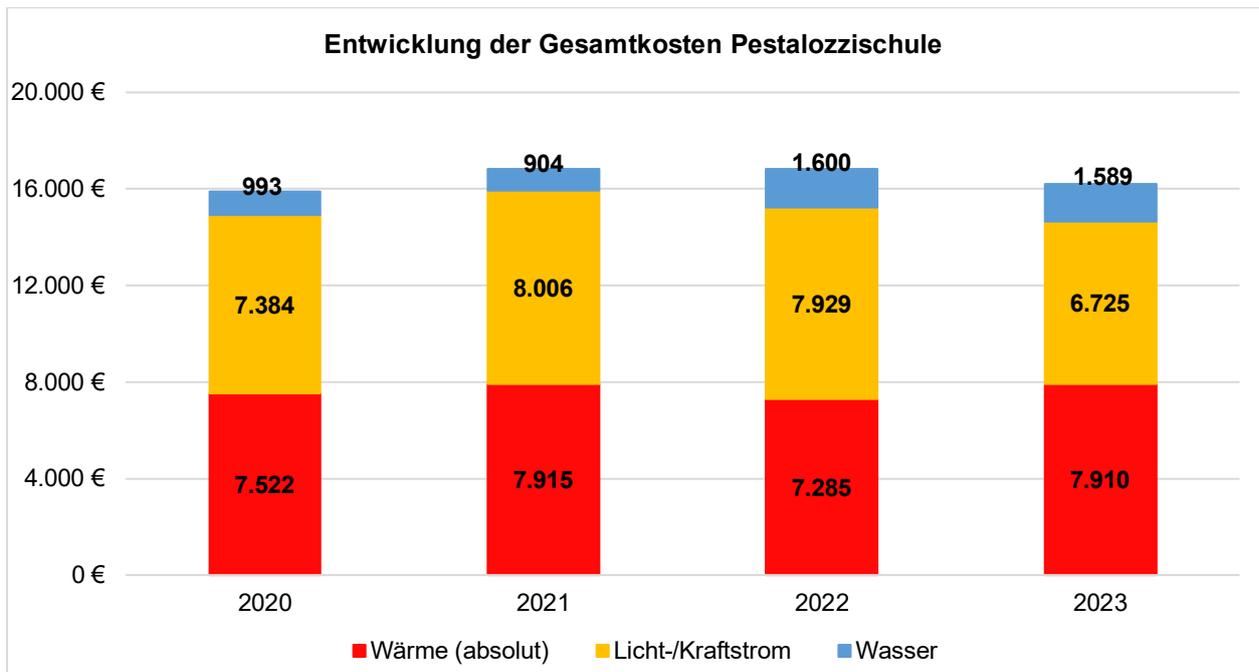


Abbildung 87 Kostenentwicklung Energie und Wasser Pestalozzischule

Die Darstellung der prozentualen Veränderungen bei den Kosten und Verbräuchen zeigt sich wie folgt:

