



LANDRATSAMT
BODENSEEKREIS

Bau- und Liegenschaftsamt

ENERGIEBERICHT 2022



Energiebericht 2022

Impressum

Herausgegeben vom Landratsamt Bodenseekreis

Bearbeitet von

Dorothea Hose-Groeneveld,
(Konzeption, Berechnungen, Text)

Bau- und Liegenschaftsamt

Energie- und Klimaschutzmanagement

Glärnischstr. 1 - 3
88045 Friedrichshafen

Erstellt am: 30.05.2023 von Dorothea Hose-Groeneveld,

ergänzt am: 03.08.2023 von Harald Betting

Datenlage bis 31.12.2022

Inhalt

1	Vorwort.....	3
2	Zusammenfassung.....	4
3	Auswertungsgrundlagen	6
3.1	Das Wetter 2022 im Bodenseekreis	6
3.2	Umfang des Berichts.....	7
3.3	Berechnungsgrundlagen.....	7
3.4	Energiemanagement kreiseigene Liegenschaften.....	8
3.5	Energieeinsparmaßnahmen im Zuge der Energieeinspar-Verordnungen zur Senkung des Gas- und Stromverbrauchs.....	9
4	Gesamtauswertung Energie- und Wasserverbräuche	10
4.1	Gesamtverbrauchsentwicklung der Liegenschaften	10
4.2	Gesamtkostenentwicklung der Liegenschaften	14
4.3	Verwendete Energieträger	15
4.4	Entstandene Emissionen	18
5	Auswertung der einzelnen Liegenschaften	19
5.1	Auswertung Verwaltungsgebäude	19
5.1.1	Verwaltungsgebäude Albrechtstr. 77 (LRA AL 77).....	23
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	30
5.2.1	Berufsschulzentrum Friedrichshafen (BSZ FN).....	37
5.2.2	Berufsschulzentrum Überlingen (BSZ ÜB).....	44
5.2.3	Bildungszentrum Markdorf (BZM).....	49
5.2.4	Elektronikschule Tettnang (EST).....	54
5.2.5	Hotel- und Gaststättenschule Tettnang (HoGa)	56
5.2.6	Pestalozzischule Markdorf.....	59
6	Resümee.....	62
7	Ausblick.....	63
8	Abbildungsverzeichnis.....	65
9	Anhang	68

1 Vorwort

Die Zunahme von Treibhausgasen aus Gebäudebeheizung, industriellen Prozessen und hohen Energie- und Verkehrsströmen sowie die daraus resultierenden Folgen für Mensch und Umwelt machen deutlich, dass eine konsequente Klimaschutzpolitik auf allen politischen Ebenen erforderlich ist. Hinzu kommen nun verstärkt die Erfordernisse, den Einsatz fossiler Energien und die damit einhergehenden Abhängigkeiten sowie die Ressourceninanspruchnahme zu reduzieren. Außerdem erfordern die Auswirkungen des immer schneller fortschreitenden Klimawandels zügige Maßnahmen, um die Klimafolgeschäden und daraus resultierende Kosten auf ein Mindestmaß zu reduzieren.

Auch im Bodenseekreis 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 Bodenseekreis ist selbst Energieverbraucher und hat eine Vorbildfunktion für seine Kommunen und deren Bürgerinnen und Bürger.

Die effiziente und sehr sparsame Verwendung von Energie in den kreiseigenen Liegenschaften bedeutet Kosteneinsparung und führt damit zu einer nachhaltigen Entlastung des Kreishaushaltes. Außerdem tragen Energiereduktion sowie der verstärkte Einsatz erneuerbarer Energien ganz maßgeblich zum Klimaschutz und somit zur Erreichung der kreiseigenen Klimaschutzziele bei.

Die Techniken zur Vermeidung der energiebedingten Treibhausgasemissionen des Gebäudebestandes sind bereits im Markt eingeführt und verfügbar. Die Effizienzpotentiale können technisch gehoben und der verbleibende Energiebedarf mit erneuerbaren Energien gedeckt werden. Wegen der langen Modernisierungs- und Erneuerungszyklen ist schnelles Handeln dringend erforderlich. Vor dem Hintergrund der unterschiedlichen Interessen der involvierten Akteursgruppen ist die konsequente und rasche Umsetzung von wirksamen Maßnahmen zur Treibhausgasminimierung im Gebäudebereich eine große Herausforderung.

Die Techniken und Materialien für Gebäude sowohl im Neubau als auch bei Sanierungen bestimmen maßgeblich den Umfang der Rohstoffinanspruchnahme und die jeweils erforderlichen Rohstoffe. Gleichfalls beeinflussen die erforderlichen Um- und Ausbaubedarfe der Verkehrs- und Versorgungsinfrastrukturen, welche ihrerseits maßgeblich auch die Entwicklung der Flächenneuanspruchnahme beeinflussen, insbesondere mit Blick auf die Neuversiegelung. Daher gilt es, auch Aspekte des flächensparenden Bauens in allen Szenarien zu berücksichtigen, um die Transformation zu einer weitestgehend treibhausgasneutralen Gesellschaft, auch mit Blick auf den zusätzlichen Bedarf an der natürlichen Ressource Fläche, schonend und effizient zu gestalten.

Bis 2040 müssen die Heizungsanlagen in öffentlichen Gebäuden bilanziell CO₂-neutral sein (Klimaschutzpakt Baden-Württemberg).

Die energetischen Verbesserungen der Gebäudehülle sowie die Verbesserungen in der Anlagentechnik tragen zur langfristigen Werterhaltung der eigenen Gebäude bei.

Der vorliegende Energiebericht soll den Entscheidungsträgern eine Übersicht über den Energieverbrauch, die Kosten und die Emissionen der sechs großen Schulen und der drei Verwaltungsgebäude geben. Neben dem Verbrauch sind auch Kosten und Emissionen der einzelnen Energieträger dargestellt. Durch das Aufzeigen zukunftssträchtiger Sanierungs- und Effizienzmaßnahmen sollen die Möglichkeiten weiterer Energie- und Emissionsreduzierungen deutlich werden und sowohl verwaltungsintern als auch in den politischen Gremien eine objektive Entscheidungsgrundlage für die anstehenden Modernisierungs- und Sanierungsmaßnahmen bieten.

2 Zusammenfassung

Das Jahr 2022 war zu Beginn und somit während der Heizzeit noch von Corona geprägt. Die Empfehlungen zum richtigen Lüften wurden nur teilweise eingehalten und haben deshalb auch in 2022 noch zu erhöhten Wärmeverbräuchen geführt (Dauerlüftung mit weit geöffneten Fenstern und Heizbetrieb). Ab August 2022 wurden, vor dem Hintergrund der Energieeinspar-Verordnung zur Senkung des Gas- und Stromverbrauchs, verschiedene Einsparmaßnahmen umgesetzt.

Die Auswertung der erfassten Energiedaten der kreiseigenen Gebäude, besonders die Auswertung der Heizmonate September bis Dezember nach Umsetzung etlicher Energieeinsparmaßnahmen ergab, dass bei allen Verbrauchsarten Einsparpotenziale vorhanden sind und diese auch teilweise realisiert werden konnten. Sowohl aus Kosten- als auch aus Klimaschutzgründen sollten alle gering- und nichtintensiven Einsparpotenziale beibehalten bzw. weiter erschlossen werden.

Wärme:

Das Jahr 2022 war überdurchschnittlich warm. Mit einer Jahresmitteltemperatur von 10,6 Grad war es das wärmste Jahr in Baden-Württemberg seit Beginn der Wetteraufzeichnungen 1881. Die Temperatur des internationalen Referenzzeitraums von 1961-1990 wurde um 2,5 °C überschritten. Insbesondere zu Jahresbeginn und in den Monaten Oktober und November lagen die Temperaturen deutlich über dem Durchschnitt der letzten 20 Jahre, was den Heizbedarf verringerte. Zusätzlich haben die von der Bundesregierung geforderten Energieeinsparmaßnahmen zu weiteren Einsparungen geführt. Absolut hat sich der Wärmeverbrauch im Vergleich zum Vorjahr in Summe um 2.846.630 kWh reduziert, dies entspricht einer Reduzierung von 26,2 %.

Strom:

Der Stromverbrauch der kreiseigenen Liegenschaften ist in fast allen Liegenschaften wieder angestiegen, allerdings hat sich der Betriebsstromverbrauch für die Verwaltungsgebäude mit einem Minus von 60.002 kWh um 52 % verringert. Somit hat sich in Summe der Stromverbrauch im Vergleich zum Vorjahr mit einem Minus von 119.219 kWh um 3,2 % verringert.

Die positive Entwicklung bei der Stromerzeugung auf den Dächern der kreiseigenen Liegenschaften ist auf die vielen Sonnenstunden in 2022 und die Inbetriebnahme der Photovoltaikanlage auf dem Dach des Verwaltungsgebäudes in der Albrechtstraße 75 zurückzuführen. Der Stromertrag mit 633.963 kWh hat sich im Vergleich zum Vorjahr um 11,5 % erhöht. Die Inbetriebnahme der neuen Photovoltaikanlage mit einer Leistung von 99,9 kWp auf dem Dach der Marie-Curie-Schule konnte aufgrund der ausbleibenden Lieferung der Wechselrichter nicht in 2022 stattfinden.

Wasser:

Der Wasserverbrauch hat sich in allen Liegenschaften deutlich erhöht. Größtenteils ist die Erhöhung auf den Normalbetrieb der Schulen und Sporthallen zurückzuführen. Außerdem sind an einigen Liegenschaften während der Sommermonate Trinkwasserverbräuche zum Bewässern der Außenanlagen angefallen. Über alle Liegenschaften ist im Vergleich zum Vorjahr ein Mehrverbrauch von 3.689 m³ angefallen und liegt unter dem Niveau von vor der Coronapandemie.

Emissionen:

Bei der Energieversorgung der kreiseigenen Liegenschaften haben sich die Emissionen in Summe um 604 t bzw. 27 % reduziert. Der Emissionsrückgang geht im Wesentlichen auf die Witterung und Energieeinsparmaßnahmen zurück, der Mehreinsatz an erneuerbaren Energien fällt mit 3 % gering aus. Der höhere Gaseinsatz für die Stromerzeugung in den BHKWs seit 2021 verringert den Ökostrombezug.

Kosten:

Die Gesamtkosten für die Bereitstellung von Wärme, Kälte, Licht-/Kraftstrom und Wasser lagen bei 1.639.201€ und haben sich im Vergleich zum Vorjahr mit 268.054 Euro um 14,1% verringert. Diese Reduktion ist auf das sehr warme Jahr 2022 und den damit geringeren absoluten Wärmebedarfen, den Energiesparmaßnahmen ab August 2022 sowie den Bundeshilfen bezüglich Energie zurückzuführen. Aufgrund der bestehenden Rahmenlieferverträge für Gas- und Strom haben sich die extremen Kostensteigerungen nicht negativ auf den Berichtszeitraum ausgewirkt.

Prioritätenliste:

- Nichtinvestive Energieverbrauchsreduktion durch intensives Energiemanagement und Fortführung der Einsparmaßnahmen - auch gegen eventuelle Widerstände
- Maßnahmen zur Reduzierung des Stromeinkaufs (Erweiterung der Eigenstromerzeugung mit Photovoltaikanlagen und vermehrtem BHKW-Einsatz mit Einsatz von Biogas)
- Energieverbrauchsreduktion durch beschleunigte Dämmmaßnahmen (Wärme- **und** Hitzeschutz)
- Maßnahmen zur Reduktion des Wärmeeintrags zur langfristigen Vermeidung des Einsatzes elektrisch erzeugter Kühlung
- starke Reduzierung des Einsatzes fossiler Energien zur Wärme-/Kälteversorgung.

Empfehlungen:

- Ein kontinuierliches Energiemanagement mit ausreichend ausgestatteten Ressourcen ist dauerhaft notwendig, um die bisherigen Einsparungen zu sichern und die dringend notwendigen Einsparpotenziale zu erschließen, besonders unter dem Aspekt des zu erwartendem starken Anstiegs der Energiekosten.
- Die Errichtung von Photovoltaikanlagen auf kreiseigenen Dächern wird - bei technischer Voraussetzung - zur kostengünstigen Versorgung (Eigenstromverbrauch) der Liegenschaften beitragen. Für alle kreiseigenen Liegenschaften sollten deshalb die Zubauraten von Photovoltaikanlagen erhöht werden. Der tagsüber erzeugte Strom kann direkt in den Liegenschaften genutzt werden, die Energiekosten und die CO₂-Emissionen lassen sich hierdurch langfristig reduzieren.
- Auch zukünftig ist mit trockenen und heißen Sommern sowie mit Starkregenereignissen in der Bodenseeregion zu rechnen. Um den Trinkwasserverbrauch zur Beregnung der Außenanlagen so gering wie möglich zu halten, die öffentliche Kanalisation bei Starkregen zu entlasten und die Gebäude vor Hochwasser zu schützen, sollte an allen Liegenschaften die Ableitung des Regenwassers in offene Auffangbecken/Mulden/Teiche geprüft und gegebenenfalls umgesetzt werden. Die Regenwassernutzung in Teichen ist außerdem eine wichtige Maßnahme im Bereich der Klimaanpassung und trägt zur Verbesserung des Mikroklimas und somit zu einer erhöhten Aufenthaltsqualität an den Liegenschaften bei.

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 - klimaneutrale Verwaltung - 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. Eine im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz erstellte Studie zu Extremwetterschäden kam zum Ergebnis, dass im Zeitraum von 2000 bis 2021 eine Schadenshöhe von fast 145 Mrd. € entstanden ist (im Durchschnitt jährlich 6,6 Mrd. €)¹. 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 und der Gebäudeanalyse, sowie der Planung und Umsetzung von Energiesparmaßnahmen. Die bisherigen Ergebnisse dieser Bereiche sowie die Wettersituation wie auch die Berechnungsgrundlagen werden nachfolgend vorgestellt.

3.1 Das Wetter 2022 im Bodenseekreis

Wieder ein Rekordjahr – so sonnig und warm wie noch nie: Das Jahr 2022 war überdurchschnittlich warm. Mit einer Jahresmitteltemperatur von 10,6 Grad war es das wärmste Jahr in Baden-Württemberg seit Beginn der Wetteraufzeichnungen 1881. Die Temperatur des internationalen Referenzzeitraums von 1961-1990 wurde um 2,5 °C überschritten. Ungewöhnlich hoch waren mit 22 Tagen die Anzahl der Tage mit Temperaturen über 30 Grad, doppelt so viele wie im jüngsten Vergleichszeitraum 1993 - 2021. Auch die beiden Heizmonate April und September waren durchschnittlich warm. Es hat außerdem wenig geregnet und war insgesamt sehr trocken. Der Wasserstand des Bodensees lag im August zweitweise knapp einen Meter unter dem mittleren jahreszeitlichen Wert des Seespiegels. Die Sonnenverhältnisse mit 2.243 Sonnenscheinstunden führten zu hohen Photovoltaikerträgen.

¹ [Bezifferung von Klimafolgekosten in Deutschland \(prognos.com\)](https://www.prognos.com/de/pressenotizen/2022/07/01/energiekosten-2022-2021)

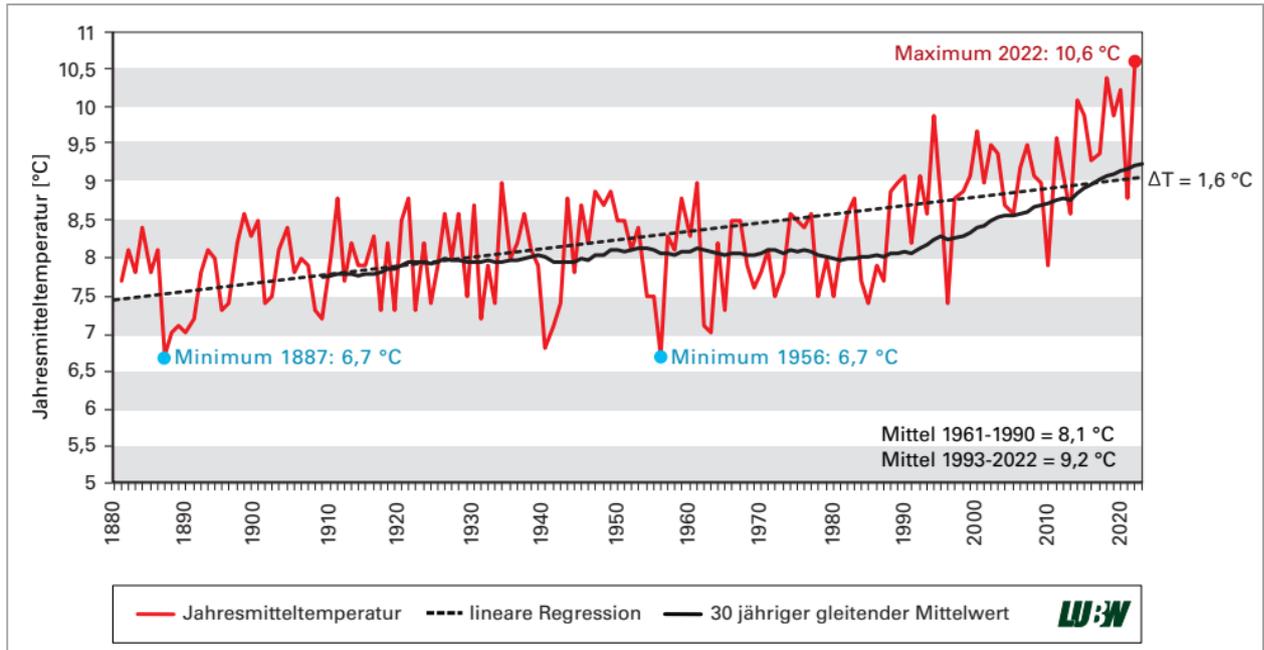


Abbildung 1 Jahresmitteltemperatur seit 1881 in Baden-Württemberg²

3.2 Umfang des Berichts

Der vorliegende Bericht umfasst die großen kreiseigenen Schulen sowie die drei Verwaltungsgebäude. Das Verwaltungsgebäude in der Albrechtstraße 77 als Mietobjekt und die Leitstelle in der Glärnischstraße werden seit 2017 ausgewertet und mit in den Energiebericht aufgenommen. Im Anschluss an die Darstellung der Gesamtverbräuche, Gesamtkosten und Gesamtemissionen werden die Verwaltungsgebäude mit ihren Gesamtverbräuchen und den einzelnen Liegenschaften ebenso wie die Schulen mit ihren Gesamt- und Einzelverbräuchen aufgeführt. Bei der Kostendarstellung sind die tatsächlich Kosten für die gelieferten Energie- und Wassermengen abgebildet.

Kreiseigene Asylunterkünfte sowie weitere angemietete Liegenschaften und ihre Verbräuche sind in den dargestellten Zahlen nicht berücksichtigt.

3.3 Berechnungsgrundlagen

Die nachfolgenden Zahlen und Tabellen wurden vom Bau- und Liegenschaftsamt zusammengestellt. Sie werden auch im Sanierungsfahrplan, in den Berichten zum *European Energy Award* (eea), dem *Leitstern Energieeffizienz* und zur Erfüllung des Klimaschutzgesetzes Baden-Württemberg (KSG BW) verwendet.

Neben der Energieeinsparung ist insbesondere die Verringerung der CO_{2eq}-Emissionen im Gebäudebereich zur Erreichung der *Klimaneutralen Verwaltung* notwendig. Die Emissionsberechnungen für den Strom wurden auf Grundlage der veröffentlichten Werte des Umweltbundesamtes und der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg³ sowie der EnBW berechnet.

Die Höhe der Emissionen bei der produzierten Wärme ist sowohl vom Energieträger als auch von Art und Alter der Heizungsanlagen sowie dem Stand der Gebäudeisolierung abhängig – und damit in erheblichem Umfang von der Außentemperatur im Winter.

² LUBW, veröffentlicht Februar 2023 in: *Wieder ein Rekordjahr – So sonnig und warm wie noch nie Eine klimatische Einordnung des Jahres 2022 für Baden-Württemberg*

³ [CO₂-Bilanzierung \(kea-bw.de\)](https://www.kea-bw.de), letzter Zugriff 01.03.2023

Die Berechnung der Emissionen der kreiseigenen Liegenschaften im Wärmebereich beruhen auf den von der KEA 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 durch neue wissenschaftliche Emissionswerte.

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. Durch die Anwendung des Klimafaktors können die Energieverbrauchskennwerte verschiedener Berechnungszeiträume und von Gebäuden in verschiedenen klimatischen Regionen Deutschlands (zumindest überschlägig) verglichen werden. Der Deutsche Wetterdienst berechnet Klimafaktoren flächendeckend für ganz Deutschland und stellt standortbezogene Klimafaktoren für jede Zustell-Postleitzahl zur Verfügung, das ergibt über 8.200 Klimafaktoren. Die Witterungsbereinigung erfolgt durch das Multiplizieren des gemessenen Jahres-Heizenergieverbrauchs mit dem entsprechenden Klimafaktor. Als Faustregel gilt, dass ein Jahr umso wärmer ist, je größer der Klimafaktor ist“ (siehe <https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/klimafaktoren.html>).

Zur Berechnung der witterungsbereinigten Werte in diesem Energiebericht wurden die Klimafaktoren des Deutschen Wetterdienstes herangezogen.

3.4 Energiemanagement kreiseigene Liegenschaften

Ziele des Energiemanagements sind die Minimierung des Energieverbrauchs und der dadurch bedingten Umweltbelastungen, die Reduzierung der Verbrauchskosten, die Priorisierung der Sanierungsmaßnahmen und der Werterhalt der Gebäude.

Durch ein effizientes Energiemanagement können in den kreiseigenen Liegenschaften Einsparungen bei Energie- und Wasserverbrauch erzielt werden. Auf Störungen und Defekte kann zeitnah reagiert und unnötige Kosten vermieden werden.

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

- Energieverbrauchskontrolle: monatliche Verbrauchsdatenerfassung und Verbrauchsauswertung der kreiseigenen Liegenschaften,
- Initiierung von Energiesparmaßnahmen,
- optimierte Betriebsführung von Heiz- und Kälteanlagen,
- Nutzungsoptimierung von Gebäuden,
- die Unterstützung des Bau- und Liegenschaftsamtes bei der Planung von Energie- und Sanierungskonzepten,
- Integration von technischen Sparmaßnahmen in die Sanierungsarbeiten,
- Schulung des Betriebspersonals und der Nutzerinnen und Nutzer,
- die Akquise von Fördergeldern für Energieeffizienzmaßnahmen.

Um langfristig den optimierten Energie- und Ressourceneinsatz sicherzustellen und die Verbrauchskosten so gering wie möglich zu halten, werden unterjährig regelmäßig die Verbrauchsentwicklungen der Liegenschaften ausgewertet und gegebenenfalls Maßnahmen veranlasst.

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

Auswertung werden laufend notwendige Zählpunkte nachgerüstet. Während eine kleine Schule oder eine kleine Asylunterkunft z. B. mit vier Zählern für Kaltwasser, Warmwasser, Strom und Gas auskommt, benötigen größere Liegenschaften mit mehreren Gebäuden und verschiedenen Nutzern deutlich mehr Unterzähler.

3.5 Energieeinsparmaßnahmen im Zuge der Energieeinspar-Verordnungen 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. Für Deutschland, das über die letzten Jahre besonders abhängig vom russischen Gas war, wurde ein Einsparziel von 20 % zur Abwendung einer Gas-mangellage ausgegeben und im August 2022 die Verordnung zur Sicherung der Energieversorgung über kurzfristig wirksame Maßnahmen verabschiedet. Vom Bau- und Liegenschaftsamt wurden über die gesetzlichen Anforderungen hinaus verschiedene Energieeinsparmaßnahmen vorgenommen bzw. sind in der Planung. Aufgrund von Liefer- und Personalengpässen konnten nicht alle Maßnahmen so zügig wie geplant fertiggestellt werden. Es werden

- Flure und Treppenhäuser werden in den kreiseigenen Liegenschaften nicht mehr beheizt
- die 19 Grad-Regelung an Arbeitsstätten in den öffentlichen Liegenschaften konnte - mit Abweichungen überwiegend nach oben - 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
- die noch fehlenden hydraulischen Abgleiche sind in Planung
- dort wo noch vorhanden, wurden ineffiziente Heizungspumpen getauscht
- 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 abgesenkt
- 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.

Die angeführten Maßnahmen und die im Rahmen des Sanierungsfahrplans umgesetzten Effizienzmaßnahmen haben in den Monaten September – Dezember 2022 zu deutlichen Einsparungen geführt. Die Ergebnisse werden unter Kapitel 4 *Gesamtauswertung Energie- und Wasserverbräuche* dargestellt.

4 Gesamtauswertung Energie- und Wasserverbräuche

4.1 Gesamtverbrauchsentwicklung der Liegenschaften

Der absolute Energieverbrauch zur Bereitstellung von Wärme, Kälte und der Lichtkraftstromversorgung betrug 11.653.974 kWh, der Wasserverbrauch betrug 20.346 m³.

Energieverbräuche:

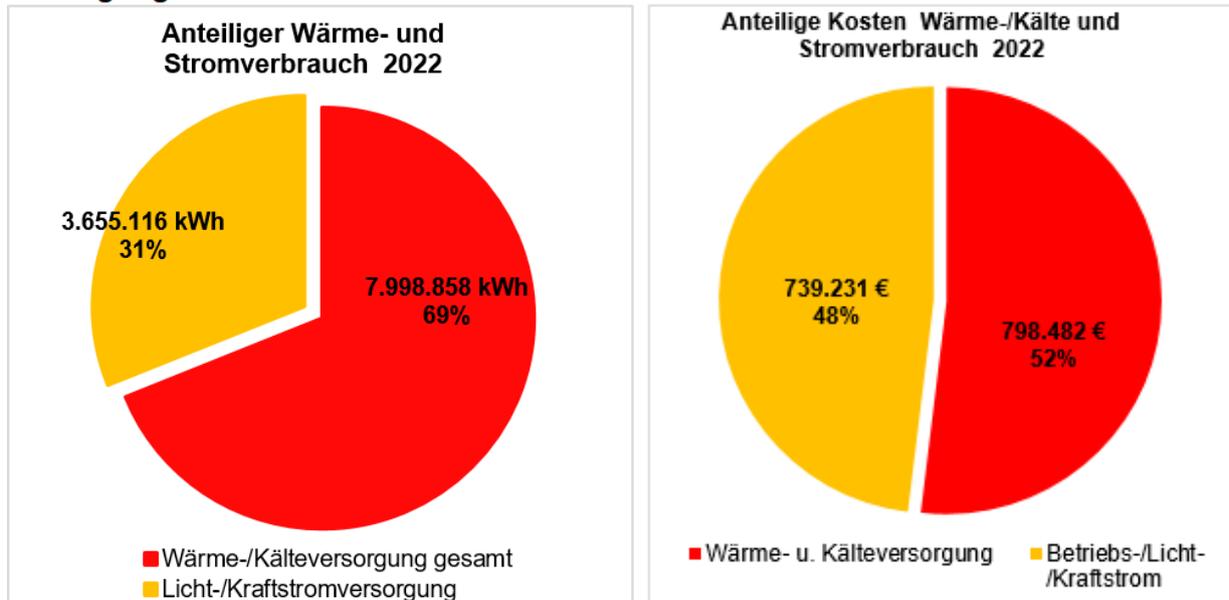


Abbildung 2 Anteilige Gesamtenergieverbräuche und -kosten

Im Folgenden werden die Entwicklung der unterschiedlichen Verbräuche und die daraus entstandenen Kosten über den Gebäudebestand sowie die Entwicklung der vielverbrauchenden Liegenschaften und ihre spezifischen Verbräuche dargestellt. Die Entwicklung der kumulierten Wärme-/Kälte- und der Licht-/Kraftstromverbräuche aller neun Objekte zeigt die folgende Grafik:

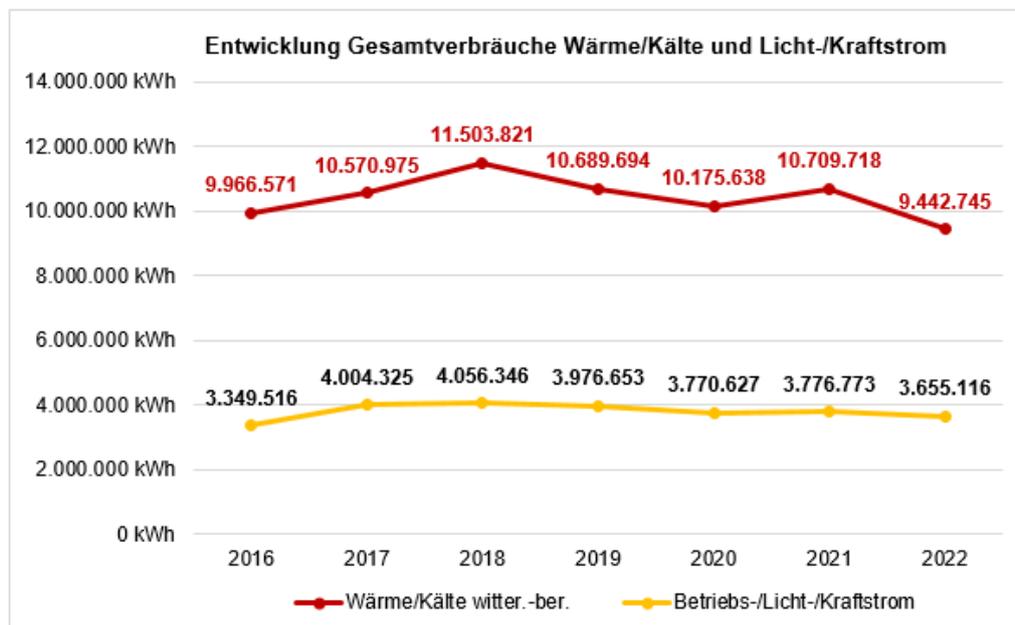


Abbildung 3 Entwicklung Gesamtverbräuche Liegenschaften (Wärme witterungsbereinigt)

Im Vergleich zu 2021 hat sich der Energieverbrauch in 2022 reduziert. Dies resultiert aus den Energieeinsparmaßnahmen im Zuge der Energiekrise.

Die absoluten Wärmeverbräuche haben sich in allen Liegenschaften reduziert, durch Erneuerung der Wärme-/Kälteversorgung besonders stark in den Liegenschaften AL 75 und HoGa.

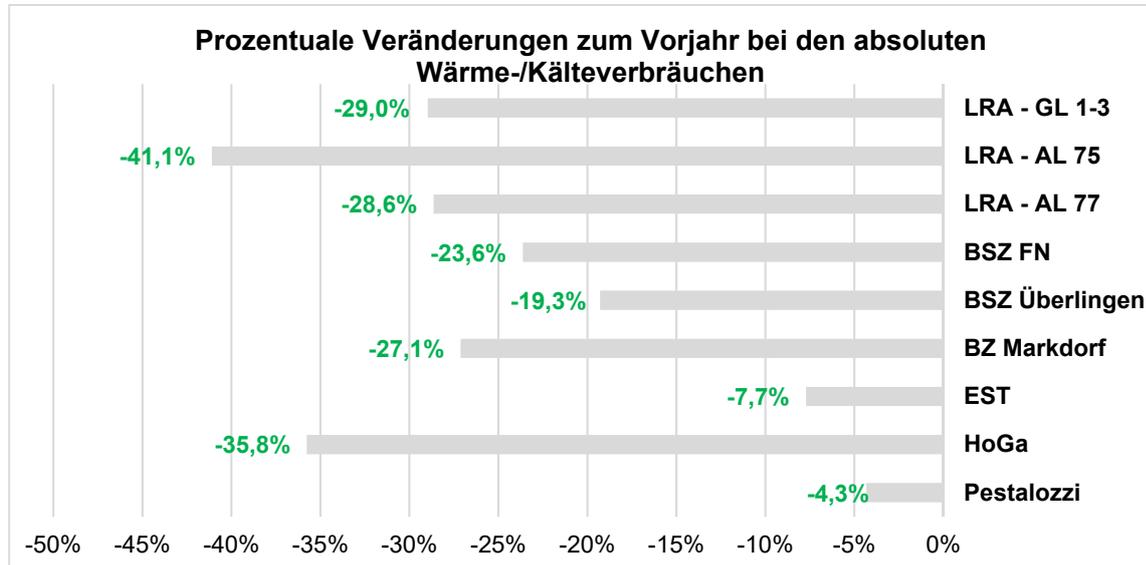


Abbildung 4 Prozentuale Veränderungen Wärme-/Kälteverbrauch

Im Zuge der unter Kapitel 3.5 angeführten Sparmaßnahmen konnten in der zweiten Jahreshälfte deutliche Einsparungen im Vergleich zu den beiden Vorjahren erzielt werden, die in der folgenden Grafik für die Heizperiode September bis Dezember dargestellt sind.