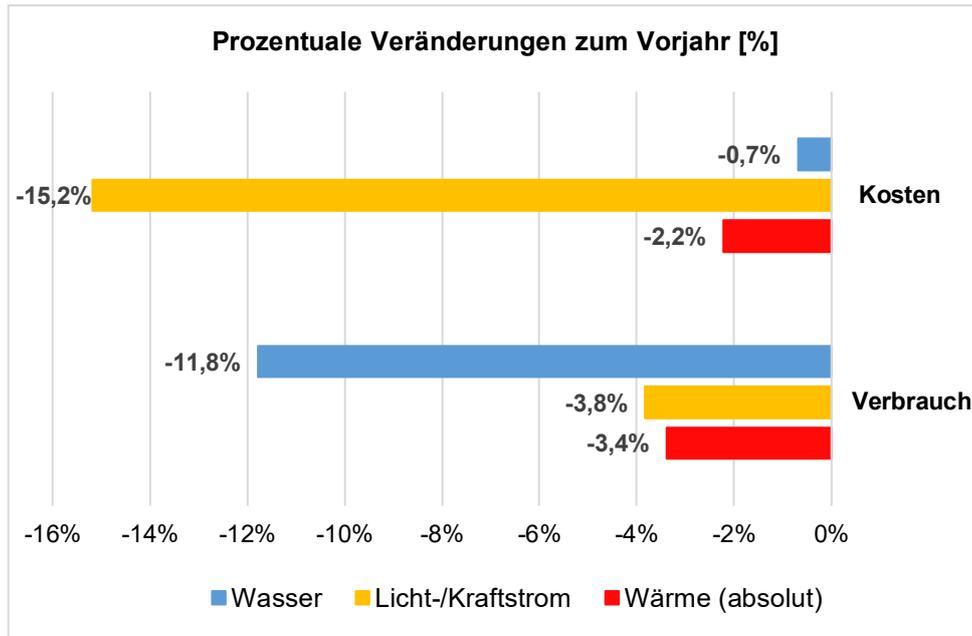


Abbildung 88 Prozentuale Veränderungen bei Kosten und Verbräuchen, Vergleich Vorjahr

### Erträge der Photovoltaikanlage

Der PV-Ertrag hat sich im Vergleich zum Vorjahr leicht reduziert. Eine technische Überprüfung und Reinigung der PV Module ist für 2024 eingeplant.

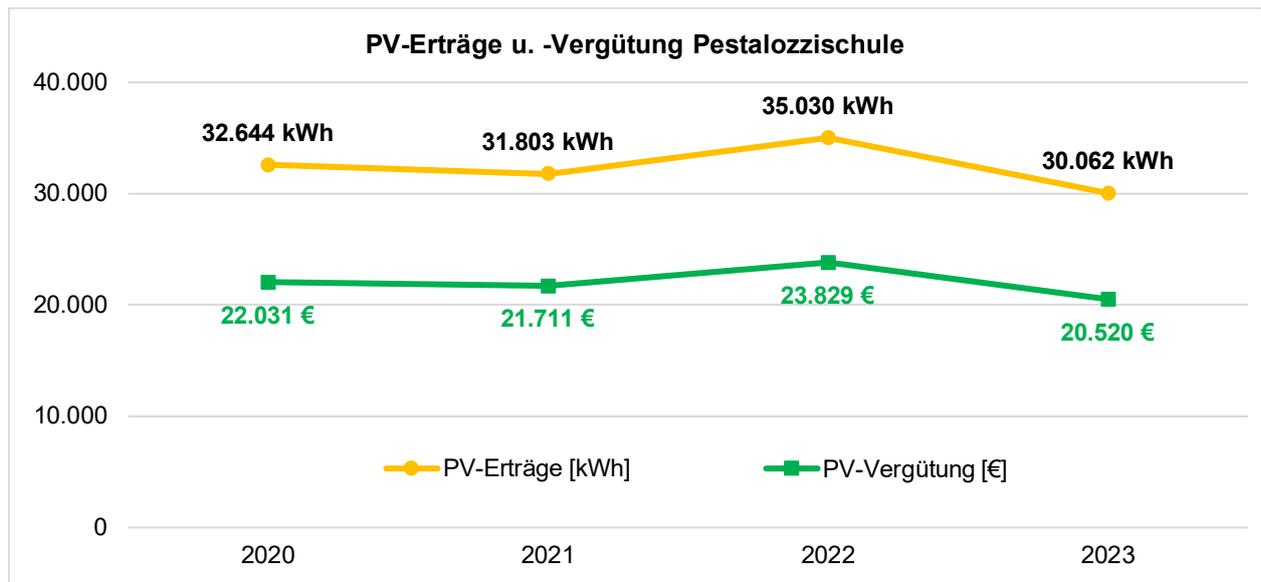


Abbildung 89 Entwicklung Erträge und Einnahmen PV-Anlage Pestalozzischule

In 2023 ist der PV-Ertrag erstmals unter den Jahresstromverbrauch der Schule seit 2020 gesunken.