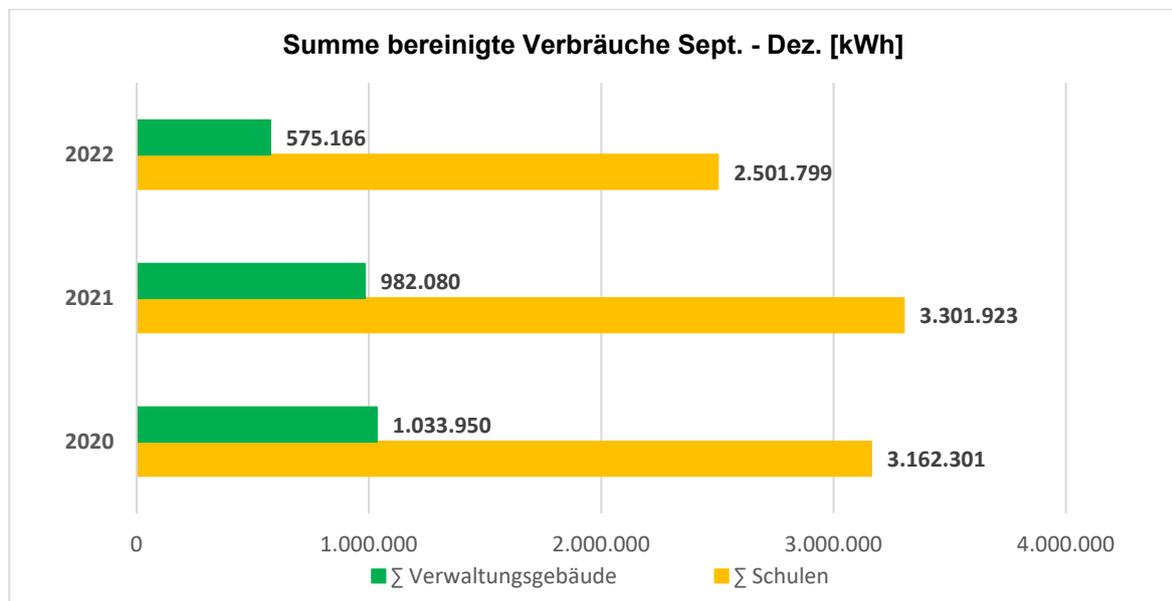


Abbildung 5 Wärmeverbräuche der Verwaltungsgebäude und Schulen September bis Dezember

Ein Teil der Reduzierung ist auf die Sanierung der Heizungsanlagen in der HoGa und im Verwaltungsgebäude AL 75 zurückzuführen. Die prozentualen Veränderungen bei den Wärmeverbräuchen der einzelnen Liegenschaften für die Zeit September bis Dezember 2022 im Vergleich zum Vorjahreszeitraum ist in der folgenden Grafik dargestellt:

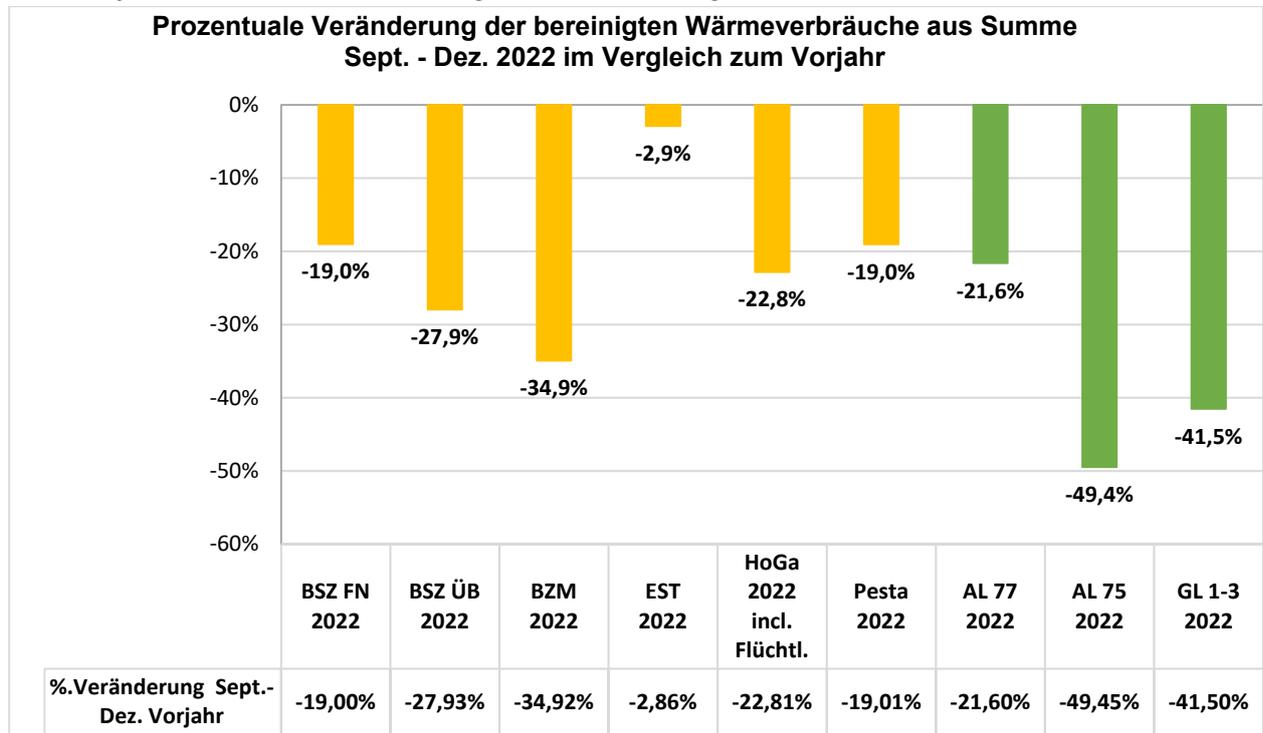


Abbildung 6 Prozentuale Veränderungen der Wärmeverbräuche im Vergleich zum Vorjahr

Die Stromverbräuche sind im Vergleich zum Vorjahr in fast allen Liegenschaften angestiegen. Dies ist auf die wieder ganzjährige Nutzung der Schulen, auch für die Volkshochschule und die Sportvereine sowie auf die zunehmende Digitalisierung zurückzuführen.

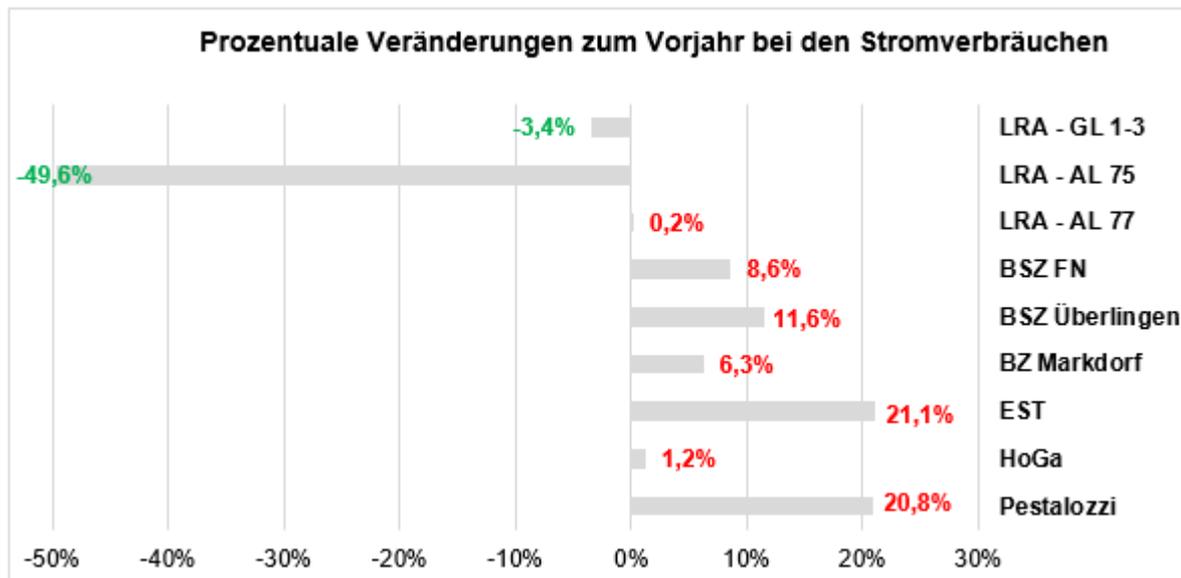


Abbildung 7 Prozentuale Veränderungen Licht-/Kraftstromverbrauch

Der Energieverbrauch (Wärme/Kälte und Licht-/Kraftstromversorgung) entfällt zu 27 % auf die drei Verwaltungsgebäude und zu 73 % auf die Schulen. Mit 32 % benötigt das Berufsschulzentrum Friedrichshafen knapp ein Drittel des Gesamtverbrauchs. Energie- und CO₂-reduzierende Maßnahmen sind in dieser Liegenschaft unter dem Aspekt der Kosten und der kreiseigenen Klimaziele am wirkungsvollsten.

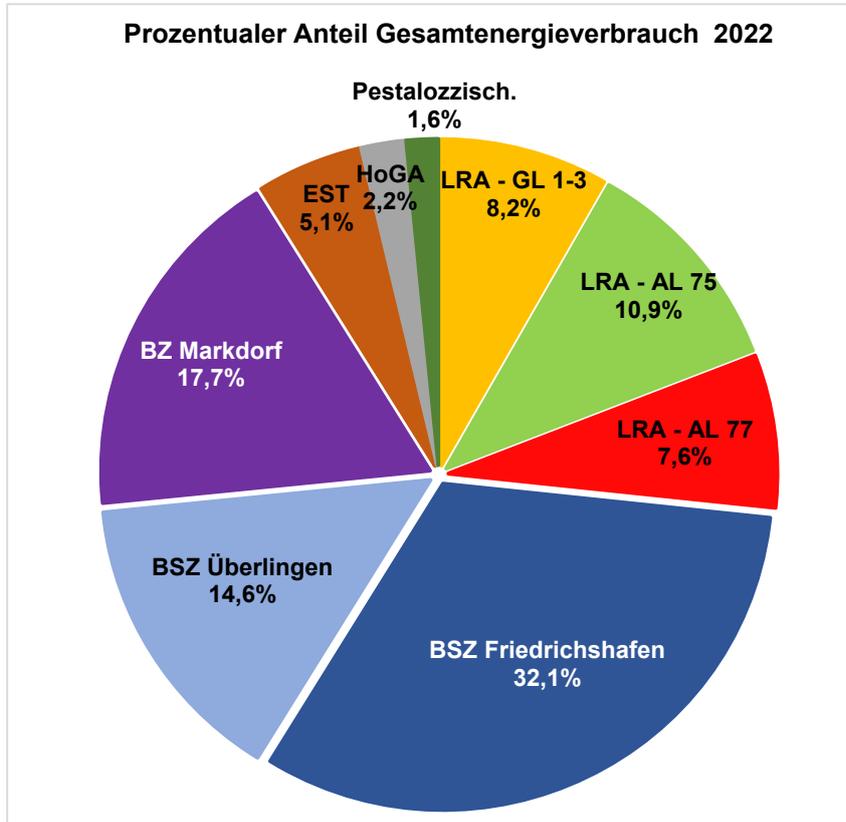


Abbildung 8 Prozentualer Anteil der Liegenschaften am Gesamtenergieverbrauch

Wasserverbräuche:

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

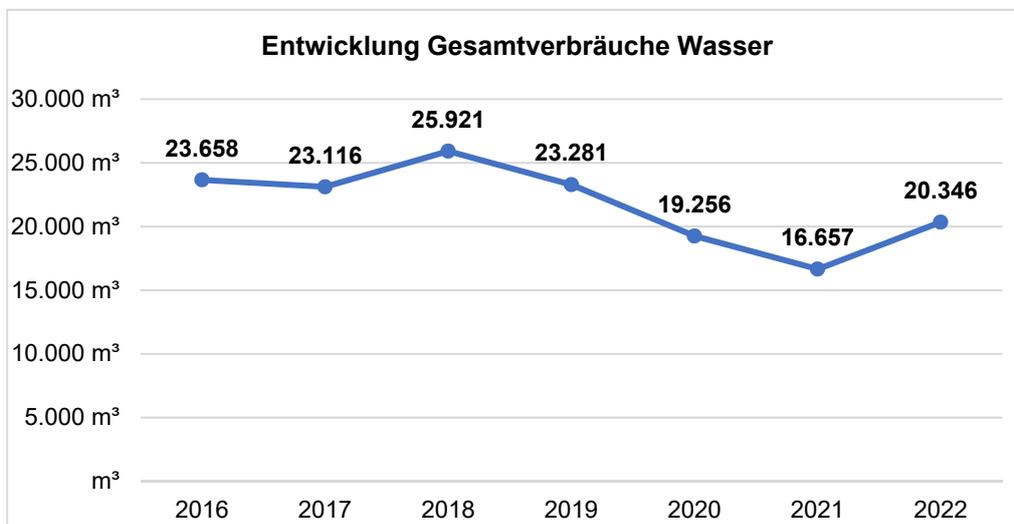


Abbildung 9 Entwicklung Gesamtwasserverbrauch

4.2 Gesamtkostenentwicklung der Liegenschaften

Die Gesamtkosten für die Versorgung der Liegenschaften lagen im Jahr 2022 bei 1.639.201 €, davon entfallen 6 % auf die Wasserversorgung, 45 % auf die Wärme- und Kälteversorgung und 49 % auf die Licht-/Kraftstromversorgung. Die folgende Grafik zeigt die Kostenaufteilung der Energie- und Wasserversorgung.

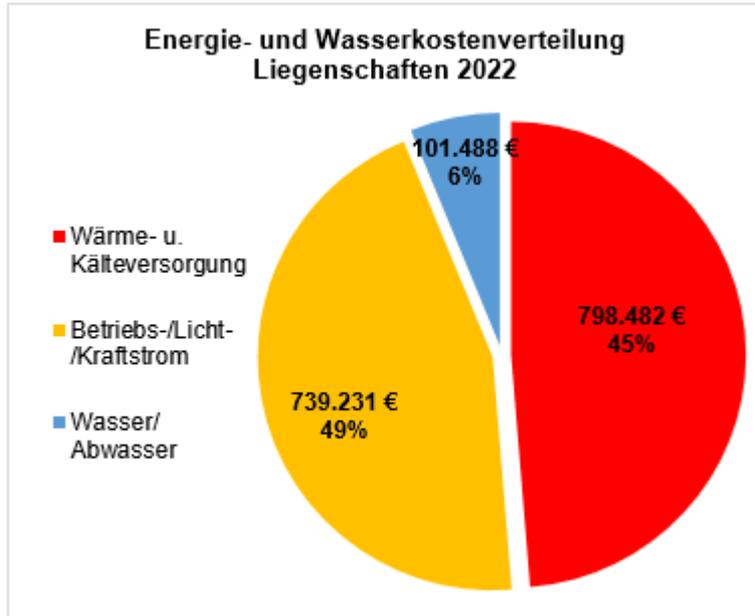


Abbildung 10 Kostenverteilung Energie und Wasser

Die Entwicklung der Gesamtkosten ist in der folgenden Grafik dargestellt:

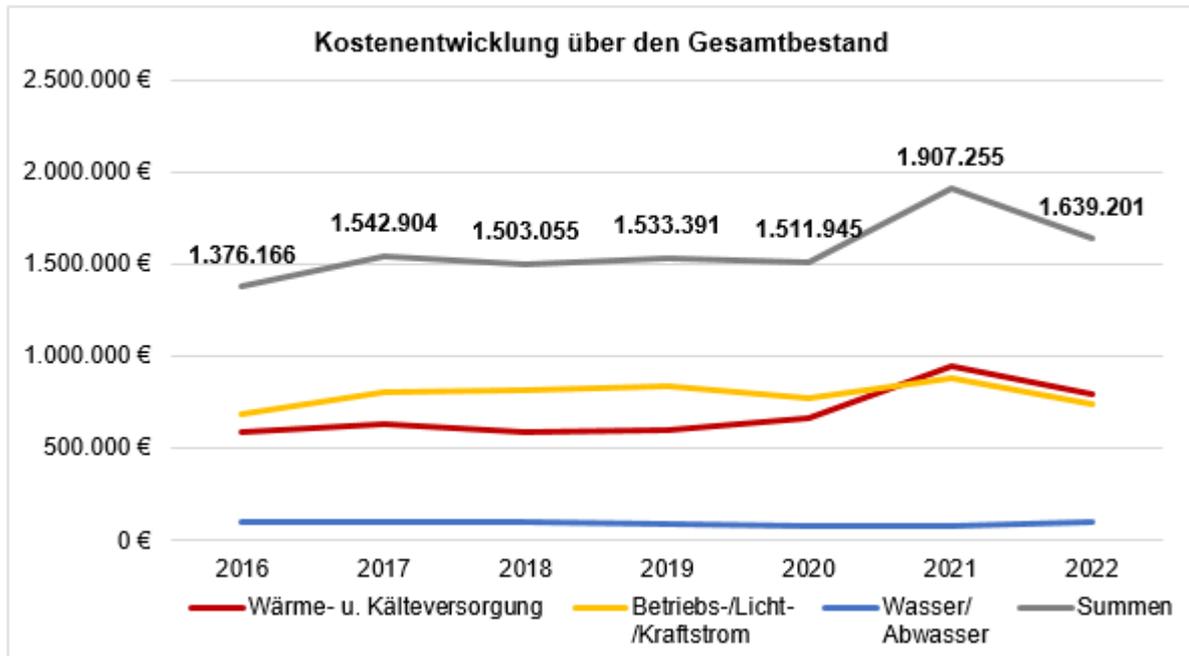


Abbildung 11 Entwicklung Kosten für Energie und Wasser

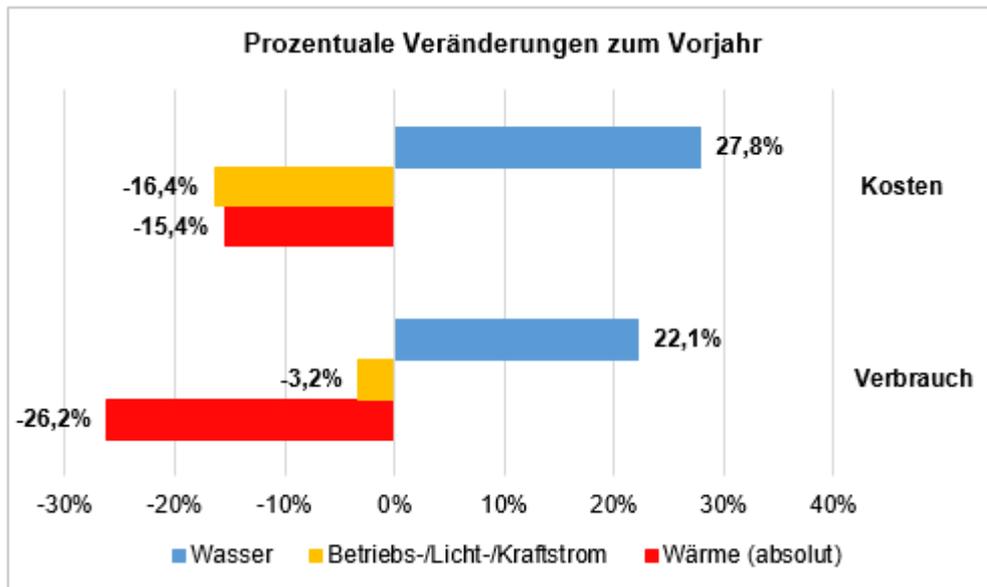


Abbildung 12 Prozentuale Veränderungen bei Verbrauch und Kosten

Die prozentualen Veränderungen bei Verbräuchen und Kosten sind unterschiedlich. Die Mehrverbräuche führen im Vergleich zum Vorjahr nur bei den Wasserverbräuchen zu Mehrkosten, bei der Energieversorgung fallen die Kosten geringer aus als im Vorjahr, dies ist auf den geringeren Wärmeverbrauch zurückzuführen. Insgesamt haben sich die Kosten im Vergleich zum Vorjahr mit 268.054 Euro um 14,1 % verringert.

Die Kosten für Wärme in 2022 betragen 798.482 Euro, dies entspricht im Vergleich zum Vorjahr einem Minus von 15,4 % im Vergleich zum Vorjahr. Die Aufwendungen für die Licht-/Kraftstromversorgung betragen mit 793.231 Euro 16,4 % weniger als 2021.

Aufgrund der langen Energielieferverträge haben sich die Preiserhöhungen bei Gas und Strom in 2022 noch nicht ausgewirkt. Dies führt im Vergleich zu den Vorjahren zu einer Kostenreduktion. Die gesamten Aufwendungen für Energie und Wasser der dargestellten Liegenschaften bewegen sich seit 2016 im Bereich von 1,4 bis 1,9 Millionen Euro.

Jahr	Wärme- u. Kälteversorgung	Betriebs-/Licht-/Kraftstrom	Wasser/Abwasser	Summen
2022	798.482 €	739.231 €	101.488 €	1.639.201 €
2021	943.986 €	883.845 €	79.424 €	1.907.255 €
2020	659.756 €	772.042 €	80.147 €	1.511.945 €
2019	600.275 €	838.298 €	94.818 €	1.533.391 €
2018	591.869 €	814.791 €	96.395 €	1.503.055 €
2017	635.125 €	804.937 €	102.842 €	1.542.904 €
2016	588.607 €	681.816 €	105.743 €	1.376.166 €

4.3 Verwendete Energieträger

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

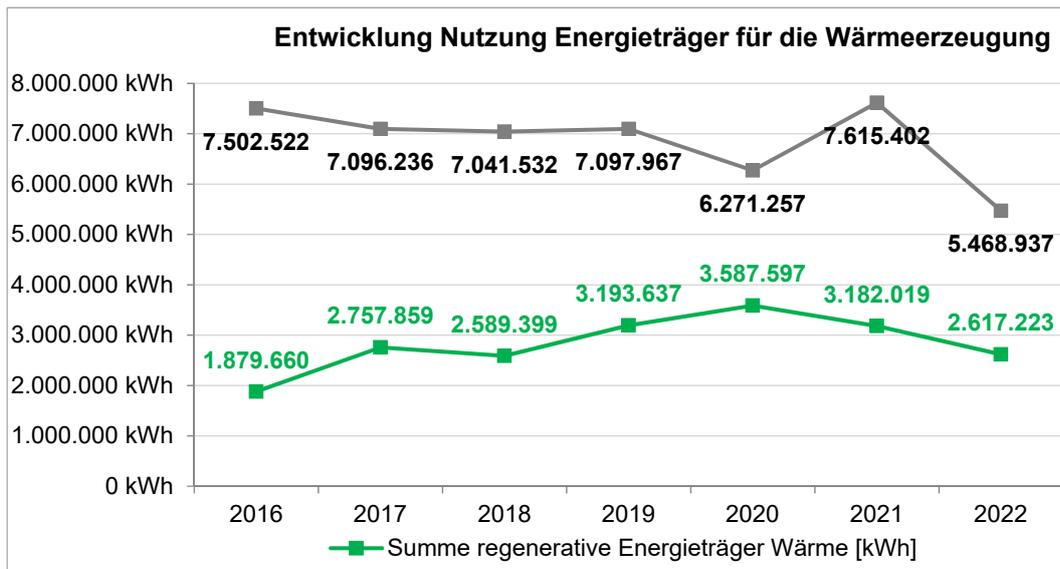
Wärme:

Abbildung 13
Entwicklung
regenerativer
Energieträger
zur Wärme-
erzeugung

Als fossile Energieträger wurden Gas und zu einem sehr geringen Anteil Öl genutzt. Das Gas kommt sowohl in den Gaskesseln als auch in der Kraft-Wärmekopplung zum Einsatz. Die regenerativen Energien sind Biogas (10 % des Gasbezugs in jeder Liegenschaft ohne Contracting), Holz (Berufsschulzentrum Friedrichshafen, Bildungszentrum Markdorf, Hotel- u. Gaststättenschule Tettang) und Geothermie (Berufsschulzentrum Friedrichshafen). Palmöl kommt seit 2020 nicht mehr zum Einsatz.

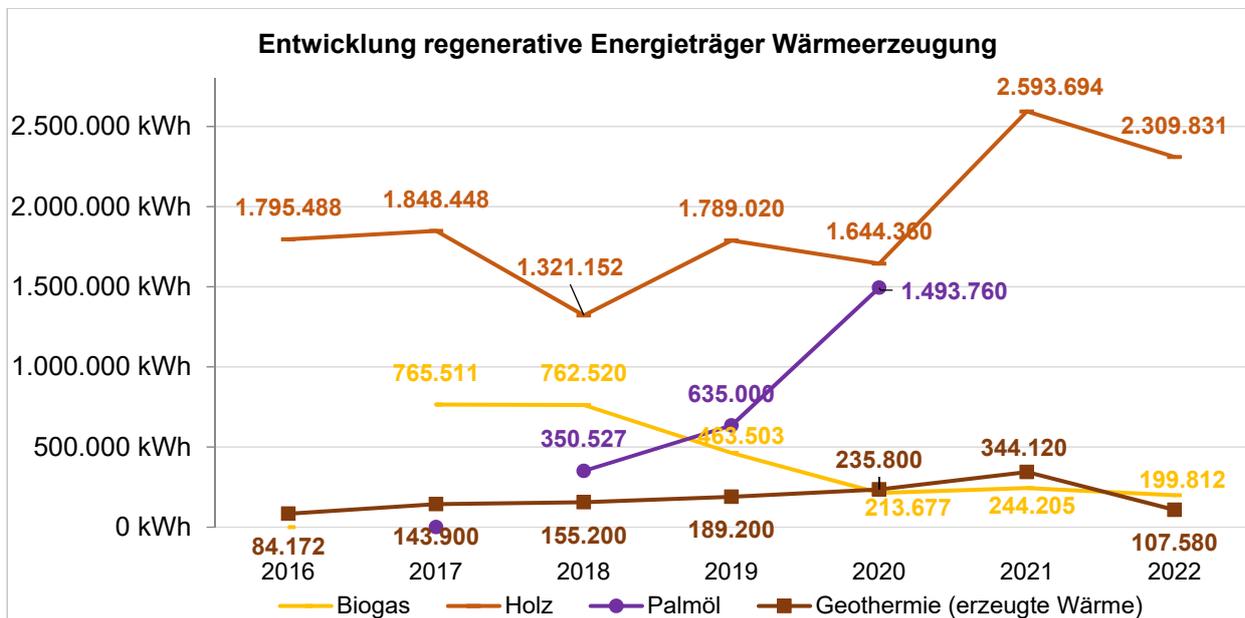


Abbildung 14 Entwicklung Energieträger Wärmeversorgung von 2016 – 2022

Der gesamte Anteil der regenerativen Energien für die Liegenschaften lag 2022 bei knapp 32 % und hat sich im Vergleich zum Vorjahr um 3 % erhöht.

Der überwiegende Teil der Wärme wird mit fossilen Energieträgern erzeugt, davon entfallen 10,5 % - und somit 5 % mehr als im Vorjahr - auf den Einsatz in BHKWs und 55,5 % auf den Einsatz in den Gaskesseln. Heizöl wird in der Energiezentrale am Berufsschulzentrum Friedrichshafen verbrannt und hatte 2022 einen Anteil von 1,7 % am gesamten Energieeinsatz.

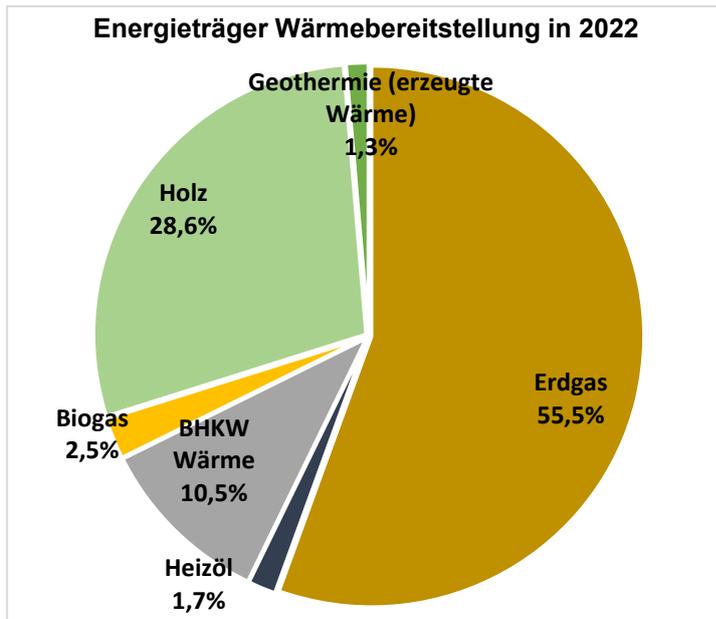


Abbildung 15 Prozentualer Anteil der Energieträger Wärme-/Kältebereitstellung

In der folgenden Tabelle sind die verwendeten Energieträger für die Jahre 2016 bis 2022 angeführt.

Wärmelieferung der verwendeten Energieträger [kWh]						
Jahr	Erdgas	Biogas	Heizöl	Holz	Palmöl	Geothermie
2022	4.525.330	199.812	134.319	2.309.831	--	107.580
2021	6.583.340	244.205	218.960	2.593.694	--	344.120
2020	5.516.303	213.677	93.360	1.644.360	1.493.760	235.800
2019	6.276.640	623.451	127.980	1.789.020	635.000	189.200
2018	6.862.682	762.520	178.850	1.321.152	350.527	186.240
2017	6.889.596	765.511	206.640	1.848.448	--	151.095
2016	7.183.922		318.600	1.795.488	--	89.222

Strom:

Der bezogene Strom stammt zu 84,9 % aus erneuerbaren Energiequellen (zertifizierter Ökostrom, siehe Anhang). Ein Teil des in den BHKWs erzeugten Stroms (12,4 %) wurde in den Liegenschaften genutzt. Durch die Eigennutzung des in den BHKWs erzeugten Stroms fallen zu bilanzierende Emissionen an, da die BHKWs mit Erdgas betrieben werden. 2,7 % des Stroms wurde auf der kreiseigenen PV-Anlage am Bildungszentrum Markdorf gewonnen.

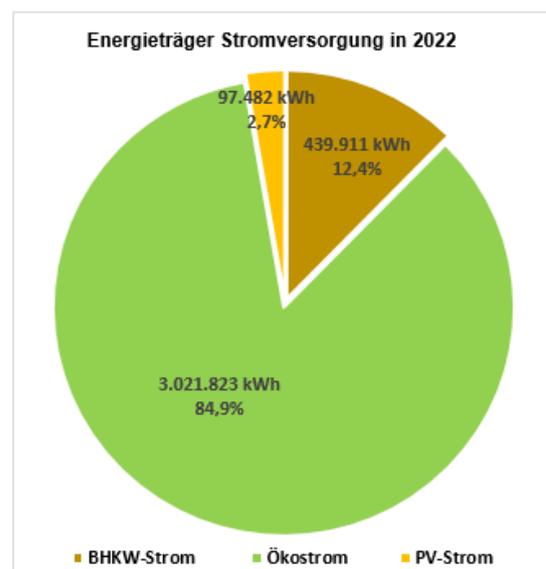


Abbildung 16: Anteiliger Energiebezug zur Stromversorgung

Infolge der vielen Sonnenstunden konnten in 2022 mit den Photovoltaikanlagen auf den Dachflächen der kreiseigenen Liegenschaften 633.963 kWh Strom erzeugt werden, im Vergleich zum Vorjahr ein Plus von 11,5 %. Der größte Anteil mit 450.00 kWh wurde auf dem Dach des BSZ in Friedrichshafen erzeugt. 86.375 kWh wurden direkt im Bildungszentrum Markdorf genutzt. In der folgenden Tabelle sind die PV-Erträge der einzelnen Liegenschaften zusammengestellt:

Photovoltaikanlagen auf den Dächern der kreiseigenen Gebäude

Jahr	Objekt	Größe [kWp]	Ertrag [kWh]	Eigenverbrauch [kWh]	Einspeisung [kWh]
2022	BSZ Friedrichshafen	unbekannt	450.000	-	450.000
	BZM Sporthalle 1	99,80	91.830	86.375	5.555
	HOGA Tettnang	59,00	3.868	-	3.868
	Verwaltungsgeb. AL 75	24,00	11.107	11.107	
	Pestalozzischule Markdorf	29,41	34.904	-	34.904
	Tannenhagschule Fischbach	38,10	42.254		42.254
	Summen			633.963	97.482

4.4 Entstandene Emissionen

Im folgenden Schaubild werden die durch den Energieverbrauch entstandenen Emissionen und ihre Entwicklung im Zeitraum 2016 – 2022 dargestellt. Es werden die Entwicklung der jährlichen Emissionen auf Grundlage der tatsächlichen Verbräuche gezeigt. Getrennt wird hierbei in Emissionen, welche durch die Wärmeerzeugung entstehen und in Emissionen, welche bei der Erzeugung von Licht-/Kraftstrom entstehen.

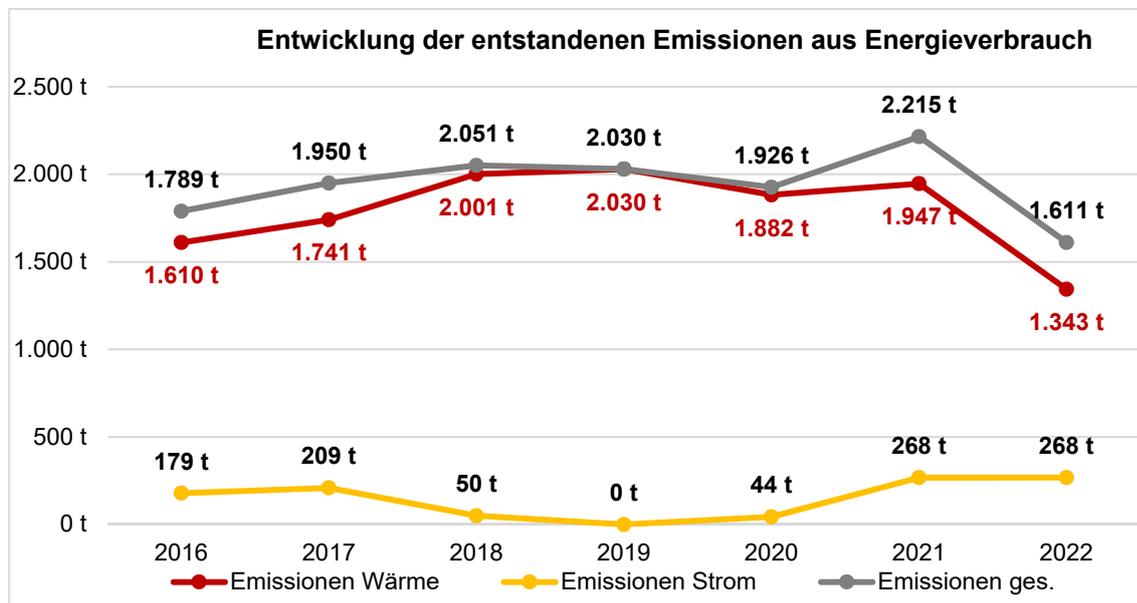


Abbildung 17 Entwicklung Emissionen aus Energiebedarf von 2016 – 2022

Bei der Energieversorgung der kreiseigenen Liegenschaften haben sich die Emissionen in Summe um 604 t bzw. 27 % deutlich verringert. Die Reduktion ist zum größten Teil auf den geringeren Wärmebedarf und den Einsatz von Pellets statt Erdgas in der HoGa zurückzuführen. Seit 2019 wird in allen Liegenschaften 100 % Ökostrom bezogen. Der gelieferte Strom aus Erneuerbaren Energien stammt aus Wasserkraft. Der Anteil elektrischer Energie aus Erneuerbaren

Energien muss in Anlagen erzeugt werden, die ausschließlich Erneuerbare Energien nutzen. Mindestens 30 % dieser Anlagen dürfen nicht älter als sechs Jahre sein. Der Bezug des Stroms für die kreiseigenen Liegenschaften wird emissionsfrei bilanziert. Bei lokalem Strom des üblichen deutschen Strommix belaufen sich die CO₂Aq-Emissionen 2022 auf 442 Gramm pro Kilowattstunde⁴, bei Ökostrom auf null Gramm pro Kilowattstunde⁵. Den Berechnungen zu den entstandenen Emissionen für die Versorgung der kreiseigenen Liegenschaften liegen beim Strom die Werte des Umweltbundesamtes zugrunde.⁶ Im Wärmebereich wurden die veröffentlichten Werte der KEA sowie die übermittelten Werte der EnBW und des Stadtwerk am See zugrunde gelegt. Nach den Richtlinien der klimaneutralen Verwaltung vom Land BW muss auch der Ökostrom zukünftig mit dem deutschen Strommix bilanziert werden, die Emissionen betragen bei der Berechnung dann für den Strom 1.384 t und in Summe für Wärme und Strom 2.727 t.

5 Auswertung der einzelnen Liegenschaften

Im Folgenden werden die einzelnen Liegenschaften mit ihren Verbräuchen und ihren Verbrauchsentwicklungen für den Zeitraum 2016 bis 2022 dargestellt. Seit 2017 werden für den Energiebericht auch die Verbräuche von vorhandenen Unterzählern berücksichtigt. Die spezifischen Verbräuche werden seit 2017 einheitlich auf die beheizte Bruttofläche bezogen. Dies schließt auch Räume, die von beheizten Räumen umschlossen sind, mit ein. Aus diesem Grund können die Werte aus 2016 nur eingeschränkt mit den Werten ab 2017 verglichen werden. In den vergangenen Jahren sind in einigen Liegenschaften energetische bzw. technische Maßnahmen durchgeführt worden. Diese fließen in den Liegenschaften, in denen wegen fehlender Unterzähler eine prozentuale Verbrauchsauswertung ermittelt wurde, mit ein.

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

Auch die durchgeführten energetischen Maßnahmen sowie Defekte, Störungen und Schäden an den Gebäuden werden kurz vorgestellt, da sie die Energie- und Wasserverbräuche beeinflussen. Bei den Kosten sind die Ausgaben dargestellt, die für die gelieferten Energie- und Wassermengen angefallen sind, inklusive den dazugehörigen Zählergebühren und Netzentgelten.