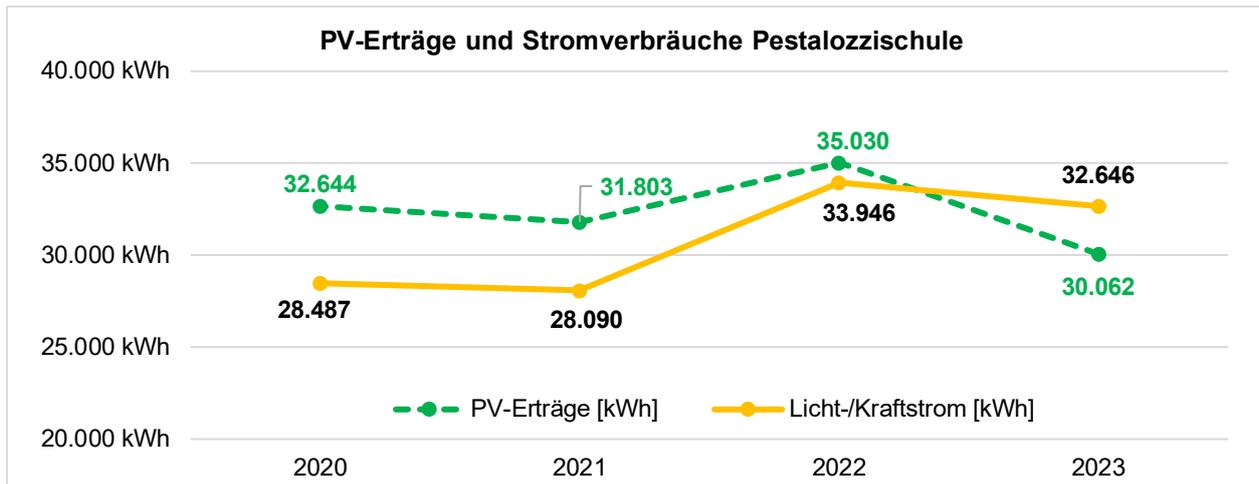


Abbildung 90 Stromverbräuche und PV-Erträge Pestalozzischule

### Mögliche und geplante Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung:

- In 2023 wurde die Warmwasserbereitung auf die dezentrale (elektrische) Erhitzung umgerüstet. In den Sommermonaten wird damit die Heizung komplett abgestellt.
- Durch Dämmmaßnahmen an den Außenbauteilen (Fassaden und Dach) lassen sich langfristig die Energieverbräuche reduzieren. Gleichzeitig führt diese Maßnahme zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bereich Wärme sowie zu einem höheren Nutzerkomfort.

## 6 E-Mobilität

Im Rahmen der Bemühungen um eine nachhaltigere und umweltfreundlichere Mobilität hat das Landratsamt BSK eine Elektrofahrzeugflotte eingeführt. Diese Flotte besteht aus insgesamt neun Elektrofahrzeugen, welche in verschiedenen Bereichen des Landratsamtes eingesetzt werden.

Die Implementierung dieser Elektrofahrzeuge ist Teil der Strategie, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu reduzieren und einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Durch die Nutzung von Elektrofahrzeugen kann der Einsatz von fossilen Brennstoffen minimiert und die Umweltbelastung verringert werden. Insgesamt wurden im Berichtsjahr von den Elektrofahrzeugen **111.093 km** zurückgelegt und dabei 23.000 kWh zum Laden der Fahrzeuge verbraucht. Die Kosten dafür beliefen sich auf zirka 6.000 €. Die Auswertung der gefahrenen Kilometer der Elektrofahrzeugflotte im Jahr 2023 zeigt, dass eine **CO<sub>2</sub>-Einsparung** im Vergleich zu der zurückgelegten Strecke mit einem Benzin-Verbrenner-Fahrzeug in Höhe von **-11.184 kg** in 2023 erzielt wurde.

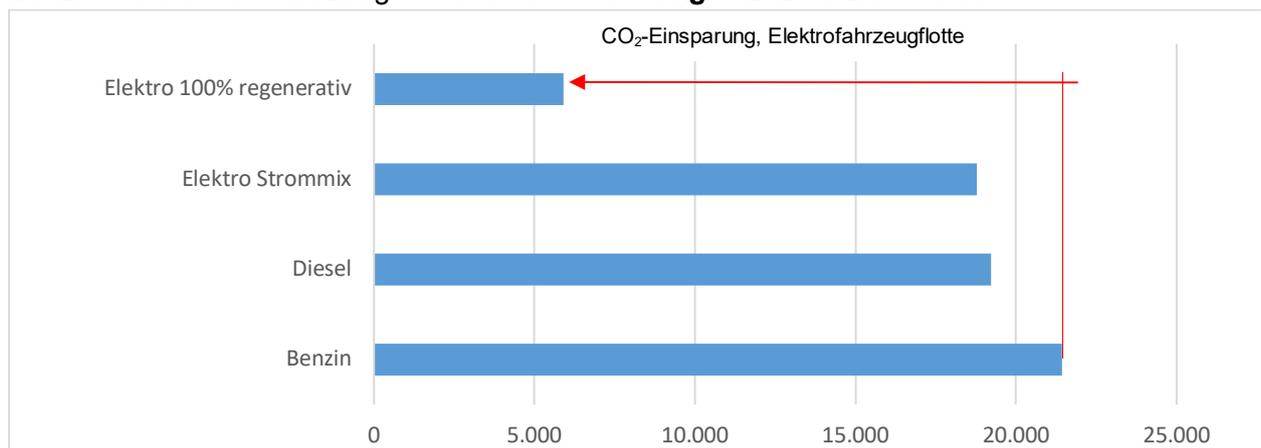


Abbildung 91 CO<sub>2</sub> Ausstoß der Antriebsarten im Vergleich in kg

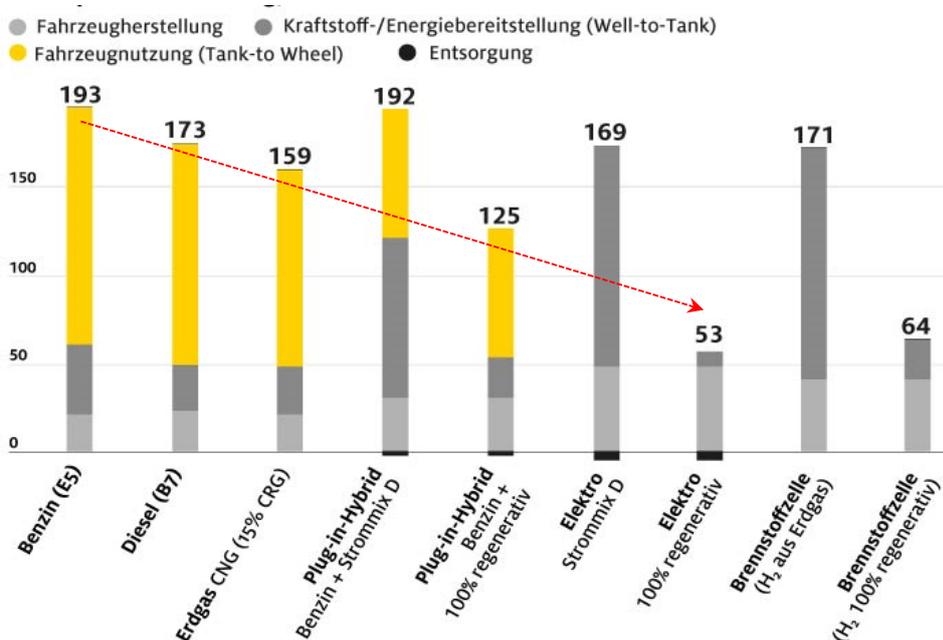


Abbildung 92 CO<sub>2</sub> äq-Emissionen in g/km über den gesamten Produktlebenszyklus

## 7 Resümee

Ein entscheidender Faktor bei der zukünftigen weiteren Reduzierung der Energie- und Wasserverbräuche sind die Nutzerinnen und Nutzer der Gebäude. In den Verwaltungsgebäuden werden alle Mitarbeiter über das interne Schulungsprogramm informiert und sensibilisiert. An den Schulen sollen die Nutzer im Rahmen von integrierten Themenaspekten, u.a. mit der visuellen kontinuierlichen Darstellung von aktuellen Energieverbräuchen (Info Schulmonitore) informiert werden. Weitere Informations- und Schulungsveranstaltungen werden in den kommenden Jahren durch das neu geschaffene Klimaschutzmanagement Team der Dezernate 2 und 3 durchgeführt.

Die vergleichende Verbrauchsermittlung zeigt, dass

- das Berufsschulzentrum Friedrichshafen (BSZ FN) mit **33,6 %** den größten Anteil am Gesamtenergieverbrauchs verursacht
- Mit **20,7 %** folgt dann bereits das Bildungszentrums Markdorf (BZM) den zweithöchsten Anteil
- gefolgt vom Berufsschulzentrum Überlingen (BSZ ÜB) mit **13,2 %**.