In den Kosten für den Wasserbezug sind seit 2019 - zur besseren Vergleichbarkeit der Liegenschaften untereinander - die Gebühren für Niederschlagswasser nicht mehr enthalten.

Die Energie- und Wasserversorgungskosten je Objekt sind in diesem Kapitel bei den jeweiligen Objekten aufgeführt. Eine Übersicht der Verbräuche und Kosten seit 2016 ist dem Anhang zu entnehmen.

5.1 Auswertung Verwaltungsgebäude

Die Wärme- und Kälteverbräuche in den Verwaltungsgebäuden haben sich im Vergleich zum Vorjahr mit 1.028.332 kWh absolut um 35,7 % reduziert. Dies ist der geringste Verbrauch seit 2017 und auf die Sanierung der Wärme-/Kälteversorgung in der AL 75 und die umgesetzten Energieeinsparmaßnahmen im Zuge der Energiekrise zurückzuführen. Die Entwicklung der witterungsbereinigten Wärme- und Kälteverbräuche ist in der folgenden Grafik dargestellt:

⁴ Quelle: Entwicklung der spezifischen Treibhausgas-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 - 2022, Umweltbundesamt Mai 2023

⁵ CO₂-Emissionen aus erneuerbaren Energien werden gemäß Bilanzierungsregeln des UNFCCC zur Treibhausgasberichterstattung unter dem Kyoto-Protokoll als CO₂-neutral bilanziert und gehen in die Berechnung der Emissionen mit dem Wert „0“ ein.

⁶ Stromkennzeichnung für gelieferten Strom in die kreiseigenen Liegenschaften siehe Anhang „Kennzeichnung der Stromlieferungen 2021 für Kunden des Stadtwerks am See“.

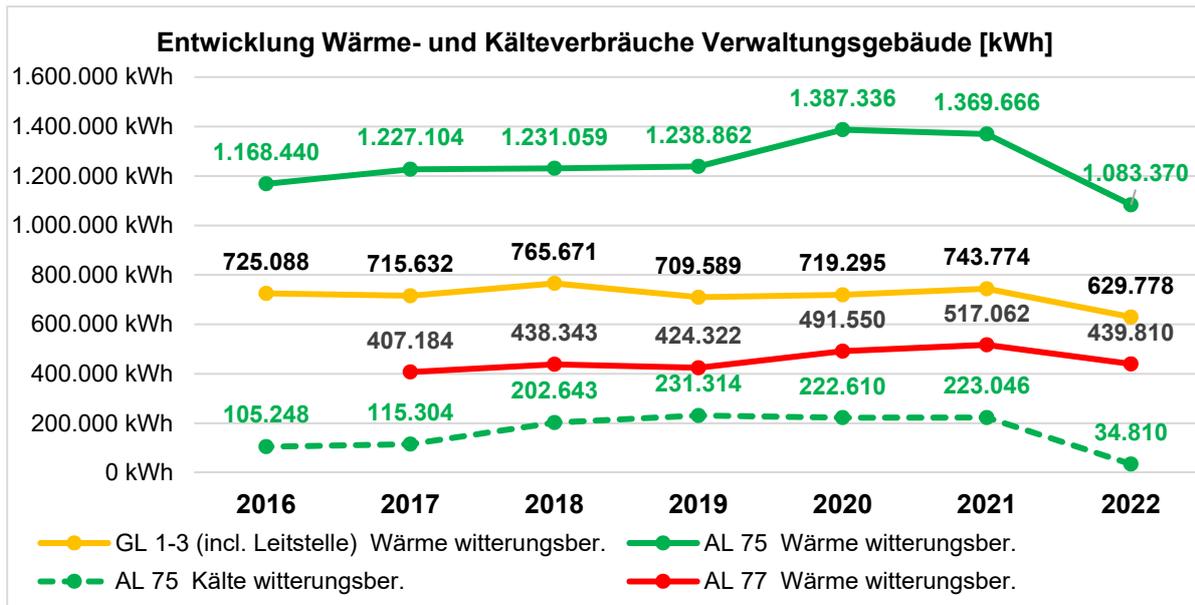


Abbildung 18 Entwicklung witterungsbereinigte Wärme- und Kälteverbräuche Verwaltungsgebäude

Der hohe Anteil für die Wärme- und Kälteversorgung in der AL 75 ist auf die energetisch sehr schlechte Fassade des Gebäudes zurückzuführen.

Die drei Verwaltungsgebäude haben in 2022 für die Stromversorgung 1.254.762 kWh benötigt, im Vergleich zum Vorjahr entspricht das einem Minderverbrauch von 20,7 %.

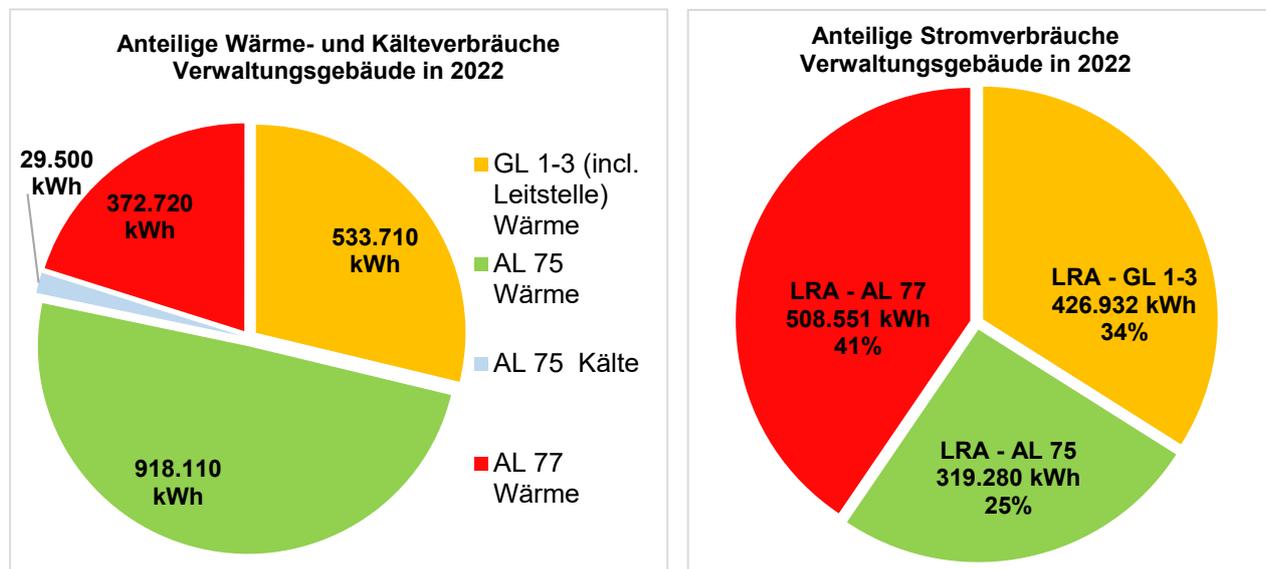


Abbildung 19 Verteilung Energieverbräuche Wärme/Kälte (absolut) Verwaltungsgebäude in 2022

Abbildung 20 Verteilung Stromverbräuche Verwaltungsgebäude in 2022

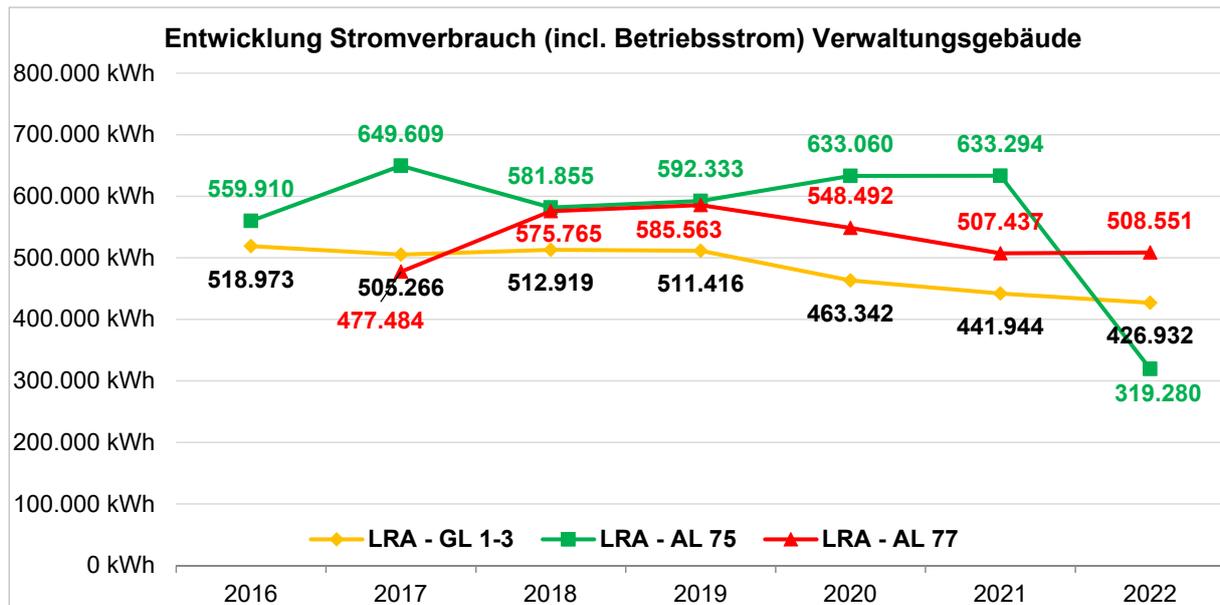
Stromverbrauchsentwicklung:

Abbildung 21 Entwicklung Allgemein- u. Betriebsstromverbräuche Verwaltungsgebäude

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.

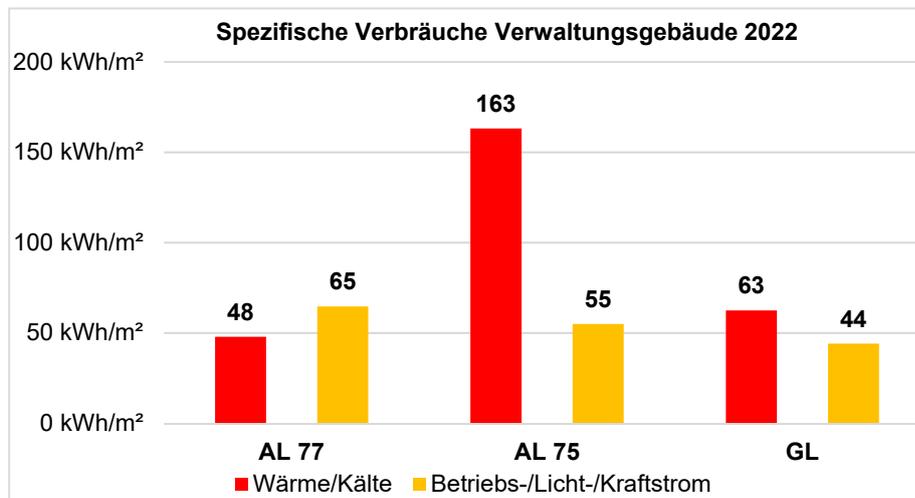
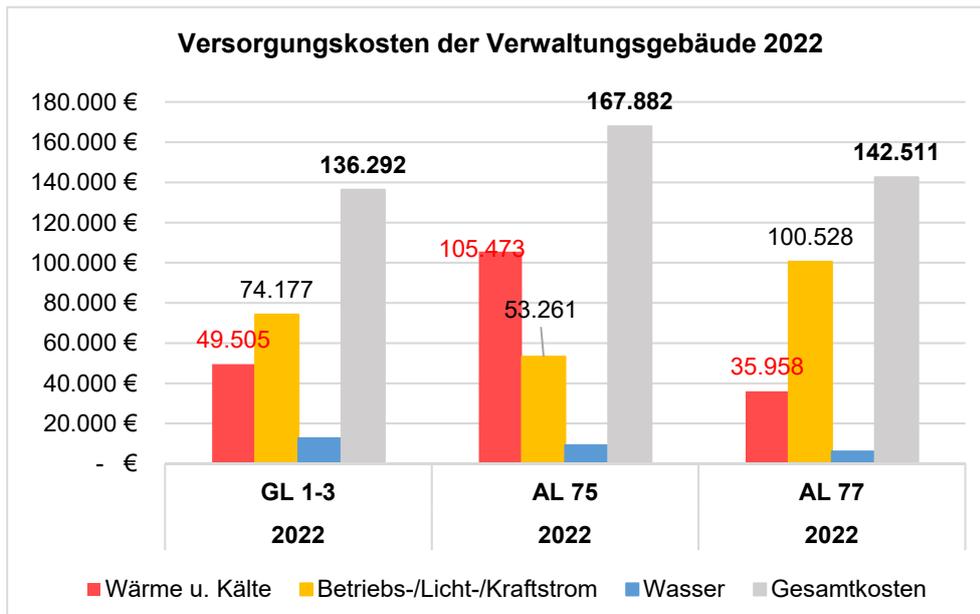


Abbildung 22 Spezifische Verbräuche Verwaltungsgebäude in 2022 (absolute Verbräuche)

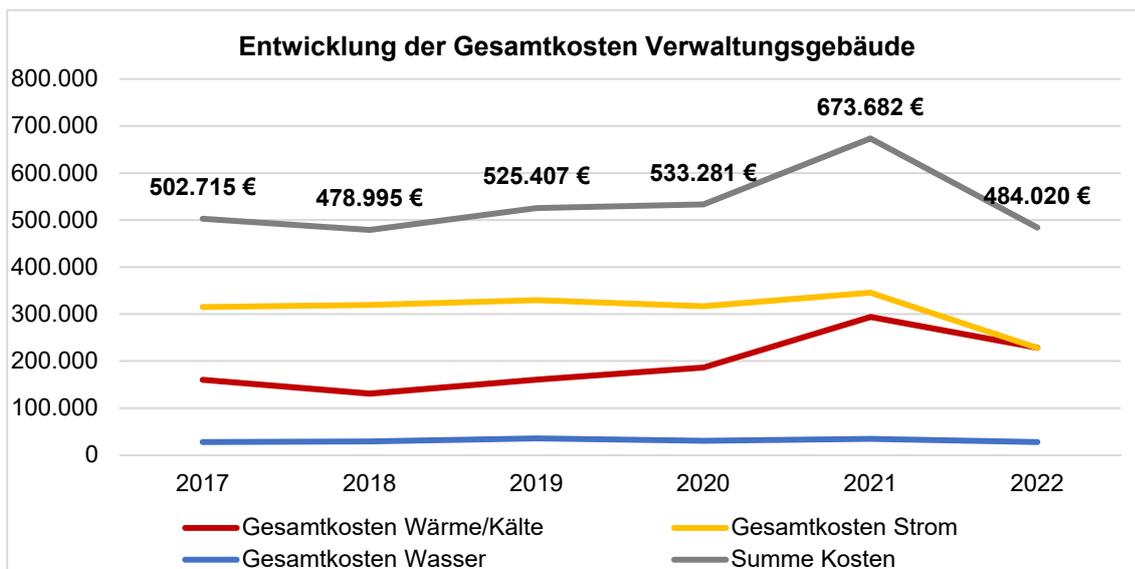
Kosten Verwaltungsgebäude:

Für die Verwaltungsgebäude sind 2022 Versorgungskosten in Höhe von 484.020 € angefallen. Bei den Wärme-/Kältekosten entfällt analog zum Verbrauch der größte Anteil auf das Gebäude AL 75, darin einbezogen sind die Kosten für die Erneuerung der Klimageräte und die Installation der PV-Anlage. 28,2 % der Gesamtkosten entfallen auf das Gebäude GL 1-3, 29,4 % auf das Gebäude AL 77 und 42,4 % auf das Gebäude AL 75.

Die Versorgungskosten (ohne Investitionskosten aus Contracting) sind in der folgenden Grafik dargestellt:



Entwicklung Gesamtkosten:



Gering- und nichtinvestive Energieeinsparmöglichkeiten Verwaltungsgebäude:

Aus technischer Sicht lassen sich mit der Umstellung aller Leuchtkörper der Innen- und Außenbeleuchtung auf LED-Leuchtkörper sowie mit der Erneuerung der Heizungspumpen in der AL 77 die Stromverbräuche reduzieren.

Die Einstellungen der Anlagen infolge der Energiekrise sollten beibehalten werden, auch wenn die Arbeitsstättenrichtlinie für teil- und vollklimatisierte Büroräume eine Temperatur von mindestens 21 °Celsius während der Heizperiode und von höchstens 26 °Celsius außerhalb der Heizperiode vorschreibt (in 2022 wurden 20 °Celsius und 26 °Celsius eingestellt). Je größer die Temperaturdifferenz zwischen innen und außen während der Sommermonate ist, je höher fallen die Energiekosten für die Vorhaltung der Raumtemperaturen aus. Die Kühlung erfolgt über Strom, das bedeutet, die Kosten für Kälte sind deutlich höher als die für Wärme.

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)

Baujahr 2006	2006
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	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. Zur Versorgung der E-Autos stehen zwei Wallboxen und drei Steckdosen zur Verfügung.

Verbrauchsentwicklung:

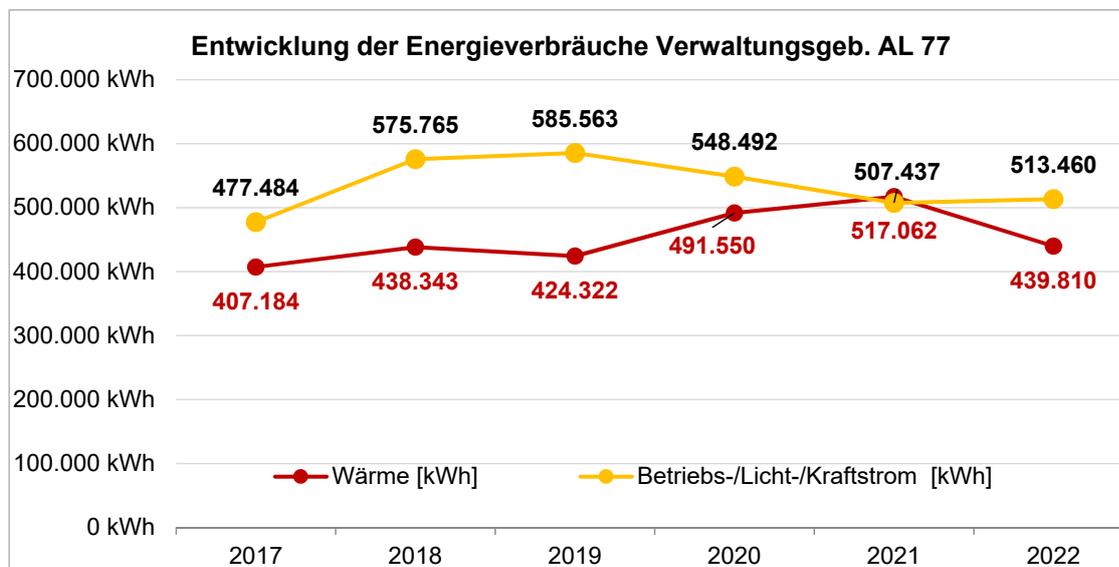


Abbildung 25 Entwicklung Wärme- u. Stromverbräuche AL 77 (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Der Wärmeverbrauch für das Verwaltungsgebäude AL 77 hat sich in 2022 absolut um 149.565 kWh bzw. 14,3 % reduziert. Der Stromverbrauch hat sich mit 6.023 kWh um 1,2 % erhöht.

Der Wasserverbrauch ist mit einem Plus von 266 m³ um 25,4 % angestiegen.



Abbildung 26 Entwicklung Wasserverbräuche AL 77

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen 2022:

Für die Sommermonate wurde die Vortemperierung der zugeführten Frischluft angehoben, um das energieintensive Herabkühlen der Frischluft zu minimieren (Ausgangstemperatur 26° C statt bis dato 21° C Außenluft).

Die Abschaltung der Warmwasserboiler in den Waschräumen (Betriebszeit 24 Stunden an 365 Tagen) wurde im Rahmen der Energieeinsparmaßnahmen umgesetzt. Außerdem wurden die Boiler in den Teeküchen mit Zeitschaltuhren versehen, so dass das Wasser nun nur noch wochentags für einige Stunden bereitgehalten wird (vorher 24 h/365 d). Die Kunstbeleuchtung wurde abgeschaltet und die Anzahl der Beleuchtungskörper in den Fluren reduziert. Anfang 2023 wurden die vorhandenen Stehleuchten ausgetauscht gegen Stehleuchten mit LED und Präsenzmeldern.

Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2022:

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m³]	Kosten [€]	Fläche [m²]	Summe Kosten [€]
Amtsgebäude AL 77	372.720	35.958	513.460	100.528	1.313	6.025	7.780	142.511

Die Kostenentwicklung für die entstandenen Verbräuche ist in der folgenden Grafik dargestellt:

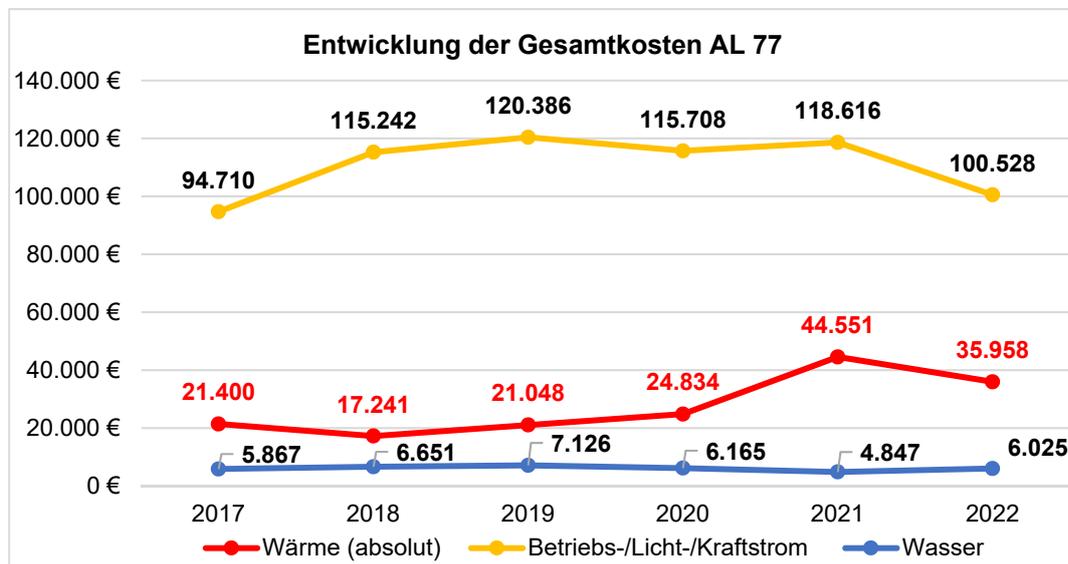


Abbildung 27 Gesamtkostenentwicklung AL 77

Die Kosten für Wärme haben sich im Vergleich zum Vorjahr aufgrund des Verbrauchsrückgangs und der staatlichen Unterstützung um 19,3 % verringert. Die Kosten für Licht-/Kraftstrom haben sich um 13 % verringert und die Wasserkosten sind aufgrund eines höheren Verbrauchs wieder angestiegen. Zusammenfassende Darstellung der prozentualen Veränderungen bei den Verbräuchen und Verbrauchskosten im Vergleich zum Vorjahr:

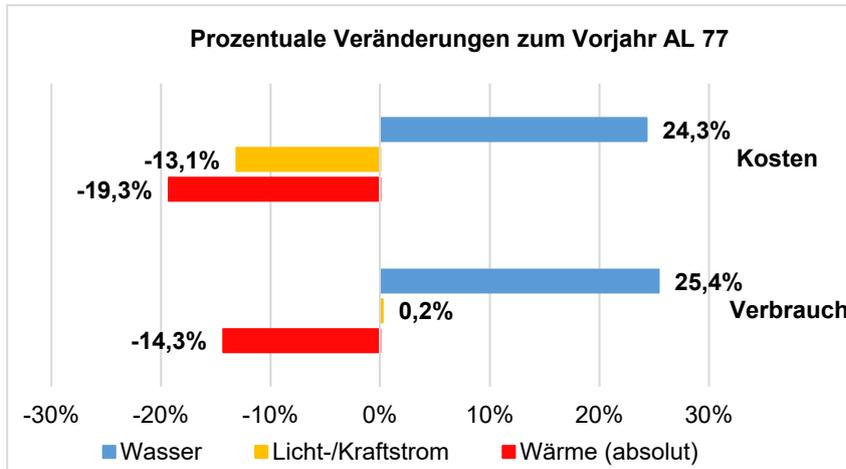


Abbildung 28 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen u. Kosten im Vergleich zum Vorjahr

Mögliche Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung:

Insbesondere der hohe Stromverbrauch im Gebäude AL 77 ist auffallend, jedoch kann dieser aufgrund der fehlenden Unterzählung kaum zurückverfolgt werden. Der Austausch der vorhandenen Pumpen gegen Hocheffizienzpumpen würde zu einer Stromersparnis führen. Bei den, auch in Zukunft zu erwartenden, sehr warmen Sommertagen werden sich der Energieverbrauch für Kälte und somit auch die Energiekosten für die Kälteversorgung - bei gleichbleibendem Nutzerkomfort (höchstens 26° Grad Innenraumtemperatur) - nicht reduzieren lassen.

Die fehlende Eingriffsmöglichkeit in die Gebäudeleittechnik und die nicht nachvollziehbaren Regelungseinstellungen machen eine detaillierte Auswertung und Optimierung der Wärme-, Kälte- und Luftzufuhr in diesem Gebäude unmöglich.

5.1.2 Verwaltungsgebäude Albrechtstr. 75 (LRA AL 75)

Baujahr	1973
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	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. Seit 2020 stehen 25 Ladepunkte zur Versorgung der E-Autos zur Verfügung.

Verbrauchsentwicklung:

Der Energieaufwand zur Klimatisierung und der sehr schlechte energetische Zustand des Gebäudes führen zu hohen Energie- und Wasserverbräuchen. Durch die Sanierung der Klimageräte konnte der Wärmeverbrauch in 2022 im Vergleich zu den Vorjahren deutlich reduziert werden. Im Vergleich zu 2021 hat sich der Verbrauch absolut um 661.190 kWh verringert. Davon entfallen -465.391 kWh (-33,6 %) auf den Wärme- und -188.236 kWh (-86,9 %) auf den Kälteverbrauch. Der starke Rückgang bei den Kälteverbräuchen ist aufgrund der Umbauarbeiten (eingeschränkte Kühlung über mehrere Wochen) und die technische Sanierung der Klimageräte eingetreten. Der Stromverbrauch hat sich kaum verändert.

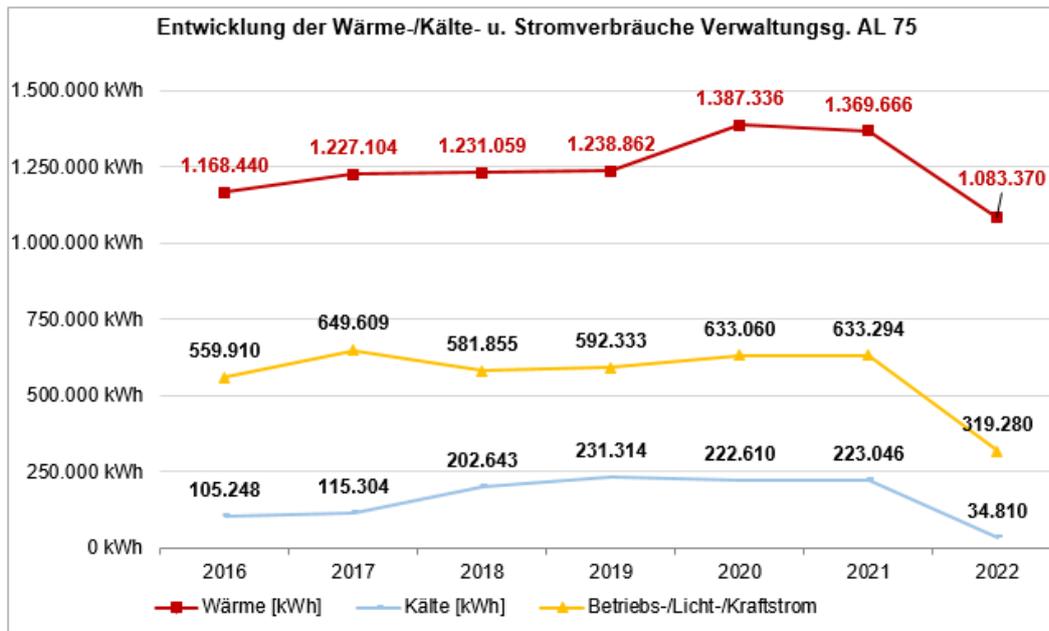


Abbildung 29 Entwicklung Wärme- u. Kälteverbräuche AL 75 (witterungsbereinigt)

Der Wasserverbrauch hat sich mit einem Minus von 1.193 m³ (-42,6 %) deutlich verringert. Zurückzuführen ist dies auf den geringeren Wasserbedarf für die Klimatisierung während der Umbauphase der Klimageräte sowie deren Erneuerung.

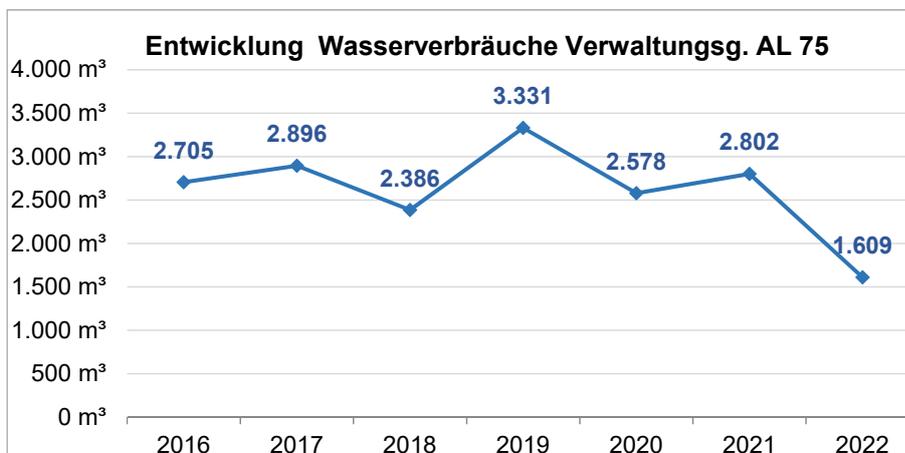


Abbildung 30 Entwicklung Wasserverbräuche AL 75

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen 2022:

Die Klimageräte wurden erneuert. Außerdem wurde für die Sommermonate die Vortemperierung der zugeführten Frischluft angehoben, um das energieintensive Herabkühlen der Frischluft zu

minimieren (Ausgangstemperatur 26° C statt bis dato 21° C Außenluft). In den Waschräumen und Teeküchen wurde das Warmwasser abgestellt.

Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2022:

Die Verteilung der Energieverbräuche für Wärme-, Kälte- und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für das Verwaltungsgebäude AL 75 stellen sich in 2022 wie folgt dar:

Bezeichnung	Wärme u. Kälte [kWh]	Kosten [€]	Betriebs-/Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m³]	Kosten [€]	Fläche [m²]	Summe Kosten [€]
Verwaltungsgebäude AL 75	947.610	105.473	319.280	53.261	1.609	9.148	5.810	167.882

Im Vergleich zur Wärme musste in 2022 für eine kWh Kälte mit 0,53 € im Vergleich zur Wärmeversorgung fast das Fünffache an Kosten aufgewendet werden. Die Kostenentwicklung für die entstandenen Verbräuche ist in der folgenden Grafik dargestellt:

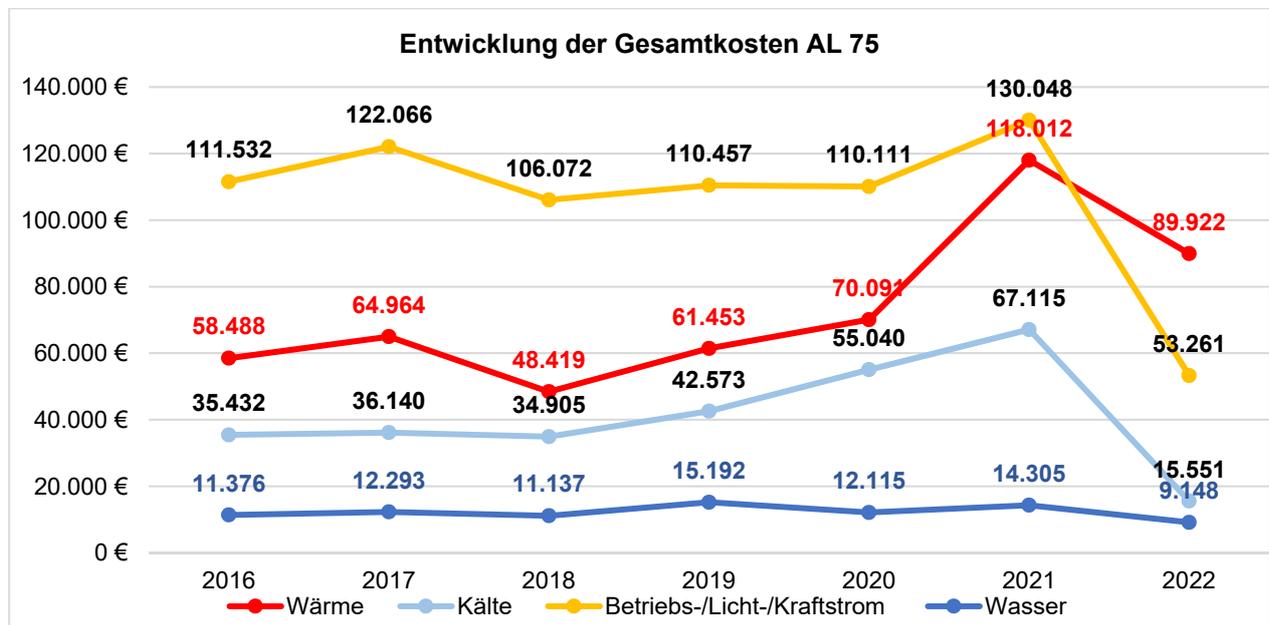


Abbildung 31 Kostenentwicklung Verbräuche AL 75

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

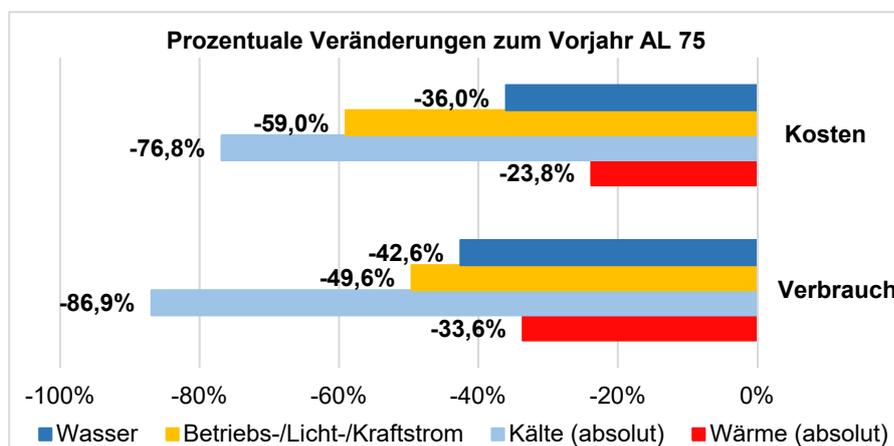


Abbildung 32 Prozentuale Veränderungen bei den Kosten und Verbräuchen im Vergleich zum Vorjahr

Geplante und mögliche Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung:

Die insgesamt hohen Energieverbräuche für Kälte und Wärme und die daraus resultierenden hohen Energiekosten lassen sich dauerhaft nur durch eine umfassende energetische Fassadensanierung reduzieren.