Hieraus ergibt sich eine Priorisierung für den Handlungsbedarf in den nächsten 5 - 10 Jahren, besonders unter dem Aspekt der sehr deutlichen Energiekostensteigerung ab 2024 (Verlängerung der Energieverträge für zwei Jahre).

Aktuell erfolgt die Ausschreibung eines Energieeffizienz Contracting für das BSZ ÜB. Hierbei sollen durch die Erneuerung der gesamten Heizungstechnik incl. Heizungssteuerung, Pumpen und Ventile sowie der Erneuerung der Fernwärmeleitung umfangreiche Energieeinsparungen erzielt werden. Die Wärmeerzeugung soll zu einem großen Teil durch nicht fossile Energieträger erfolgen.

Das Bau- und Liegenschaftsamt wird sich darüber hinaus bei den bestehenden laufenden Contracting-Verträgen zum BSZ FN als auch zum BZM um weitere Effizienz Maßnahmen (unterjähriges Betriebs-Monitoring) in der Betriebsführung dieser großen Energiezentralen bemühen.

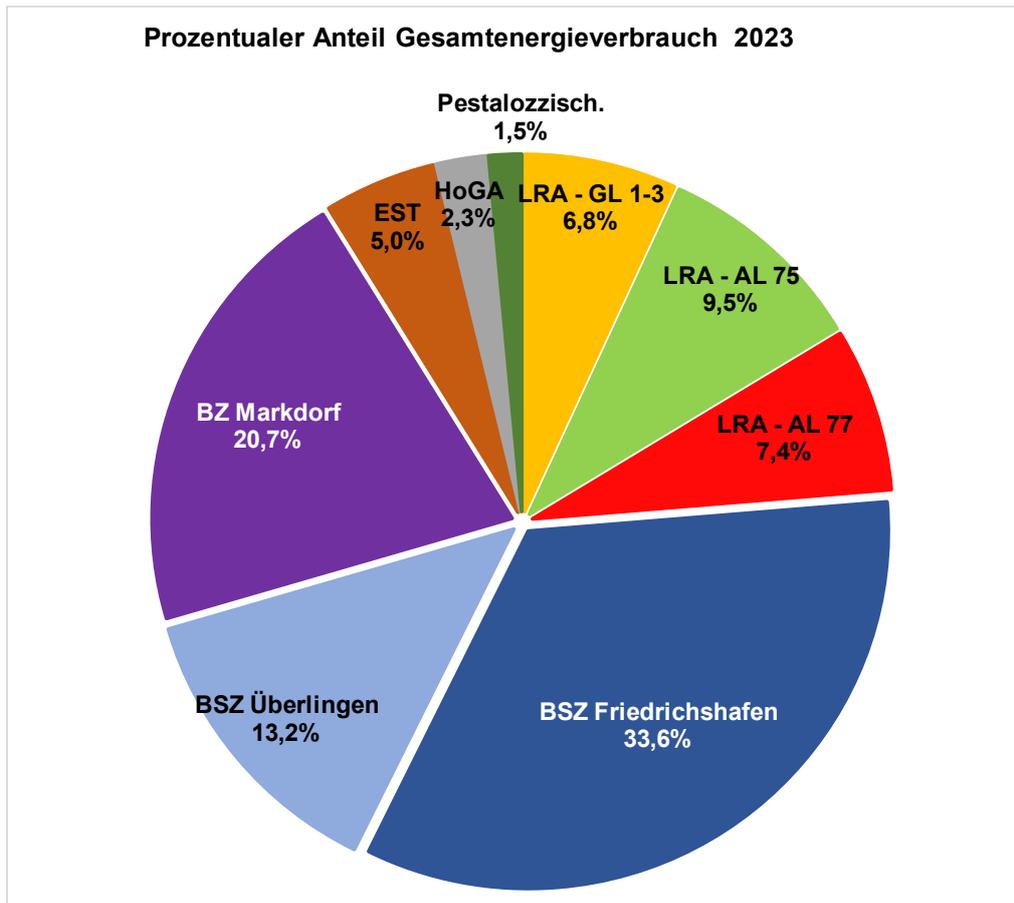


Abbildung 93 Prozentualer Anteil Gesamtenergieverbrauch Liegenschaften

Die Kommunalverwaltung des Bodenseekreises hat den Klimaschutzpakt Baden-Württemberg unterschrieben und sich damit zur Erreichung einer klimaneutralen Verwaltung bis 2040 verpflichtet. Ohne zügige investive Maßnahmen in die Gebäudehüllen und die Gebäudetechnik der Liegenschaften können die notwendigen Einsparungen nicht erzielt werden. Die erhöhten Preise für Strom- und Gaslieferungen werden den Kreishaushalt zukünftig ab 2024 einschneidend belasten.