5.1.3 Verwaltungsgebäude Glärnischstr. 1-3 (LRA GL)

Baujahr	1978
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	8.610
Qualität Wärmedämmung	sehr schlecht
Warmwasserversorgung	zentral
Heizung	
Kessel Leistung in kW	900
Baujahr Heizungsanlage	2006



Im Verwaltungsgebäude in der Glärnischstraße befindet sich auch die Leitstelle für den Landkreis. Die Verbräuche der Leitstelle sowie die der Verwaltung werden seit 2017 gesondert aufgeführt. Zur Versorgung der E-Autos stehen drei Ladepunkte zur Verfügung.

Verbrauchsentwicklung:

Absolut konnte der Wärmeverbrauch im Jahr 2022 um 217.577 kWh (-29 %) reduziert werden, unter Berücksichtigung der Witterung um 15,33 %. Diese Reduktion konnte durch die vorgenommenen Einsparmaßnahmen und der sehr guten personellen Betreuung des Gebäudes erreicht werden. Der Stromverbrauch im Verwaltungsbereich hat sich um 1,7 % reduziert und auch der Wasserverbrauch ist in 2022 wieder zurückgegangen.

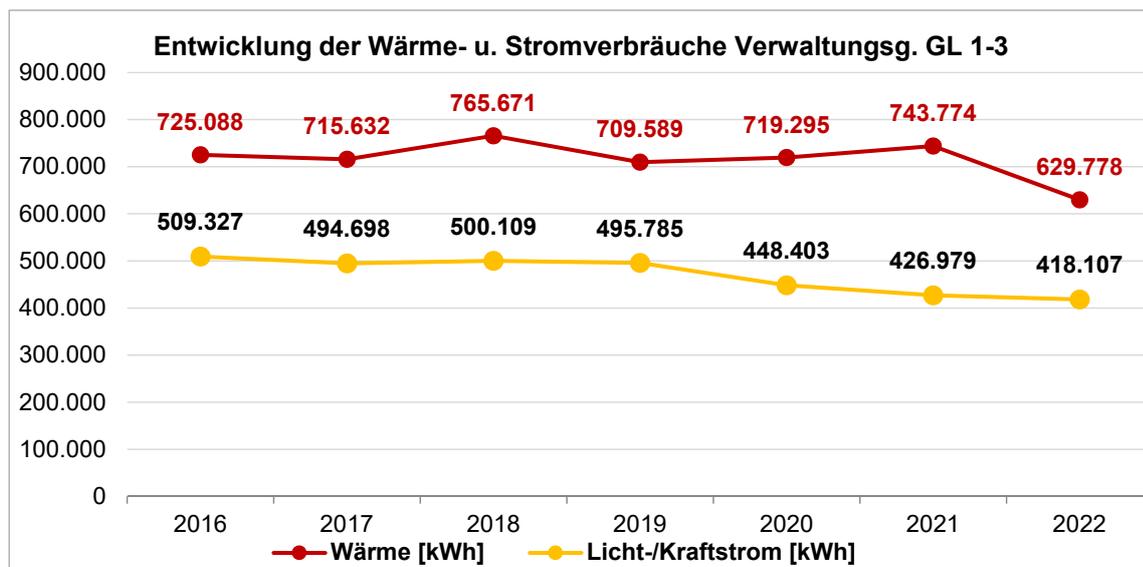


Abbildung 33 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche GL 1-3 (Wärmeverbräuche witterungsber.)

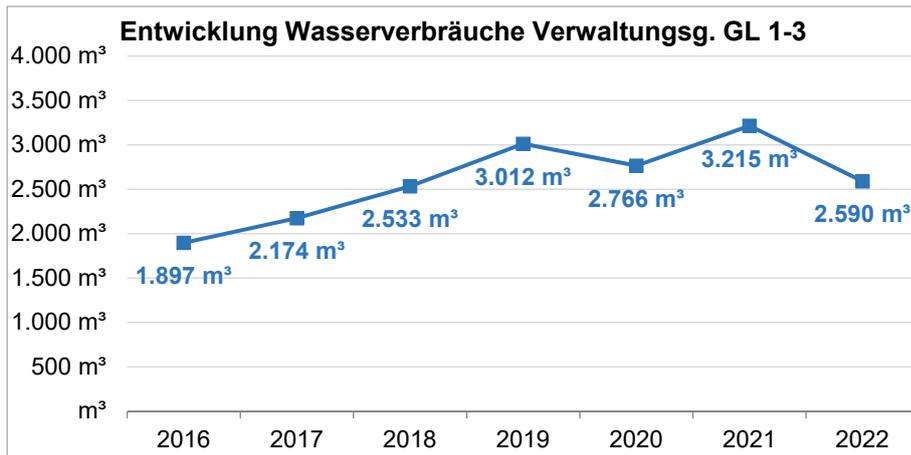


Abbildung 34

Entwicklung der Wasserverbräuche GL 1-3

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen 2022:

In den Fluren und im Treppenhaus wurden Präsenzmelder installiert. Zudem wurde die Beleuchtung einiger Restflächen (z. B. Flure) auf LED umgerüstet. Im Parkdeck wurden neue Radabstellanlagen installiert.

Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2022:

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Betriebs-/Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m³]	Kosten [€]	Fläche [m²]	Summe Kosten [€]
Verwaltungsgebäude Glärnischstr.	533.710	49.505	434.598	74.177	2.590	12.611	8.610	136.292

Kostenentwicklung:

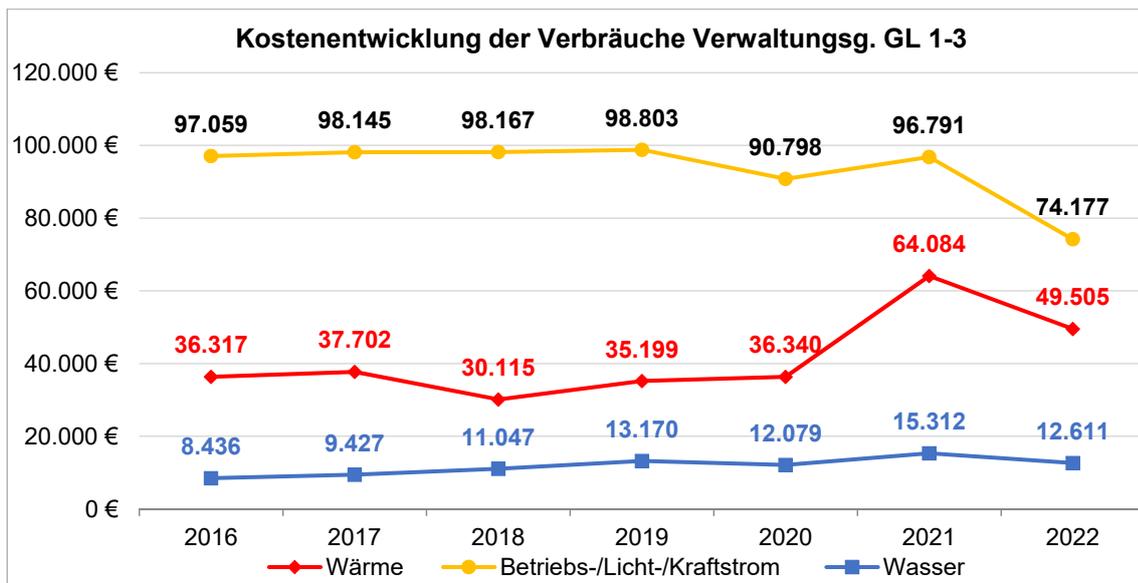


Abbildung 35 Kostenentwicklung Verbräuche LRA GL 1-3

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

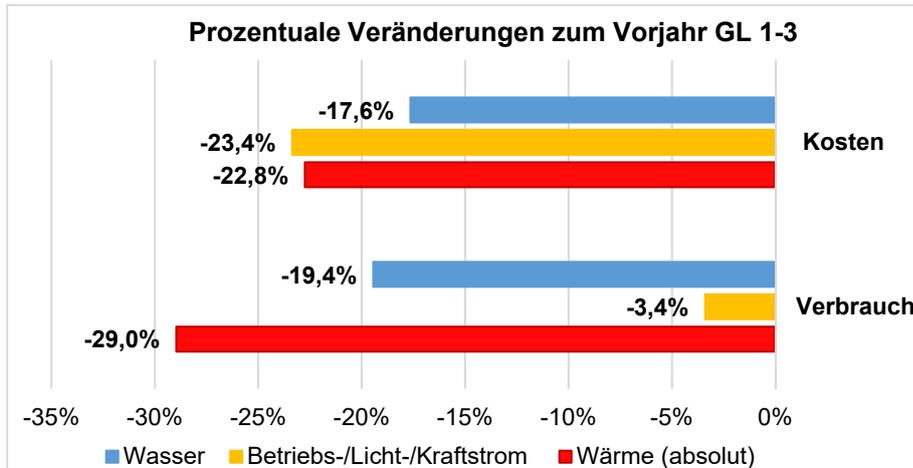


Abbildung 36 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Kosten, Vergleich zum Vorjahr

Geplante und mögliche Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung:

Aufgrund der aktuellen Überplanung des Grundstücks sind keine weiteren Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle vorgesehen.

5.2 Auswertung Schulgebäude und Schulsporthallen

Verbrauchsentwicklung Schulgebäude

Der Wärmeverbrauch hat sich reduziert, der Stromverbrauch ist angestiegen. Die Reduktion bei dem Wärmeverbrauch ist auf die Witterung und die durchgeführten Einsparmaßnahmen zurückzuführen. Der Anstieg des Stromverbrauchs ist auf den ganzjährigen Betrieb (im Vergleich zu Pandemiezeiten) zurückzuführen.

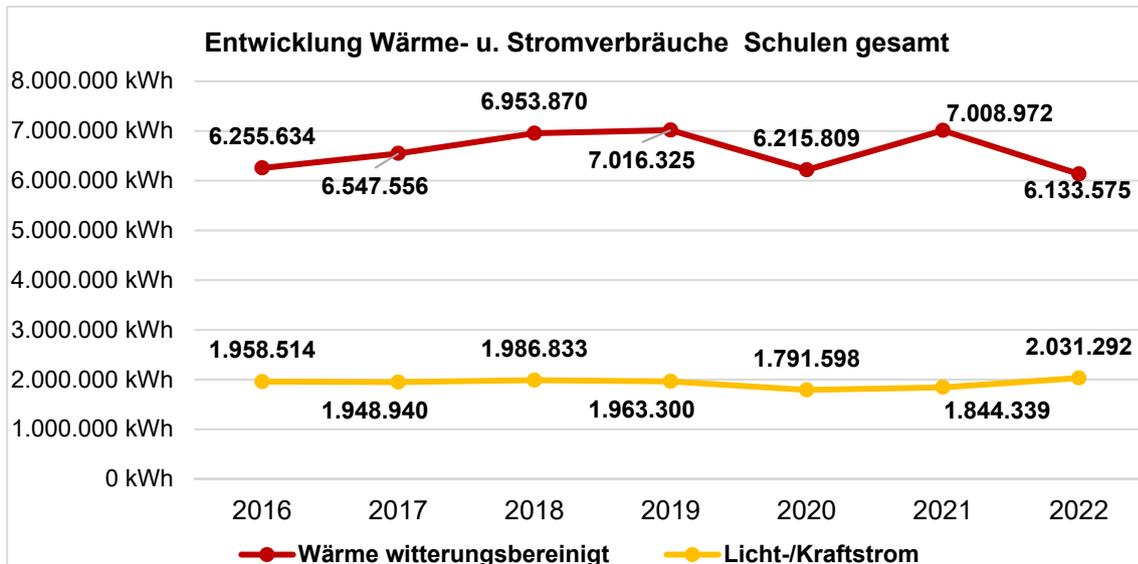


Abbildung 37 Entwicklung der Gesamtverbräuche Schulen (Wärme witterungsbereinigt)

Auch der Anstieg bei den Wasserverbräuchen in den Liegenschaften ist auf den ganzjährigen Betrieb zurückzuführen.

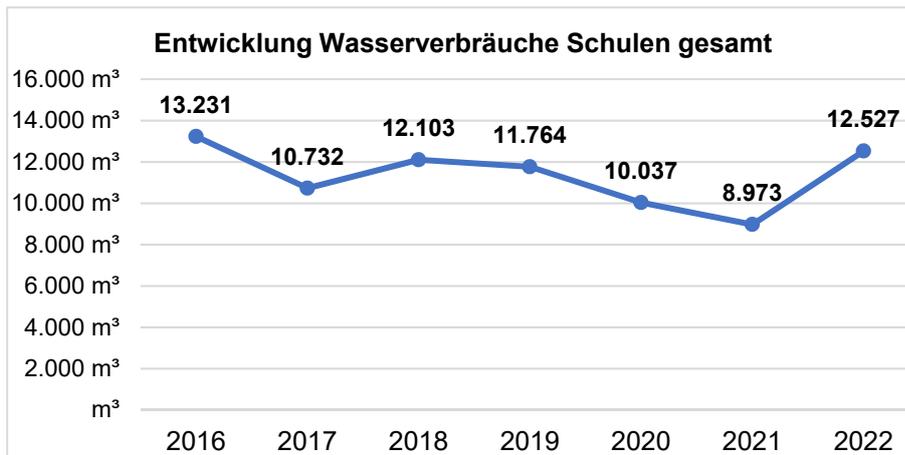


Abbildung 38 Entwicklung des Wasserverbrauchs gesamt (alle Schulen)

Wärmeverbräuche:

Für die Wärmeversorgung der sechs Schulen sind in 2022 absolut 5.397.270 kWh angefallen, im Vergleich zum Vorjahr ist das ein Minderverbrauch von – 23,6 %. Die prozentualen Veränderungen bei den absoluten Verbräuchen sind in der folgenden Grafik dargestellt:

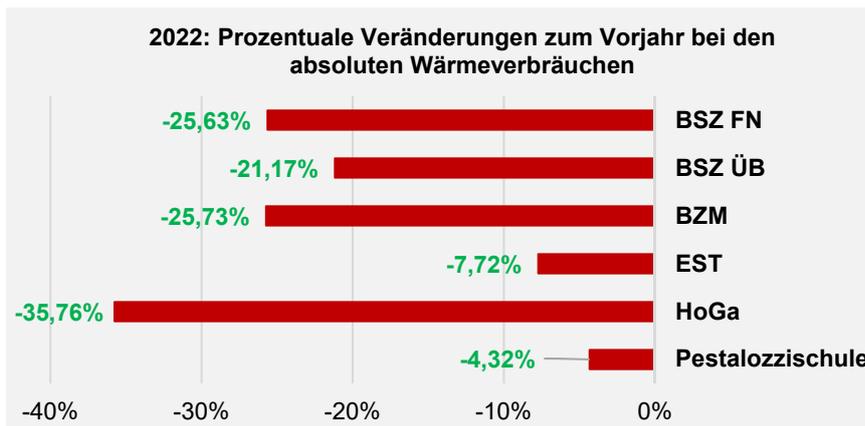


Abbildung 39 Prozentualer Mehrverbrauch absolute Wärmeverbräuche im Vergleich zum Vorjahr

Die folgende Grafik zeigt die Entwicklung der witterungsbereinigten Wärmeverbräuche der einzelnen Schulen (ohne Sporthallenverbräuche):

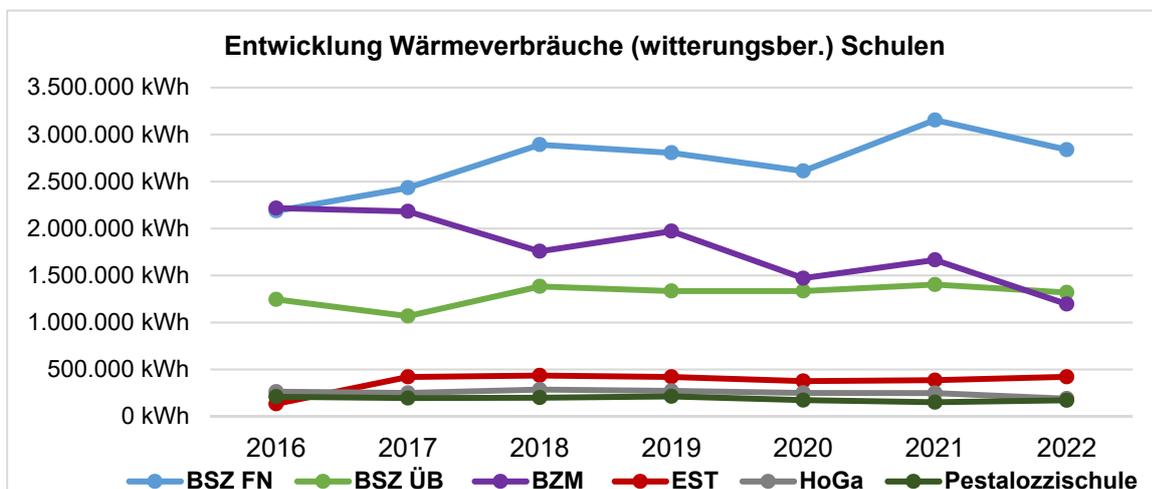


Abbildung 40 Entwicklung Wärmeverbräuche Schulen witterungsbereinigt)

Stromverbräuche:

Die Stromverbräuche sind in Summe um 10,1 % bzw. 186.954 kWh angestiegen. Der Mehrverbrauch ist in allen der sechs Schulen entstanden, verursacht durch die ganzjährige Nutzung sowie der Zunahme der Elektronikgeräte, die im Zuge des Digitalpakt angeschafft worden sind. Der geringe Verbrauchsanstieg in der HoGa ist auf die elektrische Erwärmung des Brauchwassers in 2021 zurückzuführen. Aufgrund der Heizungserneuerung war die Heizungsanlage mehrere Monate nicht in Betrieb.

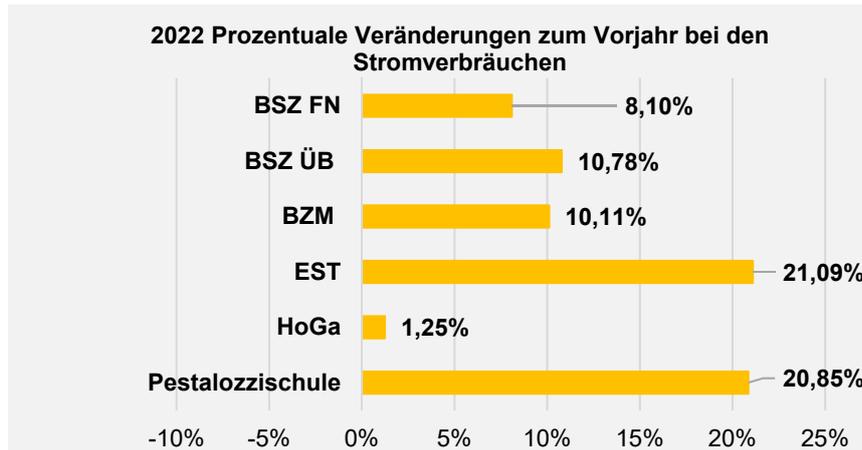


Abbildung 41 Prozentuale Veränderungen Stromverbräuche im Vergleich zum Vorjahr

Die folgende Grafik zeigt die Entwicklung der Stromverbräuche der einzelnen Schulen (ohne Sporthallenverbräuche):

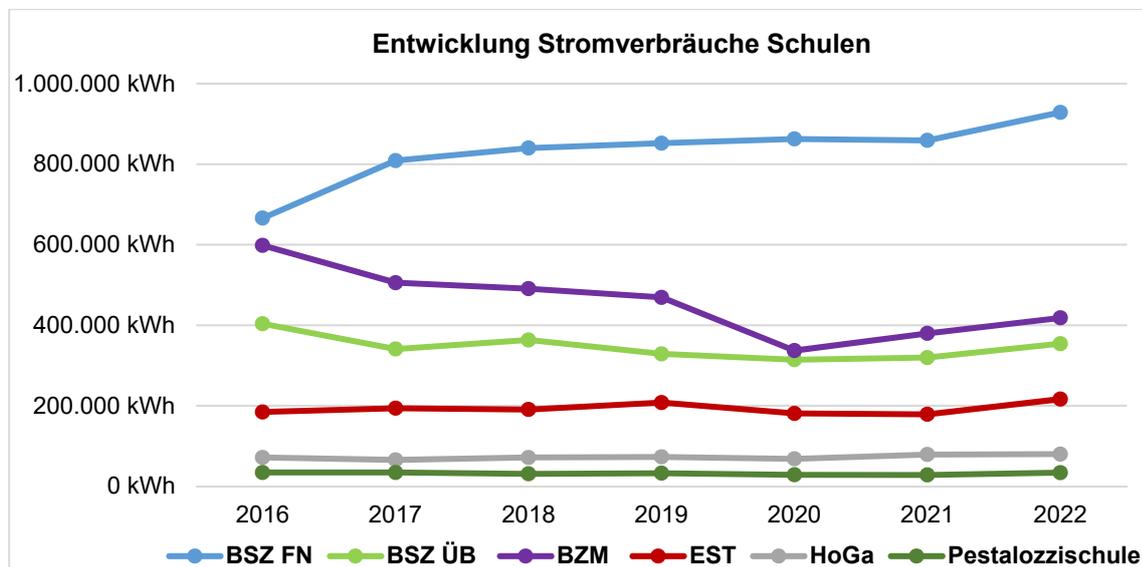


Abbildung 42 Entwicklung Licht-/Kraftstromverbräuche Schulen

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.

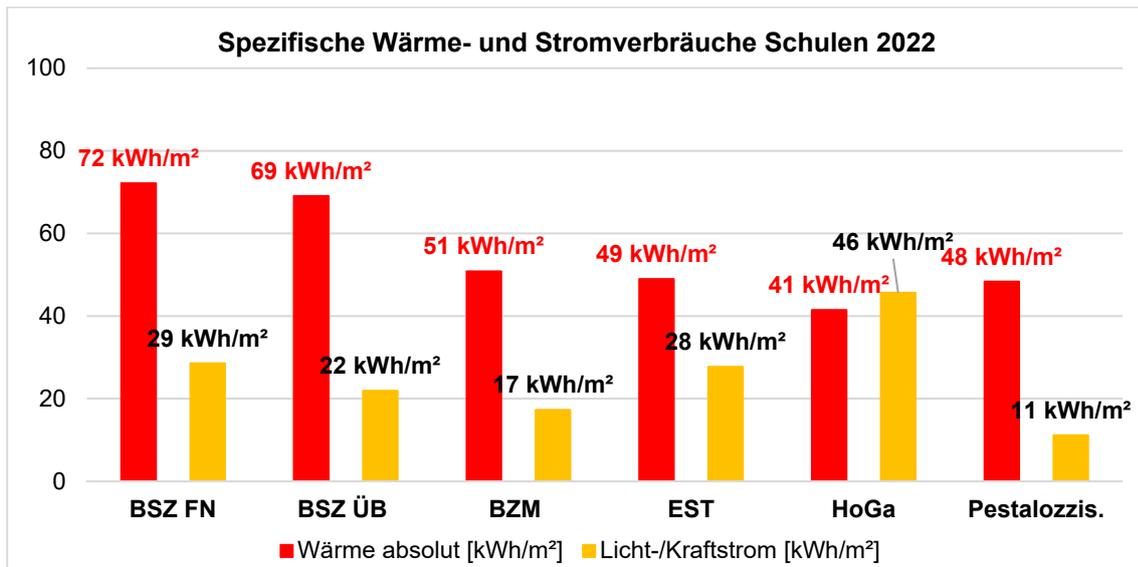


Abbildung 43 Spezifische Wärme- und Stromverbräuche Schulen in 2022

Wasserverbräuche:

Die Wasserverbräuche sind in allen Schulen angestiegen, in Summe um 39,6 %. Der Mehrverbrauch ist in allen der sechs Schulen entstanden, verursacht durch die ganzjährige Nutzung. In der HoGa sind aufgrund einer Baumaßnahme und der veränderten Nutzung (Wohnnutzung Asylunterkunft) eines Gebäudes die Wasserverbräuche angestiegen.

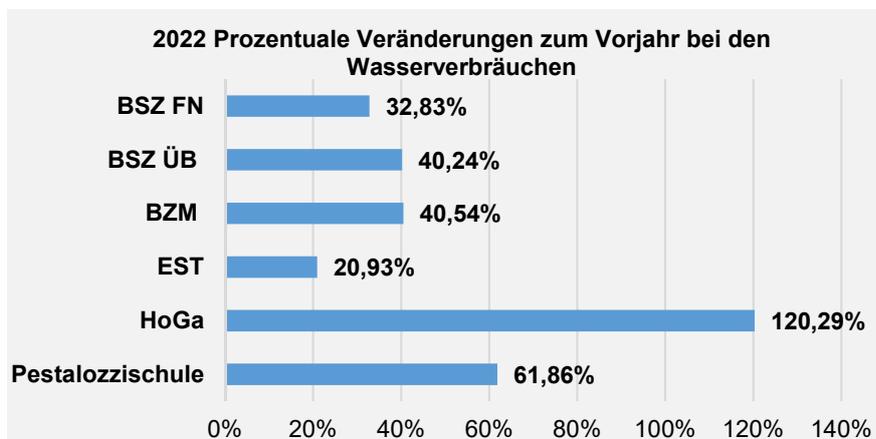


Abbildung 44 Prozentuale Veränderungen der Wasserverbräuche in den Schulen

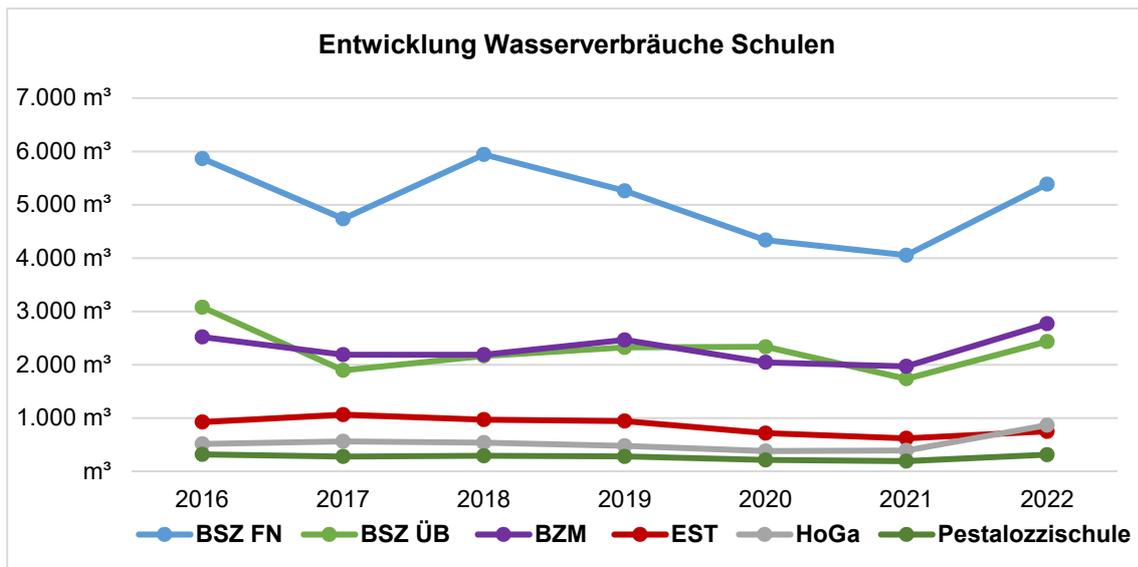


Abbildung 45 Entwicklung Wasserverbräuche Schulen

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

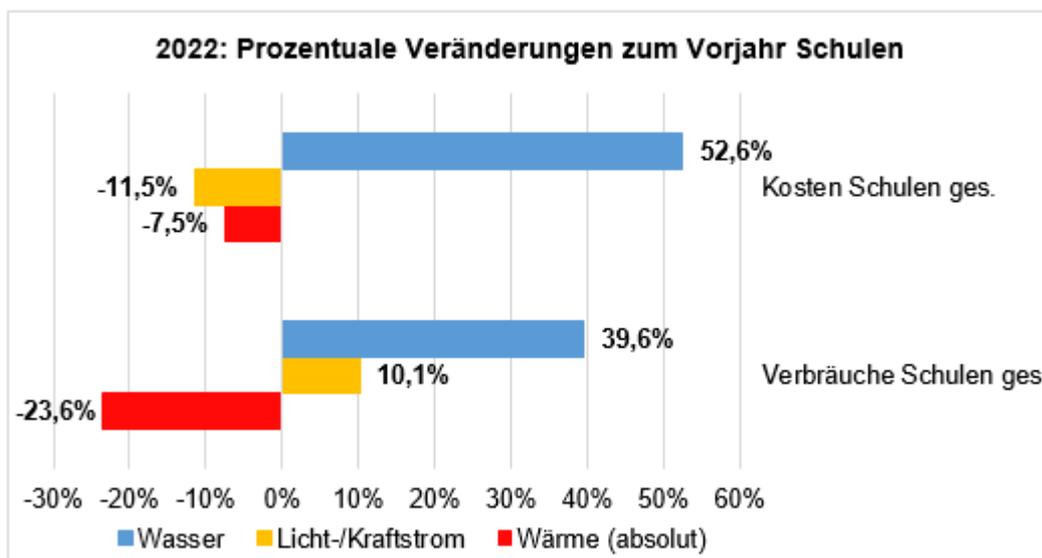


Abbildung 46 Prozentuale Veränderungen Kosten und Verbräuche Schulen gesamt, Vergleich Vorjahr

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 747.548 kWh benötigt, im Vergleich zum Vorjahr 16,57 % weniger. Die folgende Grafik zeigt die Wärmeverbrauchsentwicklung der Sporthallen:

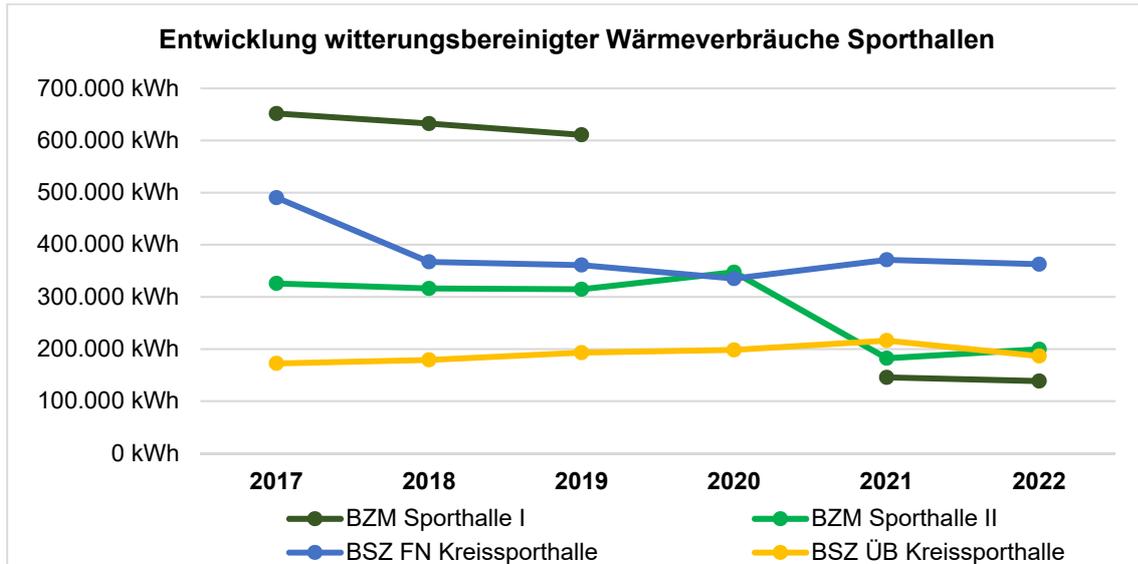


Abbildung 47 Entwicklung Wärmeverbräuche Sporthallen

Stromverbrauchsentwicklung:

Aufgrund der ganzjährigen Nutzung - auch für den Vereinssport - sind die Stromverbräuche der Sporthallen wieder auf dem Niveau von vor der Coronapandemie.

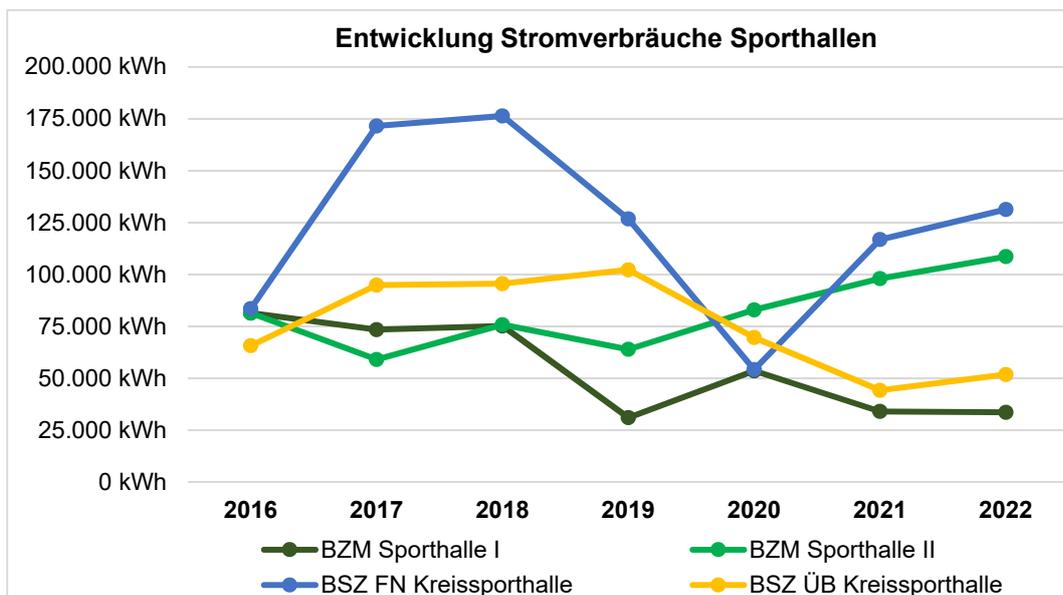


Abbildung 48
Entwicklung
Stromver-
bräuche
Sporthallen

Wasserverbrauchsentwicklung:

Analog zum Stromverbrauch ist auch der Wasserverbrauch in den Sporthallen wieder angestiegen.

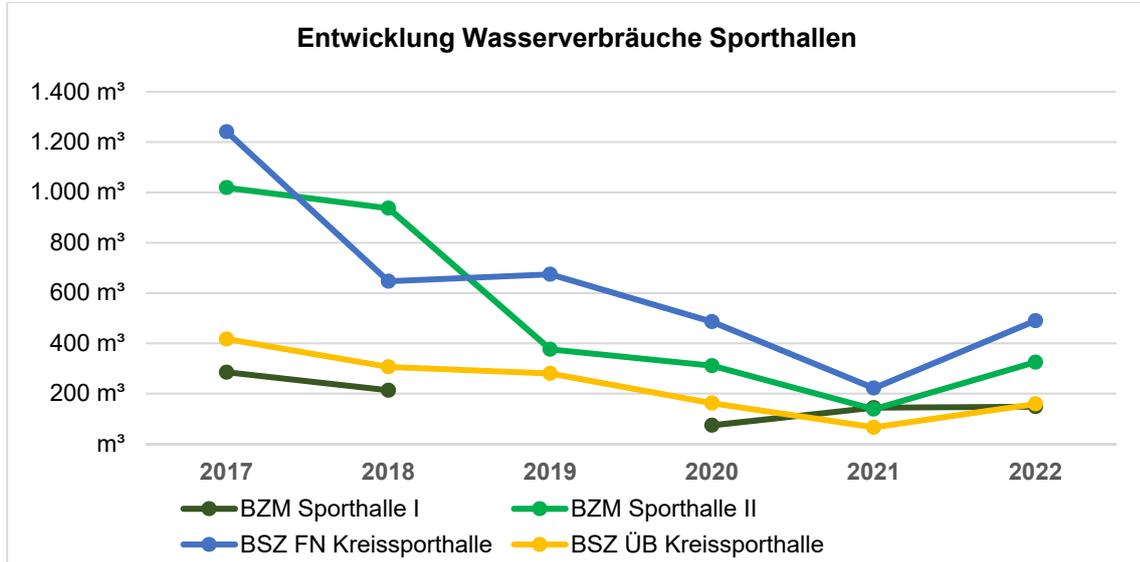


Abbildung 49 Entwicklung Wasserverbräuche Sporthallen

Prozentuale Veränderungen bei den Verbrauchskosten und den Verbräuchen im Vergleich zum Vorjahr:

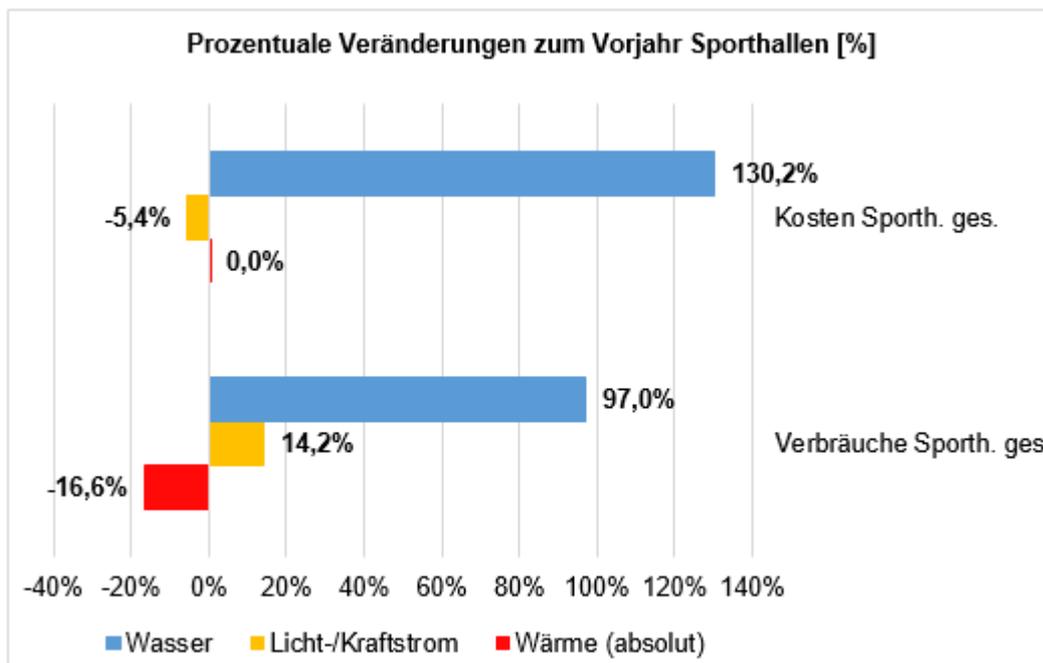


Abbildung 50 Prozentuale Veränderungen Kosten und Verbräuche Sporthallen gesamt, Vergleich Vorjahr

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)

Baujahr Zentralgebäude	1984
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	20.140
Qualität Wärmedämmung	schlecht
Warmwasserversorgung	dezentral
Flachdachsanierung	2007
Baujahr Werkstatt	1984
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	6.000
Qualität Wärmedämmung	schlecht
Warmwasserversorgung	zentral
Flachdachsanierung	2016
Baujahr Sporthalle	1984
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	3.440
Qualität Wärmedämmung	schlecht
Warmwasserversorgung	zentral
Flachdachsanierung	2007
Baujahr Erweiterungsbau	2009
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	6.390
Qualität Wärmedämmung	gut
Warmwasserversorgung	dezentral
Heizzentrale Stadtwerk am See	
Heizkessel Holz	
Heizkessel Gas (fossil)	
Heizkessel Öl (fossil)	
BHKW 1 (Gas fossil)	
BHKW 2 (Gas fossil)	



Das berufliche Schulzentrum Friedrichshafen 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 zur Verfügung. Ab Oktober wurde die Sporthalle zur Notunterkunft für Flüchtlinge umgebaut, die ab Januar 2023 in Betrieb gegangen ist.

Die gesamte Liegenschaft wird von der kreiseigenen Wärmeerzeugungsanlage, 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 Holzessel (Holzhackschnitzel), einen Gaskessel und einen Heizölkessel erzeugt. Zwei BHKWs (eines vom Stadtwerk am See, eines vom Landkreis) ergänzen den Energiemix. Zusätzlich wird der Erweiterungsbau mittels einer Geothermieanlage mit Wärme versorgt.

Energiemix aus der Heizzentrale in 2022

Insgesamt wurden für die Liegenschaft 2.541.600 kWh Wärme aus der Heizzentrale abgenommen. Davon wurden 60 % der Energiemenge aus dem Holzessel, 20 % aus dem Gaskessel, 15 % aus dem BHKW und 5 % aus dem Heizölkessel gewonnen. Im Vergleich zum Vorjahr sind 4 % mehr fossile Energieträger zum Einsatz gekommen (2021: 46 % fossile Energieträger, 64 % Holzackschnitzel).

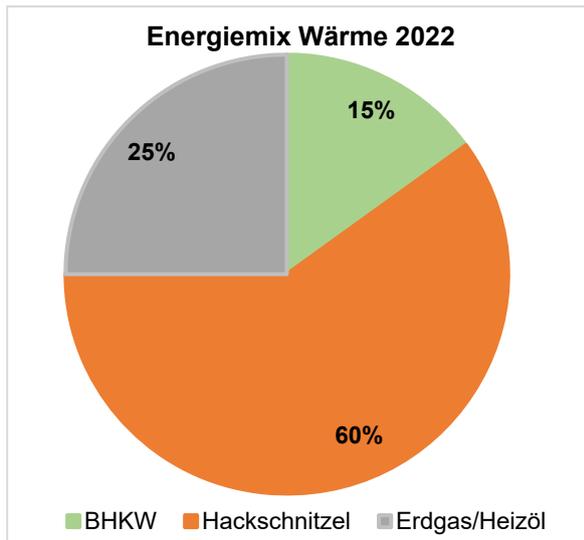


Abbildung 51 Anteilige Energieträger Wärmeerzeugung Heizzentrale Stadtwerk am See

Zusätzlich wurden für den Erweiterungsbau 107.580 kWh Wärmemenge aus der Geothermie mittels Wärmepumpe generiert. Der gesamte Wärmeverbrauch (incl. Versorgung der Hausmeisterwohnungen) der Liegenschaft liegt absolut bei 2.686.375 kWh, witterungsbereinigt bei 3.250.514 kWh und hat sich im Vergleich zum Vorjahr absolut um 23,6 % und witterungsbereinigt um 7,6 % verringert.

Der Stromverbrauch für die gesamte Liegenschaft ist um 8,6 % angestiegen.

Die folgende Grafik zeigt die Verbräuche Wärme⁷ und Licht-/Kraftstrom der gesamten Liegenschaft im Vergleich:

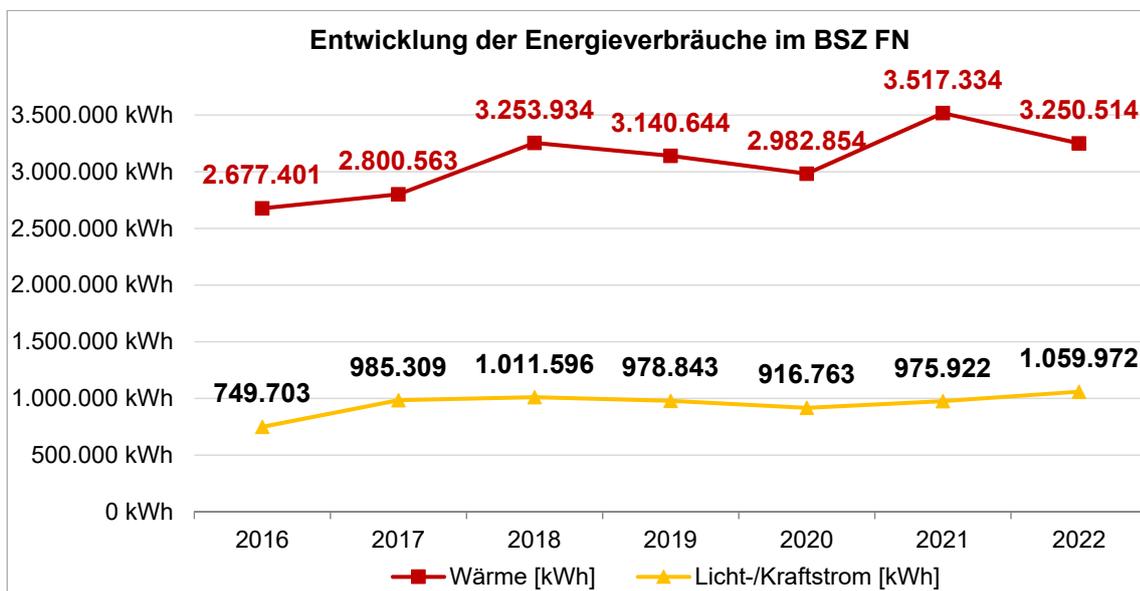


Abbildung 52 Entwicklung Energieverbräuche BSZ FN gesamt (Wärmeverbräuche witterungsber.)

Die Wasserverbräuche in der gesamten Liegenschaft, einschließlich Sportplatz, sind im Vergleich zum Vorjahr um 68 % angestiegen. Dies ist auf den ganzjährigen Schulbetrieb und den Fehlbetrieb der Beregnungsanlage des Sportplatzes zurückzuführen, es entstand dort im Vergleich zum Vorjahr ein Mehrverbrauch von 1.179 m³, der auch zu deutlich höheren Kosten führte.

⁷ Die aus der der Geothermieanlage generierte Wärmemenge ist seit 2017 in den Verbräuchen enthalten.



Abbildung 53 Entwicklung Wasserverbräuche (ges. Liegenschaft)

Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2022:

Die Verteilung der Energieverbräuche für Wärme-, Kälte- und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für die Liegenschaft BSZ FN stellen sich in 2022 wie folgt dar:

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Betriebs-/Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m³]	Kosten [€]	Fläche [m²]	Summe Kosten [€]
BSZ FN	2.686.375	212.036	1.059.972	241.748	7.063	35.706	35.970	489.490

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

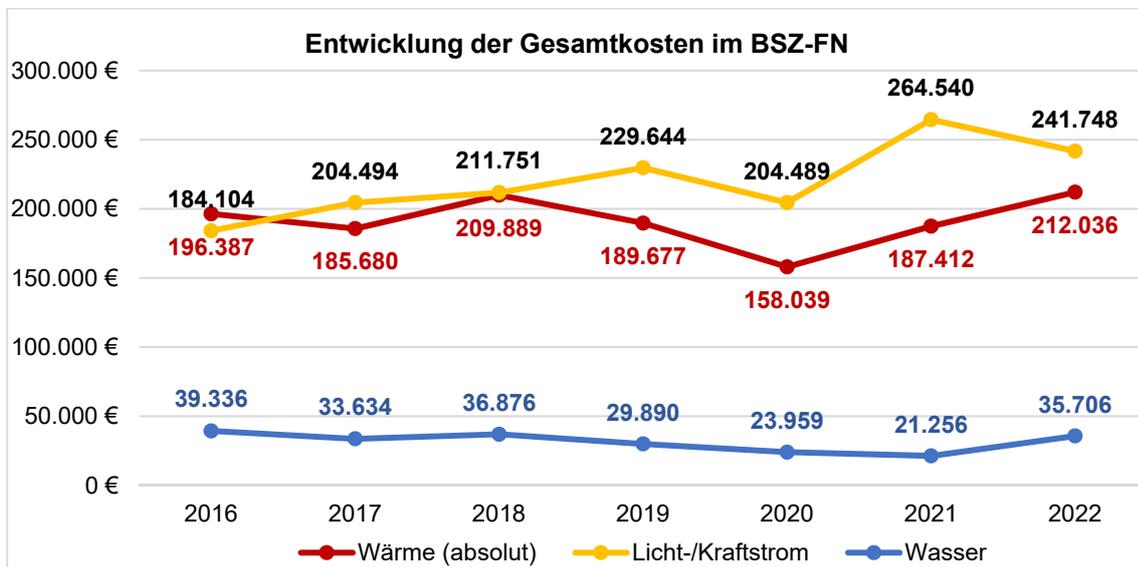


Abbildung 54 Kostenentwicklung der Verbräuche BSZ FN

Die Wärmeverbräuche sind zurückgegangen, die Kosten haben sich erhöht, die Stromverbräuche sind angestiegen, die Kosten haben sich jedoch aufgrund der staatlichen Hilfen reduziert. Die Kosten für die Wasserverbräuche haben sich analog zu den Verbräuchen erhöht.

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

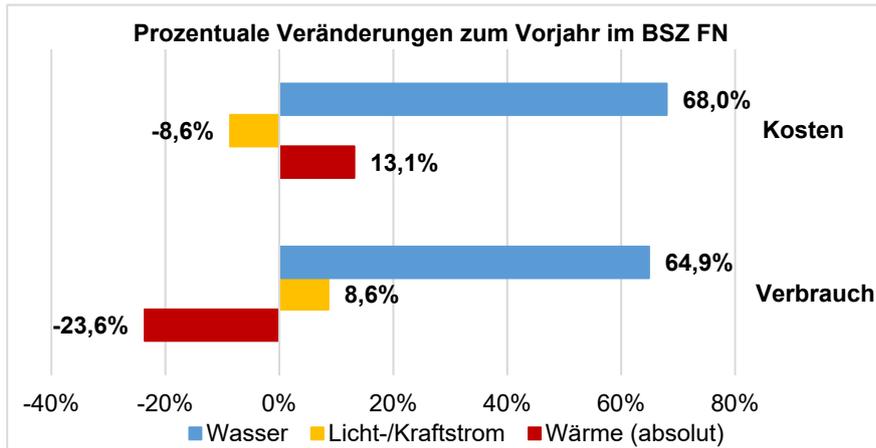


Abbildung 55 Prozentuale Veränderungen bei Kosten und Verbräuchen BSZ FN, Vergleich Vorjahr (Wärmeverbrauch absolut)

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen am Berufsschulzentrum Friedrichshafen 2022

- Die Beleuchtung in den Aulen - Umrüstung auf LED – wurde abgeschlossen.
- Die Unterverteilungen in der CDS und DHS wurden saniert.
- Die Beleuchtung wurde in allen Klassenräumen auf LED-Technik umgerüstet.

Vorgesehene und mögliche Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung:

- Die Erneuerung der Nahwärmeleitung im Medienkanal sowie der Einbau von Wärmetauschern für die einzelnen Gebäude ist in 2023 vorgesehen und soll die Wärmeverluste reduzieren sowie zu Energie- und Kosteneinsparungen im Bereich Wärme führen.
- Ab 2024 soll die Verglasung der Oberlichter und Fassaden im Werkstattgebäude ausgetauscht werden. Die Oberlichter und Fassaden der Sporthalle sollen erneuert werden.
- In der Sporthalle sollen 2023 neue Motoren mit Drehzahlregelung über Frequenzumformer und einer CO₂-abhängig gesteuerten Luftmengenregelung in das vorhandene Lüftungsgerät eingebaut werden.

Verbrauchsentwicklung Einzelgebäude:

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

Hauptgebäude

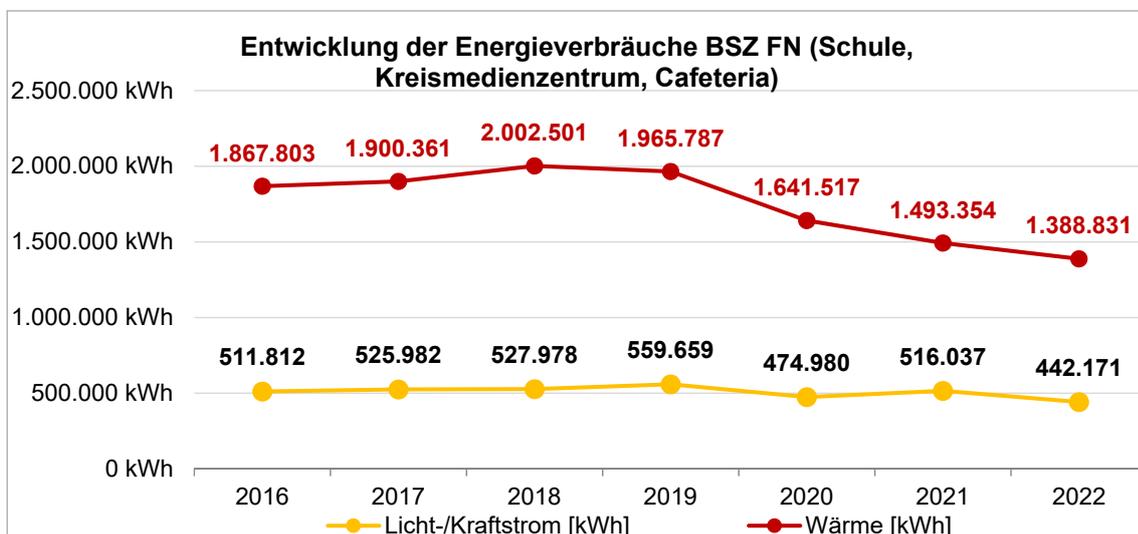


Abbildung 56 Entwicklung Energieverbräuche Hauptgebäude (Wärmeverbräuche witterungsber.)

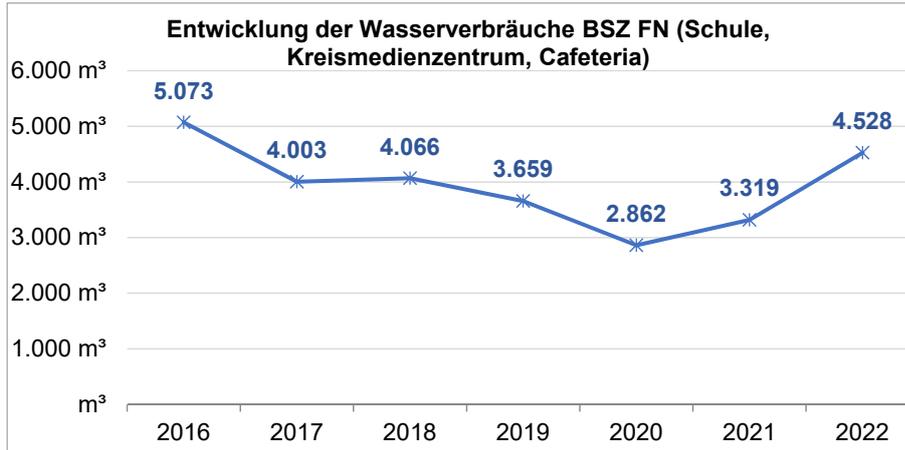


Abbildung 57 Entwicklung der Wasserverbräuche Hauptgebäude BSZ FN

Werkstattgebäude

Der Strombedarf im Werkstattgebäude ist stark angestiegen, dies hat verschiedene Ursachen: Bei der Sanierung der Duschen und WCs ist ganzjährig Baustellenstrom angefallen. Außerdem wurde in 2022 der Motor einer der Lüftungsanlagen erneuert, dieser war nicht geregelt eingestellt. Die Abluftanlage der Zimmereiwerkstatt war zu Beginn des Einbaus noch nicht final eingeregelt, diese hatte zu lange Laufzeiten, was zu unnötigen Verbräuchen führte. In der Schweißerei wurde eine Plasmaschneidemaschine installiert, die ebenfalls zu einem hohen Mehrbedarf führt.

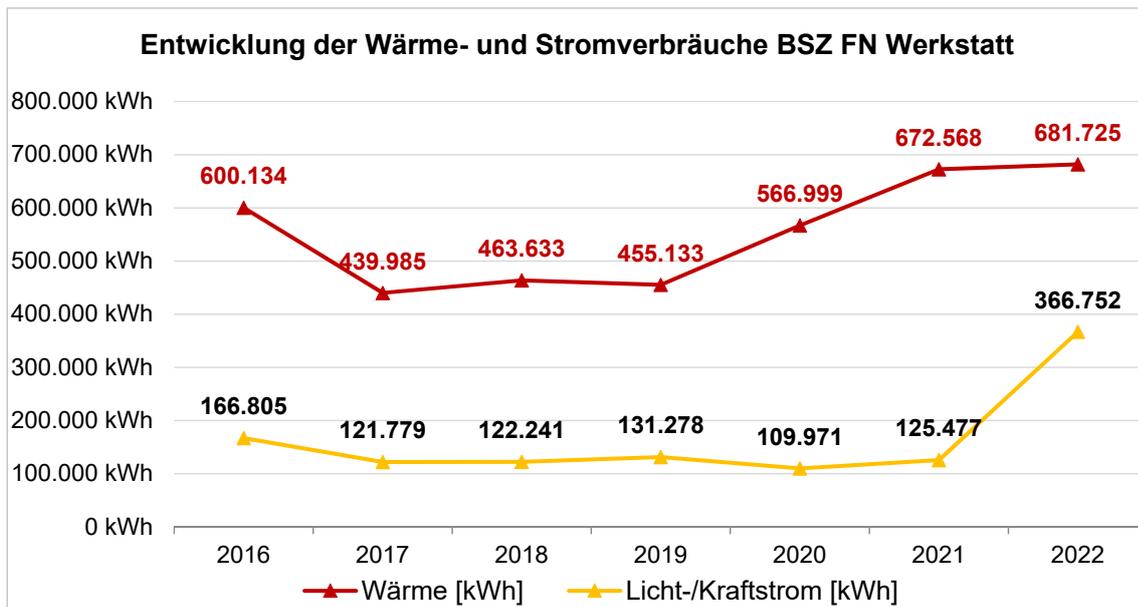


Abbildung 58 Entwicklung Energieverbräuche Werkstattgebäude BSZ FN

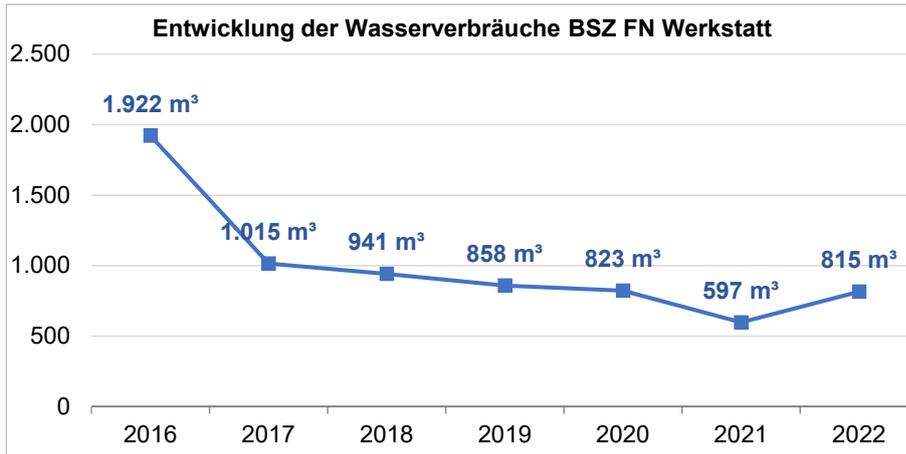


Abbildung 59 Entwicklung Wasserverbräuche Werkstattgebäude BSZ FN

Erweiterungsgebäude

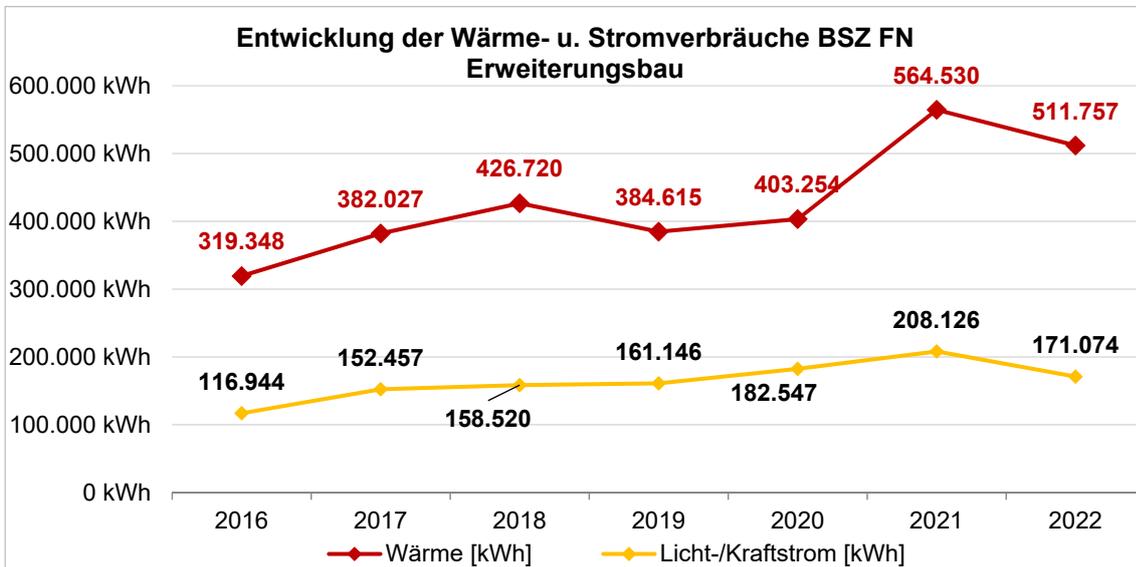


Abbildung 60 Entwicklung Energieverbräuche Erweiterungsgebäude BSZ FN (Wärmeverbräuche witterungsber.)

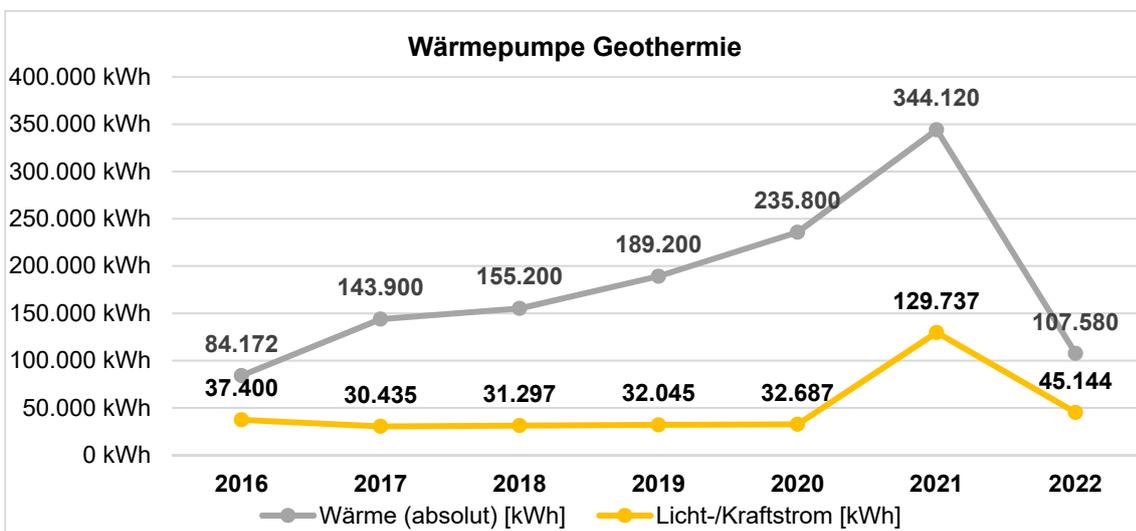


Abbildung 61 Entwicklung Wärmeezeugung und Stromverbräuche Geothermieanlage

Aufgrund eines aus Personalmangel zu spät entdeckten Defekts in der Geothermieanlage wurde deutlich weniger Wärme als in den Jahren 2017 bis 2021 generiert. Es kam infolge zu einem Mehrverbrauch von Wärme aus der Heizzentrale.



Abbildung 62 Entwicklung Wasserverbräuche Erweiterungsgebäude BSZ FN

Sporthalle und Sportplatz

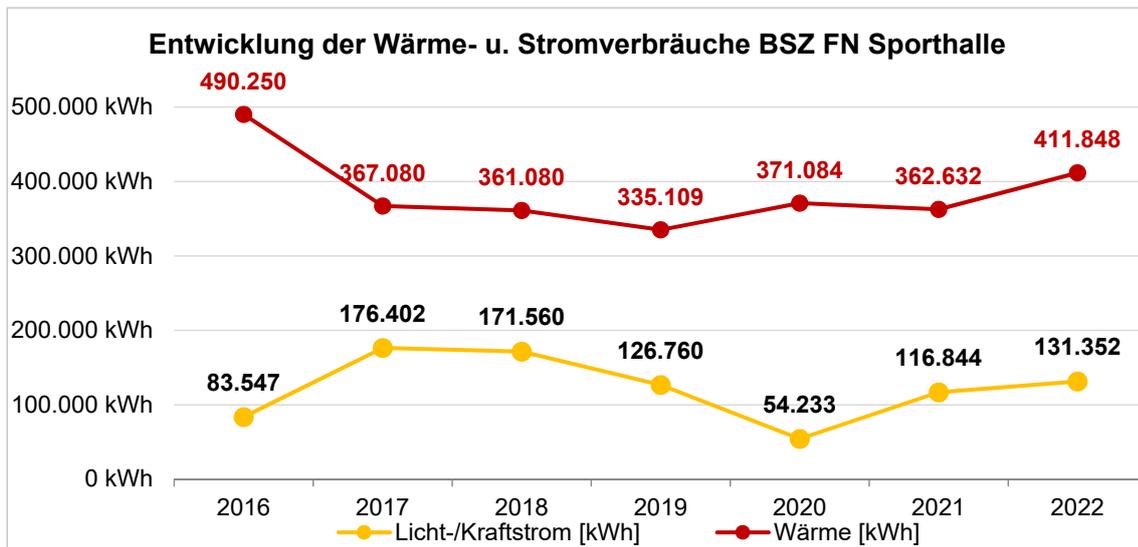


Abbildung 63 Entwicklung Energieverbräuche Sporthalle BSZ FN (Wärmeverbräuche witterungsber.)

Auch bei der Sportplatzbewässerung wurde aufgrund von Personalmangel eine falsche Einstellung nach Wartungsarbeiten zu spät entdeckt, was einen enorm hohen Trinkwasserverbrauch zur Bewässerung des Sportplatzes zur Folge hatte.

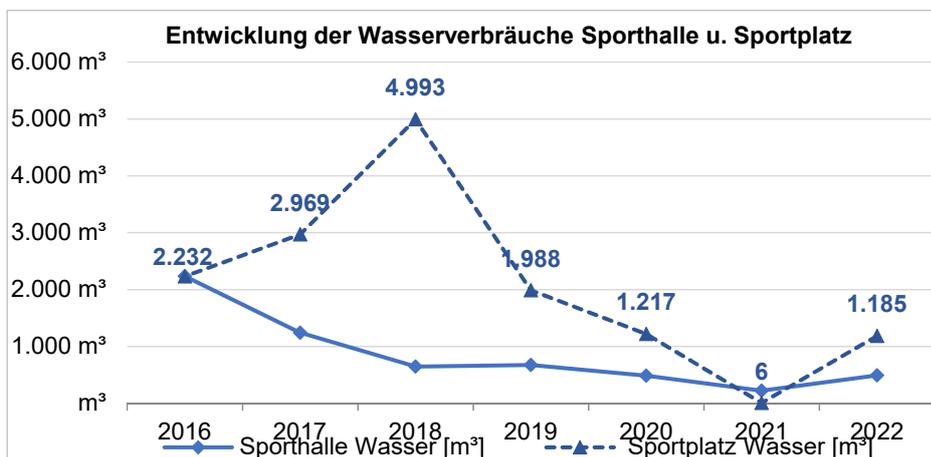


Abbildung 64 Entwicklung Wasserverbräuche Sporthalle und Sportplatz BSZ FN

5.2.2 Berufsschulzentrum Überlingen (BSZ ÜB)

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

Zum Schuljahr 2022/2023 wurde die Jörg-Zürn-Gewerbeschule und die Justus-von-Liebig-Schule fusioniert zur Marie-Curie-Schule (MCS) mit den Gebäudeteilen A, B, D und W.



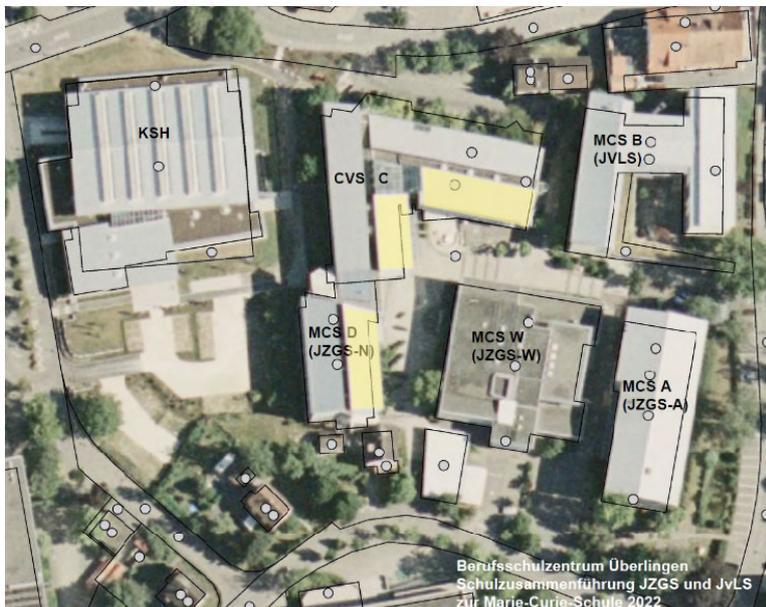
Constantin-Vanotti-Schule



Marie-Curie-Schule Gebäude B



Marie-Curie-Schule Gebäude W



Marie-Curie-Schule Gebäude A

Zur gesamten Liegenschaft gehören drei Schulgebäude, ein Werkstattgebäude sowie eine Sporthalle.

Die Verbräuche der einzelnen Gebäude werden seit 2017 über mehrere Zählpunkte ermittelt, dadurch wurden die Verbräuche nur noch teilweise nach Quadratmetern bzw. Nutzern berechnet. Dies führt stellenweise zu starken Veränderungen im Vergleich zu den Vorjahren. Die Verbräuche der einzelnen Gebäude werden zur Vollständigkeit trotzdem dargestellt, sind aber mit den Werten vor 2017 nicht vergleichbar.

Die Wärmeversorgung der gesamten Liegenschaft erfolgt über zwei unabhängige Heizzentralen die mit Gas und teilweise auch mit Öl betrieben werden.