## 8 Ausblick

Bereits im Jahr 2022 wurde seitens des Bau- und Liegenschaftes ein Sanierungsfahrplan 2.0 mit detaillierten Vorschläge für notwendige bauliche Maßnahmen an kommunalen Liegenschaften den Schulen, den Verwaltungsgebäuden und weitere kommunale Gebäude (ohne Asyl) dem Kreistag vorgestellt.

Im Grundsatz geht es um folgendes:

- 1) Der damalige Sanierungsfahrplan 2.0 diene der langfristig nachhaltigen Erhaltung der kreiseigenen Liegenschaften. Er umfasst die ganzheitliche Betrachtung der Gebäude im Hinblick auf den baulichen Wärme- und Hitzeschutz, die Anlagentechnik für Heizung, Kühlung und Trinkwassererwärmung sowie Lüftung und Beleuchtung. In 2024 wird dieser Sanierungsfahrplan weiter fortgeschrieben (Sanierungsfahrplan 3.0) mit einer Priorisierung der Sanierungsmaßnahmen für die kommenden Jahren.
- 2) Die (Vor)Untersuchungen haben bereits aufgezeigt, welche komplexen energetischen Gebäudesanierungen notwendig sind. Den einmaligen Investitionskosten stehen einzusparenden Lebenszyklus Kosten zur Energieversorgung gegenüber.
- 3) Im Klimawandelanpassungsgesetz Baden-Württemberg (KlimaG BW) wird im § 8 die Berechnung des CO<sub>2</sub>-Schattenpreises gefordert. Diese berücksichtig die Klimawandel-folgekosten bei der Energieversorgung von Gebäuden. Bei neuen Gebäuden ist es notwendig, die höchste energetische Qualität anzustreben.

Ausgehend von den CO<sub>2</sub> Emissionen 2023: **1.803 to/a** kann eine Klimaneutralität bis 2040 nur mit einer konsequenten Sanierungsstrategie in Verbindung mit der zeitnahen weiteren Modernisierung (innerhalb der kommenden 5 - 10 Jahre) veralteter Energie(Heiz-)zentralen erreicht werden.