Verbrauchsentwicklung:

Insgesamt wurden 2022 für die gesamte Liegenschaft absolut 1.296.364 kWh Wärme benötigt. Im Vergleich zum Vorjahr hat sich der Verbrauch absolut um 19,3 % bzw. 309.720 kWh reduziert, witterungsbereinigt ist er um 3,8 % zurückgegangen.

Der Stromverbrauch für die gesamte Liegenschaft ist um 11,6 % bzw. 42.090 kWh angestiegen, ist aber unter dem Niveau von vor der Coronapandemie.

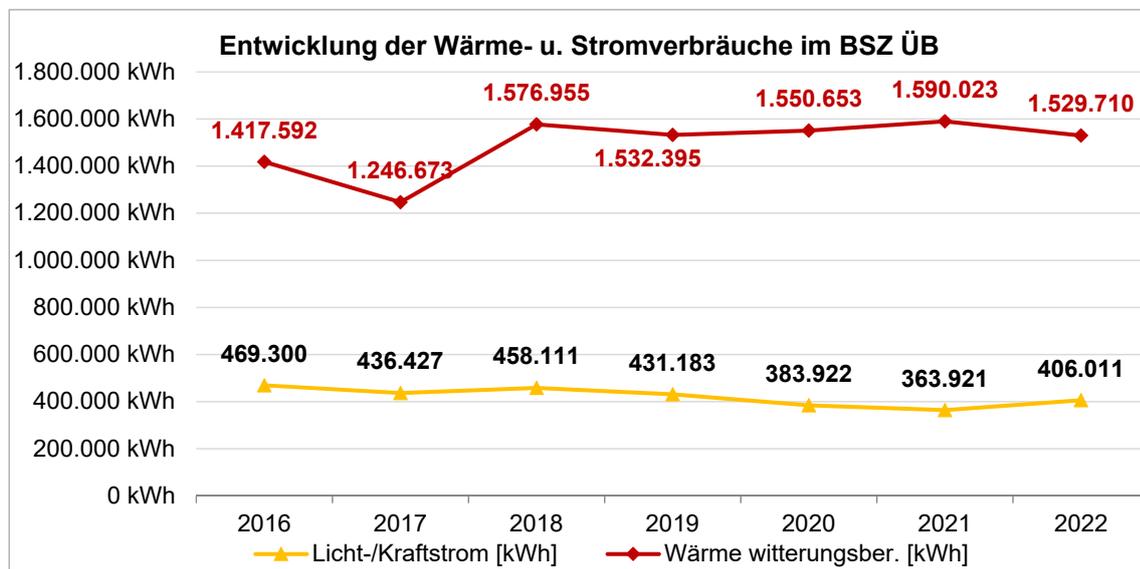


Abbildung 65 Entwicklung der Verbräuche Berufsschulzentrum ÜB, gesamte Liegenschaft (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Wie die Stromverbräuche sind auch die Wasserverbräuche infolge des Normalbetriebs wieder angestiegen. Außerdem mussten die neugepflanzten Bäume gewässert werden.

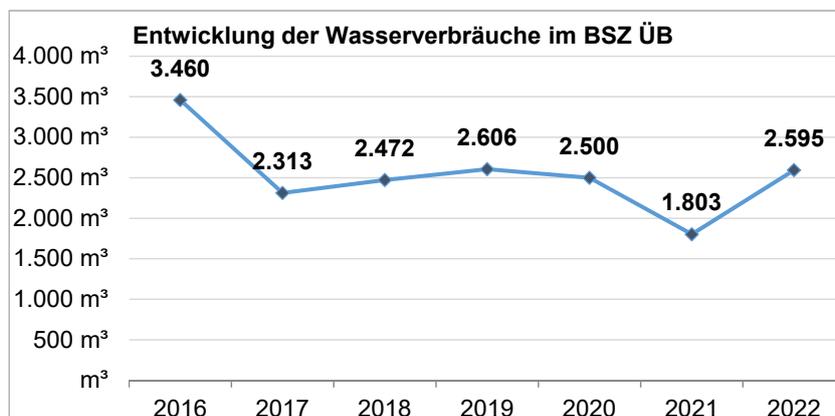


Abbildung 66 Entwicklung der Wasserverbräuche im BSZ ÜB

Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2022:

Die Verteilung der Energieverbräuche für Wärme-, Kälte- und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für die Liegenschaft BSZ ÜB stellen sich in 2022 wie folgt dar:

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Betriebs-/Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m³]	Kosten [€]	Fläche [m²]	Summe Kosten [€]
BSZ ÜB	1.296.364	67.078	406.011	80.863	2.595	12.889	18.817	160.830

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

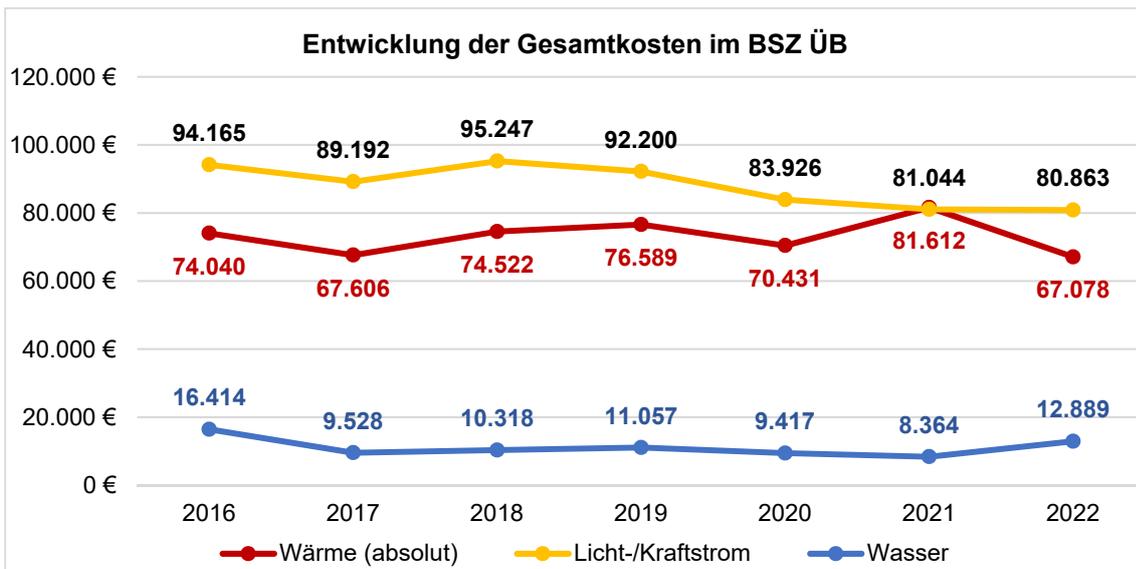


Abbildung 67 Gesamtkostenentwicklung BSZ Überlingen (gesamte Liegenschaft)

Die folgende Grafik zeigt - im Vergleich zum Vorjahr - die Veränderungen bei den Kosten und Verbräuchen:

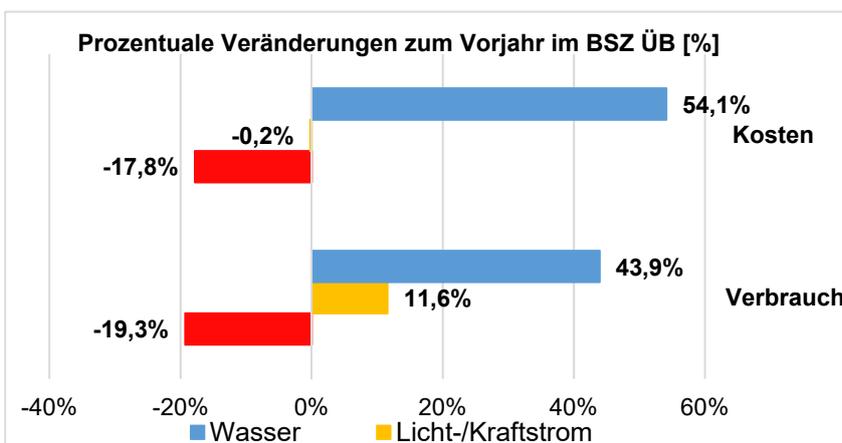


Abbildung 68 Prozentuale Veränderungen bei Kosten und Verbräuchen BSZ ÜB, Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbrauch absolut)

Insgesamt haben sich die Kosten für die Wärme- und Energieversorgung im Vergleich zu 2021 reduziert, die Kosten für den Wasserverbrauch haben sich bei einem Verbrauchsanstieg von 44 % um 54 % erhöht.

Verbrauchsentwicklung Wärme Einzelgebäude:

Mit Ausnahme der Sporthalle haben sich die Verbräuche in allen Gebäuden reduziert.

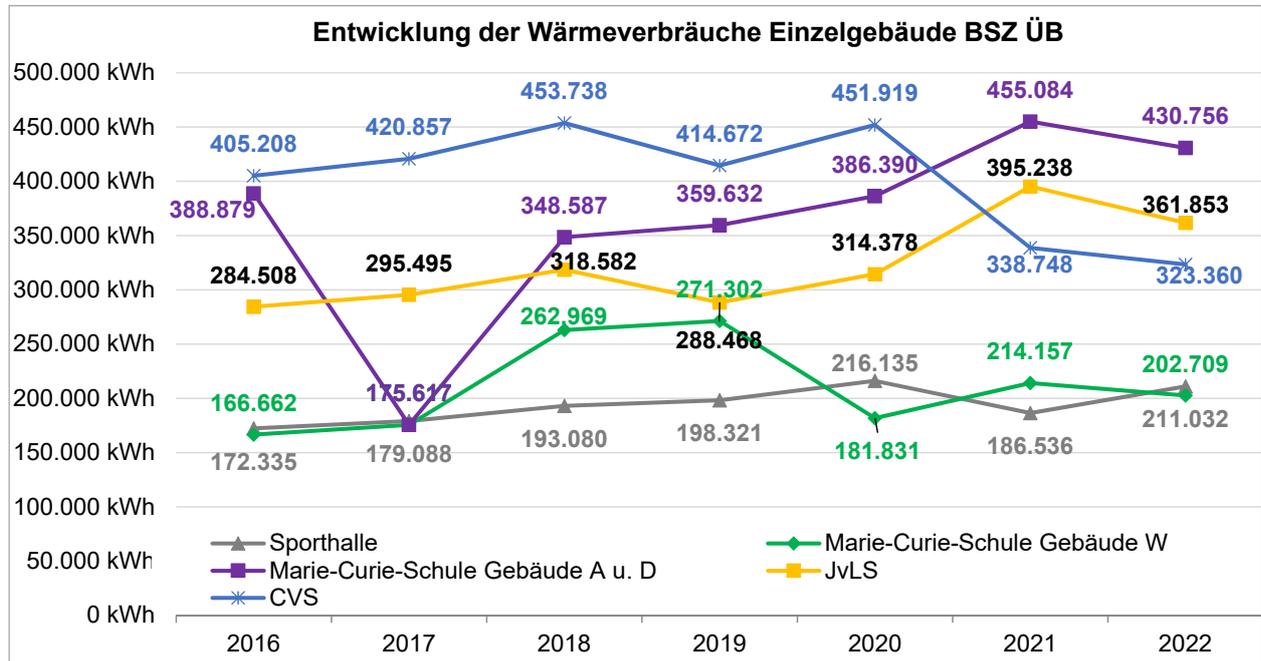


Abbildung 69 Entwicklung Wärmeverbräuche Einzelgebäude BSZ ÜB (Wärmeverbräuche witterungsber.)

Verbrauchsentwicklung Strom Einzelgebäude:

Die Stromverbräuche sind im Vergleich zum Vorjahr - mit Ausnahme der Constantin-Vanotti-Schule - in allen Gebäuden aufgrund des Ganzjahresunterrichts wieder angestiegen, in der Constantin Vanotti-Schule haben sie sich um 17,5 % reduziert.

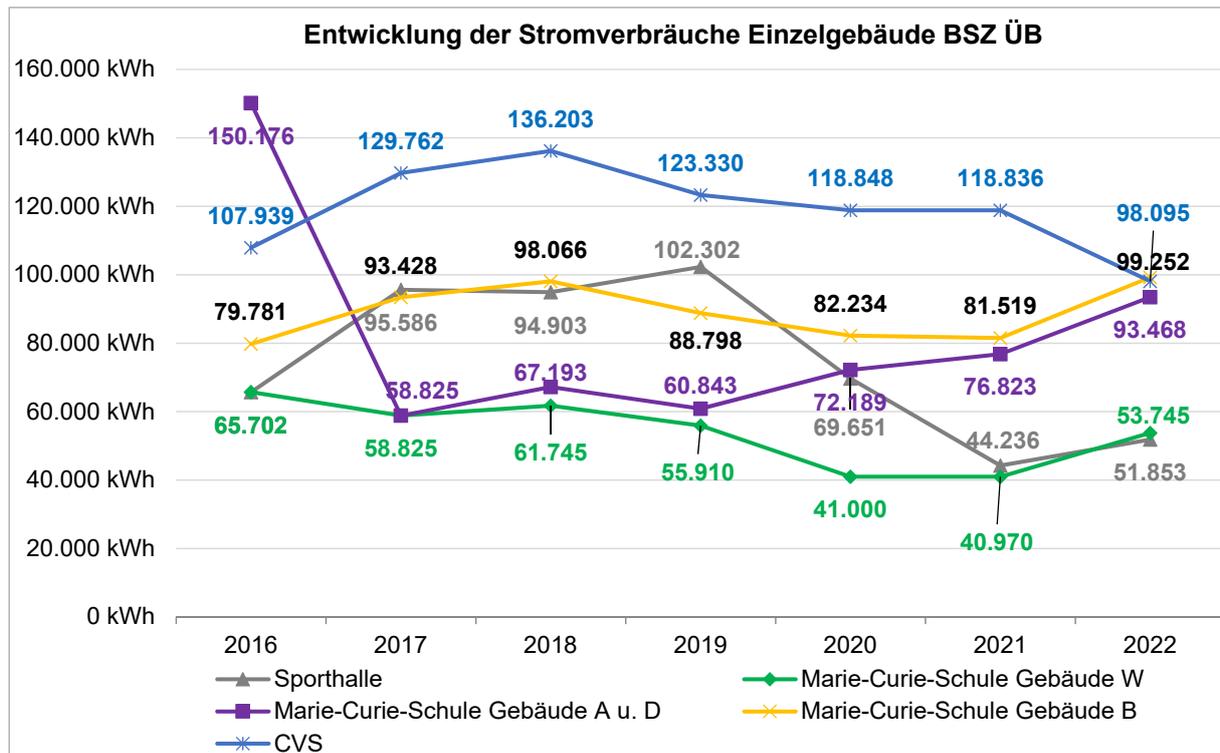


Abbildung 70 Entwicklung Stromverbräuche Einzelgebäude BSZ ÜB

Verbrauchsentwicklung Wasser Einzelgebäude:

Die Wasserverbräuche sind in allen Gebäuden wieder angestiegen. Dies ist auf den ganzjährigen Schulbetrieb, auf Bauarbeiten und das Bewässern der Grünanlagen zurückzuführen.

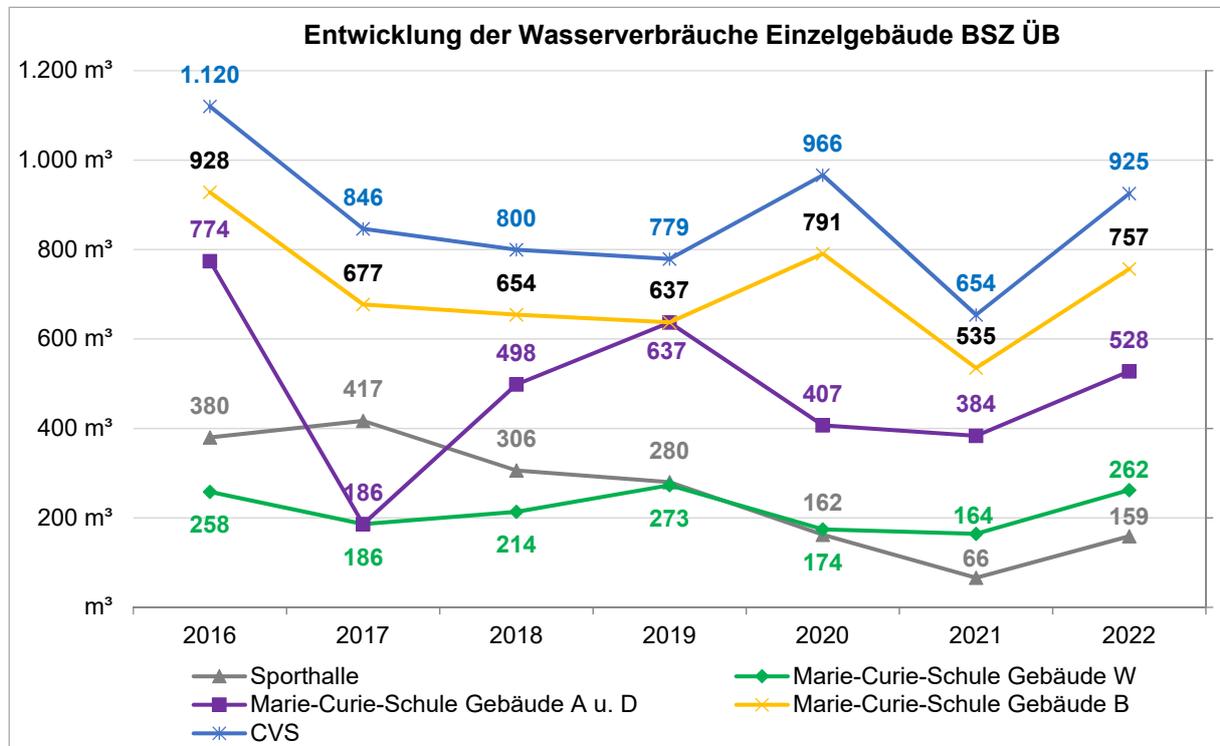


Abbildung 71 Entwicklung Wasserverbräuche Einzelgebäude BSZ ÜB

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen am Berufsschulzentrum Überlingen 2022:

- Sanierung der Trinkwasserinstallation EG - 2.OG. Marie-Curie-Schule Geb. A
- Sanierung der Abwasserfallleitungen und Einbau Fluchttüren Klassen- und Lehrervorbereitungsräumen 2. OG Marie-Curie-Schule Geb. A
- Erneuerung Heizungsverteilung und-steuerung sowie Austausch der alten Pumpen gegen Hocheffizienzpumpen im Werkstattgebäude
- Umstellung Beleuchtung auf LED und Ergänzung Notfallbeleuchtung in der Werkstatt
- Anbau von zwei Außenfluchttreppen Werkstattgebäude
- Errichtung einer PV-Anlage mit 99 kWp-Nennleistung zur Eigenstromversorgung auf den Gebäuden CVS + Marie-Curie-Schule Geb. D (ab 2023 in Betrieb, das Wechselrichter nicht lieferbar)
- Umbau Schulleiterbereich mit Sekretariat + Abteilungsleiterbereich 1.OG aufgrund Schulzusammenführung JZGS und JvLS zur Marie-Curie-Schule

Geplante und mögliche Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung:

- 2023 ist die Umrüstung der Hallen- und Notbeleuchtung auf LED in Kombination mit Präsenzmeldern in der Sporthalle, den Umkleiden, Waschräumen und den Fluren geplant. Diese Maßnahmen werden zur Verbrauchsreduktion führen.
- Im Gebäude CVS und MCS, Geb. D werden ab 2025 in allen Klassenzimmern Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung eingebaut, um die Luftqualität zu verbessern. Außerdem wird der Sonnenschutz witterungsgesteuert, was die steigenden Temperaturen aufgrund des Klimawandels notwendig machen.

5.2.3 Bildungszentrum Markdorf (BZM)

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



Wärmeversorgung gesamte Liegenschaft und PV-Anlage	
Baujahr Heizungsanlage	2019/2020
Kessel 1 u. 2	je 575 kW
Kessel 3 (Pelletkessel)	270 kW
BHKW	92 kW th
PV-Anlage Sporthalle I (Eigenstromnutzung)	99,9 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 seit 2020 einzeln für jedes Gebäude über neue Zählpunkte ermittelt.

Die Wärmebereitstellung für die Liegenschaft erfolgt seit 2020 im Contracting. Zur Wärmeerzeugung stehen zwei Gaskessel, ein Holzpelletkessel und ein BHKW zur Verfügung. Mindestens 800.000 kWh Wärme sollen jährlich ab 2022 aus erneuerbaren Energien generiert werden. Die in 2020 installierte Photovoltaikanlage mit 99 kWp-Nennleistung dient in erster Line zur Eigenstromversorgung.

Energiemix aus der Heizzentrale in 2022

Insgesamt wurden 2022 für das BZM absolut 1.460.328 kWh Wärme benötigt. Die Wärme wurde zu 53% mit Gas (30% Bio-Methan vom 1.11 – 31.12) und zu 47% mit Pellet erzeugt.

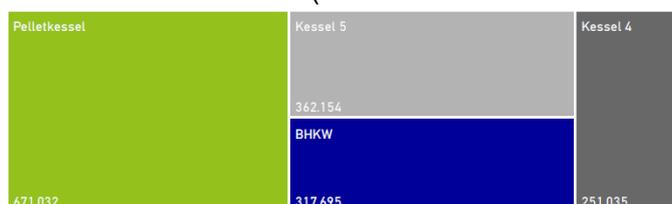


Abbildung 72 Zusammensetzung der Wärmeerzeugung in 2022

Verbrauchsentwicklung:

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

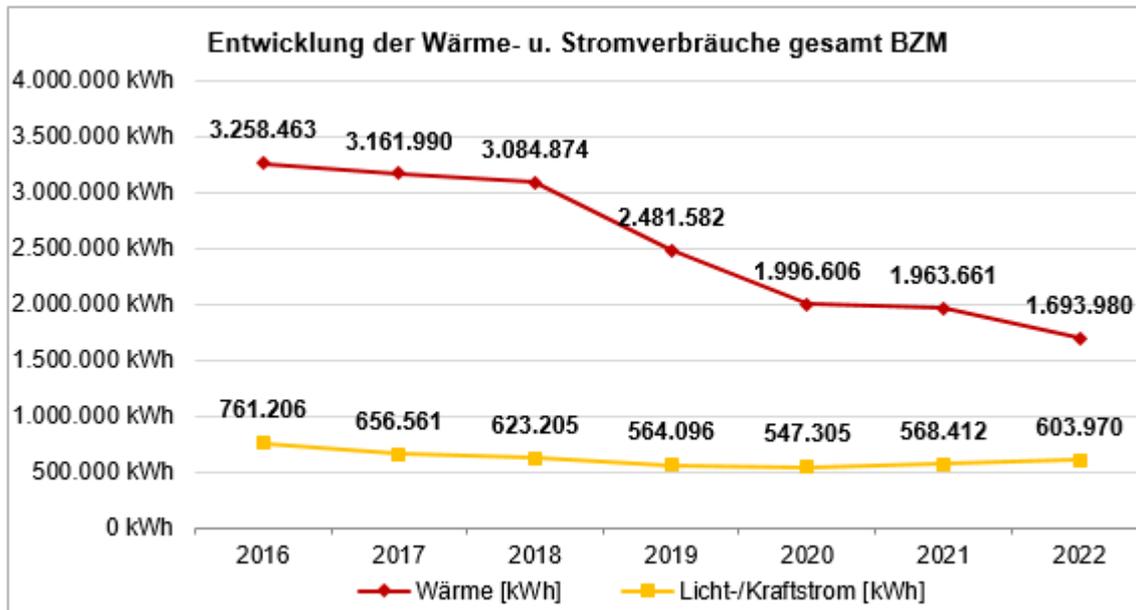


Abbildung 73 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche BZM ges. (Wärme witterungsber.)

In Summe ist der absolute Wärmeverbrauch um 543.408 kWh bzw. 27,1 % gesunken, witterungsbereinigt hat er sich um 13,7 % reduziert.

Der Stromverbrauch betrug 603.970 kWh und ist mit einem Mehrverbrauch von 35.558 kWh um 6,3 % angestiegen. Der Verbrauch setzt sich aus 86.375 kWh Eigenstromnutzung des erzeugten PV-Stroms, 103.524 kWh Nutzung des erzeugten BHKW-Stroms und 414.071 kWh bezogenem Ökostrom zusammen. Der Eigenstromanteil hat sich im Vergleich zum Vorjahr aufgrund der vielen Sonnenstunden mit 9.655 kWh Mehrertrag um 12,6 % gesteigert.

Infolge der ganzjährigen Nutzung der Schule und Sporthallen, auch wieder für den Vereinssport, sind die Wasserverbräuche der gesamten Liegenschaft mit 990 m³ Mehrverbrauch um 44 % angestiegen. Für die Bauarbeiten in 2022 sowie für die Bewässerung der neu angelegten Grünflächen im Zuge der Sanierung und Erweiterung der Cafeteria und des Ganztagsbereichs wurde Trinkwasser aus der Zapfstelle der Schule verwendet. Der Wasserverbrauch der Schule hat sich um 40,5 % erhöht, inklusiv der Sporthallenverbräuche um 43,9 %.

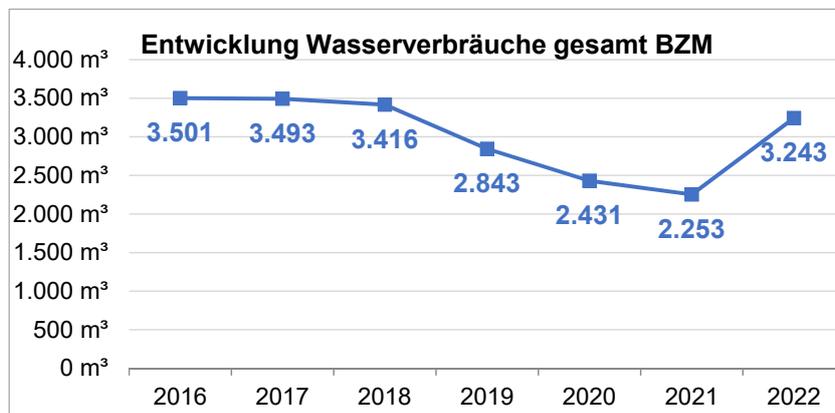


Abbildung 74 Entwicklung der Wasserverbräuche gesamtes BZM

Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2022:

Die Verteilung der Energieverbräuche für Wärme-, Kälte- und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für die Liegenschaft BZM stellen sich in 2022 wie folgt dar:

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Betriebs-/Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m ³]	Kosten [€]	Fläche [m ²]	Summe Kosten [€]
BZM	1.460.328	296.963	606.409	120.410	3.243	16.479	30.420	433.852

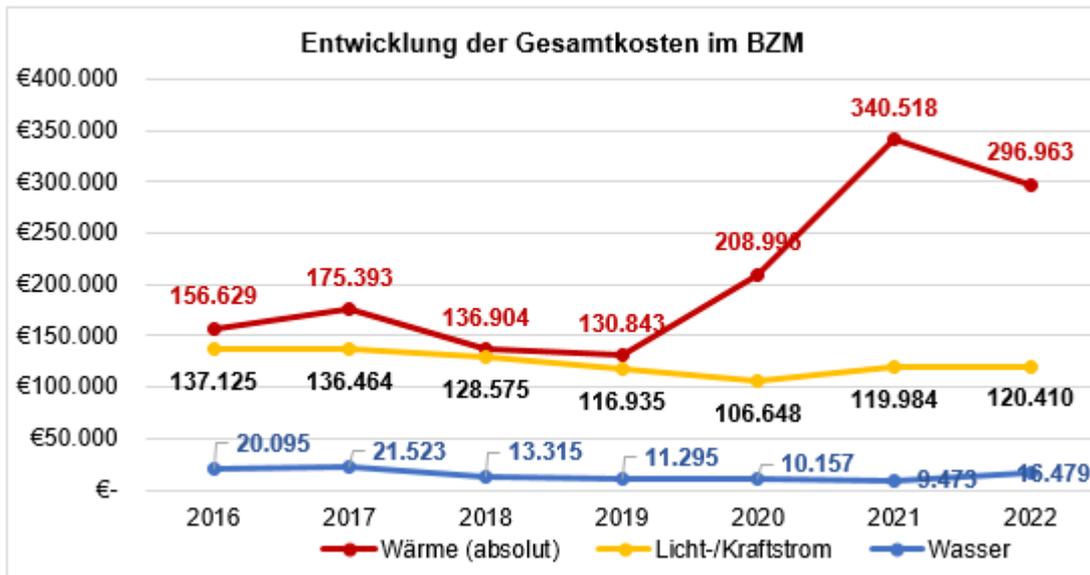
Verbrauchskosten:

Abbildung 75 Gesamtkostenentwicklung BZM

Die Gesamtkosten haben sich im Vergleich zum Vorjahr um 17,7% verringert. Die Kosten (ohne Investitionskosten Contracting) für die Wärmeversorgung haben sich um 12,8 % verringert, der Verbrauch um 27,1 %.

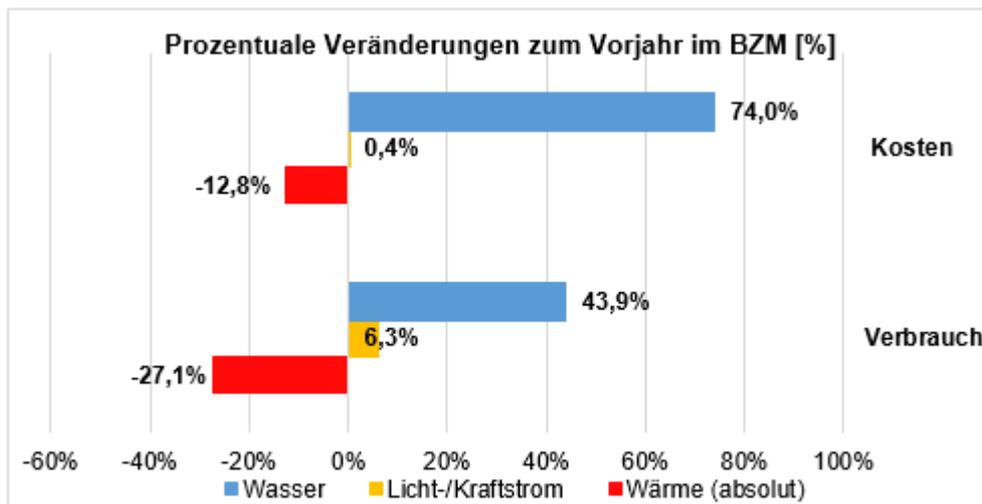


Abbildung 76 Prozentuale Veränderungen bei Kosten und Verbräuchen, Vergleich Vorjahr (Wärmeverbräuche absolut)

Verbrauchsentwicklung Wärme Einzelgebäude:

Mit der Erneuerung der gesamten Wärmeversorgung 2020, der verbesserten Einregulierung der Anlage 2021 und den vorgenommenen Energiesparmaßnahmen ab August 2022, haben sich die Verbräuche vor allem im Schulgebäude und der Sporthalle I deutlich reduziert. In der Sporthalle II hat sich der Verbrauch ebenfalls reduziert, allerdings in geringerem Ausmaß.

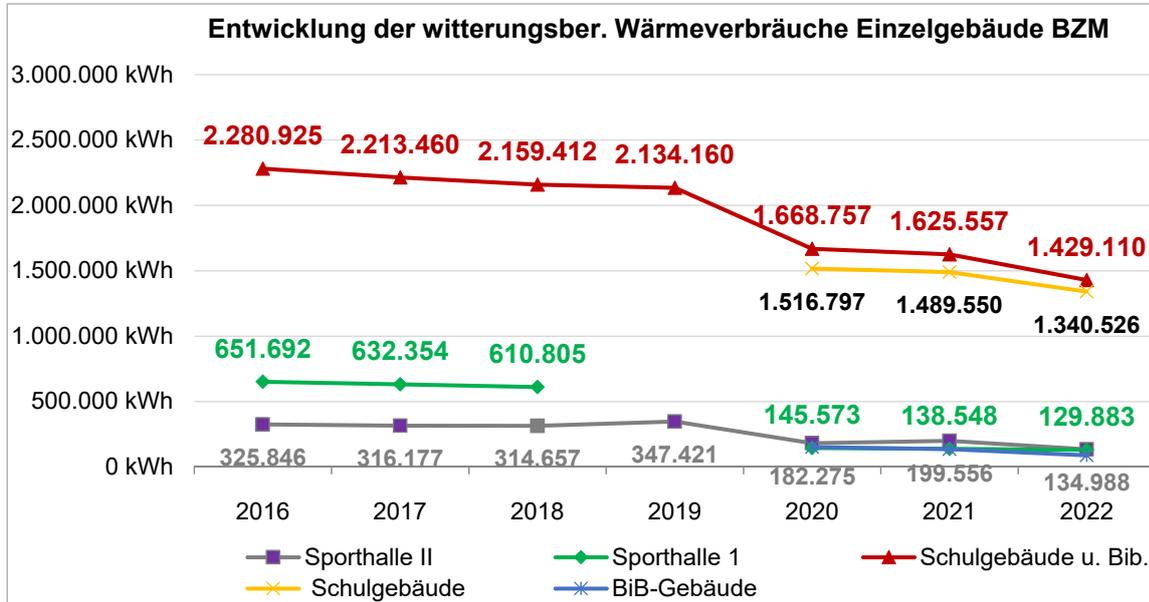


Abbildung 77 Entwicklung der Wärmeverbräuche Einzelgebäude BZM (Wärmeverbr. witterungsbereinigt)

Verbrauchsentwicklung Strom Einzelgebäude:

Die Stromverbräuche sind in allen Gebäuden im Vergleich zum Vorjahr aufgrund der Nutzung wieder angestiegen. 14,3 % des Gesamtstromverbrauchs der Liegenschaft wurde mit PV-Strom gedeckt. Aufgrund der Erneuerung der Gebäudeleittechnik sowie der Lüftungstechnik bedarf es eines mehrjährigen Monitorings im laufenden Betrieb zur Feinjustierung der Anlagentechnik.

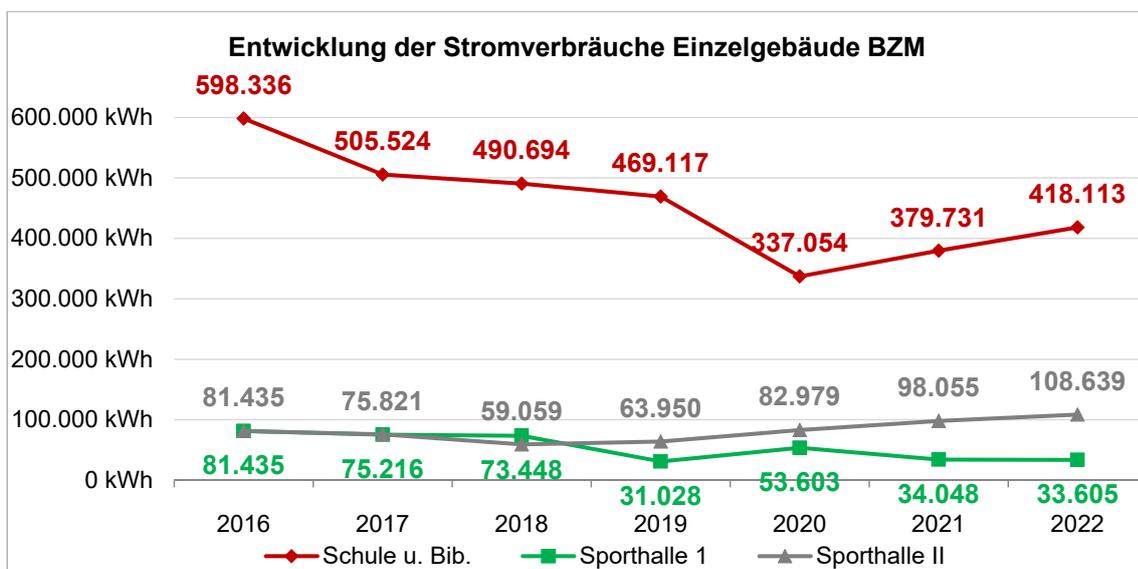


Abbildung 78 Entwicklung der Stromverbräuche Einzelgebäude BZM

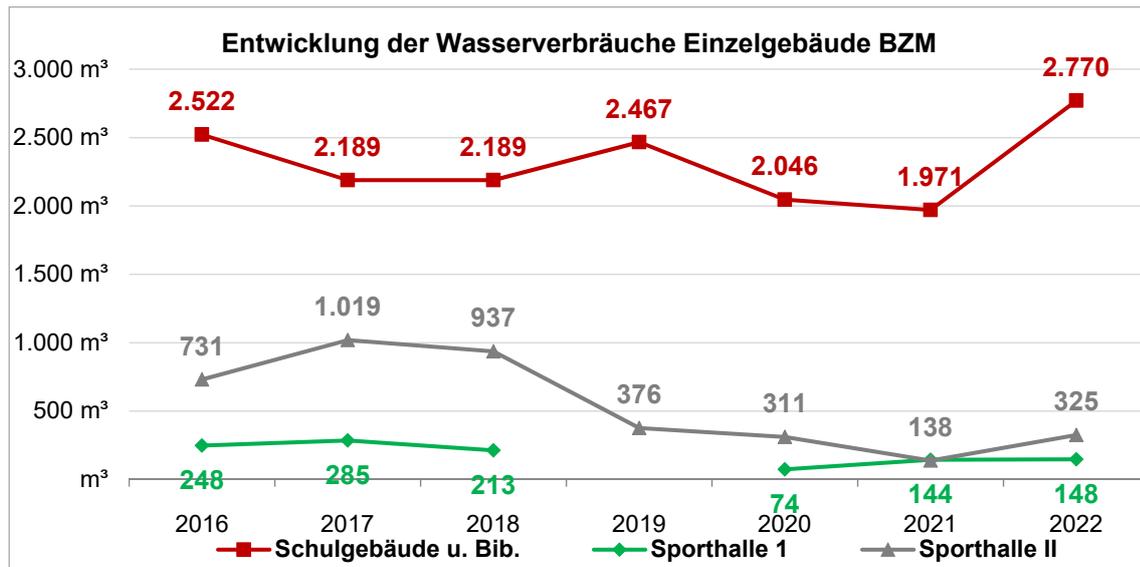
Verbrauchsentwicklung Wasser Einzelgebäude:

Abbildung 79 Entwicklung der Wasserverbräuche Einzelgebäude BZM

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen im BZM 2022:

- Übergabe NWT 2b + c im Juli
- GT Anbau Küche / Cafeteria: Übergabe September
- Fertigstellung Außenanlagen im August
- Sanierung Musikraum und Hausmeisterbereich
- Erneuerung und Ergänzung Leit- und Orientierungssystem
- Flursanierung Ebene 1 – 3 Westseite
- Sanierung Herren-WC Ebene 3 und Lehrerinnen WC R203
- Sanierung Windfänge Ebene 1 und 2 Ost
- Parkettsanierung Bibliothek.

Geplante und mögliche Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung:

- Die Umrüstung der Beleuchtung auf LED in der Sporthalle II, geplant für 2024, wird die Stromverbräuche dauerhaft reduzieren.
- Die Sanierung der Dachflächen mit einer Verbesserung der Wärmedämmung würde zur Reduktion der Wärmeverbräuche führen. Diese Flächen könnten im Anschluss großflächig mit PV Anlagen belegt werden.
- Die Sanierung der kompletten Fassade mit erhöhtem Dämmstandard würde zur wesentlichen Reduzierung der Wärmeverbräuche führen.

5.2.4 Elektronischule Tettngang (EST)

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

Zum Gebäudekomplex der Elektronischule gehört ein Bungalow, bewohnt vom betreuenden Hausmeister der Schule. Die Energie- und Wasserversorgung erfolgt über die zentrale Versorgung der Schule.

Seit November 2018 ist die iLernfabrik 4.0 vollständig umgesetzt und eingeweiht.



Verbrauchsentwicklung:

Der Wärmeverbrauch hat sich im Vergleich zum Vorjahr um 31.991 kWh bzw. 7,7 % verringert, witterungsbereinigt erhöhte er sich um 9,2 %.

Die Stromverbräuche sind im Vergleich zum Vorjahr mit 37.714 kWh um 21,1 % angestiegen. Die Entwicklung der Wärme-, Strom- und Wasserverbräuche in grafischer Darstellung:

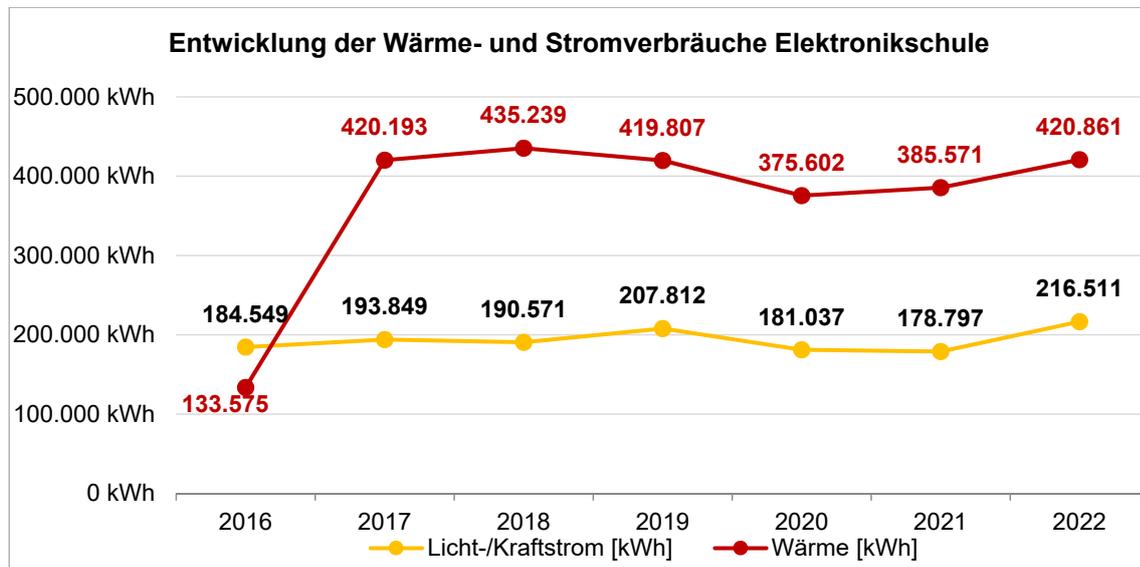


Abbildung 80 Entwicklung Wärme- und Stromverbräuche EST (Wärmeverbräuche witterungsber.)

Der Wasserverbrauch ist wieder angestiegen, liegt aber unter dem Verbrauch des Zeitraums von vor der Coronapandemie.

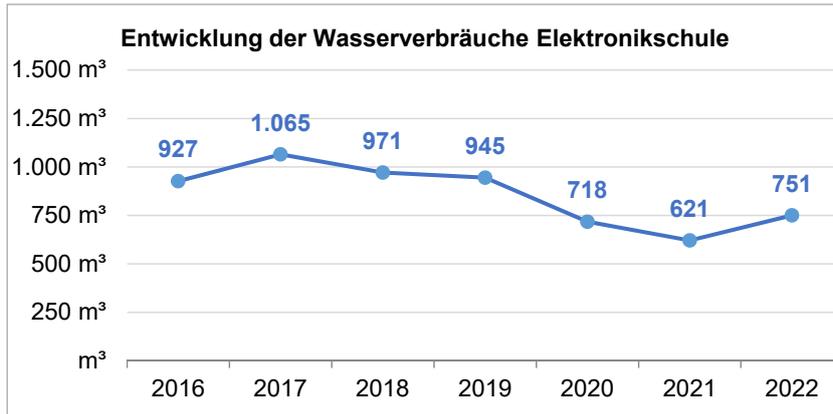


Abbildung 81 Entwicklung Wasserverbräuche EST

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen 2022: Keine

Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2022:

Die Verteilung der Energieverbräuche für Wärme- und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für die Elektronischule stellen sich in 2022 wie folgt dar:

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Betriebs-/Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m³]	Kosten [€]	Fläche [m²]	Summe Kosten [€]
EST	382.601	16.413	216.511	43.573	751	3.801	7.815	63.787

Verbrauchskosten:

Die Verbrauchskosten für die Wärmebereitstellung haben sich reduziert, die Stromkosten haben sich reduziert und die Kosten für den Wasserverbrauch sind angestiegen. Die Kostenentwicklung der gesamten Liegenschaft ist in der folgenden Grafik dargestellt:

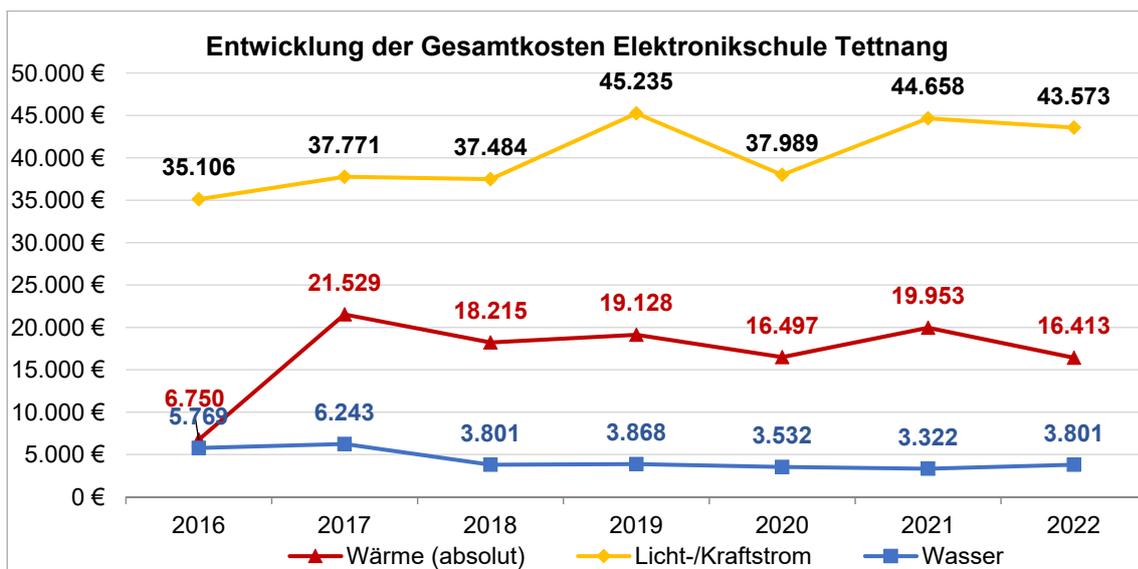


Abbildung 82 Kostenentwicklung Verbräuche EST

Im Folgenden die zusammenfassende Darstellung der prozentualen Veränderungen bei den Kosten und Verbräuchen im Vergleich zum Vorjahr:

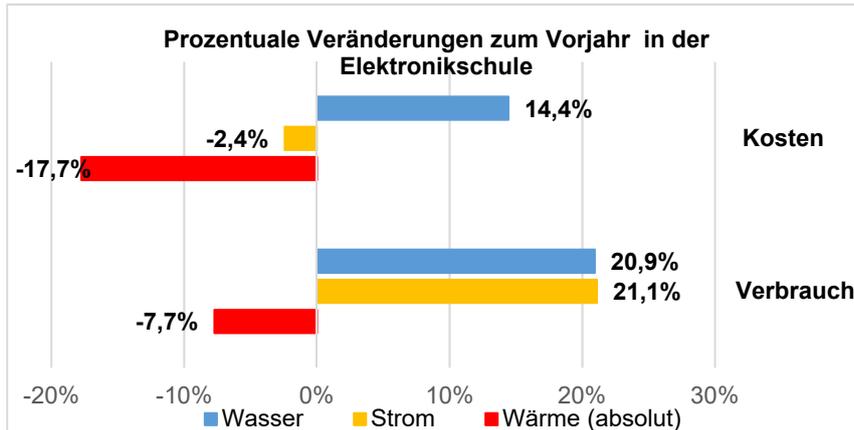


Abbildung 83 Prozentuale Veränderungen bei Kosten und Verbräuchen, Vergleich Vorjahr (Wärmeverbräuche absolut)

Geplante Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung:

- Die Flachdachsanieierung des Altbaus mit erhöhter Dämmung und Aufbau einer Photovoltaikanlage, vorwiegend für den Eigenverbrauch der Schule dimensioniert, ist geplant, kann jedoch erst nach Abschluss der Schulentwicklungsplanung umgesetzt werden, da ggf. eine Aufstockung notwendig ist.
- Die Umstellung der Beleuchtung in allen Klassenzimmern und Laboren des Neubaus ist für 2024 und 2025 geplant.
- Die Sanierung der Verglasung über dem zentralen Treppenhaus ist in 2025 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. Diese Maßnahme erhöht den Nutzerkomfort bei geringem Kosteneinsatz.
- Für eine zukünftig energieeffiziente und nachhaltige Wärmeversorgung wird aktuell ein Wärmekonzept mit entwickelt mit Pellet, BHKW und Spitzenlastkessel.

5.2.5 Hotel- und Gaststättenschule Tettngang (HoGa)

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



Zu dieser Liegenschaft gehört neben den Schulgebäuden auch eine kleine Gymnastikhalle, die von der Stadt Tettngang und von der VHS ganztägig genutzt wird. In einem weiteren Gebäude befinden sich die Hausmeisterwohnung und seit Sommer 2022 Wohnungen für Geflüchtete. Alle Gebäude werden aus der Heizzentrale versorgt.

Verbrauchsentwicklung:

Der Wärmeverbrauch hat sich im Vergleich zum Vorjahr aufgrund der Erneuerung der Wärmeversorgung absolut um 95.556 kWh bzw. um 35,8 % reduziert. Witterungsbereinigt ist der Verbrauch um 24 % zurückgegangen.

Der Stromverbrauch ist im Vergleich zum Vorjahr mit knapp 1.000 kWh um 1,2 % angestiegen, Ursache für den Anstieg ist die veränderte Nutzung (ganzjähriger Schulbetrieb und vermehrte Wohnnutzung).

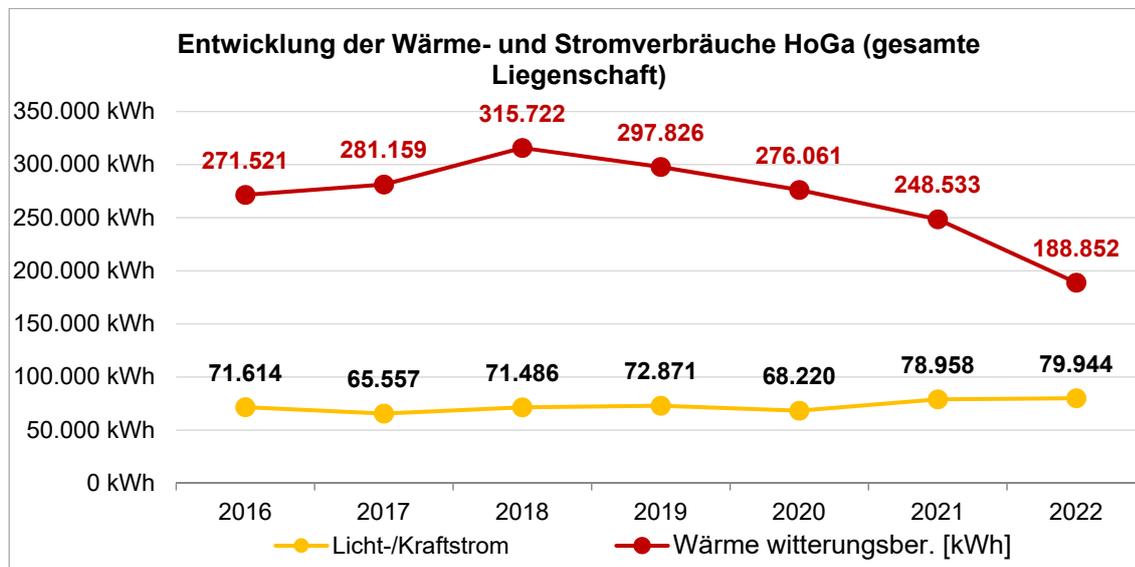


Abbildung 84 Entwicklung Wärme- u. Stromverbräuche HoGa (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

Der Wasserverbrauch ist stark angestiegen, dies ist auf eine Baumaßnahme und die veränderte Nutzung (Wohnnutzung Asylunterkunft) zurückzuführen.

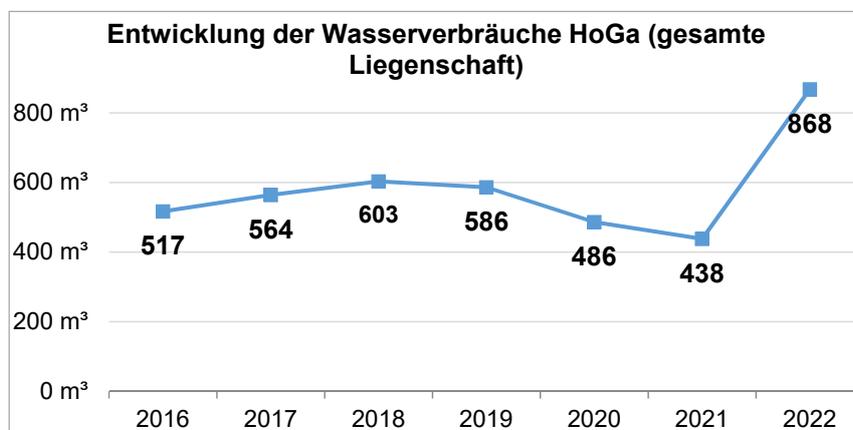


Abbildung 85 Entwicklung Wasserverbräuche HoGa

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen 2022:

Um die Wärmeversorgung an der Landesberufsschule für Hotel- und Gaststättenberufe in Tettnang zu gewährleisten, wurde im Jahr 2021 die Heizungsanlage erneuert. Die Wärmeerzeugung erfolgt nun über einen Pelletkessel als Hauptenergieträger mit Unterstützung einer Solarkollektoranlage. Ein Gasbrennwertkessel wurde zur Spitzenlastabdeckung eingebaut. Vervollständigt wird das Energiekonzept durch die Rückgewinnung der Wärme aus den Kühlaggregaten der bestehenden Kühlzellen. Im Rahmen der Heizungssanierung wurde zur weiteren Optimierung des Energieeinsatzes im Sommer 2022 die gesamte Gebäudeleittechnik erneuert.

Diese Sanierungsmaßnahmen sind Bestandteil des Sanierungsfahrplans zur Erfüllung der Ziele des vom Kreis beschlossenen Klima- und energiepolitischen Leitbildes. Mit dem Einsatz von mindestens 50 % Biomasse zur Wärmeerzeugung werden sich die Emissionen zukünftig deutlich verringern.

Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2022:

Die Verteilung der Energieverbräuche für Wärme- und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für die HoGa stellen sich in 2022 wie folgt dar:

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Betriebs-/Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m ³]	Kosten [€]	Fläche [m ²]	Summe Kosten [€]
HoGa	171.684	7.772	79.944	16.742	868	3.230	4.140	27.743

Verbrauchskostenentwicklung:

Die Strom- und Wärmekosten haben sich reduziert, die Wasserkosten sind analog zum Verbrauch angestiegen. Die Kostenentwicklung der Verbräuche ist in der folgenden Grafik dargestellt:

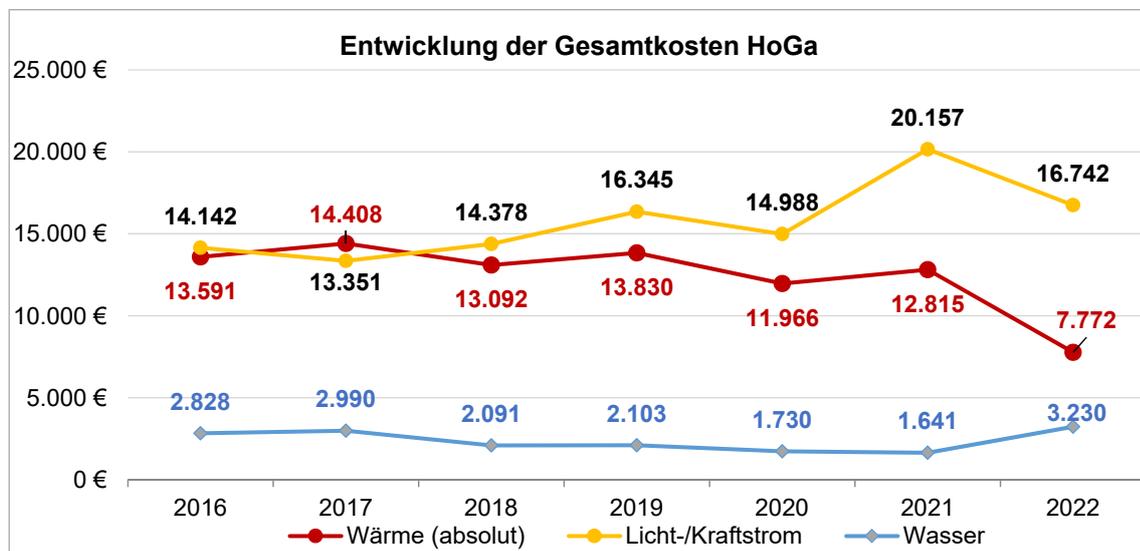


Abbildung 86 Kostenentwicklung Energie und Wasser HoGa

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

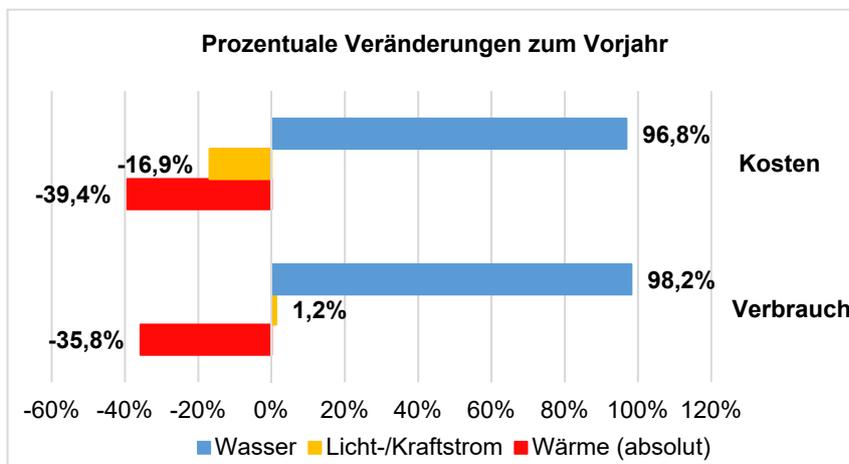


Abbildung 87 Prozentuale Veränderungen bei Kosten u. Verbräuchen, Vergleich Vorjahr (Wärmeverbräuche absolut)

Mögliche und geplante Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung:

- Im Zuge der Lehrküchensanierung 2023 und 2024 werden hocheffiziente Küchengeräte eingebaut und die Beleuchtung auf LED umgestellt.
- In 2024 soll eine Photovoltaikanlage mit voraussichtlich 34 kWp zur Eigenstromversorgung errichtet werden. Diese Maßnahme wird langfristig zur Reduktion der Stromkosten führen.
- Die weitere Reduzierung des Wärmeverbrauchs lässt sich durch die Erneuerung der Verglasung und die Dämmung der Fassade an der Gymnastikhalle erzielen.

5.2.6 Pestalozzischule Markdorf

Baujahr	1964
Beheizte Brutto-Fläche [m ²]	3.050
Qualität Wärmedämmung	schlecht
Warmwasserversorgung	dezentral (elektr.)
Energetische Gebäudesanierung	vor 1999
Inbetriebnahme Photovoltaikanlage 2005, Einspeisevergütung bis 2024	Nennleistung 29,4 kWp
Baujahr Heizungsanlage	2006
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 Volkshochschule und vom Landwirtschaftsamt genutzt.

Verbrauchsentwicklung:

Der absolute Wärmeverbrauch in der Pestalozzischule ist im Vergleich zum Vorjahr um 4,3 %, zurückgegangen, witterungsbereinigt jedoch um 13 % angestiegen. Der Stromverbrauch ist um 20,8 % und der Wasserverbrauch um 61,9 % angestiegen, beides ist auf die wieder ganzjährige Nutzung der Schule zurückzuführen.

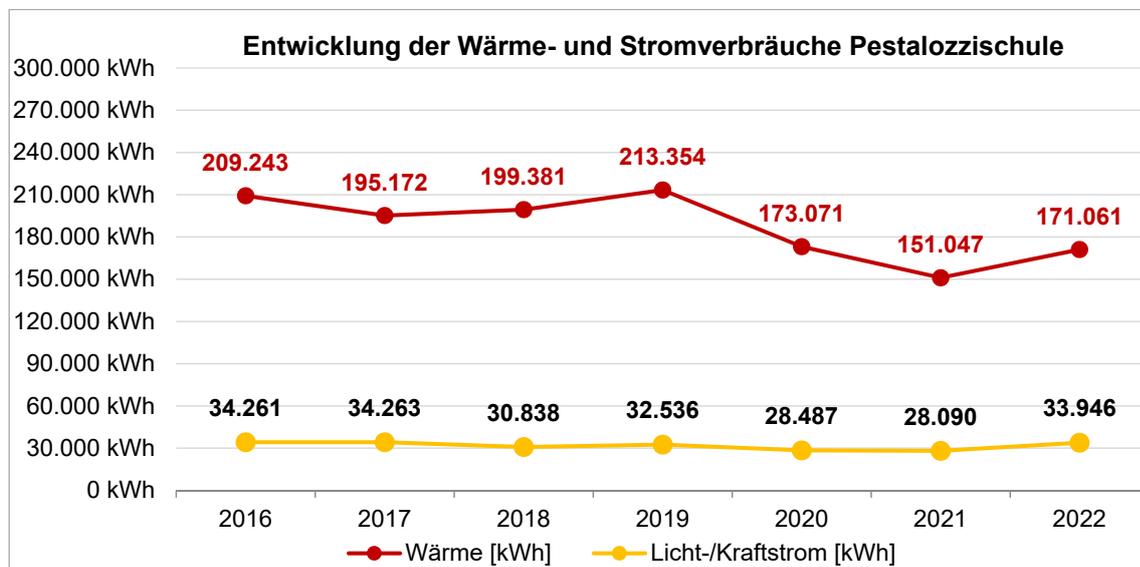


Abbildung 88 Entwicklung Wärme- und Stromverbräuche Pestalozzischule (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)

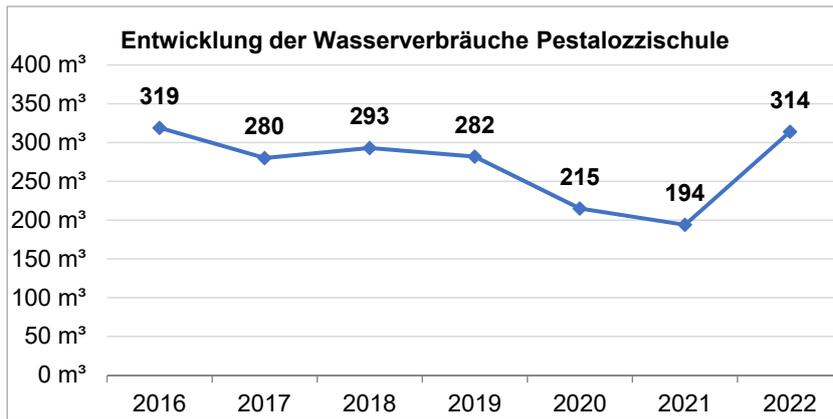


Abbildung 89 Entwicklung Wasserverbräuche Pestalozzischule

Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen 2022:

In der Pestalozzischule wurden 2022 keine energetisch relevanten Maßnahmen an der Gebäudehülle und der Gebäudetechnik vorgenommen.

Verbräuche und Kosten zusammenfassend für das Jahr 2022:

Die Verteilung der Energieverbräuche für Wärme- und Licht-/Kraftstrom sowie die Verteilung der Verbrauchskosten für die Pestalozzischule stellen sich in 2022 wie folgt dar:

Bezeichnung	Wärme [kWh]	Kosten [€]	Betriebs-/Licht-/Kraftstrom [kWh]	Kosten [€]	Wasser [m³]	Kosten [€]	Fläche [m²]	Summe Kosten [€]
Pestalozzischule	147.466	7.285	33.946	7.929	314	1.560	3.050	16.814 €

Kosten:

Die Kosten für Energie haben sich im Vergleich zum Vorjahr reduziert, die für die Wasserverbräuche sind angestiegen. Die Kostenentwicklung der Liegenschaft ist in der folgenden Grafik dargestellt:

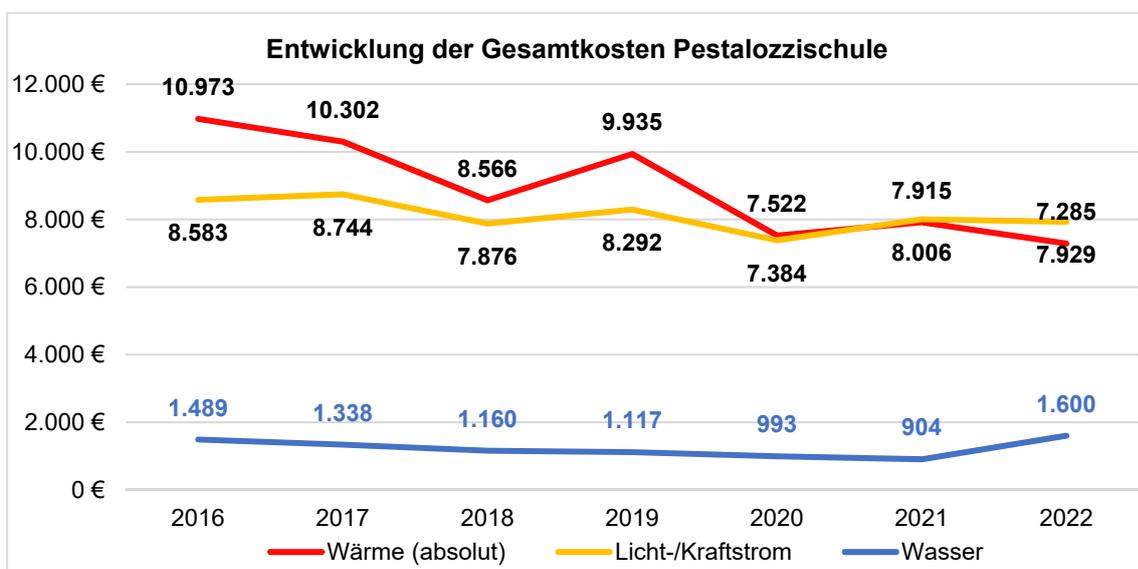


Abbildung 90 Kostenentwicklung Energie und Wasser Pestalozzischule

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

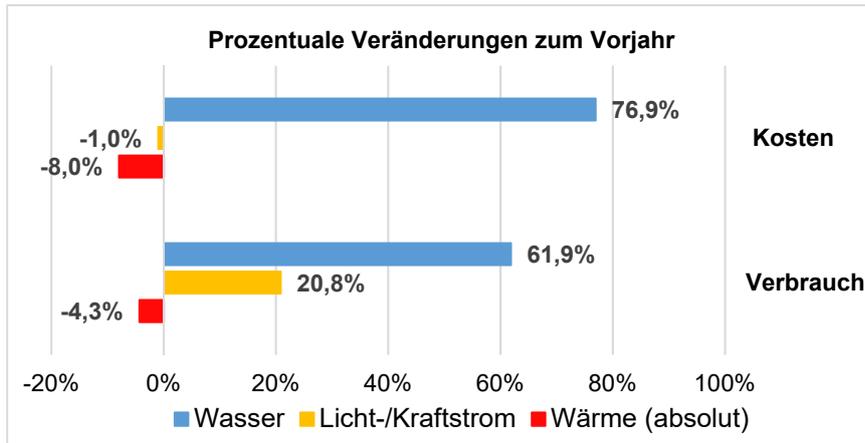


Abbildung 91 Prozentuale Veränderungen bei Kosten und Verbräuchen, Vergleich Vorjahr

Erträge der Photovoltaikanlage

Der PV-Ertrag hat sich im Vergleich zum Vorjahr aufgrund der vielen Sonnenstunden erhöht.

Im Folgenden die PV-Erträge und Einspeisevergütung der Anlage seit 2016:

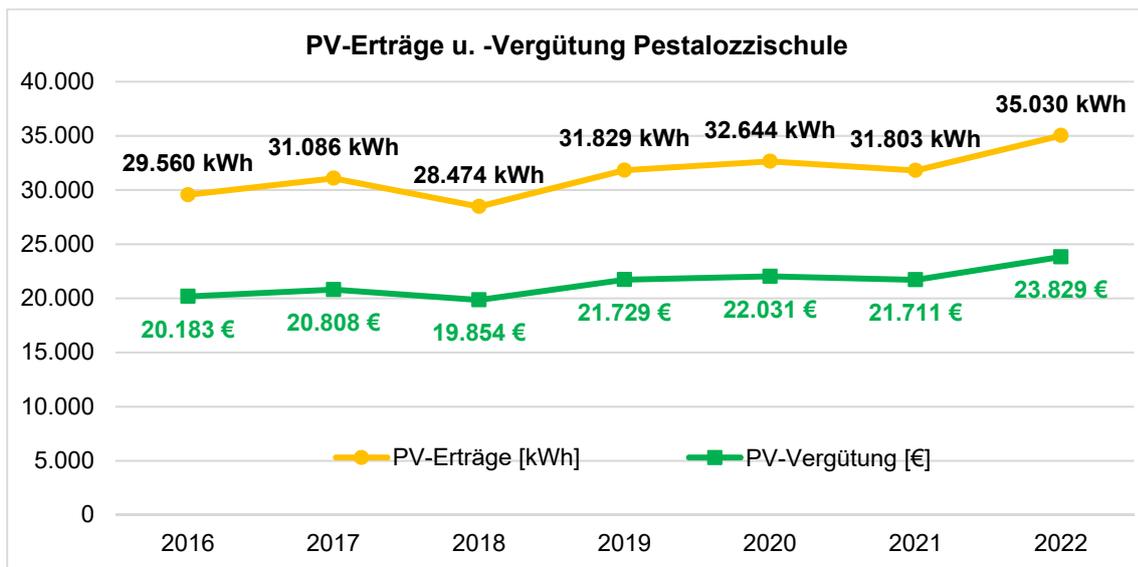


Abbildung 92 Entwicklung Erträge und Einnahmen PV-Anlage Pestalozzischule

In 2020, 2021 und 2022 war der PV-Ertrag in Summe größer als der jeweilige Jahresstromverbrauch der Schule.