**9 Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1 Anomalie der Sonnenscheindauer in Deutschland von 1951 bis 2022.....	7
Abbildung 2 Anteilige Gesamtenergieverbräuche(links) und –kosten(rechts).....	10
Abbildung 3 Entwicklung Gesamtverbräuche Liegenschaften (Wärme witterungsbereinigt) .....	10
Abbildung 4 Prozentuale Veränderungen Wärme-/Kälteverbrauch .....	11
Abbildung 5 Prozentuale Veränderungen Stromverbrauch .....	11
Abbildung 6 Prozentualer Anteil der Liegenschaften am Gesamtenergieverbrauch .....	12
Abbildung 7 Entwicklung Gesamtwasserverbrauch .....	12
Abbildung 8 Kostenverteilung Energie und Wasser .....	13
Abbildung 9 Entwicklung Kosten für Energie und Wasser .....	14
Abbildung 10 Prozentuale Veränderungen bei Verbrauch und Kosten.....	14
Abbildung 11 Entwicklung regenerativer Energieträger zur Wärme-erzeugung.....	15
Abbildung 12 Entwicklung Energieträger Wärmeversorgung von 2020 – 2023 .....	15
Abbildung 13 Prozentualer Anteil der Energieträger Wärmebereitstellung .....	16
Abbildung 14: Anteiliger Energiebezug zur Stromversorgung .....	16
Abbildung 15 Entwicklung Emissionen aus Energiebedarf von 2020 – 2023.....	17
Abbildung 16 Entwicklung witterungsbereinigte Wärme- und Kälte, Verwaltungsgebäude .....	18
Abbildung 17 Energieverbräuche Wärme/Kälte (absolut) Verwaltungsgebäude 2023 .....	19
Abbildung 18 Verteilung Stromverbräuche Verwaltungsgebäude in 2023 .....	19
Abbildung 19 Entwicklung Allgemein- u. Betriebsstromverbräuche Verwaltungsgebäude .....	19
Abbildung 20 Spezifische Verbräuche Verwaltungsgebäude in 2023 (absolute Verbräuche) ...	20
Abbildung 21 Angefallene Versorgungskosten Verwaltungsgebäude in 2023 .....	20
Abbildung 22 Entwicklung Gesamtversorgungskosten Verwaltungsgebäude.....	21
Abbildung 23 Entwicklung Wärme- u. Stromverbräuche AL 77 (witterungsbereinigt).....	22
Abbildung 24 Entwicklung Wasserverbräuche AL 77.....	23
Abbildung 25 Gesamtkostenentwicklung AL 77.....	23
Abbildung 27 Entwicklung Wärme- u. Kälteverbräuche AL 75 (witterungsbereinigt).....	25
Abbildung 28 Entwicklung Wasserverbrauch AL 75 .....	26
Abbildung 29 Kostenentwicklung Verbräuche AL 75 .....	26
Abbildung 30 Prozentuale Veränderungen Kosten und Verbräuchen, Vergleich zum Vorjahr ..	27
Abbildung 31 Entwicklung Wärme- und Stromverbräuche GL 1-3 (witterungsbereinigt) .....	28
Abbildung 32 Entwicklung der Wasserverbräuche GL 1-3 .....	29
Abbildung 33 Kostenentwicklung Verbräuche LRA GL 1-3.....	29
Abbildung 34 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Kosten, Vergleich Vorjahr ...	30
Abbildung 35 Entwicklung der Gesamtverbräuche Schulen (Wärme witterungsbereinigt) .....	31
Abbildung 36 Entwicklung des Wasserverbrauchs gesamt (alle Schulen).....	32
Abbildung 37 Prozentualer Mehrverbrauch absolute Wärmeverbräuche, alle Schulen.....	32
Abbildung 38 Entwicklung Wärmeverbräuche, alle Schulen witterungsbereinigt) .....	33
Abbildung 39 Prozentuale Veränderungen Stromverbräuche im Vergleich zum Vorjahr.....	33
Abbildung 40 Entwicklung Licht-/Kraftstromverbräuche Schulen .....	34
Abbildung 41 Spezifische Wärme- und Stromverbräuche Schulen in 2023 .....	34
Abbildung 42 Prozentuale Veränderungen der Wasserverbräuche in den Schulen.....	35
Abbildung 43 Entwicklung Wasserverbräuche Schulen .....	35
Abbildung 44 Prozentuale Veränderungen Kosten / Verbräuche Schulen, Vergleich Vorjahr ...	36
Abbildung 45 Entwicklung Wärmeverbräuche Sporthallen.....	37
Abbildung 46 Entwicklung Stromverbräuche Sporthallen.....	37
Abbildung 47 Entwicklung Wasserverbräuche Sporthallen .....	38
Abbildung 48 Prozentuale Veränderungen Kosten / Verbräuche KSH, Vergleich Vorjahr.....	38