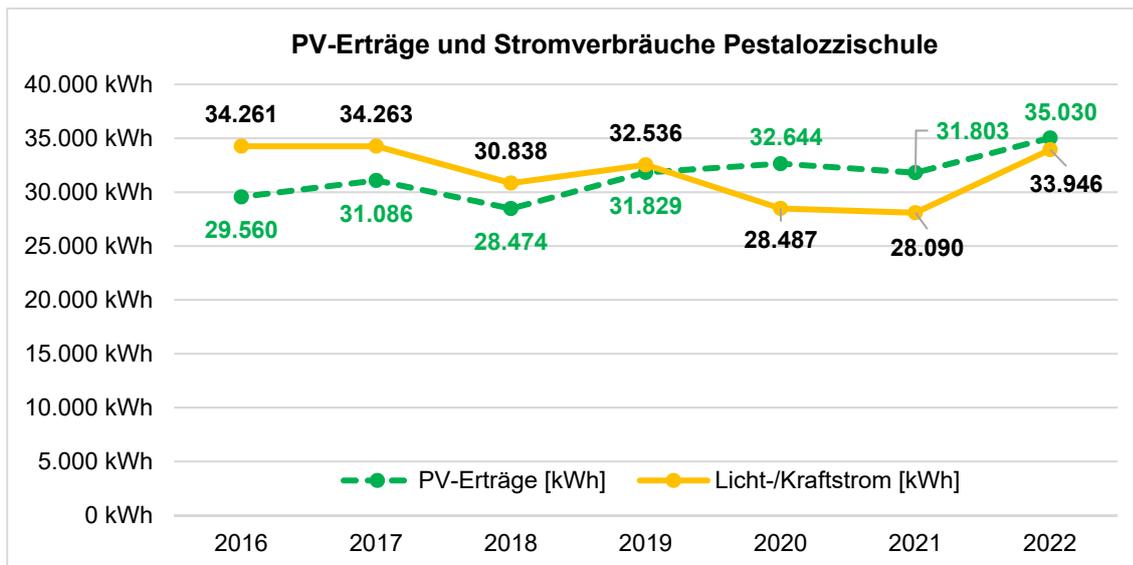


Abbildung 93 Stromverbräuche und PV-Erträge Pestalozzischule

Mögliche und geplante Maßnahmen zur dauerhaften Energieverbrauchsreduzierung:

- 2023 wird die Warmwasserbereitung auf die dezentrale Erhitzung umgerüstet. In den Sommermonaten kann die Heizung dann komplett abgestellt werden. Diese Maßnahme führt zur Reduzierung des Gasverbrauchs und des Betriebsstroms.
- Durch Dämmmaßnahmen an den Außenbauteilen (Fassaden und Dach) der Schule lassen sich langfristig die Energieverbräuche und damit auch die Energiekosten reduzieren. Gleichzeitig führt diese Maßnahme zur Reduzierung der CO₂-Emissionen im Bereich Wärme sowie zu einem höheren Nutzerkomfort.

6 Resümee

Bei allen Gebäuden lassen sich durch regelmäßiges Energiemonitoring, die Energieauswertungen und dem daraus resultierenden sofortigen Eingreifen Energieeinsparungen im Bereich von 8 bis 15 % erreichen. Wie die Auswertung der Verbräuche September – Dezember 2022 zeigt, lassen sich weitere geringinvestive Einsparungen von ca. 10 % durch die Beibehaltung der abgesenkten Raumtemperaturen und die Reduzierung des Warmwasservorhalts erzielen.

Um schnell auf Defekte und das Nichtfunktionieren von Anlagen zu reagieren, sowie die weitere Optimierung der Regelungen zu erreichen, werden seit 2019 viele zusätzliche Verbrauchszähler an relevanten Stellen in den Gebäuden nachgerüstet.

Durch die Erneuerung der Heizungsanlage im Bildungszentrum Markdorf (Schule und Sporthalle) und an der HoGa hat sich der Anteil der Wärme aus Biomasse und Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen erhöht. Die mit der Erneuerung der Heizungsanlagen einhergehende effiziente Wärmegegewinnung und Verteilung, haben die Verbräuche reduziert. Die Verringerung des Brennstoffbedarfs reduziert die Schadstoffemissionen und die Kosten (CO₂-Abgabe).

Bei den Wasserverbräuchen ist aufgrund der Klimakrise zukünftig mit einer Erhöhung der Verbräuche zu rechnen. 2018 und 2019 führte die lange Trockenperiode zu einem erhöhten Wasserbedarf für die umgebenden Grünanlagen der Gebäude. 2020 und 2021 fiel dies nicht ins Gewicht, da die Wasserverbräuche in den Liegenschaften aufgrund der Pandemie stark reduziert waren, 2022 ist der Wasserverbrauch wieder deutlich gestiegen, auch aufgrund notwendiger Bewässerungsmaßnahmen.

Ein wichtiger Faktor bei der Reduzierung der Energie- und Wasserverbräuche sind die Nutzerinnen und Nutzer der Gebäude. Zum Teil sind die Auswirkungen eines sorglosen Umgangs mit Energie und Wasser und auch die daraus entstehenden Kosten noch nicht ausreichend bekannt, zum Teil sind die (bau)physikalischen Zusammenhänge nicht immer präsent, z. B. wie richtiges Lüften funktioniert. Dies ist sowohl in den Schulen als auch in den Verwaltungsgebäuden zu beobachten. Vor diesem Hintergrund sind die Einhaltung der Dienstanweisung Energie sowie die regelmäßige, mindestens einmal jährlich durchzuführende Fortbildung, relevante Maßnahmen zur Nutzersensibilisierung.

Die vergleichende Verbrauchsermittlung zeigt, dass das Berufsschulzentrum Friedrichshafen knapp ein Drittel des Gesamtenergieverbrauchs verursacht. Mit knapp 18 % Verbrauchsanteil hat das Bildungszentrums Markdorf den zweithöchsten Anteil. Hieraus ergibt sich eine Priorisierung für den Handlungsbedarf in den nächsten 10 Jahren, besonders unter dem Aspekt der Energiekostensteigerung. Im Berufsschulzentrum sind Sanierungsmaßnahmen in Umsetzung bzw. geplant, am Bildungszentrum Markdorf sollte dringend die komplette Fassade und das Dach saniert werden.

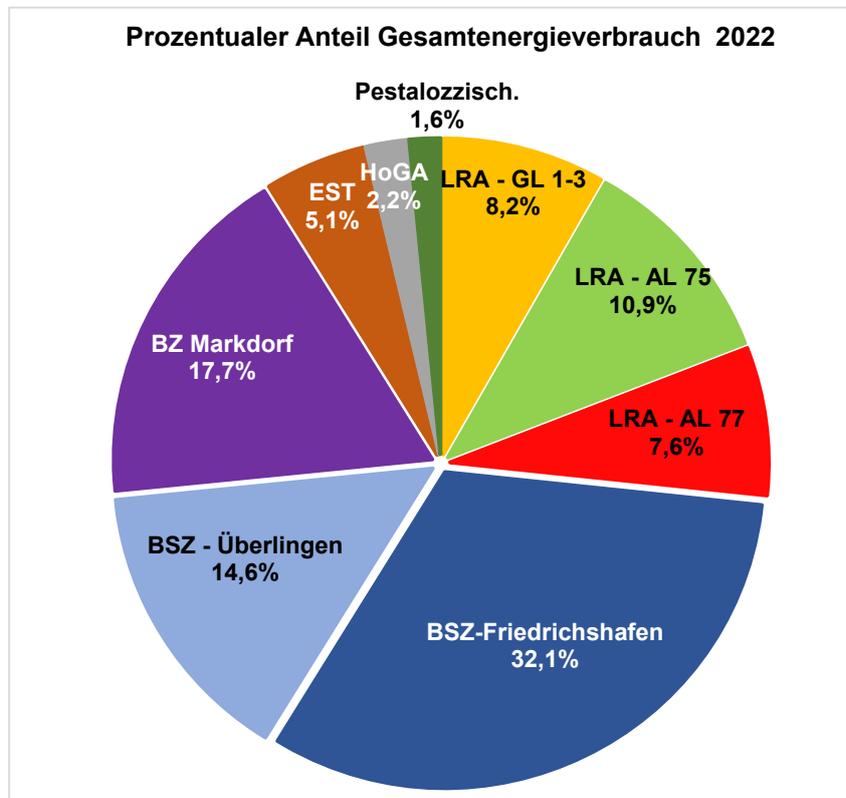


Abbildung 94 Prozentualer Anteil Gesamtenergieverbrauch Liegenschaften

7 Ausblick

Der Gebäudesektor ist in Deutschland mit einem Drittel Anteil an den Gesamtemissionen und 35 % Anteil am Energieverbrauch sowie mehr als 50 % Anteil am Abfallaufkommen beteiligt, dies zeigt den enormen Handlungsbedarf in diesem Sektor.

2022 kam es im Gebäudebereich zum dritten Mal in Folge mit einem Ausstoß von 111,7 Mio. t CO₂Äq zu der im Bundesklimaschutzgesetz festgelegten Überschreitung der Emissionen, Zielwert waren 107,4 Mio. t.

Durch die voran beschriebenen durchgeführten Maßnahmen konnten in den kreiseigenen Liegenschaften Energieverbräuche eingespart und CO₂eq-Emissionen verringert werden. Allerdings

wird das Erreichen der kreiseigenen Klimaschutzziele – klimaneutrale Verwaltung bis 2040 – nicht erreicht werden können. Ohne zügige investive Maßnahmen in die Gebäudehüllen und die Gebäudetechnik der Liegenschaften können die notwendigen Einsparungen nicht erzielt werden. Die Verbrauchskosten, vor allem mit der kommenden Neuausschreibung der Lieferverträge, werden den Kreishaushalt auf lange Sicht stark belasten.

Im Zuge der Ausrüstung aller Liegenschaften mit WLAN und zunehmender Digitalisierung - deutlich mehr digitale Endgeräte - wird der Strombedarf in den Liegenschaften weiter steigen, hier kommt der Eigenstromerzeugung eine sehr große Bedeutung zu. Die Installation weiterer PV-Anlagen auf den Bestandsgebäuden, sofern die Statik und der bauliche Zustand der Dächer dies zulassen, sollte zügig umgesetzt werden.

Mit Hilfe eines dauerhaften Energiemanagements können u. a. Verbrauchsspitzen und somit auch Energiebezugspreise reduziert sowie unnötige Verbräuche infolge von Defekten und falschen Einstellungen vermieden werden. Dies wurde in den Verbrauchskennzahlen September bis Dezember 2022 sehr deutlich.

Die dringend notwendige Reduktion der CO₂Aq-Emissionen lässt sich aber - trotz des bisherigen Einsatzes erneuerbarer Energien - nur über die Reduzierung des Verbrauchs fossiler Energieträger erzielen. Für den umfassenden und langfristigen Klimaschutz ist es deshalb notwendig,

- umgehend Investitionen in die energetische Qualität der Gebäudehüllen zu tätigen,
- Investitionen in die Anlagentechnik zu tätigen,
- die Heizungsanlagen bei Erneuerung vollständig auf erneuerbare Energien umzustellen und
- die vorhandenen KWK-Anlagen nicht mehr mit fossilen Brennstoffen zu betreiben und
- die Nutzerinnen und Nutzer zu energiesparendem Verhalten zu motivieren.

Aufgrund der Auswirkungen der Klimakrise ist es notwendig, zur Vermeidung größerer Schäden und Kosten zukünftig bei allen Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen der kreiseigenen Liegenschaften Klimaanpassungsmaßnahmen am Gebäude und den Außenflächen gezielt zu berücksichtigen und umzusetzen.

Im vorhandenen Gebäudebestand sollten Maßnahmen der passiven Kühlung ergriffen werden: Dämmmaßnahmen schützen nicht nur vor Wärmeverlusten, sondern auch vor sommerlicher Überhitzung und haben deshalb gerade auf den Dächern einen hohen Stellenwert; natürliche Lüftungs- und Ventilationssysteme schaffen gerade in den Nachtstunden Wärmeabgabe.

Bei neuen Gebäuden ist es notwendig, die höchste energetische Qualität (Plusenergie-Gebäude) – auch bei höheren Baukosten – anzustreben, da sich die Mehrkosten bei einer Lebenszyklusbetrachtung sehr schnell amortisieren. Die Gebäude sollten mit wenig und einfach handhabbarer Technik ausgestattet, auf große Glasfronten wegen der hohen Wärmeeinträge verzichtet, die inneren Wärmequellen reduziert und der Energiebedarf vollständig mit Erneuerbaren Energien abgedeckt werden. Damit lassen sich auf Dauer hohe Verbrauchskosten (siehe Gebäude Albrechtstr. 75) vermeiden.

Ein kosten- und klimafreundliches Verhalten der Nutzerinnen und Nutzer ist aufgrund der Abhängigkeit von fossilen Energieträgern sowie des stark fortschreitenden Klimawandels dringend notwendig und sollte unbedingt weiter forciert werden, denn auch in einem verantwortungsvollen Umgang mit Energie und den Gebäuden lassen sich, wie in Kapitel 4 dargestellt, die dringend notwendigen Energie- und somit auch Kosteneinsparungen sowie mehr Klimaschutz erzielen.

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Jahresmitteltemperatur seit 1881 in Baden-Württemberg	7
Abbildung 2 Anteilige Gesamtenergieverbräuche und -kosten	10
Abbildung 3 Entwicklung Gesamtverbräuche Liegenschaften	10
Abbildung 4 Prozentuale Veränderungen Wärme-/Kälteverbrauch	11
Abbildung 5 Wärmeverbräuche der Verwaltungsgebäude und Schulen September bis Dezember	11
Abbildung 6 Prozentuale Veränderungen der Wärmeverbräuche im Vergleich zum Vorjahr	12
Abbildung 7 Prozentuale Veränderungen Licht-/Kraftstromverbrauch	12
Abbildung 8 Prozentualer Anteil der Liegenschaften am Gesamtenergieverbrauch	13
Abbildung 9 Entwicklung Gesamtwasser- verbrauch	13
Abbildung 10 Kostenverteilung Energie und Wasser	14
Abbildung 11 Entwicklung Kosten für Energie und Wasser	14
Abbildung 12 Prozentuale Veränderungen bei Verbrauch und Kosten	15
Abbildung 13 Entwicklung regenerativer Energieträger zur Wärme-erzeugung	16
Abbildung 14 Entwicklung Energieträger Wärmeversorgung von 2016 – 2022	16
Abbildung 15 Prozentualer Anteil der Energieträger Wärme-/Kältebereitstellung	17
Abbildung 16: Anteiliger Energiebezug zur Stromversorgung	17
Abbildung 17 Entwicklung Emissionen aus Energiebedarf von 2016 – 2022	18
Abbildung 18 Entwicklung witterungsbereinigte Wärme- und Kälteverbräuche Verwaltungsgebäude	20
<i>Abbildung 19 Verteilung Energieverbräuche Wärme/Kälte (absolut) Verwaltungsgebäude in 2022</i>	<i>20</i>
Abbildung 20 Verteilung Stromverbräuche Verwaltungsgebäude in 2022	20
Abbildung 21 Entwicklung Allgemein- u. Betriebsstromverbräuche Verwaltungsgebäude	21
Abbildung 22 Spezifische Verbräuche Verwaltungsgebäude in 2022 (absolute Verbräuche) ...	21
<i>Abbildung 23 Angefallene Versorgungskosten Verwaltungsgebäude in 2022</i>	<i>22</i>
Abbildung 24 Entwicklung Gesamtversorgungskosten Verwaltungsgebäude	22
Abbildung 25 Entwicklung Wärme- u. Stromverbräuche AL 77 (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	23
Abbildung 26 Entwicklung Wasserverbräuche AL 77	24
Abbildung 27 Gesamtkostenentwicklung AL 77	24
Abbildung 28 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen u. Kosten im Vergleich zum Vorjahr	25
Abbildung 29 Entwicklung Wärme- u. Kälteverbräuche AL 75 (witterungsbereinigt)	26
Abbildung 30 Entwicklung Wasserverbräuche AL 75	26
Abbildung 31 Kostenentwicklung Verbräuche AL 75	27
Abbildung 32 Prozentuale Veränderungen bei den Kosten und Verbräuchen im Vergleich zum Vorjahr	27
Abbildung 33 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche GL 1-3 (Wärmeverbräuche witterungsber.)	28
Abbildung 34	29
Abbildung 35 Kostenentwicklung Verbräuche LRA GL 1-3	29
Abbildung 36 Prozentuale Veränderungen bei Verbräuchen und Kosten, Vergleich zum Vorjahr	30
Abbildung 37 Entwicklung der Gesamtverbräuche Schulen (Wärme witterungsbereinigt)	30
Abbildung 38 Entwicklung des Wasserverbrauchs gesamt (alle Schulen)	31

Abbildung 39 Prozentualer Mehrverbrauch absolute Wärmeverbräuche im Vergleich zum Vorjahr.....	31
Abbildung 40 Entwicklung Wärmeverbräuche Schulen witterungsbereinigt)	31
Abbildung 41 Prozentuale Veränderungen Stromverbräuche im Vergleich zum Vorjahr.....	32
Abbildung 42 Entwicklung Licht-/Kraftstromverbräuche Schulen.....	32
Abbildung 43 Spezifische Wärme- und Stromverbräuche Schulen in 2022.....	33
Abbildung 44 Prozentuale Veränderungen der Wasserverbräuche in den Schulen	33
Abbildung 45 Entwicklung Wasserverbräuche Schulen.....	34
Abbildung 46 Prozentuale Veränderungen Kosten und Verbräuche Schulen gesamt, Vergleich Vorjahr.....	34
Abbildung 47 Entwicklung Wärmeverbräuche Sporthallen	35
Abbildung 48 Entwicklung Stromverbräuche Sporthallen	35
Abbildung 49 Entwicklung Wasserverbräuche Sporthallen.....	36
Abbildung 50 Prozentuale Veränderungen Kosten und Verbräuche Sporthallen gesamt, Vergleich Vorjahr.....	36
Abbildung 51 Anteilige Energieträger Wärmeerzeugung Heizzentrale Stadtwerk am See	38
Abbildung 52 Entwicklung Energieverbräuche BSZ FN gesamt (Wärmeverbräuche witterungsber.).....	38
Abbildung 53 Entwicklung Wasserverbräuche (ges. Liegenschaft)	39
Abbildung 54 Kostenentwicklung der Verbräuche BSZ FN.....	39
Abbildung 55 Prozentuale Veränderungen bei Kosten und Verbräuchen BSZ FN, Vergleich Vorjahr (Wärmeverbrauch absolut)	40
Abbildung 56 Entwicklung Energieverbräuche Hauptgebäude (Wärmeverbräuche witterungsber.).....	41
Abbildung 57 Entwicklung der Wasserverbräuche Hauptgebäude BSZ FN	41
Abbildung 58 Entwicklung Energieverbräuche Werkstattgebäude BSZ FN.....	41
<i>Abbildung 59 Entwicklung Wasserverbräuche Werkstattgebäude BSZ FN</i>	<i>42</i>
Abbildung 60 Entwicklung Energieverbräuche Erweiterungsgebäude BSZ FN (Wärmeverbräuche witterungsber.).....	42
Abbildung 61 Entwicklung Wärmeerzeugung und Stromverbräuche Geothermieanlage	42
Abbildung 62 Entwicklung Wasserverbräuche Erweiterungsgebäude BSZ FN	43
Abbildung 63 Entwicklung Energieverbräuche Sporthalle BSZ FN (Wärmeverbräuche witterungsber.).....	43
Abbildung 64 Entwicklung Wasserverbräuche Sporthalle und Sportplatz BSZ FN.....	43
Abbildung 65 Entwicklung der Verbräuche Berufsschulzentrum ÜB, gesamte Liegenschaft (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt)	45
Abbildung 66 Entwicklung der Wasserverbräuche im BSZ ÜB	45
Abbildung 67 Gesamtkostenentwicklung BSZ Überlingen (gesamte Liegenschaft)	46
Abbildung 68 Prozentuale Veränderungen bei Kosten und Verbräuchen BSZ ÜB, Vergleich zum Vorjahr (Wärmeverbrauch absolut)	46
Abbildung 69 Entwicklung Wärmeverbräuche Einzelgebäude BSZ ÜB (Wärmeverbräuche witterungsber.).....	47
Abbildung 70 Entwicklung Stromverbräuche Einzelgebäude BSZ ÜB	47
Abbildung 71 Entwicklung Wasserverbräuche Einzelgebäude BSZ ÜB	48
<i>Abbildung 72 Zusammensetzung der Wärmeerzeugung in 2022</i>	<i>49</i>
Abbildung 73 Entwicklung der Wärme- und Stromverbräuche BZM ges. (Wärme witterungsber.)	50
Abbildung 74 Entwicklung der Wasserverbräuche gesamtes BZM.....	50
Abbildung 75 Gesamtkostenentwicklung BZM.....	51

Abbildung 76 Prozentuale Veränderungen bei Kosten und Verbräuchen, Vergleich Vorjahr (Wärmeverbräuche absolut).....	51
Abbildung 77 Entwicklung der Wärmeverbräuche Einzelgebäude BZM (Wärmeverbr. witterungsbereinigt).....	52
Abbildung 78 Entwicklung der Stromverbräuche Einzelgebäude BZM	52
Abbildung 79 Entwicklung der Wasserverbräuche Einzelgebäude BZM	53
Abbildung 80 Entwicklung Wärme- und Stromverbräuche EST (Wärmeverbräuche witterungsber.).....	54
Abbildung 81 Entwicklung Wasserverbräuche EST	55
Abbildung 82 Kostenentwicklung Verbräuche EST	55
Abbildung 83 Prozentuale Veränderungen bei Kosten und Verbräuchen, Vergleich Vorjahr (Wärmeverbräuche absolut).....	56
Abbildung 84 Entwicklung Wärme- u. Stromverbräuche HoGa (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt).....	57
Abbildung 85 Entwicklung Wasserverbräuche HoGa.....	57
Abbildung 86 Kostenentwicklung Energie und Wasser HoGa	58
Abbildung 87 Prozentuale Veränderungen bei Kosten u. Verbräuchen, Vergleich Vorjahr (Wärmeverbräuche absolut).....	58
Abbildung 88 Entwicklung Wärme- und Stromverbräuche Pestalozzischule (Wärmeverbräuche witterungsbereinigt).....	59
Abbildung 89 Entwicklung Wasserverbräuche Pestalozzischule	60
Abbildung 90 Kostenentwicklung Energie und Wasser Pestalozzischule	60
Abbildung 91 Prozentuale Veränderungen bei Kosten und Verbräuchen, Vergleich Vorjahr	61
Abbildung 92 Entwicklung Erträge und Einnahmen PV-Anlage Pestalozzischule	61
Abbildung 93 Stromverbräuche und PV-Erträge Pestalozzischule	62
Abbildung 94 Prozentualer Anteil Gesamtenergieverbrauch Liegenschaften	63

9 Anhang

Verbrauchsdaten und -kosten der Liegenschaften 2016 – 2022

Wärme- u. Kälteverbrauch der Liegenschaften (witterungsbereinigt) [kWh]									
Jahr	LRA - GL 1-3	LRA - AL 75	LRA - AL 77	BSZ FN	BSZ – Überling.	BZ Mark-dorf	EST	HoGa	Pestaloz-zischule
2022	629.778	1.118.180	439.810	3.250.514	1.529.710	1.693.980	420.861	188.852	171.061
2021	743.774	1.592.712	517.062	3.517.334	1.590.023	1.963.661	385.571	248.533	151.047
2020	719.295	1.609.946	491.550	2.982.854	1.550.653	1.996.606	375.602	276.061	173.071
2019	709.589	1.470.177	424.322	3.140.644	1.532.395	2.481.582	419.807	297.826	213.354
2018	765.671	1.433.702	438.343	3.253.934	1.576.955	3.084.874	435.239	315.722	199.381
2017	715.632	1.342.408	407.184	2.800.563	1.246.673	3.161.990	420.193	281.159	195.172
2016	725.088	1.273.688		2.677.401	1.417.592	3.258.463	133.575	271.521	209.243
Wärme- u. Kälteverbrauch der Liegenschaften (absolut) [kWh]									
Jahr	LRA - GL 1-3	LRA - AL 75	LRA - AL 77	BSZ FN	BSZ – Überling.	BZ Mark-dorf	EST	HoGa	Pestaloz-zischule
% ⁸	-28,96	-41,10	-28,64	-23,62	-19,28	-27,12	-7,72	-35,76	-4,32
2022	533.710	947.610	372.720	2.686.375	1.296.364	1.460.328	382.601	171.684	147.466
2021	751.287	1.608.800	522.285	3.517.334	1.606.084	2.003.736	414.592	267.240	154.130
2020	636.544	1.424.731	435.000	2.571.426	1.360.222	1.798.744	357.716	262.915	155.920
2019	650.999	1.348.786	389.286	2.829.409	1.405.867	2.319.235	415.650	294.877	199.396
2018	654.420	1.225.386	374.652	2.711.612	1.347.825	2.682.499	399.302	289.653	173.375
2017	701.600	1.316.086	399.200	2.667.203	1.210.362	3.130.683	437.701	292.874	193.240
2016	697.200	1.224.700	--	2.525.850	1.363.069	3.194.572	137.706	279.919	205.140
Jahr	Kosten [€]								
2022	49.505	105.473	35.958	212.036	67.078	296.963	16.413	7.772	7.285
2021	64.084	185.127	44.551	187.412	81.612	340.518	19.953	12.815	7.915
2020	36.340	125.131	24.834	158.039	70.431	208.996	16.497	11.966	7.522
2019	35.199	104.026	21.048	189.677	76.589	130.843	19.128	13.830	9.935
2018	30.115	83.324	17.241	209.889	74.522	136.904	18.215	13.092	8.566
2017	37.702	101.104	21.400	185.680	67.606	175.393	21.529	14.408	10.302
2016	36.317	93.920	--	196.387	74.040	156.629	6.750	13.591	10.973
Betriebs-/Licht-/Kraftstromverbrauch der Liegen-schaften [kWh]									
Jahr	LRA - GL 1-3	LRA - AL 75	LRA - AL 77	BSZ FN	BSZ – Überling.	BZ Mark-dorf	EST	HoGa	Pestaloz-zischule
%	-1,66	- 49,58	0,22	8,61	11,57	6,68	21,09	1,25	20,85
2022	434.598	319.280	508.571	1.059.972	406.011	606.409	216.511	79.944	33.946
2021	441.944	633.294	507.437	975.922	363.921	568.412	178.797	78.958	28.090
2020	463.342	633.060	548.492	916.763	383.922	547.305	181.037	68.220	28.487
2019	511.416	592.333	585.563	978.843	431.183	564.096	207.812	72.871	32.536
2018	512.919	581.855	575.765	1.011.596	458.111	623.205	190.571	71.486	30.838
2017	505.266	649.609	477.484	985.309	436.427	656.561	193.849	65.557	34.263
2016	518.973	559.910	--	749.703	469.300	761.206	184.549	71.614	34.261
Jahr	Kosten [€]								
2022	74.177	53.261	100.528	241.748	80.863	83.731	43.573	16.742	7.929
2021	96.791	130.048	118.616	264.540	81.044	119.984	44.658	20.157	8.006
2020	90.798	110.111	115.708	204.489	83.926	106.648	37.989	14.988	7.384
2019	98.803	110.457	120.386	229.644	92.200	116.935	45.235	16.345	8.292
2018	98.167	106.072	115.242	211.751	95.247	128.575	37.484	14.378	7.876
2017	98.145	122.066	94.710	204.494	89.192	136.464	37.771	13.351	8.744
2016	97.059	111.532	--	184.104	94.165	137.125	35.106	14.142	8.583

⁸ % = prozentuale Veränderung im Vergleich zum Vorjahr

Wasserverbrauch [m³] (BSZ FN incl. Sportplatzbewässerung)

Jahr	LRA - GL 1-3	LRA - AL 75	LRA - AL 77	BSZ FN	BSZ – Überling.	BZ Markdorf	EST	HoGa	Pestalozzischule
% ⁹	-19,44	-42,58	25,41	64,78	43,93	43,94	20,93	98,17	61,86
2022	2.590	1.609	1.313	7.063	2.595	3.243	751	868	314
2021	3.215	2.802	1.047	4.284	1.803	2.253	621	438	194
2020	2.766	2.578	1.521	6.041	2.500	2.431	718	486	215
2019	3.012	3.331	1.751	7.925	2.606	2.843	945	586	282
2018	2.533	2.386	1.662	11.584	2.472	3.416	971	603	293
2017	2.174	2.896	1.382	8.949	2.313	3.493	1.065	564	280
2016	1.897	2.705	--	10.332	3.460	3.501	927	517	319
Jahr	Kosten [€]								
2022	12.611	9.148	6.025	35.706	12.889	16.479	3.801	3.230	1.600
2021	15.312	14.305	4.847	21.256	8.364	9.473	3.322	1.641	904
2020	12.079	12.115	6.165	23.959	9.417	10.157	3.532	1.730	993
2019	13.170	15.192	7.126	29.890	11.057	11.295	3.868	2.103	1.117
2018	11.047	11.137	6.651	36.876	10.318	13.315	3.801	2.091	1.160
2017	9.427	12.293	5.867	33.634	9.528	21.523 €	6.243	2.990	1.338
2016	8.436	11.376	--	39.336	16.414	20.095 €	5.769	2.828	1.489

Spezifische Energieverbräuche der einzelnen Gebäude in 2022

Objekt (Verwaltungsgebäude)	Wärme/Kälte(absolut) [kWh/m²]	Licht-/Kraftstrom [kWh/m²]
LRA - AL 77	51	60
LRA - AL 75	158 (Wärme); 5 (Kälte)	55
LRA - GL 1-3 (incl. Leitstelle)	62	49
Objekt (Schulgebäude)	Wärme/Kälte [kWh/m²]	Licht-/Kraftstrom [kWh/m²]
Berufsschulzentrum Friedrichshafen	72	29
Berufsschulzentrum Überlingen	69	22
Bildungszentrum Markdorf	51	17
Elektronikschule Tettnang	49	28
Hotel- und Gaststättenschule	41	46
Pestalozzischule	48	11
Objekt (Sporthallen)	Wärme/Kälte [kWh/m²]	Licht-/Kraftstrom [kWh/m²]
BSZ-FN Sporthalle	99	38
BSZ Überlingen Sporthalle	68	20
Bildungszentrum Markdorf Sporthalle 1	33	13
Bildungszentrum Markdorf Sporthalle 2	42	40

Emissionskennwerte – Berechnung 2022 - Schadstoffemissionen je verbrauchte kWh Endenergie in kg Quelle: <https://www.kea-bw.de/kommunaler-klimaschutz/>:

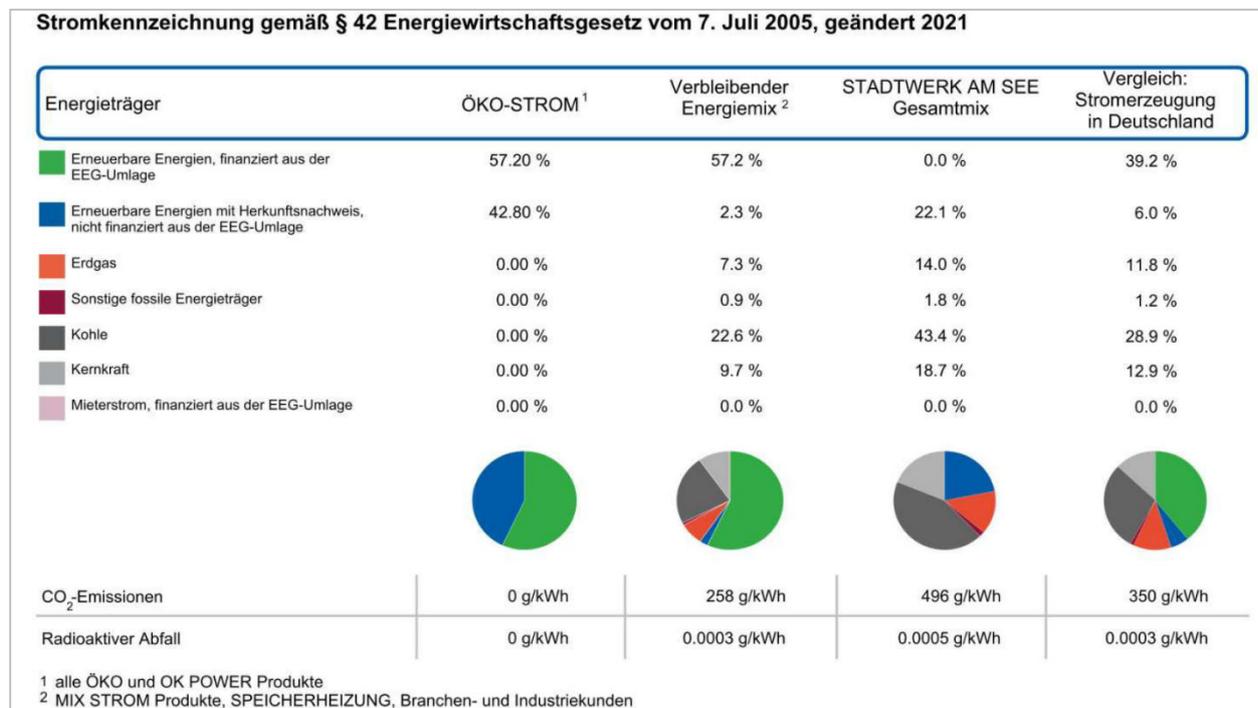
Energieträger	CO _{2eq} [kg/kWh]	Energieträger	CO _{2eq} [kg/kWh]
Strommix Deutschland*	0,428	Ökostrom*	0
Heiz-/Kältestrom	0,401	Biogas	0,071
Heizöl	0,318	Holz-Hackschnitzel	0,024
Erdgas	0,247	Holzpellets	0,027
BHKW Wärme	0,120	Geothermie WP	0,175
BHKW-Strom	0,596		

⁹ % = prozentuale Veränderung im Vergleich zum Vorjahr

Witterungsbereinigung (Übersicht Faktoren zur Witterungsbereinigung)

Objekt	PLZ	Faktor je Zeitraum						
		2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016
Verwaltungsgebäude Glärnischstraße 1-3	88045	1,18	0,99	1,13	1,09	1,17	1,02	1,04
Verwaltungsgebäude Albrechtstraße 75	88045	1,18	0,99	1,13	1,09	1,17	1,02	1,04
Verwaltungsgebäude Albrechtstraße 77	88045	1,18	0,99	1,13	1,09	1,17	1,02	1,04
Berufsschulzentrum Friedrichshafen	88046	1,21	1,00	1,16	1,11	1,20	1,05	1,06
Berufsschulzentrum Überlingen	88662	1,18	1,00	1,14	1,09	1,17	1,03	1,04
Bildungszentrum Markdorf	88677	1,16	0,98	1,11	1,07	1,15	1,01	1,02
Elektronikschule Tettnang	88069	1,10	0,93	1,05	1,01	1,09	0,96	0,97
Hotel- und Gaststättenschule Tettnang	88069	1,10	0,93	1,05	1,01	1,09	0,96	0,97
Pestalozzischule Markdorf	88677	1,16	0,98	1,11	1,07	1,15	1,01	1,02

Die Witterungsbereinigung erfolgt standortspezifisch, Bezugsgrundlage sind die Postleitzahlen der Objekte. Eine Übersicht der anzusetzenden Faktoren je Standort wird vom Deutschen Wetterdienst zur Verfügung gestellt werden.¹⁰



Kennzeichnung der Stromlieferungen 2022 für Kunden des Stadtwerks am See:

¹⁰ Siehe https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/kf_p_die_letzten_12_xls_xls.html, letzter Zugriff 21.03.2023