Abbildung 49 Anteilige Energieträger Wärmeerzeugung Heizzentrale Stadtwerk am See .....	40
Abbildung 50 Entwicklung Energieverbräuche BSZ FN gesamt (witterungsbereinigt) .....	40
Abbildung 51 Entwicklung Wasserverbrauch BSZ FN .....	41
Abbildung 52 Kostenentwicklung der Verbräuche BSZ FN .....	41
Abbildung 53 Prozentuale Veränderungen Kosten / Verbräuchen, Vergleich Vorjahr .....	42
Abbildung 54 Entwicklung Energieverbräuche Hauptgebäude (Wärme, witterungsbereinigt) ...	42
Abbildung 55 Entwicklung der Wasserverbräuche Hauptgebäude BSZ FN .....	43
Abbildung 56 Entwicklung Energieverbräuche Werkstattgebäude BSZ FN .....	43
Abbildung 57 Entwicklung Wasserverbräuche Werkstattgebäude BSZ FN .....	43
Abbildung 58 Entwicklung Energieverbräuche Erweiterungsgebäude BSZ FN .....	44
Abbildung 59 Entwicklung Wärmeerzeugung und Stromverbräuche Geothermieanlage .....	44
Abbildung 60 Entwicklung Wasserverbräuche Erweiterungsgebäude BSZ FN .....	44
Abbildung 61 Entwicklung Energieverbräuche Sporthalle BSZ FN (witterungsbereinigt) .....	45
Abbildung 62 Entwicklung Wasserverbräuche Sporthalle und Sportplatz BSZ FN .....	45
Abbildung 63 Entwicklung der Verbräuche BSZ ÜB, (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt) .	47
Abbildung 64 Entwicklung der Wasserverbräuche im BSZ ÜB .....	47
Abbildung 65 Gesamtkostenentwicklung BSZ Überlingen .....	48
Abbildung 66 Prozentuale Veränderungen, Kosten / Verbräuchen BSZ ÜB .....	48
Abbildung 67 Entwicklung Wärmeverbräuche Einzelgebäude BSZ ÜB (witterungsbereinigt) ...	49
Abbildung 68 Entwicklung Stromverbräuche Einzelgebäude BSZ ÜB .....	49
Abbildung 69 Entwicklung Wasserverbräuche Einzelgebäude BSZ ÜB .....	50
Abbildung 70 Zusammensetzung der Wärmeerzeugung in 2023 .....	52
Abbildung 71 Entwicklung Wärme- und Stromverbräuche BZM gesamt (witterungsbereinigt) ..	52
Abbildung 72 Entwicklung der Wasserverbräuche gesamtes BZM .....	53
Abbildung 73 Gesamtkostenentwicklung BZM .....	53
Abbildung 74 Prozentuale Veränderungen bei Kosten und Verbräuchen .....	54
Abbildung 75 Entwicklung der Wärmeverbräuche Einzelgebäude BZM (witterungsbereinigt)...	54
Abbildung 76 Entwicklung der Stromverbräuche Einzelgebäude BZM .....	55
Abbildung 77 Entwicklung der Wasserverbräuche Einzelgebäude BZM .....	55
Abbildung 78 Entwicklung Wärme- und Stromverbräuche EST .....	57
Abbildung 79 Entwicklung Wasserverbräuche .....	58
Abbildung 80 Kostenentwicklung Verbräuche EST .....	58
Abbildung 81 Prozentuale Veränderungen Kosten / Verbräuchen, Vergleich Vorjahr .....	59
Abbildung 82 Entwicklung Wärme- u. Stromverbräuche HoGa (Wärme witterungsbereinigt) ...	60
Abbildung 83 Entwicklung Wasserverbräuche HoGa .....	61
Abbildung 84 Kostenentwicklung Energie und Wasser HoGa .....	62
Abbildung 85 Prozentuale Veränderungen bei Kosten / Verbräuchen, Vergleich Vorjahr .....	62
Abbildung 86 Entwicklung Wärme- / Stromverbräuche Pestalozzischule (witterungsbereinigt) .	63
Abbildung 87 Entwicklung Wasserverbräuche Pestalozzischule .....	64
Abbildung 88 Kostenentwicklung Energie und Wasser Pestalozzischule .....	64
Abbildung 89 Prozentuale Veränderungen bei Kosten und Verbräuchen, Vergleich Vorjahr ...	65
Abbildung 90 Entwicklung Erträge und Einnahmen PV-Anlage Pestalozzischule .....	65
Abbildung 91 Stromverbräuche und PV-Erträge Pestalozzischule .....	66
Abbildung 92 CO <sub>2</sub> Ausstoß der Antriebsarten im Vergleich in kg .....	67
Abbildung 93 CO <sub>2</sub> äq-Emissionen in g/km über den gesamten Produktlebenszyklus .....	67
Abbildung 94 Prozentualer Anteil Gesamtenergieverbrauch Liegenschaften .....	69